

2+1 TEELÕIKUDE MUUTUVA TEABEGA LIIKLUSKORRALDUSE TEOSTATAVUSANALÜÜS

Töö on koostatud Transpordiameti tellimusel

Tallinn

2024

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	4
2. LIIKLUSKÄITUMINE	6
2.1 Vaatluste metoodika	6
2.2 Tulemused	8
2.3 Liiklusolukordade analüüs.....	13
2.3.1 Vaadeldud olukordade kirjeldus ja klassifikatsioon.....	13
2.3.2 Liiklusreeglite järgimine	16
2.4 Tee liiklusohutuse aspektid	19
2.4.1 Möödasõidulade pikkus ja tähistus.....	19
2.4.2 Loomad teel.....	20
2.4.3 Paunaga lahendatud vasakpöörete ohutus	20
2.4.4 Ümbersõidu vajadus.....	21
2.5 Liiklusavariid.....	21
3. TEEHOOLE JA LIIKLUSHÄIRINGUD	25
3.1 Liiklusjuhtimiskeskuses registreeritud juhtumid.....	25
3.2 Intervjuu Liiklusjuhtimiskeskusega.....	26
3.3 Intervjuu hoolduspartneriga.....	28
4. VMS LAHENDUS	30
4.1 VMS rakendamise lähtekohad.....	30
4.2 Skemaatiline lahendus	31
4.3 Dünaamiline liikluskorraldus	34
4.4 Alternatiivsed lahendused.....	34
5. TASUVUSANALÜÜS.....	35
6. KOKKUVÕTE	39

Lisad:

Intervjuu hoolduspartneriga

Intervjuu Liiklusjuhtimiskeskusega

VMS lahenduste skeemid

1. SISSEJUHATUS

Eesti teedevõrgu arendamine ja liiklusohutuse parandamine on olnud pikaajaline prioriteet riigi transpordipoliitikas. Tuginedes teiste riikide, eeskätt Rootsi kuningriigi positiivsetele kogemustele, algas 2+1 teelõikude rajamine Eestis 2016. aastal, esimene lõik Tallinna – Pärnu – Ikla teel Ääsmäe ja Kohatu vahel avati 2017. aasta sügisel.

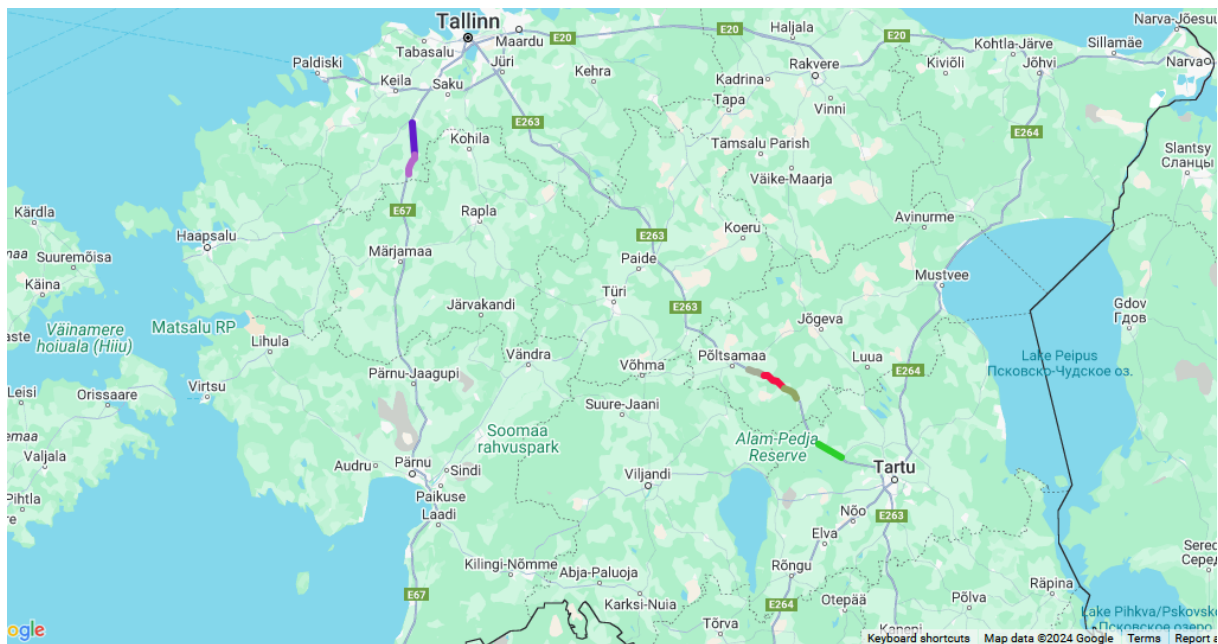
2+1 teelõikude rajamise peamised ajendid Eestis ja mujal on:

1. Kõrge liiklusõnnetuste arv 1+1 maanteedel, eriti ohtlike möödasõitude tõttu.
2. Vajadus parandada liiklusvoogu, arvestades kasvavat liikluskooormust põhimaanteedel.
3. Soov vähendada raskemate õnnetuste, eriti laupkokkupõrgete arvu.
4. Võimalus parandada liiklusohutust oluliselt madalama kuluga võrreldes 2+2 maantee ehitamisega.

Uuringu eesmärgid on:

1. Teostada põhjalik liikluse monitooring, et mõista liiklusvoogusid, sõidukiirusi ja liiklejate käitumist 2+1 teelõigul.
2. Analüüsida liiklusolukordi ja tuvastada võimalikke ohuolukordi.
3. Võrrelda liiklusõnnetuste statistikat ja põhjuseid teiste 2+1 teelõikudega, eriti Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa maanteel.
4. Töötada välja soovitusel liikluskorralduslike meetmete osas, sealhulgas muutuvteabega liikluskorralduse (VMS) lahendus.
5. Hinnata VMS-süsteemi tasuvust ja potentsiaalset mõju liiklusohutusele.

Analüüsis on kaasatud kõik seni välja ehitatud 2+1 teelõigud. Nende paiknemine on toodud kaardil ja tabelis.



Joonis 1. 2+1 lõigud Eesti riigiteedel.

Tabel 1. 2+1 lõigud Eesti riigiteedel.

Tee	Algus	Lõpp	Katte ehitamise aeg Teeregistris ¹
2	125.958	129.673	02.10.2017
2	130.249	136.32	23.11.2023
2	136.97	141.383	23.09.2019
2	155.579	162.716	20.09.2018
4	28.322	36.721	01.11.2017
4	36.721	42.359	14.07.2020

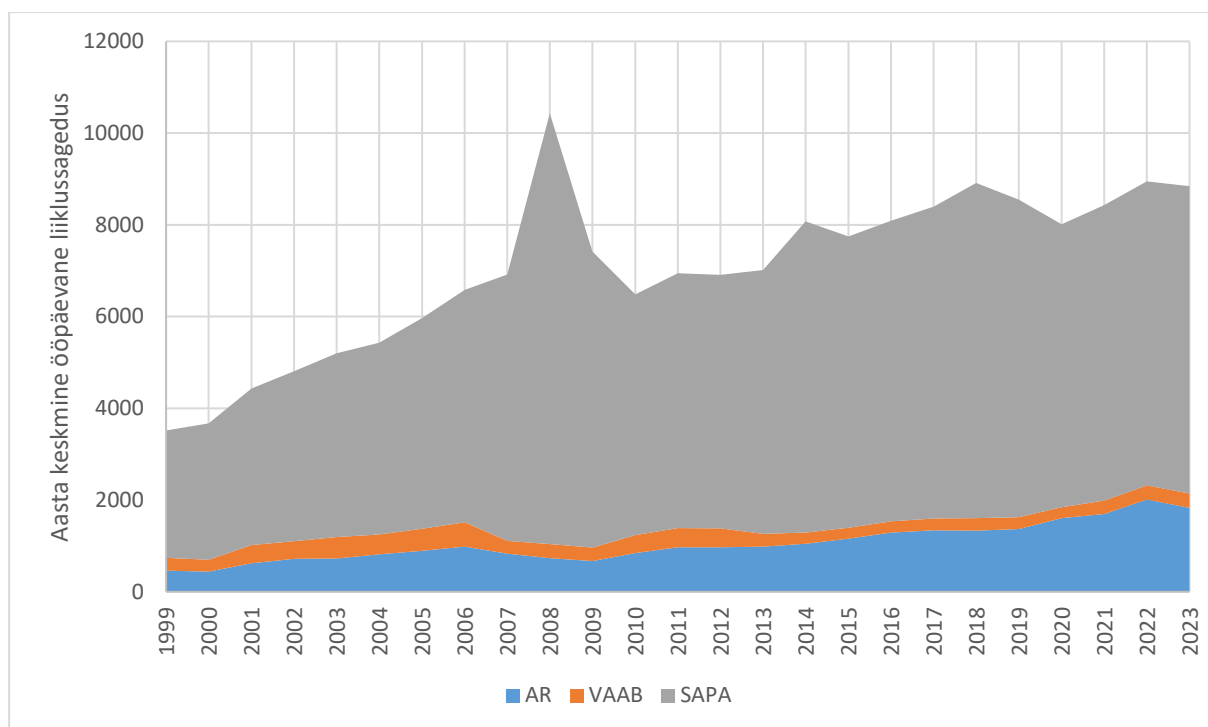
Töö koostasid Tanel Jairus (liikuvusinsener, tase 7), Stanislav Metlitski ja Ain Kendra (volitatud teedeinsener, tase 8).

¹ <https://teeregister.mnt.ee/reet/home>

2. LIIKLUSKÄITUMINE

2.1 Vaatluste metoodika

Vaatlusteks valiti välja Tallinn – Pärnu - Ikla tee Ääsmäe – Kernu 2+1 lõik km 30,518 - 32,322, kuna nii Transpordiameti kui Eesti liikluskindluste fondi andmetel² on just sellel lõigul toimunud kõige rohkem liiklusavariisid. Liikluskahjude täpsem analüüs on toodud omaette peatükis. Teelõigu aasta keskmine liiklussagedus on olnud läbi aastate kasvutrendis, kuid viimase nelja aasta jooksul stabiliseerunud 9000 ööpäevase auto juures. Raskeliikluse osakaal on samuti kasvanud, ulatudes 20-25% kogu liiklusest.



Joonis 2. Teelõigu aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus 1999 – 2023.

Liikluskäitumise analüüsiks ja potentsiaalsete ohuolukordade hindamiseks koguti andmeid kasutades järgmisi meetodeid:

1. Voolikloenduritega mõõdeti sõidukite liikumiskiirust ja pikivahesid kahe sõidurajaga lõigu keskel ning ühinemise alal ühe täisnädala jooksul.
2. Kaamera abil salvestati video ühinemisalal ühel tavapärase liiklusega päeval ja reedel ajavahemikus kl 8.00-20.00

² <https://kaart.lkf.ee/>

Loendusseadmed paigaldati lõigu keskosale ja lõpule nii, et oleks võimalik eristada sõidukeid sõiduradade kaupa. Kaamera paigaldati teeäärde nii, et ühinemisalal toimuv jääks kaamera vaatevälja.



Joonis 3. Videosalvestise vaade. Lähenev suund on Tallinna poolt.

Loenduste asukohtade nimetamiseks kasutatakse kaheosalist nimetust, kus tekstiline osa „Keskel“ või „Lõpp“ tähistab asukohta lõigul ning numbriline väärtus „1“ või „2“ näitab sõidurada. „1“ tähistab parempoolset sõidurada ja „2“ vasakpoolset, möödumiseks kasutatavat sõidurada.



Joonis 4. Seadmete paiknemise skeem lõigul.

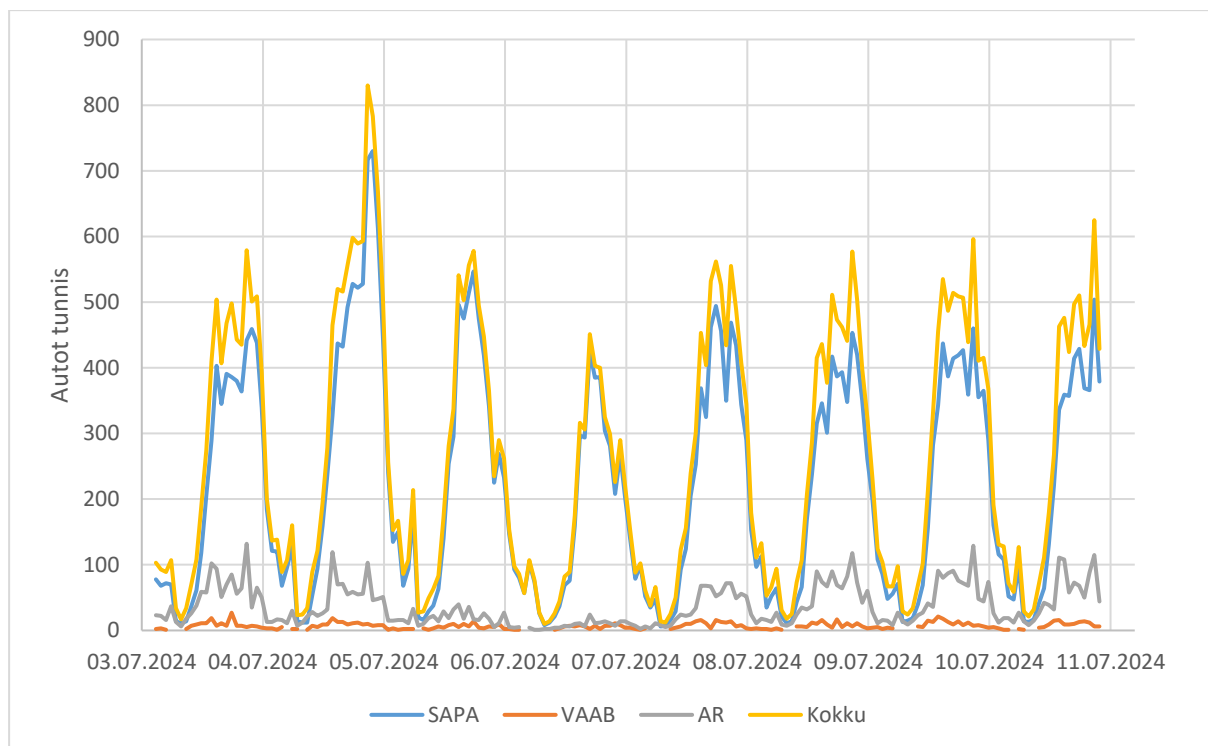
Videomaterjali läbivaatusel märgendati huvipakkuvad sündmused kommentaaridega, misjärel koondati sarnaste kirjeldustega intsidendid klassidesse. Vajadusel täpsustati olukordi videomaterjali pealt üle. Kirjeldatud situatsioonid ei ole tingimata olemuslikult ohtlikud, kuid sisaldavad riske, mille realiseerumine võib päädida liiklusavariiga.

