

KANAMA VIADUKTI EHTUSAEGSE LIIKLUSKORRALDUSE TOIMIVUSE MODELLEERIMINE

Töö on koostatud GRK Eesti AS tellimusel

Tallinn

2024

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	3
2. LIIKLUSVOOGUDE JAOTUMINE	4
3. LIIKLUSKORRALDUSE MUUDATUSED	6
4. LÄBILASKEVÕIME	8
5. JÄRJEKORDADE MOODUSTUMINE LIIKLUSTAKISTUSE KORRAL	11
6. EBITUSAEGNE TRANSPORT	12
7. TAGASIPÖÖRETE LIIKLUS	12
8. ÜMBERSÕIDUD	14
8.1. Tallinn – Pärnu ühendus	15
8.2. Keila – Luige ühendus	15
9. KOKKUVÕTE	18

1. SISSEJUHATUS

Töö eesmärgiks on modelleerida põhimaanteed nr 4 Tallinna – Pärnu – Ikla tee ja nr 11 Tallinna ringtee ristumisel paikneva Kanama liiklussõlme liiklusvoogusid remondi- ja ehitustööde ajal ning hinnata liikluskorralduslike muudatuste mõju läbilaskvusele. Tegu on lisaga eelnevale tööle, kus modelleeriti liiklusvood mõlema põhimaantee otse liikuva suuna sulgemise korral.

Kanama liiklussõlm asub Harju maakonnas, Saue vallas. Ehkki asukoht on Saue linna vahetus läheduses, kuulub ala haldusjaotuslikus mõttes Laagri aleviku koosseisu.



Joonis 1. Liiklussõlme paiknemine Maa-ameti kaldaerofotol.

Tegemist on Eesti ainsa ristikheinakujulise eritasandilise liiklussõlmega, kus kõik pöörded on realiseeritud eraldi rampidega. Varem kandis kogu liiklussõlm numbrit 1105, nüüd on rambid Teeregistris eraldi teedena, kandes nimesid 1. – 8. Kanama ühendustee, numbrid vahemikus 3526 – 3533.

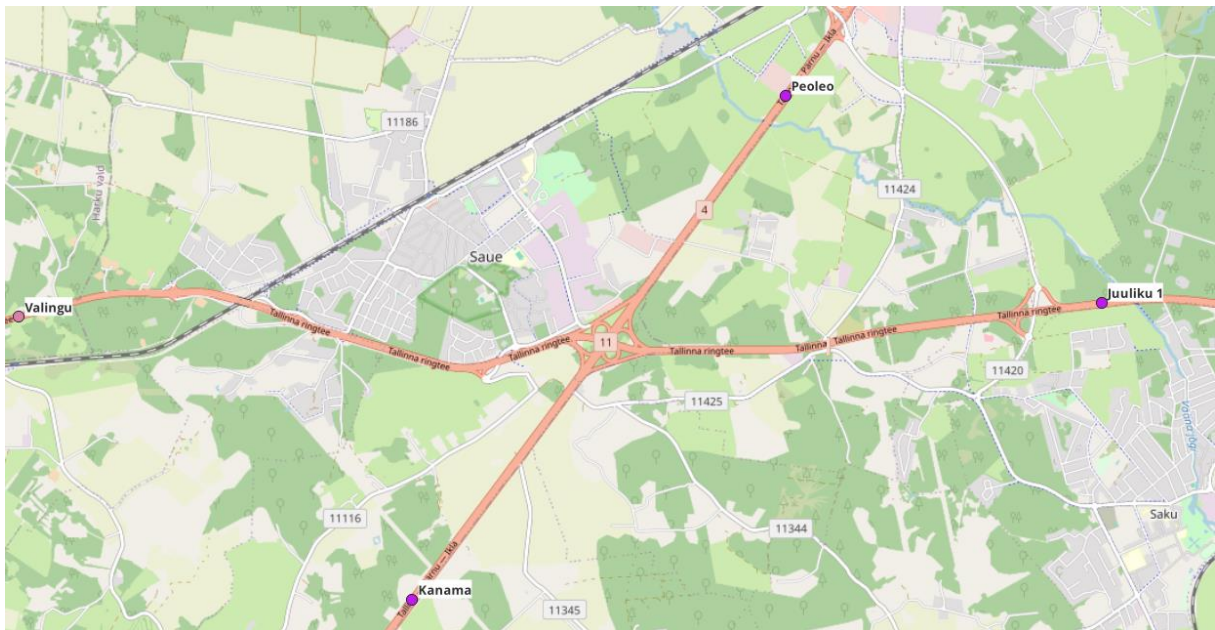
Töö sisendiks on GRK Eesti AS poolt esitatud ajutise liikluskorralduse kavandid.

Töö koostasid Tanel Jairus (liikuvusinsener, tase 7) ja Stanislav Metlitski.

2. LIIKLUSVOOGUDE JAOTUMINE

Liiklusmahtude analüüsi lähteandmetena kasutati nelja statsionaarse loenduspunkti andmeid, mis kirjeldavad iga ristmiku haru liikluse dünaamikat ööpäeva, nädala ja aasta lõikes. Töös kasutatakse loendurite nimesid kirjeldamiseks nelja ristmikule sisenevat haru järgmiselt.

- Peoleo – Põhja suunast lähenev liiklus
- Juuliku – Ida poolt lähenev liiklus
- Kanama – Lõuna poolt lähenev liiklus
- Valingu – Lääne poolt lähenev liiklus



Joonis 2. Liiklusloendurite asukohad ja suundade nimed.

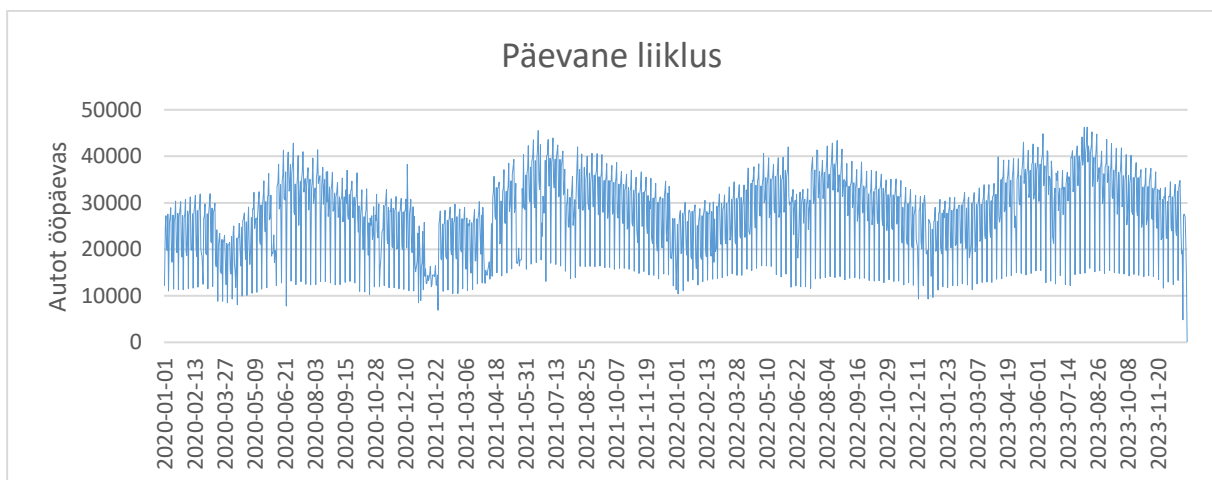
Kuna ristmiku vahetus läheduses (nii et vahele ei jää ühtki suuremat hargnemist) paiknevad ainult Kanama ja Peoleo loendurid, kasutati ristmikule siseneva ja sealt väljuva liiklusvoo modelleerimiseks vastavatel teelõikudel 2023. aastal Transpordiameti tellimusel teostatud lühiajalisi loendusi. Mõõtmised tähisega NLP kirjeldavad mõlemat sõidusuunda ja tähisega S üht sõidusuunda korraga.



