



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

MAANTEE RISTLÕIKE VALIK JA SELLE MÕJU LIIKLUSOHUTUSELE

HIGHWAY CROSS-SECTION AND ITS EFFECT ON ROAD SAFETY

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Romet Sutt

Üliõpilaskood: 144564EATI

Juhendaja: Tiit Metsvahi, projektispetsialist

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"....." 201.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"....." 201.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Romet Sutt (sünnikuupäev: 06.05.1995)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Maantee ristlõike valik ja selle mõju liiklusohutusele”,

mille juhendaja on Tiit Metsvahi.

- 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

_____ (allkiri)

_____ (kuupäev)

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Romet Sutt, 144564 (nimi, üliõpilaskood)
Õppekava, peeriala: EATI02/15 Teedehitus ja geodeesia (kood ja nimetus)
Juhendaja(d): Tiit Metsvahi, projektspetsialist, 6202606 (nimi, amet, telefon)

Lõputöö teema:

(eesti keeles) *MAANTEE RISTLÕIKE VALIK JA SELLE MÕJU LIIKLUSOHUTUSELE*
(inglise keeles) *HIGHWAY CROSS-SECTION AND ITS EFFECT ON ROAD SAFETY*

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Tegelikult kasutusel olevate maanteeristlõigete sobivuse kaardistamine Eesti põhi- ja tugimaanteedel
2. Ettepanekud ohutuse parandamiseks läbi ristlõigete põhjendatumale valikule tuginedes tugimaantee nr 15 Tallinn – Rapla - Türi lõigu Tallinn – Kohila näitele
- 3.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Ülevaade tegelikust teeristlõigete olukorrast Eesti põhi- ja tugimaanteedel	13.04.2020
2.	Ristlõike erinevate parameetrite, liikluseduse ja muude tegurite mõju liiklusohutusele	27.04.2020
3.	Sobivad ristlõiked erinevateks oludeks, praktilised soovitused	11.05.2020

Töö keel: EESTI

Lõputöö esitamise tähtaeg: "11."mai 2020.a

Üliõpilane: Romet Sutt "12."02.2020.a
/allkiri/

Juhendaja: Tiit Metsvahi "12."02.2020.a
/allkiri/

Konsultant: ".....".....201....a
/allkiri/

Programmijuht: ".....".....201....a
/allkiri/

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel

SISUKORD

EESSÕNA	7
SISSEJUHATUS	8
1 TEEMAA PLANEERIMINE JA KASUTAMINE	10
1.1 Maakasutuse planeerimine	10
1.1.1 Maakasutuse planeerimine liiklusohutuse seisukohast	11
1.1.2 Teekoridoride planeerimise mõju keskkonnale ja muud kulud	15
1.1.3 Planeeritava tee liigi valik	16
1.2 Eesti teedevõrgu üldine iseloomustus	17
2 LEVINUD RISTLÕIKED EESTI PÕHI- JA TUGIMAANTEEDEL	20
2.1 (1+1) teede tehnilised karakteristikud	21
2.1.1 (1+1) ristlõikega kahe rajaline-kahe suunaline maantee	21
2.1.2 Eraldusega (1+1) kahe rajaline-kahe suunaline maantee	25
2.2 (2+1) teede tehnilised karakteristikud	27
2.2.1 (2+1) möödasõidukohad ja hädapeatused	31
2.2.2 (2+1) maantee teenindustase	33
2.2.3 (2+1) projektkiirus, kiiruspiirang, keskmine kiirus	34
2.2.4 (2+1) maanteede head ja vead	37
2.3 (2+2) teede tehnilised karakteristikud	40
2.3.1 I klassi maantee teenindustaseme määramine	41
2.4 Ristlõigete mõju hindamine liiklusohutusele	42
2.5 Ristlõigete mõju teekatte püsivusele	45
2.5.1 Võimalikud meetmed probleemi vältimiseks	46
2.6 Jalgratturi liiklusohutus maanteedel	47
2.6.1 Jalgratturiga külgvahe hoidmisest teavitavad liiklusmärgid	47
2.6.2 Kergliiklejale sobiliku rajatise valik	48
2.6.3 Jalgratturi teenindustase	50
2.6.4 Jalgratturi teenindustaseme tundlikkus erinevate muutujate suhtes	53
3 LIIKLUSOHUTUSE PARANDAMINE MAANTEE NR 15 LÕIGU NÄITEL	58
3.1 Olemasoleva olukorra kirjeldus	58
3.2 Esimene (1+1) keskpäärdega teelõik eestis	59
3.2.1 Ristlõikelahenduse iseloomustus	61
3.2.2 Kasutatud (1+1) lahenduse võimalik mõju liiklusohutusele	62
3.3 Liikluse analüüs	63
3.3.1 Kangru PLP andmete põhinev analüüs lõigule km 2,3-5,3	66

3.3.2 Urge PLP andmete põhinev analüüs lõigule km 5,3-9,0	67
3.3.3 Urge PLP andmete põhinev analüüs lõigule km 9,0-26,0.....	68
3.3.4 Kohila PLP andmete põhinev analüüs lõigule km 26,0-36,9	72
3.4 Liiklusanalüüsi kokkuvõte ja ettepanekud liiklusohutuse parandamiseks	75
KOKKUVÕTE	80
SUMMARY.....	82
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	84
LISAD	88

EESSÕNA

Käesoleva magistritöö pealkiri on „Maantee ristlõike valik ja selle mõju liiklusohutusele“.

Magistritöö teema valik kujunes välja autori ja töö juhendaja Tiit Metsvahi vaheliste ühiste arutelude käigus, kus vesteldi maanteede ristlõigete ja liiklusohutuse teemadel. Üheks teema valiku ajendiks oli hiljuti (2019 aastal) valminud keskpäirdega 1+1 ristlõikega maantee lõik tugimaanteel nr 15, mille lahendus on Eestis uudne ning mida varasemalt ei ole siin põhjalikult käsitletud. Asja lähemalt uurima asudes selgus, et antud maanteel esineb liiklusvoogude iseloomust ja kasutatavatest ristlõigetest tulenevalt mitmeid probleeme. Lõpliku teema valikuna otsustati kaardistada riigi põhi- ja tugimaanteedel peamiselt kasutatavad ristlõiked ning analüüsida nende mõju liiklusohutusele. Praktilise väljundina leiti võimalusi liiklusohutuse parandamiseks konkreetse lõigu näitel tugimaanteel nr 15 (Tallinn – Rapla – Türi) lõigul Tallinn – Kohila, tuginedes ristlõigete põhjendatumale valikule teenindustaseme arvutuste põhjal.

Töö koostati suures osas Tallinnas. Lõputöö algandmete kogumisel oli abiks juhendaja Tiit Metsvahi, Teeregistri rakenduse kasutamisel olid abiks lektor Harri Rõuk Tehnikaülikoolist ning Teeregistri juhtivhaldur Aare Tuulik Maanteeametist.

Sooviksin tänada kõiki isikuid kes töö valmimisele kaasa aitasid ning eriti töö juhendajat Tiit Metsvahit konstruktiivsete konsultatsioonide ja väga hea juhendamise eest.

Võtmesõnad: maantee, ristlõige, liiklusohutus, teenindustase, magistritöö

SISSEJUHATUS

Magistritöö teemaks on kujunenud maantee ristlõike valik ja selle mõju liiklusohutusele. Pikka aega on nii Eestis, kui ka mujal maailmas täheldatud liiklussageduste üldist pidevat kasvu. Üha intensiivsem teekasutus nii olemasolevatel, kui planeeritavatel teedel nõuab lahendusi tagamaks teekasutajate ootustele ning vajadustele vastavaid ohutuid liiklustingimusi.

Tänane teedevõrk on kujunenud pikaajalise arengu tulemusena ning olemasolevat taristut on aja jooksul planeeritud erinevate põhimõtete järgi. Viimastel aastatel kavandatud ja ehitatud teed on suuremal või vähemal määral dimensioneeritud vastavalt neile prognoositud liiklussagedustele. Vanemate teede puhul on olukord keerulisem. Teedel, mida ei ole praeguseks veel kapitaalselt ümber ehitatud, on tehtud peamiselt taastusremonti. Sellise tegevuse peamine eesmärk on üldjuhul olnud teedevõrgu säilivuse tagamine ning tavaliselt tee läbilaskvus sellise tegevuse tulemusena ei suurene. Vanemate teede ohutuse taset on püütud põhiliselt parandada liiklusohutlike kohtade likvideerimisega. Aja jooksul on liikluse koosseis ning liiklusvoogude iseloom drastiliselt muutunud. Liiklusohutuse aspektist on olulisel kohal liikluse sujuvus. Teid planeerides tuleks sujuva liikluse tagamiseks eelistada homogeenset liiklusvoogu ja püüda luua selleks sobivaid tingimusi. Vanematel teedel võivad aja jooksul toimunud muutused liiklusvoogude iseloomus olla põhjustanud olukorra, kus mõned ristlõiked ei ole enam tänastes oludes suutelised tagama piisavat liiklusohutust ning nõuavad uusi lahendusi.

Käesolev töö on jaotatud kolme peatükki. Töö esimeses peatükis antakse ülevaade maakasutuse planeerimise ning liiklusohutuse vahelistest seostest. Liiklusohutuse tagamine teel eeldab, et teemal peatutaks juba maakasutuse planeerimise faasis. Ristlõigete käsitlemine planeeringute käigus loob eeldused liiklusohutuslike probleemide vältimiseks jätkusuutlikul moel. Lisaks liiklusohutusele peatutakse ka planeeringute mõjule keskkonnale ja muudele kuludele. Peatüki lõpuosas iseloomustatakse Eesti üldist teedevõrku – milline on ja millel põhineb teede liigitus, millest omakorda sõltub maakasutus.

Lõputöö teine peatükk keskendub Eesti põhi- ja tugimaanteedel kasutatavatele ristlõikelahendustele. Vaatluse all on traditsiooniline 1+1 ristlõige, Eestis uudne 1+1 keskpäärdega ristlõige, hiljuti kasutustele võetud 2+1 ristlõige ning 2+2 ja enam-rajaline tee ristlõige. Käsitletakse ristlõigete erinevaid liiklusohutust mõjutavaid aspekte. Kõigi ristlõigete puhul on tähelepanu pööratud antud tüübi teenindustaseme arvutuse iseärasustele. Teenindustaseme abil on võimalik kindlatele kriteeriumitele tuginedes

hinnata sõidu- ja liiklusolusid, mis väljendub tee kasutaja liikumismugavuses ja -tingimustes[1]. Kasutatud teenindustaseme arvutamise meetod põhineb „Higway Capacity Manualis“[2] ning T. Metsvahi „Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks“ käsikirjas[3] kirjeldatule. Lisaks autoliiklusele on analüüsitud jalgratturi ja teiste kergliiklejate ohutust maanteedel.

Töö kolmas peatükk on praktilist laadi, kus toimub riigi tugimaantee nr 15 (Tallinn – Rapla - Türi) lõigu Tallinn – Kohila (km 2,6-36,9) homogeensete osalõikude liiklusohutuse analüüs tuginedes teenindustaseme arvutusele. Teenindustaseme arvutuse meetodika põhineb eelmises lõigus viidatud juhistele [2] ja [3]. Analüüsi käigus hinnatud olemasoleva olukorra ning üldistava prognoosi tulemusel tehakse antud lõigule soovitusel liiklusohutuse parandamiseks tuginedes ristlõigete põhjendatumale valikule.

1 TEEMAA PLANEERIMINE JA KASUTAMINE

1.1 Maakasutuse planeerimine

Maakasutuse planeerimist võib nimetada otsustusprotsessiks, mille käigus käsitletakse maad, kui ressursi ning püütakse see võimalikult valutult ära jaotada omavahel konkureerivate ning sageli konfliktsete kasutusviiside vahel. Seda kõike tuleb teha nii ratsionaalselt, et oleks tagatud maa pikaajaline jätkusuutlik kasutamine. Maakasutuse planeerimise käigus tuleb arvestada ka keskkonnaga, sest planeeringud mõjutavad samaaegselt nii kasutajad ehk inimesi, olemasolevat loomastiku ning taimestiku. Jätkusuutliku ja keskkonnasõbraliku maakasutuse tagamine on planeerimise seisukohast üks tõsisemaid väljakutseid[4].

Üheks oluliseks maakasutuse väljundiks võib pidada teid. Infrastruktuur võimaldab inimeste ja kaupade liikumist ning seetõttu on teed väärtuslikuks ressursiks. Enamik planeeringutest ning maakasutustest on tugevalt teedevõrgustikust mõjutatud ning toetuvad suurelt osalt neid ümbritsevale infrastruktuuri olemasolule ja funktsionaalsusele. Teed on üheks peamiseks infrastruktuuri elementiks, mis aitavad kaasa majanduse kasvule. Võib öelda, et teed on tsiviliseeritud ühiskonna selgroog[5]. Just seetõttu tuleb juba esialgsete maakasutuse planeerimise etappide käigus põhjalikult arvestada teemaa planeerimisega. Teemaaks saab pidada maa-ala, mis on õigusaktidega kehtestatuna määratud tee koosseisus olevate rajatiste paigutamiseks ja teehoiu korraldamiseks.

Planeeringutel ja teedevõrgul on üksteisele vastastikune mõju. Ühelt poolt loob olemasolev võrk maakasutusele teatud eeldused ning piirangud. Teiselt poolt võivad planeeringute käigus kavandatavad maakasutuse funktsiooni või intensiivsuse muutumised tekitada vajaduse teedevõrku täiustada ja muuta. Teedevõrgu arendamise juures on oluline analüüsida maakasutuse muutusest tekkivaid mõjusid liiklusele ning eelkõige tuleb tähelepanu pöörata liiklusohutuse tagamisele.

Planeeringuid teostades tuleb meeles pidada, et tee kui selline, ei ole kunagi eesmärk omaette. Teed on vajalikud, et teenindada liiklust ja transporti üldisemalt. Nii liiklus, kui transport tulenevad kohaliku maakasutuse funktsioonidest (asukoht, tegevuse liik jne). Maakasutuste funktsioonid otsustavad teedevõrgustiku kasutuse intensiivsuse ja ulatuse. Mõtet aitab illustreerida Joonis 1.4.

Majanduse kasv, loodusressursside efektiivne kasutus ning eri piirkondade ohutu ning mugav ühendus on märksõnad mis käivad kaasa hästi planeeritud

teedevõrgustikuga[4]. Infrastruktuuri rajamine on kulukas tegevus ning selleks et see täidaks kasutajate vajadusi pikas perspektiivis, on oluline asju hoolikalt ette planeerida. Pideva autoliikluse suurenemisega on ilmne, et uute planeeringute kõrval moodustab suure osa taristu planeerimisest olemasoleva olukorra arendamine. Infrastruktuuri tuleb pidevalt ajakohastada vastavalt muutuvatele oludele, sest ka maakasutus on pidevas muutumises. Teedevõrgustiku arendatakse eesmärgiga muuta teid ohutumaks, kasutaja- ja keskkonnasõbralikumaks. Transpordist tuleneva negatiivse keskkonnamõju vähendamiseks arendatakse üha enam ühistranspordivõrke ning kergliikluse võimalusi.

Selleks, et tehtavad planeeringud oleksid jätkusuutlikud, tuleks nende koostamisse kaasata võimalikult palju erinevaid spetsialiste. Planeeringu ja ka eelprojekti tegijad peaksid väga hästi tundma norme ja tajuma tervikut, see aga eeldab varasemat kogemust. Planeeringu ja eelprojekti tegija peaks suutma ette kujutada, mis vajadused teemaal võivad ette tulla ja kuidas erinevad lahendused sinna ära mahuksid. Erinevalt põhiprojekti tegijast, kes võib normis näpuga järge ajada, peab planeeringu/eelprojekti tegija tajuma erinevaid sobivaid võimalusi, mida saaks antud tingimustes kasutada. Projekteerimismõnede tuleb arvestada nii planeeringu, kui ka projekti puhul kooskõlas dokumendi detailsusega.

Teedeinseneride seisukohalt on oluline, et juba planeeringute koostamise esimestel etappidel arvestataks tee projekteerimise mõnede, sest hilisemates staadiumites on teeprojekteerimise mõnede rakendamine kohustuslik. Hilisema tee projekteerimisega ei ole võimalik parandada planeeringute vigu, sest teeprojekt ei saa muuta kehtivat planeeringut. Planeerimine eeldab mitmete erinevate institutsioonide vahelist tihedat koostööd ning seetõttu ei suudeta alati tagada efektiivset koordineeritust[5]. See võib olla üheks komistuskiviks teedele kasuliku maakasutuse rakendamisel.

1.1.1 Maakasutuse planeerimine liiklusohutuse seisukohast

Maakasutuse planeerimise käigus tuleb käsitleda ka liiklusohutust. Need kaks valdkonda on omavahel tihedalt seotud ning üks täiendab teist. Planeerimise käigus liiklusohutusele mitte mõeldes on tõenäoline, et tekivad konfliktid, mille lahendamine võib osutada kas väga keeruliseks või lausa võimatuks. Juba maakasutuse planeerimise algfaasis peab olema eesmärgiks luua olud, kus oleks võimalik hoiduda liiklusõnnetustest[6]. Maakasutuse planeerimine võib olla efektiivne viis vähendamaks liiklusohutuslike probleemide jätkusuutlikul moel, sest otsused võetakse vastu enne kui piirkond/ala ning toetav taristu lõplikult välja arendatakse.

Probleemid tekivad, kui tahetakse teedele lisada nende funktsioonile mitte vastavaid elemente. Põhimaanteedel puhul võib siinkohal näitena tuua arendajate poolt soovitud

täiendavad mahasõidud ning ka madalama liigi teedel ei ole harvad juhud, kui planeeringud võivad liiklusohutust negatiivselt mõjutada. Sestap võib üha tihedamalt asustatud aladel paikneva, juba olemasoleva, teedevõrgustiku laiendamist ning täiustamist pidada lähituleviku üheks suurimaks väljakutseks[4].

Läbimõttlemata planeeringutel võib suurte teekoridoride läheduses olla katastroofilised tagajärjed. Lisaks varasemalt mainitud liiklusohutuse vähenemisega kaasnevale suurenevale liiklusõnnetuste arvule võivad nendeks olla: sõidutee läbilaskevõime kahanemine; liiklusummikute tekkimine/suurenemine ja täiendavad viivitused; kahjulik mõju majanduse tootlikkusele; transpordile kuluva aja suurenemine ja seeläbi selle kallimaks muutumine; täiendav energia tarbimine, suurenev heitgaaside kogus ja halvenev õhukvaliteet; vähenev avaliku sektori tehtud investeeringute efektiivne kasutamine; konflikt transpordikoridori ja kogukonna vahel, tingitud halvenevast kasutatavusest ja funktsionaalsusest[5]. Üheks selliseks näiteks oli enne uue tee valmimist aastal 2010 riigiteel nr 1 paiknev Kukruse-Jõhvi teelõik[Joonis 1.1].



Joonis 1.1 riigitee nr 1 Kukruse-Jõhvi teelõigu (km 156-163) võrdlus aasta 2005 ja aasta 2018[7] (Autori poolt kohandatud)

Pildilt [Joonis 1.1] on hästi näha, kuidas vana lahenduse puhul (2005 aasta) suure liikluskoormusega riigimaantee kulgeb läbi elumupiirkondade ning teel on hulgaliselt samatasandilisi ristmike ning mahasõite. Sellises koguses lõikumiste arv on eelduseks suure hulga konfliktide tekkeks ning seeläbi kannatas oluliselt liiklusohutus. Tegemist oli Eesti riigimaanteedega seas ühe liiklusohutuma lõiguga[8][9]. Selline probleemne lõik on halb nii neile, kes kasutavad seda lõiku transpordikoridorina, silmas pidades läbivliikluse funktsiooni, kui ka kohalikule kogukonnale, kellele täidab see ligipääsu

funktsiooni. Teel liiklemine põhjustab ebamugavusi ning on kergelt öeldes ohtlik kõigile kasutajate rühmadele. Uue lahendusega muudeti tee plaanilahendust nii, et olemasolev lõik sai omale kogujatee funktsiooni ning maantee uus neljarajaline trassikoridor juhiti eemale olemasolevatest planeeringutest. Sel moel õnnestus oluliselt vähendada lõikumiste arvu, uue lahenduse lõikumised on eritasandilised. Kergliiklejatele loodi ohutumad võimalused liiklemiseks kergliiklusteede ja –sildade abil. Uue lahenduse puhul võib edasiste arengute suhtes möödalaskmiseks pidada lõigu kõige Jõhvi poolsemat viadukti, kus on radade arv võrreldes uue lõigu põhitega väiksem [Joonis 1.2]. Viimane viadukt on kavandatud nii, et selle alt kulgeb põhitee 1+1 rajalisena ning täiendav külgava on mõeldud rambile minekuks. Perspektiivselt tuleviku vaadates võib liiklussageduste suurenedes antud lahendus osutada pudelikaelaks, mida on tunduvalt kallim lahendada, kui seda oleks tehtud varasema projekti käigus.



Joonis 1.2 maanteede Tallinn – Narva (riigitee nr 1) ja Jõhvi – Tartu – Valga (riigitee nr 3) liiklussõlm [10]

Varasemalt kirjeldatud halb olukord oli tekkinud pika aja jooksul tehtud läbimõttlemata otsustest. Selleks, et uute planeeringute ellu viimisel selliseid olukordi vältida on mitmeid võimalusi. Planeeringuid teostades saab monitoorida ja välja valida sobilikud arendused, mis oleksid oma asukohalt sobivas piirkonnas ning vastaksid neid ümbritsevate teede funktsioonile. Kui püüda olemasolevat taristut maksimaalselt ära kasutada tuleks arendusi paigutada sellisel viisil, et nende negatiivne mõju külgnevatele teedele oleks minimaalne [5]. See on võimalik, kui planeeringute paigutamisel lähtuda teede funktsioonist. Erinevad funktsioonid tekitavad erinevaid liiklusvooge nii oma sageduse kui ka ajalise jagunemise poolest. Liikluse suhtes on ebasoodne monofunktsionaalsete alade arendamine. Sellistes olukordades võivad liiklussagedustes tundide lõikes välja joonistuda väga teravad tipud, mida peaks püüdma vältida. Parem on see kui arendatavas piirkonnas on funktsioone, mis tagaksid suhteliselt ühtlased liiklusvood kogu päeva lõikes. Täiendavalt halvendab olukorda suur suundade vaheline

ebaühtlus. Olulised on kõik planeeringute etapid, mitte ainult detailplaneeringutega seonduv.

Mida intensiivsema kasutusega tee, seda enam põhjustab see lähedastele maakasutustele häiringuid. Suuremate teekoridoride äärde peaks paigutama maakasutusi, kus näiteks müra ei ole segavaks faktoriks. Sellisteks võivad olla tööstused, logistikaettevõtted, laod jt. Nende maakasutuste taha juba omakorda sellised, mida müra häirib suhteliselt vähe – näiteks ärihooned ja kõige viimases järjekorras elamud. Eesmised planeeringud tõkestaksid müra levikut häiringute suhtes tundlikumate maakasutusteni. Alles viimase abinõuna võiks maakasutust planeerides arendustele ette näha meetmeid, mille abil saaks vähendada erinevate häirijate mõju. Sellisteks võivad olla näiteks müra vähendavate rajatiste ette nägemine. Taoliste täiendavate rajatiste vajaduse määramine eeldab juba ka ristlõigete käsitlemist. Teisalt teede seisukohalt on võrgu efektiivsuse tagamiseks võimalik olemasolevat teede lahendust täiendada ning planeeringutega ette näha meetmeid, kuidas vältida olemasoleva võrgu tõhususe vähenemist, näiteks planeerides täiendavaid kogujateid.



Joonis 1.3 riigitee nr 1 Loo-Maardu teelõigu (km 10,6-17,4) võrdlus aasta 2007 (üleval) ja aasta 2018 (all)[7] (Autori poolt kohandatud)

Pildilt [Joonis 1.3] on näha kuidas 2012 aastal valminud teedehituse tulemusel on olemasoleva tee asukoht jäänud samaks, kuid projekteeritud täiendavate kogujateede ja eritasandiliste liiklussõlmedega on tee funktsioonile vastav efektiivsus suurenenud. Osaliselt laiendati ka olemasolevat 2+2 teed 3+3 ristlõikega teeks. Teel oli üsna vähe mahasõite ning ka need kaotati. Ligipääs teele on tagatud kogujatee kaudu ilma, et põhimaanteel sellega seoses häiringuid oleks juurde tulnud. Allesjäänud lõikumised

projekteeriti mitmetasandilistena ning kergliiklejad eraldati põhimaanteest. Piirkonda teenindavad bussiliinid viidi kogujateele ja ka peatused paiknevad seal. Võrreldes teiste sarnaste olukordadega hõlbustab antud situatsioonis lahendust tee koridoriga külgnev raudteekoridor. Kergliiklejatele on antud lõigus raudtee ületus tõkestatud, seetõttu puudub neil vajadus põhimaantee ületamiseks.

Arenduste planeerimisel vaadatakse sageli üsna väikest ala/piirkonda. Lokaalse maakasutuse planeerimise meetmete abil püütakse tavaliselt vähendada konfliktipunkte suurte teekoridoridega[5]. Need hõlmavad endas peamiselt väiksemate elurajoonide, üksikute äri- või logistikaettevõtete, harvem tootmisettevõtete kinnistutele mahasõitude käsitlust. Lokaalse maakasutuse planeerimise käigus püütakse planeeringuid paigutada nii, et neil oleks minimaalne kahjulik mõju teedevõrgustikule ja sealsele liiklusele. Lokaalne lähenemine ei pruugi alati töötada ning võib olemasolevat olukorda halvendada, just seetõttu peakski planeeringute teostajad suutma valdkonda hoomata laiapõhjalisemalt.

1.1.2 Teekoridoride planeerimise mõju keskkonnale ja muud kulud

Motoriseeritud liiklusvoolud põhjustavad erinevaid probleeme, millega tuleb maakasutust planeerides arvestada. Esinevad probleemid võivad olla vägagi mitmetahulised ning ka kogunud planeeringute tegijad ei suuda alati kõike hoomata. Lisaks finantsilistele ja tehnilistele aspektidele, tuleb leida võimalusi kuidas hoida minimaalsena tee rajamisega kaasnevaid muid negatiivseid mõjutusi[4]. Väliskulude näitena võib tuua järgnevad: sõidukite heitgaasid; müra; kliimamuutused; liiklusõnnetused; liiklusummikud; mõju loomastikule, taimestikule ning nende looduslikele elupaikadele; mõju maastikele; pinnase ja vee reostumine [11]. Kui traditsiooniliselt põhineb teede planeerimine eelkõige majanduslikel ja sotsiaalsetel kaalutlustel, siis eelmainitu loob täiendavaid väljakutseid teede planeerimisel.

Ajal mil ehitati praegune põhiline maanteevõrk (1960-1991 [12]), ei olnud veel selliseid laiapõhjalisi teadmisi kasvahoonegaaside ohtlikkusest[13], maanteede ja muutuvate kliimaatiliste tingimuste vahelistest seostest, nagu seda on täna. Praegu uusi maanteid rajades on võimalik ligipääs rohkemale kliima alasele teabele, mida saab ära kasutada keskkonnamuutustest tekkivate mõjude minimeerimiseks.

Keskkonnamõjude hindamine on vajalik teada saamaks kavandatava tegevuse mõju looduskeskkonnale, inimeste tervisele, heaolule ja kultuuripärandile. Keskkonnamõju hindamised jagunevad kaheks[14]:

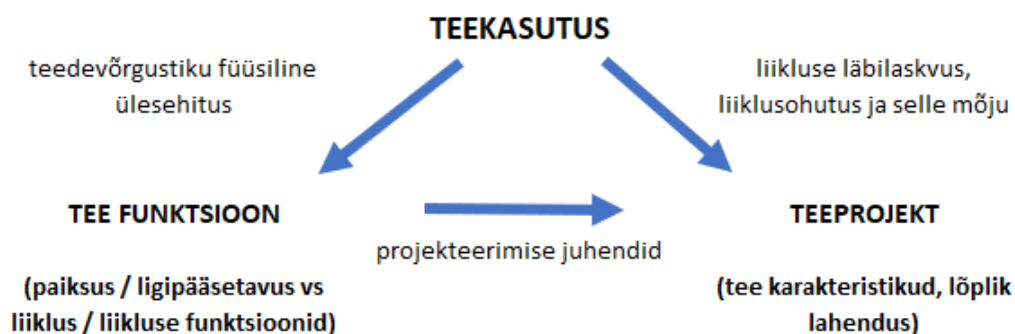
- Keskkonnamõju hindamine kitsamas tähenduses ehk KMH, mis saab üldjuhul alguse tegevusloa taotluse menetlusest. KMH tulemusi arvestatakse tegevusloa andmise üle otsustamisel;
- Keskkonnamõju strateegiline hindamine ehk KSH, mis viiakse läbi strateegiliste planeerimisdokumentide (näiteks planeeringute, arengukavade, strateegiate jt) koostamisel.

Kui võib eeldada, et kavandatava tegevusega kaasneb oluline keskkonnamõju, tuleb keskkonnamõju hindamine läbi viia. KMH on alati vajalik keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse (KeHJS) § 6 lõikes 1 nimetatud tegevuste korral, KSH on kohustuslik planeerimisseaduses (PlanS) ning KeHJS § 33 lõikes 1 nimetatud strateegiliste planeerimisdokumentide korral[14].

1.1.3 Planeeritava tee liigi valik

Teede planeerimisel on oluline esmajoonel määrata ära tee funktsioon. Funktsiooni abil saab selgeks mis liiki ülesandeid ta peamiselt täidab (läbivliiklus, ligipääs)[15]. Teeprojekt tuleb koostada vastavalt planeeringus esinevale tee liigile. Kui suudetakse tagada tee funktsiooni ning geomeetriliste parameetrite kooskõla, loob see eeldused liiklusohutuse, turvalisuse ning üleüldise elukeskkonna heale tasemele[16].

Tee funktsiooni, tehnilise lahenduse ning kasutajasõbralikkuse vahelist seost ilmestab hästi Joonis 1.4. Joonisel on näha, kuidas tee funktsiooni määrab maakasutuse planeering. Sõltuvalt planeeringu iseloomust selgub tee põhifunktsioon ning eeldatav liikluskoormus. Praegu põhineb maanteedel liigitus Eestis täielikult liiklussagedusele ning funktsioon on jäetud tahaplaanile.



Joonis 1.4 seos tee funktsiooni, tehnilise lahenduse ja kasutajasõbralikkuse vahel[4] (Autori poolt kohandatud)

Maantee funktsiooni põhjal on võimalik määrata mahasõitude ja lõikumiste minimaalsed lubatud vahekaugused, piirata erinevate maakasutuste otsest ligipääsu teele[15].

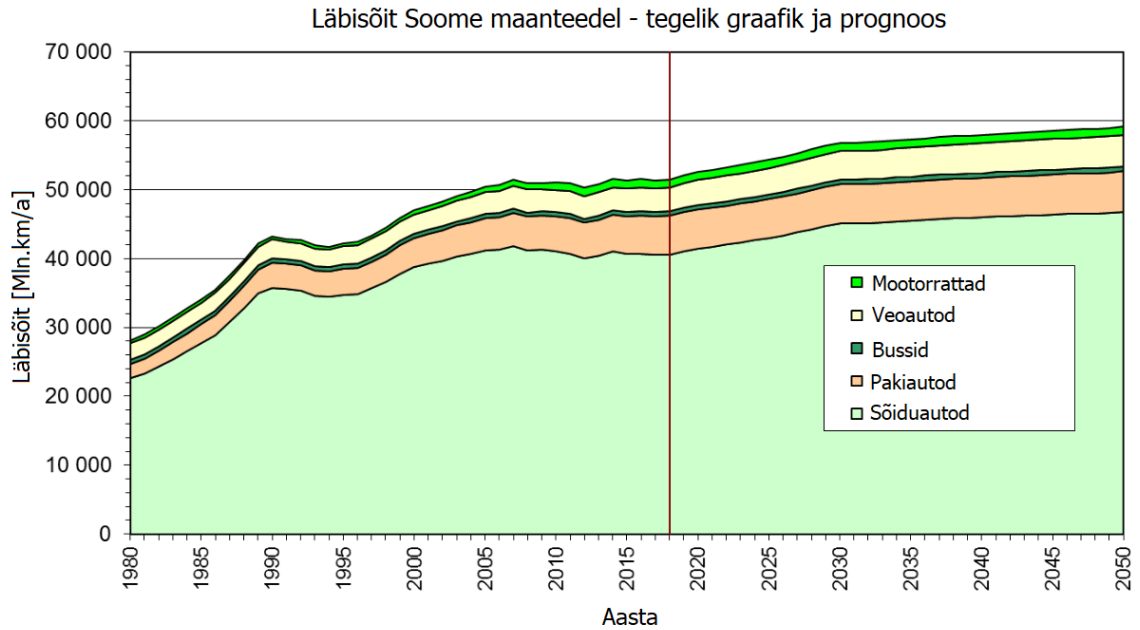
Eelmainitud meetmete abil on võimalik minimaliseerida võimalike uute konfliktipunktide teket teele ja teelt maha sõitude manöövrite näol, mis võivad põhjustada liiklusohtrlike olukordi.

Asulasisesed ja –välised teed peaksid moodustama ühtse hierarhilise teedevõrgu, ning tee liigi peakski määrama keskkond, kus konkreetne tee asub ja tee põhifunktsioon ehk see, mis tüüpi liikumisvajadus antud teel on eelistatud. Nagu ka joonisel [Joonis 1.4] näidatud, määraksid tee funktsioon koos keskkonna ja sealt tuleneva liiklussagedusega üheskoos tee projektkiiruse ning tee ristlõikelahenduse. Täna Eestis kasutatav projekteerimisnorm[1] tee funktsioonile tähelepanu ei pööra. Praeguse normi järgi projekteerides on probleemne olukord, kui teede liiklussagedus vastab kõrge klassi maantee kriteeriumitele, kuid peamine funktsioon on inimestele ligipääsu tagamine (kõrvalmaanteed). Sageli on sellised lõigud ka linnalähedastes oludes. Selliseid teid ümber ehitades/rekonstrueerides tõstatub küsimus, kuidas probleemile läheneda. Ühelt poolt peaks tee projekteerima normi järgi, rakendades kõiki nõudeid (k.a projektkiirus), kuid samas tekib vastuolu tee ülesandega.

1.2 Eesti teedevõrgu üldine iseloomustus

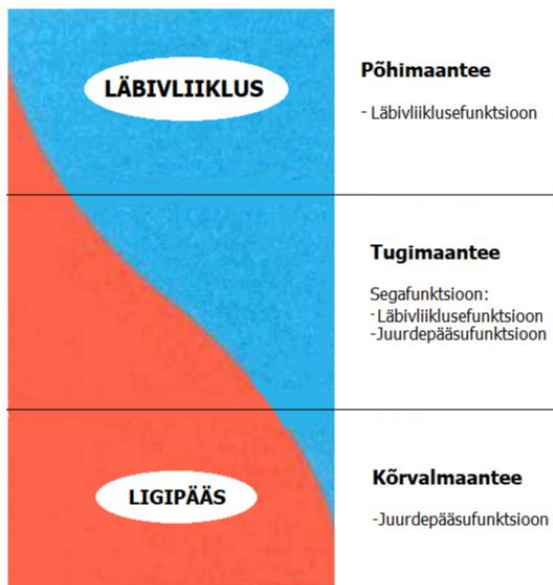
Eesti teedevõrk jaguneb riigiteedeks, kohalikeks teedeks ning erateedeks ja metsateedeks. Riigiteed jagunevad omakorda põhi-, tugi- ja kõrvalmaanteedeks ning ühendusteedeks ja jääteedeks[17]. Eesti maanteede liigitus on liiklussageduse keskne. Nagu ka varasemalt mainitud (punkt 1.1.3) võiks maantee liigi määramisel täiendavalt arvestada ka nende funktsiooniga. Joonis 1.6 iseloomustab graafiliselt maanteede liigitust nende funktsiooni alusel.

Praegu tugineb maantee projekteerimine eeldatava liiklussageduse prognoosile[1]. Seejuures võetakse järgnevas 20 aastaks liiklussagedust prognoosides liiklussageduse muutuse protsendiks mitte enam kui eelneva 10 aasta kasvu või vähenemise protsent[1]. Selline lähenemine on üsnagi tundlik lähteaasta suhtes. Normile vastavalt toimides võib saada täiesti tõepäraseid tulemusi, kuid on üsnagi suur tõenäosus, et saadud tulemused ei ole tõsiseltvõetavad. Näitena saab tuua joonise [Joonis 1.5], kus on üheaegselt nähtav üldise läbisõidu tegelik graafik ja läbisõidu prognoos, mis lähtub sellele vahetult eelnenud aastatele. Võib öelda, et üldine läbisõit ja liiklussagedus ei ole täpselt sama asi, aga läbisõitu võib vaadata üldistavalt kui summaarsete sageduste tervikpilti.



Joonis 1.5 aastane tegelik/prognoositud läbisõit Soome maanteedel kasutades LIISA mudelit[18] (Autori poolt kohandatud)

Kõrvalmaanteede ja mõningal määral ka tugimaanteede puhul võiks liiklusprognoosi teha kahel tasandil. Esmane prognoos lähtuks maakasutusest/nõudlusest ning selle abil oleks võimalik määrata maantee klass või tee vajalik ristlõige. Hilisem ning täiendav prognoos oleks täpsustava iseloomuga ning võtaks arvesse juba kavandatud lahenduse mõju liiklusvoogude kujunemisele ning selle alusel saaks teostada teenindustaseme ja läbilaskvuse arvutused ning täpsustada võimalikud lahendused.



Joonis 1.6 maanteede liigid ning nende peamised funktsioonid[19] (Autori poolt kohandatud)

Maanteede funktsiooni saab osaliselt hinnata nende liigitusest lähtuvalt, ning seda kirjeldab ka eelnev joonis [Joonis 1.6]. Kõrvalmaanteedega on selge, peamiseks funktsiooniks on tagada ligipääs ning vähesel määral on võimaldatud ka läbivliiklusefunktsioon. Tugimaanteede funktsiooni saab liigitada segafunktsioonina, kus esineb võrdselt nii läbivliiklusefunktsioon, kui ka teisalt ligipääs. Põhimaanteede funktsioon oleks joonise [Joonis 1.6] alusel vastupidine kõrvalmaantee funktsioonile, peamine ülesanne oleks teenindada ala läbivat liiklust. Selgub, aga et põhimaanteede funktsiooni on kõige keerulisem määrata. Lihtsustatuna võib öelda, et olemasolevad 2+2 põhimaanteed on puhtalt läbivliikluse funktsiooniga, kuid samas nii mõnelgi neist on ka mahasõidud ja tagasipöördekohad mille kaudu on tagatud ligipääs liialt heal tasemel. 1+1 põhimaanteede ülesandeks on peamiselt läbivliikluse teenindamine, kuid osaliselt täidavad nad maakasutuse iseloomust ja intensiivsusest tulenevalt kohati ka tugimaantee funktsioone. Põhimaanteede puhul võiks olla hinnangu aluseks lõikumiste sagedus kilomeetri kohta.

Kaherajalised kahesuunalised maanteed saab teenindustaseme arvutusele tuginevalt jagada kolme eri kategooriasse [3]: valdavalt pikamaaliiklusega maanteed; teed, mille peamiseks funktsiooniks on teega külgnevatele kinnistutele juurdepääsu tagamine; teed, kus esinevad mõlemad eelmainitud funktsioonid üheaegselt. Sama põhimõtet saab tõlgendada ka joonise [Joonis 1.6] põhjal, kus kirjeldatud kategooriad oleksid vastavalt põhimaantee, kõrvalmaantee ja tugimaantee.