2.2 Tulemused

Vaatlusperioodil läbis teelõiku ligikaudu 50 tuhat autot, millest enamuse (84%) moodustavad sõidu- ja pakiautod. Ühe loenduskomplekti (asukohas „Keskel 1“) purunemise tõttu on ühes punktis neljast päeva jagu vähem andmeid. Samuti oli kahjustatud komplekt asukohas „Keskel 2“, mistõttu sealsed sõidukiklasside ja kiiruste andmed võivad olla tavapärasest vähem täpsemad, kuid siiski analüüsi eesmärkideks sobivad.

Tabel 2. Sõidukite arv ja jaotus klassidesse kogu loendusperioodi jooksul.

Asukoht	Sõidukite arv						Kokku
	SAPA	Osakaal	VAAB	Osakaal	AR	Osakaal	
Keskel 1	27076	81%	903	3%	5630	17%	33609
Keskel 2	7029	96%	238	3%	92	1%	7359
Lõpp 1	39419	83%	1114	2%	6717	14%	47250
Lõpp 2	2617	96%	41	2%	57	2%	2715
Kokku	76141	84%	2296	3%	12496	14%	90933



Joonis 5. Sõidukite liiklussageduse nädalane jaotus klasside lõikes.

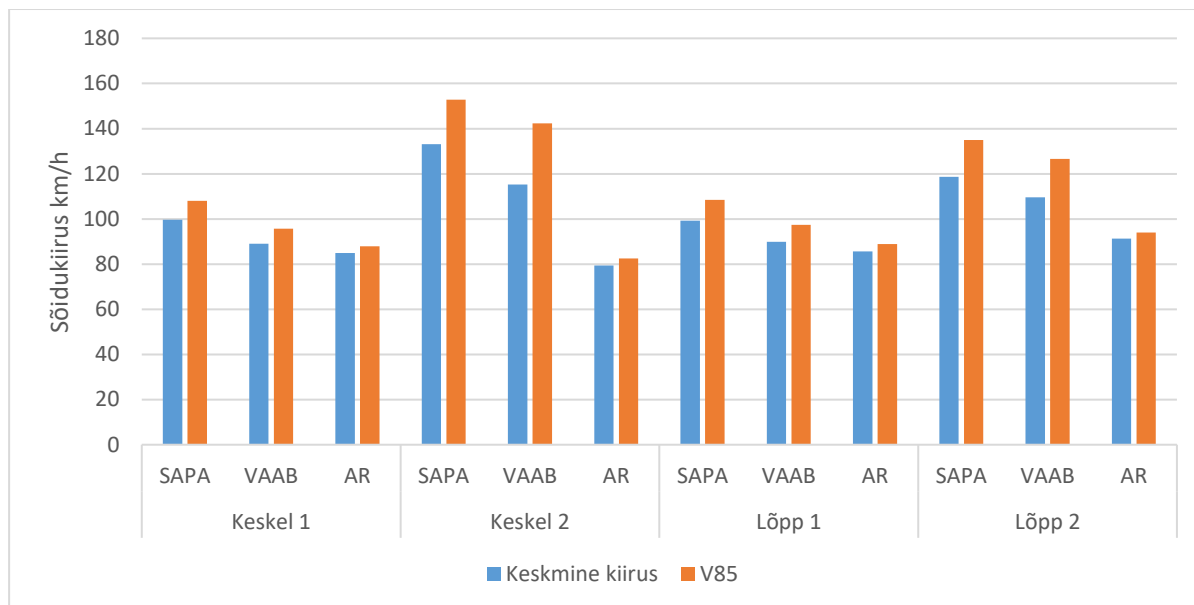
Iga mõõtepunkti ja sõidukiklassi lõikes arvutati välja nii keskmised kui V85 kiirused. Keskmise pikivahe jaoks võeti arvesse ainult need sõidukid, mille puhul pikivahe oli alla 10 sekundi³, kuna muul juhul ei sõltu pikivahe reguleerimine juhi otsusest. Sellise pikivahega sõidukite osakaal kogu liiklusest oli valimis 64,7%. Samuti arvutati analoogselt V85 parameetriga P85 – ajaline vahe, millest suurema pikivahega liikleb 85% sõidukitest.

Tabel 3. Sõidukite kiirused ja pikivahed.

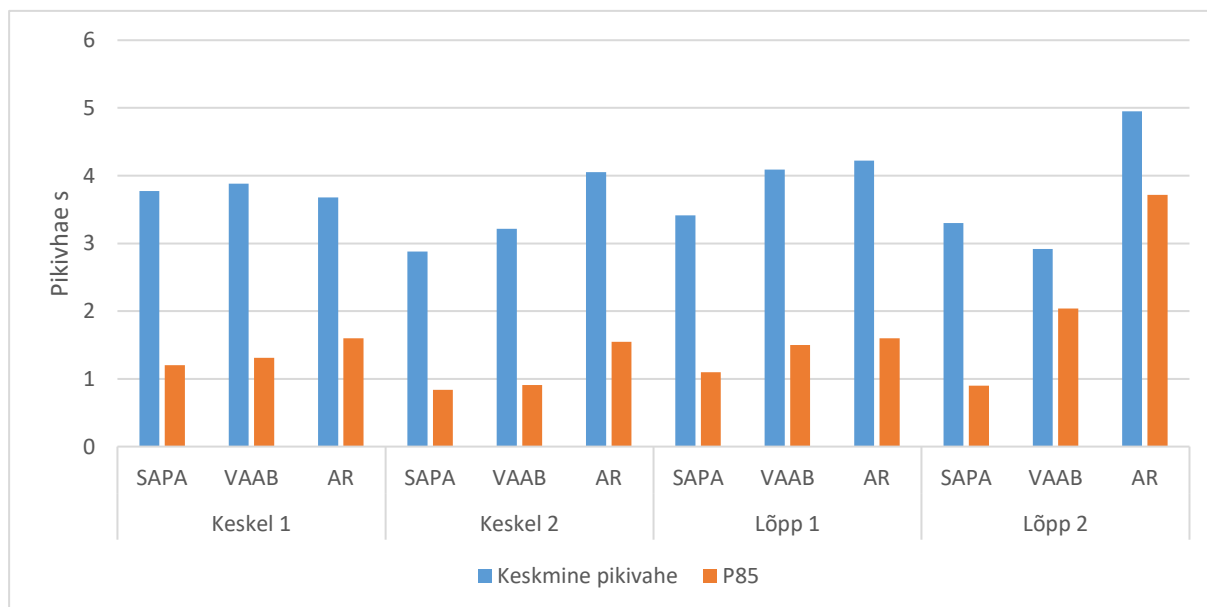
Asukoht	Sõiduki klass	Keskmine kiirus (km/h)	V85 (km/h)	Keskmine pikivahe (s)	P85 (s)
Keskel 1	SAPA	99.63	108.00	3.77	1.20
	VAAB	89.00	95.75	3.88	1.31
	AR	84.98	87.83	3.68	1.60
Keskel 2	SAPA	133.12	152.83	2.88	0.84
	VAAB	115.21	142.35	3.21	0.91
	AR	79.43	82.47	4.05	1.55
Lõpp 1	SAPA	99.27	108.48	3.42	1.10
	VAAB	89.86	97.38	4.09	1.50
	AR	85.64	88.90	4.22	1.60
Lõpp 2	SAPA	118.60	134.92	3.30	0.90
	VAAB	109.60	126.64	2.92	2.04
	AR	91.34	93.92	4.95	3.72

³ HIGHWAY CAPACITY MANUAL 7th Edition, lk 4-13.

Nii kiiruste kui pikivahede puhul on selge, et mõõdetud väärtused ei ole kooskõlas õigusaktide ja liikluskorraldusvahendite abil määratud kohustustega. Vastavalt Liiklusseaduse §46 on asulavälisel teel minimaalne lubatud pikivahe 3 sekundit. 2+1 lõikudel lubatav piirkiirus on 100 km/h. Järgnevalt on toodud kiiruste ja pikivahede jaotumine graafilisel kujul.

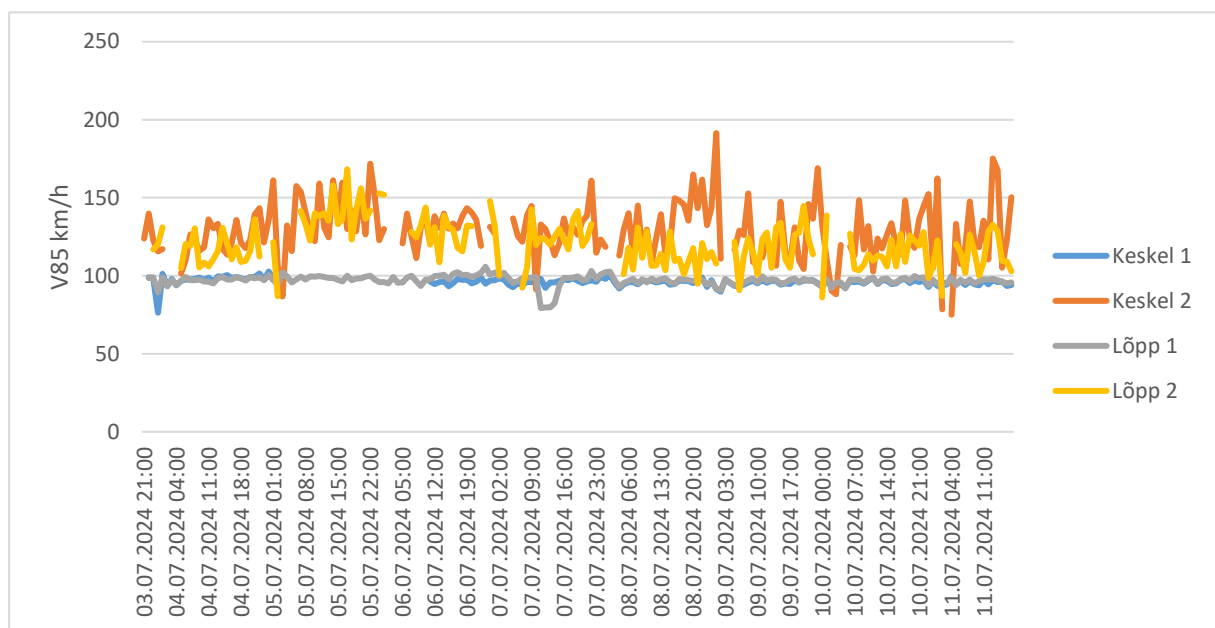


Joonis 6. Sõidukiirused vaatluskohtade ja sõidukiklasside lõikes.



Joonis 7. Pikivahed vaatluskohtade ja sõidukiklasside lõikes.

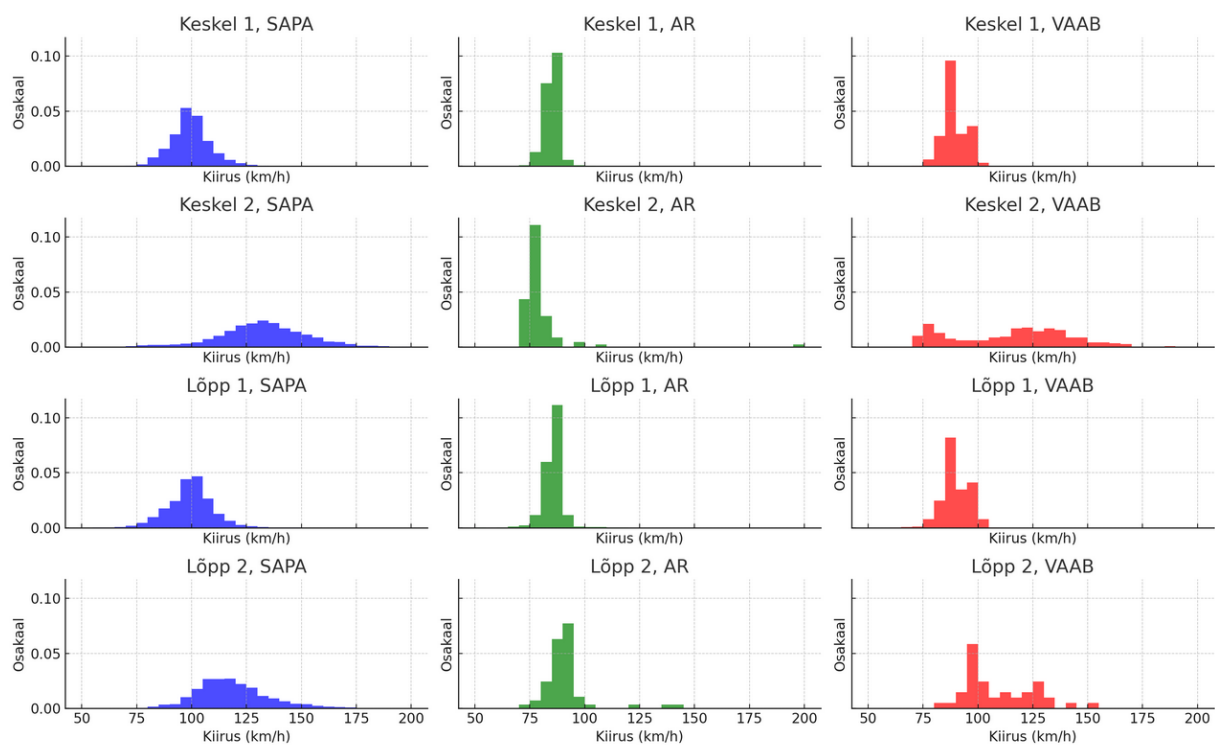
Oma olemuselt on pikivahed ja kiirused pöördvõrdelises seoses – kõrgemad kiirused seostuvad väiksemate pikivahedega. Seega käsitlevad sõidukijuhid pikivahet pigem vahemaana, arvestamata suurema sõidukiirusega kaasnevat täiendavat riski.



