



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

SUUREMÕÕDULISTE SÕIDUKITE PROBLEMAATIKA TARISTU KAVANDAMISEL

LARGE VEHICLE PROBLEMS IN INFRASTRUCTURE PLANNING

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Kaur Kalmus

Üliõpilaskood: 211776EAXM

Juhendaja: Inna Romandi

Kaasjuhendaj: Riho Eichfuss

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.

"....." 20.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"....." 20.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Kaur Kalmus

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

SUUREMÕÕDULISTE SÕIDUKITE PROBLEMAATIKA TARISTU KAVANDAMISEL

mille juhendaja on Inna Romandi ja kaasjuhendaja Riho Eichfuss,

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.

_____ (kuupäev)

¹ Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Kaur Kalmus, 211776EAXM

Õppekava, peeriala: EAXM 15/18 Hooned ja rajatised

Juhendaja(d): lektor, Inna Romandi; projekteerija, Riho Eichfuss

Lõputöö teema:

Suuremõõduliste sõidukite problemaatika taristu kavandamisel

Large vehicle problems in infrastructure planning

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Uurida normides, standardites ja juhendites toodud suuremõõduliste sõidukitega arvestamist käsitlevaid nõudeid projekteerimisel ja ehitamisel.
2. Koguda andmeid Eesti teedel liikuvate suuremõõduliste sõidukite parameetrite kohta.
3. Kaardistada ja analüüsida suuremõõduliste sõidukitega seotud probleeme.
4. Koostada modelleerimistarkvaras Eesti teedel liikuvate tüüpsõidukite mudelid ja tüüpjoonised. Anda soovitused ehitusprojektide koostamiseks arvestades suuremõõduliste sõidukite vajadustega.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Tänase olukorra kaardistamine. Normides, standardites ja juhendites toodud nõuetega tutvumine.	15.02.2024
2.	Probleemide kaardistamine. Küsimustiku koostamine, ettevõtete intervjuerimine ning küsitluste tulemuste analüüs.	28.02.2024
3.	Projektide analüüs	31.03.2024
4.	Tüüpsõidukite mudelite koostamine modelleerimistarkvaras. Tüüplahenduste koostamine ja soovituste andmine. Lõputöö eelülevaatus, 75% lõputööst valmis.	25.04.2024
5.	Kaitsmistaotluse esitamine.	06.05.2024
6.	Lõputöö vormistamine ja esitamine.	20.05.2024

Töö keel: Eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "20" mai 2024a

Üliõpilane: Kaur Kalmus "20 " mai 2024a
/allkiri/

Juhendaja: Inna Romandi "20 " mai 2024a
/allkiri/

Kaasjuhendaja: Riho Eichfuss "20 " mai 2024a
/allkiri/

Programmijuht: Simo Ilomets "20 " mai 2024a
/allkiri/

SISUKORD

EESSÕNA	8
SISSEJUHATUS	9
1. NORMIDE, STANDARDITE JA JUHISTE ÜLEVAADE	11
1.1. Tee projekteerimise normid	11
1.1.1. Ülevaade.....	11
1.1.2. Maantee põhiparameetrid.....	14
1.1.3. Mahasõidud	15
1.1.4. Sõiduki gabariidid.....	16
1.2. Linnatänavate standard EVS 843:2016	17
1.2.1. Ülevaade.....	17
1.2.2. Lumetõrje	19
1.3. Soome normid	19
1.3.1. Sõidukite liigitamine	19
1.3.2. Hooldus	21
1.4. Rootsi normid	21
1.4.1. Liiklusohutus	21
1.5. Norra normid.....	22
1.5.1. Arvutuslikud sõidukid.....	24
2. SUURTE SÕIDUKITEGA SEOTUD PROBLEEMID.....	29
2.1. Teehoole.....	29
2.1.1. Probleemide kaardistus.....	30
2.1.2. Sahkade andmed	33
2.1.3. Ettepanekud	35
2.2. Eriveosed.....	36
2.2.1. Veose saatmine	38
2.2.2. Probleemide kaardistus.....	38
2.2.3. Ettepanekud	41
2.3. Põllumajandustehnika.....	42
2.3.1. Probleemide kaardistus.....	42
2.3.2. Ettepanekud	44
3. PROJEKTIDE ANALÜÜS	46
3.1. Põhimaantee nr 4 (E67) Tallinn-Pärnu-Ikla km 133,4-143 Pärnu-Uulu lõik	46
3.1.1. Tähelepanekud	46

3.2. Riigitee 2 (E263) Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 87,5-108,1 Mäo-Imavere lõigu I klassi maantee eelprojekt.....	49
3.2.1. Tähelepanekud	50
3.3. Põhimaantee nr 1 (E20) Tallinn-Narva km 162,5 – 172,5 Jõhvi – Toila teelõik ...	52
3.3.1. Tähelepanekud	52
4. VEHICLE TRACKING TARKVARA KASUTAMINE	56
4.1. Tüüpsed sõidukid ja tüüplahendused	56
4.1.1. Volvo FH460 maanteesahk	57
4.1.2. New Holland CX.9	57
4.1.3. Eriveos Scania R560 + Nooteboom MCO-73-04V.....	58
4.1.4. Müratõkkeseina tüüpristlõige	60
4.1.5. Ringristmiku tüüpristlõige.....	60
4.2. Probleemsete kohtade näited.....	61
4.2.1. Ristmikud.....	61
4.2.2. Mahasõidud	65
KOKKUVÕTE	67
SUMMARY.....	69
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	71
Lisa 1 Ringristmiku parameetrid	73
Lisa 2 Küsimustikud	74

EESSÕNA

Magistritöö teema valikuks pöördus lõputöö autor lektor Ain Kendra poole, kes pakkus lõputöö üheks võimalikuks teemaks välja suurte sõidukite probleemid teeholduses. Autori, Ain Kendra ning juhendajate Inna Romandi ning Riho Eichfussi omavahelisel arutlusel otsustati teemat laiendada ning käsitleda suurte sõidukite probleeme üldisemalt sh võimalike probleemidega arvestamist taristu planeerimisel.

Lõputöö algandmete kogumiseks viidi läbi küsitlused Transpordiameti korrashoiu üksuste juhatajate, erinevate teeholdeteenuse pakkujate, eriveostega tegelevate ettevõtete ning põllumajandusega tegelevate ettevõtjate seas.

Lõputöös tuuakse välja Eesti, Soome, Rootsi ja Norra tee projekteerimise normid ning seal kajastatav, mis puudutab tee ristlõigete valikut, erineva teetaristu paiknemist, teehooldega arvestamist ning sõidukite liigitamist. Samuti on kirjeldatud küsitluste käigus kogutud probleemide olemasolu ning toodud välja ettepanekuid nende ennetamiseks. Lõputöö käigus on koostatud kolme suurema tee ehitus projekti analüüs kontrollimaks, kuidas on arvestatud kogutud probleemide olemasoluga konkreetsete projektide elluviimisel. Viimases peatükis on lõputöö autor koostanud kolme sõiduki tüüpmodeli Autodesk Vehicle Tracking tarkvaras kontrollimaks plaanilisi lahendusi ning koostanud müratõkkeseina paigaldamiseks ja ringristmiku planeerimiseks tüüpristlõike joonised.

Töö autor soovib tänada lõputöö juhendajaid, kes aitasid järjepidevate arutelude ning suunamisega kaasa töö valmimisele.

Võtmesõnad: projekteerimise normid, suured sõidukid, teeholdus, tüüplahendused, magistritöö.

SISSEJUHATUS

1. aprill 2024 aasta seisuga on Eestis registreeritud 1 miljon sõidukit, millest M1 kategooria sõiduautosid on 596 756. N kategooria veoautosi ning T kategooria ratastraktoreid koos R kategooria haagistega on Eestis registreeritud 155 838. [1] Sõidukite liigist ja kasutusotstarbest tulenevalt liiguvad need eri kohtades ja täidavad erinevaid eesmärke. Sõiduautode osakaal on inimeste liikumisvajaduste ning harjumuste kui ka nende kättesaadavuse tõttu suurim. Suurte sõidukite liikumise ulatus võib jääda valdavalt linnas liikuvale inimesele tajumata, kuna suure osa linnasõidukitest moodustavad just sõiduautod ning ühistransport, talvel lisanduvad tänavapilti hooldussõidukid. Maanteedel on suurema osakaaluga esindatud veoautod ning ülegabariidilised veosed, põllumajandustehnika ja hooldesõidukid, mis omakorda nõuavad nende sõidukitega arvestavat teistsugust taristut kui linnapildis on harjutud nägema.

Euroopa Liidu liikmesriikides kasutusele võetud seadused ja regulatsioonid soodustavad suurte sõidukite osakaalu kasvamist. Keskkonnasaaste vähendamise meetmete täitmisel tekib vajadus kaubaveol liigutada sama või suuremat kogust kaupa vähema arvu masinatega, mis eeldab sõidukite gabariitide suurendamist. Samuti on erinevate infrastruktuuri objektide suuruse kasvuga tekkinud vajadus liigutada suuremaid detaile, nagu näiteks tuulikuparkide rajamisel tuulikute eri komponente, mille pikkused ulatuvad üle 100 m. Eesti liitumisega Euroopa Liiduga kaasneb ka teatud normide täitmise vajadus, milleks on ka Eesti teedevõrgu vastavusse viimine kehtivate regulatsioonidega. Teedevõrgu taseme säilitamise üheks tähtsaks osaks on selle õige ning kuluefektiivne hooldamine. Väljatöötatud tehnikaga on võimalik pea kõike mehhaniseeritult hooldada, kuid iga ühiku tehnika lisandumisel kasvab hooldekulude osakaal. Riigipoolne taristu arendamine ning seisundi hoidmine on aga rahaliste vahendite kärpimise tõttu viimastel aastatel tekitanud olukorra, kus iga võimalik kuluefektiivne toimetamine on vajalik tulevikus parema teede võrgu olemasoluks. Taristu planeerimisel avastatud vea kõrvaldamine on odavam kui valmishitatu ümbertegemine.

Antud lõputöö keskendub suurte sõidukitega kaasnevatele probleemidele ning sellele, kuidas on võimalik neid arvesse võttes taristut efektiivsemalt planeerida. Lõputöö esimene osa käsitleb kehtivaid maanteede projekteerimise norme nii Eesti, Soome, Rootsi kui ka Norra näitel, toob välja eri riikide normides kehtestatud nõuded ning eri liiki sõidukitega arvestamist.

Lõputöö teises osas tuuakse välja teehoolde, eriveoste ja põllumajandusmasinatega liikumisel ning tööülesannete täitmisel kaasnevad probleemid. Probleemide kaardistamiseks on läbiviidud valdkonnaga tegelevate inimeste küsitlused, mille põhjal on väljaselgitatud peamised kitsaskohad tänases taristus. Samuti on toodud välja ettepanekud, kuidas neid probleeme saaks vältida.

Lõputöö üheks osaks on kolme teedehitus projekti analüüs. Analüüsi käigus on eelkõige väljatoodud kaardistatud probleemidega arvestamine konkreetsetes projektlahendustes.