Joonis 3. Kanama liiklussõlme alas teostatud lühiajaliste loenduste asukohad.

Loendurite andmeid kombineerides modelleeriti liiklus igale pöördele arvestades erinevusi samas suunas loetud sõidukite osas. Mudeli optimeerimise sisendparameetritena kasutati IB Stratumi¹ poolt esitatud liikluse jaotumist rampide vahel.

Analüüsis kasutati ajavahemikke, kus kõigis suundades olid statsionaarsetes loenduspunktides kvaliteetsed loendusandmed olemas alates 01.01.2020. kuni 31.12.2023. Selle perioodi jooksul oli liiklus ristmikul üldjoontes ühtlase mustriga ja seda ei ole mõjutanud viimastel aastatel toimunud ehitustööd (nt Kanama - Valingu) ja nendega seotud ümbersõidud. Kuna liiklusmahtudes pole vähenemist märgata, ei ole alust arvata, et seekord ümbersõitude mõju on olulise tähtsusega. Küll tasub mainida, et ehitusaegsed ümbersõidud leevendavad liiklusolukorra ristmikul ja vähendavad ajalist kulu võimalike liiklustakistuste korral. Käesoleva uuringu vaates võimalike ümbersõitudega mitteamestamine kirjeldab liiklusolukorra ristmikul paremini, kuna sellisel juhul on tegemist maksimaalse eeldatava liiklusmahuga. Seetõttu on edasistes arvutustes kaasatud just maksimaalne eeldatav liiklusmaht.

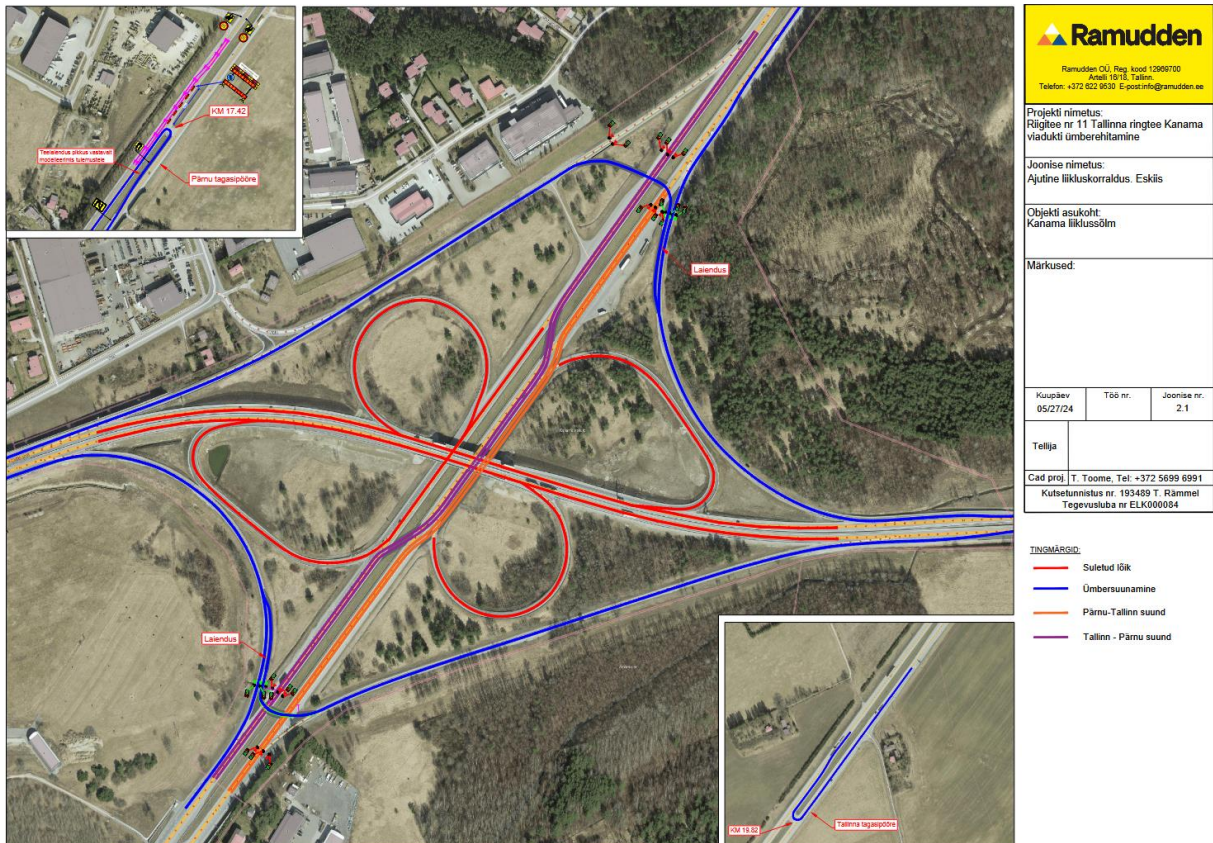


Joonis 4. Ristmikule sisenenud päevane sõidukite arv 2020 – 2023.

¹ Riigitee nr 4 Tallinn-Pärnu-Ikla km 15,0–28,5 Topi-Ääsmäe lõigu teeprojektide koostamise liiklusuuring. IB Stratum.

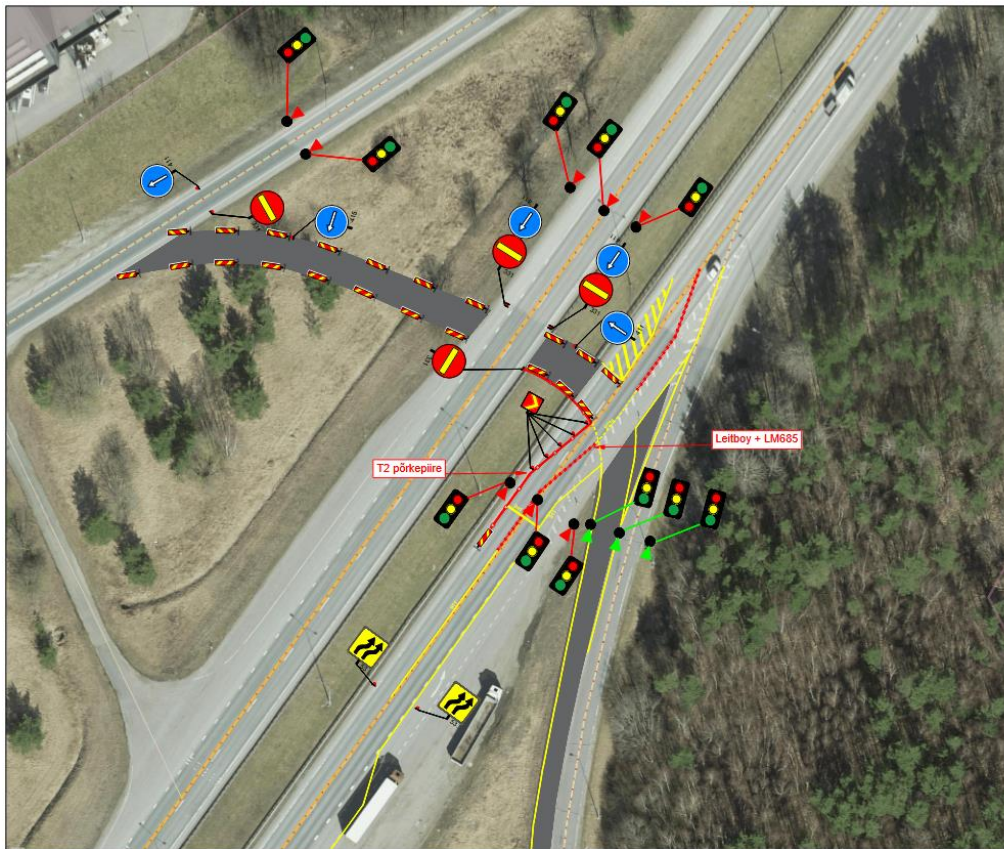
3. LIIKLUSKORRALDUSE MUUDATUSED

Vastavalt ehitustööde kavale suletakse Tallinna ringteel otse liikuv suund ning liiklus suunatakse ümber rampidele. Tallinn – Pärnu – Ikla teel jäetakse mõlemas suunas kaks sõidurada avatuks.