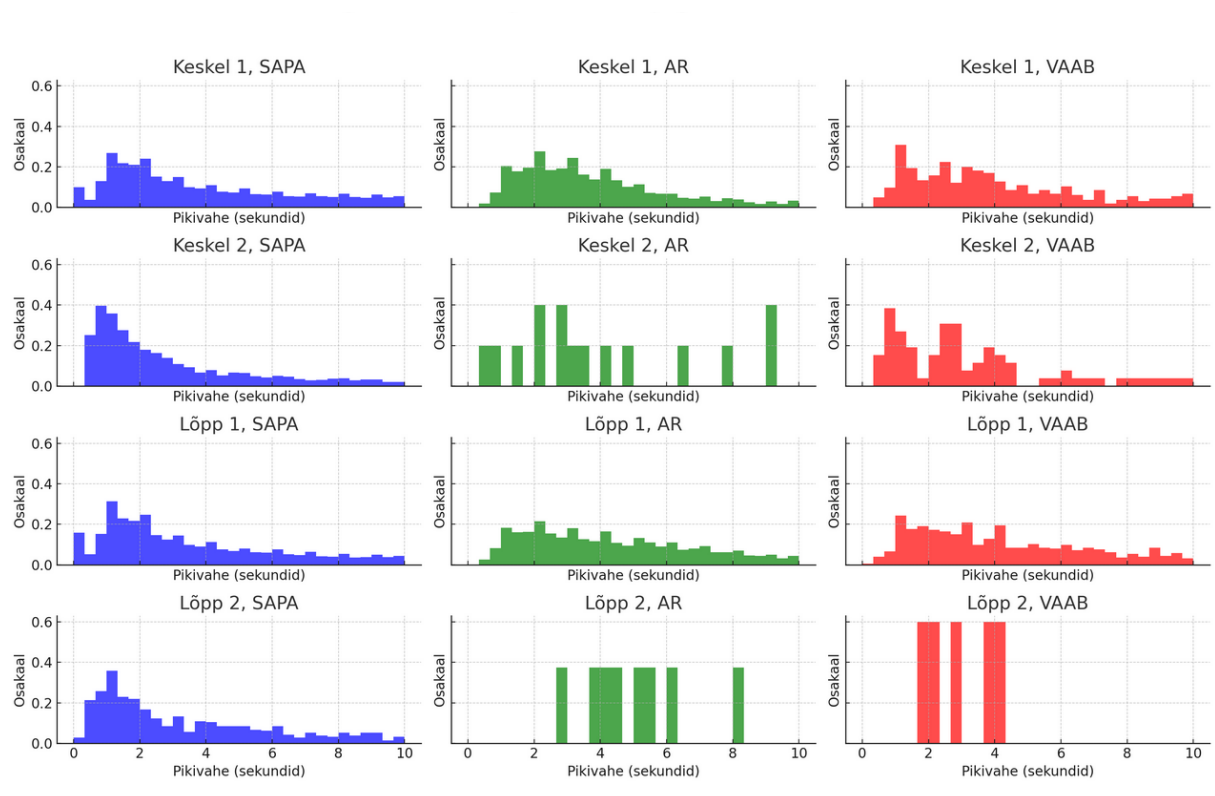
Joonis 8. V85 nädalane dünaamika.

Sõidukiiruste osas on esimese sõiduraja tempo nädala lõikes ühtlane, tooni annavad sealjuures veokid, mille kiiruspiirikud suuremat kiirust ei võimalda. Teisel sõidurajal paistab silma reede, eriti päeva teine pool, kui V85 ületab koguni 160 km/h. Seevastu nädalavahetusel on kiirused madalamad. Kuna reedel on ka liiklussagedus antud suunal kõige kõrgem, viitab suurem kiirus soovile mööduda korraga võimalikult paljudest sõidukitest. Järgmised ohutud möödumisvõimalused on kaugel ja nii hakkab mõjuma ilmajäetuse efekt⁴. Vähese ressursi (möödasõiduvõimalused) kättesaadavust kompenseeritakse suurema kiiruse ja väiksema pikivahega.

⁴ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8283615/>



Joonis 9. Sõidukiiruste histogrammid.



Joonis 10. Pikivahe histogrammid.

Kiiruste ja pikivahe sagedusjaotused viitavad sõidukite klassifikatsiooniprobleemidele VAAB klassi juures, kui sõiduautode kui autorongide puhul moodustavad histogrammid ühtlase kogumi, siis veoautode ja autobusside puhul on jaotus rohkem kui ühe kүүrugа, samuti on väheusutavad kiirused üle 150 kilomeetri tunnis. Järelanalüüsis ilmnes kaks peamist võimalikku põhjust.

Kuna sõidukile määratakse klass telgde arvu ja vahekauguste alusel siis paratamatult registreeritakse suurema teljevahega sõiduautod VAAB klassi. Näitena võib tuua Eestis levinud suuremad kaubikud, nagu Mercedes-Benz Sprinter, Ford Transit ja Renault Master. Nende valmistajakiirused ulatuvad kuni 180 km/h ja neil ei ole kiiruspiirikuid. Teiseks on mõõtmiseks kasutatavad voolikloendurid mõeldud liiklusvoolule, mis püsib oma sõidurajal, kuid käesolevas olukorras toimus mõõtealal ka sõiduraja vahetusi. Niimoodi diagonaalis andureid ületav sõiduk tekitab fantoomefekti, kus rattad fikseeritakse eraldi telgedena ja nii võib sõiduauto saada kirjeldatud veoautona.

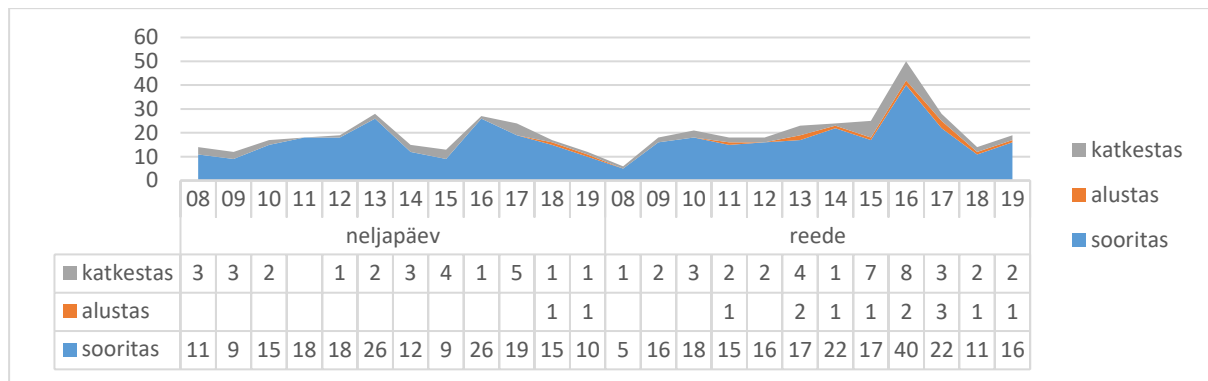
2.3 Liiklusolukordade analüüs

2.3.1 Vaadeldud olukordade kirjeldus ja klassifikatsioon

Potentsiaalsed ohuolukorrad olid seotud möödumisel tehtud reavahetustega ning väikeste pikivahedega (alla kolme sõiduauto pikkuse, mis 100 km/h kiiruse juures on võrdne reageerimisteedekonnale). Iga sellise olukorra kohta fikseeriti järgmist:

- Mis sõiduk manöövrit sooritas – sõiduauto, buss või veoauto.
- Kas manöövri sooritas rohkem kui üks sõiduk korraga.
- Millisest sõidukist mööduti.
- Kas manööver viidi lõpule või katkestati.

Manöövri katkestamiseks loeti olukord, kus mööduv sõiduk aeglustas kiirust ning reastus esimesel sõidurajal liikuva sõiduki taha.



Joonis 11. Kaardistatud sündmuste ajaline jaotus manöövri läbiviimiste lõikes.

2.3.1.1 Hiline möödumise alustamine

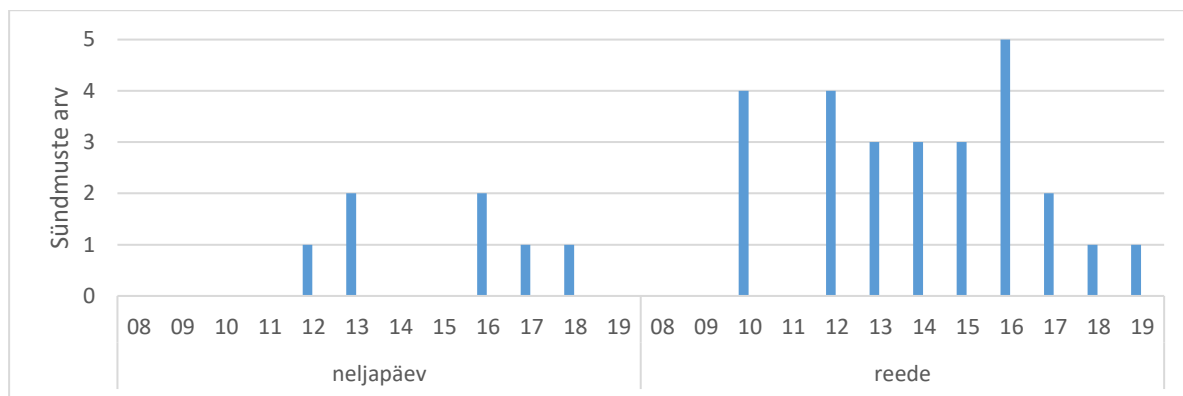
Kõige suurema riskiga olukorraks tuleb lugeda seda, kus möödumismanöövrit alustati kaamera vaateväljas, kus liikluskorraldusvahendid suunavad juba kõiki sõidukeid esimesele sõidurajale. Selliste sündmuste hulk oli suurem reedel, samas juba enne õhtuse tipptunni algust.



Joonis 12. Näide kaamera alas alustatud möödumismanöövrist reedese vihmajärgel.

2.3.1.2 Kahekaupa möödumine.

Teine kõrgendatud ohuga manööver on selline, kus samast sõidukist mööduvad kaks sõidukit üksteise järel. Sellise manöövri puhul on tagumisel sõidukil piiratud vaade ees toimuvale ning reageerimisaega võimalikule ohuolukorrale minimaalselt. Selliseid juhtumeid oli kokku 33, peamiselt toimusid reedesel päeval.



Joonis 13. Kahe sõiduki poolt järjest sooritatud möödumismanöövrite jaotus.



Joonis 14. Valge kaubik ja must sõiduauto tagasi reastumas.

2.3.1.3 Veoauto möödumine veoautost.

Kolmas suurema riskiga olukord on veoauto poolt sooritatud möödumismanööver. Sellisel juhul on tagant tulijatele varjatud kogu ees olev olukord, samuti võib manööver venida ajaliselt pikaks ning mööduja peab leidma võimaluse hoo alandamiseks ning tagasi reastumiseks. Selliseid olukordi oli vaatlusperioodil kaheksa.

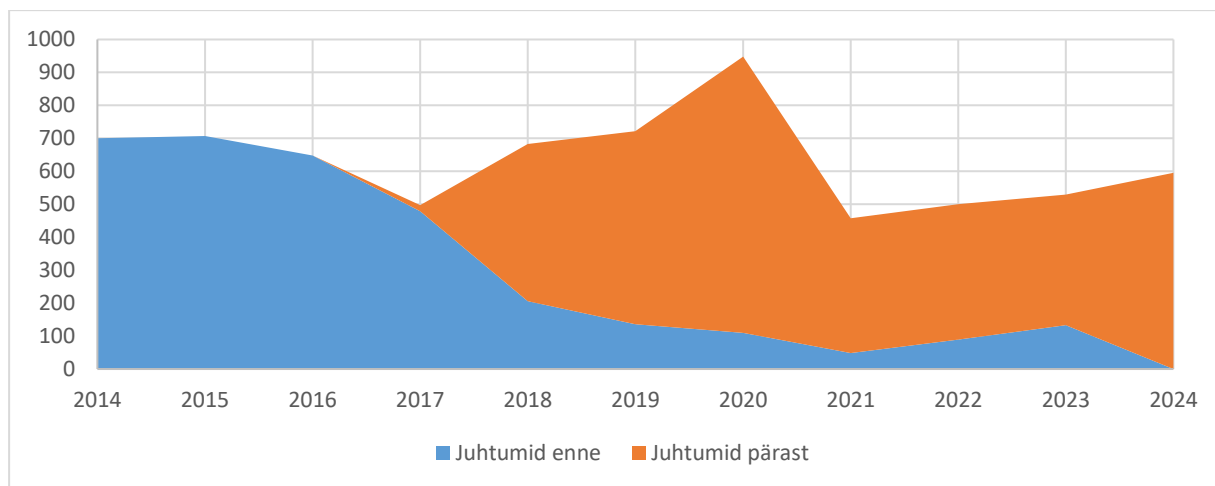


Joonis 15. Poolhaagisega veok möödumismanöövril.

2.3.2 Liiklusreeglite järgimine

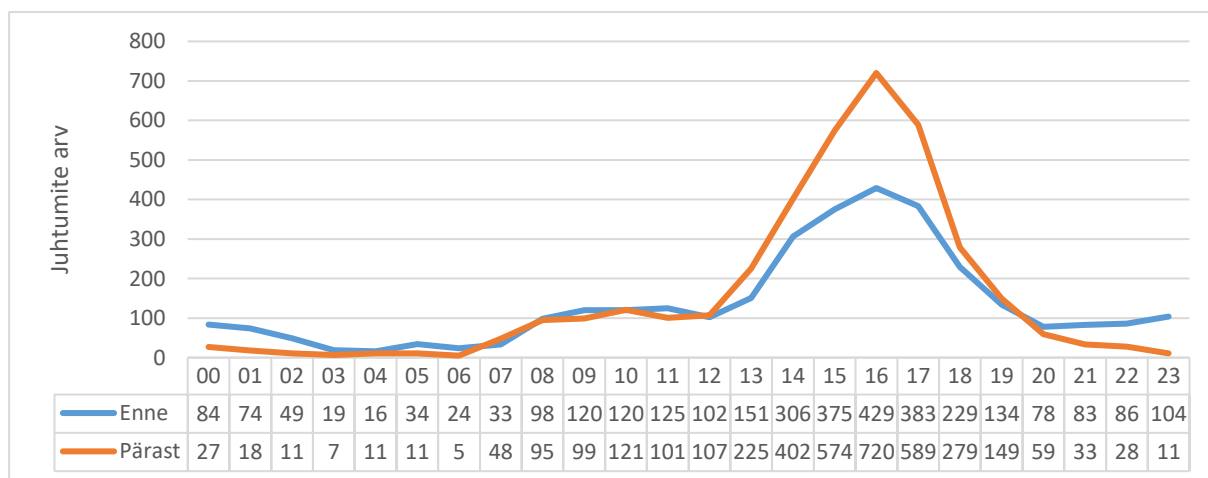
Politsei- ja piirivalveameti avaandmetes⁵ on liiklusjärelvalve sündmuste statistika alates 2014. aastast. Seal on kirjeldatud rikkumised vastavalt menetlustele, mistõttu peegeldab see osalt ka liiklusjärelvalve mahtude ajalist muutust. Eristatud on samadel teelõikudel enne ja pärast 2+1 liikluskorralduse kehtestamist tehtud menetlused.