Lõputöö viimases peatükis on lõputöö autor kasutanud Autodesk Vehicle Tracking tarkvara tüüpsõidukite mudelite loomiseks, millega on võimalik projekteerimise faasis kontrollida projektlahendi toimivust. Antud mudelitega on välja toodud peamised kitsaskohad tänases taristus. Samuti on lõputöö autor loonud ringristmiku ning maanteeäärse müratõkkeseina paigaldamise tüüpristlõike arvestades teehooldejate ning eriveoste liikumise vajadusi.

1. NORMIDE, STANDARDITE JA JUHISTE ÜLEVAADE

Antud peatükis antakse ülevaade Eesti, Soome, Rootsi ning Norra teede projekteerimise normides kehtivatest nõuetest. Nõuete kirjeldamisel on lähtutud lõputööga seonduvatest teemadest nagu: kuidas on arvestatud erinevate ristlõigete valiku puhul ristlõikeelementide suurustega; millised täiendavad elemendid käivad ristlõigete juurde; teekorrashoiuga kaasnevad tingimused ning erinevate sõidukite gabariidi vajaduste arvestamise põhimõtted.

1.1. Tee projekteerimise normid

1.1.1. Ülevaade

25. novembril aastal 2023 jõustus kliimaministri poolt allkirjastatud määrus, mis kehtestas uued tee projekteerimise normid. Määruses esitatud nõuded on mõeldud asulavälistel teedel kohaldamiseks, et tagada liiklejatele eelkõige ohutu, mugav ja keskkonnasäästlik liiklemine. Miinimumnõudeid on teeomaniku loal lubatud mitte täita kui soovitakse katsetada alternatiivseid projektlahendusi. Sellisel juhul tuleb kõik kõrvalekaldumised põhjendada ning tagada kõigile ohutud liiklemistingimused. Uute teede kavandamisel tuleb määruses sätestatud nõudeid täita täies mahus. Tavapäraselt kehtestab Transpordiamet enda projektide elluviimiseks kõrgemad nõuded kui määruses toodud. [2]

Teeprojektiga tuleb tagada vajalikud lahendused liiklusvoogude läbilaskmiseks, seejuures peavad lahendusega olema loodud ohutud liiklemistingimused kõigile liiklejatele. Projekteerimise lõpptulemi kohaselt on vajalik, et valitud projektkiirus, tee geomeetrised näitajad ja liikluskorraldus oleksid omavahel kooskõlas, mis tagab liiklejatele arusaadava liikumisteedekonna, millel liigeldes on projektkiiruse järgimine soodustatud. Liikluskorralduse kavandamisel tuleb arvestada, et lahendusega oleks liiklejatele tagatud ka piisav aeg olukorra hindamiseks ja reageerimiseks. [2]

Projekteeritud lahendus peab arvestama tee või selle juurde kuuluvate osade edaspidise korrashoiuga, mis võimaldab tee hooldajal tee mehhaniseeritud ja ökonoomset korrashoidu. [2]

Riigiteede korrashoiu reguleerimiseks koostas Transpordiamet (endise nimega Maanteeamet) 2015. aastal majandus ja -taristuministri määruse nr 82 „Tee ehitusprojektile esitatavad nõuded“ alusel juhendi „Kasutus- ja hooldusjuhendi koostamise põhimõtted“. Juhendi üheks peamiseks eesmärgiks on anda täiendavat

informatsiooni nii tellijale, projekteerijale kui ka ehitajale tagamaks targemad ning läbimõeldumad projektlahendused, mis aitavad kaasa ehitusobjekti hooldetingimuste paranemisele ning vähendaks otseseid hooldustöödele vajaminevaid kulutusi. [3]

Talihooldusel peab riigimaanteedel olema võimalik teostada libedusetõrjet kloriididega. Selleks, et minimeerida teele sattuvat lumekogust, tuleb kasutada ennetusmeetmeid, seda eriti tuisuhtlikes kohtades. Teehoolet peab olema võimalik teostada nii metall kuluvteraga kui ka kummiteraga. Kummitera kasutatakse enamasti lõrtsi ja sula ilma korral. Metallist kuluvtera kasutamise soovituslik temperatuur on -5°C ja alla selle. Metallist tera kasutamisel tuleb veenduda kattemärgistuse, teekattesse paigaldatud helkurite ning muu kattepinna kõrgemal asetsevate osade püsima jäämises. Eraldusribaga tee laius peab võimaldama kiirsahaga lume tõrjumist ilma selle sattumiseta vastassuuna sõidurajale. Eraldusribale on ohutu lume paigaldamine, kui selle laius on vähemalt 5 m. Lume paigaldamine teepeenardele, mulde nõlvadele on lubatud, kui see ei takista piirete tööulatust ega vete äravoolu. [3]

Üldiselt on lume ära vedu maanteedel mõistes erandlik ning hooldaja seisukohalt ka ebavajalik, kui ei esine ekstreemseid talve tingimusi, kus talvised miinuskraadidega olud kestavad pikka aega. Kohad, kus tuleb nõuda lume teisaldamist on: tunnelid, viaduktid ja muud kitsad kohad, kus lumi takistab liiklemist. Seejuures tuleb määratleda kohad, kuhu lund saab teisaldada. [3] Sildade ja viaduktide lumetõrje tegemisel tuleb arvestada nende alt läbimineva liiklusega. Kui silla või viadukti hoolduse käigus alla paisatav lumi ohustab alt läbivat liiklust, paigaldatakse rajatiste servadele lumevõrgud (vt Joonis 1.1) või võetakse kasutusele muud ohuennetus meetmed [2]. Tee ääres paiknevad müratõkkeseinad peavad olema projekteeritud nii, et nende olemasolul on võimalik lumetõrjet teostada kiirsahkadega, kus lumi paigutatakse tee ja müratõkkeseina vahelisele alale. Kuni 60 km/h sahkamiskiiruse juures minimaalne ohutu kaugus tee ja müratõkkeseina vahel on vähemalt 4-5 m. [3]



Joonis 1.1 Kontaktliini kaitsekraan Kirdalu-Kiisa Rail Baltica viadukt

Piirete projekteerimisel tuisuhtlikes kohtades tuleb eelistada trosspiiret või mõnda muud tuisule sobivat piiret. Tuisuhtlike piirete kasutamisel tuleb ette näha täiendavad hooldus- ja lumetõrje meetodid. Põrkepiirde kasutamisel tuleb arvestada piirdele mõjuva vertikaalkoormusega, mis tekib vajadusest ladustada lund piirde peale. Piirete korral, mille pikkus on üle 2 km, tuleb projekteerida asfalteeritud piirdekatkkestuskohad võimaldamaks hooldemasinatel tagasipööret sooritada, kui seda ei võimalda eritasandiline ristmik. Liiklusohutuse seisukohalt pole antud lahendus 2+2 maantee korral turvaline ning hooldajad pigem piirdekatkkestuskohti ei kasuta. 2+1 sõidurajaga maanteedel puhul on tagasipööre võimaldatud eraldi tagasipõördepaunadega, mille kasutamise korral saab sõidukijuht veenduda tagasipõörde ohutuses ning vajadusel sobivat hetke oodata ülejäänud liiklust segamata. [3]

Ristmike projekteerimisel tuleb arvestada auto rataste sattumisega kätte serva. Võimaliku kätte lagunemise ennetamiseks tuleb ristmikel, mille servas puudub äärekivi, ette näha peenrakindlustus klomp- või maakividega, mis paigutatakse äärekivide vahele takistamiseks kivide horisontaalsuunalist liikumist. Ringristmike kesksaare diameeter on vähemalt 25 m ning üleeuroopalise teedevõrgu teel, Euroopa teedevõrgu maanteel ja muudel teedel, kus raskeliikluse osakaal on 1 000 a/ööp või rohkem, peab ringristmiku diameeter olema vähemalt 40 m [2]. Teede kasutus- ja hooldusjuhend näeb ette, et ringristmike erinevate tasapindade kõrguste erinevused ei tohi olla suuremad kui 1 cm. Soovitatavalt peab ringristmiku väline raadius olema 15 – 17 m, mis tagab piisava pöörderaadiuse ka suurematele sõidukitele. Ringristmik peaks olema projekteeritud

tasapinnale, millele eelneb ka pealesõit 20 m ulatuses võimalikult väikse kaldega, soovitatavalt kuni 2 %. Ristmikel kasutatavad äärekivid, uputatud kivid ja kiviparkett peab olema püsiv ka hooldemasinate ja raskeliikluse all. [3]

1.1.2. Maantee põhiparameetrid

Maanteede projekteerimisel ja sõidutee ristlõike valimisel tuleb arvestada tee funktsiooni, prognoositava liiklussageduse, sõidukite liikluskoosseisu ja antud teelõigule kavandatava projektkiirusega. Tee projekteerimise normides on igale tee liigile toodud vähim ja suurim projektkiirus. Projekteerimise aluseks oleva projektkiiruse annab reeglina ette tellija. Sõidutee ristlõike parameetrid valitakse projekteerimisel kooskõlas projektkiirusega.

Tabel 1.1 Tee liik ja sellele vastavad projektkiirused [4]

	Kavandatav projektkiirus km/h	
	Vähim	Suurim
2+2 põhimaantee	110	120
2+1 põhimaantee	100	110
1+1 põhimaantee	90	100
1+1 tugimaantee	70	90
Kõrvalmaantee	60	90
Muud teed	50	90

Tabel 1.2 Keskeraldusribaga 2+2 sõidutee ristlõikeelementide vähim laius meetrites [4]

Projektkiirus km/h	S1	S2	KE	SO	K	T	VO
110 ja 120	3,50	3,50	0,80	1,00	2,50	0,50	K+T
90 ja 100 ¹	3,50	3,25	0,80	1,00	1,00	0,50	K+T

S1, S2 – sõidurada
 KE - keskeraldusriba
 SO – sisemine ohutusriba
 K – kindlustatud peenar
 T – tugipeenar ehk kindlustamata peenar
 VO – väline ohutusriba
 100¹ – rakendatakse linnalähivööndis

Tabel 1.3 Keskeraldusribaga 2+1 sõidutee ristlõike elementide vähim laius meetrites [4]

Projektkiirus km/h	S1	S2	S3	KE	SO1	SO2	K	T	VO
100 ja 110	3,50	3,25	3,75	0,30	0,45	0,75	1,00	0,50	K+T

Tabel 1.4 1+1 põhimaantee ristlõikeelementide vähim laius meetrites [4]