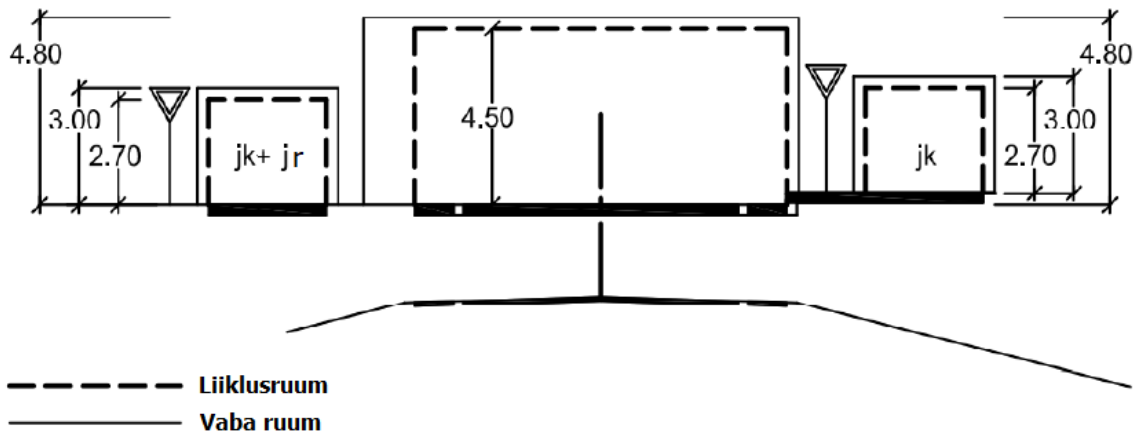
2 LEVINUD RISTLÕIKED EESTI PÕHI- JA TUGIMAANTEDEL

Maanteede, neil paiknevate ristmike, rajatiste, ja teiste liiklusega seotud alade projekteerimisel on vajalik arvestada seal esineda võivate sõidukite ning kergliiklejate mõõtmega. Liiklejatele vajalik ruum on mõõdetav ning on defineeritud liiklusruumi mõistena. Ohutu liiklemise tagamiseks on aga sõidukite, kergliiklejate ja ristprofiilis paiknevate muude objektide vahele täiendavalt ette nähtud vaba ruum.

Tingituna erinevate liiklusvahendite hulgast ning nende mõõtmete erinevusest ning pidevast uuenemisest, võetakse projekteerimisel aluseks arvutuslik auto[1]. Arvutuslikuks autoks nimetatakse erinevate liiklusvahendite rühmi esindavaid kindlate piirmõõtmega teoreetilisi sõidukeid, mille gabariidid on riigiti ja kohati ka laiemalt kindlalt reglementeeritud. Piirmõõtmete määramisel on arvestatud, et enamik rühma liikumisvahenditest ei ületaks arvutusliku auto mõõtmeid[16].

Lisaks arvutusliku auto gabariitidele sõltub liiklusruumi ulatus veel mitmetest teguritest. Kindlaks peavad olema määratud tee liik, klass, liiklussagedus, projektkiirus ning projekteerimise lähtetase[20]. Külgsuunaline liiklusruum koosneb sõiduradadest ja kindlustatud peenardest (ala tee teljest kuni katte servani). Servapiirde olemasolul ei arvestata liiklusruumiks piirde ette jäävat peenra osa[20]. Kõrguslikult piirab liiklusruumi arvutusliku auto kõrgus koos varuga. Lisaks arvutusliku auto mõõtmetele arvestatakse liiklusruumi sisse täiendav varu, mis katab inimfaktori poolt põhjustatud väiksemad sõiduvead ja trajektoorist kõrvalekalded. Lisaks katab see ka tavasõidukite gabariidist väljaulatuvate detailide nagu näiteks tahavaatepeeglite täiendava ruumi vajaduse[20]. Liiklusruum on ala mida on sõidukitele vaja, et oleks võimalik tagada sujuv ning teiste liiklejate suhtes ohutu liikumine, sestap sõltubki see liiklejate arvust, liikumiskiirusest ja teistest omadustest mille abil saab kirjeldada esmalt mainitud tegureid.

Vaba ruum koosneb liiklusruumist ning ohutusvahest selle külgedel ning peal[20]. Vähim nõutud vaba ruum peab olema kõigis oludes tagatud ja selles ei või esineda kasutuslaiust vähendavaid objekte ega teede kasutamist takistavaid eenduvaid päraldiseid ning ehitiseosi[16]. Vaba ruum erineb liiklusruumist selle poolest, et selle eesmärk on pigem täiendavalt kaitsta erinevaid konstruktsioone, paigaldiseid, õhus olevaid tehnovõrke ja muud sellist liikluse eest. Vaba ruumi ja liiklusruumi illustreerib järgnev joonis [Joonis 2.1].



Joonis 2.1 vaba ruum ja liiklusruum [20] (Autori poolt kohandatud)

Eesti „Maanteede projekteerimise normid“ [1] ning EVS_843_2016 „Linnatänavad“ [16] defineerivad vaba ruumi ja liiklusruumi mõisteid üsnagi sarnaselt, ka illustreeriv joonis (põhimõtte sama, mis joonisel [Joonis 2.1]) on ühesugune, kuigi teemad mida juhendites käsitletakse on erinevad.

2.1 (1+1) teede tehnilised karakteristikud

2.1.1 (1+1) ristlõikega kahe rajaline-kahe suunaline maantee

Kahe rajaline-kahe suunaline maantee on kõige levinum maanteetüüp. Sellist liiki teid iseloomustab tüüp olukord, kus aeglasemalt liikuvast sõidukist möödasõit on võimalik üksnes vastassuunavööndi kaudu. Möödasõiduvõimalused tulenevad vastassuuna liiklusvoolu tühimike olemasolust ning nähtavusest, mille juures juht tunneb, et on võimeline möödasõitu sooritama kaasliiklejaid ohtu seadmata [2]. Madala liikluskagedusega teedel, kus on head nähtavustingimused ei tekita selline lahendus probleemne. Kahe rajalistele maanteedele on iseloomulik olukord, kus möödasõitu soovijate arvu suurenemisel möödasõiduvõimaluste arv väheneb oluliselt. Selline olukord võib ilmneda üsna madala liikluskageduse ja läbilaskvuse kasutustaseme korral [2]. Juba keskmiste sageduste juures, mis on tee läbilaskvõimest üsna kaugel, võivad tekkida ohtlikud olukorrad. See on ka üheks põhjuseks miks traditsioonilisi 1+1 teid ümber ehitatakse ning seda tihti enne kui tee läbilaskvus on ammendunud.

Kui analüüsida varem kirjeldatud, siis selliseid olukordi ei ole võimalik näha AKÖL-ist. Liiklusnõudlus on ajas muutuv, ja enamik ajast on tee kasutamine probleemivaba. Selliste komplektsete omaduste kirjeldamiseks on AKÖL üsnagi üldistatud suurus, mille alusel olulisi otsuseid vastu võtta. Keskmise liikluskageduse kujuneb väga erinevate liiklusvoogude korral ning seetõttu võivad erinevatel teedel, millel on ühesugune AKÖL esineda kardinaalselt erinevad olud. Vaadates arvestusaastat (s.o 20 aastat pärast tee

valmimist), siis probleeme ei ole kui ollakse kaugel piirulukordadest (teenindustasemed B ja C). Madalamate teenindustasemete juures on üsnagi kindel, et tekivad probleemid ja väärotsused. Teisalt, kui teenindustase jääb liiga kõrgeks, tase A, siis võib see tähendada tee üledimensioneerimist. Üleminekul 1+1 rajaliselt ristlõikelt 2+2 rajalisele ristlõikele, toimub kvalitatiivselt väga oluline muutus ja selline olukord võib harvadel juhtudel ka tipptunni liikluse oludes tekkida. Tipptunni välistel aegadel on see aga tavaline.

Kaherajalised kahesuunalised traditsioonilised teed on tundlikud liiklusrežiimi suhtes. Mõjutajateks on tee üldine funktsioon ja teeninduspiirkonna asustusest tulenev ebaühtlus tee mõjupiirkonnas. Ebaühtlus on teeti väga erinev ning see võib olla nii kuude, nädalate, nädalapäevade, tundide, kui ka tipptunni lõikes. Siinkohal ei saa mainimata jätta ka liikluse võimaliku ebaühtlust suundade lõikes.

Kui kõrvale jätta erinevused liiklusrežiimist, saab liikluse iseloomust sõltuvalt jagada 2-rajalised maanteed veel omakorda erinevatesse kategooriatesse[3]:

- Kategooriasse (2r-I) kuuluvad maanteed, kus valdavaks on pikamaaliiklus. Mahasõite esineb suhteliselt harva, ning maanteelõigud on küllaltki pikad ja valdavalt homogeense liiklusega;
- Kategooriasse (2r-II) kuuluvad teed, milliste peamiseks funktsiooniks on teega külgnevatele kinnistutele juurdepääsu tagamine. Mahasõitude sagedus on võrreldes (2r-I) kategooriasse kuuluvate teedega suurem ning sellest tulenevalt on möödasõiduvõimalusi vähem ja need on ohtlikumad.
- Kategooriasse (2r-III) kuuluvad teed, kus esinevad mõlemad eelmainitud funktsioonid üheaegselt.

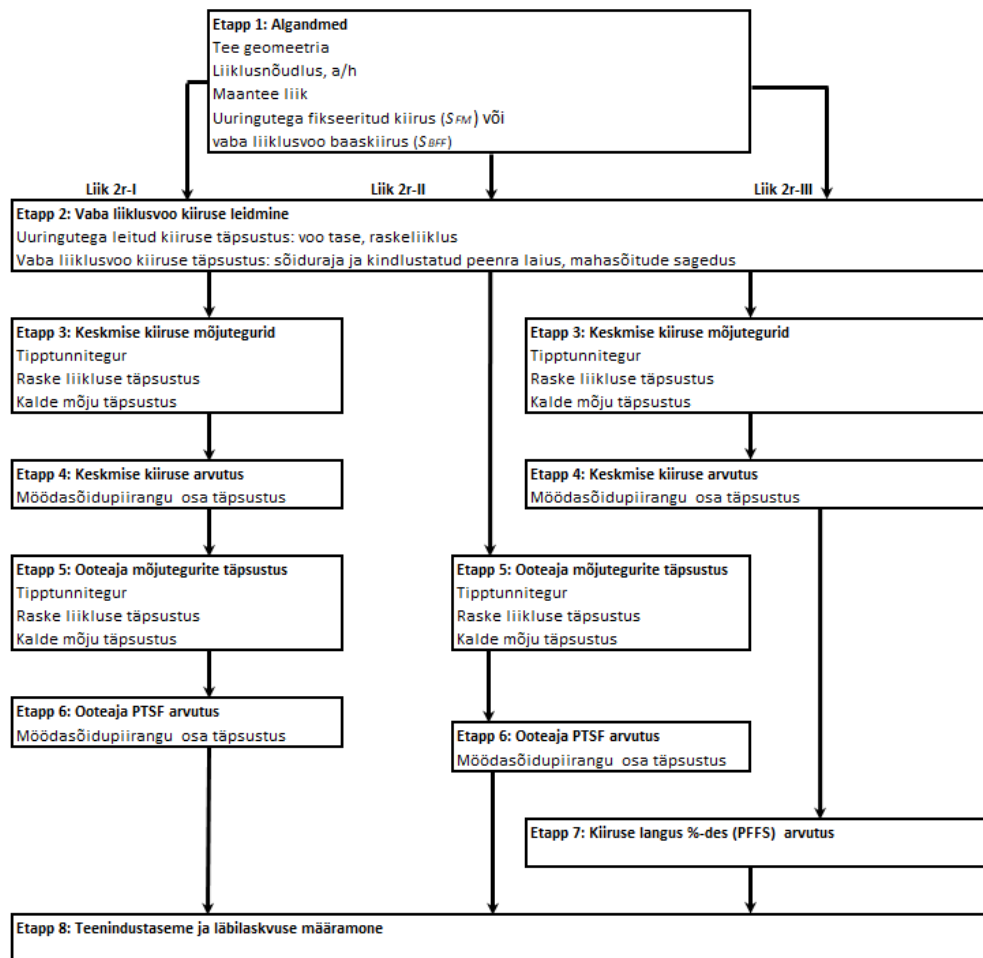
Selline kategoriseerimine põhineb peamiselt tee funktsioonil. Põhimaanteed ning suuremad magistraalid kuuluvad esimesse kategooriasse ning kogujateed ning kõrvalmaanteed pigem teise kategooriasse. Võib olla olukordi, kus tee on oma funktsioonilt peamiselt läbivliiklusele orienteeritud, kuid sellele ei saa teatud põhjustel rakendada kategooriale omaseid kiiruseid ja muid lahendusi (näiteks tingituna reljeefist, plaanilahendusest jms). Tee kategooria otsustab Tellija, see kuhu kategooriasse tee hilisemalt jaotub sõltub sellest kuidas kavandatu haakub kasutajate nägemuse ja vajadustega.

Enamike kaherajaliste maanteedehitajate puhul eeldavad teekasutajad siiski häid liiklemistingimusi sealhulgas suhteliselt suurt kiirust ja häid möödasõidu tingimusi.

Kaherajalise maantee teenindustase

Kaherajalise-kahesuunalise maantee teenindustaseme määramisel, arvestatakse liikluskoosseisu, sõiduraja ja kindlustatud peenra laiuse, möödasõidu piirangutega teepikkuste osatähtsusega, liikluse ebaühtlusega sõidusuundades, tõusu olemasolu ja selle pikkusega[3]. Sellistel teedel on teenindustaseme määramise indikaatoriks kriitilisele olukorrale (möödasõit vastassuuna kaudu) eelnev situatsioon, kus möödasõitu sooviva sõiduki kiirus langeb sobivat möödasõiduvõimalust oodates. Teenindustaseme põhinäitajaks kaherajalisel maanteel on liiklusvoo liigist sõltuvalt keskmine kiirus ja/või ooteaeg ning lisanäitajana liiklussagedus.

Sõltuvalt liikluse iseloomust jagatakse kaherajalised maanteed varasemalt kirjeldatult kolme eri kategooriasse: (2r-I), (2r-II) ning (2r-III). Piir kategooriate (2r-I) ja (2r-III) ning (2r-III) ja (2r-II) vahel on üsnagi kaootiline ning seda on keeruline määrata. Teenindustaseme arvutuseks on vajalik valida sobiv tee kategooria. Kategooria valikul kõheldes tuleb teha hinnang mõlema liigi kriteeriumite järgi[3]. Arvutuste lõpptulemusi analüüsid selgub, milline kategooria valik on sobivam. Võib juhtuda olukord, kus teenindustasemed ei erinegi üksteisest. Joonisel [Joonis 2.2] on esitatud plokk skeem, kus on graafiliselt kujutatud mis järjekorras ning mis etappide viisi võiks teenindustaseme arvutusi teha.



Joonis 2.2 kaheajalise maantee teenindustaseme leidmise arvutusetapid[3] (Autori poolt kohandatud)

Nagu varasemalt mainitud ning jooniselt [Joonis 2.2] näha, määrab teenindustaseme ooteaeg liiklusvoos. Möödasõiduvõimaluse eelduseks on aga piisav möödasõidunähtavus – vahemaa mille ulatuses peab sõidutee möödasõitu sooritavale juhile nähtav olema, et möödasõidu alghetkel nähtavale ilmuva vastassuunalise sõiduki juht ei peaks vähendama kiirust [1].

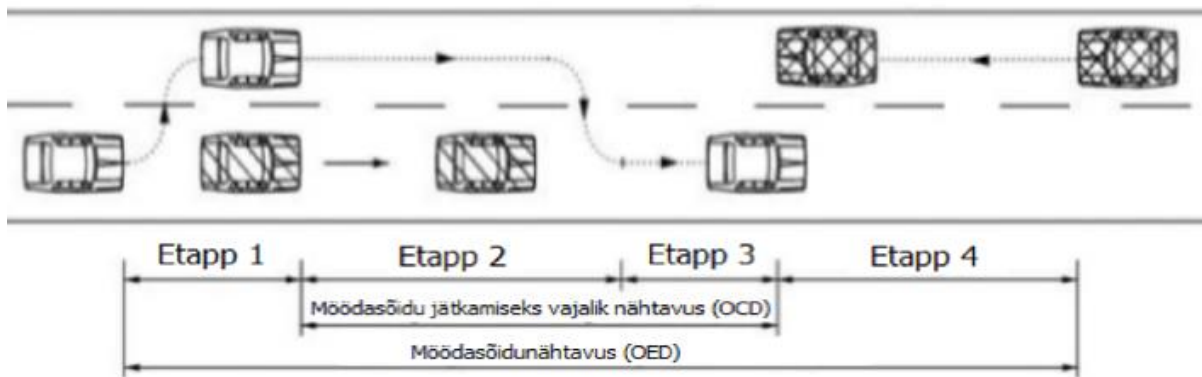
Möödasõidunähtavuse leidmisel tuleb arvestada, et [1]:

- sõiduautojuhi silma arvutuslik kõrgus ning vastutuleva sõiduki kõrguseks loetakse 1,1 m sõidutee pinnast;
- sõidukijuhi reaktsiooniaeg on 2s.

Möödasõidu sooritamise jaguneb laias laastus nelja etappi[21]:

- vahemaa mida läbib möödasõidusooritaja reaktsiooniaja algusest kuni möödasõidumanöövri alguseni

- vahemaa mida läbitakse möödasõidusooritaja poolt aeglasemalt liikuvast sõidukist möödumiseks;
- vahemaa, mis kulub möödasõitjal sobivasse tühimikku tagasireastumiseks:
- vahemaa, mida läbib vastassuunas vastu liikuv sõiduk eelnevatele etappidele kuluva aja jooksul.



Joonis 2.3 möödasõidu sooritamise etapid [21] (Autori poolt kohandatud)

Joonisel [Joonis 2.3] kujutatud skeemi põhjal saab väita, et peamisteks möödasõidunähtavust mõjutavateks faktoriteks on tee plaani ja vertikaallahendus, sõidukiirused (möödasõitja, möödasõidetav ja vastuliikuja), sõidukite vahelised tühimikud (sõltuvad kiirusest) ja juhtide sõiduoskus (juhi reaktsiooniaeg).

Möödasõidu keelamisel on võimalik tugineda kohtumisenähtavusele. Kohtumisenähtavusena mõistetakse vahemaad, mis on piisav vastastikku ühel sõidurajal teineteisele lähenevate sõidukite peatamiseks nii, et oleks võimalik vältida kokkupõrget samal ajal ise kõrvale põikamata[1]. Kohtumisenähtavus on võrdne kahekordse peatumisenähtavusega. Sellise põhimõtte rakendamine loob eeldused ohtlike õnnetuste vältimiseks.

2.1.2 Eraldusega (1+1) kahe rajaline-kahe suunaline maantee

Keskpiirdega 1+1 ristlõikega teeks nimetatakse tavapäraselt kahe rajalist maanteed, mille mõlemas suunas on üks sõidurada ning mille suunavööndid on omavahel eraldatud füüsilise piirdega. Tavaliselt on sellised teed ümber ehitatud olemasolevatest maanteedest. Ümberehituse peamiseks eelduseks on olemasoleva tee katte ja mulde piisav laiusgabariit. Mulde laiuse juures on oluline, et ei peaks olemasoleva tee muldkeha laiendama, vastasel juhul oleks mõistlik juba kaaluda 2+1 tee ehitust. Tee põhimõtteline ülesehitus on sarnane 2+1 keskpiirdega teedele, kuid kui seal esineb suundadel kordamööda vahelduvalt möödasõidurada, siis 1+1 piirdega teel möödasõiduvõimalus puudub. Kahe eelnimetatud tee erinevus on graafiliselt kujutatud järgneval joonisel [Joonis 2.4].



Joonis 2.4 1+1 eraldusega tee, laius 9-10 m (vasakul) ja traditsiooniline 2+1 tee, laius 13 m (paremal)[22] (Autori poolt kohandatud)

1+1 keskpiirdega ristlõiget rakendatakse olukordades, kus on probleeme liiklusohutuse tagamisega eelkõige möödasõitudest ja vastassuunda kaldumistest põhjustatult. Eralduse rajamine on üheks võimalikuks probleemi lahendamise meetmeks olukordades, kus esineb risk sõidukite poolt plaanikõverike lõikamiseks ning ka situatsioonides, kus puudub piisav möödasõidunähtavus tagamaks ohutud tingimused möödasõitudeks. Lisaks on sõidusuunad teineteisest vaja füüsiliselt eraldada olukordades, kus pidevalt ignoreeritakse möödasõitu keelavaid liiklusmärke ning teekattemarkeeringut, seades seeläbi ohtu kaasliiklejad. Keskpiirde rajamine ei ole ainus võimalik eralduse meede.

Sõiduradade eraldamiseks on lisaks pörkepiirdele veel teisi võimalike lahendusi. Üheks selliseks võib osutada sõidutee tasapinnast tõstetud, kuid samas üle sõidetav ohutussaar. Eestis on juba varasemalt kasutatud eraldusmeetmena ka kummiposte.



Joonis 2.5 sõiduradade eraldus kesksaarega vasakul [23], eraldus kummipostidega paremal[24]

Täpsemalt käsitletakse 1+1 keskpiirdega teed peatükis 3 konkreetse näite põhjal.

(1+1) keskpiirdega tee teenindustaseme arvutus

Kuna eraldusega (1+1) kahe rajaline-kahe suunaline maantee erineb oma ülesehituselt oluliselt tavalisest kahe rajalisest-kahe suunalisest teest, siis ei saa teenindustaseme arvutusel lähtuda samadest põhimõtetest, millest kirjutatud punktis 2.1.1.

Teenindustaseme arvutamisel tuleb lähtuda (2+1) ristlõikega tee üherajalise osa arvutusest, sest teenindustaseme arvutuse kohaselt on sisuliselt tegu sama asjaga. (2+1) tee üherajalise osa teenindustaseme arvutust on kirjeldatud 2+1 tee teenindustaset käsitlevas punktis 2.2.2.

2.2 (2+1) teede tehnilised karakteristikud

Esimesed 2+1 ristlõike katsetused valmisid Rootsis 1998 aastal. Keskpiirdega teed rajati olemasolevatele 13 meetri laiustele teedele. Enne ümberehitust olid need kahe rajalised-kahe suunalised teed, mille ristlõikelaius võimaldas juhtidel tekitada möödasõitude sooritamiseks nn „kolmanda raja“ [25]. Niinimetatud kolmerajaliste maanteedepuhul, kus sõidutee keskmine osa ongi mõeldud möödasõidurajaks mõlema sõidusuuna jaoks, ei pea möödasõiduks otsima vastassuuna liikluses sobivat tühikut. Paraku selline iseregulatsioon põhjustab ühise raja kasutusel sageli liiklusohtlike olukordi. Kuna see lahendus ei toimi kuigi edukalt, saab selliseid ristlõikeid pidada kõige ohtlikumateks. Probleemi ilmestamiseks on alapunktis 2.4 õnnetuste prognoosi meetodeid kasutades võrreldud seda sorti ristlõikeid teiste tüüpidega, tulemused vastasid ootustele ning on nähtavad jooniselt [Joonis 2.11]. Peamisteks murekohtadeks sellistel teedel olid teelt väljasõidud ning laupkokkupõrked, nimetatud põhjused said ka ajendiks miks olemasolevat taristut ümber ehitada [25].

Rootsi näitel on 2+1 teede puhul maksimaalselt ära kasutatud olemasolevat 13-14 m laiust teed ning võimalikult vähese ümberehitusega on saavutatud tänane lahendus[26]. Saksamaal on seevastu vaid üks kolmandik rajatud 2+1 teedest ehitatud ümber vanast teest. Enamus Saksamaa 2+1 teedest on uusehitised ning sellest tulenevalt on ka ristlõikeparameetrid laiemad[27]. Eesti puhul tuleb 2+1 teede rajamisel olemasolevaid traditsioonilisi kahe rajalisi maanteid oluliselt ümber ehitada. Meil levinud maanteede olemasolevad ristlõike laiused ei ole piisavad võimaldamaks Rootsi näitel minimaalse vaevaga lahendusi ellu viia.

2+1 maanteed on tavaliselt mõeldud keskmistele ning keskmistest kõrgematele liiklussagedustele, kuigi siiani ei ole täielikult selge mis oleks kõige sobilikumad liikluskoormused. Teadaolevalt rakendatakse Soomes ja Rootsis maksimaalsete liikluskoormuste ajal liiklusohutlike olukordade vältimiseks ka möödasõiduradade sulgemisi[27]. Liiklusseadus [28] sätestab, et asulasisesel teel peab aeg mis kulub üksteise järel liikuvate sõidukite vahelise pikivahe läbimiseks olema normaaltingimustel vähemalt kaks sekundit ja asulavälisel teel vähemalt kolm sekundit. Maanteeamet on seadusemuudatuse ettepaneku teinud, et pikivahe võiks kõikjal olla 2 sekundit. 3 sekundiline intervall tähendab ühtse voo korral 1200 a/h, 2 sekundi puhul on sama näitaja 1800 a/h. 2+1 teel möödasõidulõigule eelneva üherajalise lõigu lõpus on sõidukid koondunud ning nende vahelised intervallid on lühenenud. 2+1 teede puhul võib see kõrgete liiklussageduste ja sõidusuundade ebaühtluse korral tingida olukorra, kus möödasõiduala lõpus, ohutuks tagasipöördumiseks pöörirajale, ei pruugi sõidukitele leiduda sobivaid tühikuid. Ühest küljest muudab 3 sekundiline pikivahe olukorra pandlikumaks, kuid samas teoreetiline läbilaskvus on sellest tulenevalt väga madal. Kui probleemi veel detailsemalt süveneda, siis möödasõidu puhul peaksid tühikud olema, sellised, et sinna ka normide kohaselt vahele mahuks. See tähendab pikivahet vähemalt 6 sekundit, seadusemuudatuse jõustumisel 4 sekundit (90 km/h liikudes vastavalt 150 m ja 100 m). Kui alapunktis 2.1.1 kirjeldati 4 möödasõiduarvutuse etappi, siis 2+1 tee puhul neist kasutada kolme esimest. Neljandas etapis vastassuunal liikleja puudub – sarnast ülesannet täidab aga möödasõiduala lõpp ning seab möödasõidupikkusele täiendava piirangu. Möödasõidualade pikkust käsitletakse täiendavalt punktis 2.2.1.

Ühelt poolt kui tahta täita Liiklusseadust ja soovides samal ajal parandada ka läbilaskvust, siis tekib ebakõla. Läbilaskvuse suurendamine on mõeldav vaid möödasõite keelates, sest läbilaskvust ja ohutust silmas pidades on tee üherajalise osa läbilaskvus suurem.

Lisaks möödasõidulade dimensioneerimisele on liiklusohutuse tagamisel oluline roll läbimõeldud ristlõikelahendusel. Järgnevas tabelis [Tabel 2.1] on välja toodud 2+1 ristlõikega teede puhul kasutatud ristlõikeelementide laiused riigiti.

Tabel 2.1 erinevate riikide 2+1 ristlõigete võrdlus[27] (Autori poolt kohandatud)

Riik	Sõiduradade laiused		Kindlustatud peenar (m)	Keskpiire (m)	Kate kokku (m)
	Üherajaline osa (m)	Kaherajaline osa (m)			
Rootsi (lai)	3.75	3.25	0.5	1.75	13.0
Rootsi (kitsas)	3.25	3.25	0.75	1.0	12.25
Soome (lai)	3.75	3.25-3.5	0.9-1.25	1.7	14.35
Soome (kitsas)	3.75	3.25-3.5	0.75	1.5	13.5
Norra	3.25-3.5	3.5	0.5-1.0	1.0	12.25-13.0
Poola	3.5	3-3.5	0.7	2.1	13.65
Eesti	3.75	3,25-3.5	1	1.5	14.0

Lai – standardne 2+1 ristlõikega tee

Kitsas - kasutajad ei oota suuri kiiruseid, 2+1 osad on vaheldumisi 1+1 osadega ning projektkiirus on teel osati varieeruv, vahel vasakpöörded lubatud

Tee elementide laiustes on näha üsna suuri erinevusi. Tee katte laiused varieeruvad vahemikus 12,25..14,35 m [Tabel 2.1]. Sellised laiuste erinevused võivad tuleneda mitmetest eri faktoritest. Kindlasti on üheks selliseks teguriks tee rajamisele eelnev olukord, vastavalt, kas teed on uusehitised või ümber ehitatud varasemalt olemasolevatest. Rootsi, Soome ja Norra ristlõigete laiustest on näha, et nad on kitsamad ning arvatavasti tulenebki see varasemalt kasutuses olnud teede laiuse võimalikult efektiivsest ära kasutamisest. Lisaks on ka raskeveokeid silmas pidades sealne kiiruspiirang madalam kui Eestis (vt Tabel 2.4) ning nende kiirused on piiratud seadisega vähemalt 85 kilomeetrile tunnis[29].

Tee elementide laiused on tihedalt seotud lubatud piirkiirustega ning kergliiklejate liikumisvõimalustega. Liiklusohutuse seisukohast on oluline, et kergliiklejatele oleksid võimaldatud ohutud liikumistingimused eraldi kergliiklustee või piisavalt laia kindlustatud peenra abil.

Eestis on (12.04.2020 seisuga) välja ehitatud 2+1 lõigud riigiteele nr 2 (Tallinn-Tartu-Luhamaa) ning riigiteele nr 4 (Tallinn-Pärnu-Ikla). Teeregistri ja Maanteeameti kodulehe andmetel on antud lõikudes tee ristlõige ühesugune ja toodud tabelis [Tabel 2.1].

Tabel 2.2 Eestis 2020 aasta seisuga välja ehitatud 2+1 maanteed[30]

Tee nimi	2+1 lõigu nimetus	Ehituse algus	Ehituse lõpp	Pikkus [km]	Algus km	Lõpu km
Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	Annikvere-Neanurme	01.04.2017	30.11.2017	4,1	131,0	135,2
Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	Pikknurme-Puurmani	01.11.2018	31.10.2019	4,7	142,2	146,9
Tallinn - Tartu - Võru - Luhamaa	Valmaotsa-Käravere	01.07.2017	01.11.2018	7,3	160,8	168,1
Tallinn - Pärnu - Ikla	Ääsmäe-Kohatu	27.04.2017	31.12.2017	8,3	28,4	36,7
Tallinn - Pärnu - Ikla	Sauga-Nurme	01.10.2016	01.01.2018	2,5	120,3	122,8

Välja ehitatud 2+1 ristlõikega teelõikude kogupikkus on ligikaudu 27km. Peale ehitustööde lõppu on 2+1 sõidurajaga teedel toimunud 6 inimkannatanutega liiklusõnnetust. Üks neist Valmaotsa-Käravere lõigul, kaks Ääsmäe-Kohatu ja kolm Sauga-Nurme lõigul. Kannatanutega liiklusõnnetustes on kokku vigastada saanud 7 inimest, hukkunutega õnnetusi ei ole toimunud. Toimunud liiklusõnnetustest kolm leidsid aset talvistes oludes ja kolm suvisel ajal, kuiva teega. Andmed liiklusõnnetuste kohta on esitatud järgnevas tabelis [Tabel 2.3].

Tabel 2.3 2+1 sõidurajaga teelõikudel toimunud LÕ-de arv ning vigastatute arv (sulgudes) enne ja pärast tee ümberehitust ning ehituse ajal (tähistatud siniselt aasta täpsusega)[30] (Autori poolt kohandatud)

Lõigu nimetus	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Annikvere-Neanurme		2 (6)							
Pikknurme-Puurmani				1 (1)				1 (1)	1 (1)
Valmaotsa-Käravere		2 (3)	1 (2)	1 (1)	3 (4)	1 (1)	3 (5)	2 (3)	
Ääsmäe-Kohatu	1 (1)	2 (3)	2 (3)	1 (1)	1 (1)	3 (3)		1 (1)	1 (2)
Sauga-Nurme			2 (2)		2 (2)		1 (1)	3 (3)	
Kokku	1 (1)	6 (12)	5 (7)	3 (3)	6 (7)	4 (4)	4 (6)	7 (8)	2 (3)

Pärast traditsiooniliste 2-rajaliste teede ümberehitamist 2+1 sõiduradadega teedeks on neil liiklusõnnetuste arv läbisõidu kohta langenud. Arvestades lõikude lõplikule valmimisele järgnevaid aastaid ning lähtudes 2019 aasta 2+1 lõikude läbisõidust ja toimunud kannatanutega liiklusõnnetuste arvust toimub neil lõikudel 0,044 liiklusõnnetust miljoni autokilomeetri kohta aastas. Varasemalt, kõigi lõikude ehituseelse kolme aasta keskmine liiklusõnnetuste arv oli miljoni autokilomeetri kohta 0,074[30].

Ümberehitusele järgnenud vaatlusperiood on olnud väga lühike ning selle põhjal ei ole võimalik muutuste mõju täpset hinnata ja lõplike järeldusi teha. Olemasolevatele andmetele tuginedes saab väita, et vaadeldud teelõigud on muutunud ohutumaks.

2.2.1 (2+1) möödasõidukohad ja hädapeatused

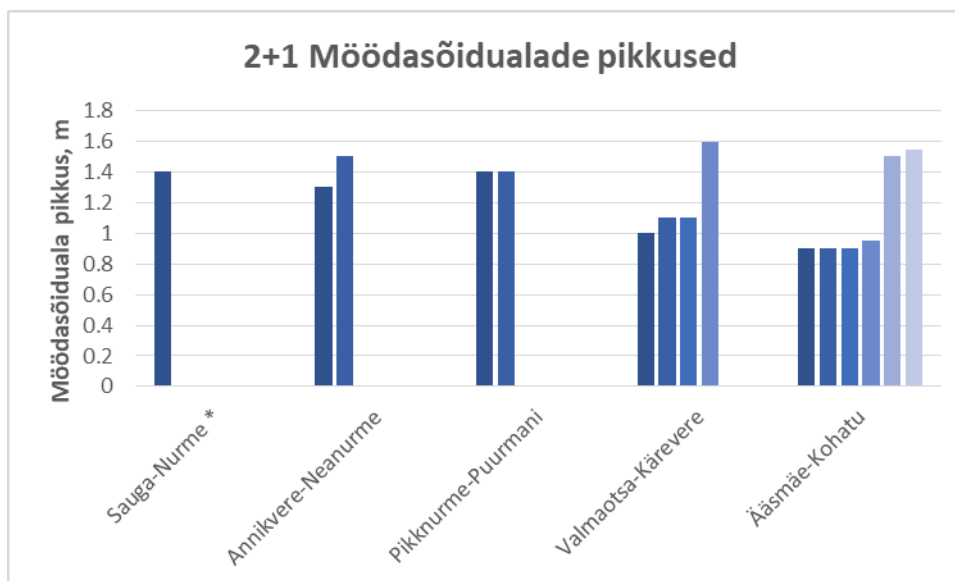
Möödasõidukohad

Möödasõidurajad mängivad 2+1 maanteed juures olulist rolli. Möödasõiduraja pikkus mõjutab nii maantee kahe rajalist, kui ühe rajalist osa. Ühelt poolt mida pikem on möödasõidurada, seda enam saab sooritada möödasõite ning teiselt poolt, mida pikem on tee ühe rajalise osa pikkus, seda enam sõidukid möödasõiduvõimaluse puudumise tõttu üksteise taha koonduvad ja möödasõiduvõimalust ootavad. Nagu ka varasemalt alapunktis 2.2 kirjeldatud võib selline koondumine suurte liiklussageduste juures tingida olukorra, kus sõidukid on tihedalt minimaalsete tühimikega üksteise taga ja ei ole võimalik ohutult möödasõitu sooritada tagasireastumiseks sobiva tühiku puudumise tõttu. Möödasõidurada planeerides on vaja leida kuldne kesktee ühe rajalise tee osa miinuste, mitmerajalise tee osa plusside ning vaadeldava ala topograafiliste tingimuste ja lõikumiste asukohtade vahel.

Omavahel on tugevalt seotud möödasõiduraja pikkus, liiklussagedus ja sõidukiirus. Liiklussagedus ja sõidukiirus on omavahel seotud sõidukite tihedusega. Sõidukite tiheduse kujunemisel mängib olulist rolli erinevate sõidukiliikide puhul rakendatavad kiiruspiirangud. Mida lühem on möödasõiduraja pikkus, seda suurem on tõenäosus, et ühe rajalise teeosa lõpus olev liiklustihedus ei lange järgmise ühe rajalise osa alguseks[27].

Rootsi normid soovivad möödasõiduradade pikkuseks vahemikku ühest kilomeetrist kuni kahe ja poole kilomeetrini[31]. Simulatsioonide tulemusel on leitud, et möödasõiduvõimalusega ala pikkust planeerides võiks eesmärgiks olla 1500 m[26]. Siinkohal tasub mainimist, et nagu ka punktis 2.1.1 kirjeldatud, ei saa möödasõiduradade pikkuste määramisel lähtuda ainuüksi AKÖL-ist, sest sama AKÖL võib esineda täiesti erinevate liiklussageduste jaotuste korral, seda nii suundade, ööpäevade, tundide, kui ka tipptunnisisese löikes. Möödasõidualade pikkusi projekteerides tuleks lähtuda iga konkreetse olukorra liiklusprognosist.

Eesti seni tehtud lahenduste puhul on möödasõidualade pikkused projekteeritud vahemikus 900-1600 m ning on nähtavad jooniselt [Joonis 2.6 Eesti 2+1 maanteed möödasõidualade pikkused]. Liiklussagedused antud lõikudes on 2019 aasta andmetel riigiteel nr 2 vahemikus 7321-7636 autot/ööp ja riigiteel nr 4 8850-9266 autot/ööp[32]. AKÖL-i sagedused on küll tagasihoidlikud, kuid nagu varasemalt mainitud mängib olulisemat rolli raskeliikluse osatähtsus ja suundade ebaühtlus tipptundidel.



Joonis 2.6 Eesti 2+1 maanteed möödasõidualade pikkused

Kus: * - kogu lõik ühtlase 2+1 ristlõikega, möödasõiduala ei vaheldu suundadel, pikkusena märgitud möödasõiduvõimalusega ala pikkus

Hädapeatused

2+1 ristlõikega teede puhul on teenindustaseme ja üldise liikluskorralduse suhtes üheks nõrgaks kohaks liiklusseisakud, mis on tingitud hädapeatunud sõidukitest ning liiklusõnnetustest[26]. Hädapeatuste mõju analüüsi liiklusele on keeruline teostada, sest kogutud andmeid selliste olukordade kohta on raskesti leitavad. Üldjuhul kui sõidukiga midagi juhtub, suudetakse sõiduk juhtida põhiteelt kõrvale nii, et liiklust häiritakse minimaalselt. Selliseid sündmuseid tavaliselt ei registreerita.

Hädapeatuste osas on ajaga toimunud selge edasimineku, sest sõidukite töökindlus on viimaste kümnenditega oluliselt paranenud ning nõudlus SOS taskute järele on väike. Hädapeatustaskutest ei saa aga täiesti loobuda, sest päris kindlasti hädapeatumiste tõenäosus nulli iial ei lange. Eesti näitel kasutatakse 2+1 teede puhul põhimõtet, et kui piirdega eraldatud lõik on pikem kui 1 km, tuleb kavandada sõidukitele peatumise võimalus[33]. Taoliste hädapeatuskohtadena on võimalik kasutada ka teelõigul paiknevaid taskuga bussipeatusi ning tagasipööramise kohti.

Kahjuks võivad 2+1 teel, olukordades kus ei ole võimalik sõidukit teelt kõrvale juhtida, hädapeatumised põhjustada palju suuremat probleemi, kui teiste ristlõigete puhul. Kui muudel juhtudel on möödapõikamise võimalused olemas ka siis kui hädapeatunud sõiduk jääb väga ebasoodsalt sõidurajale, siis 2+1 tee üherajalisel osal võib see tekitada probleemi ka juba siis kui sõiduk jääb ainult osaliselt sõidurajale.

Suurem probleem esineb, kui on toimunud liiklusõnnetus ning seetõttu on tee kas osaliselt või lausa täielikult suletud. Taoliste olukordade puhul tuleb kasuks, kui on olemas võimalikud asendusmarsruudid, kuhu liiklus kasvõi osaliselt (üks sõidusuund) suunata. Paratamatult on selliseid võimalusi vähe ning kõiki liiklejaid ei saa aidata.

Eesti näitel leidis üks taoline juhtum aset 16.03.2020 riigitee nr 2 Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa mnt 133. kilomeetril, kus sõiduauto kraavi sõitmise tõttu äkkpidurduse sooritanud veok samuti kraavi sõitis[34]. Antud õnnetuse puhul jäi veoki haagis teele ning sulges liikluseks 2+1 tee kaheerajalise osa täielikult. Õnneks õnnetuses keegi raskelt vigastada ei saanud ning suuremat liiklusseisakut suudeti vältida tänu võimalusele liiklus ajutiselt ümber suunata mööda asendusmarsruuti.

2.2.2 (2+1) maantee teenindustase

2+1 Ristlõikega teede teenindustase sõltub tee erinevate osade pikkusest ning sellest, kuidas need on paigutatud (üksikud pikad või mitmed lühemad sektsioonid). Tee osade pikkuste valik sõltub olulisel määral konkreetsest olukorrast, kuidas paiknevad mahasõidud, lõikumised ning tee plaani- ja vertikaallahendusest[26].

Lisaks juba varasemalt rõhutatud tiptunniga seotud tegurite olulisuse kõrval on teenindustaseme tagamisel tähtis roll ka erinevatel segajatel nagu näiteks: aeglaselt liikuvad sõidukid ja traktorid; hädapeatunud sõidukid ja õnnetused teel; tee hooldus ja remont[26].