Joonis 5. Ajutise liikluskorralduse eskiis.

Ehitustööde ajaks suletakse viadukti keskosale viivad rambid (1.- 4. Kanama ühendustee). Kummalgi Tallinna ringtee sõidusuunal rajatakse ajutine fooriristmik. Vastavalt asukohale kasutatakse edaspidi nimedena „Põhja“ ja „Lõuna“. Ristmikud on kujundatud nii, et liikuda on lubatud otse või paremale. Vasakpöörded on füüsiliselt tõkestatud.



Ramudden
 Ramudden OÜ, Reg. kood 12969700
 Aadress: 1618, Tallinn
 Telefon: +372 622 5630 E-post: info@ramudden.ee

Projekti nimetus:
Riigitee nr 11 Tallinna ringtee Kanama viadukti ümberehitamine

Joonise nimetus:
Ajutine liikluskorraldus

Objekti asukoht:
Kanama liiklussõlm

Märkused:

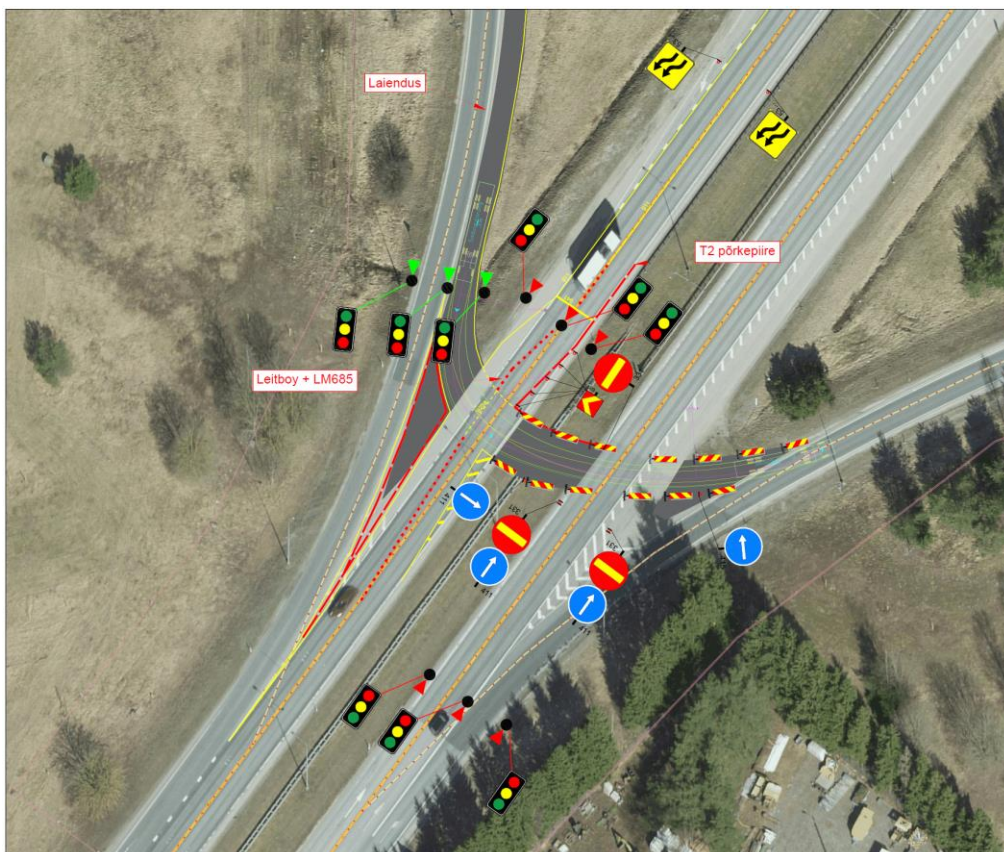
Kuupäev 18.06.2024	Töö nr.	Joonise nr. 2.2
-----------------------	---------	--------------------

Tellijal

Ühikproj. T. Toome, Tel: +372 5699 6991
 Kutsesunnistus nr. 193489 T. Rämmel
 Tegevusluba nr ELK000084

- TINGMARGID:**
- T2 pörkepiire
 - Leitboy + LM685
 - Ajutine markeering 911
 - Ajutine markeering 922
 - Ajutine markeering 923a
 - Ajutine markeering 941

Joonis 6. Põhjapoolse fooriristmiku skeem



Ramudden
 Ramudden OÜ, Reg. kood 12969700
 Aadress: 1618, Tallinn
 Telefon: +372 622 5630 E-post: info@ramudden.ee

Projekti nimetus:
Riigitee nr 11 Tallinna ringtee Kanama viadukti ümberehitamine

Joonise nimetus:
Ajutine liikluskorraldus

Objekti asukoht:
Kanama liiklussõlm

Märkused:

Kuupäev 18.06.2024	Töö nr.	Joonise nr. 2.3
-----------------------	---------	--------------------

Tellijal

Ühikproj. T. Toome, Tel: +372 5699 6991
 Kutsesunnistus nr. 193489 T. Rämmel
 Tegevusluba nr ELK000084

- TINGMARGID:**
- T2 pörkepiire
 - Leitboy + LM685
 - Ajutine markeering 911
 - Ajutine markeering 922
 - Ajutine markeering 923a
 - Ajutine markeering 941

Joonis 7. Lõunapoolse fooriristmiku skeem.

Liiklejad, kes soovivad liikuda ristmikualalt edasi vasakule, peavad selleks sooritama tagasipöörde vastavalt ettevalmistatud kohas. Sõiduautode tagasipöördekohad on kavandatud ristmikuala lähistele, raskeliiklusele mõeldud teekonnad kasutavad eritasandilisi ristumisi Topi ja Ääsmäe liiklussõlmes ning Jõgisoo silla all.

4. LÄBILASKEVÕIME

Liiklusmahtude oluline näitaja on autode arv tiptunni ajal. Vastavalt liiklusuuringu metoodikale² kasutatakse erakorraliste sündmuste mõju vältimiseks tavaliselt aasta 30. tiptundi. Sõiduautole taandamine tehti vastavalt tabelile³.