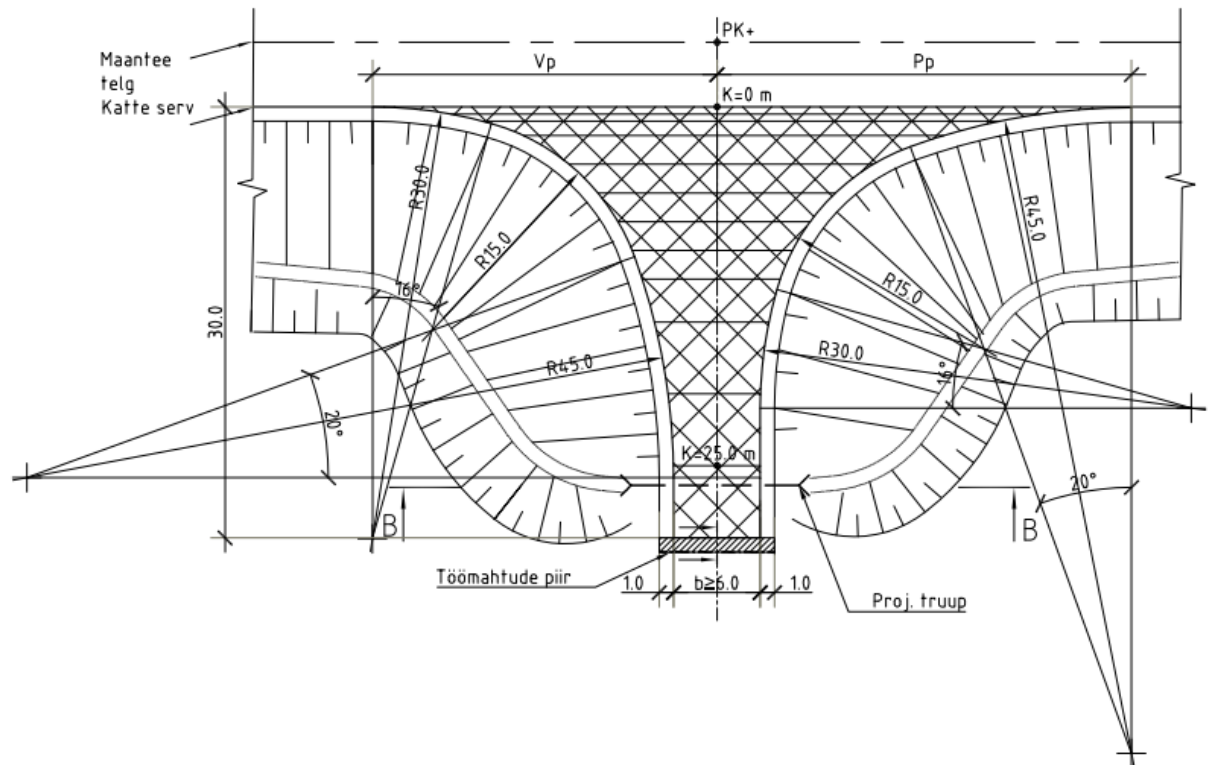
Projektkiirus km/h	S	KE	SO	K	T	VO
100 ¹	3,75	0,30	0,75	1,00	0,50	K+T
90 ¹	3,50	0,30	0,35			
80 ja 90	3,50	-	-			
70	3,25	-	-	0,50		K+T
≤ 60	3,00	-	-			

100¹ – Rakendatakse keskiirde ja keskeraldusribaga tee ristlõike puhul

90¹ – Rakendatakse keskiirde ja keskeraldusribaga tee ristlõike puhul

1.1.3. Mahasõidud

Mahasõitude projekteerimiseks on Transpordiametil kasutusel kolm tüüpristlõiget, mis on projekteeritud aastal 2011. Mahasõidud tüüp I, II ja III on mõeldud maanteedelt mahasõitude projekteerimiseks erinevatele sõidukitele. Tüüp I on mõeldud sõiduautodele ning on ühtlase raadiusega 5 m. Mahasõidu laius kokkuviiemisel kõrvalteega $\geq 3,5$ m, maanteega ristumine minimaalselt 13,5 m. Tüüp II mahasõit on ühtlase raadiusega 15 m ning mõeldud suurtematele sõidukitele või kasutamiseks mitmele sõidukile samaaegselt. Mahasõidu laius kokkuviiemisel kõrvalteega $\geq 4,5$ m. Ristumine maanteega 34,5 m. Tüüp III mahasõit on muutuva raadiusega mahasõit mõeldud suurtematele sõidukitele (vt Joonis 1.2). Antud lõputöö käigus kontrollitakse antud tüüplahenduste toimivust eelkõige põllumajandustehnika kasutusvajadustest lähtuvalt.

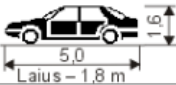
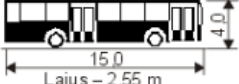
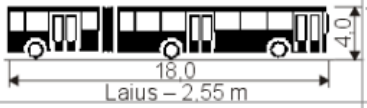
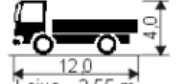
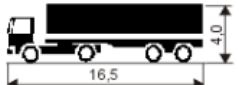
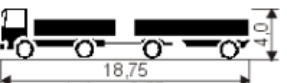


Joonis 1.2 Mahasõidu tüüp III

1.1.4. Sõiduki gabariidid

Eelnevalt kehtinud Tee projekteerimise normide määruse nr 106 kohaselt oli kirjeldatud liiklejate, teede ja rajatiste piirmõõtmed. Välja oli toodud maanteedel liikuvate autode gabariidid selliselt, et projekteerimise käigus saaks kontrollida arvutuslikult autode vaba ja liikluseadusele vastav liikumine. Tee projekteerimise normide kohaselt tuli kontrollida arvutuslike autode manöövreid kujutatavate šabloonidega ristmike ja erinevate teenindusalade (tanklad, parklad, terminalid) plaanilahendusi. Hetkel kehtiva määruse kohaselt selline nõue puudub. Uues määruses puuduvad ka tüüpsed sõidukid, millega projekteerijad peaksid arvestama ja lahendusi kontrollima. Ristlõike elementide vähimate nõuetega arvestamisel ei suudeta alati tagada vajalik ruum ristmikel, liiklussõlmedes eelkõige just hoolde- ja põllumajandustehnikale ning eriveoste.

Kõrgusgabariidid peavad olema tagatud põhimaanteedel 5,5 m, muul teel 4,6 m ja kergliiklusteel 2,5 m. [2]

Tüüp	Piirmõõtmed (m)	Piirmõõtmete abil määratakse (kontrollitakse):
SA Sõiduauto	 <p>5,0 Laius – 1,8 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> – tanklate planeering – parkimiskorraldus – õueala planeering
AB Buss	 <p>15,0 Laius – 2,55 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> – sõiduradade laius – sõiduradade laiendid kõverikel – bussiterminalide planeering – bussipeatused – viaduktide ja tunnelite kõrgusgabariidid – bussiparklad
LB Liigendbuss	 <p>18,0 Laius – 2,55 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> – bussipeatused – bussiterminalide planeering – bussiparklad
VA Veoauto	 <p>12,0 Laius – 2,55 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> – sõiduradade laiendid kõverikel
SR Sadulautorong	 <p>16,5 Laius – 2,55 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> – pöörderaadiused ja liiklussaarte paigutus ristmikel – mahalaadimiskohtade planeering – parklad – tanklate planeering – kaubaterminalide planeering
AR Autorong	 <p>18,75 Laius – 2,55 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> – pöörderaadiused ja liiklussaarte paigutus ristmikel – peale- ja mahalaadimiskohtade planeering – parklad – tanklate planeering – kaubaterminalide planeering

Joonis 1.3 Tüüpsed sõidukid (kehtetu) [5]

1.2. Linnatänavate standard EVS 843:2016

1.2.1. Ülevaade

Linnatänavaid projekteeritakse Eestis standardi EVS 843:2016 järgi. Antud standardit kohaldatakse kõikidele avalikult kasutatavatele teede ja tänavate projekteerimiseks tiheasustusalades. Standardit ei rakendata riigiteedel. [6]

Linnatänavate planeerimisel ja arendamisel lähtutakse põhimõtetest, mis aitaksid kaasa liikluse teenindustaseme tõusule, ohutuse parandamisele, soodsama liikluskeskkonna loomisele ning liikluse toimivuse tagamise ka kriisiolukordades. [6]

Linnatänavaid jaotatakse kahte suuremasse gruppi, mis omakorda jagunevad väiksemateks tasemeteks vastavalt tänava sihtotstarbele (vt Tabel 1.5).

Tabel 1.5 Tänavate liigid [6]

Magistraalid	Kiirtee	Liiklus
	Põhimagistraal	Liiklus
	Jaotusmagistraal	Liiklus ja ligipääs
Juurdepääsud	Kohalik jaotustänav	Ligipääs
	Veotänav	Ligipääs
	Kõrvaltänav	Ligipääs
	Kvartalisisene tänav	Sihtkoht
	Jalgtänav	Sotsiaalne suhtlus ja ligipääs

Linnatänavate projekteerimisel on lähtetaseme seadmisel otsene seos valmiva tänava liiklusohutusele. Projekteerimise käigus tuleb koostada liiklusohutuse hindamine, mille eesmärgiks on analüüsida tulevastest muudatustest tingitud riske. Kavandatud lahendus peab tagama liiklusohutuse taseme, mis on kooskõlas riikliku liiklusohutusprogrammiga. Linna tänavavõrkude kavandamisel lähtutakse põhimõttest, mis soodustab pikkade autosõitude suunamist suurema läbilaskvusega magistraalidele. Üheks liiklusohutuse taseme parandamise viisiks on ka elamumaa ja üldkasutatava maa planeerimisega selliselt, et seal liikumine oleks soodustatud jalgrattal või jalgsi. [6]

Tänavate ja parklate geomeetiline lahendus peab olema projekteeritud selliselt, mis võimaldab liiklejale piisava ajalise varu hindamiseks olukorda, mille järgi langetada vastav otsus edasise tegevuse sooritamiseks. Antud standardi puhul on keskmiseks sõidukijuhi reageerimise ajaks võetud kaks sekundit. [6]

Kinnistutele ning nendel paiknevatele rajatistele peab olema tagatud juurdepääs erisõidukitele nagu pääste, politsei ja kiirabi või liikumispuudega isikut vedav sõiduk. Kinnisesse siseõue sissesõiduks peab olema vaba ruum vähemalt 3,5 m lai ning 4,6 m kõrge, mis tagab vajadusel päästemasina ligipääsu. Piiratud ligipääsuga aladele tagatakse ligipääs lumetõrje-, puhastus-, ja prügiveoautodele. Samuti tuleb tagada ligipääs erinevate tehnovõrkude valdajate sõidukitele ja hooldemasinatele. [6]

1.2.2. Lumetõrje

Tänavate projekteerimisel tuleb ette näha lumetõrje viis, kuidas tagatakse tänava puhtana hoidmine. Sellest tulenevalt tuleb valida ka tänava ristlõike elemendid ja nende laiused. Lumekoristusel on ettenähtud lume vallitamine kas eraldusribale või tänava maa-alale võimaldades selle hilisema äraveo või sulamise. Lumevallitamise korral lähtutakse selle ala määramiseks järgnevast tabelist (Tabel 1.6):

Tabel 1.6 Lumevallitamise ala laius

Lumekihi suurim paksus märtsikuul	Lumetõrje ala laius meetrites			
	5	10	15	20
Lumevallitamise ala laius meetrites				
Kuni 40cm	1,4	2,1	2,5	2,9
41 kuni 50cm	1,6	2,3	2,8	3,2

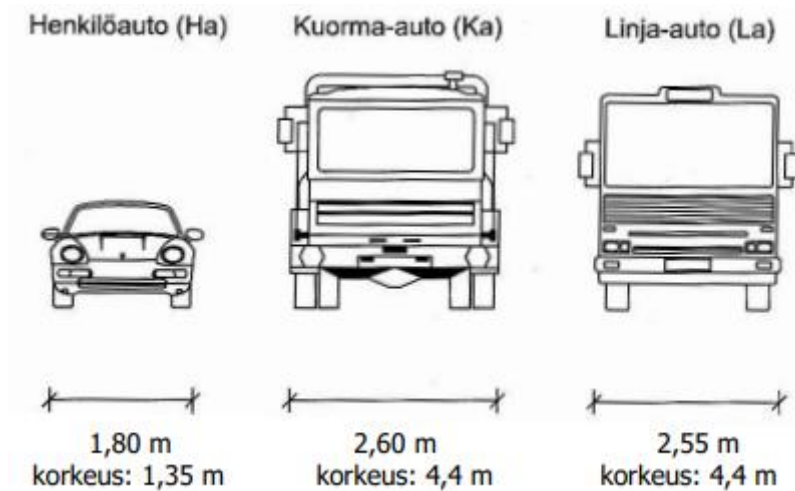
1.3. Soome normid

Soomes kehtiva „Tien poikkileikkauksen suunnittelu“ ehk tee ristlõike projekteerimine on aastal 2021 välja antud juhise teede projekteerimiseks Soome transpordiameti poolt. Teede ristlõike valimine määratakse tee klassi, liiklussageduse ja selle koosseisu ning määratud projektkiiruse alusel. Ristlõigete valikusse kuuluvad 1+1, 2+1 ning 2+2 sõidurajaga variandid.