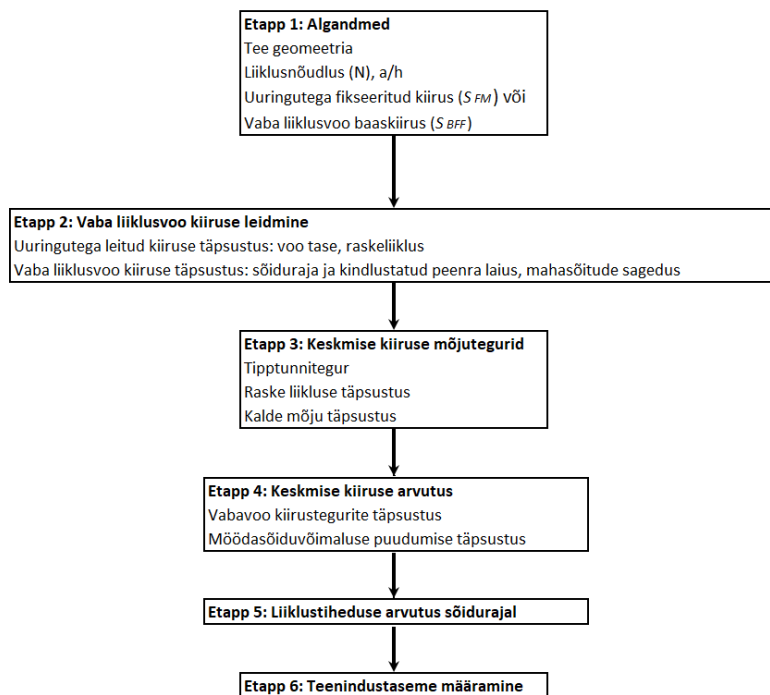
(2+1) tee teenindustaseme arvutus

2+1 rajaline tee on üsnagi sarnane kolmerajalisele maanteelõigule, kus on lisarada tõusul. Teenindustaseme arvutamise juures ei saa aga päris sama metoodikat kasutada, sest nende vahel on kaks olulist erisust[3]:

- 2+1 tee sõidusuunad on üksteisest füüsiliselt eraldatud ning sellest tulenevalt mõjutab keskmise kiiruse kujunemist täiendavalt sõiduraja ja piirde vahelise ala laius;
- 2+1 ristlõike puhul osutub arvutuslik lisaraja täiendava mõju pikkus (L_{de}) ooteajale pea alati pikemaks, kui vaheldumisi paiknevate eri ristlõigete pikkused. Sellest tulenevalt ei ole ooteajast lähtuvaid kriteeriume otstarbekas kasutada, vaid teenindustaseme määramisel tuleks lähtuda enamkoormatud ehk üherajalise sõidusuuna arvutusest.

Sellise käsitluse korral lihtsustub arvutus oluliselt ning teenindustase on võimalik määrata liiklustiheduse alusel. Tiheduse kriteeriumid on erinevad 4- ja 6-rajaliste maanteede teenindustaseme arvutustel kasutatavatest. Joonisel [Joonis 2.7] on

esitatud plokk skeem, kus on graafiliselt kujutatud mis järjekorras ning mis etappe pidi toimub T. Metsvahi „Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks“ käsikirja [3] põhjal 2+1 ristlõikega tee teenindustaseme arvutus. 2+1 rajalise maantee teenindustaseme põhiliseks näitajaks on keskmine kiirus ja ooteaeg.



Joonis 2.7 2+1 maantee üherajalise osa teenindustaseme leidmise arvutusetaapid[3] (Autori poolt kohandatud)

2.2.3 (2+1) projektkiirus, kiiruspiirang, keskmine kiirus

Üheks peamiseks meetodiks, kuidas tagada teekasutajate ohutus on sõidukiiruste piiramine. Kiiruspiirangud on seatud selleks, et oleks miinimumi viidud liiklusõnnetuste risk, et oleks tagatud ohutud liikumisvõimalused kõigile tee kasutajatele ning vähendamaks muid kahjulike mõjusid (müra, vibratsioon, heitgaasid). Eelkõige tuleb piirkiiruste määramisel arvestada ohutust ning selle sobivust antud liikluskeskkonda. Lubatud kiiruse väärtus sõltub paljuski liikluse koosseisust, -sagedustest ning maakasutusest. Riigiti hinnatakse kiiruspiirangute mõju ja õnnetuste riski erinevalt, sellest tulenevalt on ka eri riikides sätestatud neile omased piirkiirused.

Kiiruspiirangud on Euroopas 2+1 ristlõikega maanteedel üsnagi sarnased ning jäävad vahemiku 80-110 km/h, näitena on toodud riigiti kasutatavad kiirused tabelis [Tabel 2.4]. Tabelis on välja toodud 2+1 ristlõikega teede üldised kiiruspiirangud ning neil teedel esineda võiv keskmine liiklussagedus. Esitatud liiklussageduste suurused ei ole mingil moel soovituslikud vaid pigem sellised väärtused, mis võivad väga soodsate liiklusvoogude jaotuse korral erandina realiseeruda.

Piirkiiruse sätestamisel tuleb arvestada ka raskeliikluse osakaaluga. Raskeliiklusele sobib tavaliselt madalam piirkiirus ning sellest tulenevalt alandavad nad kõigi liiklejate keskmist kiirust ning suurendavad möödasõitu soovivate sõidukite arvu, mis mõjutab otseselt liikluse läbilaskvust ja -ohutust.

Tabel 2.4 2+1 ristlõikega maanteedehitiste tehniliste karakteristikute võrdlus [27] (Autori poolt kohandatud)

Riik	Kiiruspiirang	Üldine kiiruspiirang asulavälisel teel[35]	AKÖL
	(km/h)	(km/h)	(autot/ööp)
Rootsi	80-110	70	4000-20000
Norra	90-110	80	6000-22000
Saksamaa	100	80	7000-25000
Soome	100	80	8000-13000
Taani	80-90	80	7000-15000
Iirimaa	100	80	≤14000
Austria	≤100	80	7000-18000
Poola	100	80	10000-25000

Üheks oluliseks sõidukite tegeliku kiirust iseloomustavaks näitajaks on V85 ehk kiirus, mida antud teel ei ületa 85% sõidukitest[36].

2008 aastal alustati Rootsis piirkiiruste ühtlustamisega 2+1 ristlõikega teedel 100 kilomeetrile tunnis[26]. Varasemalt oli neil teedel sõiduautodele seatud piirkiiruseks 90-110 km/h, mida esineb kohati praegugi. Riigi üldine liikluspiirang asulavälistel teedel on madalam, vahemikus 70-80 km/h[35]. Üsna pea pärast muudatuste ellu viimise alustamist viidi läbi ka sellekohane uuring[26][37], mille käigus vaadeldi tegelike kiiruseid enne piirkiiruse tõstmist/langetamist ning pärast piirkiiruste tõstmist/langetamist. Kiiruseid mõõdeti teede üherajalistel osadel. Kogutud andmed on leitavad tabelist [Tabel 2.5].

Tabel 2.5 mediaankiiruse ja V85 muutus vastavalt piirkiiruste muutmisele Rootsi näitel[26] (Autori poolt kohandatud)

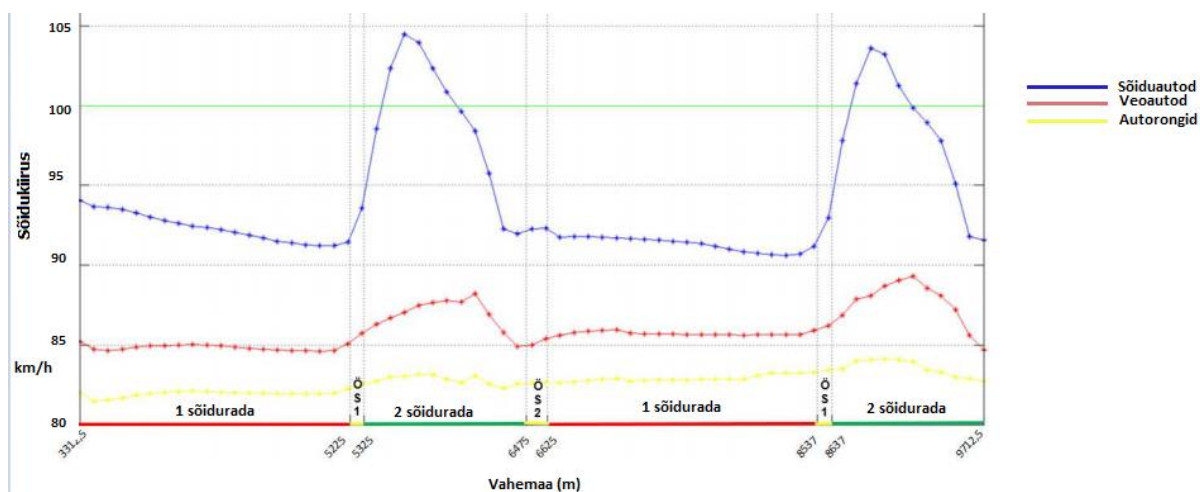
Sõiduki liik	Kiiruspiirangu muutus (km/h)	Mediaankiirus (km/h)			V85 (km/h)		
		Enne	Pärast	Muutus	Enne	Pärast	Muutus
Sõiduautod	110 -> 100	102.3	100	-2.3	117.2	113.9	-3.3
	90 -> 100	93.8	97.2	3.4	104.7	107.8	3.1
Veoautod	110 -> 100	92.4	91.9	-0.5	106.7	104.8	-1.9
	90 -> 100	89.1	91	1.9	99	102.2	3.2
Autorongid	110 -> 100	84.7	84.2	-0.5	90.1	89.8	-0.3
	90 -> 100	84.3	84.5	0.2	89.4	89.8	0.4

Tabelist [Tabel 2.5] selgub, et lubatud piirkiiruste ühtlustamisel 100 kilomeetrini tunnis toimusid suurimad mediaankiiruse muutused vahemikus 2,3-3,4 km/h sõiduautode puhul ning pigem olid muutused suuremad kui kiiruse piirangut tõsteti.

V85 puhul olid muutused märgatavad nii sõiduautode kui veoautode puhul jäädes vahemiku 1,9-3,3 km/h. Veoautodena vaadeldi kõiki sõidukeid mille teljevahe oli üle 3,5 meetri, sh kaubikud, autobussid. Kõikide sõidukite puhul vähenes kiiruspiirangu muutmisega mediaankiiruse ning V85 kiiruse vahe. Autorongide puhul kiirused väga ei muutunud, sest nende puhul maksimaalne lubatud sõidukiirus ei muutunud (nii enne kui pärast kehtis 80 km/h)[37].

Kokkuvõtvalt selgus uuringust, et kiirus ühtlustus - see oli oodatav ja hea. Kahjuks uuringus ei kajastatud liiklussageduse ja raskeliikluse osatähtsuse andmeid mille põhjal saaks aimu tee iseloomust. Saadud tulemusi ei saa seetõttu ka mujal kasutada, sest ei ole piisavalt lähteandmeid, millele tugineda.

2+1 maanteedel kaherealistel osadel on aga sõidukite kiirused palju ebaühtlasemad ning mediaankiiruste ning V85 vahe on palju suurem. Liikumiskiirusi möödasõiduradadel ilmestab hästi järgnev joonis [Joonis 2.8]. Joonisel kajastatud teelõigu liiklussagedus vaadeldaval ajal on 600 sõidukit tunnis. Mõõtedetektorid paigutati 100 meetriste vahedega, et oleks nähtav sõidukiiruste muutus tee läbimisel[38].



Joonis 2.8 sõidukiirused 2+1 ristlõikega teel (liiklussagedus 600 sõidukit tunnis)[38] (Autori poolt kohandatud)

Jooniselt [Joonis 2.8] kajastuvad selgelt liiklejate sõiduharjumused aga ka võimalused. Ühe sõidurajalisel osal on liikluskiirused üsnagi ühtlased. Sõiduautode puhul pigem langevas trendis ning veokite puhul ligilähedane konstantsele. Kaherajalise tee osa puhul on märgata hüppelist kiiruse kasvu nii sõiduautode, kui ka veoautode puhul.

Joonist [Joonis 2.8] saab tõlgendada nii, et kahe sõidurajaga lõigu alguses soovitakse võimalikult kiirelt sooritada ees aeglasemalt liikuvatest sõidukitest möödasõit. 600 sõidukit tunnis on juba üsnagi arvestatav liiklussagedus ning teoreetiliselt peabki sellisel juhul alustama möödasõitu raja tekke algusest. Sel moel saab juht kindel olla, et ta suudab selle ohutult lõpetada. Kui möödasõitu alustada raja keskelt hakkaksid need sõidukid arvatavasti pidurdama juba teisi möödasõiduraja kasutajaid. Kohe raja alguses möödasõitu alustavad sõidukid näevad eesliiklejate käitumise järgi, millal oma möödasõit lõpetada ja nii jõuavad nad ka aegsasti omale sobiva tühimiku leida. Hiljem möödasõitu alustanutel võib tekkida raskusi tagasi reastumisega ning võivad tekkida ärevad olukorrad mida on kirjeldatud ka varasemas punktis 2.2. Kiiruste erinevus üherajalise tee osaga küündib sõiduautode puhul koguni kuni 15 kilomeetrini tunnis. Mida suurem on kiiruste erinevus esimese ja teise raja vahel seda parem, kuid liigne kiiruse ületamine ei ole ohutu liikluskeskkonna osa. Veoautode puhul saabub kiiruse maksimum sõiduautode omast tunduvalt hiljem (arvatavasti tingitud aeglasemast kiirendusest) ning nn kiiruse „hüpe“ jääb alla 5 km/h. Autorongide sõidukiiruse osas on muutused nähtavad, kuid ei ole märkimisväärsed. Möödasõiduraja teises pooles langeb sõidukite kiirus tagasi möödasõiduraja eelsele kiirusele. Üherajalisel osal sõiduautode kiirus langeb, teistel sõidukiliikidel on kiirus võrdlemisi ühtlane. Kiiruse langus võib olla põhjustatud olukorrast, kus kiiremini liikuda soovivad sõiduautod jõuavad järgi aeglasemalt liikuvatele sõidukitele. Veokite ja busside kiirus on ühtlasem, osalt võib see olla tingitud sellest, et neil on sõiduautodega võrreldes madalam soovitud sõidukiirus.

Autorongide puhul on üsnagi stabiilne olukord seletatav neile seatud lubatud piirkiirusega, mis on madalam ülejäänud sõidukite omast (Rootsis kus uuring läbi viidi, on autorongidele seatud piirkiirus seda tüüpi teedel 80 km/h).

Eestis kasutatakse 2+1 ristlõikega teedel maksimaalsete lubatud sõidukiirustena talvisel hooajal 90 km/h ning suvisel hooajal 100 km/h (raskeliiklus endiselt 90 km/h). Eestis seatud piirkiirused on üsnagi sarnased lähiriikides kasutatavatele.

2.2.4 (2+1) maanteede head ja vead

Eestis on viimastel aastatel valminud nii mõnedki 2+1 maanteelõigud. Lõigud on rajatud riigiteele nr 2 (Tallinn-Tartu-Luhamaa) ja riigiteele nr 4 (Tallinn-Pärnu-Ikla). Seoses sellega, et 2+1 teed on meile üsnagi uudne lahendus, on 2+1 maanteede teemal palju spekuleeritud ning kajastust on leidnud hulgaliselt 2+1 maanteede poolt-ja vastuargumente.

- Peamiseks 2+1 maanteede rajamise eesmärgiks on vähendada riski laupkokkupõrgeteks ning seeläbi suurendada oluliselt liiklusohutust võrreldes

tavaliste 2-rajaliste maanteedega[27]. Ühelt poolt on takistatud laupkokkupõrked, kuid ei ole välistatud, et õnnetuse korral sõiduk vastassuunda ei paisku. Piire on ka ise ohu allikas ja selle paigaldamine on õigustatud juhul kui sellega välditakse veel suurema ohu teket.

- Kergliiklejatele on vaja võimaldada ohutud liiklustingimused[27], vajadusel tuleb täiendava meetmena rajada laiemad teepeenrad, eraldiseisvad kergliiklusteed. Keskpiirdega teel on sõidusuundi eraldava ala laius üsna väike (Eestis seni kasutatud ligikaudu 0,5-0,75 m ühe sõidusuuna kohta [Tabel 2.4][39]) ning olenevalt ristlõike lahendusest ei saa suure gabariidilised sõidukid alati põigata täiendavalt tee keskele/vastassuunda nagu tavalise eralduseta tee puhul[20].

Ühelt poolt, paigaldatav piire aitab päästa elusid, kuid teisalt võib ebaõnnestunud lahenduste puhul halvendada osade teekasutajate gruppide liiklustingimusi.

- Puudub möödasõidu võimalus aeglasemalt liikuvatest sõidukitest tee üherajalisel osal, tippaegadel võivad tekkida pikad järjekorrad, mis ei pruugi laheneda pakutavate möödasõiduvõimalustega[27]. Probleem on tihedalt seotud tee eri osade pikkustega ning liiklussageduste jaotusega tunnisageduse aspektist lähtuvalt.
- Traditsioonilistest 1+1 ristlõikega teedest paremad möödasõiduvõimalused keskmiste ja tippaegade liiklussageduste juures[27], kui muidu segaksid möödasõidu võimalusi liikluskorraldus, vastu tulev liiklus ja muu selline.
- Suur kiirus möödasõidurajal, sellest tulenevalt võivad tekkida konfliktid sõidukite vahel, võimalik juhitavuse kaotus halbade teeolude korral[26][27]. Olukorra paranemisele aitaks kaasa üldise kiiruspiirangu alandamine (näiteks 80 km/h).
- Möödasõidurajad võivad tippaegadel tekitada liiklejatele ohtu kui möödasõitu sooritavad sõidukid peavad enne lisaraja lõppemist, reastuma põhirajale, kus alati ei pruugi neid ees oodata sobiva suurusega tühimike[27]. Sellised situatsioonid võivad lõppeda piirdesse- või teelt välja sõiduga. Taolised eri osade üleminekupiirkonnad on teel pudelikaelaks, mis vähendavad läbilaskvust ning suurendavad võimalike sõidukite vahelisi konflikte suurtel liiklussagedustel.

Tee projekteerimisel tuleb hoolikalt analüüsida teel esinevaid liiklussagedusi ja nende muutumist ajas. Kui liiklusandmete analüüsi põhjal teha õiged valikud erinevate tee osade projekteerimisel on võimalik oluliselt parandada liiklejate ohutust turvaliste, vastassuunalisusest eraldatud, möödasõiduvõimaluste näol. Tähelepanu tuleb pöörata sõidukiirustele, sõidukid kipuvad kiirust ületama peaaesjalikult möödasõiduvõimalusega aladel.

- Võrreldes 2+2 teedega on odavam ehitada ning vajalik väiksem maa-ala kasutus[27]. Teemaaga piirnevad kinnistud on suurelt osalt eraomandis ning võõrandamine on sageli keerukas protsess[12].
- Lõikumiste arv on piiratud, ristmike ehitus on kallis ning vajab suurt maa-ala[27]. Lõikumiste arv on seotud varasema maakasutuse planeeringuga, täpsemalt kirjeldatud ka alapunktis 1.1.
- Peab olema selgus, kui kaua 2+1 tee peab vastu liiklussageduste muutustele. Kui suur on tõenäosus, et tulevikus tekib vajadus ehitada ümber 2+2 ristõikega teeks ning kuidas konkreetse ristlõikelahenduse juures seda teha.

2+1 teed koos kaasnevate rajatistega võtavad rohkem ruumi kui traditsioonilised 1+1 maanteed, samas on hõlmatav maa-ala väiksem kui 2+2 ristlõigete puhul. Siinkohal tuleb juba varakult maakasutust planeerides olla suuteline hindamaks, kui kaua peab rajatav 2+1 tee vastu üldist kasvu trendi näitavatele liiklussagedustele. Sel moel on võimalik hinnata kas tulevikus võib tekkida vajadus 2+2 tee järele. Kui selline lahend on pikas perspektiivis oodatav, siis on võimalik juba varem vajaliku maa-alaga arvestada ning ka ehitustehniliselt lahendused läbi mõelda.

- Aeglasemalt liikuvad sõidukid ning eriveosed peavad oma liikumist ajaliselt planeerima, tipptunni aegadel pidurdavad nad teisi liiklejaid oluliselt[27]. Erisõidukitele (väga laiad veosed, lai põllumajandustehnika jt) tuleb võimaldada alternatiivsed marsruudid (oluline ka liiklusõnnetuste ja teel hädapeatunud sõidukite tarbeks)[20]. Olemas peab olema varu marsruut liiklusõnnetuste tarbeks. Õnnetuse korral, tipptunni ajal, saab seda kasutada ühe sõidusuunana. Tipptunni välisel ajal peaks olema võimalik kogu liiklus suunata alternatiivsele marsruudile. (vajalik mastapsemate õnnetuse puhuks, kus üks suund on täielikult blokeeritud ning teine suund on vajalik hädaabisõidukitele ligipääsuks)[20].

Kui kõike eelnevat arvesse võtta võib kokkuvõtlikult öelda, et sobivate tingimuste korral on 2+1 tee rajamisega võimalik oluliselt parandada teekasutajate liiklustingimusi, kuid seejuures tuleb projektlahenduse mõju laiapõhjaliselt analüüsida. Vastasel juhul, kui arutult toimida võib endale teha karuteene kallite rajamise-, hooldus- ja ümberehitusekuludega, samal ajal liiklejate ohutusega riskides.

2.3 (2+2) teede tehnilised karakteristikud

Eestis moodustavad 2+2 ja enama rajalise ristlõikega teed kogu võrgust üsnagi väikese osa. Põhimaanteed on Eestis 1609 km, neist I klassi maanteed 01.01.2020 Teeregistri seisuga ligikaudu 161 km, mis tähendab et need moodustavad ~10% kogu põhimaanteed võrgust, mis on üsnagi arvestatav suurus. Täiendavalt on I klassi kuuluvaid teid ka teistes maanteetüüpides.

Maantee projekteerimismuutnormide kohaselt on 2+2 ristlõike väärilise tee prognoositud liiklussageduseks >14500 autot ööpäevas[1]. Vastavasisulise tabeli all on tärnina kirjas, et kui AKÖL on kuni 20 000 autot ööpäevas, võib tee projekteerida kahe rajalisena, 5 m laiuste sõiduradadega [1]. Õnneks on Maanteeamet selliste teede kasutamisel õppinud lähiriikide vigadest ning ei ole selle lahenduse kasutamisega kaasa läinud. Selliste teede rajamine on olnud üheks peamiseks põhjuseks miks Põhjamaad viimastel aastakümnetel nii aktiivselt oma laiade sõiduradadega 1+1 maanteed on ümber ehitatud. Täpsemalt on probleemi lahatud varasemalt alapunktis 2.2.

Kui vaadata kaugemale juba olemasolevatest teedest, siis tasuks hinnata milline võiks olla selliste kõrge klassi teede nõudlus tulevikus. Kui lähtuda vaid AKÖL-ist, siis kõik teelõigud, mille liiklussagedus on üle 14500 a/ööp peaksid olema I klassi teed. Täna (2019 aasta) liiklussagedusi korrutades kordajaga 1,5 võiks saada tulemuse sarnasusse suurusjärku umbes 20 aasta prognoosile. Mingite kokkulangemiste tulemusel võib selline olukord täiesti realiseeruda. Sellisel juhul oleks vaid AKÖL-i arvestades põhimaanteedel nõudlust ligi 190 kilomeetrile I klassi maanteele.

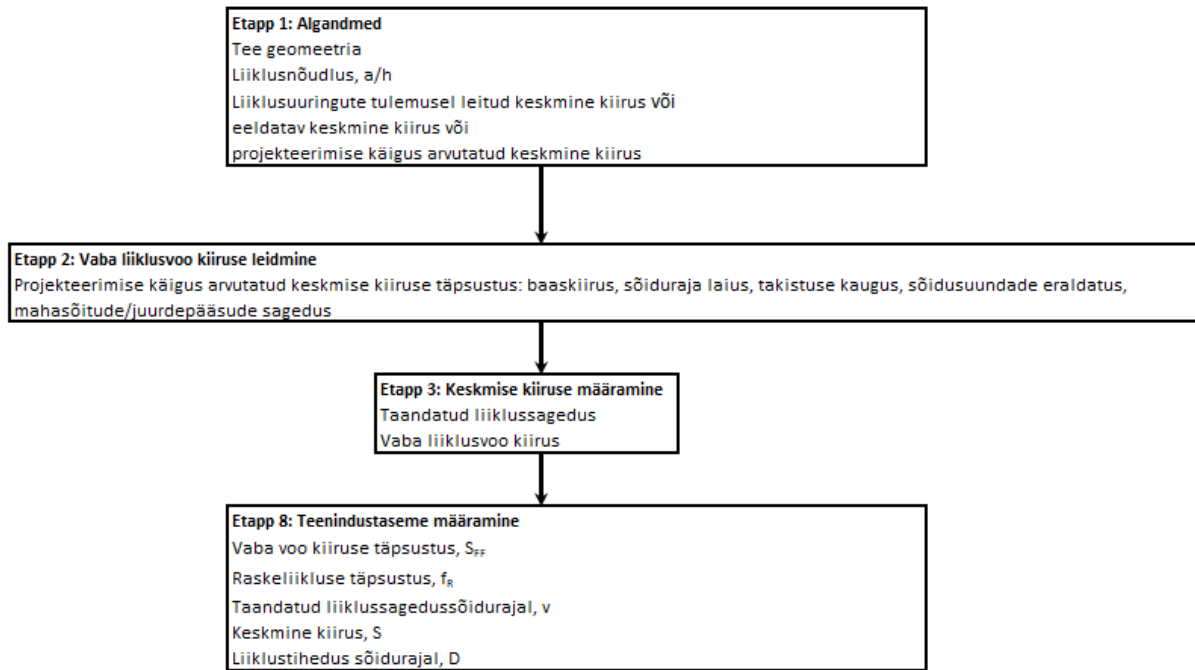
Praeguse seisuga Eestis esineb 2+2 ja enamate sõiduradadega teid riigi põhimaanteedel nr 1 (Tallinn-Narva), nr 2 (Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa), nr 4 (Tallinn-Pärnu-Ikla), nr 11 (Tallinna ringtee) ja kõrvalmaanteedel 11390 Tallinn-Rannamõisa ja 11250 Viimsi-Randvere. Riigitee nr 1 on praegu ainus põhimaantee, kus esineb ka 3+3 maanteelõik (km 9,2-13,9). Viimasena mainitud kahe kõrvalmaantee puhul ei ole tegemist I klassi maanteedega, kuigi formaalselt oleks see võimalik. Siinkohal tuleb ilmsiks punktis 1.1.3 kirjeldatud vasturääkivus.

Vastupidiselt 2+1 teedele, mis on meie liikluspildis üsnagi värsked lahendused, ulatub 2+2 teede ajalugu eelmise sajandi kuuekümnendatesse, kui esimese 2+2 teelõiguna ehitati välja Väo - Maardu tsementbetoonkattega tee aastal 1967. Eesti 1970. aastate teedehituse määras paljuski 1980. aasta Moskva olümpiamängude toimumine. Olümpiamängude Tallinna purjeregati puhuks koostati esmane teedehituse programm, mille kohaselt pidid nii Tallinn - Narva kui ka Tallinn - Pärnu - Ikla maantee 1980. aastaks välja ehitatama 2+2 rajaliste magistraalidena. Alustati nende teede

projekteerimisega – kuna projekteerimise maht oli väga suur ja Projekteerimise Instituudi "Eesti Maanteeprojekt" jaoks käis see maht üle jõu, siis kõigea hakkama ei saadud. Tallinn - Pärnu maantee lõigu Pääsküla - Ääsmäe projekteerimisel tulid appi Leningradi projekteerijad. Nende projekti järgi see teelõik ka 1980. aastaks valmis. 2+2 teid on pidevalt rekonstrueeritud ja juurde ehitatud alates 1990. aastate teisest poolest[12]. Vabariigi taasiseseisvumise perioodil jäid nii mõnedki juba ehituses olevad projektid oma aega ootama. 2000. aastal valmis Mäo liiklussõlm, 2010 aastal Kukruse-Jõhvi 2+2 teelõik koos liiklussõlmedega, 2012 aastal said valmis Viitna ja Pärnu mitmerajalised ümbersõidud. Viitna ümbersõidu ehitust alustatigi juba nõukogude ajal ning kui seda uuesti ehitama hakati olid tee muldkehale jõudnud juba suured puud kasvada. 2013. aastaks oli Tallinna-Tartu maantee tehtud neljarealiseks kuni Kose-Ristini ja peatselt on avatavad uued lõigud Kose-Ardu ja Ardu-Võõbu. Uute lõikude valmimisel saab Tallinnast mööda neljarealist teed peaaegu Mäoni, vahele jääb 16 km pikkune Võõbu-Mäo lõik. Aastatel 2013-2015 rekonstrueeriti Tartu ringtee ning peagi on valmimas viimased 2+2 lõigud Tallinna ringteel.

2.3.1 I klassi maantee teenindustaseme määramine

Keskeraldusribaga neljarajalise maantee teenindustaseme määramisel vaadeldakse sõidusuundi eraldi ning teenindustase määratakse sõiduraja liiklustiheduse alusel [3]. Kõigis arvutustes kasutatakse uuritava suuna arvutuslikku tipptunni liiklussagedust. I klassi maantee teenindustaseme põhiliseks näitajaks on liiklusvoo tihedus sõidurajal ning lisanäitajateks on keskmine kiirus ja liiklussagedus. Joonisel [Joonis 2.9] on graafiliselt kujutatud mis viisil toimub T. Metsvahi „Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks“ käsikirja [3] põhjal I klassi maantee teenindustaseme arvutus.



Joonis 2.9 I klassi maantee teenindustaseme leidmise arvusetapid [3] (Autori poolt kohandatud)

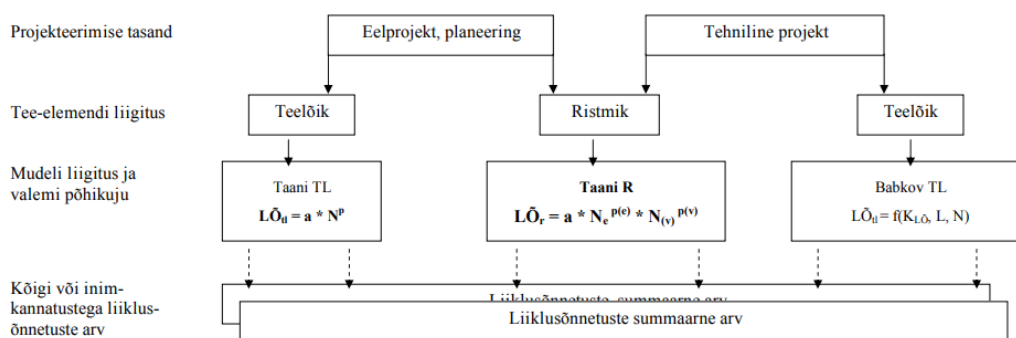
2.4 Ristlõigete mõju hindamine liiklusohutusele

Varasemates alapeatükkides on kirjeldatud peamisi Eestis kasutatavaid ristlõikeid, kõigil erinevatel ristlõigetel on erinev mõju liiklusohutusele. Uut maanteetrassi või olemasoleva trassi muutust käsitlevate planeeringute juures on võimalik prognoosida vastavalt kavandatavale lahendusele liiklusõnnetuste arvu, et hinnata kavandatu mõju liiklusohutusele. Kasutatavaid meetodikaid mida rakendada on mitmeid ja nende abil on võimalik hinnata eri ristlõigete mõju ohutaseme muutusele erinevate liiklussageduste juures. Selliste prognoosimudelite metoodika on üsnagi vana ning need põhinevad osaliselt või terviklikult õnnetuste andmebaasile. Kuna andmebaas on pidevas muutumises, tuleb ka mudelites kasutatavaid parameetreid uuendada. Selleks, et mudeli kaudu leitavad andmed peegeldaksid reaalseid olusid, peavad nad tuginema sama riigi tegelikule andmebaasile. Kuna Eesti on väike, siis eri õnnetuste liikide tegurite leidmiseks ei pruugi andmeid olla piisavalt.

Eestis on räägitud Soome TARVA või analoogse mudeli kasutuselevõtust. TARVA mudeli on kasutusele võtnud Leedu. TARVA mudel põhineb riigi siseriiklikele tegelikele andmetele, väiksemate riikide puhul on probleemiks väike õnnetuste andmebaas. Probleemi võimendab asjaolu, et andmeid peaks uuendama iga-aastaselt, kuid kui andmeid on vähe, on seda keeruline teostada. Enne mudeli kasutusele võttu seisid Leedu samuti silmitsi sama probleemiga, kuid Eesti olukord on Leeduga võrreldes veel

kesisem. Mõndadel juhtudel on võimalik kasutada Soome tegureid, kuid kõikjal kindlasti mitte.

Antud töös on käsitletud Maanteeameti tellimusel T. Metsvahi poolt koostatud "Liiklusohutusele avalduva mõju hindamise meetodika väljatöötamine - Lõpparuanne" [40] meetodikaid. Antud juhendis on kirjeldatud erinevaid võimalike viise, kuidas määrata liiklusõnnetuste arvu sõltuvalt projekteerimise tasandist ja algandmete iseloomust. Eestis on seni antud meetodikad küllaltki vähe kasutust leidnud, kuid eelprojektide ning planeeringute puhul on sobivaks Taani R (ristmike puhul) ja Taani TL (lõikude puhul) mudelid. Tehniliste projektide juures kasutatakse ristmike puhul endiselt Taani R mudelit ning teelõikude puhul Babkov TL mudelit [40]. Liiklusõnnetuste arvu määramiseks jaotatakse käsitletav teelõik ristmikeks ja lülideks (inglise k. *link*), mis omakorda jaotatakse veel väiksemateks homogeenseteks lõikudeks [41]. Liiklusõnnetuste arvu määramise ja meetodika valiku põhimõtteline plokk skeem on esitatud joonisel [Joonis 2.10]:



Joonis 2.10 liiklusõnnetuste arvu määramise skeem [40]

Liiklusõnnetuste arvu ristmikevahelisel lõigul on võimalik Taani TL mudeli järgi arvutada valemiga:

$$L\tilde{O}_{tl} = a * N^p \text{ Valem 2.1 [41]}$$

kus:

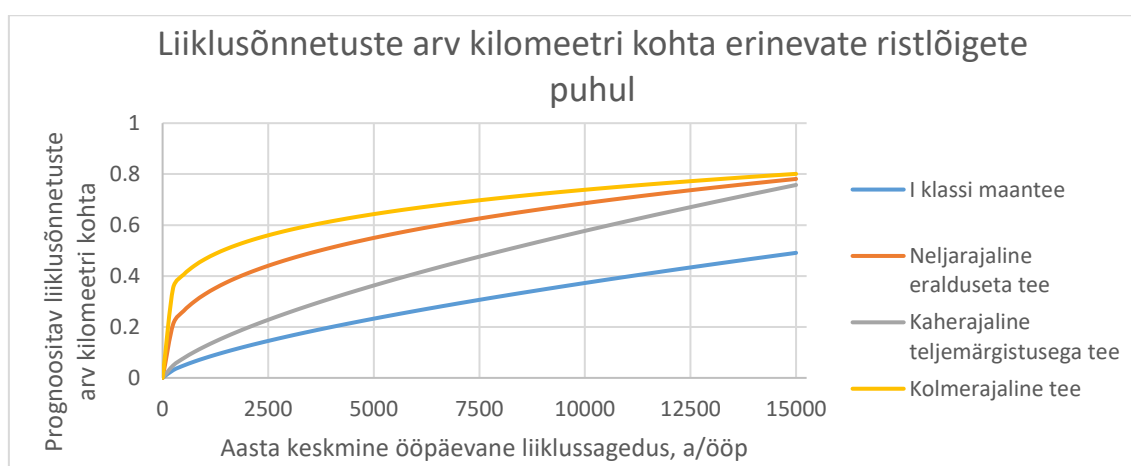
- $L\tilde{O}_{tl}$ ristmikevahelise lõigu liiklusõnnetuste arv aastas ühe kilomeetri kohta
- a ja p empiirilised tegurid, mis sõltuvad tee paikkonnast ja ristlõiketüübist
- N liiklussagedus, a/ööp

Empiirilised parameetrid a ja p on suurused, mis on erinevad sõltuvalt tee ristlõike tüübist ning tee paiknemisest hoonestatud alade suhtes. Antud valemit on võimalik rakendada nii kõikide liiklusõnnetuste arvu leidmiseks [41], kui ka kannatanutega liiklusõnnetuste arvu leidmiseks [40]. Valemis rakendatavad a - p parameetrid on leitavad tabelist [Tabel 2.6].

Tabel 2.6 Taani TL mudeli a-p parameetrid ristmikvahelistele teelõikudele [41][40] (Autori poolt kohandatud)

Tee tüüp	Kõik liiklusõnnetused		Inimkannatustega liiklusõnnetused	
	a_1	a_2	a_{in}	p_{in}
Teeäärne hoonestus puudub				
I klassi maantee	0.00071	0.68	0.000026	0.99
Kahe rajaline ilma teetelje märgistuseeta tee	0.00113	0.7	0.000719	0.69
Kahe rajaline teetelje märgistusega tee	0.00121	0.67	0.000759	0.66
Kolme rajaline tee	0.11706	0.2	0.044309	0.23
Nelja rajaline ilma eraldusribata tee	0.03600	0.32	0.026417	0.28
Muud teed	0.43964	0.13	0.160761	0.15
Teeäärne hoonestus esineb				
Kahe rajaline tee	0.005808	0.58	0.003675	0.59
Kolme rajaline tee	0.001620	0.81	0.000840	0.77
Nelja rajaline tee	0.024159	0.47	0.013836	0.45
Muud teed	0.000181	0.97	0.000107	0.94

Kasutatavad empiirilised parameetrid a ja p ei püsi ajas konstantsed vaid neid tuleb perioodiliselt, olude muutumise tõttu, korrigeerida nagu ka selles punktis varem kirjeldatud. Taani näitel tehti seda ligikaudu iga 10 aasta tagant. Kui õnnetuste arvu prognoosides on vaja, et a - p parameetrid oleksid ajakohased, siis antud töös see esmatähtis ei ole, sest eesmärk on näha erinevate ristlõigete omavahelist erinevust. Tabeli [Tabel 2.6] a - p väärtusi kasutades on võimalik näha, kuidas mõjutab liiklussageduse muutus erinevate ristlõigete ohutustaseme muutust.



Joonis 2.11 liiklusõnnetuste arv kilomeetri kohta erinevate ristlõigete näitel Taani TL mudel põhjal

Joonis [Joonis 2.11] kujutab graafiliselt, milline on erinevate ristlõigete kasutamisega kaasnev liiklusohutuse taseme muutus. Joonise koostamisel on kasutatud tabelis [Tabel 2.6] antud a ja p väärtuseid teeäärse hoonestusega lõikudele. Nagu varasemalt korduvalt rõhutatud saab puhtalt AKÖL-i põhjal teha vaid üldistavaid järeldusi. Jooniselt leiab kinnitust punktis 2.2 öeldu, et kõige ohtlikum ristlõige on kolmerajaline tee. Kuni AKÖL 5000 on ta konkurentsilt kõige intensiivsema ohutaseme kasvuga. Kolmerajalisele teele järgneb neljarajaline eralduseta tee, mille ohutase jääb liiklussageduste <5000 a/ööp kolmerajalise ja kahe rajalise teljemärgistusega tee vahele, kuid liiklussageduse suurenedes ühtlustub kolmerajalise tee võimalike õnnetuste arvuga. Kahe rajalise teljemärgistusega tee liiklusohutustaseme muutus on sarnasel I klassi maanteele ühtlaselt kasvav. Ohutase tõuseb järsult kuni AKÖL 1500, kuid sealt edasi, sageduste kasvades, suureneb ühtlaselt kuni ühtlustub kolmerajalise tee ja eralduseta neljarajalise tee õnnetuste arvuga 15 000+ a/ööp liiklussageduste juures. I klassi maantee liiklusõnnetuste arvu kasv on konkurentsilt kõige väiksem, AKÖL 15 000 juures on õnnetuste esinemise arv võrdne kolmerajalise tee õnnetuste arvuga enam kui 10 korda väiksema liiklussageduse juures. Kui vaadata erineva ristlõigetega teede ohutaseme muutusi, siis võib üldistavalt öelda, et kõige suuremad on erinevused kuni 1500 a/ööp.