Tabel 1. Sõidukite taandamistegurid

Sõiduk	Taandamistegur	Sõiduki iseloomustus
Sõiduauto	1,0	Sõiduauto ja selle baasil ehitatud kaubaveok või väikebuss kuni 12 reisijale
Veoauto	2,0	Üksik veoauto ja tema baasil ehitatud eriauto
Buss	2,0	Buss rohkem kui 12 reisijale
Autorong	3,0	Veoauto või veduk täis- või poolhaagisega

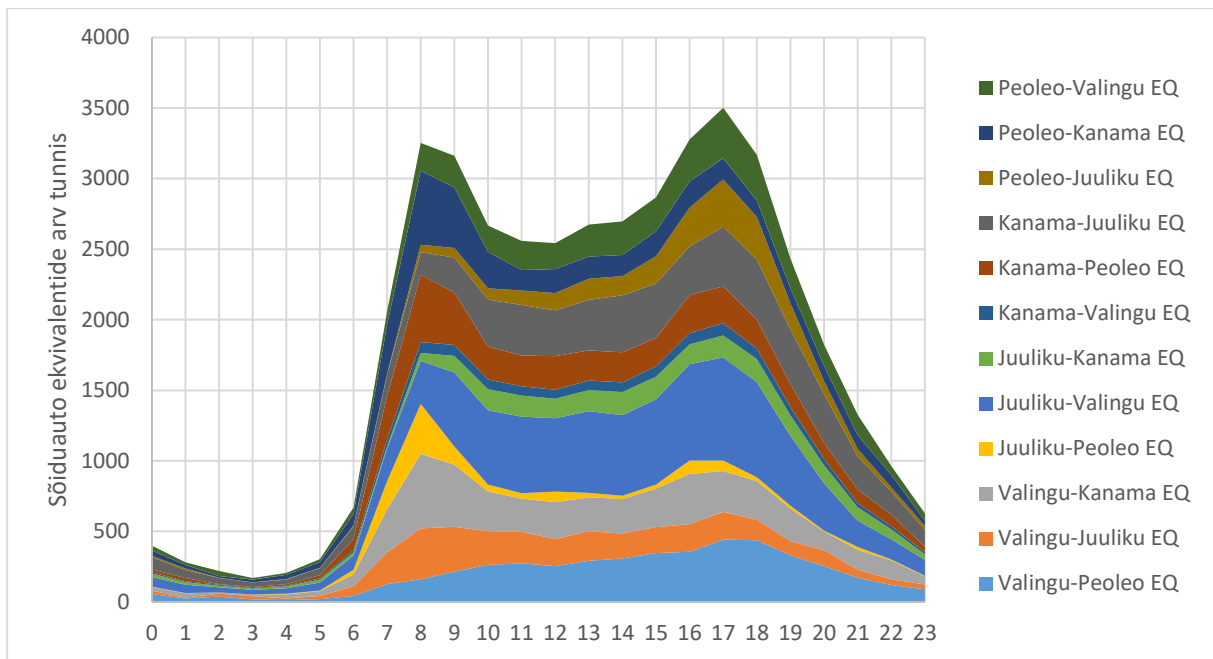
Autode jaotamine pöörete vahel modelleeriti vastavalt samas suunas paiknevate liiklusloendurite andmete erinevustele, kasutades optimeerimise sisendparameetritena IB Stratumi⁴ poolt esitatud liikluse jaotumist rampide vahel.

Kuna on oluline arvestada liikumisi kõigis suundades, arvestati tiptunni asemel sisendina vaatlusperioodi 10 suurima liiklussagedusega päeva tunnipõhiseid keskmisi. Selliselt moodustunud etalonpäeva jooksul läbib ristmikuala 43 852 sõiduauto ekvivalenti.

² <https://transpordiamet.ee/media/3125/download>

³ <https://www.riigiteataja.ee/akt/26215>

⁴ Riigitee nr 4 Tallinn-Pärnu-Ikla km 15,0–28,5 Topi-Ääsmäe lõigu teeprojektide koostamise liiklusuuring. IB Stratum.

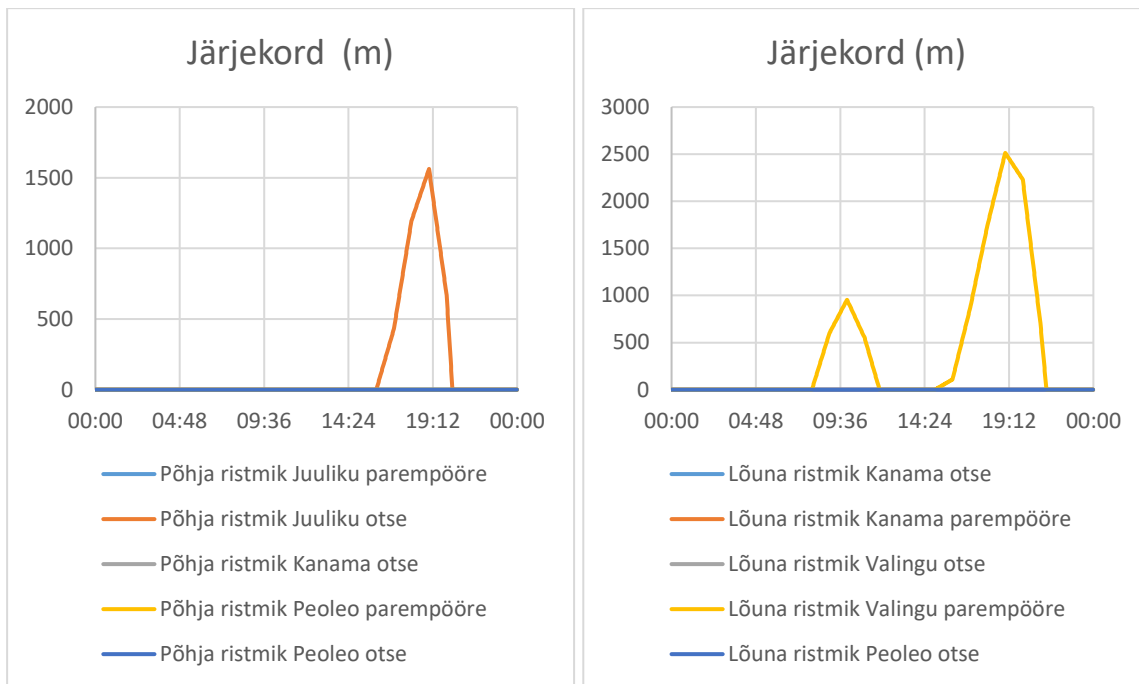


Joonis 8. 10 suurema liiklussagedusega päeva keskmine tunni jooksul ristmiku läbijate koguarv liikumissuundade lõikes.

Läbilaskvuse arvutamisel käsitleti Põhja ja Lõuna fooriristmikke eraldi. Võttes aluseks iga konkreetse teekonna pikkuse ja arvestusliku kiiruse, saadi igas suunas sõiduajad. Sõiduaja arvestati seisvast positsioonist, mis tähendab, et juba liikuv sõiduk saab teekonna läbida oluliselt kiiremini.

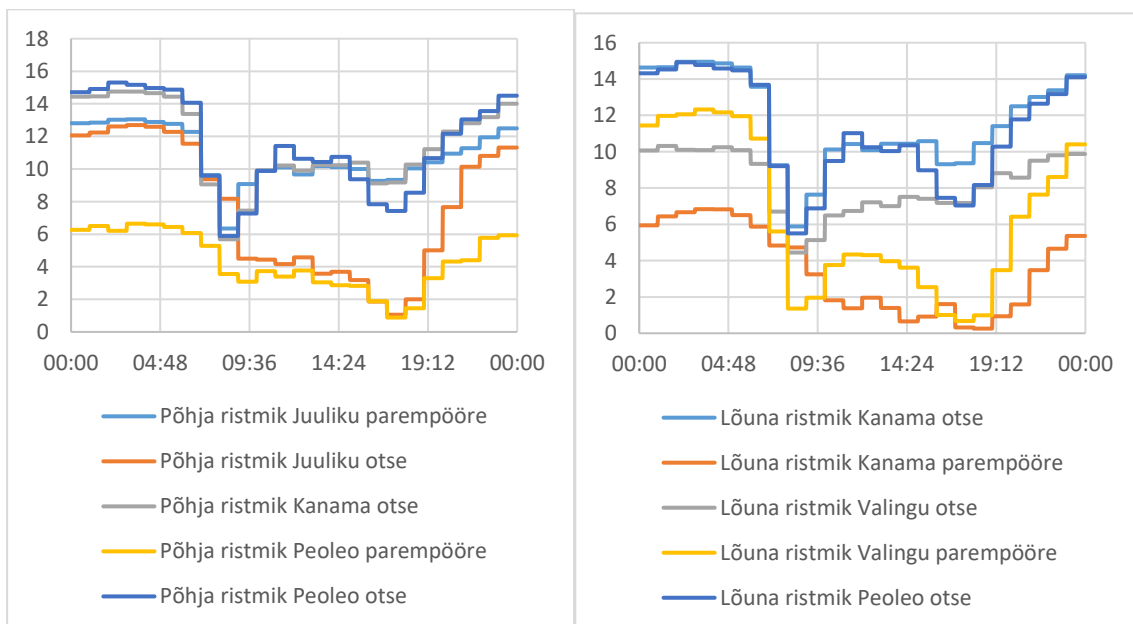
Järjekorra tekkimise modelleerimiseks kasutati mudelit, kus igale minutile etalonpäevas arvutati liikluse pealevool ja läbilaskevõime sõiduauto ekvivalentides. Ka järjekorra pikkuse hindamisel on arvestatud sõiduauto ekvivalentidega, mis tähendab et üks arvestuslik auto võtab ruumi tee pikisuunas 7 meetrit. Veoauto on sellise arvestuse järgi 2 sõiduauto ekvivalenti ja 14 meetrit, autorong 3 sõiduauto ekvivalenti ehk 21 meetrit.