1+1 sõidutee ristlõike sõiduradade laius keskpäärdega teede puhul on 3,5 m sõiduraja kohta, kohaldatakse piirkiirust ≤ 100 km/h. 2+1 sõidutee ristlõike korral on sõiduradade laiuseks 3,25 kuni 3,75 m ning projektkiirus ≤ 100 km/h. 2+2 ristlõikega teedel projektkiiruse ≤ 120 km/h korral on sõiduradade laius 3,7 kuni 5 m. [7]

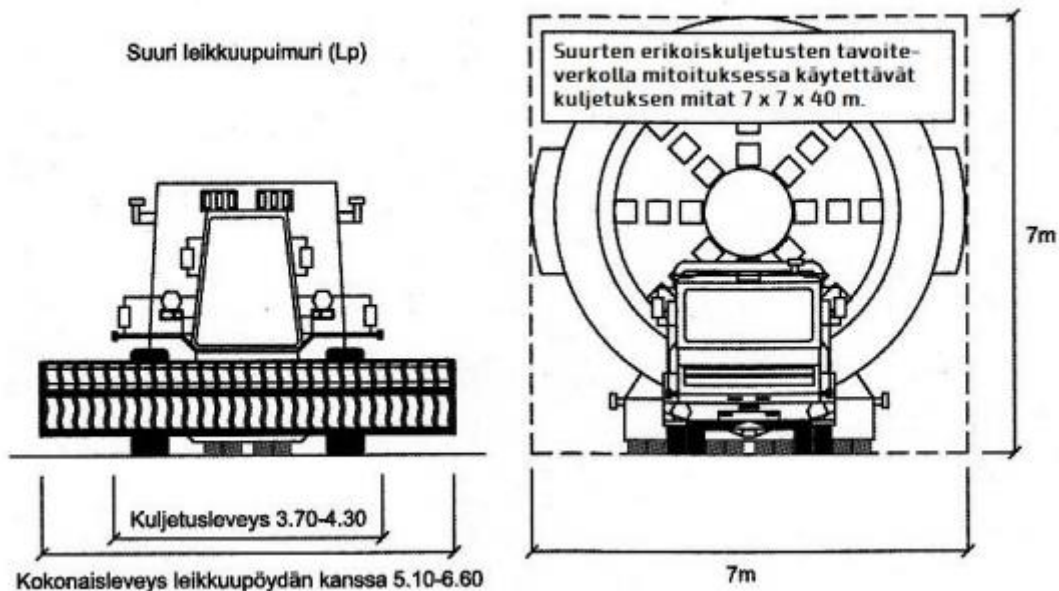
1.3.1. Sõidukite liigitamine

Soome normi kohaselt on sõidukid liigitatud eri rühmadesse just projekteerimise eesmärgil. Iga mõõtmetega sõiduk esindab oma rühma suurimat lubatud ja kõige ruuminõudlikumat sõidukit. Põhisõidukid, mida eristatakse, on sõiduauto, buss ja veoauto (vt Joonis 1.4).



Joonis 1.4 Sõidukite mõõtmed Soome projekteerimisnormis [7]

Erinevalt Eestis kehtivast Teede projekteerimise normidest on Soome normis koheselt arvestatud ka suuremate sõidukitega, mis võivad teedel liikuda. Arvesse on võetud põllumajandustehnika liikumist avalikel teedel, ning arvestatud on ka eriveostega. Eriveoste mõõtmed, millega arvestatakse eriveoste trassi planeerimisel, on 7 m kõrgused ning 40 m pikkused veosed. Nõuete kohaselt tohib üle 4 m laiused veosed liikuda juhul, kui see ei piira teiste liikumist ning ei kujuta endast ohtu ega tekita kahju.



Joonis 1.5 Soome normi kohased suured sõidukid [7]

1.3.2. Hooldus

Teede projekteerimisel ning ristlõigete valimisel tuleb arvestada talihooldega kaasnevate iseärasustega. Lumetõrje teostamiseks tuleb arvestada lume lükkamiseks vajaliku ruumi olemasoluga, eelkõige tuleb kontrollida eraldusribasid, piirdeid ning müratõkkeseinu. Erinevalt Eestis kehtivast Teede projekteerimise normist eristatakse ka erinevaid lumeolusid ning nendele vastavalt valitakse lume paigutamise ruumi vajalikkus.

Ajutise lume paigutamise ruumi vajadus on määratud valemiga (Võrrand 1) :

$$0,15 \times A = \text{lume paigutamiseks vajaliku ala laius}$$

Võrrand 1 Lume paigutamise ala arvutus [7]

A – hooldatava ala laius

Lume paigutamise ruumi laius ei tohi olla väiksem kui 0,5 m.

1.4. Rootsi normid

Rootsis hetkel kehtiv teede ja tänavate projekteerimise norm „Vägars och gators utforming“ on välja antud Rootsi transpordiameti „Trafikverket“ poolt aastal 2022. Kui Eestis kehtiv määrus hõlmab ainult asulavälise liikluse ja projekteerimisega seonduvat, siis Rootsi norm hõlmab endast nii asulasisest kui ka asulavälisest, rajatisi, ühistransporti, rongiliiklust ning keskkonnaga seonduvat. [8]

Rootsi projekteerimise normis pole eraldi käsitletud tüüpeid sõidukeid. Projektlahenduste kavandamine läbi kehtestatud normide ja lähtetaseme valiku peavad tagama projektlahenduse toimivuse.

1.4.1. Liiklusohutus

Rootsis pannakse suurt rõhku liiklusõnnetuste ennetamisesse. Kogu taristu planeerimisel tuleb arvestada nullvisiooniga. Asulavälistel teedel kehtib enamasti suurim lubatud liikumiskiirus 80 km/h, erijuhtudel 90 või 100 km/h. Üldiselt kehtib nõue projekteerida teed kiirteede või samatasandiliste maanteedena, kui lubatud suurim kiirus ületab 80 km/h. [8]

Eristatakse järgmisi projektkiirusi: 110/120; 110/100; 80 ja 60.

1+1 ristlõikega teedel kehtib kiirus 80 km/h ning sõiduradade laius 3,5 m. Vastutulev liiklus on eraldatud teekatemärgistusega ning katte sisse freesitud soontega. Kaherealine tee peab olema varustatud ulukitaraga, mis ennetab loomade sattumist teedele. Kui tee ja sellega külgneva maa-ala vaheline kõrguste erinevus ületab 3 m, tuleb kasutada tee servades pörkepiiret. Liikumiskiirust 110/100 km/h kohaldatakse 2+1 ristlõikega teedele, kus vastutulev liiklus peab olema eraldatud piirdega. Möödasõiduala pikkuseks peab olema vähemalt 900 m. Kiirteedele kohaldatav kiirus 110/120 km/h näeb ette teel, sildadel ning tunnelis sõiduradade laiust 3,5 m ning vastutulev liiklus peab olema eraldatud eraldusriba ja piiretega. Eraldusriba laius 2,5 m, mis peab tagama piirde töölaiust ilma selle läbipaindeta vastassuuna sõidurajale. Kiirteedel 2+2 sõiduraja kui ka 2+1 sõiduradadega teedel peab olema paigaldatud ulukitara. [8]

1.5. Norra normid

Norra teede projekteerimise standard N100 on välja töötatud vastavalt Norra transpordiministeeriumi regulatsioonidele. Viimane versioon on välja antud 2023 a. Standard on jagatud viieks peatükiks: [9]

- I osa – annab ülevaate tee- ja tänavasüsteemide üldistest põhimõtetest;
- II osa – kirjeldab tänavate ehitamist ja rekonstrueerimist;
- III osa – kirjeldab uute maanteedehitamist;
- IV osa – kajastab erinevaid ristmike lahendusi, bussipeatusi, jalakäijatele ja jalgratturitele mõeldud lahendusi mis kehtivad nii teedel kui ka tänavatel;
- V osa – käsitleb teede ja tänavate projekteerimise aluseks olevaid mõõtmeid.

Norra teedevõrgustik jaguneb riigi põhimaanteedeks ning kõrvalmaanteedeks. Põhimaanteed ülesanne on riigi eri piirkondade ühendamise ning Norra ühendamise ülejäänud maailmaga. Kõrvalmaanteed ülesanne on enamasti katta linnaosade, piirkondade ühenduse ning transpordivajaduse. Põhimaanteed on jagatud kolme klassi ning kõrvalmaanteed kahte klassi. [9]

Tabel 1.7 Põhimaanteed jagunemine [9]

AKÕL	< 6000	6000 – 15000	> 12000 (> 8000)		
Piirkiirus (km/h)	80 (90)	90	90	100	110
Teeklass	H1	H2	H3	H3	H3

Tabel 1.8 Kõrvalmaanteed jagunemine [9]

AKÕL	< 4000	< 12000
Piirkiirus (km/h)	80	60
Teeklass	H1	H2

Normis on välja toodud ülevaatlilik tabel eri teeklasside ristlõigetele esitatavatest nõuetest, mis on projekteerijatele selgesti arusaadav. Võrreldes Eestis kehtivate Tee projekteerimise normidega, kus on erinevad parameetrid välja toodud võimalikult paljude erinevate tabelite kujul, teeb üks ülevaatlilik tabel informatsiooni haldamise palju lihtsamaks.