Kui Taani TL mudel on mõeldud kasutamiseks planeeringu faasis, siis Babkov TL mudeli kasutamine on asjakohane märksa hiljem - tehnilise projekti staadiumis [Joonis 2.10]. Babkov'i TL mudel analüüsib olukorda detailsemalt, liiklussagedusest sõltuv tegur hakkab teatud sageduse tasemel selle edasise kasvu korral alanema ja liiklusõnnetuste arv auto kilomeetri kohta hakkab teatud summaarse ohutusteguri kasvades kahanema. Skaala on logaritmiline, mis tähendab, et kui liiklust on palju või on korruga mitmeid erinevaid riske, siis liikleja kas ei saa väga vabalt liiklusvoos käituda või siis teisel juhul tajub ohtusid piisavalt selgelt, mille tulemusena loobub riskantselt käitumisest. Teised meetodid kipuvad neid aspekte eirama ning seetõttu võib neid pidada Babkovi meetodi tugevateks külgedeks.

2.5 Ristlõigete mõju teekatte püsivusele

Liiklusohutuse parandamise meetmena on hakatud enam kasutama teele keskpäärde paigaldamist. Uueks tavaks on saamas olemasolevate probleemsete (sagedalt esinevad rasked õnnetused) teede ümberehitamine keskpäärdega teedeks, seda siis 1+1 või 2+1 ristlõigete näol. Selliseid ümberehitusi teostades püütakse maksimaalselt ära kasutada olemasoleva tee laiusi. Eesti näitel on see olnud võimalik vaid 1+1 keskpäärdega tee rajamisel, sest 2+1 ristlõige nõuab laiemat tee mullet, kui meil pakkuda on. Mullet laiendamata ümberehitatud teedel olevad sõiduradade ja kindlustatud peenarde laiused

on enamasti kitsamad kui traditsioonilistel ristlõigetel. Sellistel kitsamate sõiduradadega teedel on sõidukite paiknemise iseloom erinev üldlevinud eralduseta teedest ja mitmerajalistest maanteedest [42]. Keskpäärde rajamisega väheneb oluliselt sõidukite teel paiknemise valikuvabadus, seda eriti tee üherajalistel osadel.

Naaberriikide kogemusele tuginedes saab väita, et 1+1 ja 2+1 keskpäärdega ristlõigetega teedel on roopa teke oluliselt intensiivsem kui traditsioonilistel suuna eralduseta kahe- ja üherajalistel teedel, seda eriti teede üherajalistel osadel. Kuigi raja laius tee üherajalisel osal on tavaliselt suurem kui kahe- ja üherajalisel osal on ometi roopa teke probleemiks valdavalt esimesel juhul. Saab järeldada, et sõidujälgede suurem koondumine on tingitud kas keskpäärde lähedusest või väiksemast teeosa kogulaiusest katte servast kuni piirdeni. On leitud, et 2+1 ja 1+1 tee üherajalise osa puhul on roopa teke kuni 60 % suurem kui eralduseta teedel [43].

Intensiivistunud roopa tekke peamiseks süüdlaseks saab pidada sõidukite rattajälgede koondumist sõiduraja kitsa ristlõikelaiuse tõttu [42]. Sõidukite paiknemine teel külgsuunas on enam piiratud ning liiklusest tingitud koormused on koondunud kitsamale alale. 2+1 ristlõike üherajalise osa puhul koonduvad sõiduautode rattajäljed 24 protsenti ja teenindusveokite rattajäljed 19 protsenti enam kui eralduseta teedel. 1+1 ristlõikega suunaeraldusega teedel on samad näitajad 44 protsenti ning 39 protsenti [43]. Liiklussageduste juures 2000-8000 a/ööp on täheldatud roopa teket 0,4 kuni 0,6 mm aastas. Pärast tee ümberehitust on roopa teke samades lõikudes, tee üherajalistel osadel, vahemikus 1,1 kuni 1,9 mm aastas [43]. Neile suurustele tuginedes võib väita, et kiirendatud roopa teke tuleneb tee ristlõikest.

2.5.1 Võimalikud meetmed probleemi vältimiseks

Keskpäärdega tee üherajalistel osadel on suurenenud roopa tekke peamiseks põhjuseks sõidujälgede koondumus sõiduraja laiuses – sõidukid sõidavad ühes jäljes.

Probleemi lahenduseks oleks tee ristlõikeelementide laiuse suurendamine. Enamikul juhtudel on võimalik tee projekteerida piisavalt laialt, et roopa teke ei muutuks probleemiks, kuid selliste lahenduste puhul on alginvesteeringud suuremad, ning tee ümberehitus kulukam ning keerulisem, hõlmates ka tee mulde laiendamist. Tee laiendamise puhul tuleb tähelepanu tuleb pöörata asjaolule, et uue ja vana konstruktsiooni ühenduskohad tuleb positsioneerida sõidujäljest eemale. Lahendust projekteerides tuleb seda teha nii, et oleks võimalik kavandatud kate paigaldada erinevate kihtidena ja seda teha normide kohaste ülekatega. Erinevate katendikihtide vuugid ei tohi langeda kohakuti ja viimase kihi vuuk ei tohi paikneda sõidujäljes.

2.6 Jalgratturi liiklusohutus maanteedel

Jalgratturite ohutuse tagamine on praeguse aja liiklusohutuse maastikul üks olulisemaid väljakutseid. Üha enam propageeritakse kergliiklust ning terviseteadlikkuse suurenemine ning roheline mõtteviis on ühiskonnas kanda kinnitamas. Selleks, et kergliiklus saaks efektiivselt ning ohutult toimida, on oluline, et oleksid täidetud teatud eeldused liikluskeskkonna poolt. Paljud jalgratturitega silmitsi olevad probleemid tulenevad varem tehtud läbimõtle mata otsustest, kus infrastruktuuri on juba kümnendeid projekteeritud ja ehitatud peamiselt silmas pidades mootorsõidukite vajadusi ning kõrvale jättes teised liiklusruumi kasutajad [44]. Kindlasti ei saa teha lõpliku järeldust, et kõigil Eesti maanteedel olukord alati nii on. Kahjuks ei paista olukorra paranemise märke ka uute, hiljuti ehitatud maanteede juures. Vanade ning amortiseerunud teede rekonstrueerimisel on siiani samuti lähtutud valdavalt olemasolevatest ristlõikegabariitidest ning kasutatud tüüpeid, varem kasutatud, ristlõikeelementide laiuseid.

Jalgratturite teenindustase maanteedel on määratud erinevatest muutujatest, millest saab täpsemalt lugeda punktis 2.6.3, kuid põhilisteks sellisteks muutujateks võib pidada järgnevaid [45]:

- Liiklussagedustest tulenevad karakteristikud (eriti olulisel kohal on raskeliikluse osakaal liiklusvoos);
- Sõidukiirused;
- Jalgratturitele võimaldatud ala laius;

Kõik kolm eelnimetatud omadust mõjutavad teenindustaseme väärtust oluliselt [45].

Niisiis jalgratturitele vastuvõetavate teenindustaseme tagamiseks ei ole idee poolest kuigi palju vaja teha. Peamiselt on võimalik ratturitele ohutu liiklemise tingimused tagada ehitades sobiva laiusega kindlustatud teepeenrad või olukordades, kus peenra laius läheks ebanormaalselt suureks (tee muldkeha ja katendi laiendamine läheks liiga kulukaks) alternatiivina ehitada eraldiseisvad kergliiklusteed [3].

2.6.1 Jalgratturiga külgsuuna hoidmisest teavitavad liiklusmärgid

Ratturite poolt sagedalt kasutatud teedel, kus ei ole eraldi kergliiklusteed rajatud, on mujal maailmas varem kasutust leidnud, kuid Eestis veel uudse meetodina proovimisel ratturitega külgsuuna hoidmisest teavitavad liiklusmärgid [Joonis 2.12]. Vastavasisuliste märkide abil püütakse täiendavalt sõidukijuhtide tähelepanu suunata ratturitega külgsuuna hoidmisele [46].



Joonis 2.12 jalgratturiga ohutu külgvahe hoidmisest teavitav liiklusmärk [46]

Liiklusmärgi eesmärgiks on liiklejatele meelde tuletada, et ohutu külgvahe hoidmine on oluline kõikide osapoolte turvalisuse tagamiseks. Maanteeamet leiab, et soovitatav ohutu külgvahe võiks olla vähemalt 1,5 m [46]. Teadaolevalt on Maanteeamet Harjumaal katsetamiseks välja valinud järgmised kohad:

- Jüri–Aruküla tee kilomeetritel 4,7 ja 8,2;
- Lagedi–Aruküla–Peningi tee kilomeetritel 3,7 ja 11,1;
- Tallinna–Rannamõisa–Kloogaranna tee kilomeetritel 18,7 ja 25,5;

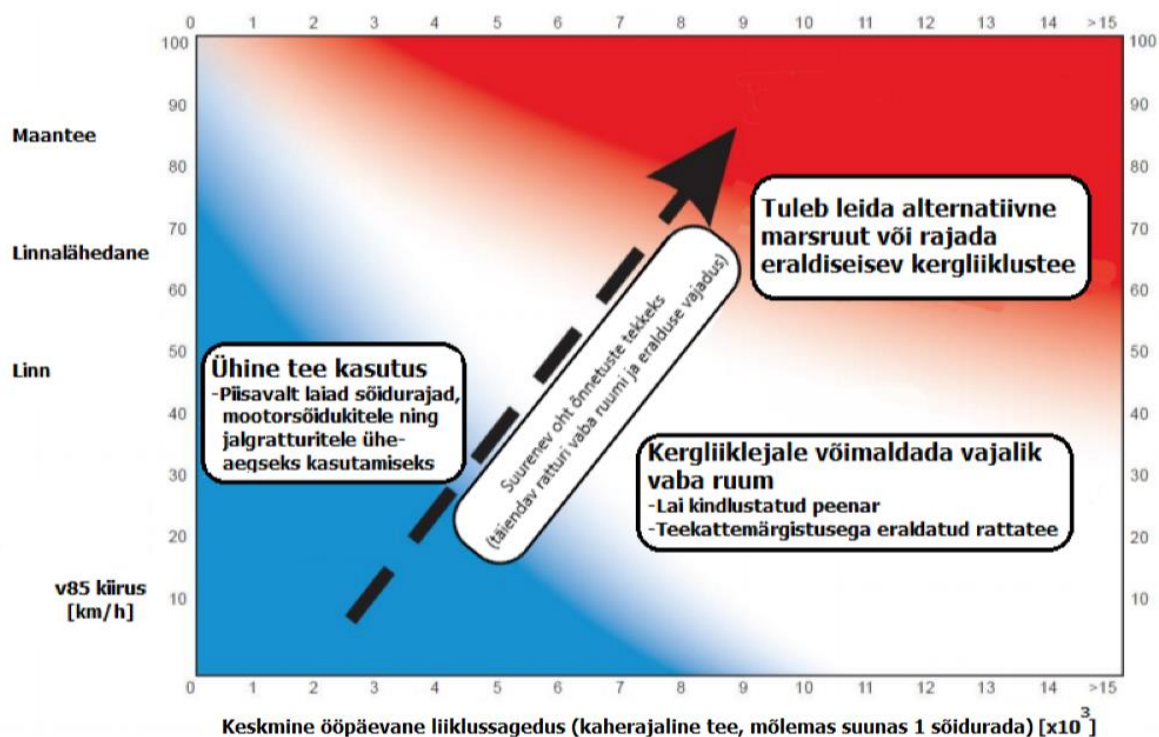
Vastavasisuline liiklusmärk on küll igati tervitatav ning tore, kuid kui teepeenar oleks jalgratturi ohutuks liiklemiseks sobiva laiusega ei peaks sellist märki kasutama. Kindlasti ei sobi see märk kasutamiseks kõikidesse oludesse. Peaasjalikult võiks sellist märki kasutada vaid madala liiklussagedusega (k.a raskeliikluse osakaal) teedel, kus ei ole muul ratsionaalsel moel võimalik ratturite olukorda parandada. Kindlasti ei oleks eetiline seda teha situatsioonides, kuhu me oleme ise ohtlikud olukorrad tekitanud. Sellise märgi kasutust ei tohiks kuritarvitada. Kui on võimalik ratturite liiklusohutust parandada mõnel muul moel, tuleks panustada neisse meetoditesse (piisavad ristlõikeelementide laiused, eraldiseisev kergliiklustee) ning investeerida teekasutajate turvalisusesse.

Tegemist on üsna värske katsetusega ning Maanteeamet ei ole veel jõudnud märkide mõju analüüsida, kuid on lubanud seda teha ning sõltuvalt tulemustest otsustada, kas ja millises mahus märkide kasutamist jätkatakse [46].

2.6.2 Kergliiklejale sobiliku rajatise valik

Ratturi ohutuse seisukohast on kindlasti ohutum ja mugavam, kui jalgratturid on maanteest eraldatud kergliiklusteel, kus on minimaalne otsese kontakti võimalus teel liiklevate sõidukitega. Joonisel [Joonis 2.13] on näidatud, kuidas on omavahel seotud v85 kiirus, sõidukite keskmine ööpäevane liiklussagedus ning nende kahe näitaja koosmõjul

ratturite ohutuse langus ning kuidas peaks varasemalt mainitud omaduste põhjal otsustama rajatise valiku.



Joonis 2.13 – soovitatav jalgratturi rajatise valik[47] (Autori poolt kohandatud)

Jooniselt [Joonis 2.13] selgub, et juba 4000 sõiduki ning 85 km/h kiiruse juures on soovitatav kergliiklejad üldisest liiklusvoolust eraldada, võimaldades neile kergliiklustee. Kergliiklustee rajamiseks tuleks aga eelnevalt täiendavalt hinnata kergliikluse intensiivsust ning otsustada, kas ehitus on otstarbekas.

Joonisel [Joonis 2.13] olevad üleminekuvalad on üsnagi hajusad. Põhjus on selles, et AKÖL-i saab pidada vaid orienteeruvaks parameetriks. Põhiline konfliktide tõenäosus esineb tiptundidel ning ka arvutused sooritatakse nende alusel, kus võetakse arvesse liiklusvoogude jaotuse ebaühtlust, nii nagu kirjeldatud varasemates alapunktides 2.1 ja 2.2.

Peamisteks aspektideks millest jalgratturile sobiva rajatise valimisel lähtuda on järgmised:

- Tee liik ning selle funktsioon [48]. Sellest võiks selguda, kas ja kui suur on eeldatav kergliiklejate hulk teel – lõikumiste sagedus, kinnistutele ligipääsu võimalused (mida suurem on antud number, seda enam peaks kaaluma ratturite hoidmist teel).
- Raskeliikluse osakaal [48]. Raskeliikluse intensiivsus mängib olulist rolli kergliiklejatele sobilike liiklustingimuste tagamisel [49].

- Mootorsõidukite liiklussagedus ning sõidukiirused [49].
- Kergliikluse intensiivsus [49].
- Liiklusruumile võimaldatud maa-ala [48].

Eraldiseisev kergliiklustee hõlmab enda alla arvestatava maa-ala, sest lisaks kergliiklustee enda laiusele tuleb tagada normide kohane ohutusvahe. Ohutusvahe suurus sõltub sõidutee projektkiirusest ning projekteerimise lähtetasemest. Eestis kasutatavad suurused on toodud järgnevas tabelis [Tabel 2.7].

Tabel 2.7 sõidutee ja jalgteee või rattatee vaheline laius [1]

Sõidutee projektkiirus, m	Vähim laius, m		
	H	R	E
120+	15	12	Ei rakendata
100	12	10	7
80	10	7	5
60	7	5	3

Ohutusvahetega kergliiklustee projekteerimisel tuleb jälgida projekteeritud sõidutee kõrgusliku lahendust. Tee profiilist väga palju kõrvale minnes võivad tekkida raskused rattatee normide kohase kaldega kokku viimiseks mahasõitude ja lõikumistega [49]. Samas juhul kui jalgratturid on jällegi samal kõrgusel sõidukitega peab kaaluma meetmeid, mis aitaksid vältida sõidukite poolset pimestamist tuledega.

2.6.3 Jalgratturi teenindustase

Kui kergliiklejate vood on nii täna, kui ka tulevikus tagasihoidlikud, mis ei loo eeldusi neile omaette rajatise kavandamiseks, siis tuleb tagada nende ohutud liikumise võimalused kindlustatud teepeenral. Lähtudes nullvisiooni põhimõtetest ei peeta oluliseks kergliiklejate arvu ega seda, missugustesse kergliiklejate rühma nad kuuluvad. Küsimus on lihtsalt selles, kas neid võib teel olla või on nende olemasolu teel täielikult välistatud. Kui eksisteerib kergliikluse võimalikkus – tuleb teostada vastavasisulised arvutused.

Vastavalt T. Metsvahi „Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks“ käsikirjale [3] eeldatakse jalgratturi teenindustaseme arvutamisel, et jalgrattur on teiste sõidukitega võrdluses kõige aeglasem, liigub võimalikult tee paremal serval ning võimalusel kasutab ta liikumiseks kindlustatud teepeenart.

Jalgratturi teenindustaseme arvutus põhineb peamiselt inimeste hinnangule mõõdetavatest liiklusomadustest ning sarnaneb teiste mugavust tüüpi näitajatega. Kuigi enamuse motoriseeritud liikluse jõudlusnäitajad põhinevad tavaliselt üksikutele

konkreetsetele mõõdetavatele näitajatele nagu aeg (näiteks teenindustaseme juures kasutatav ooteaeg) või kiirus (näiteks keskmine liikluskiirus), siis ka nende abil püütakse lõpuks jõuda tulemusele mis hindaks inimeste ettekujutust olukorrast ning seeläbi saaks hinnata inimeste rahulolu [50].

Kuigi jalgratturite teenindustaseme arvutus on matemaatiline tehe inimeste hinnangust (ei ole üheselt mõõdetav), saab seda kirjeldada kasutades füüsiliselt mõõdetavaid liiklusnäitajaid nii tee seisundi, kui ka liiklussageduste koha pealt.

Arvutustes võetakse arvesse mitmeid tegureid, mille tulemusena leitakse indikaator, mis üldjuhul saab olla piirides 0,5 kuni 6,5. See vahemik on omakorda jaotatud kuueks teenindustasemeks nii nagu see on näidatud järgnevas tabelis [Tabel 2.8].

Tabel 2.8 – Indikaatorite vahemikud hindamaks teenindustaset jalgratturitele [3]

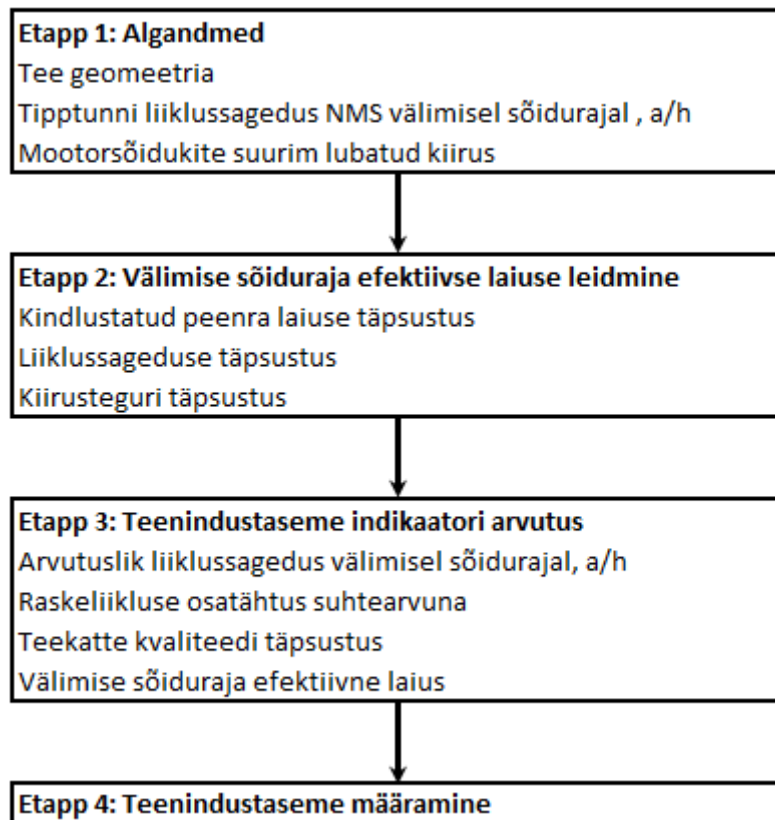
Teenindustase	Indikaatori väärtused
A	$\leq 1,5$
B	$>1,5 - 2,5$
C	$>2,5 - 3,5$
D	$>3,5 - 4,5$
E	$>4,5 - 5,5$
F	$>5,5$

Jalgratturi teenindustaseme arvutus

Jalgratturi teenindustase on hinnatav teenindustaseme indikaatori abil. Indikaatori väärtuste leidmiseks ning seeläbi jalgratturite teenindustaseme määramiseks on vajalikud järgnevad algandmed [3]:

- välimise sõiduraja laius meetrites;
- kindlustatud teepeenra laius meetrites;
- mootorsõidukite liiklus tipptunnil, välisel sõidurajal, a/h ;
- raskete sõidukite osatähtsus P_R , suhtearvuna;
- suurim lubatud sõidukiirus S_{LUB} , km/h;
- tipptunni sisest ebaühtlust arvestav tipptunnitegur, TTT;
- teekatte tasasuse hinne 5-palli süsteemis (FHWA USA süsteemist tulenev [50]).

Joonisel [Joonis 2.14] on esitatud plokk skeem, kus on graafiliselt kujutatud mis järjekorras ning mis etappe pidi toimub T. Metsvahi „Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks“ käsikirja [3] põhjal jalgratturi teenindustaseme arvutus. Antud meetodika on kasutatav nii kahe- kui ka mitmerajaliste teede tarbeks, aga ka rampide jaoks sõltumata radade ja suundade arvust.



Joonis 2.14 Jalgratturi teenindustaseme leidmise arvutusetaapid [3] (Autori poolt kohandatud)

Jalgratturite teenindustaseme indikaatori lõplik valem on järgmine [3]:

$$TT_{jr} = a_1 \ln(v_{MS}) + a_2 * S_t(1 + 10,38P_R)^2 + a_3(\frac{1}{P})^2 - a_4(W_e)^2 + 0,057 \quad \text{Valem 2.2}$$

$$a_1: 0,507 \quad a_2: 0,1999 \quad a_3: 7,066 \quad a_4: -0,053 \quad C: 0,057$$

- kus: TT_{jr} jalgratturi teenindustaset määrava indikaatori väärtus;
 v_{MS} mootorsõidukite arvutuslik liiklussagedus välimisel sõidurajal, a/h;
 P_R raskete sõidukite osatähtsus suhtearvuna;
 S_t kiirustegur;
 P teekatte kvaliteeti (tasasust) arvestav hinne;
 W_e efektiivne laius meetrites;
 $(a_1...a_4)$ konstandid, mis on tuletatud mitme muutujaga regressioonanalüüsi tulemusel [51];

Teenindustasemele antakse lõplik hinnang lähtudes [Tabel 2.8] esitatud indikaatori väärtuste vahemikest.

HCM (Highway Capacity Manual) jalgratturite teenindustaseme arvutamise meetodi rakendamisel on ka mõningaid puuduseid. Näiteks ei mõjuta taseme arvutust

teekattemarkeering, arvutustes ei kajastu markeeringu olemasolu. Teenindustaseme arvutus ei arvesta ka näiteks 2+1 ja 1+1 keskkiirdega teede üherajalise osa juures oleva keskkiirde lähedust, sõidukitel ei ole võimalik ratturist möödasõidul külgsuhtes hoidmiseks kõrvale põigata. Selline aspekt võib mõjutada arvutuste tulemusi väga kitsaste lahenduste kontrollimisel. Kui ristlõikelementide laiused rahuldavad teenindustaset minimaalselt „C“, siis antud teguri mitte arvestamine ei mängi olulist rolli.

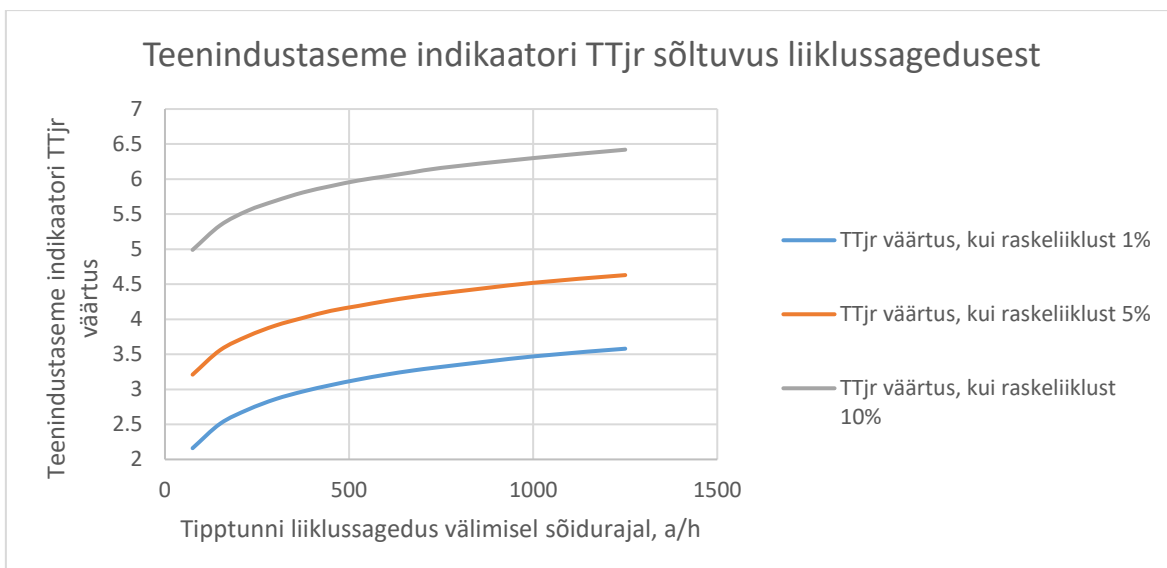
2.6.4 Jalgratturi teenindustaseme tundlikkus erinevate muutujate suhtes

Jalgratturi teenindustaseme arvutamise jaoks vajalikust suurest muutujate arvust tulenevalt ei ole lihtne mõista üksikute konkreetsete muutujate mõju kogu arvutusele. Seetõttu aitab läbi viidud tundlikkuse analüüs pilti paremini mõista. Järgnevas tabelis [Tabel 2.9] on välja toodud kasutatud karakteristikute väärtused. Suuruste valimisel lähtuti Eestile iseloomulikele karakteristikutele. Ristlõike valikul lähtuti tüüpilise III klassi maantee mõõtmetest, kiiruspiiranguks Eestis kasutatav üldine kiiruspiirang. Muud näitajad realistliku tüüpi, mida võib teedel tihti kohata.

Tabel 2.9 analüüsil kasutatud karakteristikute väärtused

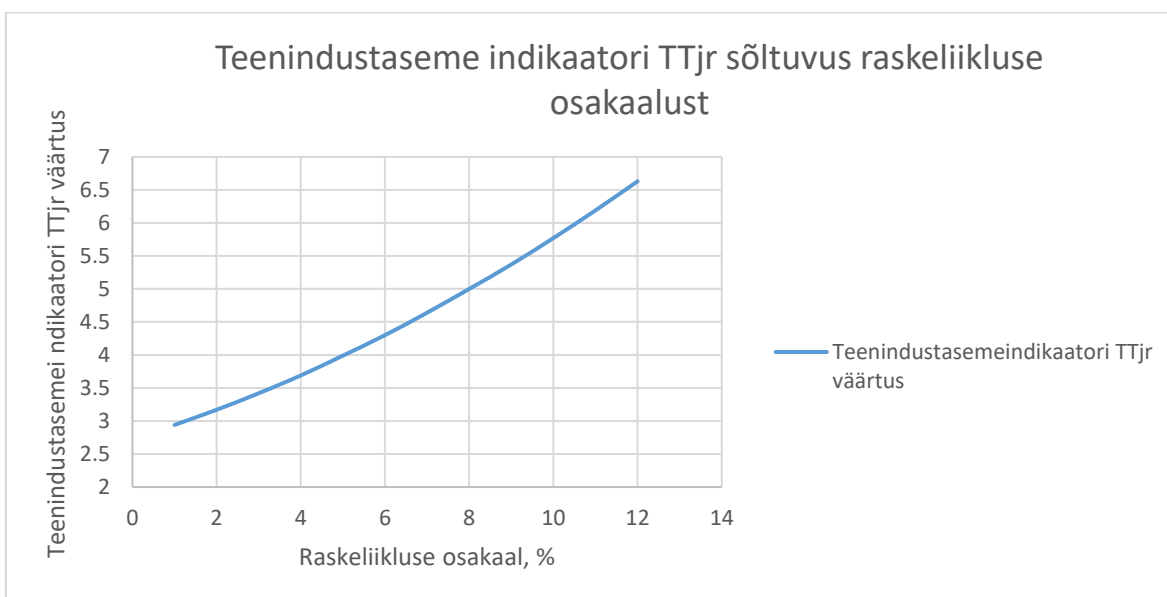
Muutuja	Nimetus	Väärtus
N_{MS}	mootorsõidukite tipptunniliiklussagedus välimisel sõidurajal, a/h	350
W_{MS}	välimise sõiduraja laius, meetrites	3,50
W_v	kindlustatud teepeenra laius, meetrites	1,00
S_{LUB}	vaadeldavas olukorras lubatud sõidukiirus, km/h	90
P_R	Raskete sõidukite osatähtsus suhtearvuna	0,03
P	teekatte kvaliteeti (tasasust) arvestav hinne viie palli skaalal	5,0
L	Vaadeldava lõigu pikkus, kilomeetrites	3,0

Kõige olulisemaks sisendiks jalgratturi teenindustaseme leidmisel on liiklussagedus (vMS). Graafikul [Joonis 2.15] on näha kuidas mõjutab liiklussageduse muutus teenindustaseme indikaatori väärtust, kui kõik muutujad peale liiklussageduse näitaja on konstantsed. Graafikult [Joonis 2.15] selgub, et mida suurem on liiklussagedus sõiduraja kohta, seda kõrgem on teenindustaseme indikaator ja seeläbi halvem teenindustase. Liiklussagedusest märksa olulisemalt mõjutab teenindustaseme indikaatori suurust raskeliikluse osakaal. Jalgratturi teenindustaseme indikaatori väärtus on tundlikum liiklussagedusele kui sagedused on väiksemad. Kui sagedused ületavad 225 a/h piiri, siis teenindustase muutub sellest vähem ning on rohkem mõjutatud muudest teguritest.



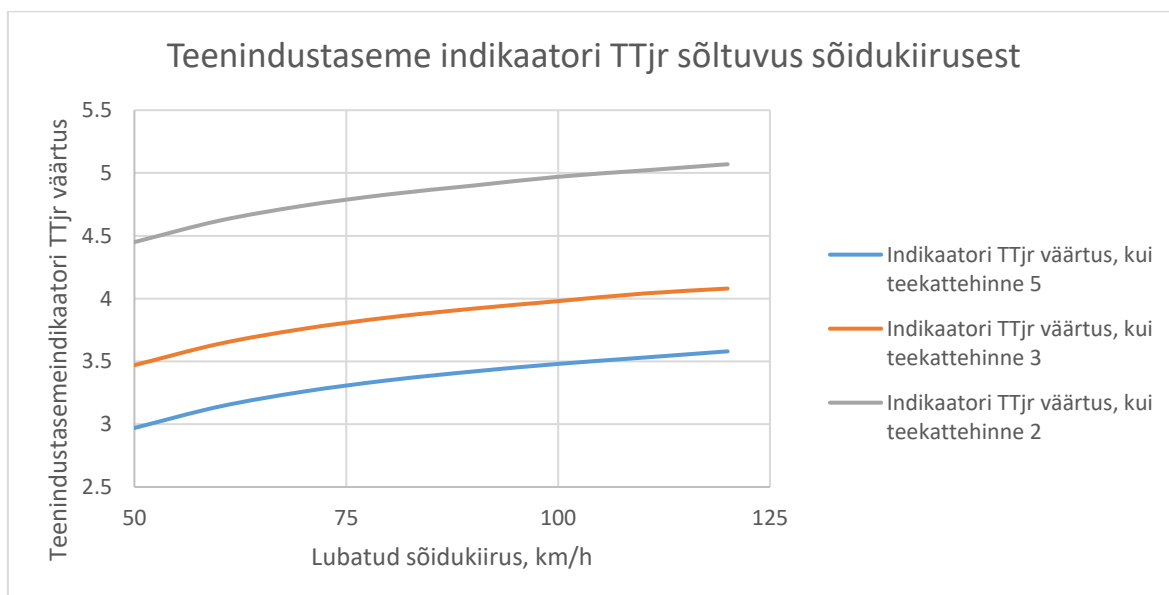
Joonis 2.15 jalgratturi teenindustaseme sõltuvus liiklussagedusest ja raskeliiklusest

Joonisel [Joonis 2.16] on kujutatud kuidas mõjutab raskeliikluse osakaalu muutus teenindustaseme indikaatorit, kui kõik muutujad peale raskeliikluse osatähtsuse näitaja on konstantsed. Raskeliikluse osakaalu suurenedes halveneb teenindustase üsnagi ühtlaselt kogu vaadeldud vahemiku ulatuses. Raskeliikluse osakaal mõjutab indikaatori muutust väga intensiivselt, 1% raskeliikluse osakaalu muutus mõjutab teenindustaseme indikaatorit keskmiselt lausa 0,3 palli võrra.



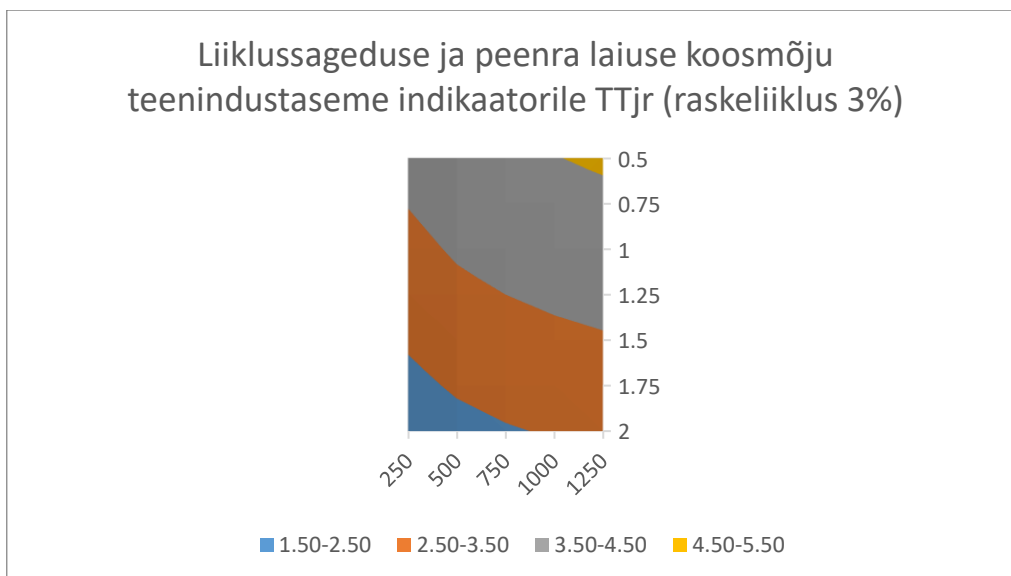
Joonis 2.16 jalgratturi teenindustaseme sõltuvus raskeliikluse osakaalust

Joonisel [Joonis 2.17] on nähtav, kuidas teenindustase sõltub sõidukite liikumiskiirusest. Kui keskmine liikumiskiirus tõuseb, siis teenindustaseme indikaator suureneb logaritmiliselt. Suurematel kiirustel indikaatori väärtuse kasv väheneb. Kiiruse suurenemisel 50 km/h kuni 70 km/h suureneb indikaatori väärtus ligikaudu 0,30 palli võrra, siis kiirustel 70 km/h kuni 90 km/h tõuseb indikaatori väärtus kõigest 0,16 palli võrra, sealt edasi 90km/h kuni 110 km/h vaid 0,11 palli võrra. Joonise põhjal võib väita, et kiirus ei mõjuta teenindustaset sama intensiivselt kui raskeliikluse osakaalu muutus või liiklussagedused. Sõidukiiruste muutumisel 50 km/h kuni 90 km/h muutub indikaatoriväärtus kõigest 0,45 palli võrra. Kuna sõidukiirus ja kasutajamugavus on omavahel tihedalt seotud ning sõltuvad suuresti tee pinnakatte kvaliteedist, siis joonisele on täiendavalt lisatud kõverad eri teekatteseisundite korral. Nagu arvata oli mõjutab teekatte kvaliteet indikaatori väärtust märkimisväärselt.

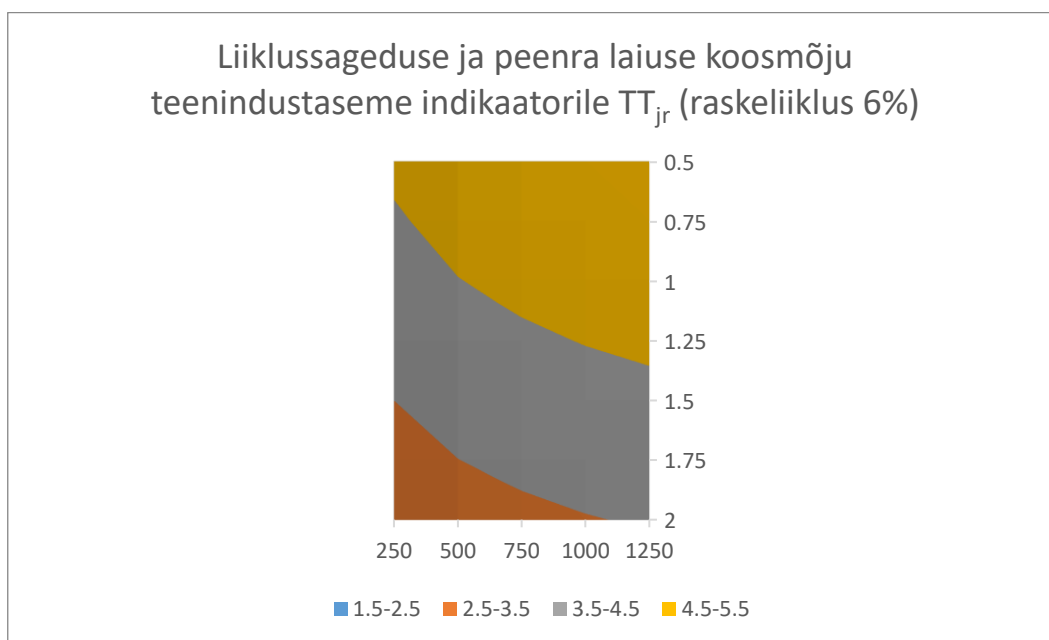


Joonis 2.17 jalgratturi teenindustaseme sõltuvus sõidukiirusest ja teekatte kvaliteedist

Seda kuidas teenindustase reageerib erinevate karakteristikute ühisele muutusele on võimalik näha järgnevatelt joonistelt [Joonis 2.18; Joonis 2.19]. Esimesel joonisel [Joonis 2.18] on raskeliikluse osatähtsus 3%, teisel [Joonis 2.19] 6%. Juba selline raskeliikluseosatähtsuse muutus mõjutab teenindustaset oluliselt. Nagu ennist mainitud, muutub 1% raskeliikluse suurenemisega teenindustaseme indikaatori väärtus 0,29 palli võrra. Joonistelt on näha, kuidas 3% muutusel, muutub indikaatori väärtus ligikaudu 0,9 palli võrra halvemaks.



Joonis 2.18 teenindustaseme indikaatori TT_{Jr} sõltuvus kindlustatud peenra laiusest ja liiklussagedusest 3% raskeliikluse osatähtsuse juures



Joonis 2.19 teenindustaseme indikaatori TT_{Jr} sõltuvus kindlustatud peenra laiusest ja liiklussagedusest 6% raskeliikluse osatähtsuse juures

Sellise raskeliikluse osatähtsuse protsendi muutusel (3% võrra), muutub kõigi liiklussageduste ja kindlustatud peenarde laiuste juures indikaatori väärtus ühtlaselt 0,88-0,89 palli võrra kõrgemaks. Indikaatori muutus on ebaühtlasem, kui suureneb raskeliikluse osakaalu protsent. Kui võrrelda oma vahel 3% ja 9% tulemusi siis 6% erinevuse juures on nähtav muutus 0,04 palli, suuremate muutuste puhul on olukord veel ebaühtlasem. Ühelt poolt on selline käitumine tingitud sellest, et raskeliikluse kasv mõjutab indikaatori väärtust ühtlaselt suurenedes [Joonis 2.16], kui näiteks

liiklussageduste ja sõidukiiruste suurenedes teenindustaseme indikaatori väärtuse kasv pigem raugab [Joonis 2.15; Joonis 2.17].