Esimese variandina arvutati ristmike läbilase olukorras, kus kõigile suundadele kehtiv sama pikk roheline tule tsükkel. Sellisel juhul täheldati probleeme Tallinna ringteelt väljuvate suundadega, kus moodustuvad tipp tundide ajal paarikilomeetrised järjekorrad.



Joonis 9. Järjekordade moodustumine võrdsete fooritsükli korral.

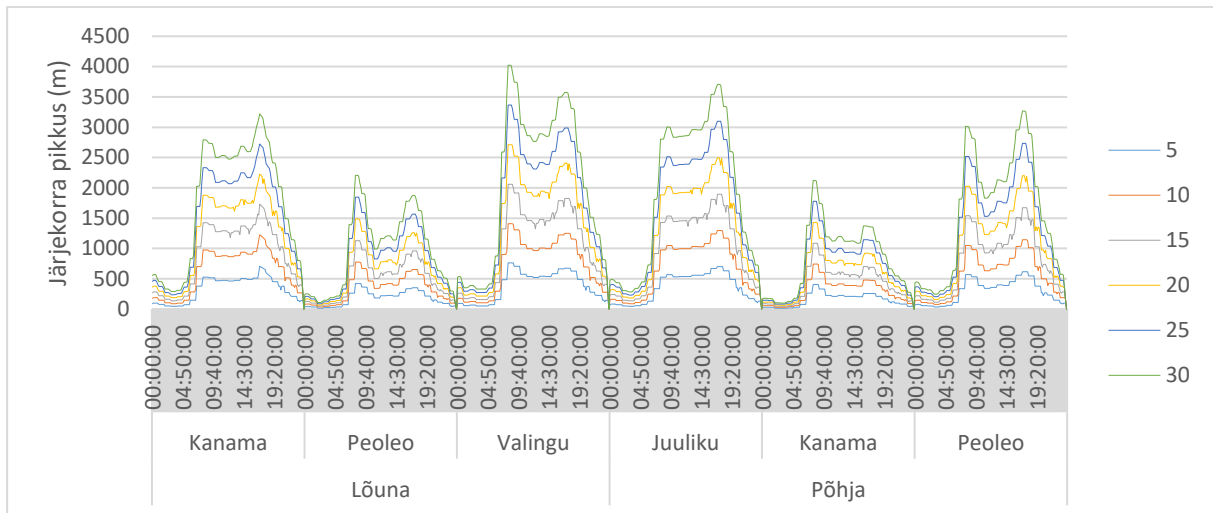
Fooritsükli optimeerimine tehti lineaarmetodil Excel Solver abil. Kombinatsioon, kus normaaloludes järjekordi ei teki on järgmine: Tallinn – Pärnu – Ikla teel on täistsükli jooksul roheline foorituli 33 sekundit ja Tallinna ringteel 60 sekundit. Arvestatud on kaitseajaga 2 sekundit. Läbilaskevõime on sellisel juhul kõige piiripealsem õhtuse tiptunni ajal. Järgnevatel graafikutel on toodud kasutamata läbilaskevõime ehk mitu autot oleks võimelised veel ristmikku läbima.



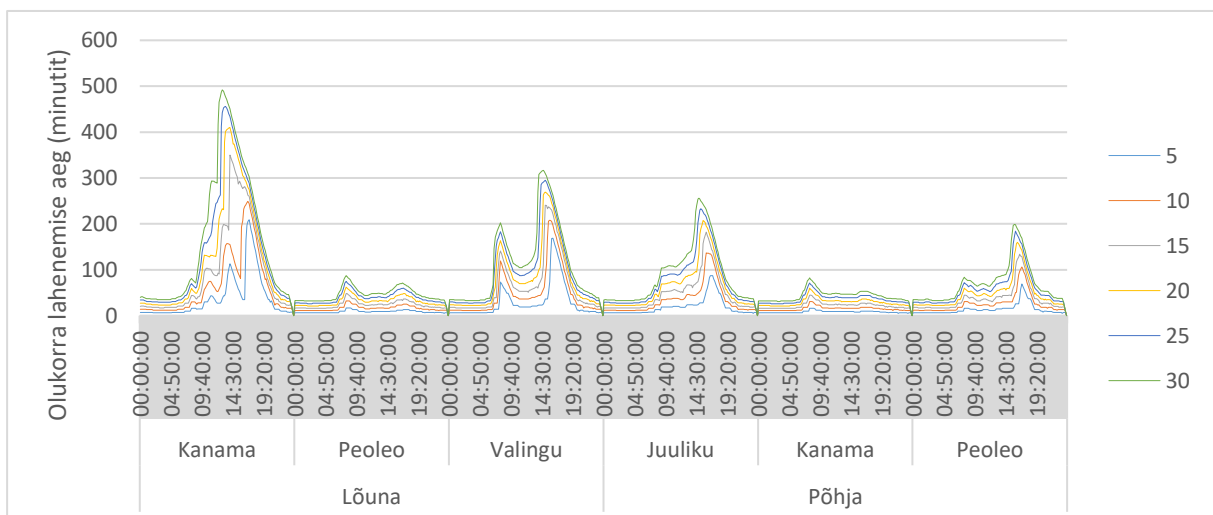
Joonis 10. Kasutamata läbilaskevõime optimeeritud fooritsükli korral.

5. JÄRJEKORDADE MOODUSTUMINE LIIKLUSTAKISTUSE KORRAL

Koostatud mudelile lisati funktsionaalsus hindamaks erineva ajalise pikkusega liiklustakistuste mõju. Iga takistuse puhul määrati moodustuva järjekorra pikkus ja olukorra lahenemise (järjekorra täielik kadumine) ajaline kestus. Erinevate suundade ummistuse mõju hindamiseks modelleeriti takistused ajalise kestusega 5 kuni 30 minutit 5 minutilise sammuga ööpäeva iga 10 minuti kohta. Arvutuse aluseks on etalonpäeva liiklus ja optimeeritud fooritsükliid.



Joonis 11. Järjekorra pikkus erineva ajalise kestusega takistuse korral ristmikute ja sõidusuundade lõikes.