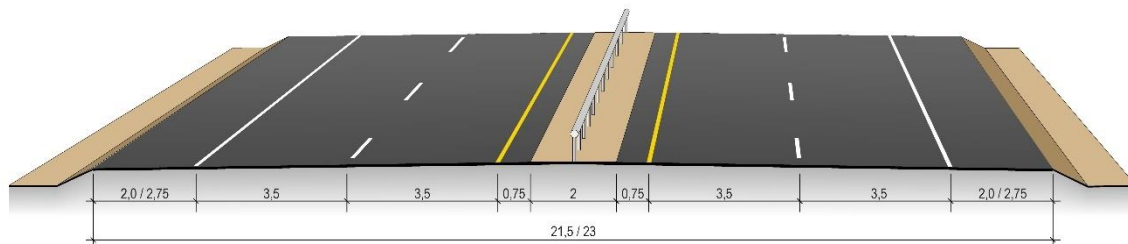
Tabel 1.9 Põhiparameetrite tabel vähendatud kujul [9]

	H1	H2	H3		
Projektkiirus (km/h)	80	90	90	100	110
Ristlõike laius (m)	9	12-12,5	20,5-21,5	21,5-23	23
Välimine peenar (m)	1	1,5	1,5 / 2	2 / 2,75	2,75
Sõiduraja laius (m)	3,25	3,5	3,5	3,5	3,5
Eraldusriba laius (m)	0,5 FM	0,5-1 MR	2 MR	2 MR	2 MR
Sisemine peenar (m)		0,75	0,75	0,75	0,75
Sõiduki mõõtmete määramine	MVT	MVT	MVT	MVT	MVT

FM – markeering koos sisse freesitud pinnaga

MR – pörkepiire

MVT - modulaarveok



Joonis 1.6 Ristprofiiljoonis 2+2 sõidurajaga [9]

1.5.1. Arvutuslikud sõidukid

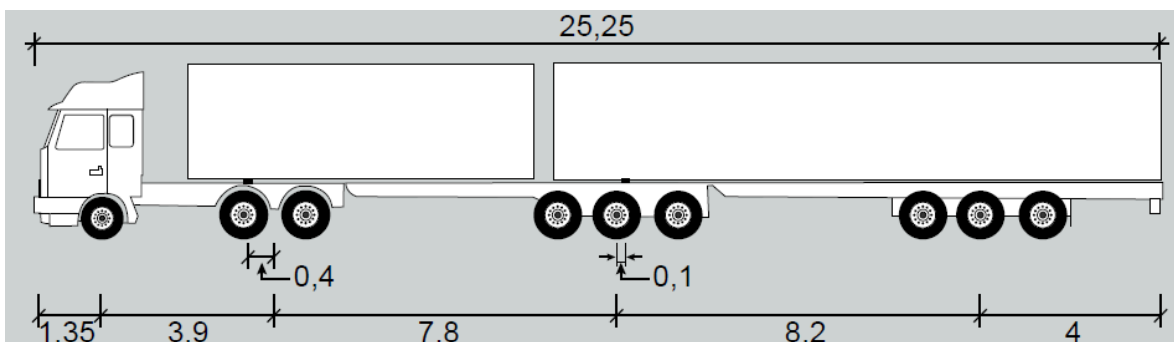
Norra standardi üheks tugevuseks võib välja tuua selle konkreetse. Valitud projektlaheendus peab täitma sellele esitatavaid nõudeid. Kui linnatänavatel on suurem osakaal valdavalt sõiduautodel ja ühistranspordil, siis põhimaanteedel võib ka kohata suuri veokeid ja autoronge. Planeerimise üheks tähtsaks osaks on õiges kohas õigete sõidukite parameetritega arvestamine, mis annab kindluse, et vajadusel jõuab näiteks päästeauto kohale, kuna projekteerimise käigus on arvestatud auto gabariidiga. Norra standardi kohaselt arvestatakse viie erineva sõiduki tüübiga. [9]

Tabel 1.10 Arvutuslikud sõidukid [9]

Sõiduki tüüp	Parameetrid (m)
Sõiduauto (P)	
Pikkus	4,8
Laius	1,9
Pöörderaadius	6,0
Kaubik (LL)	
Pikkus	8,0
Laius	2,55
Pöörderaadius	10,0
Veoauto – ka päästeauto koos redeliga (L)	
Pikkus	12,0
Laius	2,55
Pöörderaadius	12,0
Buss (B)	

Pikkus	15
Laius	2,55
Pöörderaadius	12,5
Autorong (VT)	
Pikkus	22,0
Laius	2,55
Pöörderaadius	12,5
Modulaarveok (MVT)	
Pikkus	25,25
Laius	2,6
Pöörderaadius	13,5

Modulaarveok on pikk autorong kogupikkusega 25,25 m. Sõiduki eelis on tema mahutatavus tava autorongiga võrreldes. Modulaarveokid on lubatud samuti Soomes ja Rootsis, kuid eraldi projekteerimistingimustes on arvestatud nendega vaid Norra standardis.



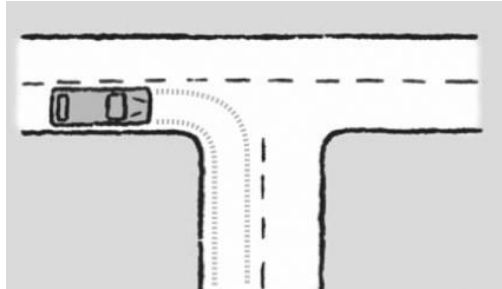
Joonis 1.7 Modulaarveok pikkusega 25,25m

Pöörderaadiuste määramisel on eristatud kolme tüüpi pööramist. Kirjeldatud on sõidurežiimid A, B ja C.

Sõidurežiimid A kohaselt eeldatakse sõidukite mõõtmete määramisel järgmist: [9]

- sõiduk peab saama kasutada teed või tänavat ainult oma sõiduraja ulatuses sooritades manöövri ilma oma sõidurajast välja kaldumiseta;
- sõiduk peab saama liikuda maksimaalse lubatud sõidukiirusega;

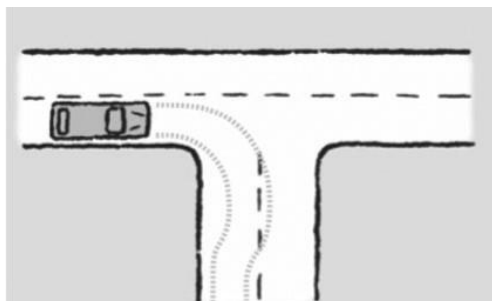
- sõiduk peab suutma ristmiku läbida kiirusega 15 km/h;
- ummikus peab suutma sõiduk liikuda 15 km/h;
- sõiduk ei tohi pöördepunktides tagurdada.



Joonis 1.8 Sõiduki liikumine režiimis A [9]

Sõidurežiimi B kohaselt eeldatakse sõidukite mõõtmete määramisel järgmist: [9]

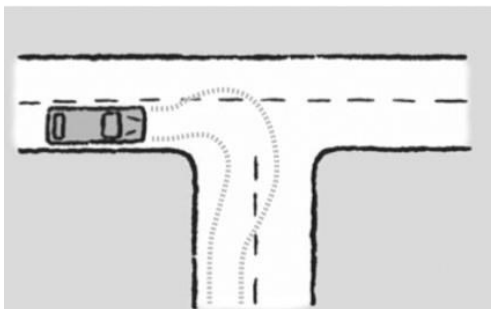
- ristmikul eeldatakse, et sõiduk suudab manöövri sooritada kaldudes selleks vastassuunavööndisse;
- teedel ja tänavatel liiguvad sõidukid teatud kohtades maksimaalsest lubatud kiirusest väiksema kiirusega;
- ristmikel eeldatakse, et sõidukiirus jääb alla 15 km/h;
- ummikus peab suutma sõiduk liikuda 15 km/h;
- mõnel juhul peab sõiduk manöövri lõpetamiseks tagurdama.



Joonis 1.9 Sõiduki liikumine režiimis B [9]

Sõidurežiimi C kohaselt eeldatakse sõidukite mõõtmete määramisel järgmist: [9]

- sõiduk kasutab maksimaalselt tee kogu laiust nii teel/tänaval, millelt sõiduk manöövrit alustab kui ka teel/tänaval, millele suundub;
- sõiduk läbib ristmiku kiirusega alla 15 km/h;
- mõnel juhul peab sõiduk manöövri lõpetamiseks tagurdama.



Joonis 1.10 Sõiduki liikumine režiimis C [9]

Sõiduki võime läbida ringristmikke ja kurve sõltuvad sõiduki pöörderaadiusest ning tee plaanikõverast. Plaanikõver on teetrassi sirgeid lõike ühendav kõver osa. See võib olla lahendatud kas ringkõverana või mõne teise sujuva kõverana. Selleks, et väiksema raadiusega teedel ning ristmikel oleks võimalik pöördeid sooritada, peab olema tee laius vastav plaanikõvera raadiusega. Norra standardi kohaselt plaanikõvera raadiusega ≤ 500 m ja sõiduraja laiusega 3,25 m on vaja vastavalt sõiduraja laiust laiendada järgnevalt:

Tabel 1.11 Sõiduraja laienduse vajadus vastavalt raadiusele [9]

Raadius (m)	20	30	40	50	70	100	125	150	200	250	300	400	500
VAT	4,50	2,86	2,14	1,71	1,24	0,89	0,73	0,62	0,48	0,39	0,35	0,28	0,25
VT	2,99	2,00	1,49	1,23	0,89	0,65	0,53	0,45	0,36	0,29	0,26	0,21	0,19
B	2,56	1,75	1,35	1,10	0,76	0,59	0,48	0,42	0,35	0,28	0,24	0,20	0,16

L	1,75	1,20	0,92	0,76	0,57	0,42	0,36	0,31	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15
LL	0,92	0,65	0,51	0,42	0,33	0,25	0,22	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11
P	0,38	0,31	0,25	0,22	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09

2. SUURTE SÕIDUKITEGA SEOTUD PROBLEEMID

Antud lõputöös on uuritud kolme eri liiki sõidukeid ning nendega kaasnevaid probleeme. Probleemide kaardistamiseks on pöördutud vastava valdkonnaga tegelevate ettevõtete ja isikute poole, kelle käest on läbi küsimustiku ning arutelude saadud teada kitsaskohad, millele võiks pöörata tähelepanu juba projekteerimise käigus, ennetamaks probleemide teket. Antud lõputöös kajastatakse teehooldemasinaid ning tee hooldega seotud probleeme, eriveoste levinumaid kitsaskohti ning samuti ka põllumajandustehnikaga liikluses liiklemise probleeme.

2.1. Teehoole

Eesti riigiteed jagunevad kuueteistkümne hooldepiirkonna vahel, mida hooldavad kokku kaheksa erinevat ettevõtet. Hooldatavate teede summeeritud pikkus on 17 241 km. Suurim hoolde teostaja aastal 2023/24 on Verston OÜ. [10]

Talvisele teehoolele riigimaanteedel on kehtestatud kolm seisunditaset. Seisunditaseid liigitatakse: kõrgeim seisunditase; keskmine seisunditase ja madalaim seisunditase. [10]

Kõrgeim seisunditase on jagatud kaheks, need on seisunditase 3+ ja 3. Teed, millele antud seisunditase rakenduvad, on enamasti põhimaanteed nagu: Tallinn-Narva; Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa; Tallinn-Pärnu-Ikla ning ka suurema liiklussagedusega tugimaanteed. 3+ seisunditasemega teede pikkuseks on 1 718 km ja seisunditasemega 3 teid on 2 172 km. Kõrgeima seisunditasemega teedel on teepind või vähemalt sõidujäljed lume- ja jäävabad. Selleks, et vältida libeduse teket tehakse ennetuslibedustõrjet. Üldine lume- ja libedustõrje seisunditasemel 3+ on vaja teha hiljemalt 2 tunni jooksul pärast lumesaju lõppemist või kui on fikseeritud libeduse teke. Seisunditase 3 korral on ajaliseks määraks neli tundi. Kriitiliseks kohevaks lume paksuseks ei tohi olla rohkem kui 4 cm ning märja lume korral 2 cm. [10]

Keskmine seisunditase 2 on kohaldatav enamus tugimaanteedel ja ka suurema liiklusega kõrvalteedele, mille kogupikkus on 4 602 km. Teedel teostatakse libedusetõrjet, kuid teed ei pruugi olla lume- ja jäävabad. Pärast lumesaju lõppu või libeduse tekkimist peab hooldajal seisunditase 2 olema saavutatud 8 tunni jooksul. Kriitilise koheva lume paksus ei tohi ületada 8 cm ning märja lume korral 4 cm. [10]

Suuremal osal riigiteedest kohaldatakse seisunditaset 1, ehk madalaim seisunditase. Libedusetõrje teostamisel ei pruugi olla teed lume- ja jäävabad. Hiliseim hooldusaeg on

12 tundi pärast lumesaju lõppu või libeduse tekkimist. Kriitilise lume paksus ei tohi ületada 10 cm ning märja lume korral 5 cm. [10]

2.1.1. Probleemide kaardistus

Teehooldde ning nende masinatega seotud probleemide teadasaamiseks pöördui antud valdkonnaga tegelevate ettevõtete poole küsimustikuga, mille oli eelnevalt lõputöö autor koos juhendaja ja konsultandiga koostanud. Samuti andsid enda tagasiside teemale ka Transpordiameti põhja, lõuna, ida ja lääne osakonna korrashoiu ja liikluskorralduse üksuse juhatajad. Küsimuste koostamisel lähtuti nii enda kui liikleja tähelepanekutest ning ka erialasest kogemusest, mis lõputöö autor on ehitusjuhtimise käigus omandanud erinevate Transpordiameti objektide ehitamisel. Probleemide kaardistamisel on eelkõige lähtunud sõidukite gabariidilistest vajadustest ning tehnilistest eripärasustest.