Kokkuvõtlikult võib öelda, et jalgratturi teenindustaseme leidmine on üsnagi nõudlik arvutus, mille jaoks on vaja teada liikluse andmeid, jalgratturi tegevusruumile vastavaid ristlõikeparameetreid, sõidukite liiglist osakaalu ning seatud kiiruspiiranguid ning sõidukite liikumiskiirusi. Kõik need olulised muutujad mängivad teenindustaseme arvutamisel olulist rolli.

3 LIIKLUSOHUTUSE PARANDAMINE MAANTEE NR 15 LÕIGU NÄITEL

Antud peatükis püütakse leida võimalusi liiklusohutuse parandamiseks tuginedes ristlõigete põhjendatumale valikule konkreetse lõigu näitel, milleks valiti tugimaantee nr 15 Tallinn – Rapla - Türi lõik Tallinn – Kohila km 4,6 kuni 36,9. Antud lõik osutuks valituks mitmel erineval põhjusel. Vaadeldav lõik on olnud valdavalt traditsioonilise 1+1 kahe-suunalise kahe-rajalise tee ristlõikega. Erandiks on lõik km 17,6-21,0, mis on ehitatud pilootprojektina keskpäärdega kahe-rajalise tee ristlõikega. Töös käsitletava teelõigu liiklussagedused on suurusjärgus, kus ainuüksi AKÖL-ile tuginedes võiks ristlõike valikul teha ühed otsused ning detailsemale liikluse iseloomu analüüsile tuginedes hoopis teistsugused valikud. Antud lõigu liiklusvoogude jaotumine suundade lõikes on tipptunni mõistes vägagi ebaühtlane ning see on peamiseks põhjuseks, miks olemasoleva tee lahendust saab pidada kohati liiklusohutlikuks.

3.1 Olemasoleva olukorra kirjeldus

Vaadeldav riigitee nr 15 Tallinn – Rapla - Türi lõik Tallinn – Kohila km 4,6 kuni 36,9 asub km 4,6 kuni 24,0 Harju maakonnas ning km 24,0 kuni 36,9 Rapla maakonnas. Tegemist on tugimaanteega, mille liiklussagedused vaadeldaval lõigul jäävad 2019 aasta Maanteeameti liiklusstatistika andmetel vahemikku 5566-13750 a/ööp [32]. Vaadeldavale lõigule jäävad Maanteeameti püsiloenduspunktid Kangru (km 4,6), Urge (km 23,9) ja Kohila (km 34,6). Riigitee liiklusvoo iseloom on tipptunni ja suundade lõikes üsnagi ebaühtlane (vt Lisa 1).

Tee ristlõige on valdavalt traditsiooniline 1+1 kahe-suunalise kahe-rajalise tee ristlõige, kuid 2019 aastal rajati km 17,6-21,0 teele keskpäire, mis teeb antud lõigu esimeseks omataoliseks lõiguks Eestis, täpsemalt pööratakse tähelepanu antud teemale järgmises alapunktis 3.2. Tee katte laius on riigitee homogeensetel lõikudel valdavalt 9 m, paiguti 11 m, [Tabel 3.1]. Mulde laius varieerub vahemikus 11,0-15,0 m. Vaadeldaval lõigul km 4,6-9,0 paikneb sõiduteega paralleelselt kergliiklustee.

Tabel 3.1 riigitee nr 15 km 4,6-33,5 homogeensed lõigud liiklussageduse (2018 a andmetel [52]) ja katte laiuse (2019 a andmetel [53]) järgi jagunedes ning seal esinenud kannatanutega õnnetused vahemikus 2017-2019 a [54]

Tee nr	Algus	Lõpp	Pikkus	Kat.lai	S.lai	P.lai v	P.lai p	M. lai	AKÖL	Õn arv	Õn km	Õ mln a
15	4.6	5.3	0.7	9.0	7	1	1	11	13557	1	0	0.09
15	5.3	8.4	3.1	9.0	7	1	1	11	8258	0	0	0.00
15	9.7	15.1	5.3	9.2	7	1	1	11.2	8731	4	0.75	0.08
15	15.7	24.0	8.3	9.0	7	1	1	11	7811	1	0.12	0.01
15	24.0	25.7	1.7	9.0	7.5	2.5	2.5	14	7535	0	0.00	0.00
15	26.3	27.2	0.9	11.0	7.5	2	2	15	7535	0	0.00	0.00
15	27.7	33.5	5.8	9.0	7.5	3	3	15	5838	2	0.34	0.05
15	34,0	35,9	2,0	9	7,5	3	3	15	6010	0	0	0
15	36,0	36,9	0,9	9	7,5	1,5	1,5	12	6010	0	0	0

Riigitee nr 15 vaadeldavas lõigus on kehtestatud kiiruspiirang 70 km/h alates Kangru püsiloendupunktist (km 4,6) kuni Luige liiklussõlmeni (km 9,8). Alates km 9,8 kuni vaadeldava lõigu lõpuni on kiiruspiirang valdavalt 90 km/h (välja arvatud lõikumisalad teiste teedega km 11,1-11,3; km 15,2-15,6; km 17,25-17,55; km 25,7-26,4; km 27,2-27,65, kus kiiruspiirang alandatud 70 km/h) [55].

3.2 Esimene (1+1) keskpäärdega teelõik eestis

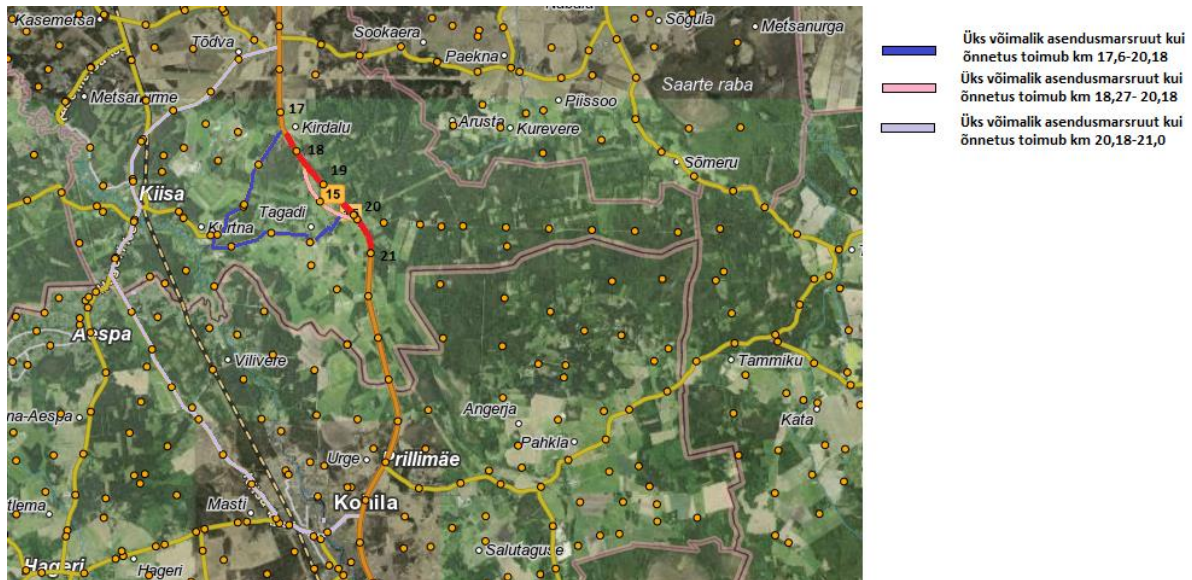
Eesti esimene ning siiani ainuke 1+1 keskpäärdega teelõik ehitati 2019 aastal tugimaanteele 15 (Tallinn-Rapla-Türi), kilomeetritele 17,6-21,0 (Kirdalu-Tagadi), kus 2018 aasta liiklusloenduse tulemusena on AKÖL 7535 a/ööp [52]. Tegemist on pilootprojektiga, millega katsetatakse Maanteeameti poolt lähiriikides (Soome, Rootsi) kasutusel olevat lahendust. Projekti eesmärgiks on hilisemal analüüsil välja selgitada, kas sellist, mujal toimivat lahendust, on mõttekas Eestis teedel kasutada liiklusohutust parandava meetmena [39].

Keskpiirde kasutamisega püütakse vähendada raskeid liiklusõnnetusi – laupkokkupõrkeid vastutuleva sõidukiga. Keskpiirde laialdasel kasutamisel ei tohiks aga unustada, et piirdesse sissesõit vähendab küll traditsiooniliste laupkokkupõrgete arvu, kuid tõenäosus vastassuunas liikujaga kokkupõrkeks on siiski olemas.

Valikukriteeriumiteks, miks just nimetatud lõik pilootprojekti kavandamiseks valiti, on järgmised:

- Tee muldkeha ja katte piisav laius [56]. Piirde paigaldamine oli võimalik minimaalsete kuludega tee muldkeha ja katendit laiendamata;

- Tegemist on üsnagi homogeense lõiguga. Plaaniliselt esinevad lõigul lauded kurvid;
- Piirkonnas on olemas alternatiivsed võimalikud marsruudid ümbersõiduks [56].
Vajalik juhuks kui piirdega lõigul peaks mingil põhjusel liiklus seiskuma;



Joonis 3.1 ühed võimalikud asendusmarsruudid õnnetuste puhuks tee nr 15 km 17,6-21,0 [55] (Autori poolt kohandatud)

- Valitud lõigul puuduvad bussipeated ning kergliiklejate arvu hinnatakse väheseks ning, et neil vähestel on vähemalt osalistelt võimalik kasutada alternatiivseid marsruute [56];

Valikukriteeriumites toodi veel välja, et 2000-2015 aastatel esines valitud teelõigul 1 hukkunuga ning 21 vigastatud liiklejatega õnnetust. Kolmandik õnnetustest olid kokkupõrked vastu tuleva sõidukiga [56]. Nii pika perioodi statistika vaatamine ei pruugi aga peegeldada hetke õnnetuste iseloomu. Liiklussagedused nii ööpäeva, kui ka tiptunni suhtes ning liikluskoosseis on vaadeldava aja jooksul oluliselt muutunud, mõistlik oleks vaadata viimase 3-5 aasta statistikat ja teha selle põhjal järeldusi. Ajavahemikul 2017-2019 toimus antud lõigul vaid 1 kannatanuga liiklusõnnetus, ning sellelgi puhul oli tegu sõiduki ja metslooma vahelise konfliktiga [54]. Selle põhjal võib väita, et keskpriide rajamise tähtsus ei olnud seal hädavajalik.

Ehitatud lahenduse ja võimalike arengute täpsem analüüs teenindustasemearvutuste põhjal on kirjeldatud järgmises alapunktis 3.3. Liiklusvoogude iseloomust tulenevalt ei ole tegemist parima võimaliku lõiguga, kuhu keskpriiret rajada. Tabelist [Tabel 3.2] selgub, et antud lõigu tiptunniliiklussagedused on sõidusuundade lõikes väga ebaühtlased. Ei ole välistatud, et tegu on ajutise lahendusega, aga ka siis peab olema kaalutletud, kas tehtud investeeringud on asjakohased ja kas oleks olnud võimalik

kasutada mõnda muud võimalikku varianti. Antud juhul näiteks kummipostidega lahendus.

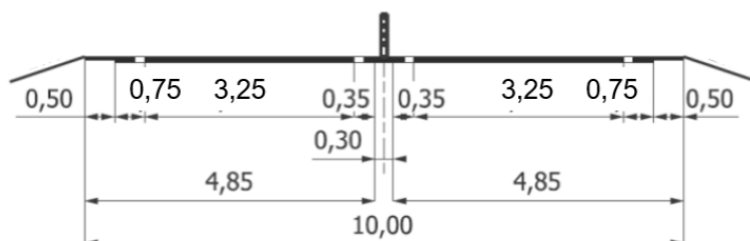
Hädapeatunud sõidukitele mõeldes rajati lõigule 4 SOS taskut ning tagasipöördesilmused. Õnnetuste puhuks paigaldati iga 300 m tagant piirdepostid 16 m pikkuste lõikudena hülssidesse, et vajadusel oleks võimalik piire osaliselt eemaldada ja võimaldada sõidukite liikumine [39].

Enne projekti teostamist viidi läbi liikluskäitumise uuring(20.05.2019 – 21.06.2019). Uuringu ühe osana küsitleti piirkonna elanikelt ning teelõiku igapäevaselt kasutavate juhtide käest tagasisidet liikluslahenduse osas. Tagasisidest selgus, et liiklusohutuse aspekte hinnati juhtide poolt kas tõsise või kohatise probleemina. Peamiste probleemidena toodi välja maanteelt maha keeramiste ja maanteele sõitmise liiklusohutlikkus. Leiti, et probleemiks on muutlik sõidukiirus, mis on tingitud mahasõitude kasutamisest ja raskeliiklusest, mis omakorda tekitab pikki autokolonne, närvilisust möödasõitudel ja kiiruse ületamist neis lõikudes, kus möödasõit on võimalik [39]. Teine liikluskäitumise uuring on kavandatud teostada pärast seda kui projekt on mõnda aega liiklejate poolt kasutuses olnud, eeldatavasti 2020 aasta jooksul [39].

Kiiruspiirang antud lõigul oli enne ja jäi pärast lahenduse valmimist 90 km/h. Rootsist rajatud sarnastel teedel on kasutatud sama ristlõiget, kuid kiiruspiirangut sõiduautodele on rakendatud ka 100 km/h [26].

3.2.1 Ristlõikelahenduse iseloomustus

Kasutatud tee ristlõike elementide laiused on järgmised: sõiduraja laius 3,25 m, kindlustatud peenra laius 0,75 m, kindlustamata peenra laius 0,5 m, sõidusuundi eraldava ala laius 1,0 m. Tee muldkeha laius 11, asfaltkatte laius 9 m [39]. Tee ristlõike projektlahendus graafiliselt on järgmine:



Joonis 3.2 1+1 keskeraldusega tee ristlõike projektlahendus [56]

Olemasoleva 9 m laiuse tee ümberehitusel 1+1 ristlõikega teeks ilma täiendava laiendamiseta tekib halb olukord kus sõidukite hajuvus ristlõikes väheneb oluliselt. Sõidujäljed võivad koonduda ligi 40 % [43].

Enamik juhtudel on seda sorti ümberehitused kõige ökonoomsemad alginvesteeringu suhtes. Selliseid teid planeerides tuleb eeldatavale liiklussagedusele tuginedes mõelda hilisematele hooldus ja rekonstrueerimistöodele, mis on tingitud suuremast teekatte kulumisest ja deformatsioonide tekkest.

3.2.2 Kasutatud (1+1) lahenduse võimalik mõju liiklusohutusele

Uuringu põhjal oli tee kasutajate üheks peamiseks mureks peale-ja mahasõitude ohtlikkus. Uus liikluslahendus arvatavasti olukorda ei paranda, sest paremale poole mahasõidud kinnistutele ning kõrvalteedele ei kadunud kuhugi. Ei ole teada, kas olemasolevaid mahasõite laiendati. Väikese laiuse ning pöörderaadiusega mahasõitude puhul, kui sõidurada ja kindlustatud peenar on kitsad, võivad sõiduautodest suurematel sõidukitel tekkida keskpäärde olemasolu tõttu täiendavad probleemid parempöörde sooritamisel. Keskpäärde takistab pöördel lisa ruumi kasutuseks vastassuunda kalduda. Kui mahasõit teenindab aktiivselt tegutsevat talu, siis enimkasutatav tüüp mahasõit (tüüp I [57]) ei pruugi osutada sobivaks.

Vasakpöörde osas olukord muutus oluliselt, sest vasakpöörded endisel kujul ei ole uue lahendusega võimalikud. Ohutuse aspektist lähtudes on selline muudatus pigem soodne. Kuid kui vaadata olukorda kinnistu omanike seisukohalt siis uue lahendusega on ligipääs valdustele oluliselt halvenenud, mitmel juhul tuleb kinnistule pääsemiseks sõita ringiga – sooritada tagasipööre ning naasta soovitud mahasõiduni.

Liiklusõnnetuste analüüsiks on möödunud liiga vähe aega, et järeldusi teha. Küsimus kerkib kergliiklejate liiklusohutuse tagamise seisukohalt. Projekti lõigu valimisel täheldati, et kergliiklejaid on vähe, kuid ei ole teada, mida selle all on mõeldud. 0,75 meetri laiune kindlustatud teepeenar sellise kitsa sõiduraja ja keskpäärde olemasolul ei loo rahuldavaid tingimusi kergliiklejatele, seda kinnitavad ka järgmises alapunktis 3.3 läbi viidavad jalgratturi teenindustasemearvutused. Tuginedes Highway Capacity Manual 2010 ratturi teenindustaseme arvutuse metoodikale ei ole oluline ratturite hulk vaid on kaks varianti – nad on olemas, või neid ei ole. Antud kontekstis on nad siiski olemas. Jalgratturite liiklusohutust ning teenindustaset on täpsemalt käsitletud punktis 2.6.3 ning antud lõigu teenindustaset on kirjeldatud punktis 3.3.3.

3.3 Liikluse analüüs

Käesolevalt kasutati riigitee nr 15 liiklusohutuse analüüsiks alapunktis 3.1 nimetatud püsiloenduspunktide liiklusandmeid aastatest 2017, 2018, 2019 [Lisa 1] ning täiendavalt Tallinna seiresüsteemist liikluse andmeid Viljandi maantee ja Valdeku tänava ristmikult [Lisa 2]. Püsiloenduspunktide põhitulemused on välja toodud tabelis [Tabel 3.2].

Valitud tiptunni liiklussageduste andmetel leiti olemasolevale lahendusele vastavad teenindustasemed hindamaks teel esineva ristlõikevaliku ning liiklussageduste kooskõla.

Tabel 3.2 püsiloenduspunktide arvutuslike liiklusandmete koondtabel

PLP tiptunni liiklussagedused suundadel*										
PLP	Tallinn-Rapla	Rapla-Tallinn	AKÖL (a/ööp)	P _R (%)	S1	S2	Tipp-tund	Aasta	Päev	Kell
Hommikune tiptund										
Kangru	456	1296	13 710	2.94	26%	74%	100.tt	2019	E	8-9
Urge	164	892	7594	3.62	16%	84%	30.tt	2019	E	7-8
Kohila	135	661	6078	3.61	17%	83%	30.tt	2019	E	7-8
Õhtune tiptund										
Kangru	1160	772	13 259	3	60%	40%	30.tt	2017	E	17-18
Urge	752	277	7594	2.82	73%	27%	100.tt	2019	T	17-18
Kohila	567	221	6078	2.57	72%	28%	30.tt	2019	R	17-18

Kus: * - tiptunni andmed tuginevalt 2017-2019 a püsiloenduspunktide andmetele, edasises töös viidatakse kui „tänaatele“

PLP – püsiloenduspunkt

AKÖL – vaadeldava aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus loenduspunkti andmete põhjal

P_R – raskeliikluse osatähtsus tiptunnis suuna lõikes

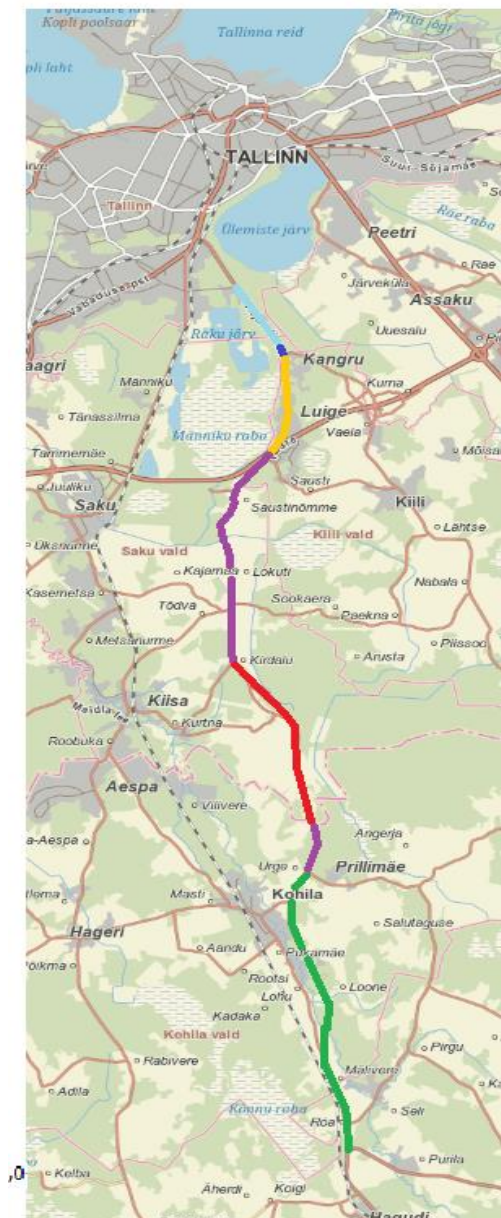
S1/S2 – sõidukite jaotus tiptunni siseselt suundade lõikes, S1 (suund Tallinn-Rapla) ja S2 (suund Rapla-Tallinn)

Proгноositavate tiptunniandmete leidmiseks kasutati Tabel 3.2 esitatud liiklussageduste andmeid, mis korrutati läbi väärtusega 1,5. Proгноositavate liiklussageduste leidmise meetod on sama, mida kasutati varasemalt punktis 2.3, kus kasutati samuti kordajat 1,5. Tõenäoliselt Eesti keskmine liiklussageduse kasv ei saa olema järgneva 20 - 25 aasta jooksul nii kiire, aga Tallinna lähistel võib see juhuste kokkulangemiste tulemusel realiseeruda. Seda enam, et 2020 aasta kriisi situatsioon on raske tulevikuprognose teha.

Tabelites [Tabel 3.2; Tabel 3.3] esitatud tipptunniliiklussagedused on arvutuslikud, seetõttu on kõikides teenindustaseme arvutuses rakendatav tipptunnitegur TTT võrdne ühega. Arvutusliku liiklussageduse leidmisel olid tipptunnitegurid hommikuse tipptunni ajal vahemikus 0,88 kuni 0,92 ning õhtuse tipptunni ajal 0,84 kuni 0,89. Konkreetsete suurused on nähtavad lisades [Lisa 1].

Tabel 3.3 prognoositavad tipptunni liiklussagedused riigiteel nr 15

PLP	Ca 20 - 25 aasta pärast (N*1,5)			
	Hommik		Õhtu	
	Tipptunni liiklussagedus suundadel (a/h)			
	Tallinn - Rapla	Rapla-Tallinn	Tallinn - Rapla	Rapla-Tallinn
Kangru	684	1944	1740	1158
Urge	246	1338	1128	416
Kohila	203	992	851	332



- Kangru PLP andmetel põhinevad lõigud:**
- Km 4,6-5,3 arvutatud lõik
 - Km 2,3-4,6 arvutused üldistavalt ülekantud
- Urge PLP andmetel põhinevad lõigud:**
- Km 17,6-24,0 arvutatud lõik
 - Km 9,0-17,6 ja 24,0-26,0 arvutused üldistavalt ülekantud (maantee liik 2r-I)
 - Km 5,3-9,0 arvutused üldistavalt ülekantud (maantee liik 2rII)
- Kohila PLP andmetel põhinevad lõigud:**
- Km 26,0-36,9 arvutatud lõik

Teenindustaseme arvutused viidi läbi riigimaantee nr 15 (Tallinn – Rapla – Türi) neljal erineval lõigul. Arvutused põhinevad PLP liiklussageduste andmetele [Tabel 3.2; Tabel 3.3] ning seetõttu on arvutused tehtud suhteliselt lühikeste lõikude kohta. Valitud lõigud on järgmised:

- Km 2,3-5,3 (Kangru PLP põhjal)
- Km 5,3-9,0 (Urge PLP põhjal)
- Km 9,0-26,0 (Urge PLP põhjal)
- Km 26,0-36,9 (Kohila PLP põhjal)

Valitud lõigud on nähtavad joonisel [Joonis 3.3], kus on näha ka mis lõikudele ja millises ulatuses lähteandmeid üldistavalt üle kantakse. Arvutustulemuste ülekandmisel on lähtutud AKÖL-ist, tee ristlõikest ja maantee liigist. Riigitee vaadeldava ala ulatusse jäävate homogeensete lõikude AKÖL-id on leitavad tabelist [Tabel 3.1]. Esimese lõiguna võib vaadelda ala Valdeku tänava ja Viljandi maantee ristmikult kuni Kangru tee (nr 11115) ristmikuni km 2,3-5,3. Teine lõik oleks vastavalt AKÖL-ile ja tee ristlõikele km 5,3-9,0 (tee nr 11115 ristmikust kuni Luige liiklussõlmeni), kolmas lõik km 9,0-26,0 (Luige liiklussõlmest kuni tee nr 11202 ristmikuni) ja viimane neljas lõik km 26,0-36,9 (tee nr 11202 ristmikust kuni tee nr 14 ristmikuni).

Joonis 3.3 käsitletud lõigud [55]

Arvutustes keskendutakse tee ristlõikeatele ning seetõttu ei käsitleta suuremaid ristmike ja liiklussõlmi.

3.3.1 Kangru PLP andmete põhinev analüüs lõigule km 2,3-5,3

Kangru püsiloendupunkti põhjal arvutati tee nr 15 km 4,6-5,3 teelõigu (0,7 km) täna sel liiklussagedusel põhinev teenindustase olemasolevale 2-rajalisele ning perspektiivsele 2+2 ristlõikele. Prognoositavale liiklussagedusele vastav teenindustase arvutati 2+2 ristlõikele. Arvutatud osalõigu tulemused on ülekantavad km 2,3-5,3 lõigule (Valdeku tn ristmik – Kangru).

Tänase 2-rajalise ristlõike teenindustaseme arvutus tehti nii maantee liigile 2r-II, kui ka 2r-III. Arvutuste tulemusel selgus, et sobilikum on teenindustaset arvutada liigi 2r-III järgi vt punkt 2.1.1. 2-rajalise ristlõike teenindustaseme arvutustabelid on esitatud suundade kaupa lisades [Lisa 3]. Arvutuse tulemusena selgus, et tänane teenindustase 2-rajalise ristlõike puhul on mõlema tipptunni ajal tase „E”. Teenindustase „E” nii hommikul, kui ka õhtul ei ole vastuvõetav. Arvutustes kasutatud tee ristlõige vastab Teeregistri andmetele [53] ning projektkiirus valiti tänane 80 km/h. Hommikune ja õhtune tipptund on liikluse jaotuse suhtes sõiduradadele küllaltki erinevad, kuid arvutustulemused on üsnagi sarnased.

Antud lõigus arvutati teenindustase 2+2 ristlõikele nii olemasoleva, kui ka prognoositava liiklussageduse järgi. Võrreldes varasema 2-rajalise ristlõike arvutustulemustega toimub teenindustasemes 2+2 ristlõike puhul hüppeline muutus. Arvutusteks valitud ristlõige vastab I klassi maantee ristprofili parameetritele [1]. Mitmerajalise tee ristlõike teenindustase leidmiseks vajalikud arvutustabelid on esitatud lisades [Lisa 5; Lisa 6].

Tabel 3.4 autoliikluse teenindustaseme arvutuste koondtabel Kangru PLP andmetel

Lõik Km	PLP	Liiklussagedus	Ristlõiketüüp	Projektkiirus [km/h]	Suund	TTT	Teenindustase
4.6-5.3	Kangru	Tänane	2-rajaline (liik 2r-III)	80	Tln-Rapla	0.92	E
					Rapla-Tln	0.84	
4.6-5.3	Kangru	Tänane	2+2	80	Tln-Rapla	0.92	B
					Rapla-Tln	0.94	
4.6-5.3	Kangru	Prognoositav	2+2	80	Tln-Rapla	0.92	C
					Rapla-Tln	0.94	

Kus: PLP – püsiloenduspunkt, mille andmete arvutus tugineb

TTT – arvutusliku tipptunni leidmisel kasutatud tipptunnitegur

Mitmerajalise tee teenindustase perspektiivse liiklussageduse juures on mõlema tipptunni ajal tase „C” ning üsnagi lähedal tasemele „B”. Sellest saab järeldada, et on võimalik valitud ristlõiget optimeerida. Perspektiivsete sageduste puhul, vaadates arvestusaastat, võiks teenindustaseme väärtus jääda taseme „C” keskväertuste lähedale.

2+2 ristlõike teenindustase arutati kasutades projektkiirust 80 km/h. Projektkiiruse valik põhineb tee funktsioonil ning ei ole vastavuses I klassi maantee nõuetega. Kõrgem, normi kohane projektkiirus sellise lühikese lõigu ning linnalähedase asukoha juures ei oleks asjakohane. Suure tõenäosusega paneb lubatud sõidukiirus 70-80 km/h Tallinna ringteest linna poole jäävatel teedel kasutajaid valima linna sissesõiduks kohti, mis tagaks linna tänavavõrgule väiksemad liiklusvood. Seeläbi soodustaks madalam kiirus sellistel teedel ringtee aktiivsemat kasutust. Mitmerajalise tee arvutuste juures on mahasõitude sageduseks määratud 1 tk/km. Plaanilt täpsustades selgub, et olemasolevaid on 4 tk/km, kuid tegemist on väikeste mahasõitudega, mida on võimalik sulgeda, kasutades kinnistutele juurdepääsudeks muid marsruute.

Arvutustest selgub, et juba tänaste sageduste puhul on antud lõigus vajalik vähemalt 2+2 ristlõike. Läbi arvatud lõik on üsnagi lühike (0,7 km), kuid tulemustes oli näha, et neljarajaline tee on hädavajalik. Kui vaadata antud lõigust Tallinna poole, siis Viljandi maantee ja Valdeku tänava ristmiku liiklussageduste andmetest [Lisa 2] selgub, et ka seal oleks vähemalt nelja rajaline ristlõike vajalik.

Antud töös keskendutakse maantee analüüsile, kuid kui linna poolset lõiku vaadata, oleks see mõistlik siduda perspektiivsete Tallinna väikese ringi ja Viljandi maantee - Tervise tänava ühendamise projektidega. Valdeku tänava ristmikust (km 2,3) Kangru poole jääv Viljandi maantee lõik peaks valmima koordineeritult maanteega. Lahendus ei saa olema lihtne, sest linna äärsete piirkondade maakasutus on väga tihedalt planeeritud. Eriti kajastub probleem lõigul Karuse – Kaarli.

Riigitee lõigul km 4,6-5,4 ei teostatud jalgratturi teenindustaseme arvutust, sest kergliiklejatele on tagatud head liiklustingimused eraldiseisva kergliiklustee näol.

3.3.2 Urge PLP andmetele põhinev analüüs lõigule km 5,3-9,0

Lõigu km 5,3-9,0 analüüs põhineb Urge püsiloendupunkti liiklussageduste andmetele ning teenindustaseme arvutused tehti olemasolevale 2-rajalisele ristlõikele. Kogu lõiku km 5,3-26,0 ei ole võimalik vaadata ühe homogeense lõiguna, sest maantee liik varieerub. Lõik km 5,6-26,0 on jaotatud kaheks, km 5,3-9,0 (Kangru – Luige liiklussõlm) ja 9,0 -17,6 (Luige liiklussõlm – 1+1 keskipiirdega tee algus).

Km 5,3-9,0 puhul on tegemist 2r-II liiki teega. Urge püsiloendupunkti arvutuslikud tiptunnid [Tabel 3.2] esinesid aastal 2019 ning antud lõigu AKÖL oli aastal 2019 üsnagi sarnases suurusjärgus lõigule kus paikneb loenduspunkt [Tabel 3.1]. Liiklusõnnetuste seisukohalt ajavahemikus 2017-2019 kannatanutega õnnetusi esinenud ei ole [54]. Urge põhilõigu (km 17,6-24,0) ja vaadeldava lõigu (km 5,3-9,0) arvutuste erisus seisneb mahasõitude esinemise sageduses ja möödasõidupiiirangu ala osatähtsuses.

Kuna arvutustes kasutatud algandmed ei ole konkreetse lõigu omad, vaid valitud ligilähedased ja ülekantud teiselt lõigult, siis tehtavad järeldused on tugevalt üldistavad.

Tabel 3.5 autoliikluse teenindustaseme arvutuste koondtabel Urge PLP andmetel km 5,3-9,0

5.3-9.0	Urge	Tänane *	2-rajaline (liik 2r-II)	80	Tln-Rapla	0.87	E
					Rapla-Tln	0.85	
5.3-9.0	Urge	Prognoositav *	2+2	80	Tln-Rapla	0.87	B
					Rapla-Tln	0.85	

Kus: * - lõigu arvutuse tulemused on üldistavad, sest lähteandmed on ülekantud PLP veerus paiknevalt püsiloendupunktilt

PLP – homogeensel lõigul paiknev püsiloenduspunkt mille alusel on arvutatud

Lõigu km 5,3-9,0 teenindustase on arvutatud liigile 2r-II, kus leitud väärtus vastas hommikuse tipptunni ajal tasemele „E“. Teenindustaseme määrab ooteaeg, mis on normaalsete tingimuste tagamiseks liiga kõrge. Põhjuseks saab pidada suundade suurt ebaühtlust ja lõigule iseloomulikku möödasõidupiiranguga teeosa suurt osatähtsust. Tänaسته sagedustele vastava teenindustaseme arvutustabelid on lisades [Lisa 7].

Prognoositava liiklussageduse järgi arvutatati 2+2 ristlõike perspektiivne teenindustase. Arvutuste tulemusena selgus, et prognoosi täitumisel oleks 2+2 ristlõige vajalik. Lõigu teenindustasemeks arvutatati „B“. Teenindustaseme arvutustabelid on lisades [Lisa 8]. Sarnaselt esimesele lõigule km 2,3-5,3, on antud juhul võimalik kaaluda ristlõike laiuste vähendamist nii, et oleks tagatud piisavad kasutustingimused liiklejatele kuid samas oleks ratsionaalne ehitada.

Antud lõigul ei käsitletud kergliiklejaid, sest kergliiklejatel on olemas eraldi kergliiklustee.

3.3.3 Urge PLP andmete põhinev analüüs lõigule km 9,0-26,0

Urge püsiloendupunkti põhjal arvutatati tee nr 15 km 9,0-26,0 teelõigu tänasele liiklussagedusele põhinev teenindustase olemasolevale 2-rajalisele ning 1+1 keskpiirdega lõigule. Lisaks leiti kuidas sobiks tänastesse oludesse 2+1 lahendus. Prognoositavale liiklussagedusele vastav teenindustase arvutatati 2+1 ja 2+2 ristlõikele.

Täiendavalt uuriti jalgratturi teenindustaset olemasolevas pilootprojekti lõigus (km 17,6-21,0) nii praegustele kui prognoositavatele liiklussagedustele.

Tabel 3.6 autoliikluse teenindustaseme arvutuste koondtabel Urge PLP andmetel

Lõik Km	PLP	Liiklussagedus	Ristlõiketüüp	Projektkiirus [km/h]	Suund	TTT	Teenindustase
9.0-17.6	Urge	Tänane *	2-rajaline (liik 2r-I)	100	Tln-Rapla	0.87	E
					Rapla-Tln	0.85	
9.0-17.6	Urge	Prognoositav *	2+2	100	Tln-Rapla	0.87	B
					Rapla-Tln	0.85	
17.6-21.0	Urge	Tänane	1+1 keskpiirdega	100	Tln-Rapla	0.87	D
					Rapla-Tln	0.85	
21.0-26.0	Urge	Tänane	2-rajaline (liik 2r-I)	100	Tln-Rapla	0.87	E
					Rapla-Tln	0.85	
21.0-24.0	Urge	Prognoositav	2+1	100	Tln-Rapla	0.87	F
					Rapla-Tln	0.85	
17.6-26.0	Urge	Prognoositav	2+2	100	Tln-Rapla	0.87	B
					Rapla-Tln	0.85	

Kus: * - lõigu arvutuse tulemused on üldistavad, sest lähteandmed on ülekantud PLP veerus paiknevalt püsiloenduspunktilt

PLP – homogeenisel lõigul paiknev püsiloenduspunkt mille alusel on arvutatud

2-rajalise ristlõike teenindustase arvutati km 9,0-17,6 ja 21,0-24,0 vastavalt tänastele Urge PLP liiklussagedustele. Arvutused tehti kõigile kolmele maantee liigile, määravaks sai arvutus 2r-I liigi järgi. Arvutustes kasutatud tee ristprofiili parameetrite puhul lähtuti Teeregistri andmetest [53] ning projektkiirus valiti 100 km/h. 2-rajalise ristlõike arvutustabelid on esitatud lisades [Lisa 9; Lisa 11].

Lõigu km 9,0 -17,6 (Luige liiklussõlm – 1+1 keskpiirdega tee) puhul kasutati Urge PLP liiklussageduste andmeid. Tegemist on 2r-I liiki teega. Urge püsiloenduspunkti arvutuslikud tipptunnid [Tabel 3.2] esinesid aastal 2019 ning antud lõigu AKÖL oli aastal 2019 üsnagi sarnases suurusjärgus [Tabel 3.1]. Liiklusõnnetuste seisukohast on tegemist kogu vaadeldava maantee lõigu kõige õnnetusterohkema osalõiguga. Ajavahemikus 2017-2019 a on toimunud lausa 4 õnnetust (kokku 13 vigastatut ja 1 hukkunu). Neist kolm on toimunud märgades/jäistes oludes ning kõigil juhtudel on olnud tegemist vastassuundadest otse sõitvate sõidukite vaheliste konfliktidega [52]. Erisus antud lõigu ja Urge põhilõigu (km 17,6-24,0) arvutuses seisneb mahasõitude esinemise sageduses ja möödasõidupiiranguga ala osatähtsuses. Osalõigu teenindustaseme arvutustabelid on esitatud lisades [Lisa 9]. Kuna arvutustes kasutatud algandmed ei ole konkreetse lõigu omad, vaid valitud ligilähedased ja ülekantud teiselt lõigult, siis tehtavad järeldused on tugevalt üldistavad.

Lõigu km 9,0-17,6 teenindustase on arvutatud liigile 2r-I, kus leitud väärtus vastas hommikuse tipptunni ajal tasemele „E“. Teenindustaseme määrab ooteaeg, mis on normaalsete tingimuste tagamiseks liiga kõrge. Põhjuseks saab pidada suundade suurt ebahühtlust ja lõigule iseloomulikku möödasõidupiiranguga teeosa suurt osatähtsust.

1+1 keskpäirdega ristlõike teenindustase leiti olemasolevale pilootprojekti lõigule (km 17,6-21,0). Arvutustes kasutatud ristlõike parameetreid on varem kirjeldatud punktis 3.2.1. Teenindustaseme arvutuse metoodika on kirjeldatud punktis 2.1.2. Vaadeldava lõigu teenindustase vastavalt 2019 aasta liiklusandmetele on mõlema tipptunni mõistes vastav tasemele „D”. 1+1 keskpäirdega teelõigu teenindustaseme arvutustabelid on esitatud suundade kaupa lisades [Lisa 12].

Lõigu km 21,0-24,0 arvutus teostati maantee liigile 2r-I. Arvutustulemused on ülekantavad lõigule 21,0-26,0. Tänaše 2-rajalise tee teenindustase hommikuse tipptunni ajal on „D” (lähedal tasemele „E”) ning õhtuse tipptunni ajal „E”. Osalõigu teenindustaseme arvutustabelid on esitatud lisades [Lisa 11]. Ajavahemikus 2017-2019 a on vaadeldavas lõigus (km 17,6-24,00) toimunud vaid üks inimkannatanuga liiklusõnnetus (sõiduki konflikt loomaga) [54].

Kui arvestada, et 2-rajalise ristlõike puhul oli hommikuse tipptunni ajal teenindustase „E” ja õhtul „D”, võib öelda, et lõigu ümberehitusega 1+1 keskpäirdega lõiguks teenindustase paranes. Kahe arvutustulemuse erinevus on peamiselt tingitud hinnatavast omadusest, 2-rajalise tee puhul määrab teenindustaseme ooteaeg, 1+1 keskpäirdega ristlõike puhul on kandev roll liiklustihedusel. Lähteandmete erinevus seisnes piirde rajamisega kaasnenud sõiduraja ja kindlustatud peenra laiuse vähenemises ning mahasõitude esinemise sageduse erinevuses (2-rajalise tee arvutusel kasutavas lõigus 4 tk/km, keskpäirdega lõigu puhul 2 tk/km), kasutatud liiklussageduse andmed on samad. Teenindustaseme muutust saab tee ümberehitusega pidada pigem positiivseks, kuid piirde rajamine tõi endaga kaasa ka hulga negatiivset, mida kirjeldatud varasemalt jaotises 3.2.