⁵ <https://www.politsei.ee/et/juhend/politseitoeoeaga-seotud-avaandmed/liiklusjarelevalve-kaigus-avastatud-suuteod>

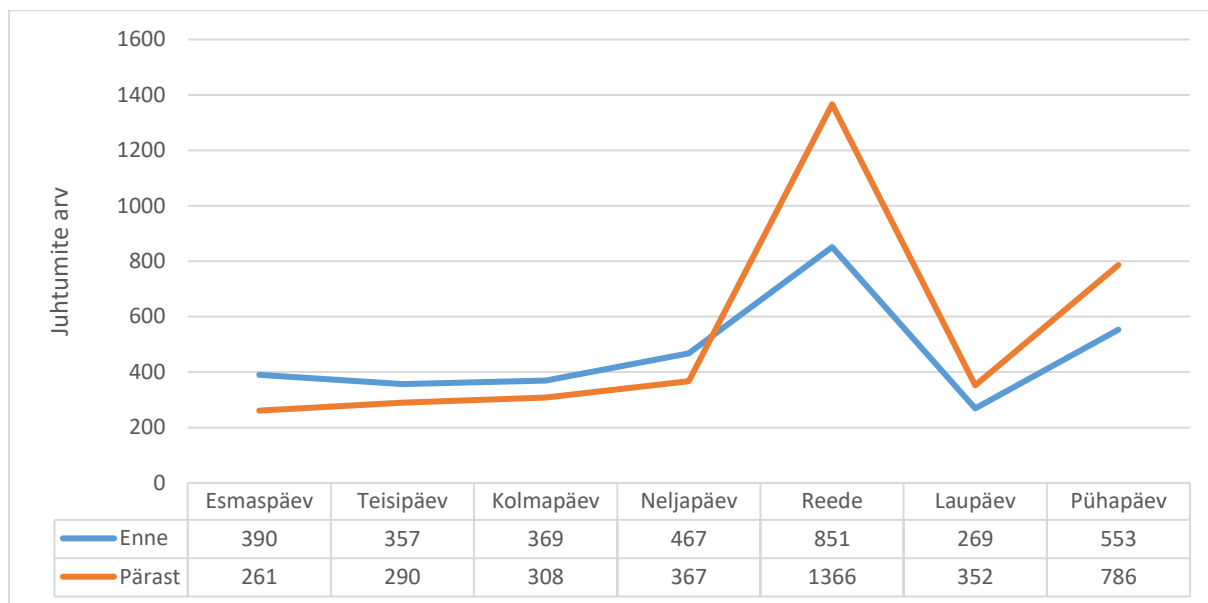


Joonis 16. Fikseeritud juhtumid samadel teelõikudel, eristatud 2+1 valmimise järgi.

Kuna teostatud liiklusjärelvalve mahu kohta detailsed andmed (täpne asukoht, tegevuse alguse ja lõpu aeg) puuduvad, siis võrdlemaks erineva liiklusjärelvalve mahuga perioode, arvutati lisaks keskmine menetluste arv päeva ja asukoha lõikes. Arvestades, et liiklusjärelvalve praktika põhimõtted pole muutunud, siis üldiste trendide iseloomustamiseks sobivad ka absoluutarvud.



Joonis 17. Liiklusrikkumiste jaotus ööpäevas enne ja pärast 2+1 rajamist.

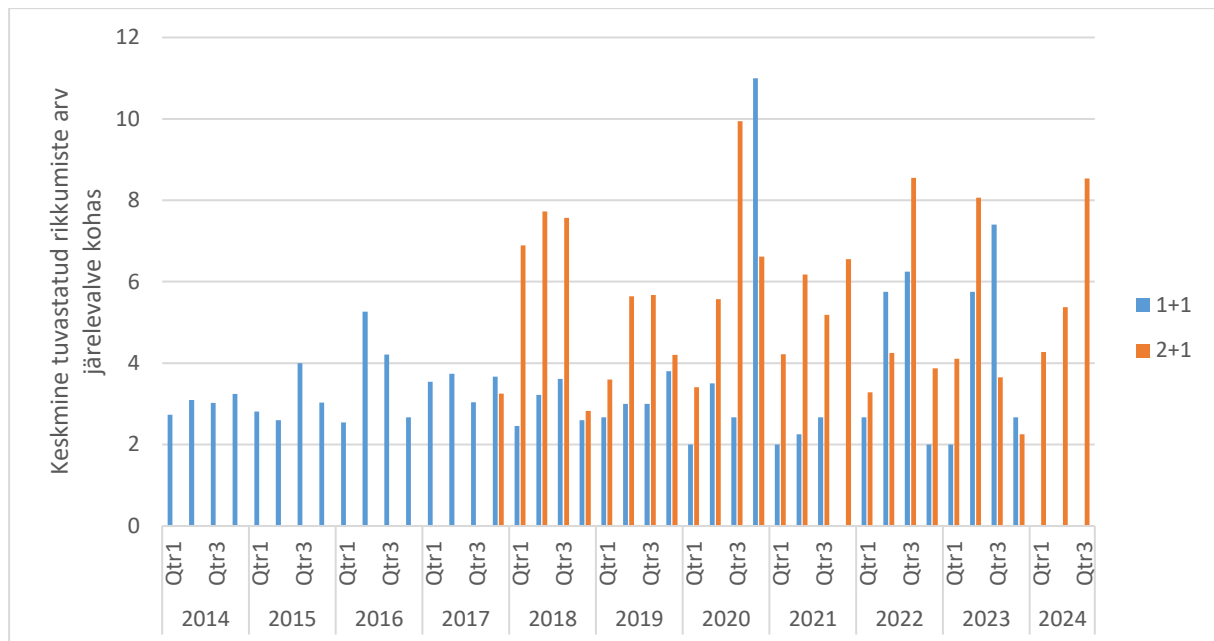


Joonis 18. Liiklusrikkumiste jaotus nädalas enne ja pärast 2+1 rajamist.

Liiklusrikkumiste jaotused näitavad selgelt, et kõige rohkem liiklusrikkumisi fikseeritakse reedeti õhtusel tipptunnialal. Valdav osa rikkumistest (92%) on seotud lubatud sõidukiiruse ületamisega, mis oli tavaline ka enne 2+1 teelõikude rajamist. Seetõttu võib järeldada, et reedeti püütakse sihtkohta jõuda võimalikult kiiresti. Kuna 2+1 lõigu järel on ohutuid möödumisvõimalusi napilt, kasutatakse vaatlusaluseid lõike maksimaalselt, ületades selleks õigusaktide ja liikluskorraldusvahenditega kehtestatud piire.

Tabel 4. Liiklussüütegude jaotumine tänastel 2+1 lõikudel.

Rikkumine	Enne	Pärast	Kokku
Kiiruseületamine	3002	3406	6408
Muud	64	84	148
Tehnonõuded	67	56	123
Töö ja puhkeaeg	16	81	97
Juhtimisõigus	53	34	87
Joove	36	24	60
Teekasutustasu	8	32	40
Turvavarustus	8	9	17
Möödasõit	2	3	5
Parkimine		1	1
Kokku	3256	3730	6986



Joonis 19. Keskmine menetletud rikkumiste arv vaatluskoha kohta.

Võrdlemaks liikluskäitumist samadel teelõikudel 1+1 ja 2+1 konfiguratsioonis, arvutati liiklusjärelvalve käigus tuvastatud keskmine rikkumiste arv vaatluskoha järgi. Selleks summeeriti menetlustoimingud kuupäevade ja asukohtade lõikes ning eemaldati juhusliku iseloomuga episoodid, kus samal päeval samas asukohas menetleti vaid üht rikkumist. Keskmine menetluste arv on olnud tõusuteel sõltumata radade arvust. Rikkumiste jaotuse erinevus ei ole t-testi tulemuste põhjal statistiliselt oluline ($p > 0,05$).

2.4 Tee liiklusohutuse aspektid

Käesolevas lõigus käsitleti probleeme, mis on seotud tavaliselt keskpäärdega teelõikudega, kus ühes suunas on üks sõidurada, ning võimalikke liikluskorralduslikke meetmeid riskide vähendamiseks. Kõiki loetletud probleeme, arvestades käesoleva töö eesmärke, ei ole võimalik lahendada, kuid nende probleemide esile tõstmine aitab tulevikus leida optimaalsed lahendused nende leevendamiseks.

2.4.1 Möödasõidualade pikkus ja tähistus

Möödasõiduala lõpu tähistus vajab täiendamist. Praegune lahendus, kus liiklusmärgid 537 märgid on dubleeritud ainult tee ääres, mitte keskel, tekitab järgmisi probleeme:

1. Parempoolse märgi varjumine raskesõiduki taga esimesel sõidurajal
2. Vasakpoolse märgi asukoht teisel pool piiret ja selle vähene nähtavus pimedas

3. Vasakpoolse märgi varjumine vastassuunas liikleja poolt

Potentsiaalsed lahendused hõlmavad:

- Liiklusmärkide 537 paigaldamist piirdele, arvestades piirde kitsust
- Täiendavate liiklusmärkide 537 paigaldamist
- Liiklusmärgi 681 paigaldust teekattemärgistusega kaetud alale.
- Piirde külge kinnitatava meetrise painduva plastvarda kasutamist koos vedruga helkuritega, tagades, et see ei takistaks hooldusmasinat.

Nende meetmete rakendamine võib oluliselt parandada möödasõidulade ohutust ja efektiivsust.

2.4.2 Loomad teel

Kuigi analüüsitud teelõik on varustatud taradega, ei ole loomade teelepääs täielikult välistatud. Teelõigul asuvad ökodukt ja piirete katkestusega lõik loomade teeületusvõimaluse tagamiseks. Siiski esineb risk, et loomad võivad sattuda tarastatud teekoridori. Vaatlusalusel lõigul on toimunud kaks kokkupõrget ulukitega, need mõlemad ka samas kohas.

Potentsiaalsed leevendusmeetmed hõlmavad:

- Piirde kõrgendamist kriitilistes kohtades
- Hoiatusmärkide strateegilist paigaldamist
- Tara pingutamist ja kõrgendamist kriitilistes lõikudes

Edasised uuringud peaksid keskenduma järgmistele aspektidele:

- Keskpiirdega lõigus toimunud loomadele otsasõitude sagedus ja iseloom
- Selliste juhtumite tõenäosuse võrdlus piirdeta lõikudega, arvestades juhtumeid mitte teepikkuse, vaid läbisõidu suhtes

2.4.3 Paunaga lahendatud vasakpöörde ohutus

Paunaga lahendatud vasakpöoretel esineb potentsiaalne ohuolukord, kus keskpiire võib varjata vastassuunast lähenevat liiklejat. Selle tulemusena võib paunast väljuv juht olla teadmatu vastassuunast lähenevast liiklejast.

Võimalikud ohutust parandavad meetmed hõlmavad:

1. Piirde alguspunkti nihutamist
2. Madalama piirde kasutamist algusalas, arvestades sellega kaasnevaid potentsiaalseid uusi ohte
3. Kummipostidega keskpäärde rakendamist

2.4.4 Ümbersõidu vajadus

Avariiolukordades, kus üks sõidusuund on blokeeritud, on ümbersõidu korraldamine kriitilise tähtsusega. Kahesuunalise liikluse ajutine korraldamine vastassuunavööndis on võimalik juhul, kui keskpäärde on avatav. Piirde avamise mehhanismid võivad varieeruda tõkkepuust kuni kergemini demonteeritavate elementideni.

Piirde avamise õigus ja protseduur on reguleerimist vajav küsimus. Potentsiaalsed volitatud osapooled hõlmavad teehooldajat, päästeteenistust ja politseid. Siiski on oluline kaaluda ka kiiremaid lahendusi, mis ei sõltu nimetatud osapoolte kohalejõudmisest.

Euroopa Liidu regulatsioon⁶ TEN-T marsruutidel keskpäärdega teelõikude projekteerimise kohta nõuab ümbersõidutrasside planeerimist juba projekteerimisfaasis. See võimaldaks:

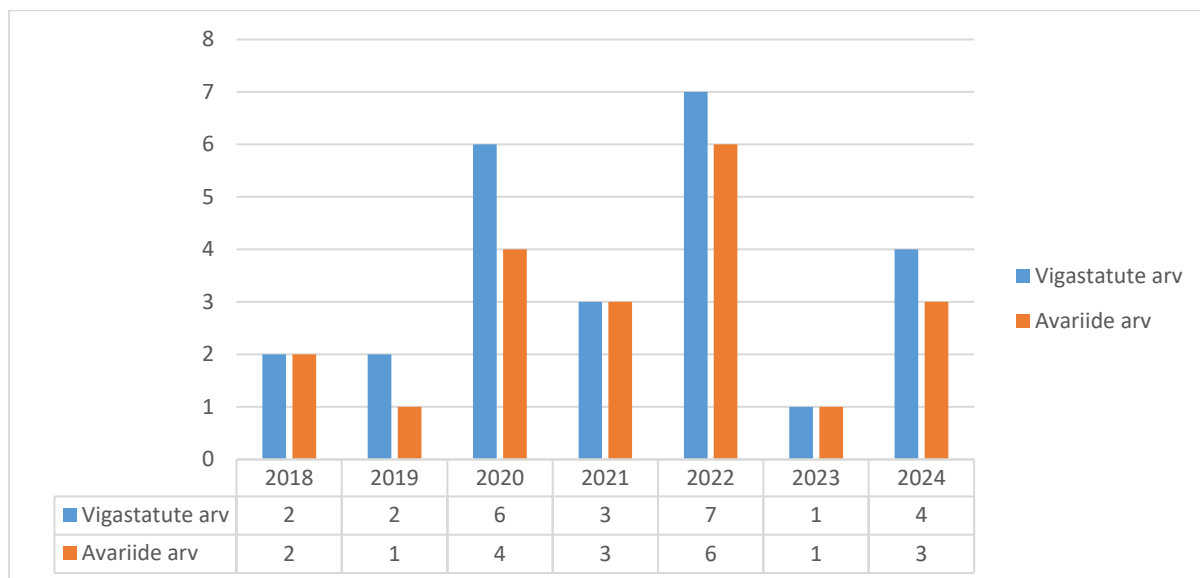
- Sõidukijuhil abisüsteemidel (nt Waze või Tark Tee) teostada operatiivset liikluse ümbersuunamist.
- Tagada ümbersõidutrasside valmisolek nii geomeetria, katendi kvaliteedi kui ka hooldustaseme osas, et need suudaksid vastu võtta ajutist täiendavat liikluskoormust.

2.5 Liiklusavariid

Transpordiameti avaandmetes⁷ on liiklusavariide puhul märgitud ära sõiduradade arv ja jaotus. Märkega „1+2“ või „2+1“ on kokku 25 juhtumit. Lisaks on 6 juhtumit, mille puhul vastav märke puudub, kuid asukoha ja kuupäeva järgi võib olla tegu 2+1 lõiguga. Neist omakorda 5 on toimunud enne esimese 2+1 lõigu avamist. Samuti on 6 juhtumit, mille puhul ei ole tegu 2+1 teelõiguga. Analüüsiks jääb seega 20 isikukahjuga avariid. Neis üheski ei olnud hukkunuid, osalenud 38 inimesest määrati vigastatuks 25. Ühelgi juhtumil ei ole tuvastatud joovet.

⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32024R1679>

⁷ <https://avaandmed.eesti.ee/datasets/inimkannatanutega-liiklusonnetuste-andmed>



Joonis 20.2+1 teelõikudel toimunud avariid.

Tabel 5. Liiklusavariide jagunemine liikide lõikes.

Liik	Vigastatute arv	Avariide arv
Kokkupõrge	11	9
Kokkupõrge ees liikuva sõidukiga	7	6
Kokkupõrge sõidukiga küljelt	3	2
Kokkupõrge vastutuleva sõidukiga	1	1
Muu liiklusõnnetus	8	5
Kokkupõrge loomaga	8	5
Ühesõidukiõnnetus	6	6
Kokkupõrge teel oleva takistusega	2	2
Sõiduki teelt väljasõit	3	3
Sõiduki ümberpaiskumine teel	1	1
Kokku	25	20

Tabel 6. Avariide jaotumine teekatte seisundi järgi.