Uurimusküsimustikus välja toodud teemad on:

- Mahasõidud ja ristmikud
- Turboringid
- Viaduktid
- Müratõkkeseinad
- Teepiirded
- Liiklussõlmed
- Asulavärvad

Teehooldajatelt ning Transpordiametilt saadud tagasisidest saab järeldada, et ristmikud on üldiselt projekteeritud nii, et neid oleks võimalik läbida teeholdusmasinal ühe korraga. Väiksemate pöörderaadiustega ristmikel on hooldaja arvestanud järelkoristusmasina rakendamise vajadusega, mis hooldeautost maha jäänud lume ära koristab. Samuti toimub mahasõitude hoole järelkoristusmasinaga, milleks on enamasti traktor. Kitsastesse tingimustesse on hooldajad soetanud lühema teljevahega ja pöörava tagumise sillaga hooldemasina. Ristmiketele paigutatud liikluskorraldusvahendid ja valgustus hooldajatele probleeme ei tekita. Ohutussaartega ristmikel on hooldajad välja toonud lisamanöövrite vajaduse. Samuti on probleemiks 12 cm väljaulatuvad äärekivid saarte otstes, mis märkamata jäädes või juhi vale manöövri korral kahjustavad sahka ning saavad ka ise kannatada.

Ringristmike ja turboringide hooldamisega on hooldajatel rohkem muresid kui tava ristmike puhul. Enamasti tekitavad probleeme ringristmikud, mille kesksaare diameeter

jääb alla 25 m. Turboringide puhul on sõiduradade eraldajaks enamasti kivi, mis sunnib liiklejaid rohkem kui markeering oma sõidurajal püsima. Antud kivid on aga hooldemasinatele probleemiks, kuna maha sadanud lumega on neid raske märgata ning ringi raadius ka raskemini tajutav, mis põhjustab kividele sahkadega otsasõidu. Selleks, et sahkaid kahjustustest säästa, jäävad ringidel kivide servad puhtaks lükkamata, mis omakorda vähendab sõiduradade laiust. Ringi täielikuks puhastamiseks on vaja teostada järelkoristusmasinaga lisakoristust. Ringteede siseringi kiviparkett ning maha- ja pealesõitute kividega kindlustatud peenrad on hooldemasinatele probleemiks, kuna asetsevad enamasti asfaltpinnast kõrgemal ja siseringi puhul kaldega ringist välja, mis põhjustab sahateraga sissesõitmist. Viimastel aastatel on ehitatud ristmikel 2-4 cm üles tõstetud kiviparkett, mis omakorda tekitab hooldajatele raksusi kriitilise märja lume paksuse 2 cm tagamisel, kuna sahk satub kiviparketi peale (vt Lisa 1) . Kõige raskemini on hooldatav ringristmiku sisemine sõidurada, kuna sellele peale ning maha sõitmine on terava nurga all.

Viaduktide puhul võib suurimaks probleemiks pidada lume paigutamise kohtade puudumist ja lahenduste talihoolduse aspektide mitte läbimõttlemist. Viadukt ületab reeglina sõiduteed või raudteed. Viaduktil lumetõrjet teostades on oht paisata lumi üle piirde, mis võib põhjustada all liikuvale sõidukile kahjustusi. Selleks, et minimeerida võimalikke ohte, paigaldatakse viaduktidele lumetõkkevõrgud, kuid ka need ei aita täielikult. Pikkade viaduktide puhul läheb kanditava lume kogus suureks, ning enne ja peale viadukti pole seda üldjuhul kusagile paigutada, kuna ümbritseva maapinna tasapinda jõudes ristub see üldjuhul teiste pealesõiduteedega, jalgteedega ning müratõkkeseintega. Viadukti piirde äärde kogunenud lumi tuleb eraldi eemaldada puhuriga või teiste järelkoristusmasinatega.

Müratõkkeseinte olemasolul on selle ees ka reeglina pörkepiire. Kuni 60 km/h sahkamiskiiruse juures minimaalne ohutu kaugus tee ja müratõkkeseina vahel on vähemalt 4-5 m. Müratõkke müraallikast kaugemale viimisel väheneb müratõkkeefektiivsus. Vajaliku summutustaseme tagamiseks võib tekkida vajadus müratõkkeseina kõrgust suurendada, millega kaasneb rajatise maksumuse suurenemine. Sageli ei võimalda teemaaala laiemat vahekaugust või pole lihtsalt projekteerimisel sellele tähelepanu pööratud. Enamasti on müratõkkeseina ja piirde vaheline ala 1-2 m. Lumetõrje käigus paisatakse lumi üle piirde ning hiljem ka vastu müratõkkeseina, mis paneb koormuse seinale. Selleks, et piiret näha oleks, koristatakse piirde esine lumepuhuri ja järelkoristusmasinatega. Lume sulamisega hakkab hangest vesi valguma teele, mis õiste miinuskraadidega tekitab ohtlike libedaid kohti. Teest eemale haljasalale vee valgumist takistab müratõkkeseina betoonvundament. Üheks

negatiivseks näiteks on Kanama-Valingu teelõik, kus müratõkkesein on kohe piirde taga ning lumistes oludes mattuvad sein ja piire ruttu lumevalli alla.



Joonis 2.1 Kanama-Valingu piire koos müratõkkeseinaga [11]

Selleks, et pörkepiire saaks oma eesmärgi täita, tuleb selle esine hoida puhtana. Sageli tekib piirde ette lumevall, kuna seda pole võimalik piirde alt läbi ega piirdest üle lükata, kuna see kahjustaks piiret ennast. Oluline on, et lumi ja jää saaksid eemaldatud kogu katte ulatuses sealhulgas ka kogu peenra laiuselt. Üldiselt on aga piire rammitud keset peenart, mis tähendab seda, et lükatud lumi jääb piirde alla, peenra peale. Jättes lumevall piirde alla ning vahetult selle taha tekib oht, et lume sulamisel valgub vesi läbi peenra konstruktsiooni või viraaži kohtades tee peale. Läbi konstruktsiooni imbudes tekib jäätumisel oht külmakergeteks ning tee peale voolates tekitab see jäätudes ootamatuid libedaid kohti. Piirde puhtana hoidmiseks peab hooldaja kasutama lumepuhureid ning seal kus puhuriga lund eemaldada pole võimalik, rakendatakse lume ära vedu.

Liiklussõlmede hooldus on aeganõudev ja nõuab palju tähelepanu. Sõlmedes on sõidukiirus madalam kui maanteel ning liikluse mõju maha sadanud lume lendlemisele suurt mõju ei avalda. Seetõttu tuleb teostada hooldajatel liiklussõlmedes täiendavaid sahkamisi ning kloriidide kasutamise kulu on suurem. Sõlmedele eelnevate aeglustusrampide lume- ja libedustõrje teostamine on liiklusohutuse seisukohalt oluline kuna nendel toimub põhiteelt hargnemisel kiiruse alandamine.

Sõlmed on üldjuhul ülesehitatud võimalikult väikesele maa-alale, kus tahetakse ristmikud, peale- ja mahasõidud, kergliiklusteed, foorid, valgustuspostid ja haljasalad mahutada kõik ühele piiritletud maa-alale. Suurimaks probleemiks on lume paigutamise võimalused. Eraldi kohta, kuhu lund paigutada sõlmede planeerimisel, ette nähtud pole. Samuti ei rajata eraldi hooldusmasinatele tagasipöördekohti ning tänu sellele on hooldajad sunnitud korduvalt mõlemas suunas liiklussõlme läbima.

Asulaväravate kasutuselevõtt algas 2019 aastal, mil Transpordiamet katsetas kahe asulavärava mõju liiklusele. Asulavärava eesmärk on asulaid läbivate riigiteede liiklusohutuse tõstmine ning liikluse rahustamine asulasse sisenemisel. Asulaväravad toimivad füüsilise takistusena pannes liikleja olukorda, kus ta peab kiirust alandama selleks, et põigata mööda takistusest järgides tee kulgu. Šikaanid, mis on ehitatud ohutusaartega, nõuavad lumekoristusel täiendavat tähelepanu ning tekitavad ebamugavusi, kuna äärekivid asuvad tee tasapinnast kõrgemal ning seetõttu on äärekivide vahel sahkamine raskendatud.

2.1.2. Sahkade andmed

Sõltuvalt hooldeauto valikust ning selle kasutusalaast paigaldatakse masinatele külge sahad. Üheks Eestis lumesahkasid tootvaks ettevõtteks on MEIREN Engineering OÜ, mis on loodud aastal 2003 ning mille sahkasid kasutavad ka paljud Eestis teehooldust teenust pakkuvad ettevõtted. Ettevõtte tootevalikust leiab pea igaks olukorraks vastava lahenduse, alustades maanteedest ning lõpetades lennujaamas kasutusel olevate sahkadega. Antud lõputöö raames ongi pöördutud ettevõtte MEIREN poole saamaks teada enim kasutusel olevate sahkade andmeid.

Maanteedel kõige rohkem kasutust leidvad sahad on MSPN4004 ja KSM3104. Rakendatakse neid kalluritele, mille veoskeem on enamasti 6x2 või 6x4, vähem on kasutusel masinad mille veoskeem on 8x2 või 8x4. Kui MSPN4004 seeria sahk on mõeldud rakendamaks auto ette, siis KSM3104 seeria sahk on mõeldud kinnitamiseks auto küljele. Külgsaha kasutamine koos esisahaga suurendab lume koristamise töölaust ning on abiks teepeenardel olevate lumevallide maha lõikamisel.