2-rajalise ja 1+1 keskpäirdega ristlõigete arvutustulemustest on näha, et mõlemad ristlõiked kasvavatele liiklussagedustele enam pikalt vastu ei pea. 2+1 ristlõikele vastava teenindustaseme arvutuse juures lähtuti samadest ristlõikeparameetritest, mis teiste Eestis varem ehitatud seda tüüpi teede puhul [Tabel 2.1]. Arvutustulemustest selgub [Tabel 3.6], et prognoositud liiklussageduste andmeid kasutades on 2+1 ristprofiil antud lõigule mitte sobiv. Teenindustaseme väärtus suunal Tallinn - Rapla, õhtuse tipptunni ajal, vastab tasemele „E” ning suunal Rapla-Tallinn, hommikuse tipptunni ajal, vastab tasemele „F”. 2+1 ristlõike arvutustabelid on esitatud lisades [Lisa 13]. 2+1 arvutustulemus põhineb üherajalisel suunal olevale liiklustihedusele ning ristlõikeelementide parameetrite muutmine tulemusi oluliselt ei muuda. Puuduliku tulemuse põhjuseks on sõidussundade liiklussageduste ebaühtlus.

2+1 lahenduse prognoositava teenindustaseme viletsa tulemuse tõttu tuleks vaadeldud lõigus rajada tuleviku perspektiivi silmas pidades 2+2 ristlõikega tee. Arvutades 2+2

tee teenindustaset kasutades prognoositud sagedusi ning I klassi maantee ristprofiili elementide laiusi oleks antud tee arvestusaastat vaadates jällegi üle dimensioneeritud. Õhtuse tipptunni teenindustase vastaks tasemele „A” ning sama näitaja hommikuse tipptunni puhul oleks kogu lõigu ulatuses „B”, kuid üsnagi lähedal tasemele „A”. Siinkohal oleks mõistlik tee funktsiooni (tugimaantee) silmas pidades tee ristlõikeelementide laiusi ahendada. 2+2 ristlõike arvutustabelid on esitatud lisades [Lisa 14].

Jalgratturi teenindustase arvutati esmalt pilootprojekti lõigule (km 17,6-21,0). Arvutuste lähteandmetena kasutati samu parameetreid, mida 1+1 keskkiirdega tee teenindustaseme puhul antud lõigul. Kui muidu kasutatakse teenindustaseme arvutamise juures tee projektkiirust, siis jalgratturi teenindustaseme arvutus puhul kasutatakse maksimaalset lubatud sõidukiirust (antud juhul 90 km/h). Olemasolevate tipptunniandmete põhjal arvutatud teenindustase on mõlemal tipptunnil „D”, hommikuse tipptunni puhul piiri peal tasemega „E” [Lisa 15]. Lisaks kasinale teenindustasemele tuleks ka arvestada asjaoluga, mida mainitud punktis 2.6.3, et kasutatud arvutusmetoodika ei arvesta keskkiirde lähedust sõidurajale. Antud olukorras, kus sõidurada ning kindlustatud peenar on küllaltki kitsas mõjutab keskkiirde olemasolu ratturit oluliselt.

Tabel 3.7 jalgratturi teenindustaseme arvutus Urge PLP andmetel

Lõik Km	PLP	Liiklussagedus	Ristlõiketüüp	Suund	V [km/h]	NMS [a/h]	P _R [%]	Teenindustase
21.0-24.0	Urge	Tänane	1+1 keskkiirdega	Rapla-Tln	90	892	3.62	D
21.0-24.0	Urge	Prognoositav	2+2	Rapla-Tln	90	937	5.16	C*

Kus: * - kui kindlustatud peenra laius oleks 1,75 m

PLP – püsiloenduspunkt, mille andmetele arvutus tugineb

V – maksimaalne lubatud sõidukiirus [km/h]

NMS – tipptunni liiklussagedus välimisel sõidurajal [a/h]

P_R – raskeliikluse osakaal välimisel sõidurajal [%]

TTT – arvutusliku tipptunni leidmisel kasutatud tipptunnitegur

Lisaks olemasoleva olukorra läbi arvutamisele ja teenindustaseme leidmisele viidi praeguste liiklussageduse andmete põhjal läbi teinegi arvutus, millega leiti praegusele lahendusele sobilik kindlustatud peenra laius selliselt, et teenindustase oleks vähemalt tasemete „C” ja „D” piiril [Lisa 16]. Arvutuste tulemusel leiti, et õhtuse tipptunni ajal (suund Tallinn - Rapla) oleks sobivaks laiuks 1,30 m, hommikuse tipptunni puhul (suund Rapla - Tallinn) oleks sama näitaja 1,60 m. Esmasel hinnangul võiks öelda, et 1,60 m laiuse kindlustatud peenra rajamine ei ole ilmselt mõistlik (eeldab kummaltki poolt teed kindlustatud peenra laiendamist 0,85 m võrra), seega peaks kergliiklejatele

olema võimaldatud eraldiseisev kergliiklustee. Teisalt kui võtta arvesse varasemad arvutused, mis näitasid, et vaadeldav lõik võiks prognoositavate tiptunnisageduste põhjal olla 2+2 ristprofiiliga ja see ka ellu viidaks, ei oleks jällegi kergliiklusteed vaja.

Kuna tegemist on tugimaanteega ja Kangru ning Urge PLP prognoositavate andmete põhjal tehtud arvutuste juures oli näha, et I klassi maantee ristprofiil on antud tee puhul liiga võimas, saaks kaaluda 2+2 tee kindlustatud peenra laiuse vähendamist, mis liiklusohutust oluliselt ei mõjutaks. Perspektiivse 2+2 ristlõikega tee jalgratturi teenindustaseme arvutamisel leiti [Lisa 17], et vajalik teenindustase „C” on õhtuse tiptunni ajal (suund Tallinn-Rapla) tagatud, kui kindlustatud peenra laius on vähemalt 1,45 m, hommikuse tiptunni ajal (suund Rapla-Tallinn) 1,75 m. Arvutuste juures tasub märkimist, et raskeliikluse osa on erinev vaadeldava lõigu varasematest arvutustest, mis on tingitud asjaolust, et kogu raskeliiklus on 2+2 ristlõike puhul välimisel sõidurajal. Kui tee mõlema suuna välimised kindlustatud peenrad ehitada 1,75 m laiuselt, siis oleks ainuüksi kindlustatud peenra arvelt võit katte laiuses 1,50 meetrit, mis on üsnagi märkimisväärne kokkuvõtte.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et tänase 2-rajalise ristlõikega tee teenindustaseme arvutus km 9,0-26,0 lõigule näitas, et vajalik teenindustase ei ole tagatud, tase „E”. 1+1 keskpäirdega lõigu km 17,6-21,0 teenindustase on mõlema tiptunni mõistes vastav tasemele „D”, mis samuti on üsnagi kasin. Selgus, et pilootprojekti raames ümber ehitatud lõigu teenindustase paranes, kuid mitte oluliselt. Tuleviku perspektiivis on vajadus 2+2 ristlõike järele, sest 2+1 lahendus ei tagaks prognoositud liiklussageduste juures sõidusuundade suure ebaühtluse tõttu vajalikku teenindustaset. 2+2 tee prognoositav teenindustase lõigu (km 9,0-26,0) kõigil osalõikudel näitas et I klassi tee ristprofiil oleks antud oludes üle dimensioneeritud ning sobilikumad oleksid väiksemad elementide laiused.

Lõigus (km 9,0-26,0) on vajalik parandada ratturite tingimusi. Seda on võimalik teha laiendades olemasolevat kindlustatud teepeenart või rajada omaette kergliiklustee. Arvutustulemustest kajastub selgelt, et lähtudes nii autoliiklusest, kui kergliiklusest on vajalik tee ümberehitus.

3.3.4 Kohila PLP andmetele põhinev analüüs lõigule km 26,0-36,9

Kohila püsiloendupunkti põhjal arvutati tee nr 15 km 27,3-36,9 teelõigu tänasele liiklussagedusele põhinev teenindustase olemasolevale 2-rajalisele teele. Arvutustulemused on ülekantavad lõigule km 26,0-36,9. Lisaks leiti kuidas sobiks tänastesse oludesse 1+1 keskpäirdega ning 2+1 lahendus. Prognoositavale liiklussagedusele vastav teenindustase arvutati 2+1 ristlõikele.

Sarnaselt kõigile varasemalt kirjeldatud arvutustele on ka Kohila PLP liiklusandmetest näha suurt erinevust liikluse jaotuses suundade lõikes tiptunnisiselt. Antud lõigu puhul mõjutab suundade ebaühtlus teenindustaset eriti teravalt.

Kaherajalise tee teenindustaseme arvutusel lähtuti Teeregistri [53] ristlõike andmetest. Arvutused teostati omaselt maantee liigile 2r-I. Arvutatud teenindustase tänase tiptunni järgi oli hommikuse tiptunni ajal suunal Rapla-Tallinn „D” (teisel suunal „A”) ning õhtuse tiptunni ajal suunal Tallinn-Rapla „D” (teisel suunal „C”). Arvustulemuste suur ebaühtlus suundade lõikes on tingitud asjaolust, et teenindustaseme määrab ooteaeg, mis on antud juhul halb suure liiklusvoogude ebaühtluse tõttu suundade lõikes. Vaatamata madalale teenindustasemele on aastatel 2017-2019 toimunud antud lõigus vaid kaks kannatanutega liiklusõnnetust (mõlemad tee km 29), üks neist ühesõidukiõnnetus ning teine konflikt vastassuundades otse sõitvate sõidukite vahel. Olemasoleva 2-rajalise ristlõike teenindustaseme arvustabelid on esitatud lisades [Lisa 18].

Tabel 3.8 autoliikluse teenindustaseme arvutuste koondtabel Kohila PLP andmetel

Lõik Km	PLP	Liiklussagedus	Ristlõiketüüp	Projektkiirus [km/h]	Suund	TTT	Teenindustase
26.0-36.9	Kohila	Tänane	2-rajaline (liik 2r-I)	100	Tln-Rapla	0.89	D
					Rapla-Tln	0.88	
26.0-36.9	Kohila	Prognoositav	2-rajaline (liik 2r-I)	100	Tln-Rapla	0.89	E
					Rapla-Tln	0.88	
26.0-36.9	Kohila	Prognoositav	2+1	100	Tln-Rapla	0.89	D
					Rapla-Tln	0.88	

Kus: PLP – homogeenisel lõigul paiknev püsiloenduspunkt mille alusel on arvutatud
TTT – arvutusliku tiptunni leidmisel kasutatud tiptunnitegur

Prognoositava sageduse põhised arvutused liigile 2r-I näitasid, et kui lähtuda ooteaja pikeneemisest, oleks õhtuse tiptunni ajal Tallinn-Rapla suuna teenindustase „E” ning Rapla-Tallinn suunal tase „C”. Arvutades hommikuse tiptunni teenindustaset on olukord eelnevast halvem. Suundade ebaühtlus on suurem ning sellest tulenevalt Tallinnasse liikuva suuna teenindustase „E” ning Rapla suuna teenindustase „B”. Prognoositavatele andmetele põhinevad arvustabelid 2r-I liigile on esitatud lisades [Lisa 19].

2+1 ristlõikele vastava teenindustaseme arvutuse juures lähtuti samadest ristlõikeparameetritest, millest varasemates sama liiki tee arvutuste juures. Arvustulemustest selgub, et prognoositud liiklussageduste andmeid kasutades ei ole 2+1 ristprofiil antud lõigule õigustatud. Teenindustaseme väärtus vastab mõlema tiptunni ajal tasemele „D”. 2+1 ristlõige võiks mõnda aega toimida, kuid teenindustaseme kiire languse tõttu ammenuks antud ristlõike võimalused tippaegadel

lähima 10-15 aasta jooksul. Jällegi saab põhjuseks tuua suure ebaühtluse suundade lõikes. 2+1 ristlõikele vastavad arvutustabelid on esitatud lisades [Lisa 21].

Tabel 3.9 jalgratturi teenindustaseme arvutus Kohila PLP andmetel

Lõik Km	PLP	Liiklussagedus	Ristlõiketüüp	Suund	V [km/h]	NMS [a/h]	P _R [%]	Teenindustase
27.3-36.9	Kohila	Tänane	1+1	Rapla-Tln	90	661	3.61	D
27.3-36.9	Kohila	Tänane	1+1	Rapla-Tln	90	661	3.61	C*

Kus: * - kui kindlustatud peenra laius oleks 1,30 m

PLP – püsiloenduspunkt, mille andmetele arvutus tugineb

V – maksimaalne lubatud sõidukiirus [km/h]

NMS – tiptunni liiklussagedus välimisel sõidurajal [a/h]

P_R – raskeliikluse osakaal välimisel sõidurajal [%]

TTT – arvutusliku tiptunni leidmisel kasutatud tiptunnitegur

Hommikusele tiptunnile vastav jalgratturi teenindustase tänaste sageduste juures vastab väärtusele „D”. Teenindustasemeks „C” oleks vaja vähemalt 1,30 m laiust kindlustatud peenart. Olukorra parandamiseks on otstarbekas rajada iseseisev kergliiklustee, sest olemasoleva 1 meetri laiuse kindlustatud peenra laiendamine on kulukas ja ei paranda autoliikluse olusid. Peenra laiendamine ei avalda mõju ooteaja vähenemisele, mis on probleemiks teenindustaseme tagamisel 1+1 ristlõike puhul. Kui kergliiklustee rajada, tuleb seda teha silmas pidades perspektiivset 2+2 teed. Jalgratturi teenindustaseme arvutustabelid on esitatud lisades [Lisa 22].

Kokkuvõtlikult saab öelda, et autoliikluse seisukohalt on hetkeline olukord vaadeldavas lõigus kasin ning tuleks esimesel võimalusel hakata mõtlema tee ümberehitusele. Seda ilmestab teenindustaseme arvutuse tulemus – mõlema tiptunni ajal on 2-rajalise tee ühe suuna teenindustaseme väärtus „D”, hommikusel tiptunnil piiri peal tasemele „E”. Ratturite olukorda tuleb parandada laiendades selleks kindlustatud peenart või rajades omaette kergliiklustee. Prognoositavatel liiklussagedustel põhinevad arvutused näitasid, et vaadeldaval lõigul on otstarbekas kasutada 2+2 ristlõikega teed. Praegusel kujul ristlõige ammendub kui ületatakse taseme „E” alumine piir - siis on viimane aeg tegutsemiseks, mis ei ole enam kaugel. Nagu ka eelmisel lõigul, sõltuvad edasised arengud jalgratturitest. Kui ratturid otsustatakse jätta teepeenrale, siis tuleb ümberehitusega alustada varem. Kui esmalt otsustatakse välja ehitada kergliiklustee, siis põhitee ümberehitust on võimalik edasi lükata. Sel juhul on siiski oluline eelprojekti tasandil paika panna 2+2 ristlõikega tee perspektiivne trass, et kergliiklusteed ei peaks mitu korda ehitama.

3.4 Liiklusanalüüsi kokkuvõte ja ettepanekud liiklusohutuse parandamiseks

Antud peatükis on analüüsitud riigi tugimaantee nr 15 (Tallinn – Rapla - Türi) lõigu Tallinn – Kohila (km 2,6-36,9) homogeensete osalõikude liiklusohutust tuginedes teenindustaseme arvutusele. Teenindustaseme arvutuse meetodika põhineb varasemates peatükkides kirjeldatud Highway Capacity Manual 2010 [2] ja T. Metsvahi „Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks“ käsikirjale [3]. Analüüsi eesmärgiks oli arvutustele tuginedes hinnata olemasolevat olukorda ning sõltuvalt tulemustest soovitada sobivamaid ristlõiked liiklusohutuse parandamiseks. Edasises osas esitatud koondtulemuste tabelites on kajastatud teenindustasemed lõigul leitud ebasoodsaimad tulemused.

Analüüsi käigus jagati valitud lõik nelja põhisossa, mille arvutused teostati kasutades olemasolevate maantee püsiloenduspunktide andmeid. Lõikude vahepealsete osade arvutuste lähteandmed võeti lähedal asuva sarnase AKÖL-i, liiklusõnnetuste statistika ja ristlõikega liiklusloenduspunktist. Vaadeldaval lõigul esinenud kannatanutega liiklusõnnetused on kajastatud tabelis [Tabel 3.10].

Tabel 3.10 riigitee nr 15 vaadeldava lõigu kannatanutega liiklusõnnetused ajavahemikus 2017-2019 [54]

Tee km	Hukkunuid	Vigastatuid	Aasta
6	0	3	2018
11	0	2	2018
12	0	5	2018
15	0	4	2019
15	1	2	2019
20	0	1	2018
29	0	1	2017
29	0	2	2018
Kokku	1	20	

Valitud homogeensed lõigud, mille teenindustasemearvutustest lähtuti liiklusohutuse hindamisel on järgmised:

- Km 2,3-5,3 (Kangru PLP põhjal)
- Km 5,3-9,0 (Urge PLP põhjal)
- Km 9,0-26,0 (Urge PLP põhjal)
- Km 27,3-36,9 (Kohila PLP põhjal)

Kõigis lõikudes arutati teenindustasemed vastavalt olemasoleva ristlõikelahenduse, liiklussageduste ja liikluskorralduse andmetele. Käsitleti nii autoliiklust, kui ka kergliiklejaid. Autoliikluse arvutuste tulemused on koondatud tabelisse [Tabel 3.11]. Arvutustes kasutatud arvutuslikud tipptunnianndmed pärinevad antud lõigul paiknevate püsiloenduspunktide 2017-2019 aasta andmetest [Lisa 1].

Tabel 3.11 riigitee nr 15 lõigu km 2,3-36,9 osalõikude teenindustaseme arvutuste koondtulemused autoliiklusele

Lõik Km	PLP	Liiklussagedus	Ristlõiketüüp	Projektkiirus [km/h]	Teenindustase
2.3-5.3	Kangru	Tänane	2-rajaline (liik 2r-III)	80	E
5.3-9.0	Urge	Tänane *	2-rajaline (liik 2r-II)	80	E
9.0-17.6	Urge	Tänane *	2-rajaline (liik 2r-I)	100	E
17.6-21.0	Urge	Tänane	1+1 keskpäärdega	100	D
21.0-26.0	Urge	Tänane	2-rajaline (liik 2r-I)	100	E
26.0-36.9	Kohila	Tänane	2-rajaline (liik 2r-I)	100	D

Kus: * - lõigu arvutuse tulemused on üldistavad, sest lähteandmed on ülekantud PLP veerus paiknevalt püsiloenduspunktilt

PLP – homogeensel lõigul paiknev püsiloenduspunkt mille alusel on arvatud

Arvutustulemustest [Tabel 3.11] on näha, et olemasoleva lahenduse teenindustasemed on ületanud või paiknevad kriitilisel piiril, mille puhul oleks vajalik tee ümberehitus. Tee efektiivseks ja kasutajatele mitte ohtlikuks lahenduseks võib pidada selliseid lõike, kus teenindustase jääb tasemetele „C” ja „D” piirile. Teenindustaseme „E” puhul on vajalik kiiremas korras olukorda parandada. Teenindustaseme arvutuses on suur negatiivne mõju tulemusele tipptunni liiklusvoo ebaühtlasel jaguemisil sõidusuundade vahel [Tabel 3.2].

Jalgratturi teenindustase tänastes oludes arutati Urge ja Kohila püsiloenduspunktide andmetele põhinevatel lõikudel. Esimesel lõigul km 2,3-5,3 (Kangru püsiloenduspunkt) jalgrattureid eraldi ei vaadatud, sest kergliiklejatele on tagatud soodsad tingimused põhiteest eraldiseisva kergliiklustee näol.

Tabel 3.12 riigitee nr 15 lõigu km 17,6-36,9 osalõikude jalgratturi teenindustaseme arvutuste koondtulemused

Lõik Km	PLP	Liiklussagedus	Ristlõiketüüp	Suund	V [km/h]	NMS [a/h]	P _R [%]	Teenindustase
21.0-24.0	Urge	Tänane	1+1 keskpiirdega	Rapla-Tln	90	892	3.62	D
27.3-36.9	Kohila	Tänane	1+1	Rapla-Tln	90	661	3.61	D

Kus: * - kui kindlustatud peenra laius oleks 1,75 m

NMS – tipptunni liiklussagedus välimisel sõidurajal [a/h]

P_R – raskeliikluse osakaal välimisel sõidurajal [%]

Jalgratturi teenindustaseme arvutustulemustest [Tabel 3.12] selgus, et ka jalgratturite olukord lõigul on kriitilisel piiril ja olukorda tuleks kindlasti parandada. Lisaks kasinale teenindustasemele tuleb keskpiirdega lõigul km 17,6-21,0 arvestada asjaoluga, mida mainitud punktis 2.6.3, et kasutatud arvutusmetoodika ei arvesta keskpiirde lähedust sõidurajale. Antud olukorras, kus sõidurada ning kindlustatud peenar on küllaltki kitsad mõjutab keskpiirde olemasolu ratturit oluliselt. Sõidukid ei saa ratturitest mööda põikamisel kasutada vastassuunavööndit, nagu traditsioonilise 2-rajalise tee ristlõike puhul.

Selleks, et hinnata olemasoleva lõigu perspektiivset ristlõikevajadust teostati arvutused prognoositava liiklussageduse järgi. Liikluse prognoosi puhul lähtuti 20 aasta perspektiivis liiklussageduste 1,5 kordse suurenemisega. Kuna prognoosi tulemuslikkus on kaheldav, kuid teoreetiliselt võimalik, saab arvutustulemusi vaadata kui üldistavaid suurusi.

Tabel 3.13 riigitee nr 15 osalõikude prognoositud teenindustasemearvutuste koondtulemused

Lõik Km	PLP	Liiklussagedus	Ristlõiketüüp	Projektkiirus [km/h]	Teenindustase
2.3-5.3	Kangru	Prognoositav	2+2	80	C
5.3-9.0	Urge	Prognoositav *	2+2	80	B
9.0-17.6	Urge	Prognoositav *	2+2	100	B
21.0-24.0	Urge	Prognoositav	2+1	100	F
17.6-26.0	Urge	Prognoositav	2+2	100	B
26.0-36.9	Kohila	Prognoositav	2-rajaline (liik 2r-1)	100	E
26.0-36.9	Kohila	Prognoositav	2+1	100	D

Kus: * - lõigu arvutuse tulemused on üldistavad, sest lähteandmed on ülekantud PLP veerus paiknevalt püsiloendupunktilt
PLP – homogeenisel lõigul paiknev püsiloenduspunkt mille alusel on arvatud

Prognoositavate tipptunniandmete põhjal tehtud arvutuste puhul lähtuti 2+2 ristlõike puhul I klassi maantee ristprofiilielementide gabariitidest [1]. 2+1 tüüpi tee teenindustaseme arvutus lähtub antud liiki ristlõike üherajalise osa elementide laiustest ning arvutustes kasutati Eestis seni kasutatud lahenduse mõõtmeid [Tabel 2.1].

Esimesel arvatud lõigul km 4,6-5,3 viidi läbi perspektiivse 2+2 ristlõike arvutus. Olemasoleva olukorra arvutus näitas, et ümberehitus on hädavajalik. Perspektiivsete tipptunniandmetega tehtud arvutus kinnitas, et vajalik on neljarajaline tee. Mitmerajalise tee teenindustase perspektiivse liiklussageduse juures on mõlema tipptunni ajal tase „C”. Sellest võib järeldada, et valitud ristlõiget oleks otstarbekas optimeerida. Seda enam, et arvutustes kasutati projektkiirust 80 km/h. Projektkiiruse valik põhines tee funktsioonile. Valitud kiirus ei ole vastavuses I klassi maantee nõuetega, kuid sellise lühikese lõigu ning linnalähedase asukoha juures ei oleks suurem kiirus asjakohane. Arvutustulemusi saab üldistavalt üle kanda ka arvatud lõigust Tallinna poole, kuni Valdeku tänava ristmikuni km 2,3. Selleks annavad alust Tallinna seiresüsteemi andmed [Lisa 2]. Linna poolset lõiku vaadates, on mõistlik see siduda perspektiivsete Tallinna väikese ringi ja Viljandi maantee - Tervise tänava ühendamise projektidega. Valdeku tänava ristmikust (km 2,3) Kangru poole jääv Viljandi maantee lõik peaks valmima koordineeritult maanteega. Tehtav lahendus saab olema väljakutseid pakkuv, sest linna äärse piirkonna maakasutus on väga tihedalt planeeritud.

Urge püsiloenduspunkti prognoositud andmete põhjal arvutati olemasoleva 1+1 keskpäärdega tee lõigus teenindustase perspektiivsele 2+1 ristlõikele. Arvutus näitas, et 2+1 tee ei tule antud sageduste juures kõne alla, teenindustase „F”. Sel juhul ei oleks abi ka ristlõike laiendamisest, sest suur sõidusuundade vaheline ebaühtlus tingib olukorra, kus liiklustihedus sõidurajal oleks liiga kõrge. Nähes antud lõigu tulemusi on ilmselge, et 2+2 ristlõige on ka selles osas vajalik. 2+2 ristlõike arvutusel selgus, et prognoositav teenindustase kujuneks I klassi maantee ristlõiget kasutades „B”. Siinkohal tuleks ristlõiget sarnaselt varasemale ahendada. Ristlõikevalikul tulevad mängu kergliiklejad. Kui soovida kergliiklejad 2+2 teepeenrale jätta, siis oleks vajalik kindlustatud peenar laiusega vähemalt 1,75 meetrit. Kui omaette kergliiklustee rajada, mis on soovituslik, oleks peenra laiust tõenäoliselt võimalik veel enam vähendada. Kui otsustada kergliiklustee kasuks, tuleb Luige liiklussõlmeni (km 9,0) ulatuvat

kergliiklusteed jätkata eeldusega, et selle paigutamisel arvestatakse perspektiivse 2+2 teega.

Kohila püsiloenduspunkti andmetel ei ole hetke olukord teel kiita, ning perspektiivsete sageduste juures ei õigusta ehitust ka 2+1 tee, sest arvutatud teenindustase on mõlema tipptunni ajal „D”, hommikuse tipptunni puhul piiri peal tasemega „E”. 2+1 ristlõige võiks mõnda aega toimida, kuid teenindustaseme kiire languse tõttu ammenduks antud ristlõike võimalused tippaegadel lähima 10-15 aasta jooksul. Antud lõigu km 26,0-36,9 liiklussagedused on väiksemad, kuid liikluse ebaühtlus tipptundide ajal on varasemalt käsitletud lõikudest intensiivsem. Arvutustulemused näitavad, et 2+2 ristlõige on vajalik kogu vaadeldava lõigu ulatuses alates Viljandi maantee ja Valdeku tänava ristmikust km 2,3 kuni käsitletava lõigu lõpuni km 36,9. Kergliiklejatele on soovituslik rajada kergliiklustee kuni Kohilani.

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli kaardistada Eesti põhi- ja tugimaanteedel peamiselt kasutatavad ristlõiked ning hinnata ristlõike valikust tulenevaid mõjutusi liiklusohutusele ja tee kasutaja liikumismugavusele. Töös on esitatud teoreetiline ülevaade maanteede ristlõikevaliku alustest koos eri tüüpidele iseäralike aspektidega. Praktilise väljundina on analüüsitud riigi tugimaantee nr 15 (Tallinn – Rapla - Türi) lõigu Tallinn – Kohila (km 2,6-36,9) homogeensete osalõikude liiklusohutust tuginedes teenindustaseme arvutusele. Teenindustaseme arvutus põhineb „Highway Capacity Manualile“ [2] ning T. Metsvahi „Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks“ käsikirjale [3].

Efektiivseks maantee liiklusohutuse tagamiseks on selle käsitus vajalik juba maakasutust planeerides. Läbimõeldud maakasutuse planeerimine aitab ennetada liiklusohutusega seotud probleeme jätkusuutlikul moel - otsused võetakse vastu enne kui piirkond ja toetav taristu lõplikult välja arendatakse. Taristu planeerimine põhineb maakasutusel. Planeeringu iseloomust sõltub tee põhifunktsioon ja eeldatav liikluskoormus. Maanteede liigitus Eestis põhineb täielikult liiklussagedusele ja funktsioon on jäetud tahaplaanile. Tee projektkiiruse ja ristlõikelahenduse peaks määrama tee funktsioon koos keskkonna ja sealt tuleneva liiklussagedusega. Kui tagatakse tee funktsiooni ning geomeetriliste parameetrite kooskõla, loob see eeldused liiklusohutuse, turvalisuse ja üldise elukeskkonna heale tasemele [16].

Lähtuvalt maantee liigist, liiklussagedustest ning tee funktsioonist tehtaks tee ristlõike valik. Käsitatud on Eesti põhi- ja tugimaanteedel peamiselt kasutatavaid ristlõiked. Levinum ristlõike tüüp on 1+1 kahe rajaline kahesuunalise maantee. Traditsioonilised 2-rajalised teed on tundlikud liiklusrežiimi suhtes. Neile on iseloomulik olukord, kus möödasõitu soovijate arvu suurenemisel selle võimaluste arv väheneb oluliselt. See võib tekitada probleeme juba üsna madalatel liiklussagedustel ja läbilaskvuse kasutustasemetel korral [2], millal tee läbilaskvõime on kaugel. Selliste komplektsete omaduste kirjeldamiseks on AKÖL üsnagi üldistatud suurus. AKÖL kujuneb erinevate liiklusvoogude korral ning seetõttu võivad erinevatel teedel, ühesuguse keskmise liiklussagedusega esineda kardinaalselt erinevad olud.

Lisaks traditsioonilisele kahe rajalisele ristlõikele analüüsiti keskipiirdega 1+1, 2+1 ja mitmerajalise tee ristlõiget. 1+1 keskipiirdega ristlõike teenindustaseme arvutus lähtub 2+1 tee üherajalise osa arvutusest, teenindustaseme seisukohalt on tegu sisuliselt sama asjaga. Kui arvutada samade lähteandmetega teenindustaset mitmerajalisele ja madalama klassi tee ristlõikele, on I-klassi teede puhul näha hüppelist muutust paremuse suunas. 1+1 keskipiirdega ja 2+1 teede erinevus seisneb peamiselt

möödasõiduvõimaluses ning seetõttu on 1+1 keskpiirdega ristlõige sobilik suundade lõikes ühtlaste liiklusvoogudega lõikudele. 2+1 teede puhul tekitab möödasõiduvõimalus probleeme keskmisest kõrgematel liiklussagedustel kui möödasõitjad ei pruugi leida pöörasid tagasipöördumiseks sobivaid tühikuid. Ühelt poolt sätestab liiklusseadus, et ohutu pikivahe maanteel on 3 sekundit, kuid realsuses võib selle järgimine olla sellistel puhkudel probleemne, sel puhul on ka oluliselt väiksem tee läbilaskvus. 1+1 keskpiirdega ristlõike kasutusel on olukord turvalisem ja suurem läbilaskvus tagatud.

Töö käigus analüüsiti kergliiklejate liiklusohutust tulenevalt kasutatavatest ristlõigetest. Käsitleti kergliikluseks sobiliku rajatise valikut ning teenindustaseme arvutust. Teenindustaseme tundlikkuse analüüsile tuginedes mõjutavad jalgratturi teenindustaset enam liiklussagedus ning raskeliiklus ja vähem lubatud sõidukiirus.

Töö praktilises osas analüüsiti tugimaantee nr 15 (Tallinn – Rapla - Türi) lõigu Tallinn – Kohila (km 2,6-36,9) homogeensete osalõikude liiklusohutust lähtudes teenindustasemest. Hinnati olemasolevat olukorda ja teostati üldistav prognoos perspektiivsete lahenduste leidmiseks. Tänapäevane olukord on peamiselt tingitud liiklusvoogude suurest ebaühtlusest suundade lõikes. Autoliikluse osalõikude teenindustasemed tiipitud suurema liiklusvooga suundadel jäid vahemikku „D” ja „E” mis viitab ohtlikule olukorrale. Sama oli ka jalgratturitele arvutatud lõikudel, tase „D”. Prognoositud sagedustele tehtud arvutused näitasid, et 2+2 ristlõige on vajalik alates Viljandi mnt ja Valdeku tn ristmikust kuni vaadeldava lõigu lõpuni. 2+2 ristlõike parameetreid oleks mõistlik ahendada, mida toetab tee liik, funktsioon ja arvutus. Vaadeldud lõigu viimases osas km 26,0-36,9 võiks ka 2+1 ristlõige mõnda aega toimida, kuid teenindustaseme kiire languse tõttu ammenduks antud ristlõike võimalused tippaegadel lähima 10-15 aasta jooksul. Kergliiklejate olukorda tuleb parandada, võimalikud meetmed sõltuvad autoliiklusega tehtavatest otsustest. Kergliiklejad võivad jääda piisavalt laiale kindlustatud peenrale või eraldiseisvale kergliiklusteele, mis on liiklusohutuse seisukohalt eelistatum. Ristlõikevalikusse tuleb suhtuda terviklikult – teenindustaseme arvutusi tuleb üheaegselt teostada nii autoliiklusele, kui ka jalgratturitele. Vaid sellise lähenemisega on võimalik tagada riikliku liiklusohutusprogrammi eesmärgid. Tulemused on üldistavad ning täpse lahenduse leidmiseks tuleb teostada põhjalikum liiklusprognoos.

Täiendavalt võiks tulevikus uurida 2+1 ristlõike möödasõiduala sulgemise vajalikkust kõrgetel liiklussagedustel koos tõestavate arvutustega ning ristlõigete ja tulevikusuundumuste (tehnoloogia areng nii sõidukite kui taristu puhul) omavahelist võimaliku mõju.

SUMMARY

The purpose of this master thesis was to analyze commonly used highway cross-sections on Estonian main and basic roads to evaluate their effects on road safety and user comfort. The basics of cross-section choosing is described with its main characteristic aspects. In the practical part, the road safety of basic highway nr 15 (Tallinn – Rapla - Türi) section Tallinn – Kohila (km 2,6-36,9) homogeneous sub-links was evaluated based on the level of service calculation (LOS). Calculations are based on „Highway Capacity Manual“ [2] and T. Metsvahi „Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks“ manuscript [3].

To ensure road safety on highways it is essential to approach the topic in the stages of land use planning. Elaborated land use planning is a sustainable way to prevent road safety issues – important decisions are made before the area and its infrastructure is fully developed. Infrastructure planning is based on land usage - the type of development appoints the main function and the presumable volume of traffic. Estonian highway classification is based on road capacity and road function is not considered. It is recommended to assign road project speed and cross-section based on road function and its volume of traffic. The harmony of road function and the geometrical parameters creates an assumption of good level of road safety and general living environment [16].

Road cross-section is chosen according to the type of road, volume of traffic and the function of the road. Common highway cross-sections on Estonian main and basic roads were analyzed. The most typical cross-section type is 1+1 single carriageway road. Traditional 2-lane roads are sensitive to the nature of traffic. For this type of cross-section there is a peculiar characteristic – when the number of vehicles who desire to pass other vehicles rises, the number of openings decreases rapidly. This feature occurs already on low volumes of traffic and volume-to-capacity ratio and causes issues in situations where the road capacity is far from being depleted [2]. To describe complex characteristics like this, AADT (average annual daily traffic) is too generalizing measure. AADT is formed by the result of various traffic flow characteristics and therefore there may be completely different conditions on roads with the same AADT.

In addition to traditional 2-lane roads, 1+1 with central barrier, 2+1 and multi lane cross-sections were analyzed. 1+1 barrier separated cross-section level of service calculation is based on 2+1 road single lane section LOS calculation. From LOS point of view the two are essentially the same case. When multilane cross-section LOS calculation results are compared to the lower-class cross-section calculations with the same base values, a positive gradual difference is apparent. The main difference

between 1+1 barrier separated road and 2+1 road stands in the possibility of overtaking, therefore 1+1 barrier separated road is most suitable to links with even traffic flows in opposing directions of travel. With higher volumes of traffic, the overtaking opportunity on 2+1 roads can cause decline in road safety. The issue occurs when the passing vehicles cannot find suitable gaps when trying to re-align to main lane. The traffic act specifies longitudinal distance between vehicles on highways to 3 seconds. In real-life situations like described, it may be difficult or even impossible to follow the law. With 1+1 barrier separated cross-section the situation is safer.

The safety of cyclists was also analyzed by the choice of facility and LOS. Based on the investigation of LOS sensitivity, cyclists' level of service is more dependent on volume of traffic flow and amount of heavy traffic and less on motorized traffic speeds.

In the practical part, the road safety of basic highway nr 15 (Tallinn – Rapla - Türi) link Tallinn – Kohila (km 2,6-36,9) homogeneous sub-links was evaluated based on LOS calculation. Existing situation was assessed and generalizing prognosis was made to find out perspective measures. The LOS of motorized traffic in current situation was evaluated to levels „D” and „E”, which refers to dangerous situation and is mainly caused by the considerable difference in traffic flow on opposing directions of travel. LOS of cyclists was no different, level „D”. Calculations on prognosed volumes of traffic showed that 2+2 multilane cross-section is necessary starting from km 2,3 to the end of the analyzed section at km 36,9. It is advised to narrow the I-class road cross-section, which is endorsed by the type of road, road function and calculations. It is possible to use 2+1 layout in the last link of the section (km 26,0-36,9), but unfortunately due to the rapid decline in LOS, the cross-sections performance on peak-hours would be fully depleted within the next 10-15 years. The situation of light traffic must be improved, possible measures to carry out depend on the decisions made for the motorized traffic. It is possible to keep the cyclists and pedestrians on the supported shoulder or favorably construct a separate road for non-motorized traffic only. Comprehensive approach is essential when selecting suitable cross-section – LOS has to be calculated simultaneously to motorized and non-motorized traffic. This is the only possible way to achieve the goals of national road safety program. The results of the perspective solution are generalizing and to find out more detailed version it is necessary to carry out thorough traffic prognosis.