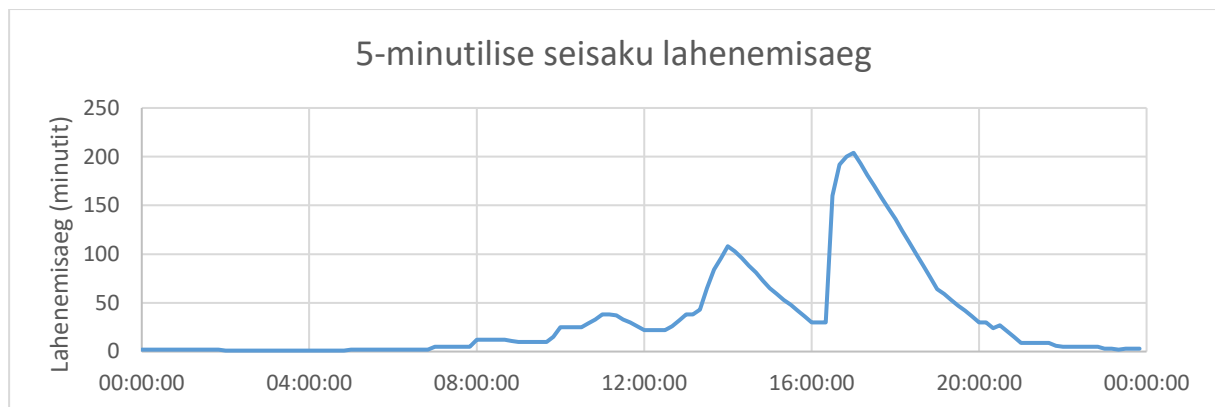
Joonis 12. Järjekorra lahenemise aeg erineva ajalise kestusega takistuse korral.

Kõige pikemad järjekorrad tekivad Valingu poolt lähenevate suuna sulgumise korral, seda nii hommikul kui õhtusel tipptunnil, ulatudes nelja kilomeetrini 30 minutilise ummistuse juures. Sellise olukorra lahenemine võtab aega üle 300 minuti ehk 5 tunni.

Kõige suurema mõjuga on aga Kanama poolt tuleva liikluse sulgumine, mille puhul 30 minutit katkestust laheneb 8 tunniga (483 minutit), järjekordade pikkus ulatub 2,5 kilomeetrini. Ka 5 minutit katkestust õhtusel tipptunnil toob kaasa keskmiselt poole kilomeetri pikkused järjekorrad kolmeks tunniks.

6. EHITUSAEGNE TRANSPORT

Ehitusaegne transport üle Pärnu maantee nõuab liikluses pause, et masinad saaks ohutult ületada mõlemad sõidusuunad. Arvestades sellise manöövri kestuseks mitte üle 5 minuti, on seda võimalik suhteliselt väikese mõjuga teha kindlatel kellaegadel.

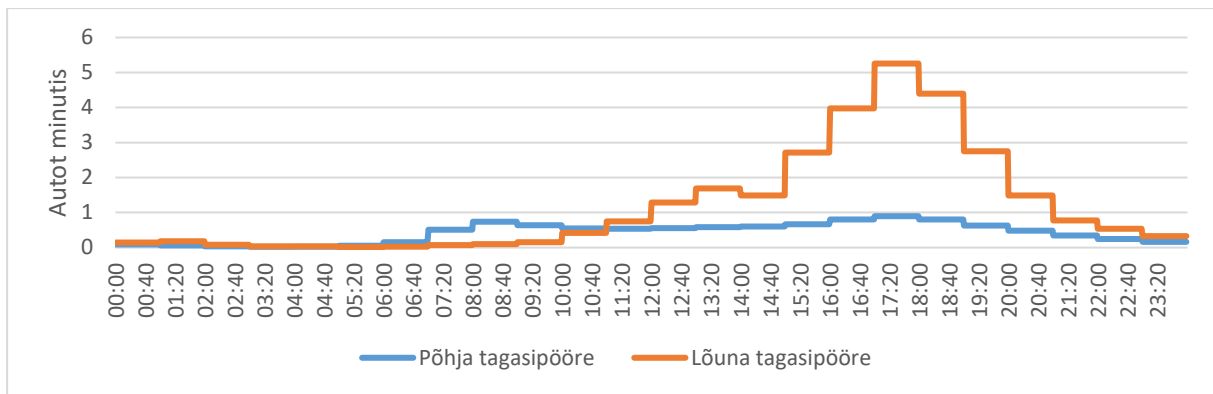


Joonis 13. 5 minutit kestva Tallinn – Pärnu – Ikla teel oleva takistuse lahenemise aeg.

Suhteliselt väikese mõjuga on võimalik liiklus sulgeda ajavahemikus 23.00 kuni 07.40. Päevasel ajal on häda korral võimalik kasutada ka ajaaknaid 12.00 – 12.30 ja 16.00 – 16.30. Siinkohal tuleb arvestada sellega, et lisaks on võimalik kasutada tavapärasest fooritsükli osa, kus liiklus on lubatud Tallinna – Ringteelt tulevatele sõidukitele. Sellisel juhul peab manööver olema sooritatud vähem kui minutiga. Mõju minimeerimiseks tuleb kella 13.00 – 20.00 lubada objektile pöörata ja objektilt väljuda ainult parempööretega ja risti üle Tallinn – Pärnu – Ikla tee lubada manöövreid ajavahemikul 21.00 – 06.00.

7. TAGASIPÖÖRETE LIIKLUS

Kuna osa liiklusest on suunatud samatasandilistele tagasipööretele, on oluline hinnata neid läbivate autode arvu ja vastavust läbilaskevõimele. Vastavalt liikluskorralduse plaanile kasutavad neid tagasipöördeid ainult sõiduautod, raskeliiklus on suunatud eritasandilistele ristumiskohtadele. Põhja suunas on raskeliiklusele tagasipööreteks Topi liiklussõlm. Lõuna pool Ääsmäe liiklussõlm.



Joonis 14. Tagasipöörete hinnanguline liiklussagedus.

Põhjapoolne tagasipööre on suhteliselt madala kasutusega, jäädes alla ühe auto minutis. See tähendab, et teineteisele järgnevate sõidukite pikivahe on vähemalt 60 sekundit ja läbilaskvusega probleeme ei ole. Seevastu lõunapoolne tagasipöördekoht (Rahula) on oluliselt suurema liiklusega. Õhtusel tipp-tunnil on oodata minutis keskmiselt 5,5 sõidukit ehk tunnis 330 sõidukit. See jääb alla kirjanduses⁵ toodud miinimumnäitajale 355 autot tunnis, seega suudab tagasipööre antud liikluse ära teenindada.



Joonis 15. Põhjapoolse tagasipöördekohta liikluskorralduse kava.

⁵ https://www.researchgate.net/publication/285833065_Capacity_of_U-turn_at_median_opening



Joonis 16. Lõunapoolse tagasipöördetee liikluskorralduse kava.

Oluline on märkida, et kava järgi on tagasipöörde järel kaetud kiirendusrada, mistõttu sõidukijuhid ei pea ootama manöövri sooritamisel tühikut segavas liiklusvoos ning selle arvelt on läbilaskevõime kõrgem kui eelpool toodud 355 autot tunnis.