Tabel 2.1 Maanteeahad [12]

Tehnilised andmed	MSPN4004	KSM3104
Hõlma kogulaius	4680mm	3750mm
Terade kogulaius	3990mm	3060mm
Terade min töölaius*	2960mm	
Max pöördenuk (vasak/parem)*	37° / 42°	56°
Terade lõikenurk (vertikaali suhtes)	30°	35°
Hõlma standardkõrgus	1060 / 1540mm	1490 / 836mm
Mass standardvarustuses	1075kg	1076kg
Mass täisvarustuses	1475kg	1210kg

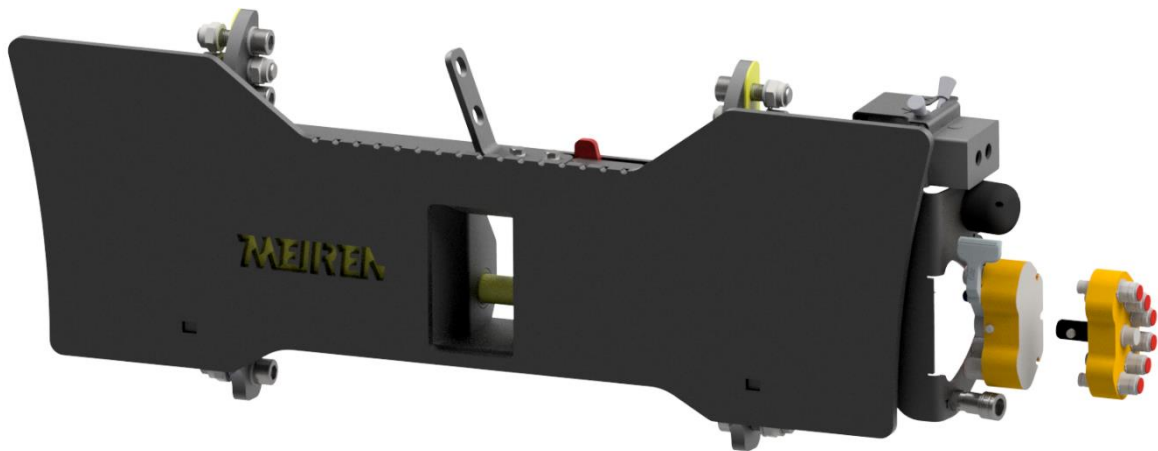
*Esitatud andmed kehtivad koos külgnihutusfunktsiooniga

Linnatingimustes kasutatakse kitsamaid ning kergemaid sahkasid. Linnatänavate puhastamise keerukuse tõttu on kasutusel enamasti väiksemad 4x2 või 4x4 veoskeemiga autod. Linnasahkadest on kasutusel MSLN3704, LSPN3702 ja liigendsahk VTS3802.

Tabel 2.2 Linnasahad [12]

Tehnilised andmed	MSLN3704	LSPN3702	VTS3802
Hõlma kogulaius	3950mm	3960mm	4000mm
Terade kogulaius	3680mm	3670mm	3846mm
Terade min töölaius	2115mm	2840mm	2980mm
Max pöördenuk	35° / 40°	26° / 39°	37° / 37°
Hõlma standardkõrgus	988 / 1070mm	1060 / 1330mm	1320mm
Mass standardvarustus	795kg	840kg	820kg
Mass täisvarustuses	895kg	1040kg	900kg

Esisaha paigaldamiseks veokile peab olema sellele paigaldatud kinnitusplaat. Eestis kasutatavatel hooldemasinatel on enamasti Soome tüüpi kinnitusplaat.



Joonis 2.2 Soome kinnitusplaat (MEIRENi toodang) [12]

2.1.3. Ettepanekud

Riigiteede teehoiukava järgne teede korrashoiukulu aastateks 2024 kuni 2027 on 45 kuni 49 miljonit eurot aasta kohta. Ajal, mil uute teede ehitamine ja olemasolevate rekonstrueerimise rahastus kahaneb iga aastaga, võib iga väiksemgi kulude optimeerimine tulla kasuks taristu arendamisele. Probleemide kaardistuse käigus saadud tagasiside põhjal saab välja tuua järgnevad märksõnad, mida on teede projekteerimisel võimalik arvesse võtta selleks, et lihtsustada hooldusteenuse pakkujate toiminguid kui ka tuua alla üldiseid hoolduskulusid:

- Ohutusaarte äärekivid
- Ringteede kesksaare diameeter ja kiviparkett
- Müratõkkeseinte paigutus
- Põrkepiirde hooldus

Ohutusaarte planeerimisel tuleks arvestada hooldusmasinate liikumisega selliselt, et vajadusel lasta teekatte pinnast 12 cm kõrguste äärekividega piiratud liiklussaarte otsad alla teetasapinda, mis võimaldaksid sahateradel nendest üle libiseda. Sellega väheneks vajadus kivide väljavahetamiseks peale paari hooldusperioodi ning aitaks säästa ka sahaterade lõhkumist. Turboringide sõiduradade eralduskivi vajadus on tähtis selleks, et vältida vale pöörde sooritamist ning hoida liiklejat enda sõidurajas. Kivide eemaldamisega tekiks sõiduradade lõikamised ning ringi läbimise kiirus tõuseks, mis liiklusohutuse seisukohalt on probleem. Üheks lahenduseks, kuidas talvisel ajal sõiduradu eraldada, võiks olla elastsed püsttähised, mis liiklejalt võtaks ära võimaluse

ringi lõigata, kuid hooldajale annaks võimaluse ringi sõidurajad puhtaks lükata. Siseringi kiviparketi projekteerimisel tuleb arvestada sahatera sattumisega parketile. Selleks, et vältida parketti sissesõitmist sahaga, tuleks kivid viia teega samasse tasapinda või projekteerida kiviparketi osa sahatera laiuselt võimaldamaks lumetõrjet sõiduteel ning kiviparketil eraldi teostada.

Müratõkkeseinte vajadusel tuleb projekteerimise käigus veenduda vajaliku ruumi olemasolus pörkepiirde ja seina vahel vältimaks olukordi, kus sahkamise käigus paisatakse lumi vastu müratõkkeseina. Ruumi puudumisel eriti tee nõgusates kohtades kaaluda täiendava haljasala drenaaži või restkaevude rajamist, mis võtaks vastu lumesulamisest tekkiva vee ja juhib selle teekattest ning konstruktsioonist eemale. Teel mille sõidukiirus on üle 80 km/h tuleb paigaldada sõidutee välisserva vähemalt H1 klassi piire. Vastavalt teepiirdesüsteemide juhendile peab tee servas asuva piirde taha jääma vähemalt 0,5 m laiune kindlustamata peenar, millega tagatakse piirde lubatud dünaamilisest läbipaindest pool. Miinimumnõuetega arvestamisel piirde ja müratõkkeseina vahel tekib aga olukord, kus pole võimalik mehhaniseeritult piirde ja müratõkkeseina vahelist ala hooldada. Sellistel juhtudel tuleks kaaluda betoonpiirete paigaldamist koos täiendavate restkaevude ja sademeveesüsteemiga või müratõkkeseina kaugemale viimist, millega kaasneb aga müratõkkeseina kõrguse suurendamise vajadus.

2.2. Eriveosed

Eriveosed on Eestis reglementeeritud Majandus- ja taristuministri määrusega, milles on sätestatud eriveose teostamise tingimused, nõuded suur- ja raskeveoste tähistamisele ning eriveo ja erilubade väljaandmise tingimused. Eriveoseks liigitatakse sõiduk või sõidukite kombinatsioon, mille vähemalt üks mõõde või kaal ületab Eestis lubatud suurimad mõõtmed, lubatud kogumassi või ühele teljele lubatud maksimaalse koormuse. Eriveoseks liigitatakse sõiduk, mille tegelik mass ületab registrimassi ja mis tahes telje koormus registriteljekoormuse. [13]

Tabel 2.3 Suurveose määratlus [14]

	Sõiduk alates	Veduk + poolhaagis alates	Veduk + täishaagis alates
Pikkus	12,01 m	16,51 m	18,76 m
Laius	3,01 m	3,01 m	3,01 m
Kõrgus	4,01 m	4,01 m	4,01 m

Eriveose vajadus tekib enamasti veetava veose tõttu. Veosed jagunevad jagatavaks ning jagamatuks veoseks. Jagamatu veose puhul puudub võimalus veost jagada kaheks või enamaks osaks ilma selle kahjustamiseta või liigse kulu kaasnemiseta. Jagamatu veose vedamisele tuleb arvestada veose paigutamisel sõiduki lubatud kõrgust, laiust ja pikkust. Mitme jagamatu veose paigutamine üksteise peale, kõrvale või järjestikku ületades sõidukile kehtestatud mõõtmeid ei ole lubatud. Mitu jagamatut veost tuleb paigutada selliselt, et ei ületaks eriloaga lubatud tegelikku massi. Sõidukist, autorongist üle kahe meetri ettepoole ja tagumisest teljest üle viie meetri tahapoole ulatuvate veoste vedu on keelatud, kui veose lühendamise seda võimaldaks. Eriveo teostamine loa alusel ei anna õigust kalduda kõrvale sõiduki valmistaja poolt määratud suurimast täismassist ning lubatud teljekoormusest. [13]

Transpordiameti poolt väljastatud eriveoste liikumise lubade alusel peetav statistika näitab eriveoste teostamise stabiilsust ning ka mõningast kasvu aastate lõikes. Viimase viie aasta jooksul on eriveoste teostamise arv pigem kasvanud või jäänud samaks välja arvatud COVID-19 pandeemia aastal 2020, mil kaubavahetus ning üldine elukorraldus oli tavapärasest erinev.

Tabel 2.4 Erivedude statistika Eestis [15]

	2019 a	2020 a	2021 a	2022 a	2023 a	2024 a (26 aprilli seisuga)
Veduk	15 983	13 709	16 991	18 351	18 569	5950
Poolhaagis	12 599	9860	12 034	13 678	12 556	3868
Täishaagis	2209	2090	1468	1084	1249	792
Kesktelghaagis	76	79	972	1071	1145	269
Põllu haakeseadeldis	886	991	1046	1040	936	366
Kombain	422	457	402	405	331	36
Liikurmasin	156	115	119	110	103	79

2.2.1. Veose saatmine

Suurveostega käivad kaasas saateautod tagamaks veose ohutu liikumise teedel. Olenevalt veose mõõtmetest peab kasutama kas ühte või rohkemat saateautot. Saateauto eesmärgiks on teiste liiklejate teavitamine lähenevast veosest andmaks piisavalt aega olukorra tajumiseks ning vastava kiiruse valimiseks, peatumiseks või takistusest ümberpöökamiseks.