Teekatte seisund	Vigastatute arv	Avariide arv
Kuiv	13	9
Märg	5	5
Kohev lahtine lumi	1	1
Sõidujäljed puhtad, sõidujälgede vahe lumine	1	1
Töödeldud pinnaga jäätunud kate	1	1
Töötlemata pinnaga jäätunud kuiv kate	1	1
Määratlemata	2	1
Lumelörts, soolalumene segu	1	1
Kokku	25	20

Analüüs näitab, et suurim osa sündmusi on toimunud kuiva teekatte korral. Ülejäänud juhtumid jagunevad võrdselt märja ja erinevalt klassifitseeritud libeda teekatte vahel. See viitab sellele,

et ilmastikuolud on üks mitmest ohufaktorist, kuid mitte peamine. Seetõttu tuleb tähelepanu pöörata eelkõige üldisele liiklusohutuse parandamisele.

Liiklusavariide kogukahju hindamiseks kasutati teadustöö⁸ „Liiklusõnnetustest ühiskonnale põhjustatud kahjude määramise meetodika täiustamine, kahjude suuruse hindamine ja prognoosimine“, mille väärtused viidi üle 2024. aasta jooksevhindadesse kasutades tarbijahinnaindeksi⁹ muutust.

Tabel 7. Liiklusavariide kahju ühiskonnale eurodes.

Näitaja	Hukkunu	Invaliidistunu	Vigastatu	Varakahju	Tarbija-hinna-indeks
2012	1 843 862	602 776	24 004	8 858	187.38
2013	1 892 736	626 796	24 725	9 124	193.84
2014	1 942 841	650 461	25 391	9 370	195.95
2015	1 995 458	674 248	26 078	9 623	193.4
2016	2 052 542	698 160	26 782	9 883	192.31
2017	2 108 789	717 292	27 516	10 154	197.58
2018	2 182 007	742 197	28 471	10 506	204.44
2019	2 241 136	762 309	29 243	10 791	209.98
2020	2 277 637	774 725	29 719	10 967	213.4
2021	2 282 761	776 467	29 786	10 992	213.88
2022	2 541 583	864 504	33 163	12 238	238.13
2023	3 014 081	1 025 222	39 328	14 513	282.4
2024	3 156 993	1 073 833	41 193	15 201	295.79

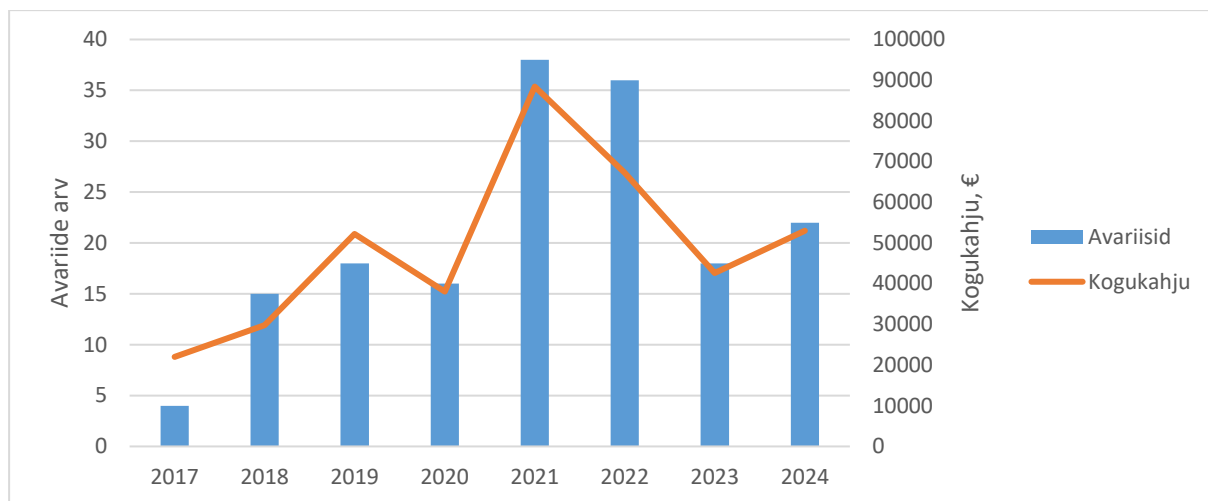
Võttes aluseks kolmel viimasel aastal toimunud liiklusavariide ja vigastatute arvud 2+1 teelõikudel, on ühe aasta keskmine ühiskonna kahju 201 711 eurot. See tähendab, et kui mistahes meetme rakendamise järel langeks avariide arv nullini, oleks võimalik ühiskonna sääst täpselt selline. Meetmete rakendamise mõju väiksema ulatuse korral oleks ka ühiskonna sääst proportsionaalselt madalam.

Eesti liikluskindlustuse fondi andmete¹⁰ järgi on 2+1 lõikudel toimunud aastatel 2017-2024 kokku 167 varakahjuga sündmust, mille järel on kuulunud hüvitamisele 393 357 eurot. Varakahjuga õnnetuste puhul ei ole andmestikus teolude kirjeldust, mistõttu saab neid tuletada vaid kaudselt. Samas takistab teilmajaama puudumine ning ebatäpsused sündmuste ajalises määratluses sellise seose loomist usaldusväärselt tasemel.

⁸ <https://transpordiamet.ee/media/3420/download>

⁹ <https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/rahandus/hinnad/tarbijahinnaindeks>

¹⁰ <https://kaart.lkf.ee/>



Joonis 21. LKF andmetel 2+1 teelõikudel toimunud avariid.

Viimase kolme täisaasta keskmine varaline kahju on 66 087 eurot. Lisades sellele ka eelnevalt mainitud isikukahju, ulatub 2+1 teelõikude keskmine kogukahju 267 798 euroni aastas.

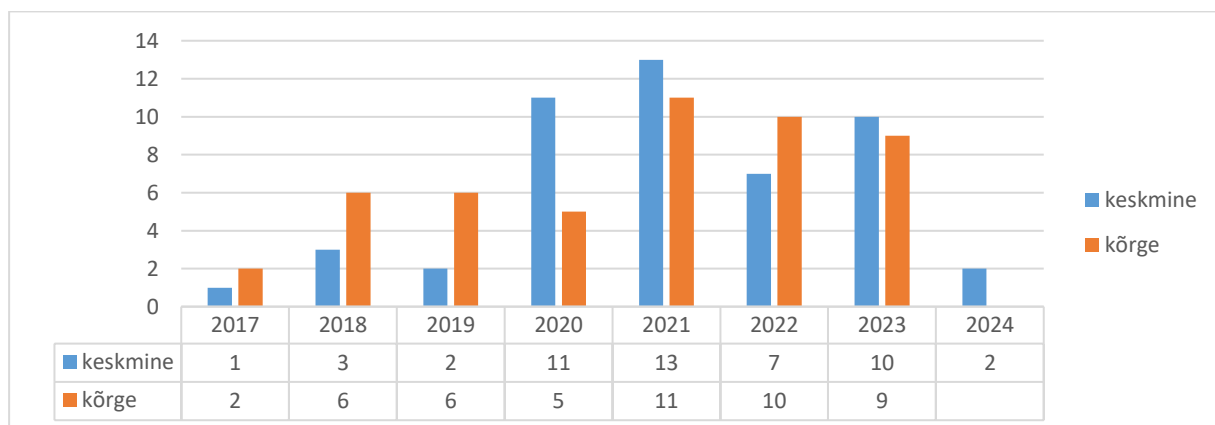
Tabel 8. LKF sündmuste jaotus situatsioonide lõikes.

Situatsioon	Avariide arv	Kogukahju
Ühesõidukiõnnetused Asja, ehitise või rajatise kahjustamine: Tee või teerajatise kahjustamine	82	164244
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Tagant otsasõit: Tagant otsasõit ees liikuvale või peatunud sõidukile	31	111098
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Möödasõit, reastumine, kõrvalekaldumine: Reastumine, kokkupõrge kõrvalreas liikujaga	12	19244
Määramata	6	12845
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Ristmiku ületamine ja pöörded: Kokkupõrge ristaval teel liikujaga	6	23462
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Möödasõit, reastumine, kõrvalekaldumine: Möödasõit, kokkupõrge samas- või vastassuunas liikujaga	5	11553
Erijuhtumid: Sõidukist eraldunud esemega kahju tekitamine	5	12247
Ühesõidukiõnnetused Muud: Teelt väljasõit	3	3231
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Möödasõit, reastumine, kõrvalekaldumine: Vastassuunda kaldumine möödasõidusoovita, kokkupõrge seal liikujaga	3	15153
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Möödasõit, reastumine, kõrvalekaldumine: Kõrvalritta kaldumine reastumissoovita, kokkupõrge seal liikujaga	3	9761
Ühesõidukiõnnetused Asja, ehitise või rajatise kahjustamine: Muu asja kahjustamine	2	1000
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Muud: Tagurpidi liikuja, va parkija, kokkupõrge teise sõidukiga	2	2453
Erijuhtumid: Eraldunud või lahti haagitud haagisega kahju põhjustamine	1	1647
Ühesõidukiõnnetused Asja, ehitise või rajatise kahjustamine: Kütusetankuri kahjustamine	1	273
Ühesõidukiõnnetused Asja, ehitise või rajatise kahjustamine: Muu ehitise või rajatise kahjustamine	1	685
Parkimisega seotud liiklusõnnetused: Tagurdades parkimiskohale või -kohalt liikuja otsasõit pargitud sõidukile	1	0
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Ristmiku ületamine ja pöörded: Pöördel, kokkupõrge vastutulijaga	1	2209
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Muud: Kokkupõrge vastutuleva sõidukiga, vähemalt üks ei mahu enda suunavööndisse	1	1466
Liiklusõnnetused teel ja ristmikul: Ristmiku ületamine ja pöörded: Pöördel, kokkupõrge taganttulijaga	1	786
Kokku	167	393357

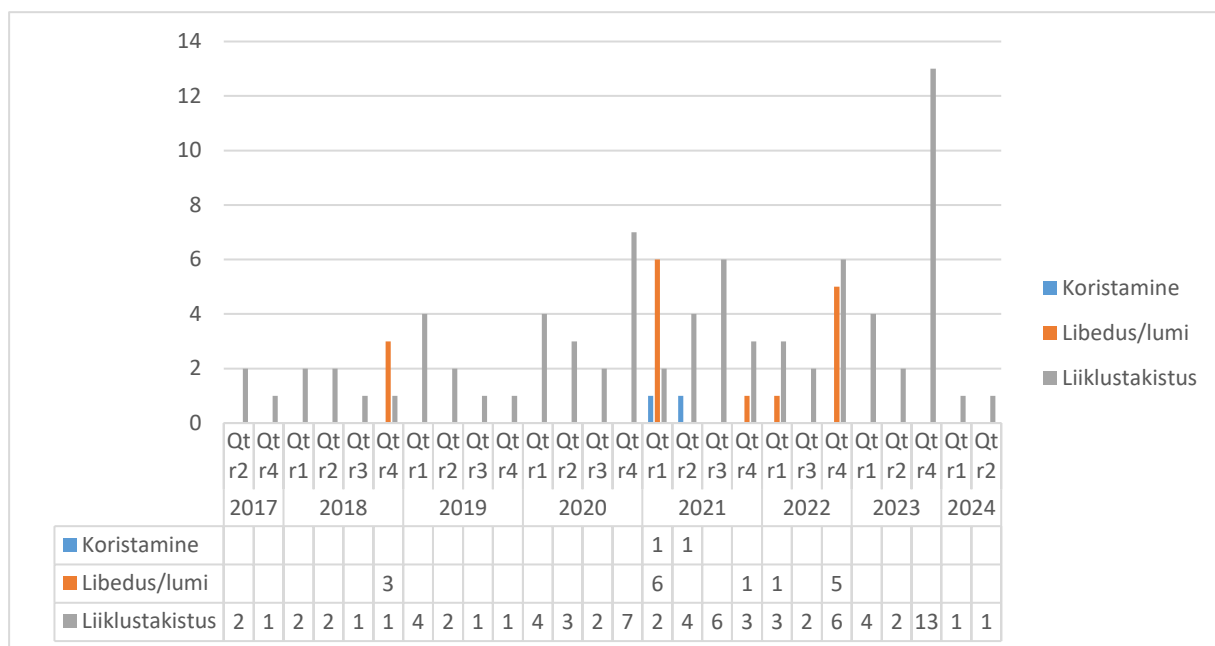
3. TEEHOOLE JA LIIKLUSHÄIRINGUD

3.1 Liiklusjuhtimiskeskuses registreeritud juhtumid

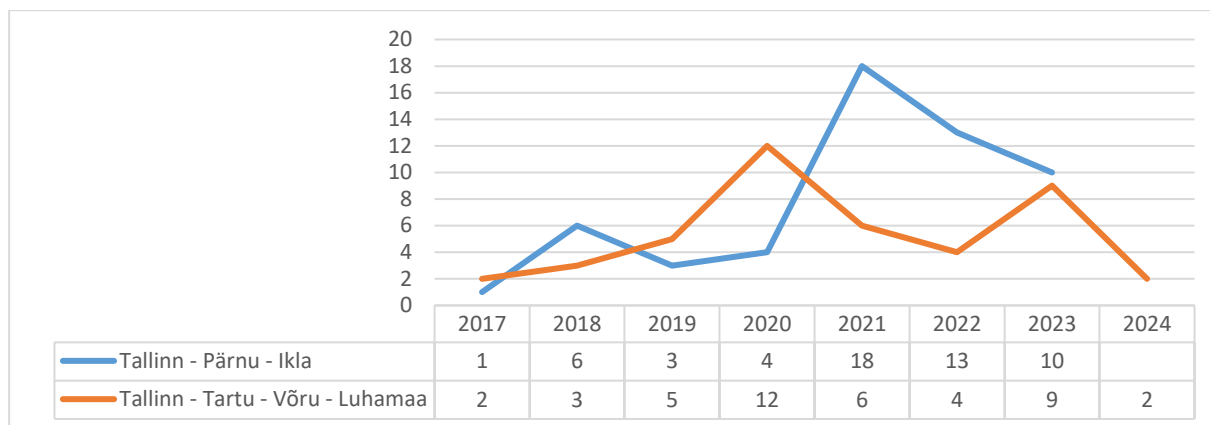
Liiklusjuhtimiskeskuse infosüsteemis HOSIS on registreeritud alates 01.01.2017 kuni 01.06.2024 kokku 98 erinevat sündmust, mis on vajanud teehooldaja sekkumist. Prioriteetide osas on jaotumine täpselt pooleks, nii keskmist kui kõrget on 49.



Joonis 22. HOSISes registreeritud sündmused prioriteedi ja aasta lõikes.



Joonis 23. HOSISes registreeritud sündmused töö liigi, aasta ja kvartali lõikes.



Joonis 24. Sündmuste jagunemine teede lõikes.