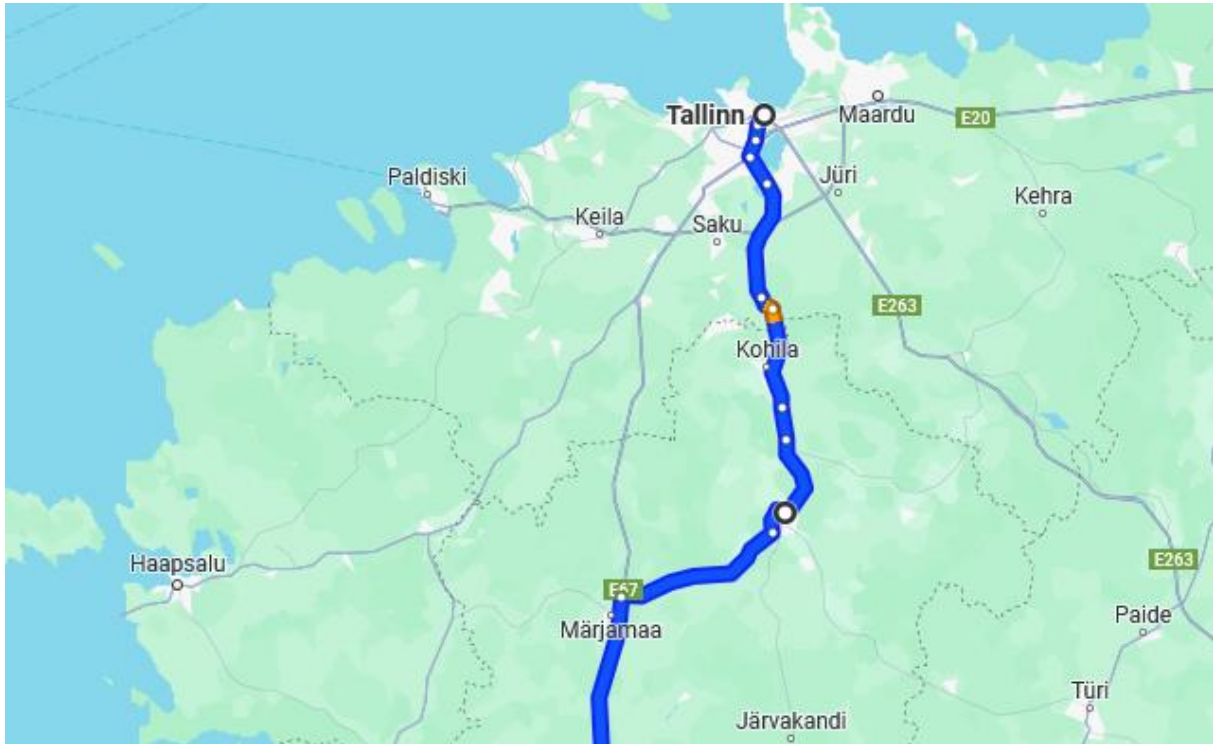
8. ÜMBERSÕIDUD

Ehitustööde aegse liiklusolukorra leevendamiseks tuleb ristmikule saabuvad liiklusvood vähendada ja organiseerida võimalikult palju ümbersõite. Ümbersõitude efektiivsus sõltub sellest, kuidas infot liiklusolukorra ja liikluskorralduse muudatuste kohta juhile (sh mitte kohalikele juhile) edastatakse ning kui hästi ümbersõidud on tähistatud. Lisaks traditsioonilistele kanalitele (infotahvlid, VMS märgid, meedia) tuleb arvestada ka alternatiivsete (Waze, Google jt) kanalitega ning võimalusel teavitada neid liikluskorralduste muudatustest. Ümbersõitude korraldamise põhieesmärgiks peab seadma olukorra, kus ehitusajal võimalikult vähe sõidukeid ristmikule jõuaks.

Käesolevas uuringus eelpool toodud põhjustel ümbersõitude mõjuga ei ole arvestatud ja arvutustes on kasutatud siiski kogu eeldatavat liiklusmahtu.

Järgnevalt on toodud võimalikud ümbersõitude marsruudid sõidusuundade ja sõidukiliikide lõikes.

8.1. Tallinn – Pärnu ühendus

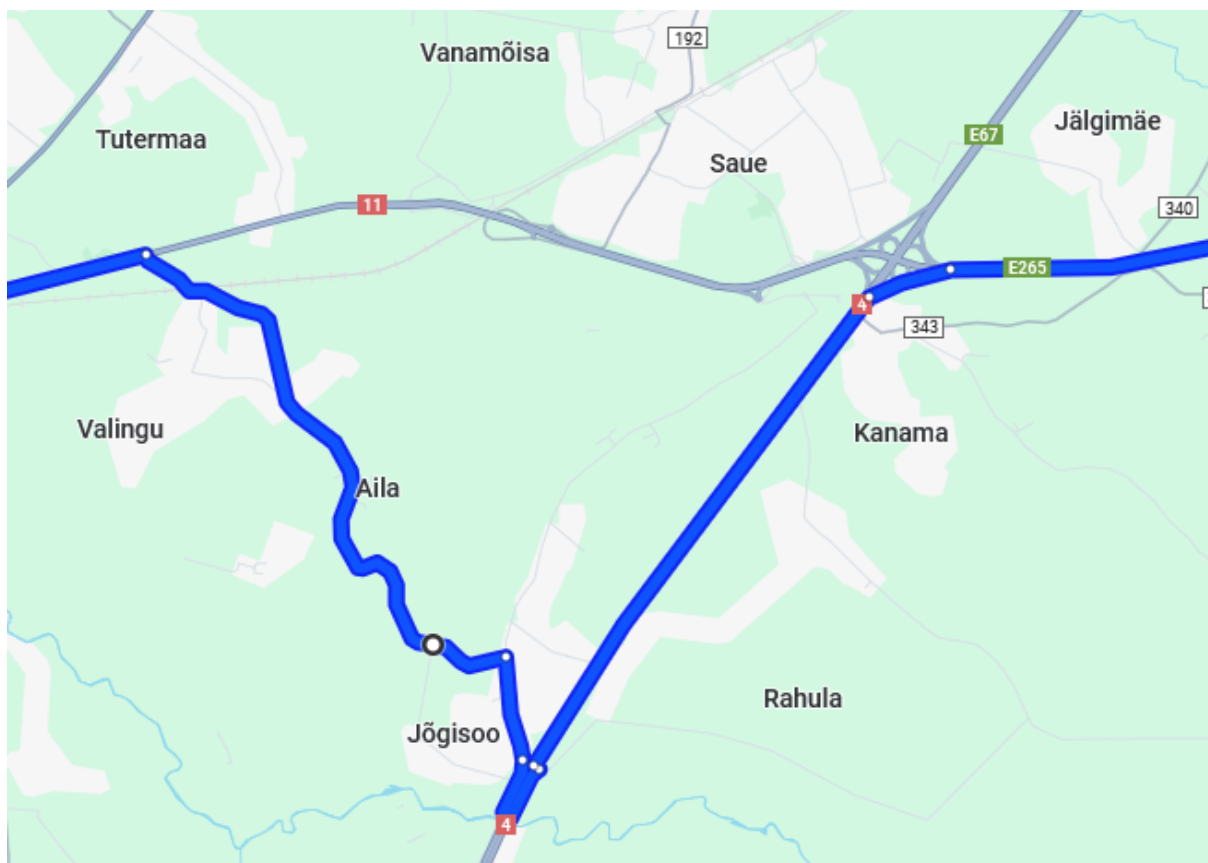


Joonis 17. Ümbersõit läbi Luige, Rapla ja Märjamaa.