Additionally, the necessity of 2+1 cross-section overtaking lane closures on high volumes of traffic needs further investigation. The research on bilateral impact of cross-sections and future trends in development of autonomous vehicles and smart technologies should also be carried out.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Maanteeamet, "Maanteede projekteerimisnormid," *MTM määrus*, vol. Lisa, no. 106, 2015.
- [2] H. C. Manual, "Highway Capacity Manual 2010," *Transp. Res. Board, Natl. Res. Counc. Washington, DC*, 2010, doi: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000746.
- [3] T. Metsvahi, "Juhised tee-elementide läbilaskvuse arvutamiseks," *Käsikiri*, 2019.
- [4] C. F. Jaarsma, "Approaches for the planning of rural road networks according to sustainable land use planning," *Landsc. Urban Plan.*, 1997, doi: 10.1016/S0169-2046(97)00067-4.
- [5] M. S. Fernando, "Integration of road planning and land use planning," *20th South African Transp. Conf. 'Meeting Transp. Challenges South. Africa,'* no. July, p. 11, 2001.
- [6] C. Berthod, "Land Use Planning Measures Promoting Road Safety," *Conf. Transp. Assoc. Canada*, pp. 1 PDF file, 1 MB, 18p., 2016.
- [7] Maa-amet, "Maa-ameti allalaetavad ortofoto ruumiandmed," *2005; 2007; 2018*, 2020.
- [8] Maanteeamet, "Kukruse - Jõhvi teelõigu ehitus," *Tee ehitus- ja rekonstrueerimisprojektid*. [Online]. Available: <https://www.mnt.ee/et/ehitus/kukruse-johvi-teeloigu-ehitus>. [Accessed: 20-Apr-2020].
- [9] M. Siilivask, "Eesti avariiohtlikuim teelõik Ida-Virumaal," *Äripäev*, 2004. [Online]. Available: <https://www.aripaev.ee/uudised/2004/11/02/eesti-avariiohtluim-teeloik-ida-virumaal>. [Accessed: 20-Apr-2020].
- [10] Google, "Liiklussõlm riigitee nr 1 ja nr 3," 2019. [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/@59.368971,27.3895768,3a,75y,107.73h,89.6t/data=!3m6!1e1!3m4!1s517YJKaCnIZGI2d40dz4-A!2e0!7i13312!8i6656>. [Accessed: 20-Apr-2020].
- [11] M. Jüssi, S. Anspal, and E. Kallaste, "Transpordi Väliskulude Hindamine: Hindamismetoodika ja Sisendandmete Kaardistus," p. 59, 2008.
- [12] V. Praust, *Eesti teede ja transpordi 100 aastat*. Riigikantselei ja AS Eesti Meedia, Post factum, 2018, 2018.
- [13] "Renewing the National Commitment to the Interstate Highway System: A Foundation for the Future," National Academies Press, 2019.
- [14] Keskkonnaamet, "Keskkonnamõju hindamine," 2020. [Online]. Available: <https://www.keskkonnaamet.ee/et/eesmargid-tegevused/keskkonnamoju-hindamine>. [Accessed: 26-Apr-2020].
- [15] C. Berthod, "Land Use Planning Measures Promoting Road Safety," pp. 1 PDF file,

- 1 MB, 18p., 2016.
- [16] Eesti Standardikeskus, "Urban streets LINNATÄNAVAD EESTI STANDARD," *EVS 843:2016*, 2016. .
- [17] Maanteeamet, "Eesti teedevõrk." [Online]. Available: <https://www.mnt.ee/et/tee/eesti-teedevork>. [Accessed: 04-Apr-2020].
- [18] LIPASTO, "Tieliikenne Suorite," 2013. [Online]. Available: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/suorite.htm>. [Accessed: 04-Apr-2020].
- [19] Division of Statewide Planning - Rhode Island, "Highway Functional Classification Definitions," 2013. [Online]. Available: <http://www.planning.ri.gov/planning-areas/transportation/highway-functional-classification-definitions.php>.
- [20] The Finnish Transport Agency, "Tien poikkileikkauksen suunnittelu," *Liikennevirast. ohjeita*, vol. 29/2013, 2013.
- [21] Aglaia Connect, "Overtaking Sight Distance," 2019. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/Aglaiaconnect/overtaking-sight-distance>. [Accessed: 28-Apr-2020].
- [22] A. Vadeby, "Traffic safety effects of narrow 2+1 roads with median barrier in Sweden," *Swedish Natl. Road Transp. Res. Inst.*, p. 12p, 2016.
- [23] Queensland Government, "Road markings," 2018. [Online]. Available: <https://www.qld.gov.au/transport/safety/rules/road/lines>. [Accessed: 27-Apr-2020].
- [24] P. Luts, "Uus lahendus: kummipostid hakkavad ohtlikul teelõigul möödasõitu takistama," *ERR*, 2017. [Online]. Available: <https://www.err.ee/616513/uus-lahendus-kummipostid-hakkavad-ohtlikul-teeloigul-moodasoitu-takistama>. [Accessed: 04-May-2020].
- [25] T. Bergh, A. Carlsson, and M. Larsson, "Swedish vision zero experience," *Int. J. Crashworthiness*, 2003, doi: 10.1533/ijcr.2003.0224.
- [26] T. Bergh, M. Remgård, A. Carlsson, J. Olstam, and P. Strömngren, "2+1-roads Recent Swedish Capacity and Level-of-Service Experience," in *Transportation Research Procedia*, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.06.028.
- [27] M. Romana, M. Martin-Gasulla, and A. T. Moreno, "2 + 1 Highways: Overview and Future Directions," *Adv. Civ. Eng.*, 2018, doi: 10.1155/2018/2705716.
- [28] Riigikogu, *Liiklusseadus RT I 2010, 44, 261*. 2010.
- [29] EUROOPA ÜHENDUSTE NÕUKOGU, "NÕUKOGU DIREKTIIV 92/6/EMÜ." EUROOPA ÜHENDUSTE TEATAJA, pp. 359–360, 1992.
- [30] E. Ernits, "Liiklusõnnetused Tallinn Narva, Tallinn Tartu, Tallinn Pärnu maantee ja Tallinna ringtee 2+2, 2+1 ja 1+1 sõidurajaga lõikudel," in *Liikluskomisjoni 29.04.20 koosolek*, 2020.
- [31] Trafikverket, "Vägars och gators utformning," *VV publication 2015:086*, 2015. .

- [32] T. Jairus and S. Metliski, "2019. aasta loendusaruanne Lisad 5-7 - liiklussagedus riigimaanteedel," *Liiklusloenduse tulemused 2019. aastal*, 2020. [Online]. Available: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Liiklusloendus/2019/7_lisa_5-7_sagedused_2019_v2.pdf. [Accessed: 12-Apr-2020].
- [33] Maanteeamet, "Tere tulemast, Eesti esimesed kolmerajalised," 2017. [Online]. Available: <https://www.mnt.ee/et/ametist/teeleht/suvi-2017/tere-tulemast-eesti-esimesed-kolmerajalised>. [Accessed: 27-Apr-2020].
- [34] Politsei- ja piirivalveamet, "Liiklusinfo 16.06.2020," *Liiklusinfo*, 2020. [Online]. Available: <https://www.politsei.ee/et/uudised/liiklusinfo-16-06-2020-1265>. [Accessed: 07-Apr-2020].
- [35] Euroopa Liit, "GoingAbroad liiklusohutusalane rakendus." [Online]. Available: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/going_abroad/index_et.htm. [Accessed: 16-Apr-2020].
- [36] Majandus ja taristuministerium, "Liikluskorralduse nõuded teetöödel Üldsätted," *Liikluskorralduse nõuded teetöödel*, vol. 90, p. 11, 2015.
- [37] A. Vadeby and Å. Forsman, "Utvärdering av nya hastighetsgränssystemet," *Swedish Natl. Road Transp. Res. Inst.*, p. 26, 2010.
- [38] J. Runn and J. Bergqvist, "Hastighetsflödessamband för glesa 2+1-vägar," 2014.
- [39] Majandus- ja Kommunikatsiooniministerium, "Liikluskomisjoni koosoleku protokoll nr 48," in *Vabariigi Valitsuse liikluskomisjoni istung 2020.01.28*, 2020.
- [40] Maanteeamet and T. Metsvahi, "Liiklusohutusele avalduva mõju hindamise meetodika väljatöötamine - Lõpparuanne," Tallinn, 2010.
- [41] Estonian Ministry of transport and Communications and Danish Ministry of Transport, "Evaluation of External Costs of the Different Modes of Transport," 2000.
- [42] S. Erlingsson, S. Said, and T. McGarvey, "Influence of Heavy Traffic Lateral Wander on Pavement Distribution," *EPAM-4th Eur. Pavement Asset Manag. Conf. Statens väg-och Transp.*, 2012.
- [43] T. McGarvey, "Barrier separated road type design - accelerated degradation," *Swedish Natl. Road Transp. Res. Inst.*, p. 81, 2017.
- [44] S. Trafikverket, "Safer cycling: a common strategy for the period 2014-2020, version 1.0," *Publikation*, no. 2014:035, p. 16, 2014.
- [45] K. Huff Herbie and R. Liggett, "The Highway Capacity Manual's Method for Calculating Bicycle and Pedestrian Levels of Service: the Ultimate White Paper," p. 62p, 2014.
- [46] Maanteeamet, "Maanteeamet kutsub uue liiklusmürgiga autojuhte jalgratturitest ohutult mööduma," 2019. [Online]. Available:

- <https://www.mnt.ee/et/uudised/maanteeamet-kutsu-uue-liiklusmargiga-autojuhte-jalgratturitest-ohutult-mooduma>. [Accessed: 23-Mar-2020].
- [47] J. H. Gulati, "A New Plan to Connect , Grow and Renew Toronto ' s Cycling Network," 2016.
- [48] Technical University of Dresden, "Cycling Facilities on the Road," *Cent. MeetBike*, vol. H-02, no. september, 2014.
- [49] Technical University of Dresden, "Cycling infrastructure and services - Rural Cycling," *Cent. MeetBike*, vol. H-06, no. September, pp. 6–7, 2014.
- [50] B. W. Landis, V. R. Vattikuti, R. M. Ottenberg, T. A. Petritsch, M. Guttenplan, and L. B. Crider, "Intersection Level of Service for the Bicycle Through Movement," *Transp. Res. Rec.*, no. 1828, pp. 101–106, 2003, doi: 10.3141/1828-12.
- [51] Sprinkle Consulting, "Bicycle level of service Applied Model," no. April, pp. 1–9, 2007, doi: 10.1016/j.rvsc.2015.06.011.
- [52] Maanteeamet, "Liiklussageduse statistika," 2020. [Online]. Available: <https://www.mnt.ee/et/ametist/statistika/liiklussageduse-statistika>. [Accessed: 05-May-2020].
- [53] Maanteeamet, "Teeregistri veebirakenduse otsing," 2020. [Online]. Available: <https://teeregister.mnt.ee/reet/search>. [Accessed: 05-May-2020].
- [54] Maanteeamet, "Inimkannatanutega liiklusõnnetuste statistika," 2020. [Online]. Available: <https://www.mnt.ee/et/ametist/statistika/inimkannatanutega-liiklusonnetuste-statistika>. [Accessed: 05-May-2020].
- [55] Maanteeamet and Maa-amet, "Maanteeameti Teeregistri kaardirakendus," 2020. [Online]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maanteeamet>. [Accessed: 02-May-2020].
- [56] A. Urm, "Esimene 1+1 keskpäärdega teelõik," in *Vabariigi Valitsuse liikluskomisjoni istung 2020.01.28*, 2020.
- [57] Maanteeamet, "Mahasõit; Tüüp I ja II," *Projekteerimisjuhendid, normid ja nõuded; Tüüpjoonised*, 2011. [Online]. Available: https://www.mnt.ee/sites/default/files/content-editors/Failid/Juhendid/projekteerimine/2010_0150_004_1.pdf. [Accessed: 19-May-2020].

LISAD

Lisa 1 riigimaantee number 15 püsiloenduspunktide andmed

PLP	AKÖL	aasta	max	Tippnunid												S-Faktor	200.tt	S-Faktor	200.tt	S-Faktor																																									
				nädal	päev	kell	15x4	S-Faktor	30.tt	nädal	päev	kell	15x4	S-Faktor	100.tt						nädal	päev	kell	15x4	S-Faktor																																				
Kangru	13 259	2017	1856	39	N	17	2084	58%	1631	38	E	17	1932	60%	1556	34	E	17	1748	61%	1489	19	K	8	1680	26%																																			
									1631																		23	K	17	1732	58%	1557	16	E	8	1728	26%																								
									114%																		95%												91%																						
									enimkoormatud suund (arvutuslik)																		1212	1160			772			1064			1238																								
14.0%									12.3%									1013			11.7%			1274			11.2%																																		
Kangru	13 557	2018	1833	41	R	17	1976	58%	1667	39	E	17	1928	59%	1586	17	N	17	1804	55%	1492	33	R	17	1540	65%																																			
									1667																		21	T	17	1920	59%	1586	24	N	17	1748	56%																								
									110%																		95%												90%																						
									enimkoormatud suund (arvutuslik)																		1156	1138			990			1007																											
13.5%									12.3%									1133			11.7%			972			11.0%																																		
																		1069			1294			1231																																					
Kangru	13 710	2019	1829	39	T	17	2112	53%	1697	44	K	17	1888	56%	1625	15	E	17	1820	57%	1462	44	K	8	1648	32%																																			
									1619																		36	T	8	1752	26%																														
									108%																		96%												86%																						
									enimkoormatud suund (arvutuslik)																		1119	1057			1037			1121																											
13.3%									12.4%									1057			11.9%			1296			10.7%																																		
																		1037			1296			1121																																					
Urge	7372	2017	1026	32	L	17	1060	78%	909	23	L	17	1004	74.00%	857	27	L	18	916	76%	821	48	K	7	876	18%																																			
									909																		39	R	7	1036	19.00%	857	41	K	7	944	18%	821	42	R	17	904	71%																		
									113%																		94%												90%																						
									enimkoormatud suund (arvutuslik)																		827	743			696			718																											
13.9%									12.3%									839			11.6%			774			11.1%																																		
																		777			786			657			645																																		
																		786			786			753			753																																		

Lisa 1 riigimaantee number 15 püsiloenduspunktide andmed

Tiptunnid																																
PLP	AKÖL	aasta	max	nädal	päev	kell	15x4	S-Faktor	30.tt	nädal	päev	kell	15x4	S-Faktor	100.tt	nädal	päev	kell	15x4	S-Faktor	200.tt	nädal	päev	kell	15x4	S-Faktor						
Urge	7594	2019	1023	39	T	7	1204	13%	915	22	E	7	1056	16%	875	35	T	17	1029	73%	843	3	K	7	20%							
															875	39	R	16	1029	69%	843	12	N	7	18%							
															874	13	K	7	1028	20%	843	15	T	7	1020	17%						
															874	21	T	7	1028	17%	843	18	E	8	1004	24%						
																					843	21	E	8	940	16%						
																					843	22	K	7	836	70%						
																					843	24	N	17								
																					843	26	N	17								
																					843	38	N	17								
																					843	43	E	17								
			112%													96%													92%			
enimkoormatud suund (arvutuslik)						1048						892						752						845								
		13.5%						12.0%						11.5%				708		11.1%				797								
																		826						767								
																		853						787								
																								588								
Kohila	6078	2019	801	39	T	7	980	84%	704	35	N	17	768	67.00%	655	14	E	7	708	16%	622	19	N	7	660	20%						
									704	42	R	17	788	72.00%	655	15	E	7	736	18%	622	21	N	7	656	20%						
									704	44	E	7	796	17.00%	655	27	R	18	672	71%	622	30	R	16	664	72%						
															655	33	N	17	724	70%												
															655	41	K	17	760	72%												
			114%													93%													88%			
enimkoormatud suund (arvutuslik)						823						515						592						526								
		13.2%						11.6%				567		10.8%		221		600		10.2%				525								
												661				135		475						479								
																		505						549								

Kus:

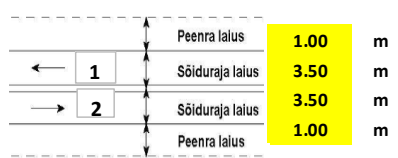
- Arvutuslik tiptund suunal 1 (Tallinn - Rapla) [a/h]
- Arvutuslik tiptund suunal 2 (Rapla - Tallinn) [a/h]
- Püsiloendupunktis esinenud maksimaalne arvutuslik tiptund antud aastate lõikes
- Vaadeldava tiptunni arvutusliku liiklussageduse ja AKÖL'i suhe [%]
- Vaadeldava tiptunni arvutusliku liiklussageduse osakaal 30. tiptunni sagedusest [%]
- Maksimaalse tiptunni osakaal 30. tiptunni arvutuslikust liiklussagedusest [%]
- 15x4 Arvutuslik liiklussagedus, ehk nelja kordne tiptunni maksimaalne veerandtund [a/h]
- S-Faktor 1. sõidu suuna (Tallinn - Rapla) sõidukite osakaal kogu ristlõike tiptunni liiklussagedusest [%]

Lisa 2 Viljandi mnt ja Valdeku tn ristmiku liiklussageduste andmed (02-08.03.2020)

	Aeg	Esmaspäev	Teisipäev	Kolmapäev	Neljapäev	Reede	Laupäev	Pühapäev	Nädala kesk.	Tööp. kesk	Puhkep. kesk.
1	00 - 01	42	46	45	56	85	156	144	82	55	150
2	01 - 02	31	25	40	44	50	118	81	56	38	100
3	02 - 03	31	27	23	45	39	104	71	49	33	88
4	03 - 04	18	21	20	24	27	89	57	37	22	73
5	04 - 05	50	39	33	37	49	90	57	51	42	74
6	05 - 06	110	96	96	88	89	74	80	90	96	77
7	06 - 07	329	334	340	346	356	118	74	271	341	96
8	07 - 08	1431	1416	1441	1389	1434	193	136	1063	1422	165
9	08 - 09	1597	1598	1629	1671	1530	384	267	1239	1605	326
10	09 - 10	1044	1104	1084	1097	1108	705	455	942	1087	580
11	10 - 11	842	845	847	937	971	989	719	879	888	854
12	11 - 12	855	862	824	922	996	1108	917	926	892	1013
13	12 - 13	897	876	863	900	1113	1141	1131	989	930	1136
14	13 - 14	911	856	903	989	1122	1138	1139	1008	956	1139
15	14 - 15	884	881	900	973	1156	1154	1093	1006	959	1124
16	15 - 16	1026	1042	1090	1075	1365	1034	1067	1100	1120	1051
17	16 - 17	1632	1521	1585	1583	1675	962	1073	1433	1599	1018
18	17 - 18	1688	1794	1636	1818	1682	863	931	1487	1724	897
19	18 - 19	1032	1016	1104	1076	1193	770	882	1010	1084	826
20	19 - 20	656	708	707	699	894	644	622	704	733	633
21	20 - 21	447	547	517	576	572	434	476	510	532	455
22	21 - 22	350	337	319	400	438	371	335	364	369	353
23	22 - 23	183	208	227	242	302	302	173	234	232	238
24	23 - 00	95	96	92	120	290	199	101	142	139	150
25	Kokku	16181	16295	16365	17107	18536	13140	12081	15672	16898	12616
26	Faktor	1.0325	1.0398	1.0442	1.0916	1.1827	0.8384	0.7709	1	1.0782	0.805
27	maks arv	1688	1794	1636	1818	1682	1154	1139	1487	1724	1139
28	maks tund	17	17	17	17	17	14	13	17	17	13
29	min arv	18	21	20	24	27	74	57	37	22	73
30	min tund	3	3	3	3	3	5	3	3	3	3

Kus: Kollasega tähistatud kastid näitavad vastavalt maksimaalset hommikust ja õhtust tiptundi ning nädala maksimaalset ööpäeva liiklussagedust.

Lisa 3 riigitee nr 15 lõigu km 4,6-5,3 teenindustaseme arvutus

Üldinfo						
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	nr 15	4,6-5,3	km	
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla			
Analüüsiv periood	30.tt 2017 (17-18)	AKÖL	13259	a/ööp		
		Maantee liik	2r-III			
Lähteandmed						
	Liiklussagedus N tiptunnis		1932	a/h		
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)		60	40	%	
	Liiklussagedus suundade kaupa a/h		1160	772	a/h	
	Projektkiirus (S_{BFF})		80		km/h	
	Raskeliikluse osakaal (P_R)		3		%	
	Maastiku kalle		1		%	
	Mahasõitude esinemise sagedus		4		tk/km	
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus		60		%	
	Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_p)		0.95			
	Tiptunnitegur (TTT)		1			
Lõigu pikkus L_t		0.7		km		
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)		(Kasutatakse tegurite leidmisel)		1160	772	a/h
Liiklussageduse taandamine				S _{AT}	PTSF	
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)				1.0	1.0	
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)				1.0	1.0	
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)				1.0	1.0	
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)				1.1	1.0	
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$				1.00	1.00	
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$				1.00	1.00	
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_A}$				1221	1221	
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$				815	813	
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2		
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid		tulenevalt teepeenra laiusest f_{LS} (tabel 2.5)	4.9	4.9	km/h	
		tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)	2.67	2.67	km/h	
		($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)	0.97	0.7		
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$			72.43	72.43	km/h	
Keskmine kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$			46.0	46.3	km/h	
Ooteaja leidmine						
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine				suund 1	suund 2	
Läbilaskvus konkreetses oludes $c = 1700 \times f_G \times f_R$				1700	1695	sa/h
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v) ületab eelnevalt arvatatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F						
Keskmise kiiruse suhe vabavoo kiirusesse (%-des)				suund 1	suund 2	
Kiiruse suhteline langus $PS_{FF,i} = 100 \times \frac{S_{AT}}{S_{BFF}}$			58%	58%		
Arvestades tee liiki teenindustase on (tabeli 2.1 alusel)				E	E	

Lisa 3 riigitee nr 15 lõigu km 4,6-5,3 teenindustaseme arvutus

Üldinfo					
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	4,6-5,3 km	
Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn		
Analüüsitava periood	100.tt 2019 (8-9)	AKÖL	13710	a/ööp	
		Maantee liik	2r-III		
Lähteandmed					
	Liiklussagedus N tiptunnis		1752	a/h	
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)	74	26	%	
	Liiklussagedus suundade kaupa	a/h	1296	456	a/h
	Projektkiirus (S_{BFF})	km/h	80	80	km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)		2.94		%
	Maastiku kalle		1		%
	Mahasõitude esinemise sagedus		4		tk/km
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus		60		%
	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_p)		0.95		
	Tiptunnitegur (TTT)		1		
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		1296	456	a/h
Liiklussageduse taandamine			S _{AT}	PTSF	
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.0	1.0	
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.0	1.0	
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.0	1.0	
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.24	1.0	
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			1.00	1.00	
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.99	1.00	
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_A}$			1364	1364	
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			483	480	
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2	
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt teepeenra laiusest f_{LS} (tabel 2.5)		4.9	4.9	km/h
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)		2.67	2.67	km/h
	($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)		1.976	0.652	
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$			72.43	72.43	km/h
Keskmine kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$			47.4	48.7	km/h
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2	
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $c = 1700 \times f_G \times f_R$			1700	1688	sa/h
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v) ületab eelnevalt arvutatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F					
Keskmise kiiruse suhe vabavoo kiirusesse (%-des)			suund 1	suund 2	
Kiiruse suhteline langus $PS_{FF,i} = 100 \times \frac{S_{AT}}{S_{BFF}}$			59%	61%	
Arvestades tee liiki teenindustase on (tabeli 2.1 alusel)			E	E	

Lisa 4 riigitee nr 15 lõigu km 4,6-5,3 teenindustaseme arvutus

Üldinfo			
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15 4.6-5.3 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla
Analüüsitav periood	30.tt 2017 (17-18)	AKÕL	13259 a/ööp
		Maantee liik	1+1 keskpäärdega
Lähteandmed			
		Liiklussagedus N tiptunnis	1160 a/h
Kindlustatud peenar	0.75 m	Projektkiirus (S_{BFF})	80 km/h
Sõidurada	3.25 m	Raskeliikluse osakaal (P_R)	3 %
Ohutusriba	0.35 m	Maastiku kalle	1 %
		Mahasõitude esinemise sagedus	4 tk/km
Pikkus	0.7 km	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_P)	0.95
		Tiipunnitegur (TTT)	1
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)		(Kasutatakse tegurite leidmisel)	1160 a/h
Liiklussageduse taandamine			S_{AT}
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G		tabel 2.7	1.0
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas		tabel 2.2 või 2.3	1.0
Raskeliikluse mõju arvestav tegur		$f_R = \frac{1}{1 + P_R (E_R - 1)}$	1.00
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas		$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$	1221
Keskmise kiiruse leidmine			
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid		tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laiuselt f_{LS}	(tabel 2.5) 6.8 km/h
		tulenevalt vasakpäärde kaugusest f_{VT2+1}	(tabel 3.5) 8.24 km/h
		tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})	(tabel 2.6) 2.7 km/h
Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)		(tabel 3.4)	2.5 km/h
Vaba voo kiirus		$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$	62.3 km/h
Keskmine kiirus		$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$	44.5 km/h
Liiklustihedus sõidurajal		$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$	27.4 sa/km
Teenindustase LOS		(tabel 3.3)	F

Lisa 4 riigitee nr 15 lõigu km 4,6-5,3 teenindustaseme arvutus

Üldinfo																	
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	4.6-5.3	km												
Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn														
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (8-9)	AKÖL	13710	a/ööp													
		Maantee liik	1+1 keskpäärdega														
Lähteandmed																	
<table border="1"> <tr> <td>Kindlustatud peenar</td> <td>0.75</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Sõidurada</td> <td>3.25</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Ohutusriba</td> <td>0.35</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Pikkus</td> <td>0.7</td> <td>km</td> </tr> </table>	Kindlustatud peenar	0.75	m	Sõidurada	3.25	m	Ohutusriba	0.35	m	Pikkus	0.7	km	Liiklussagedus N tiptunnis		1296	a/h	
	Kindlustatud peenar	0.75	m														
	Sõidurada	3.25	m														
	Ohutusriba	0.35	m														
	Pikkus	0.7	km														
	Projektkiirus (S_{BFF})		80	km/h													
Raskeliikluse osakaal (P_R)		2.94	%														
Maastiku kalle		1	%														
Mahasõitide esinemise sagedus		4	tk/km														
Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_P)		0.95															
Tiptunnitegur (TTT)		1															
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)		(Kasutatakse tegurite leidmisel)		1296	a/h												
Liiklussageduse taandamine				S _{AT}													
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G		tabel 2.7		1.0													
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas		tabel 2.2 või 2.3		1.0													
Raskeliikluse mõju arvestav tegur		$f_R = \frac{1}{1 + P_R (E_R - 1)}$		1.00													
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas		$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$		1364													
Keskmise kiiruse leidmine																	
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laiuselt f_{LS}		(tabel 2.5)	6.8	km/h												
	tulenevalt vasakpöörde kaugusest f_{VT2+1}		(tabel 3.5)	8.24	km/h												
	tulenevalt mahasõitide sagedusest (f_{AS})		(tabel 2.6)	2.7	km/h												
Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)			(tabel 3.4)	2.5	km/h												
Vaba voo kiirus		$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$		62.3	km/h												
Keskmine kiirus		$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$		42.7	km/h												
Liiklustihedus sõidurajal		$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$		31.9	sa/km												
Teenindustase LOS			(tabel 3.3)	F													

Lisa 5 riigitee nr 15 lõigu km 4,6-5,3 teenindustaseme arvutus

MITMERAJALINE MNT						
Üldinfo						
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt		Maantee nr ja km	15	km	4.6-5.3
Kuupäev	04.05.2020		Suund 1	Tallinn-Rapla	eraldusriba	1
Analüüsitav periood	30.tt 2017 (17-18)		AKÖL	13259	a/ööp	
Lähteandmed						
Liiklussagedus tiptunnis a/h	1932		Sõiduradade arv uuritavas suunas (n) tk			2
Liikluse vaadeldaval suunal %	60		Sõiduraja laius m			3.75
Tiptunni liiklussagedus uuritavas suunas (N) a/h	1160		Takistuse kaugus tee paremast servast (LC _R) m			2.5
Tiptunnitegur (TTT)	1		Takistuse kaugus tee vasakust servast (LC _L) m			1
Raskeliikluse osakaal (P _R) %	3.00		Ristmike sagedus tk/km			1
Maantee pikikalle %	1		Projektkiirus S _{BFF} km/h			80
Abisuurused						
Kohalike tingimusi arvestav tegur f _P	0.95		TLC=LC _R +LC _L			3.5
Raskeliikluse taandamistegur E _R (tabel 3.8)	1.5		f _{LC} (tabel 3.10)			0.1
f _{LW} (tabel 3.9)	0.0		f _M (tabel 3.11)			0.0
			f _A (tabel 3.12)			0.7
Arvutatavad väärtused						
Vaba voo kiirus S _{FF} =S _{BFF} ·f _{LW} ·f _{LC} ·f _M ·f _A						79.2 km/h
Raskeliiklust arvestav tegur $f_r = \frac{1}{1+P_R(E_R-1)}$						0.99
Taandatud liiklussagedus sõidurajal $v = \frac{N}{TTT \times n \times f_P \times f_R}$						620 sa/h
Keskmine kiirus (S, täpsustatakse jooniselt 3.2)						80 km/h
Liiklustihedus sõidurajal $D = \frac{v}{S}$						7.7 sa/km
Teenindustase (LOS, leitakse jooniselt 3.2)						B

MITMERAJALINE MNT						
Üldinfo						
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt		Maantee nr ja km	15	km	4.6-5.3
Kuupäev	04.05.2020		Suund 2	Rapla-Tallinn	eraldusriba	1
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (8-9)		AKÖL	13710	a/ööp	
Lähteandmed						
Liiklussagedus tiptunnis a/h	1752		Sõiduradade arv uuritavas suunas (n) tk			2
Liikluse vaadeldaval suunal %	74		Sõiduraja laius m			3.75
Tiptunni liiklussagedus uuritavas suunas (N) a/h	1296		Takistuse kaugus tee paremast servast (LC _R) m			2.5
Tiptunnitegur (TTT)	1		Takistuse kaugus tee vasakust servast (LC _L) m			1
Raskeliikluse osakaal (P _R) %	2.94		Ristmike sagedus tk/km			1
Maantee pikikalle %	1		Projektkiirus S _{BFF} km/h			80
Abisuurused						
Kohalike tingimusi arvestav tegur f _P	0.95		TLC=LC _R +LC _L			3.5
Raskeliikluse taandamistegur E _R (tabel 3.8)	1.5		f _{LC} (tabel 3.10)			0.1
f _{LW} (tabel 3.9)	0.0		f _M (tabel 3.11)			0.0
			f _A (tabel 3.12)			0.7
Arvutatavad väärtused						
Vaba voo kiirus S _{FF} =S _{BFF} ·f _{LW} ·f _{LC} ·f _M ·f _A						79.2 km/h
Raskeliiklust arvestav tegur $f_r = \frac{1}{1+P_R(E_R-1)}$						0.99
Taandatud liiklussagedus sõidurajal $v = \frac{N}{TTT \times n \times f_P \times f_R}$						692 sa/h
Keskmine kiirus (S, täpsustatakse jooniselt 3.2)						80 km/h
Liiklustihedus sõidurajal $D = \frac{v}{S}$						8.7 sa/km
Teenindustase (LOS, leitakse jooniselt 3.2)						B

Lisa 6 riigitee nr 15 lõigu km 4,6-5,3 teenindustaseme arvutus

MITMERAJALISE MNT PROGNOOS					
Üldinfo					
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15 km	4.6-5.3	
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla	eraldusriba	1
Analüüsitav periood	30.tt 2017 (17-18)	AKÖL	13710	a/ööp	
Lähteandmed					
Liiklussagedus tiptunnis a/h	2900	Sõiduradade arv uuritavas suunas (n) tk			2
Liikluse vaadeldaval suunal %	60	Sõiduraja laius m			3.75
Tiptunni liiklussagedus uuritavas suunas (N) a/h	1740	Takistuse kaugus tee paremast servast (LC _R) m			2.5
Tiptunnitegur (TTT)	1	Takistuse kaugus tee vasakust servast (LC _L) m			1
Raskeliikluse osakaal (P _R) %	3	Ristmike sagedus tk/km			1
Maantee pikikalle %	1	Projektkiirus S _{BFF} km/h			80
Abisuurused					
Kohalikke tingimusi arvestav tegur f _P	0.95	TLC=LC _R +LC _L			3.5
Raskeliikluse taandamistegur E _R (tabel 3.8)	1.5	f _{LC} (tabel 3.10)			0.1
f _{LW} (tabel 3.9)	0.0	f _M (tabel 3.11)			0.0
		f _A (tabel 3.12)			0.7
Arvutatavad väärtused					
Vaba voo kiirus S _{FF} =S _{BFF} ·f _{LW} ·f _{LC} ·f _M ·f _A				79.2	km/h
Raskeliiklust arvestav tegur $f_r = \frac{1}{1+P_R(E_R-1)}$				0.99	
Taandatud liiklussagedus sõidurajal $v = \frac{N}{TTT \times n \times f_p \times f_r}$				930	sa/h
Keskmine kiirus (S, täpsustatakse jooniselt 3.2)				80	km/h
Liiklustihedus sõidurajal $D = \frac{v}{S}$				11.6	sa/km
Teenindustase (LOS, leitakse jooniselt 3.2)				C	

MITMERAJALISE MNT PROGNOOS					
Üldinfo					
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15 km	4.6-5.3	
Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn	eraldusriba	1
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (8-9)	AKÖL	13710	a/ööp	
Lähteandmed					
Liiklussagedus tiptunnis a/h	2627	Sõiduradade arv uuritavas suunas (n) tk			2
Liikluse vaadeldaval suunal %	74	Sõiduraja laius m			3.75
Tiptunni liiklussagedus uuritavas suunas (N) a/h	1944	Takistuse kaugus tee paremast servast (LC _R) m			2.5
Tiptunnitegur (TTT)	1	Takistuse kaugus tee vasakust servast (LC _L) m			1
Raskeliikluse osakaal (P _R) %	2.94	Ristmike sagedus tk/km			1
Maantee pikikalle %	1	Projektkiirus S _{BFF} km/h			80
Abisuurused					
Kohalikke tingimusi arvestav tegur f _P	0.95	TLC=LC _R +LC _L			3.5
Raskeliikluse taandamistegur E _R (tabel 3.8)	1.5	f _{LC} (tabel 3.10)			0.1
f _{LW} (tabel 3.9)	0.0	f _M (tabel 3.11)			0.0
		f _A (tabel 3.12)			0.7
Arvutatavad väärtused					
Vaba voo kiirus S _{FF} =S _{BFF} ·f _{LW} ·f _{LC} ·f _M ·f _A				79.2	km/h
Raskeliiklust arvestav tegur $f_r = \frac{1}{1+P_R(E_R-1)}$				0.99	
Taandatud liiklussagedus sõidurajal $v = \frac{N}{TTT \times n \times f_p \times f_r}$				1038	sa/h
Keskmine kiirus (S, täpsustatakse jooniselt 3.2)				80	km/h
Liiklustihedus sõidurajal $D = \frac{v}{S}$				13.0	sa/km
Teenindustase (LOS, leitakse jooniselt 3.2)				C	

Lisa 7 riigitee nr 15 lõigu km 5,3-9,0 teenindustaseme arvutus

Arvutused lõigule km 5.3-9.0 kasutades Urge PLP andmeid

Üldinfo					
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	5.3-9.0 km	
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Rapla-Tallinn		
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	7594	a/ööp	
		Maantee liik	2r-II		
Lähteandmed					
		Liiklussagedus N tiptunnis	1056	a/h	
		Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)	84	16 %	
		Liiklussagedus suundade kaupa a/h	892	164 a/h	
		Projektkiirus (S_{BFF}) km/h	80	80 km/h	
		Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.62	%	
		Maastiku kalle	1	%	
		Mahasõitude esinemise sagedus	8	tk/km	
	Lõigu pikkus	3.7 km	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus	50	%
	Suurima kaldega lõik	3.7 km	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95	
			Tipptunnitegur (TTT)	1	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		892	164 a/h	
Liiklussageduse taandamine			SAT	PTSF	
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.0	1.0	
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.0	1.0	
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.01	1.0	
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.64	1.10	
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			1.00	1.00	
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.98	1.00	
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_A}$			939	939	
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			177	173	
Ooteaja leidmine			suund 1	suund 2	
Lähte ooteaeg $BPTSF_1 = 100[1 - e^{-(a \times v_{1,PTSF}^b)}]$	a (tabel 2.10)		-0.0014	-0.0047 %	
	b (tabel 2.10)		0.973	0.831	
			66.5	28.8	
Möödasõidupiirangute ja liiklusvoo suundade vahelist jaotust arvestav tegur $f_{d/np}$ (tabel 2.9)			25.9	25.9	
Ooteaeg $PTSF_1 = BPTSF_1 + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{1,PTSF}}{v_{1,PTSF} + v_{2,PTSF}} \right)$			88.3	32.8 %	
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2	
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $C = 1700 \times f_G \times f_R$			1699	1662 sa/h	
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v) ületab eelnevalt arvutatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F					
Arvestades tee liiki teenindustase on (tabeli 2.1 alusel)			E	A	

Lisa 8 riigitee nr 15 lõigu km 5,3-9,0 perspektiivse teenindustaseme arvutus

MITMERAJALISE MNT PROGNOOS

Üldinfo					
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt		Maantee nr ja km	15 km	5.3-9.0
Kuupäev	04.05.2020		Suund 2	Rapla-Tallinn	eraldusriba 1
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (8-9)		AKÖL	11391	a/ööp
Lähteandmed					
Liiklussagedus tipptunnis a/h	1593		Sõiduradade arv uuritavas suunas (n) tk		2
Liikluse vaadeldaval suunal %	84		Sõiduraja laius m		3.75
Tipptunni liiklussagedus uuritavas suunas (N) a/h	1338		Takistuse kaugus tee paremast servast (LC _R) m		2.5
Tipptunnitegur (TTT)	1		Takistuse kaugus tee vasakust servast (LC _L) m		1
Raskeliikluse osakaal (P _R) %	3.6		Ristmike sagedus tk/km		8
Maantee pikikalle %	1		Projektkiirus S _{BFF} km/h		80
Abisuused					
Kohalike tingimusi arvestav tegur f _P	0.95		TLC=LC _R +LC _L		3.5
Raskeliikluse taandamistegur E _R (tabel 3,8)	1.5		f _{LC} (tabel 3.10)		0.1
f _{LW} (tabel 3.9)	0.0		f _M (tabel 3.11)		0.0
			f _A (tabel 3.12)		5.4
Arvutatavad väärtused					
Vaba voo kiirus	$S_{FF} = S_{BFF} \cdot f_{LW} \cdot f_{LC} \cdot f_M \cdot f_A$			74.5	km/h
Raskeliiklust arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.98	
Taandatud liiklussagedus sõidurajal	$v = \frac{N}{TTT \times n \times f_P \times f_R}$			717	sa/h
Keskmine kiirus (S, täpsustatakse jooniselt 3.2)				100	km/h
Liiklustihedus sõidurajal	$D = \frac{v}{S}$			7.2	sa/km
Teenindustase (LOS, leitakse jooniselt 3.2)				B	

Lisa 9 riigitee nr 15 lõigu km 9,0-17,6 teenindustaseme arvutus

Arvutused lõigule km 9.0-17.6 kasutades Urge PLP andmeid

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	9,0-17,6 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Rapla-Tallinn	
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	7594	a/ööp
		Maantee liik	2r-I	
Lähteandmed				
	Liiklussagedus N tiptunnis		1056	a/h
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)	84	16	%
	Liiklussagedus suundade kaupa a/h	892	164	a/h
	Projektkiirus (S_{BFF})		100	km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)		3.62	%
	Maastiku kalle		1	%
	Mahasõitude esinemise sagedus		6	tk/km
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus		50	%
	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_P)		0.95	
	Tiptunnitegur (TTT)		1	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		892	164 a/h
Liiklussageduse taandamine			SAT	PTSF
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.00	1.00
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.00	1.00
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.01	1.00
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.64	1.10
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			1.00	1.00
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.98	1.00
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			939	939
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			177	173
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt teepeenra laiusest f_{LS} (tabel 2.5)		4.9	4.9
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)		4	4
	($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)		3.486	0.931
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$			91.1	91.1
Keskmine kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$			73.7	76.3
Ooteaja leidmine			suund 1	suund 2
Lähte ooteaeg $BPTSF_1 = 100 \left[1 - e^{-a(v_1,PTSF)^b} \right]$	a (tabel 2.10)		-0.0014	-0.0047
	b (tabel 2.10)		0.973	0.831
			66	29
			%	%
Möödasõidupiirangute ja liiklusvoo suundade vahelist jaotust arvestav tegur $f_{np,PTSF}$ (tabel 2.9)			25.9	25.9
Ooteaeg $PTSF_1 = BPTSF_1 + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{1,PTSF}}{v_{1,PTSF} + v_{2,PTSF}} \right)$			88.3	32.8
			%	%
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $C = 1700 \times f_G \times f_R$			1700	1661
			sa/h	sa/h
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v_i) ületab eelnevalt arvutatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F				
Teenindustase keskmise kiiruse alusel on (tabeli 2.1 alusel)			C	C
Arvestades tee liiki ja ooteaja pikenedustase on (tabeli 2.1 alusel)			E	A

Lisa 10 riigitee nr 15 lõigu km 9,0-17,6 perspektiivse teenindustaseme arvutus

MITMERAJALISE MNT PROGNOOS

Üldinfo					
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt		Maantee nr ja km	15 km	9.0-17.6
Kuupäev	04.05.2020		Suund 2	Rapla-Tallinn	eraldusriba 1
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (8-9)		AKÖL	11391	a/ööp
Lähteandmed					
Liiklussagedus tipptunnis a/h	1593		Sõiduradade arv uuritavas suunas (n) tk		2
Liikluse vaadeldaval suunal %	84		Sõiduraja laius m		3.75
Tipptunni liiklussagedus uuritavas suunas (N) a/h	1338		Takistuse kaugus tee paremast servast (LC _R) m		2.5
Tipptunnitegur (TTT)	1		Takistuse kaugus tee vasakust servast (LC _L) m		1
Raskeliikluse osakaal (P _R) %	3.6		Ristmike sagedus tk/km		6
Maantee pikikalle %	1		Projektkiirus S _{BFF} km/h		100
Abisuused					
Kohalikke tingimusi arvestav tegur f _P	0.95		TLC=LC _R +LC _L		3.5
Raskeliikluse taandamistegur E _R (tabel 3.8)	1.5		f _{LC} (tabel 3.10)		0.1
f _{LW} (tabel 3.9)	0.0		f _M (tabel 3.11)		0.0
			f _A (tabel 3.12)		4.0
Arvutatavad väärtused					
Vaba voo kiirus	$S_{FF} = S_{BFF} \cdot f_{LW} \cdot f_{LC} \cdot f_M \cdot f_A$			95.9	km/h
Raskeliiklust arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.98	
Taandatud liiklussagedus sõidurajal	$v = \frac{N}{TTT \times n \times f_p \times f_R}$			717	sa/h
Keskmine kiirus (S, täpsustatakse jooniselt 3.2)				100	km/h
Liiklustihedus sõidurajal	$D = \frac{v}{S}$			7.2	sa/km
Teenindustase (LOS, leitakse jooniselt 3.2)				B	