Enamik sündmusi on seotud liiklustakistuse likvideerimisega. Samas on ühe takistusega seotud mitu kirjet, näiteks 10.04.2021 põlenud autoveohaagise¹¹ kohta on kolm kirjet – esmalt operatiivsündmus, seejärel politsei soov saada kohapeale teevaldaja esindaja ning lõpuks tagajärgede koristamine.

Enim on liiklustakistusi neljandas kvartalis, seotud eeskätt libedate teeoludega toimunud pörkumistega sõidukite või teepiiretega, mille tagajärjel on teel kas erineva suurusega detailid või liikumiskõlbmatud sõidukid. Teede lõikes on sündmuste arvu jaotumine ebaühtlane, kumbki ei ole selgelt suurema ega väiksema koormusega. Selle põhjuseks on ilmaolude erinev ruumiline jaotus aastate lõikes.

3.2 Intervjuu Liiklusjuhtimiskeskusega

Liiklusjuhtimiskeskuse (LJK) esindajatega läbi viidud intervjuu tõi esile järgmised peamised probleemid ja ettepanekud:

- Peamised liiklushäiringud:
 - Talvel domineerivad avariid, sageli seotud libedusega.
 - Suvel esinevad harvemad juhtumid, peamiselt sõidukite tehniliste probleemide tõttu.
 - Kõige probleemsemaks peetakse üherajalisi osasid, eriti kui tee on blokeeritud.
- Liikluskorralduslikud lahendused:
 - Kiirusrežiim võiks olla dünaamiliselt muudetav vastavalt teeoludele.
 - Toetatakse muutuva liikluskorralduse suuremat kasutamist, näiteks möödasõidukeelu kehtestamist teatud tingimustel.

¹¹ <https://www.postimees.ee/7221667/fotod-ja-video-tallinna-parnu-maanteel-poles-lahtise-leegiga-autoveohaagis>

- Kaalutakse esimesel sõidurajal liikujatele või raskeveokitele 80 km/h kiiruspiirangu kehtestamist.
- ITS lahendused:
 - Soovitatakse teeilmajaama paigaldamist 2+1 lõigule.
 - Toetatakse püstmärgistuse kasutamist talvistes tingimustes raja lõpu tuvastamiseks.
 - Kaalutakse väiksema tabloo kasutamist hoiatuste ja teeilma info kuvamiseks.
- Infovahetus ja rollijaotus:
 - Häirekeskus saab esimesena info ja teavitab LJK-d.
 - LJK haldab infotabloosid ja teavitab avalikkust suurte intsidentide korral.
 - Teehooldaja vastutab ümbersõidu korraldamise ja tee puhastamise eest.
 - Soovitatakse LJK-le osalise ligipääsu andmist Häirekeskuse operatiivsüsteemile liiklussündmuste jälgimiseks.
- Ümbersõidumarsruudid:
 - Toetatakse ümbersõidu korraldamist kõrvalmaantee kaudu muutuva liikluskorraldusega.
 - Soovitatakse ümbersõidu tähistamise ja hoiatamise parandamist.
- Hooldusnõuded ja -probleemid:
 - Kaalutakse erinõudeid 2+1 teelõikudele hoolduses.
 - Tuuakse esile teehooldaja ligipääsu raskused õnnetuspaigale, eriti 2+1 üherajalistel osadel.
 - Soovitatakse piirde eemaldamise lihtsustatud lahenduse kaalumist.
- Täiendavad ettepanekud:
 - Püsilõenduspunkti ja täiendava teeilmajaama lisamine.
 - Kriisiõppuste korraldamine 2+1 lõigul.
 - Hoiatuste, kiiruspiirangute ja ümbersuunamiste rakendamise kiirendamine.

3.3 Intervjuu hoolduspartneriga

Teehooldaja vaatenurgast on 2+1 teelõikudel mitmeid olulisi probleeme, millest paljud on eriti teravad talvistes oludes. Üks peamisi murekohti on möödasõiduraja lõppude kehv tähistus, mida peetakse kriitiliseks probleemiks, eriti talvel. Teehooldaja hinnangul vajab see paremat tähistust ja võimalusel muutuvate liiklusmärkide (VMS) kasutamist, et takistuse korral lähenevaid sõidukeid ette hoiatada ning nende sõidukiiruseid alandada.

Talvised liiklusolud on teehooldaja jaoks üldiselt keeruline teema. Eriti probleemsed on möödasõiduraja lõpud, kus pidamine võib olla halvem ja ümberreastumine ohtlik. Teehooldaja rõhutab vajadust paremate tehniliste lahenduste järele, nagu VMSid, mis aitaksid liiklejaid õigeaegselt hoiatada ja vajadusel kiirust piirata.

ITS lahenduste osas on teehooldaja seisukoht sarnane Liiklusjuhtimiskeskuse omaga. pooldatakse VMSide, liikluskaamerate ja teeilmajaamade lisamist, mis võimaldaks paremat ülevaadet teeoludest ja efektiivsemat hooldust. Eriti rõhutatakse vajadust kaamerate järele, mis annaksid reaajas ülevaate teeoludest ja aitaksid vältida ebavajalikke väljasõite.

Infovahetuse puudulikkus on teehooldaja jaoks oluline probleem. Praegune süsteem põhjustab sageli ebavajalikke väljasõite ja ressursside raiskamist. Teehooldaja soovib otsekontakte erinevate osapooltega (eriti politsei välijuhtidega) ja selgemat rollijaotust. Rõhutatakse et info Häirekeskuselt on tihti ebatäpne või aegunud.

Ümbersõidumarsruutide korralduse osas on teehooldaja seisukoht kriitiline. Praegused ümbersõiduteed on ebapiisavad, eriti talvistes oludes. Teehooldaja soovib laiemaid teid või spetsiaalsete hooldusteede rajamist, mis võimaldaks nii paremat hooldust kui ka efektiivsemat liikluse ümbersuunamist õnnetuste korral. Praegused alternatiivmarsruudid ei võimalda näiteks vastassuunas liikuvatel autorongidel teineteisest ohutult mööduda.

Kiiruspiirangute osas on teehooldaja pigem skeptiline. Kas kiiruspiirangute muutmine ilma järelevalveta oleks efektiivne, arvestades praegust liikluskultuuri? Samas tunnistatakse et talvistes oludes võiks kiirusepiirangute vähendamine olla vajalik.

Hooldusnõuete osas ei näe teehooldaja vajadust spetsiifiliste nõuete järele 2+1 teelõikudel. Praegused nõuded piisavad, kui neid õigesti rakendada. Teehooldaja toob välja ka mõned spetsiifilised probleemid, nagu niitmise keerukus üherajalistel osadel ja tagasipöörde taskutes parkivad veoautod, mis takistavad hooldust.

Tabel 9. Intervjuude kokkuvõte.

Teema	LJK	Teehooldaja	Olulisus
Talvised liiklusolud	Kriitilise tähtsusega liiklusohutuse seisukohalt. Vajab paremat ennetavat tegevust.	Oluline probleem, eriti möödasõiduraja lõppudes. Vajab paremaid tehnilisi lahendusi	Kõrge - mõjutab otseselt liiklusohutust
Infovahetus	Infovahetuse puudulikkus takistab efektiivset reageerimist. Vajab süsteemset lähenemist (nt ligipääs Häirekeskuse infosüsteemile).	Põhjustab ebavajalikke väljasõite ja ressurside raiskamist. Vajab otsekontakte ja selgemat rollijaotust.	Keskmine - mõjutab reageerimise kiirust ja kvaliteeti
Ümbersõidumarsruutide korraldus	Vajab paremat planeerimist ja tähistamist, sh muutuva liikluskorraldusega.	Praegused ümbersõiduteed on eriti talvetingimustes ebapiisavad, mistõttu on vaja laiemaid teid või paremaid hooldusteid	Keskmine - mõjutab liikluse sujuvust õnnetuste korral
ITS lahendused	Aitaks ennetada ohtlikke olukordi ja paremini juhtida liiklust.	Võimaldaks paremat ülevaadet teeoludest ja efektiivsemat hooldust.	Kõrge - potentsiaal oluliselt parandada liiklusohutust ja -korraldust
Möödasõiduraja lõppude tähistus		Kriitiline probleem, eriti talvel. Vajab paremat tähistust	Kõrge - otsene mõju liiklusohutusele
Hooldusnõuded	2+1 teelõikudele võiks olla spetsiifilised hooldusnõuded.	Ei näe vajadust hooldusnõuete täpsustamiseks.	Madal - eriarvamus, vajab edasist arutelu
Kiiruspiirangud	Talvist kiirust võiks alandada sõltuvalt tegelikest teeoludest	Skeptiline kiiruspiirangute mõju osas ilma järelevalveta.	Keskmine - potentsiaal parandada ohutust, kuid võib mõjutada liikluse sujuvust

4. VMS LAHENDUS

4.1 VMS rakendamise lähtekohad

VMS lahenduse eesmärgiks on suunata liiklejate käitumist vastavalt muutuvatele tee- ja liiklusoludele. Erinevate käitumismallide ohtlikkus tõuseb kindlate olude juures nagu suure sagedusega liiklus või libe tee.

Üks peamisi väljakutseid 2+1 teelõikudel on piirkiiruse dünaamiline juhtimine. Töö autorite hinnangul lahendus on põhjendatud rakendada dünaamiliselt juhitavat suuremat piirkiirust VMS märkide abil sõltuvalt liiklusoludest ja sõiduradade kaupa, keskpiirdega lõikudel, kus möödasõit ei toimu vastassuunavööndi kaudu ja muud teeparameetrid lubavad kehtestada piirkiiruse üle 90 km/h. Sellistel juhtudel võib kuni 20 km/h kiiruste vahe olla õigustatud, võimaldades rohkematel sõidukitel ohutult möödasõitu sooritada ning vähendades möödasõidu riske ja kolonnis sõitmist järgnevatel lõikudel.

Raskeveokite möödasõitude reguleerimine on teine oluline aspekt, millele VMS lahendus võiks kaasa aidata. Arvestades, et raskesõidukite möödasõidud on sageli pikaldased ja võivad tekitada ohtlikke olukordi, oleme kaalunud võimalust keelustada raskesõidukite möödasõidud teatud liiklusintensiivsuse korral. VMS lahendus võimaldab seda piirangut rakendada paindlikult, arvestades hetke liiklusolukorda.

Pikivahe hoidmise parandamine on kolmas oluline valdkond, kus VMS lahendus saaks mängida olulist rolli. Eriti kriitiline on see esimesel sõidurajal, kus piisav vahemaa sõidukite vahel on vajalik, et möödasõitu sooritav sõiduk mahuks takistusteta tagasi pöörduma. Oleme kaalunud võimalust kasutada VMS-i kaudu edastatavaid hoiatusi, kui tuvastatakse liiga väikesed vahekaugused.

Nende eesmärkide saavutamiseks oleme välja töötanud skemaatilise lahenduse, mis hõlmab VMS-ide strateegilist paigutust möödasõidualade algusesse. Meie ettepanek sisaldab järgnevaid komponente:

- Statsionaarsed teatetahvlid, mis informeerivad järgmise möödasõiduala kaugusest.
- Möödasõidulõigul tee äärde paigutatud tahvlid, mis soovivad hoida kindlat distantssi (näiteks "Hoia distantssi 5 sekundit").

- Muutkiirused sõiduradadel eraldi, võimaldades paindlikku kiiruse reguleerimist vastavalt oludele.
- Muutuva teabega liiklusmärk, millel sõltuvalt oludest saab kuvada
 - Veoautode möödasõidukeelu märki, mida saab aktiveerida vastavalt liiklussagedusele.
 - Muid hoiatusmärke nt Libe tee, Liiklusõnnetus
- Andurid sõidukite vahekauguse fikseerimiseks ja sellega seotud hoiatuste edastamiseks.

Dünaamilise liikluskorralduse soovitusel hõlmavad erinevaid piiranguid ja hoiatusi, mida saab rakendada vastavalt liiklussagedusele, ilmastikuoludele, teekatte seisundile ning õnnetustele või muudele liiklushäiringutele. See võimaldab reageerida kiiresti muutuvatele oludele ja tagada optimaalne liiklusvoog ning ohutus.

4.2 Skemaatiline lahendus

VMS lahenduse skemaatiline ülesehitus hõlmab järgmisi komponente:

1. VMS märgid:

- Sõiduraja keskse kiiruspiirangu liiklusmärk
- Raskesõidukite (VAAB, AR) möödasõidukeelu märk, millel saab kuvada ka hoiatusmärke ja tekstilisi hoiatusi

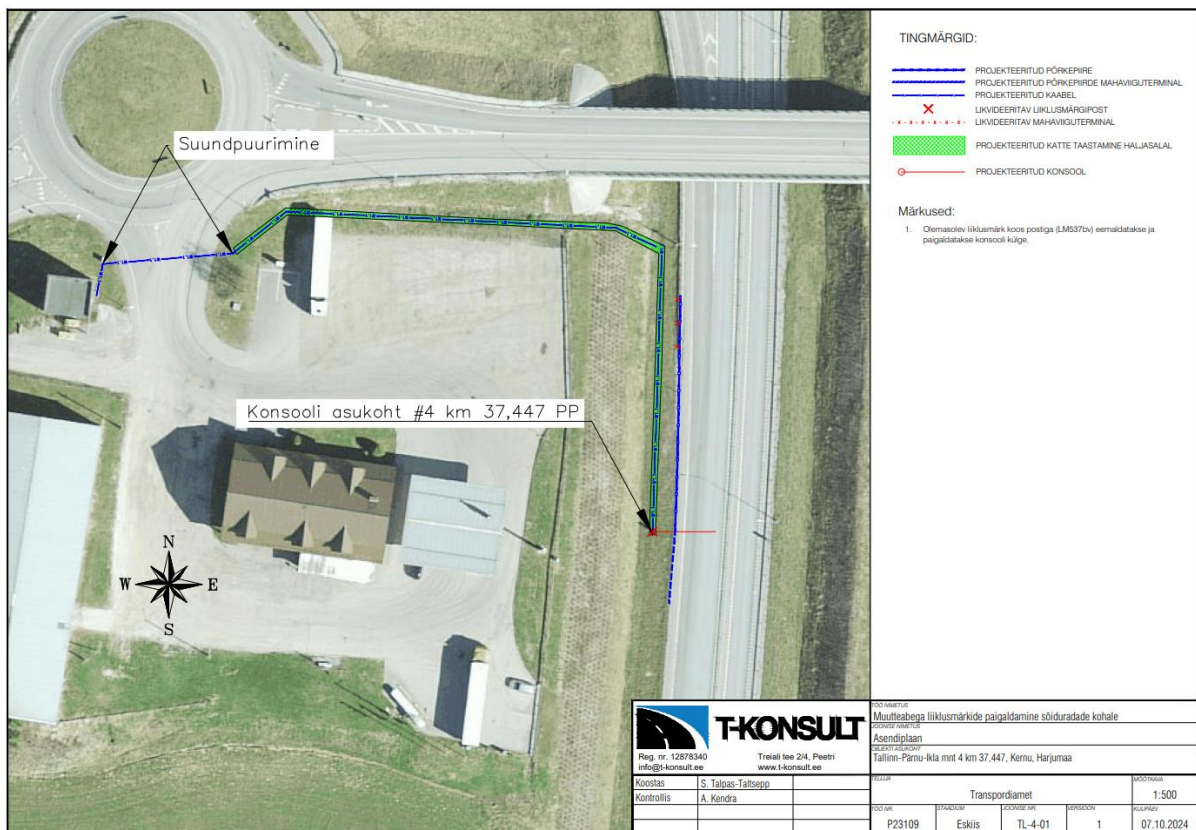
2. Statsionaarne liikluskorraldus

- Liiklusmärgid 592a „Hoia pikivahet“
- Teemärgistus 949g „Pikivahe“
- Liiklusmärgid 537bv