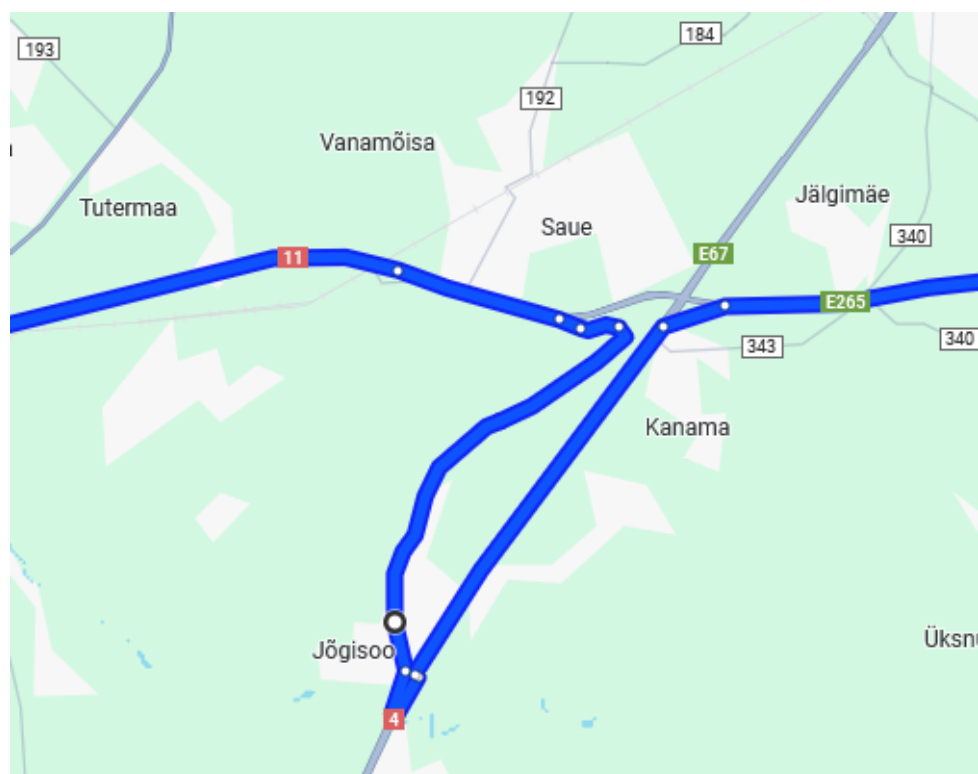
Ümbersõit läbi Rapla ja Märjamaa pikendab teekonda 11 kilomeetri võrra. Teekond kulgeb mööda tugimaanteed ja on seetõttu sobilik kõigile sõidukeile. See marsruut toimib ühtmoodi mõlemas suunas. Ümbersõidu korraldamise ajal ei tohi marsruudil olla ehitustöid ega muid olulise mõjuga liikluspiiranguid.

8.2. Keila – Luige ühendus

See suund on oluline, kuna tähendab ühendust ka kaugemate kohtade vahel, nagu Paldiski ja Narva või Tartu. Lühemad alternatiivid on läbi kõrvalmaanteed 11116 Kanama – Jõgisoo või 11117 Valingu – Jõgisoo ja 11425 Kanama tee. On üsna tõenäoline, et ummikute moodustumisel Kanama liiklussõlme alas suunavad navigatsioonivahendid just nendele teedele. Kuna tegemist on kõrvalmaanteedega, kus kehtivad ka 8t massipiiranguid, siis sobivad need ainult sõiduautodele.

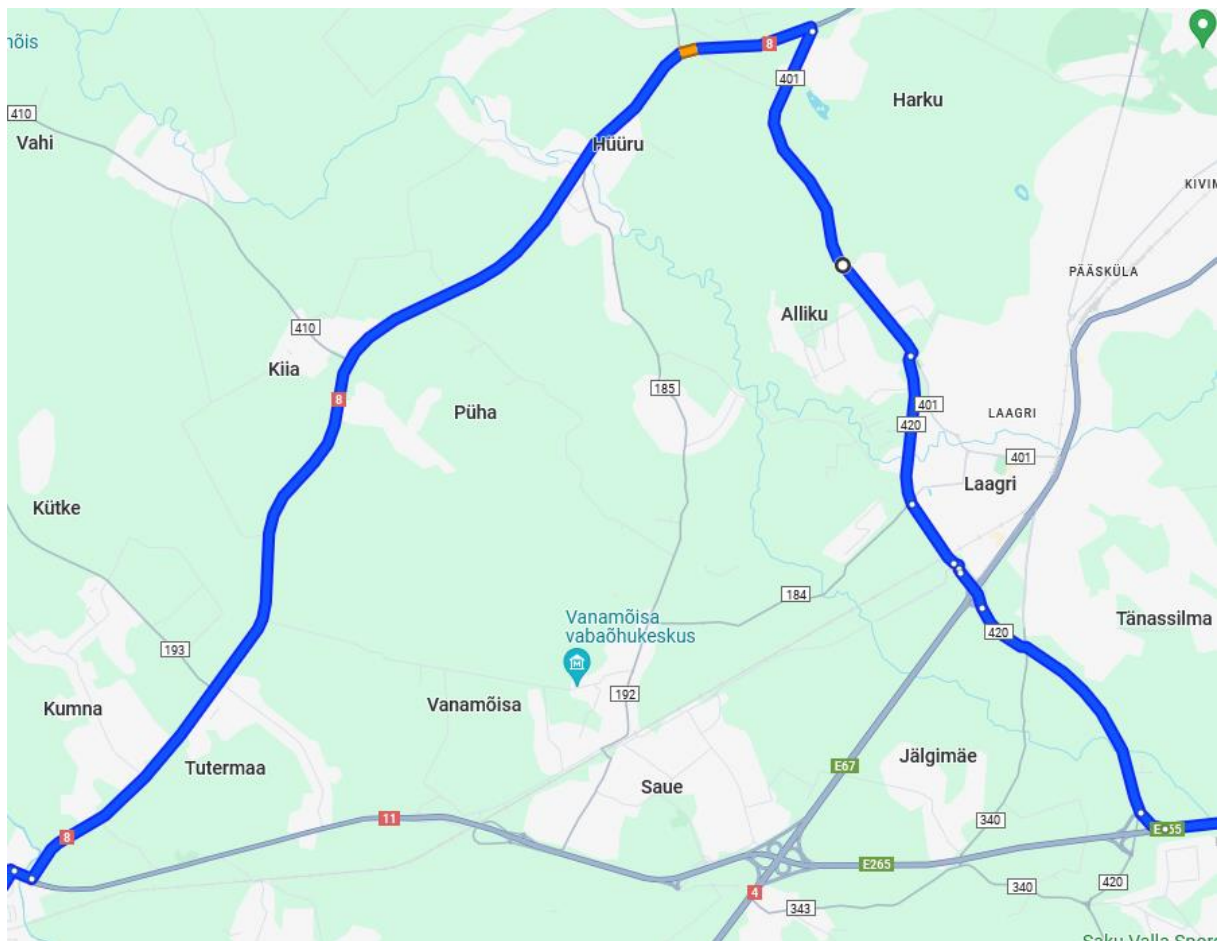


Joonis 18. Ümbersõit 11116 kaudu.



Joonis 19. Ümbersõit 11117 kaudu.

Vastassuunas on samuti olemas ümbersõiduvõimalused mööda kõrvalmaanteed. Ühine osa on 11420 Saku – Laagri tee, pärast on võimalik kasutada 11401 Laagri – Harku teed.



Joonis 20. Ümbersõit 11401 kaudu.

9. KOKKUVÕTE

Kanama eritasandiline ristmik on oluline sõlmpunkt, mille sulgemine on suure mõjuga. Liiklusvoogude mahu määramiseks kasutati töös statsionaarsete loenduspunktide, lühiajaliste automaatloenduste ja varasema uuringu raames tehtud käsiloenduste andmeid. Saadud tulemused taandati sõiduauto ekvivalendile.

Ajutise liikluskorralduse raames on kavas tagada pidevalt 2+2 sõidurada Tallinna – Pärnu – Ikla teel ning 1+1 sõidurada Tallinna ringteel. Nende teede ristumiskohtadesse on kavandatud fooriristmikud. Käesoleva uuringu raames leiti optimaalsed fooritsüklite pikkused tagamaks liikluse täielikku läbipääsu normaaloludes.

Lisaks modelleeriti järjekordade pikkus ja olukorra lahenemise aeg erineva pikkusega liiklusseisakute korral. Selle alusel määrati sobivaimaks ajaks planeeritud liiklusseisakute jaoks 23.00 kuni 07.40. Päeval ajal on vajadusel võimalik kasutada ka ajaaknaid 12.00 – 12.30 ja 16.00 – 16.30.

Analüüsi tulemusena on järgmised ettepanekud:

1. Varustada kõik ristumispunktid kaameratega, et oleks tagatud pidev ülevaade nende toimimisest ja järjekorra kujunemisest.
2. Kirjeldada võimalikult täpselt liiklustakistuse kõrvaldamise protsess sellisel kujul, et olukorra lahendamine toimuks võimalikult kiiresti.