Lisa 11 riigitee nr 15 lõigu km 21,0-24,0 teenindustaseme arvutus

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	21.0-24.0 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla	
Analüüsitava periood	100.tt 2019 (17-18)	AKÖL	7594	a/ööp
		Maantee liik	2r-I	
Lähteandmed				
	Liiklussagedus N tiptunnis		1029	a/h
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)		73	27
	Liiklussagedus suundade kaupa a/h		752	277
	Projektkiirus (S_{BFF}) km/h		100	100
	Raskeliikluse osakaal (P_R)		2.82	2.82
	Maastiku kalle		1	1
	Mahasõitude esinemise sagedus		4	4
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus (f_{np})		20	20
	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_p)		0.95	0.95
	Tiptunnitegur (TTT)		1	1
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)		(Kasutatakse tegurite leidmisel)	752	277
Liiklussageduse taandamine			S_{AT}	PTSF
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.0	1.0
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.0	1.0
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.10	1.00
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.48	1.10
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			1.00	1.00
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.99	1.00
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			794	794
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			296	292
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid		tulenevalt teepeenra laiuusest f_{LS} (tabel 2.5)	4.9	4.9
		tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)	2.67	2.67
		($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)	1.9	0.9
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$			92.433	92.433
Keskmise kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$			76.9	78.0
Ooteaja leidmine			suund 1	suund 2
Lähte ooteaeg $BPTSF_1 = 100[1 - e^{-(a \times v_{1,PTSF}^b)}]$		a (tabel 2.10)	-0.0017	-0.0042
		b (tabel 2.10)	0.9575	0.842
			64	39
				%
Möödasõidupiirangute ja liiklusvoo suundade vahelist jaotust arvestav tegur $f_{np,PTSF}$ (tabel 2.9)			20.165	20.165
Ooteaeg $PTSF_1 = BPTSF_1 + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{1,PTSF}}{v_{1,PTSF} + v_{2,PTSF}} \right)$			78.7	44.9
				%
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $C = 1700 \times f_G \times f_R$			1695	1677
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v_i) ületab eelnevalt arvatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F				
Teenindustase keskmise kiiruse alusel on (tabeli 2.1 alusel)			C	C
Arvestades tee liiki ja ooteaja pikenedust teenindustase on (tabeli 2.1 alusel)			D	B

Lisa 11 riigitee nr 15 lõigu km 21,0-24,0 teenindustaseme arvutus

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	21.0-24.0 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Rapla-Tallinn	
Analüüsitava periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	7594	a/döp
		Maantee liik	2r-I	
Lähteandmed				
	Liiklussagedus N tiptunnis		1056	a/h
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)		84	16 %
	Liiklussagedus suundade kaupa a/h		892	164 a/h
	Projektkiirus (S_{BFF})			100 km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)			3.62 %
	Maastiku kalle			1 %
	Mahasõitude esinemise sagedus			4 tk/km
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus			20 %
	Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_P)			0.95
	Tiptunnitegur (TTT)			1
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		892	164 a/h
Liiklussageduse taandamine			S_{AT}	PTSF
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.00	1.00
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.00	1.00
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.01	1.00
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.64	1.10
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			1.00	1.00
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.98	1.00
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_A}$			939	939
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			177	173
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt teepeenra laiusest f_{LS} (tabel 2.5)		4.9	4.9 km/h
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)		2.67	2.67 km/h
	($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)		0.6	1.60
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$			92.433	92.433 km/h
Keskmine kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$			77.9	76.9 km/h
Ooteaja leidmine			suund 1	suund 2
Lähte ooteaeg $BPTSF_1 = 100 \left[1 - e \left(a \times v_{1,PTSF}^b \right) \right]$	a (tabel 2.10)		-0.0014	-0.0047 %
	b (tabel 2.10)		0.973	0.831
Möödasõidupiirangute ja liiklusvoo suundade vahelist jaotust arvestav tegur $f_{d/np}$ (tabel 2.9)			19.76	19.76
Ooteaeg $PTSF_1 = BPTSF_1 + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{1,PTSF}}{v_{1,PTSF} + v_{2,PTSF}} \right)$			83.2	31.9 %
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $C = 1700 \times f_G \times f_R$			1700	1661 sa/h
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v) ületab eelnevalt arvatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F				
Teenindustase keskmise kiiruse alusel on (tabeli 2.1 alusel)			C	C
Arvestades tee liiki ja ooteaja pikenedustase on (tabeli 2.1 alusel)			E	A

Lisa 12 riigitee nr 15 lõigu km 17,6-21,0 teenindustaseme arvutus

Üldinfo					Üldinfo						
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	17.6-21.0	km	Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	17.6-21.0	km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla			Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn		
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (17-18)	AKÖL	7594	a/ööp		Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	7594	a/ööp	
		Maantee liik	1+1 keskpäirdega					Maantee liik	1+1 keskpäirdega		
Lähteandmed					Lähteandmed						
		Liiklussagedus N tiptunnis	752	a/h				Liiklussagedus N tiptunnis	892	a/h	
Kindlustatud peenar	0.75	m	Projektkiirus (S_{BFF})	100	km/h	Kindlustatud peenar	0.75	m	Projektkiirus (S_{BFF})	100	km/h
Sõidurada	3.25	m	Raskeliikluse osakaal (P_R)	2.82	%	Sõidurada	3.25	m	Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.62	%
Ohutusriba	0.35	m	Maastiku kalle	1	%	Ohutusriba	0.35	m	Maastiku kalle	1	%
			Mahasõitude esinemise sagedus	2	tk/km				Mahasõitude esinemise sagedus	2	tk/km
Pikkus	3.4	km	Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95		Pikkus	3.4	km	Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95	
			Tiptunnitegur (TTT)	1					Tiptunnitegur (TTT)	1	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		752	a/h	Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		892	a/h		
Liiklussageduse taandamine			S_{AT}		Liiklussageduse taandamine			S_{AT}			
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7	1.0	Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7	1.0	Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7	1.0			
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3	1.1	Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3	1.01	Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3	1.01			
Raskeliikluse mõju arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$		1.00		Raskeliikluse mõju arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$		1.00			
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas	$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_p}$		794		Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas	$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_p}$		939			
Keskmise kiiruse leidmine					Keskmise kiiruse leidmine						
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laisusest f_{LS}		(tabel 2.5)	6.8	km/h	Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laisusest f_{LS}		(tabel 2.5)	6.8	km/h
	tulenevalt vasakpiirde kaugusest f_{VT2+1}		(tabel 3.5)	8.24	km/h		tulenevalt vasakpiirde kaugusest f_{VT2+1}		(tabel 3.5)	8.24	km/h
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})		(tabel 2.6)	1.3	km/h		tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})		(tabel 2.6)	1.3	km/h
Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)			(tabel 3.4)	3.0	km/h	Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)			(tabel 3.4)	3.0	km/h
Vaba voo kiirus	$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$		83.6	km/h	Vaba voo kiirus	$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$		83.6	km/h		
Keskmine kiirus	$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$		70.7	km/h	Keskmine kiirus	$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$		68.9	km/h		
Liiklustihedus sõidurajal	$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$		11.2	sa/km	Liiklustihedus sõidurajal	$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$		13.6	sa/km		
Teenindustase LOS			(tabel 3.3)	D	Teenindustase LOS			(tabel 3.3)	D		

Lisa 13 riigitee nr 15 lõigu km 21,0-24,0 teenindustaseme arvutus

PROGNOOS

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	21.0-24.0 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla	
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (17-18)	AKÖL	11391	a/ööp
		Maantee liik	2+1 keskpäärdega	
Lähteandmed				
Kindlustatud peenar	1.00	m	Liiklussagedus N tiptunnis	1128 a/h
	3.75	m	Projektkiirus (S_{BFF})	100 km/h
Sõidurada	3.75	m	Raskeliikluse osakaal (P_R)	2.82 %
Ohutusriba	0.75	m	Maastiku kalle	1 %
Pikkus	3.0	km	Mahasõitude esinemise sagedus	4 tk/km
			Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95
			Tiipnunnitegur (TTT)	1
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)			(Kasutatakse tegurite leidmisel)	1128 a/h
Liiklussageduse taandamine			SAT	
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7	1.0		
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3	1.0		
Raskeliikluse mõju arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$	1.00		
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas	$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$	1187		
Keskmise kiiruse leidmine				
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laisest f_{LS}	(tabel 2.5)	4.2	km/h
	tulenevalt vasakpäärde kaugusest f_{VT2+1}	(tabel 3.5)	5.10	km/h
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})	(tabel 2.6)	2.67	km/h
Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)	(tabel 3.4)	3.0	km/h	
Vaba voo kiirus	$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$	88.0	km/h	
Keskmine kiirus	$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$	70.2	km/h	
Liiklustihedus sõidurajal	$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$	16.9	sa/km	
Teenindustase LOS	(tabel 3.3)	E		

PROGNOOS

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	21.0-24.0 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn	
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	11391	a/ööp
		Maantee liik	2+1 keskpäärdega	
Lähteandmed				
Kindlustatud peenar	1.00	m	Liiklussagedus N tiptunnis	1338 a/h
	3.75	m	Projektkiirus (S_{BFF})	100 km/h
Sõidurada	3.75	m	Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.62 %
Ohutusriba	0.75	m	Maastiku kalle	1 %
Pikkus	3.0	km	Mahasõitude esinemise sagedus	4 tk/km
			Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95
			Tiipnunnitegur (TTT)	1
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)			(Kasutatakse tegurite leidmisel)	1338 a/h
Liiklussageduse taandamine			SAT	
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7	1.0		
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3	1.0		
Raskeliikluse mõju arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$	1.00		
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas	$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$	1408		
Keskmise kiiruse leidmine				
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laisest f_{LS}	(tabel 2.5)	4.2	km/h
	tulenevalt vasakpäärde kaugusest f_{VT2+1}	(tabel 3.5)	5.10	km/h
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})	(tabel 2.6)	2.67	km/h
Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)	(tabel 3.4)	3.0	km/h	
Vaba voo kiirus	$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$	88.0	km/h	
Keskmine kiirus	$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$	67.4	km/h	
Liiklustihedus sõidurajal	$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$	20.9	sa/km	
Teenindustase LOS	(tabel 3.3)	F		

Lisa 14 riigitee nr 15 lõigu km 17,6-21,0 teenindustaseme arvutus

MITMERAJALISE MNT PROGNOOS

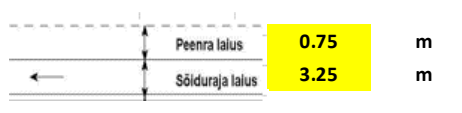
Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15 km	17.6-24.0
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla eraldusriba	1
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (17-18)	AKÖL	11391	a/ööp
Lähteandmed				
Liiklussagedus tippunnis a/h	1545	Sõiduradade arv uuritavas suunas (n) tk	2	
Liikluse vaadeldaval suunal %	73	Sõiduraja laius m	3.75	
Tippunni liiklussagedus uuritavas suunas (N) a/h	1128	Takistuse kaugus tee paremast servast (LC _R) m	2.5	
Tippunnitegur (TTT)	1	Takistuse kaugus tee vasakust servast (LC _L) m	1	
Raskeliikluse osakaal (P _R) %	2.8	Ristmike sagedus tk/km	4	
Maantee pikikalle %	1	Projektkiirus S _{REF} km/h	100	
Abisuurused				
Kohalike tingimusi arvestav tegur f _P	0.95	TLC=LC _R +LC _L	3.5	
Raskeliikluse taandamistegur E _R (tabel 3.8)	1.5	f _{LC} (tabel 3.10)	0.1	
f _{LW} (tabel 3.9)	0.0	f _M (tabel 3.11)	0.0	
		f _A (tabel 3.12)	2.7	
Arvutatavad väärtused				
Vaba voo kiirus S _{FF} =S _{BFF} ·f _{LW} ·f _{LC} ·f _M ·f _A	97.2	km/h		
Raskeliiklust arvestav tegur f _R = $\frac{1}{1+P_R(E_R-1)}$	0.99			
Taandatud liiklussagedus sõidurajal v= $\frac{N}{TTT \times n \times f_P \times f_R}$	602	sa/h		
Keskmine kiirus (S, täpsustatakse jooniselt 3.2)	100	km/h		
Liiklustihedus sõidurajal D = $\frac{v}{S}$	6.0	sa/km		
Teenindustase (LOS, leitakse jooniselt 3.2)	A			

MITMERAJALISE MNT PROGNOOS

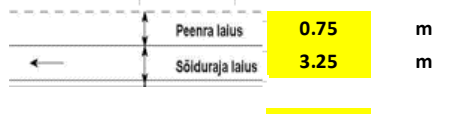
Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15 km	17.6-24.0
Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn eraldusriba	1
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (8-9)	AKÖL	11391	a/ööp
Lähteandmed				
Liiklussagedus tippunnis a/h	1593	Sõiduradade arv uuritavas suunas (n) tk	2	
Liikluse vaadeldaval suunal %	84	Sõiduraja laius m	3.75	
Tippunni liiklussagedus uuritavas suunas (N) a/h	1338	Takistuse kaugus tee paremast servast (LC _R) m	2.5	
Tippunnitegur (TTT)	1	Takistuse kaugus tee vasakust servast (LC _L) m	1	
Raskeliikluse osakaal (P _R) %	3.6	Ristmike sagedus tk/km	4	
Maantee pikikalle %	1	Projektkiirus S _{REF} km/h	100	
Abisuurused				
Kohalike tingimusi arvestav tegur f _P	0.95	TLC=LC _R +LC _L	3.5	
Raskeliikluse taandamistegur E _R (tabel 3.8)	1.5	f _{LC} (tabel 3.10)	0.1	
f _{LW} (tabel 3.9)	0.0	f _M (tabel 3.11)	0.0	
		f _A (tabel 3.12)	2.7	
Arvutatavad väärtused				
Vaba voo kiirus S _{FF} =S _{BFF} ·f _{LW} ·f _{LC} ·f _M ·f _A	97.2	km/h		
Raskeliiklust arvestav tegur f _R = $\frac{1}{1+P_R(E_R-1)}$	0.98			
Taandatud liiklussagedus sõidurajal v= $\frac{N}{TTT \times n \times f_P \times f_R}$	717	sa/h		
Keskmine kiirus (S, täpsustatakse jooniselt 3.2)	100	km/h		
Liiklustihedus sõidurajal D = $\frac{v}{S}$	7.2	sa/km		
Teenindustase (LOS, leitakse jooniselt 3.2)	B			

Lisa 15 riigitee nr 15 lõigu km 17,6-21,0 jalgratturi teenindustaseme arvutus

JALGRATTUR

Üldinfo			
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr	15
Kuupäev	04.05.2020	SUUND 1	Tallinn - Rapla 17.6-21.0 km
Analüüsitav periood	30.tt 2017 (17-18)	AKÖL	7594 a/ööp
Lähteandmed			
	Liiklussagedus <i>NMS</i> tiptunnis välimisel rajal	725	a/h
	Mootorsõidukitele suurim lubatud kiirus	90	km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)	2.82	%
	Tiipunnitegur (TTT)	1.0	
	Teekatendi seisundi hinne	5	
Lõigu pikkus	3.4	km	
Liiklussageduse taandamine			
Maantee vaadeldava suuna välise sõiduraja arvutuslik liiklussagedus		725	a/h
Efektivne laius, kui kindlustatud peenar on võrdne või laiem kui 1,2 m		4.8	m
Efektivne laius, kui kindlustatud peenar on kitsam kui 1,2 m		4.3	m
Kiirusetegur	$S_i = 1,1199 \ln(S_{LUB} - 34) + 0,21605$	4.8	
Teenindustase indikaator		4.10	
Teenindustase		D	

JALGRATTUR

Üldinfo			
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr	15
Kuupäev	04.05.2020	SUUND 2	Rapla-Tallinn 17.6-21.0 km
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	7594 a/ööp
Lähteandmed			
	Liiklussagedus <i>NMS</i> tiptunnis välimisel rajal	892	a/h
	Mootorsõidukitele suurim lubatud kiirus	90	km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.62	%
	Tiipunnitegur (TTT)	1	
	Teekatendi seisundi hinne	5	
Lõigu pikkus	3.4	km	
Liiklussageduse taandamine			
Maantee vaadeldava suuna välise sõiduraja arvutuslik liiklussagedus		892	a/h
Efektivne laius, kui kindlustatud peenar on võrdne või laiem kui 1,2 m		4.8	m
Efektivne laius, kui kindlustatud peenar on kitsam kui 1,2 m		4.3	m
Kiirusetegur	$S_i = 1,1199 \ln(S_{LUB} - 34) + 0,21605$	4.8	
Teenindustase indikaator		4.42	
Teenindustase		D	

Lisa 16 riigitee nr 15 lõigu km 17,6-21,0 jalgratturi teenindustaseme arvutus

Arvutus leidmaks kindlustatud peenra laiust 1+1 keskpäärdega ristlõikele vähemalt teenindustasemele C

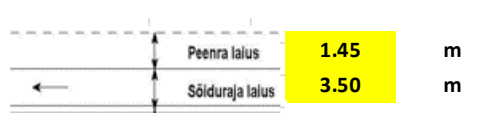
Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr	15	
Kuupäev	04.05.2020	SUUND 1	Tallinn - Rapla	17.6-21.0 km
Analüüsitav periood	30.tt 2017 (17-18)	AKÖL	7594	a/ööp
Lähteandmed				
	Peenra laius	1.30	m	
	Sõiduraja laius	3.25	m	
Lõigu pikkus	3.4	km	Liiklussagedus NMS tipptunnis välimisel rajal	725 a/h
			Mootorsõidukitele suurim lubatud kiirus	90 km/h
			Raskeliikluse osakaal (P_R)	2.82 %
			Tipptunnitegur (TTT)	1.0
			Teekatendi seisundi hinne	5
Liiklussageduse taandamine				
Maantee vaadeldava suuna välise sõiduraja arvutuslik liiklussagedus			725	a/h
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on võrdne või laiem kui 1,2 m			5.9	m
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on kitsam kui 1,2 m			4.3	m
Kiirusetegur $S_t = 1,1199 \ln(S_{LUB} - 34) + 0,21605$			4.8	
Teenindustase indikaator			3.48	
Teenindustase			C	

Arvutus leidmaks kindlustatud peenra laiust 1+1 keskpäärdega ristlõikele vähemalt teenindustasemele C

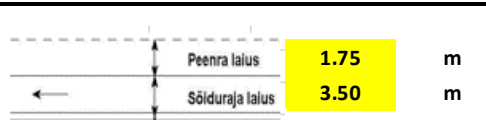
Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr	15	
Kuupäev	04.05.2020	SUUND 2	Rapla-Tallinn	17.6-21.0 km
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	7594	a/ööp
Lähteandmed				
	Peenra laius	1.60	m	
	Sõiduraja laius	3.25	m	
Lõigu pikkus	3.4	km	Liiklussagedus NMS tipptunnis välimisel rajal	892 a/h
			Mootorsõidukitele suurim lubatud kiirus	90 km/h
			Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.62 %
			Tipptunnitegur (TTT)	1
			Teekatendi seisundi hinne	5
Liiklussageduse taandamine				
Maantee vaadeldava suuna välise sõiduraja arvutuslik liiklussagedus			892	a/h
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on võrdne või laiem kui 1,2 m			6.5	m
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on kitsam kui 1,2 m			4.3	m
Kiirusetegur $S_t = 1,1199 \ln(S_{LUB} - 34) + 0,21605$			4.8	
Teenindustase indikaator			3.41	
Teenindustase			C	

Lisa 17 riigitee nr 15 lõigu km 17,6-21,0 jalgratturi teenindustaseme arvutus

Arvutus leidmaks kindlustatud peenra laiust perspektiivsele 2+2 ristlõikele vähemalt teenindustasemele C

Üldinfo			
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr	15
Kuupäev	04.05.2020	SUUND 1	Tallinn - Rapla 17.6-21.0 km
Analüüsitav periood	30.tt 2017 (17-18)	AKÖL	11391 a/ööp
Lähteandmed			
	Liiklussagedus <i>NMS</i> tiptunnis välimisel rajal	790	a/h
	Mootorsõidukitele suurim lubatud kiirus	90	km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)	4.03	%
	Tiptunnitegur (TTT)	1.0	
Lõigu pikkus	3.4	km	Teekatendi seisundi hinne
			5
Liiklussageduse taandamine			
Maantee vaadeldava suuna välise sõiduraja arvutuslik liiklussagedus		790	a/h
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on võrdne või laiem kui 1,2 m		6.4	m
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on kitsam kui 1,2 m		4.5	m
Kiirusetegur	$S_i = 1,1199 \ln(S_{LUB} - 34) + 0,21605$	4.8	
Teenindustase indikaator		3.49	
Teenindustase		C	

Arvutus leidmaks kindlustatud peenra laiust perspektiivsele 2+2 ristlõikele vähemalt teenindustasemele C

Üldinfo			
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr	15
Kuupäev	04.05.2020	SUUND 2	Rapla-Tallinn 17.6-21.0 km
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	11391 a/ööp
Lähteandmed			
	Liiklussagedus <i>NMS</i> tiptunnis välimisel rajal	937	a/h
	Mootorsõidukitele suurim lubatud kiirus	90	km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)	5.16	%
	Tiptunnitegur (TTT)	1	
Lõigu pikkus	3.4	km	Teekatendi seisundi hinne
			5
Liiklussageduse taandamine			
Maantee vaadeldava suuna välise sõiduraja arvutuslik liiklussagedus		937	a/h
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on võrdne või laiem kui 1,2 m		7.0	m
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on kitsam kui 1,2 m		4.5	m
Kiirusetegur	$S_i = 1,1199 \ln(S_{LUB} - 34) + 0,21605$	4.8	
Teenindustase indikaator		3.49	
Teenindustase		C	

Lisa 18 riigitee nr 15 lõigu km 27,4-36,9 teenindustaseme arvutus

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	27.4-36.9 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla	
Analüüsitava periood	30.tt 2019 (17-18)	AKÖL	6078	a/ööp
		Maantee liik	2r-I	
Lähteandmed				
	Liiklussagedus N tiptunnis		788	a/h
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)		72	28 %
	Liiklussagedus suundade kaupa a/h		567	221 a/h
	Projektkiirus (S_{BFF}) km/h		100	km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)		2.57	%
	Maastiku kalle		1	%
	Mahasõitude esinemise sagedus		3	tk/km
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus (f_{np})		40	%
	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_p)		0.95	
	Tiptunnitegur (TTT)		1	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)		(Kasutatakse tegurite leidmisel)	567	221 a/h
Liiklussageduse taandamine			S _{AT}	PTSF
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.0	1.0
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.0	1.0
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.13	1.00
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.48	1.10
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			1.00	1.00
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.99	1.00
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			599	598
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			235	233
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid		tulenevalt teepeenra laiuusest f_{LS} (tabel 2.5)	4.9	4.9 km/h
		tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)	2	2 km/h
		($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)	3.0	1.5
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$			93.1	93.1 km/h
Keskmise kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$			79.7	81.2 km/h
Ooteaja leidmine			suund 1	suund 2
Lähte ooteaeg $BPTSF_1 = 100[1 - e^{-(a \times v_{1,PTSF}^b)}]$		a (tabel 2.10)	-0.0015	-0.0031
		b (tabel 2.10)	0.968	0.879
			52	31 %
Möödasõidupiirangute ja liiklusvoo suundade vahelist jaotust arvestav tegur $f_{np,PTSF}$ (tabel 2.9)			28.4	28.4
Ooteaeg $PTSF_1 = BPTSF_1 + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{1,PTSF}}{v_{1,PTSF} + v_{2,PTSF}} \right)$			72.0	39.3 %
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $C = 1700 \times f_G \times f_R$			1694	1679 sa/h
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v_i) ületab eelnevalt arvatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F				
Teenindustase keskmise kiiruse alusel on (tabeli 2.1 alusel)			C	B
Arvestades tee liiki ja ooteaja pikenedust teenindustase on (tabeli 2.1 alusel)			D	B

Lisa 18 riigitee nr 15 lõigu km 27,4-36,9 teenindustaseme arvutus

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	27.3-36.9 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn	
Analüüsiv periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	6078	a/döp
		Maantee liik	2r-I	
Lähteandmed				
	Liiklussagedus N tiptunnis		796	a/h
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)		83	17 %
	Liiklussagedus suundade kaupa a/h		661	135 a/h
	Projektkiirus (S_{BFF})			100 km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)			3.61 %
	Maastiku kalle			1 %
	Mahasõitide esinemise sagedus			3 tk/km
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus			40 %
	Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_P)			0.95
	Tiptunnitegur (TTT)			1
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		661	135 a/h
Liiklussageduse taandamine			S_{AT}	PTSF
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.00	1.00
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.00	1.00
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.10	1.00
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.76	1.10
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			1.00	1.00
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.97	1.00
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_A}$			698	696
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			146	143
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt teepeenra laiusest f_{LS} (tabel 2.5)		4.9	4.9 km/h
	tulenevalt mahasõitide sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)		2	2 km/h
	($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)		2.32	1.25
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$			93.1	93.1 km/h
Keskmine kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$			80.2	81.4 km/h
Ooteaja leidmine			suund 1	suund 2
Lähte ooteaeg $BPTSF_1 = 100 \left[1 - e \left(a \times v_{1,PTSF}^b \right) \right]$	a (tabel 2.10)		-0.0014	-0.0037 %
	b (tabel 2.10)		0.973	0.859
Möödasõidupiirangute ja liiklusvoo suundade vahelist jaotust arvestav tegur $f_{d/np}$ (tabel 2.9)			28.4	28.4
Ooteaeg $PTSF_1 = BPTSF_1 + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{1,PTSF}}{v_{1,PTSF} + v_{2,PTSF}} \right)$			79.4	27.9 %
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $C = 1700 \times f_G \times f_R$			1694	1655 sa/h
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v) ületab eelnevalt arvutatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F				
Teenindustase keskmise kiiruse alusel on (tabeli 2.1 alusel)			B	B
Arvestades tee liiki ja ooteaja pikenemist teenindustase on (tabeli 2.1 alusel)			D	A

Lisa 19 riigitee nr 15 lõigu km 27,4-36,9 teenindustaseme arvutus

PROGNOOS

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	27,4-34,7 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla	
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (17-18)	AKÖL	9117	a/döp
		Maantee liik	2r-I	
Lähteandmed				
	Liiklussagedus N tiptunnis		1183	a/h
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)		72	28 %
	Liiklussagedus suundade kaupa a/h		851	332 a/h
	Projektkiirus (S_{BFF})		100	km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)		2.57	%
	Maastiku kalle		1	%
	Mahasõitude esinemise sagedus		3	tk/km
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus (f_{np})		40	%
	Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_p)		0.95	
	Tiptunnitegur (TTT)		1	
Lõigu pikkus		7.4	km	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)		(Kasutatakse tegurite leidmisel)		851
Liiklussageduse taandamine				S_{AT}
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)				1.0
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)				1.0
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)				1.05
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)				1.37
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_r = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$				1.00
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_r = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$				0.99
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$				897
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$				353
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid		tulenevalt teepeenra laiusest f_{LS} (tabel 2.5)	4.9	4.9
		tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)	2	2
		($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)	1.7	0.6
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$				93.1
Keskmise kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$				75.8
Ooteaja leidmine			suund 1	suund 2
Lähte ooteaeg $BPTSF_1 = 100 \left[1 - e^{-a \times v_{1,PTSF}^b} \right]$		a (tabel 2.10)	-0.00190	-0.0046
		b (tabel 2.10)	0.9405	0.828
			68	44
				%
Möödasõidupiirangute ja liiklusvoo suundade vahelist jaotust arvestav tegur $f_{np,PTSF}$ (tabel 2.9)				21.3
Ooteaeg $PTSF_1 = BPTSF_1 + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{1,PTSF}}{v_{1,PTSF} + v_{2,PTSF}} \right)$				83.3
				50.5
				%
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $c = 1700 \times f_G \times f_R$				1698
				1684
				sa/h
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v_i) ületab eelnevalt arvatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F				
Teenindustase keskmise kiiruse alusel on (tabeli 2.1 alusel)			C	C
Arvestades tee liiki ja ooteaja pikenemist teenindustase on (tabeli 2.1 alusel)			E	C

Lisa 19 riigitee nr 15 lõigu km 27,4-36,9 teenindustaseme arvutus

PROGNOOS

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee	nr 15	27.3-34.7 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn	
Analüüsitava periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÕL	9117	a/ööp
		Maantee liik	2r-I	
Lähteandmed				
	Liiklussagedus N tiptunnis		1195	a/h
	Liikluse jagunemine suundade kaupa (1/2)		83	17 %
	Liiklussagedus suundade kaupa a/h		992	203 a/h
	Projektkiirus (S_{BFF}) km/h		100	100 km/h
	Raskeliikluse osakaal (P_R)		3.61	%
	Maastiku kalle		1	%
	Mahasõitude esinemise sagedus		3	tk/km
	Möödasõidu piirangutega teosade osatähtsus		40	%
	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_p)		0.95	
	Tiptunnitegur (TTT)		1	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		992	203 a/h
Liiklussageduse taandamine			SAT	PTSF
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.00	1.00
Vastassuuna kallet arvestav parandustegur f_G (tabel 2.7)			1.00	1.00
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.00	1.00
Vastassuuna raskeliikluse taandamistegur E_R (tabel 2.2 või 2.3 ja 2.4)			1.50	1.10
Raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			1.00	1.00
Vastassuuna raskeliikluse mõju arvestav tegur $f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$			0.98	1.00
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas $v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_A}$			1044	1044
Taandatud liiklussagedus vastassuunas $v_2 = \frac{N_2}{TTT * f_G * f_R * f_P}$			218	214
Keskmise kiiruse leidmine			suund 1	suund 2
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid		tulenevalt teepeenra laiusest f_{LS} (tabel 2.5)	4.9	4.9 km/h
		tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS}) (tabel 2.6)	2	2 km/h
		($f_{np,SAT}$) (tabel 2.8)	3.1	0.7
Vaba voo kiirus $S_{FF} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{AS}$			93.1	93.1 km/h
Keskmine kiirus $S_{AT} = S_{FF} - 0,0125(v_1 + v_2) - f_{np,SAT}$			74.2	76.7 km/h
Ooteaja leidmine			suund 1	suund 2
Lähte ooteaeg		$BPTSF_1 = 100 \left[1 - e \left(a \times v_{1,PTSF}^b \right) \right]$	-0.0014	-0.0049 %
		a (tabel 2.10)	0.973	0.829
		b (tabel 2.10)	70.2	34.3
Möödasõidupiirangute ja liiklusvoo suundade vahelist jaotust arvestav tegur $f_{d/np}$ (tabel 2.9)			21.3	21.3
Ooteaeg $PTSF_1 = BPTSF_1 + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{1,PTSF}}{v_{1,PTSF} + v_{2,PTSF}} \right)$			87.9	37.9 %
Läbilaskvuse ja teenindustaseme määramine			suund 1	suund 2
Läbilaskvus konkreetsetes oludes $C = 1700 \times f_G \times f_R$			1700	1670 sa/h
Kui taandatud liiklussagedus enamkoormatud suunal (v) ületab eelnevalt arvutatud läbilaskvuse sa/h, siis teenindustase on F				
Teenindustase keskmise kiiruse alusel on (tabeli 2.1 alusel)			C	C
Arvestades tee liiki ja ooteaja pikenedust teenindustase on (tabeli 2.1 alusel)			E	B

Lisa 20 riigitee nr 15 lõigu km 27,4-36,9 teenindustaseme arvutus

Üldinfo					Üldinfo						
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	27,4-36,9	km	Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	27,4-36,9	km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla			Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn		
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (17-18)	AKÖL	6078	a/ööp		Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	6078	a/ööp	
		Maantee liik	1+1 keskpäirdega					Maantee liik	1+1 keskpäirdega		
Lähteandmed					Lähteandmed						
Kindlustatud peenar	0.75	m	Liiklussagedus N tiptunnis	567	a/h	Kindlustatud peenar	0.75	m	Liiklussagedus N tiptunnis	661	a/h
			Projektkiirus (S_{BFF})	100	km/h				Projektkiirus (S_{BFF})	100	km/h
			Sõidurada	3.25	m				Sõidurada	3.25	m
			Ohutusriba	0.35	m				Ohutusriba	0.35	m
			Pikkus	9.5	km				Pikkus	9.5	km
			Raskeliikluse osakaal (P_R)	2.57	%				Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.61	%
			Maastiku kalle	1	%				Maastiku kalle	1	%
			Mahasõitude esinemise sagedus	3	tk/km				Mahasõitude esinemise sagedus	3	tk/km
			Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95					Kohalikke tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95	
			Tiptunnitegur (TTT)	1					Tiptunnitegur (TTT)	1	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		567	a/h		Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		661	a/h	
Liiklussageduse taandamine			S_{AT}			Liiklussageduse taandamine			S_{AT}		
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7		1.0			Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7		1.0		
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3		1.1			Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3		1.1		
Raskeliikluse mõju arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$		1.00			Raskeliikluse mõju arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R(E_R - 1)}$		1.00		
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas	$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_p}$		598			Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas	$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_p}$		698		
Keskmise kiiruse leidmine					Keskmise kiiruse leidmine						
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laisusest f_{LS}		(tabel 2.5)	6.8	km/h	Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laisusest f_{LS}		(tabel 2.5)	6.8	km/h
	tulenevalt vasakpäärdi kaugusest f_{VT2+1}		(tabel 3.5)	8.24	km/h		tulenevalt vasakpäärdi kaugusest f_{VT2+1}		(tabel 3.5)	8.24	km/h
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})		(tabel 2.6)	2.0	km/h		tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})		(tabel 2.6)	2.0	km/h
Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)			(tabel 3.4)	3.0	km/h	Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)			(tabel 3.4)	3.0	km/h
Vaba voo kiirus	$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$		83.0	km/h		Vaba voo kiirus	$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$		83.0	km/h	
Keskmine kiirus	$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$		72.5	km/h		Keskmine kiirus	$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$		71.2	km/h	
Liiklustihedus sõidurajal	$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$		8.3	sa/km		Liiklustihedus sõidurajal	$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$		9.8	sa/km	
Teenindustase LOS			(tabel 3.3)	C		Teenindustase LOS			(tabel 3.3)	C	

Lisa 21 riigitee nr 15 lõigu km 27,4-36,9teenindustaseme arvutus

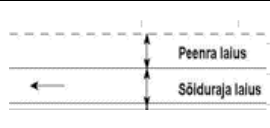
PROGNOOS

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	27.4-34.7 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 1	Tallinn-Rapla	
Analüüsitav periood	100.tt 2019 (17-18)	AKÖL	9117	a/ööp
		Maantee liik	2+1	
Lähteandmed				
		Liiklussagedus N tiptunnis	851	a/h
Kindlustatud peenar	1.00 m	Projektkiirus (S_{BFF})	100	km/h
Sõidurada	3.75 m	Raskeliikluse osakaal (P_R)	2.57	%
Ohutusriba	0.75 m	Maastiku kalle	1	%
		Mahasõitude esinemise sagedus	3	tk/km
Pikkus	7.4 km	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95	
		Tiipunnitegur (TTT)	1	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		851	a/h
Liiklussageduse taandamine			S_{AT}	
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7		1.0	
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3		1.0	
Raskeliikluse mõju arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R (E_R - 1)}$		1.00	
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas	$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$		896	
Keskmise kiiruse leidmine				
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laiuselt f_{LS}	(tabel 2.5)	4.2	km/h
	tulenevalt vasakpiirde kaugusest f_{VT2+1}	(tabel 3.5)	5.10	km/h
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})	(tabel 2.6)	2.0	km/h
Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)	(tabel 3.4)		3.0	km/h
Vaba voo kiirus	$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$		88.7	km/h
Keskmine kiirus	$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$		74.5	km/h
Liiklustihedus sõidurajal	$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$		12.0	sa/km
Teenindustase LOS	(tabel 3.3)		D	

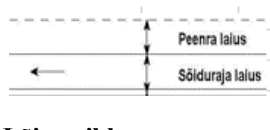
PROGNOOS

Üldinfo				
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr ja km	15	27.4-34.7 km
Kuupäev	04.05.2020	Suund 2	Rapla-Tallinn	
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	9117	a/ööp
		Maantee liik	2+1	
Lähteandmed				
		Liiklussagedus N tiptunnis	992	a/h
Kindlustatud peenar	1.00 m	Projektkiirus (S_{BFF})	100	km/h
Sõidurada	3.75 m	Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.61	%
Ohutusriba	0.75 m	Maastiku kalle	1	%
		Mahasõitude esinemise sagedus	3	tk/km
Pikkus	7.4 km	Kohalike tingimusi arvestav tegur (f_p)	0.95	
		Tiipunnitegur (TTT)	1	
Arvutuslik liiklussagedus (a/h)	(Kasutatakse tegurite leidmisel)		992	a/h
Liiklussageduse taandamine			S_{AT}	
Maantee vaadeldava suuna kallet arvestav parandustegur f_G	tabel 2.7		1.0	
Raskeliikluse taandamistegur E_R vaadeldavas suunas	tabel 2.2 või 2.3		1.0	
Raskeliikluse mõju arvestav tegur	$f_R = \frac{1}{1 + P_R (E_R - 1)}$		1.00	
Taandatud liiklussagedus vaadeldavas suunas	$v_1 = \frac{N_1}{TTT * f_G * f_R * f_P}$		1044	
Keskmise kiiruse leidmine				
Vabavoo kiirust vähendavad tegurid	tulenevalt sõiduraja ja teepeenra laiuselt f_{LS}	(tabel 2.5)	4.2	km/h
	tulenevalt vasakpiirde kaugusest f_{VT2+1}	(tabel 3.5)	5.10	km/h
	tulenevalt mahasõitude sagedusest (f_{AS})	(tabel 2.6)	2.0	km/h
Möödasõiduvõimaluse puudumist arvestav tegur ($f_{np,SAT2+1}$)	(tabel 3.4)		3.0	km/h
Vaba voo kiirus	$S_{FF2+1} = S_{BFF} - f_{LS} - f_{VT2+1} - f_{AS}$		88.7	km/h
Keskmine kiirus	$S_{AT2+1} = S_{FF2+1} - 0,0125v_1 - f_{np,SAT2+1}$		72.6	km/h
Liiklustihedus sõidurajal	$D_{2+1} = \frac{v_1}{S_{AT2+1}}$		14.4	sa/km
Teenindustase LOS	(tabel 3.3)		D	

Lisa 22 riigitee nr 15 lõigu km 27,4-34,6 jalgratturi teenindustaseme arvutus

Üldinfo					
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr	15		
Kuupäev	04.05.2020	SUUND 2	Rapla - Tallinn 27.3-36.9 km		
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	9117 a/ööp		
Lähteandmed					
	Peenra laius	1.00 m	Liiklussagedus <i>NMS</i> tippunnis välimisel rajal	661	a/h
	Sõiduraja laius	3.50 m	Mootorsõidukitele suurim lubatud kiirus	90	km/h
			Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.61	%
			Tippunnitegur (TTT)	1.0	
Lõigu pikkus	9.5 km			Teekatendi seisundi hinne	5
Liiklussageduse taandamine					
Maantee vaadeldava suuna välise sõiduraja arvutuslik liiklussagedus				661	a/h
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on võrdne või laiem kui 1,2 m				5.5	m
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on kitsam kui 1,2 m				4.5	m
Kiirusetegur $S_i = 1,1199 \ln(S_{LUB} - 34) + 0,21605$				4.8	
Teenindustase indikaator				3.85	
Teenindustase				D	

Arvutus leidmaks vajalikku kindlustatud peenra laiust 1+1 ristlõikele vähemalt teenindustasemele C

Üldinfo					
Analüüsi läbiviija	Romet Sutt	Maantee nr	15		
Kuupäev	04.05.2020	SUUND 2	Rapla - Tallinn 27.3-36.9 km		
Analüüsitav periood	30.tt 2019 (7-8)	AKÖL	9117 a/ööp		
Lähteandmed					
	Peenra laius	1.30 m	Liiklussagedus <i>NMS</i> tippunnis välimisel rajal	661	a/h
	Sõiduraja laius	3.50 m	Mootorsõidukitele suurim lubatud kiirus	90	km/h
			Raskeliikluse osakaal (P_R)	3.61	%
			Tippunnitegur (TTT)	1.0	
Lõigu pikkus	9.5 km			Teekatendi seisundi hinne	5
Liiklussageduse taandamine					
Maantee vaadeldava suuna välise sõiduraja arvutuslik liiklussagedus				661	a/h
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on võrdne või laiem kui 1,2 m				6.1	m
Efektiivne laius, kui kindlustatud peenar on kitsam kui 1,2 m				4.5	m
Kiirusetegur $S_i = 1,1199 \ln(S_{LUB} - 34) + 0,21605$				4.8	
Teenindustase indikaator				3.49	
Teenindustase				C	