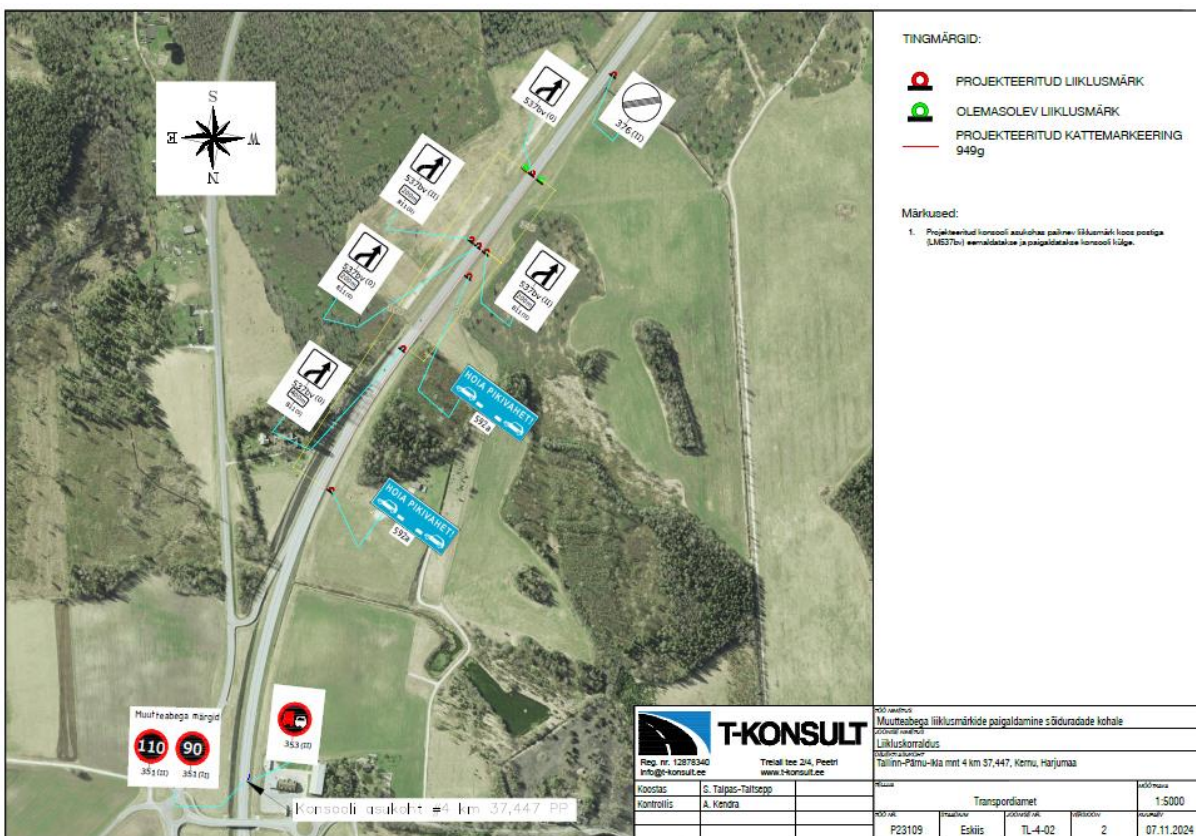
3. Paigutus:

- Paigaldada konsoolile möödasõiduala alguses
- Reguleerida linnast väljuvat suunda

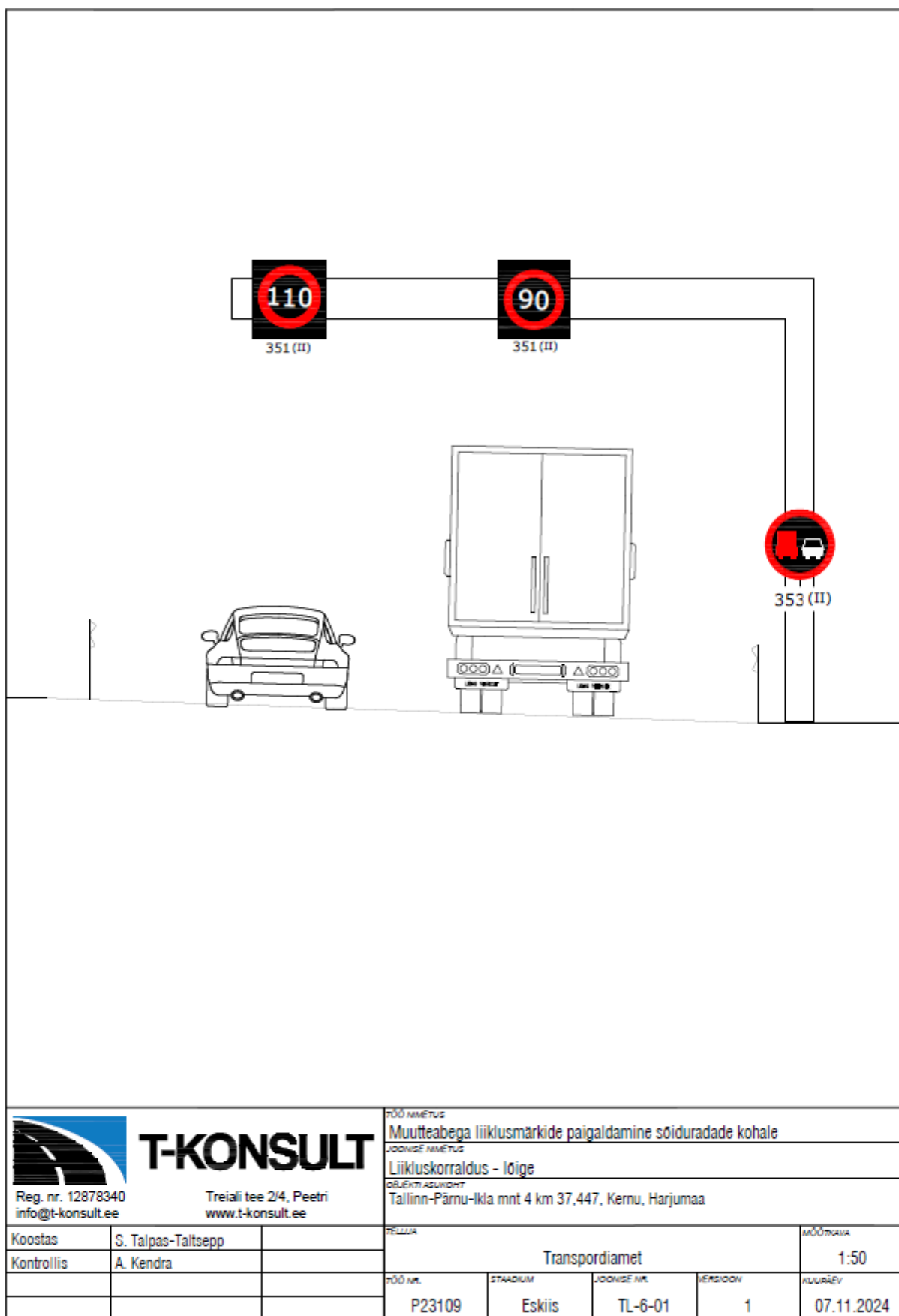
Järgnevatel skeemidel on kujundatud Tallinn – Pärnu – Ikla, km 37,447 näidislahendus



Joonis 25. VMS konsooli asukoha skeem koos elektriühendusega.



Joonis 26. VMS ja liikluskäikide asukohad 2+1 seksioonis.



Joonis 27. Liikluskorraldusvahendid juhi vaatest.

4.3 Dünaamiline liikluskorraldus

Dünaamilise liikluskorralduse rakendamine VMS lahenduse abil võimaldab paindlikult reageerida muutuvatele liiklusoludele, parandades nii liiklusohutust kui ka liiklusvoo sujuvust 2+1 teelõikudel. Sellest tulenevalt on kavandatud järgmised piirangud ja hoiatused, mida VMS kaudu rakendatakse:

- Kiiruspiirangud sõiduradade kaupa
- Raskesõidukite möödasõidukeeld
- Ilmastikuolude jm hoiatused
- Tekstilise teabe edastamine

Hoiatuste ja tekstilise teabe aluseks on järgmised automaatselt mõõdetavad või liiklusjuhtimiskeskuse poolt käsitsi määratud sisendid.

- Liiklussagedus
- Ilmastikuolud
- Teekatte seisukord
- Õnnetused või muud liiklushäiringud

4.4 Alternatiivsed lahendused

Lisaks eelpool toodud täislahendusele kaaluti veel kahte lihtsustatud varianti, mis sisaldavad vähem komponente, kuid mille eeldatav mõju liiklusele on samuti väiksem. Esimeses variandis kasutatakse muutuva teabega märki 1+1 teelõigul enne sõiduradade hargnemist. Teisel juhul on kahe sõidurajaga lõigu alguses sõidurajakohased tavamärgid portaalil.

Muutuva teabega märk 1+1 teelõigul enne sõiduradade hargnemist (Alternatiiv 1) võimaldab juhtidele edastada reaajas liiklusinfot, parandades teadlikkust ja aidates mingil määral liiklusvooge optimeerida, kuid see lahendus ei aita sõidukitel ohutult möödasõitu sooritada juhitaval lõigul ning ei vähenda möödasõidu riske ja kolonnis sõitmist järgnevatel lõikudel. Muutuva teabega märkide asendamine tavamärkidega (Alternatiiv 2) on lihtsam ja kuluefektiivsem lahendus. Kuigi see variant annab juhtidele kindla teabe ja aitab kiirust reguleerida, ei ole see paindlik ega võimalda edastada vajalikku teavet liiklus- ja teeolude muutumisel.

5. TASUVUSANALÜÜS

Ühe 2+1 sektsiooni varustamine vajalike seadmete ja liikluskorraldusvahenditega maksab ühikhindade alusel 85 599,15 eurot. Sellele lisandub iga-aastaselt elektri- ja hoolduskulu 500 eurot. Tänapäeval 2+1 teelõikudel on kokku 21 sektsiooni, nende kõigi välja ehitamine maksab seega 1 797 582,15 eurot ning iga-aastane hooldus nõuab 10500 eurot.

Tabel 10. Ühe sektsiooni varustamiseks vajalike kulude loend.

Element	Ühik	Kogus
Konsool	tk	1
Liiklusmärgi post koos vundamendiga	tk	5
Liiklusmärgi ümbertõstmise	tk	1
Liiklusmärk (ilma postita)	tk	4
Teemärgistus termovaluplastikuga	m ²	7.2
Ühepoolne põrkepiire	m	40
Muutuva teabega liiklusmärk VSL	tk	2
Muutuva teabega liiklusmärk VWS+VSL	tk	1
Liiklusloendur	tk	1
Muutuva teabega liiklusmärgi kaablite kanalisatsiooni ja kaablite paigaldus	m	3
Muutuva teabega märgi ühendamise juhtimiskeskusesse	tk	3
Ankurdav mahaviik	m	12
Elektritööprojekti koostamine	kogusumma	1
Kaabli paigaldus kinnisel meetodil	m	20
Kaablikaeviku kaevamine kaabli/kaablite paigaldamisega torusse/torudesse koos taastamisega	m	130

Lihtsustatud lahenduste kulud on „Alternatiiv 1“ puhul ühe sektsiooni maksumus 16 128 eurot ja „Alternatiiv 2“ puhul 7526,40 eurot.

Tasuvusarvutuse eelduseks on liiklusavariide vähenemine tänu liiklejate paremale teadlikkusele teoludest ja liiklusolukorrast. Aasta keskmine ühiskonna kulu kõigi 2+1 lõikude kohta on 267 798 eurot ehk 7571 eurot teekilomeetri kohta. Kõigi lõikude keskmine aastakulu absoluutnumbrites ja läbisõiduga taandatud rajamisest alates on toodud järgnevas tabelis.

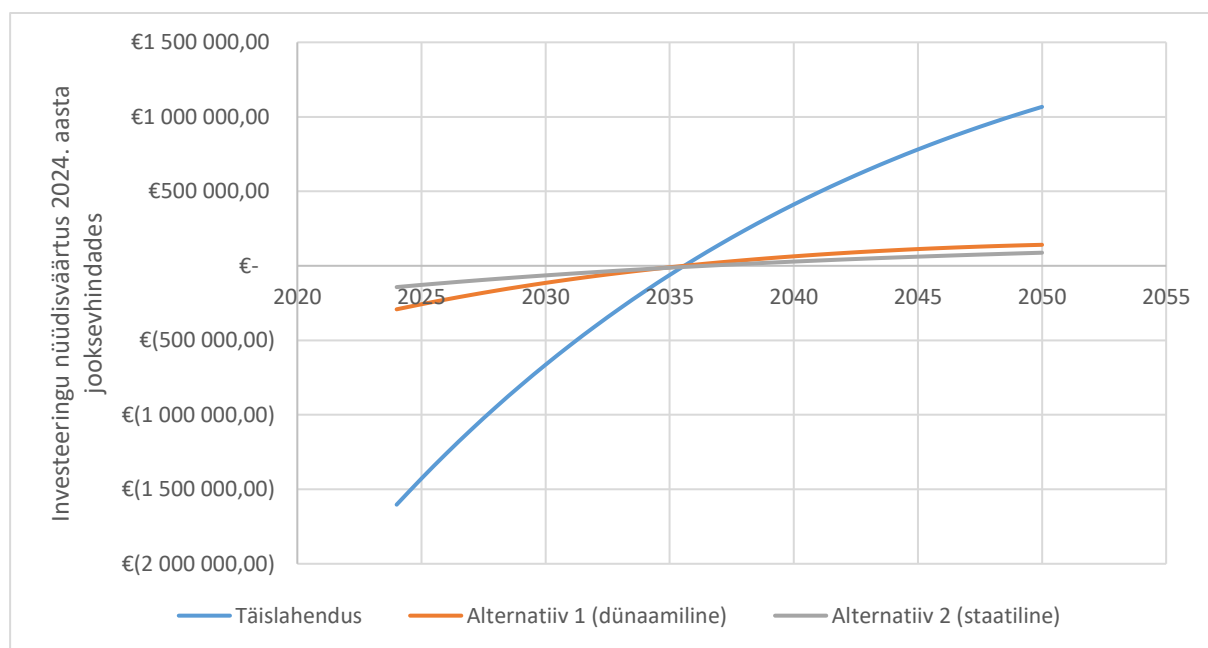
Tabel 11. Konkreetsete lõikudega seotud kogukahju näitajad.

Tee	Algus	Lõpp	Ehitusaeg	Keskmine avariide kulu aastas	Kulu miljoni autokilomeetri kohta
2	125.958	129.673	02.10.2017	24 112.37 €	2 499.75 €
2	130.249	136.32	23.11.2023	98 094.16 €	6 222.98 €
2	136.97	141.383	23.09.2019	45 187.54 €	3 943.67 €
2	155.579	162.716	20.09.2018	35 047.95 €	1 755.81 €
4	28.322	36.721	01.11.2017	93 063.90 €	3 393.67 €
4	36.721	42.359	14.07.2020	78 181.59 €	4 365.33 €

Keskmine kulu on 3 657.83 € miljoni autokilomeetri kohta. Kõige madalam kulu autokilomeetri kohta on Tallinna – Tartu – Võru – Luhamaa tee 155,579. – 162,716. kilomeetril paikneval lõigul. Kasutades seda etalonina, on eeldatav sääst miljoni autokilomeetri kohta 1902 eurot, mis kõigi 2+1 lõikude peale kokku moodustab 194 313 eurot. See number käib täislahenduse kohta.

„Alternatiiv 1“ lahenduse eeldatav sääst on väiksem vastavalt võimetusele reageerida muutustele liikluskooresseisus automaatselt ning edastada liiklejatele kogu vajalikku infot. Seetõttu on potentsiaalse säästu arvestamisel kaasatud ainult tiptunniväliste kahjude andmed. Arvestuslikult on sääst 456 eurot miljoni autokilomeetri kohta. „Alternatiiv 2“ puhul puudub dünaamiline komponent, mistõttu arvestusliku säästu sisendist eemaldatakse ka talvised juhtumid ning saadud arvestuslik sääst on 149 eurot miljoni autokilomeetri kohta.

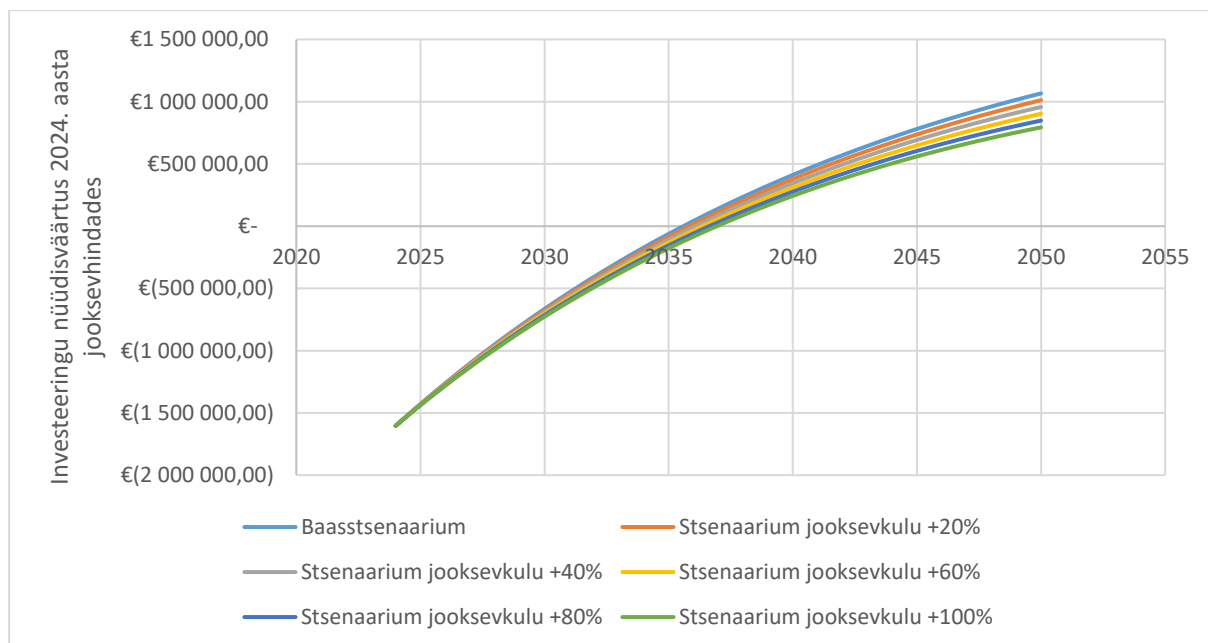
Kasutades diskontomäärana Eesti Panga ametlikku võlasuhete intressimäära¹² 4,25%, on investeeringu tasuvusaeg kaksteist aastat. Sama tasuvusaeg on ka Alternatiiv 1 lahendusel. Alternatiiv 2 lahenduse tasuvusaeg on ühe aasta võrra pikem.



Joonis 28. Investeeringu tasuvuse prognoos arvestades 2024. aastat null aastana.

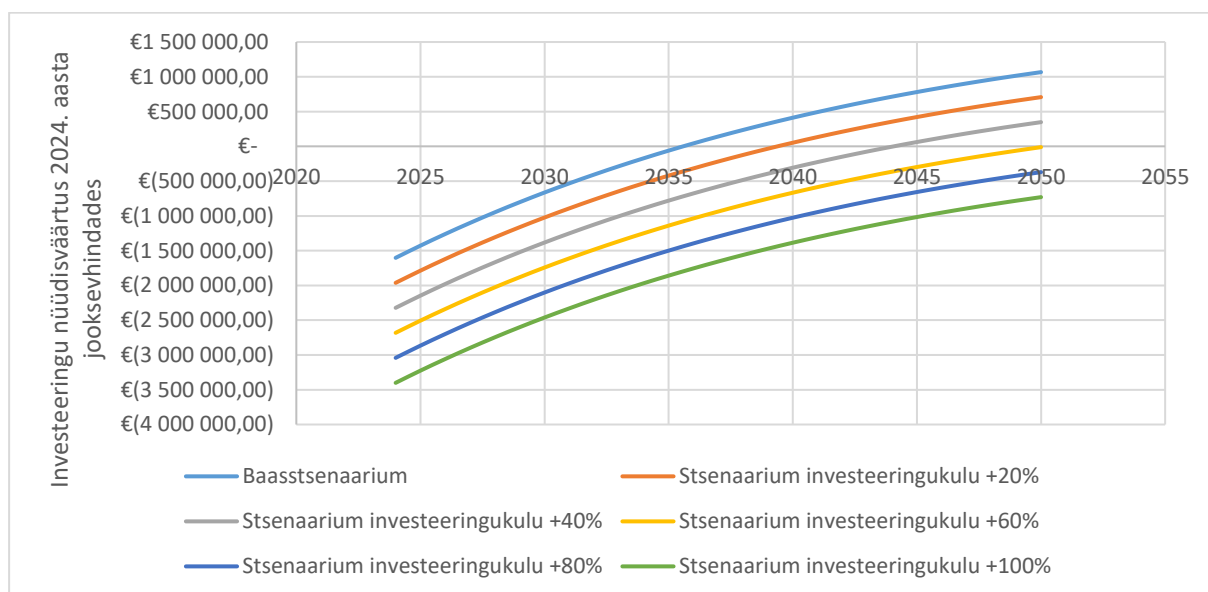
Tundlikkusanalüüsiks arvestati nii tulu- kui kulupoole muutuseid ebasoovitavas suunas kuni kahekordse erinevuseni. Jooksevkulu puhul nihkub kahekordistumise puhul tasuvusaeg ainult ühe aasta edasi.

¹² <https://www.eestipank.ee/volasuhete-intressimaar>



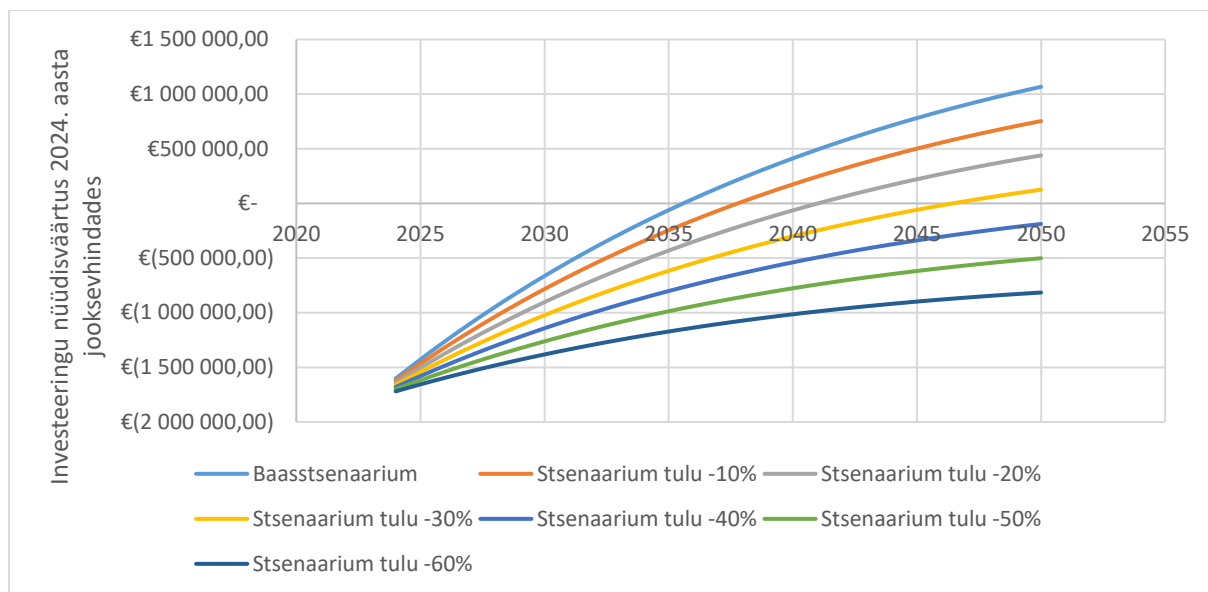
Joonis 29. Jooksevkulu tundlikkusanalüüs.

Seevastu investeeringukulu kasvul muutub tasuvusaeg oluliselt. Kahekordistumise korral ei jõua projekt kunagi plusspoolele. Väiksemate kasvude korral lisandub iga 10% kohta tasuvusajale 3 aastat.



Joonis 30. Investeeringukulu tundlikkusanalüüs.

Tulupoole puhul analüüsiti saadava kasu vähenemist samalaadses vormis, arvestades võimaliku saadava kasu vähenemist 10% sammuga. Vähenemisel üle 50% ei jõua investeering kunagi tasuvaks.



Joonis 31. Tulu tundlikkusanalüüs.

Kõige vähem on projekt tundlik jooksevkulude kasvu osas, mis ei mõjuta ka kahekordistumisel oluliselt tasuvusaega. Kõige tundlikum on projekt tulupoole muutuste osas, see on ka komponent, mis on kõige suurema määramatusega. Siiski on parima teadaoleva informatsiooni põhjal projekt tasuv, tasuvusaeg on 15-20 aastat.

6. KOKKUVÕTE

Eesti teedevõrgu arendamisel on viimastel aastatel pööratud suurt tähelepanu 2+1 teelõikude rajamisele, eesmärgiga parandada liiklusohutust ja -voogu. Käesolev uuring keskendub nende teelõikude muutuva teabega liikluskorralduse teostatavuse analüüsimisele, hinnates praegust olukorda ning pakkudes välja lahendusi tuvastatud probleemidele.

Uuringu käigus läbi viidud liikluskäitumise analüüs tõi esile mitmeid murekohti. Eriti problemaatiliseks osutusid möödumismanöövrid, eelkõige möödasõiduala lõppedes, kus liiklejad sageli eiravad kehtestatud reegleid. Tähelepanuväärne on ka kiiruse ületamise probleem, eriti teisel sõidurajal, kus täheldati kiiruseid vahemikus 130-150 km/h. Lisaks sellele on murettekitav ebapiisav pikivahe hoidmine sõidukite vahel, mis suurendab avariiohu riski. Kuna edasisel marsruudil on järgmised ohutud möödasõidukohad kaugel, üritavad juhid mööduda võimalikult paljudest sõidukitest. Mida suurem on liiklussagedus, seda teravamalt probleem esile tõuseb, tüüpiliselt reede pärastlõunasel ajal.

Liiklusohutuse vaates osutusid ohualtiks vasakpöörde kohad, kus piirde kõrgus võib varjata manöövri sooritaja eest paremalt saabuva sõiduauto. Samuti ilmnes koht, kus on toimunud kaks kokkupõrget metsloomadega. Kõige olulisemana võib aga välja tuua möödasõidualade suhteliselt lühikese pikkuse, mis soosib kehtestatud piirkiiruse ületamist, kuna lubatud piirkiirusega ei ole võimalik näiteks 85 km/h liikuvast autorongist ohutult mööduda.

Liiklusavariide analüüs näitas, et vaadeldud perioodil toimus 2+1 lõikudel 20 isikukahjuga avariid, põhjustades ühiskonnale keskmiselt 267 798 euro suuruse aastase kulu. Kuigi enamik avariisid leidis aset kuiva teekatte korral, ei saa alahinnata ka märja ja libeda teekatte ohtlikkust.

Teehoolde ja liiklushäiringute uurimisel selgus, et eriti keerulised on talvised liiklusolud, mis tekitavad probleeme eelkõige möödasõiduraja lõppudes. Olulist tähelepanu vajab ka infovahetuse parandamine erinevate osapoolte vahel ning ümbersõidumarsruutide ebapiisavus, mis raskendab liikluse sujuvat ümberkorraldamist häiringute korral.

Uuringu raames leiti mitmeid võimalusi olukorra parandamiseks. Nende hulka kuuluvad dünaamiline kiiruste juhtimine, pikivahe hoidmise ja möödasõiduraja lõpu märgistuse parandamine, loomadele teelepääsu tõkestamine. Muutvateabega märkide tõhusamaks juhtimiseks on soovitatav paigaldada lisaseadmeid sh liiklusloendureid, teekaameraid ja teeilmajaamu. Tulevikus tuleb pöörata tähelepanu infovahetusele teehooldaja, päästeteenistuse ja politsei vahel avariiolukorras, ümbersõidumarsruutide selgema tähistamisele, spetsiifiliste hooldusnõuete väljatöötamisele 2+1 teelõikudele.

Võttes aluseks uuringu peamist eesmärki töötati välja liikluskorralduse lahendus, mis hõlmab dünaamilist piirkiiruse juhtimist, raskeveokite möödasõitude reguleerimist ning pikivahe hoidmise parandamist VMS-ide abil. Liiklusmärkide strateegiline paigutus möödasõidualade algusesse võimaldab operatiivselt reageerida muutuvatele infole ja parandada liiklejate teadlikkust.

Tasuvusanalüüs näitas, et pakutud liikluskorralduse lahenduse rakendamine on potentsiaalselt tasuv investeering, mille tasuvusaeg jääb hinnanguliselt 12-20 aasta vahemikku. Siiski tuleb arvestada, et projekt on tundlik mitmete tegurite suhtes, eriti tulupoole muutuste ja investeeringukulu kasvu osas.