Tabel 2.5 Saateautode vajalik arv suurveose saatmisel [16]

	Suurveose kõrgus H (m)*	Suurveose laius B (m)							
		B ≤ 3,0		3,0 < B ≤ 3,5		3,5 < B ≤ 4,0		4,0 < B ≤ 5,0	B > 5,0
		Suurveose pikkus L (m)							
H > 5,0	30,0 < L ≤ 40,0	L > 40,0	24,0 < L ≤ 30,0	L > 30,0	L ≤ 30,0	L > 30,0	Ei sõltu	Ei sõltu	
Saateautosid ees	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Saateautosid taga	-		1		1		1**	1	1

*Kohaldatakse, kui saateauto või saateautod ei ole nõutud tulenevalt laiuusest ja pikkusest

**Nõue ei kohaldu traktoritele ja liikurmasinale.

Eesmine saateauto asetseb veose ees vastavalt liikumiskiirusest ja nähtavusest väljaspool asulat 100 – 300 m ning asulates 50 – 100 m. Eraldusribaga teedel tuleb kasutada ka saateautot veose taga, kelle ülesandeks on tagant tulevate sõidukite hoiatamine ning vajadusel möödasõidu ürituste takistamine, kui selleks pole tagatud piisavalt ohutud tingimused. Kahe saateauto kasutamisel veose ees on esimese auto roll vastutulevate sõidukite hoiatamine, liikluse korraldamine ning vajadusel ka liikluse peatamine veose möödumiseks. [13]

2.2.2. Probleemide kaardistus

Probleemide kaardistamiseks pöördus lõputöö autor ülegabariidilisi ja raskeveoseid korraldava ettevõtte poole, kelle tegevusaladeks on põllu- ja metsamajandustehnika veosed, keemia-, õli-, ja gaasitööstuses kasutatavate mahutite, katelde ja muu tehnika

vedu, ehituses kasutatavate buldooseri, ekskavaatori tornkraanade ja karjääri tehnika vedu. Samuti tehakse tihedalt koostööd ka Eesti kaitsevägega. Intervjueeriti aastate pikkuse kogemusega autojuhte, kelle igapäevatöök on eriveostega liiklemine nii Eestis kui ka Euroopas.

Probleemide kaardistamisel on lähtunud põhiliste vedude teostamise marsruutidest, mis hõlmavad endast erinevaid logistikaparke, põhilisi kaubavahetussadamaid Paldiski ja Muuga terminalid, pidades silmas ka ohutuid võimalusi seadusest tuleneva puhkeaja teostamiseks.

Raskeveose vedamisel kasutatakse enamasti madalplatvorm poolhaagist (Joonis 2.3), millega liigeldes tekib künniste ületamisel olukord, kus järsema tõusunurgaga künnisel jookseb haagise esiosa künnisesse sisse. Haagist on küll võimalik olenevalt selle peal paikneva raskuse suurusest kas tõsta või langetada, kuid vedajate hinnangul on igale künnisele pealesõit erineva pikkuse ja tõusuga. Riigimaanteel kasutatavate künniste projekteerimiseks on Transpordiameti kodulehelt leitavad tüüpjoonised nii trapetsi- kui ka ringikujulise künnise kohta. Lõputöö autori arvates sõltub künniste ehitusel palju asfalteerimistööd teostava ettevõtte pädevusest ja asfaltsegu kvaliteedist, kuna künniste pealesõidud tehakse käsitööna. Künniste rajamine toimub sageli ehitusjärelevalve nõusolekul kahe asfaltkihi paigaldamise asemel ühes kihis. Antud tegevus aga läheb otseselt vastuollu suurima fraktsiooni teramõõtme ja lubatud paigaldatava kihi paksusega. Siinkohal on oluline, et tööde teostaja ja ehitusjärelevalve veenduvad peale töö valmimist künniste lõpptulemi korrektsuses.

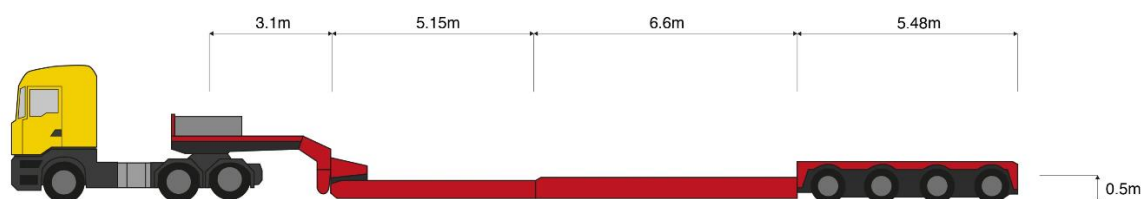
Tabel 2.6 Ringikujulise künnise mõõtmed [17]

Künnise mõõtmed				
Kiirus	km/h	30	40	50
Künnise kõrgus	cm	10		
Künnise pikkus	m	4,0	6,5	9,5

Tabel 2.7 Trapetsikujulise künnise mõõtmed [17]

Künnise mõõtmed				
Kiirus	km/h	30	40	50
Künnise kõrgus	cm	10		

Künnise pikkus	m	6,0	7,4	9,0
Kaldosa kalle	1:n (%)	1:10 (10 %)	1:17 (5,9 %)	1:25 (4,0 %)
Kaldosa pikkus	m	1,0	1,7	2,5
Künnise pealmise tasase osa pikkus	m	4,0	4,0	4,0



Joonis 2.3 Madalplatvorm poolhaagis [18]

Ristmike läbimise eriveostega teeb keeruliseks ohutusaarte ja liikluskorraldusvahendite olemasolu. Ohutusaarte peamiseks kaasnevaks probleemiks on äärekivide kõrgused. Pika veose korral tuleb kasutada maksimaalselt ristmikul olevat ruumi ning võib tekkida vajadus sõita üle saarte. Kõrge äärekivi korral on see aga haagisele koormav ning võib ka lõhkuda nii sõiduki kui ka haagise rehve. Eriveoste trassidele jäävate uute projektlahendustega on küll rakendatud teatud lahendusi, kus ristmike muudetakse veoste läbipääsu tagamiseks, kuid samas on jätkuvalt palju kohti, kus seda tehtud pole. Lahendusena on ristmikke kavandatud selliselt, et kesksaared on tehtud keskelt läbitavatena või on võimaldatud kesksaarest laiendatud ülesõiduala. Transpordiameti poolt koostatud „Riigiteede liikluskorralduse juhend“ näeb ette erivedudeks määratud teedel asuvatele liiklussaartele ja ringristmiketele paigaldada kiirkinnitusega liiklusmärgid. Kinnitus peab võimaldama märki eemaldada ka talvistes tingimustes ning ilma suuremate tööriistadeta. Liiklussaartele paigaldatud märgi eemaldamisel ei tohi selle maapealne osa jääda sõidutee kattest kõrgemaks kui 0,25 m. Reaalsuses on aga antud mõõde liiga suur, kui peaks tekkima vajadus haagise või veoauto rehvi sealt üle sõita või madala haagise pealt välja ulatuva veosega sellest mööduda. Lahendus peaks tagama märgi eemaldamisel olukorra, kus kinnitus jääb ümbritseva kattega samasse tasapinda või sellest madalamale. Tee kohale paigaldatavate liikluskorraldusvahendite planeerimisel eriveoste trassidele tuleb lähtuda, et portaalide madalaim eelistatud punkt teepinnast oleks $\geq 7,0$ m. Konsoolide korral ei ole kõrgus

piiratud juhul, kui on võimaldatud nendest kõrvalt mööduda. Sõiduteed laiussega ≤ 7 m tuleb vältida 1,1 m ja kõrgemate liikluskorraldusvahendite paigutamist mõlemale poole teed kohakuti. [19]

Sarnaselt teehooldajatele valmistavad ka eriveoste vedajatele ringristmikud katsumusi. Probleemide tekitajad on kiviparkett ning turboringidel kasutatavad eralduskivid. Pika haagisega väikese pöörderaadiusega ringi läbimine, kus on sõidurajad kividega eraldatud on võimalik, kuid eeldab mõlema raja kasutamist, mis tähendab et teatud hetkel on vaja haagisega üle kivide sõita. Kividest üle sõitmine kahjustab aga nii haagist kui ka haagise rehve, kuna topelt ratastega telgedel kipuvad kivid rehvide vahele kinni jääma. Samuti lõhuvad ka kiviparketil kasutatavad klompkivid rehve, kuna nendest üle sõitmisel võivad need lahti tulla ning rataste vahele sattudes on rehvi purunemine paratamatu.

Mootorsõidukijuhi töö-, sõidu-, ja puhkeaja nõuded kauba- ja reisijateveoga tegelevatele sõidukijuhtidele on reglementeeritud vastavalt Euroopa liidus kehtivale „Rahvusvahelisel maanteeveol töötava sõiduki meeskonna tööaja Euroopa kokkuleppele“. Kokkuleppe kohaselt ei tohi sõidukijuhi ööpäevane sõiduaeg ületada üheksat tundi, erandina võib pikendada antud aega kümne tunnini kõige rohkem kaks korda ühe nädala jooksul. Järjestikune lubatud sõiduaeg on 4,5 tundi, pärast mida peab sõidukijuht tegema vähemalt 45 minutilise katkematu puhkepausi. Eriveoste keerukusest tulenevalt on aga ka Eesti-siseste vedude puhul teinekord vajalik puhkeaja rakendamine, mis aga puuduva taristu puhul on keeruline ning ohtlik. Suuremate logistikakeskuste ning tehnoparkide rajamisel pole arvestatud sõidukite oote- ning ööbimisaladega. Tihti tuleb pärast tööpäeva lõppu järgmist päeva ootama jääda teeservas parkides.

2.2.3. Ettepanekud

Eriveoste korraldamise vajadus Eestis ja Euroopas pigem kasvab kui kahaneb. Suurimaks mõjutajaks võib lugeda Euroopa liidus vastu võetavad üha karmimad keskkonnanõuded ja regulatsioonid, mis hõlmavad endast süsinikusaaste vähendamist ja roheenergia suurendamist. Süsiniku vähendamine tekitab vajaduse liigutada korraga rohkem kaupa. Üha rohkem on ka Eestis hakatud rajama tuuleenergia tootmiseks tuulikuparke, mis tõstavad vajadust erivedude järgi, kuna tuulikute labad ja mastid on pikad ning enamasti jagamatud veosed.

Eriveoste trassidele jäävate künniste projekteerimisel tuleb arvestada madalate haagiste liikumise vajadusega. Künniste peale- ja mahasõidud tuleks projekteerida laugemaks ning künnise tõstetud ala pikemaks, mis võimaldaks haagisel künnisele

peale- ja mahasõidu sujuvaks teha. Ristmike puhul, mis jäävad eriveoste liikumise trassile ning hõlmavad endast ohutussaari, tuleks mõelda saarte ristmike poolsete otste projekteerimist 1/3 pikkusest alla lastud äärekividega. Allalastud saarte otstesse tuleb paigaldada liiklusmärgid 421 ja 422 „ümberpõike suund“, mis takistavad tavaliklejal saare otsa lõigates läbimist, kuid eriveose läbimiseks on paigaldatud kiirkinnitustega, mis võimaldavad märgi kiiresti eemaldada. Ringteede puhul on kõige lihtsamaks lahenduseks keskelt läbitav ring. Ringist otse üle sõitmise ning läbinähtavuse takistamiseks tuleb paigaldada sõiduautojuhi nägemiskõrgusele märk 681 „kurvisuund“ kasutades selleks vastavalt EVS 613:2001 Liiklusmärgid ja nende kasutamine toodud suurusgrupp III nõudeid, kus märgi laiuseks on 3 500 mm ning märgi kõrguseks 700 mm.

Ringristmike kiviparketi projekteerimisel tuleb arvestada klombitud kivide suurusega. Enamasti on kasutatud kive suurusega 10x10x10 cm, mis kipuvad aga koormuse all lahti tulema. Kivide püsivust aitaks parandada, kui kasutada suuremaid kive mõõtudega 14x20x14 cm. Siinkohal tuleb ka tähelepanu pöörata kivi vuukide vahedele, mis mõjutavad suuresti nende toimivust.

Tallinn-Narva, Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa ja Tallinn-Pärnu-Ikla maanteede võrdluses on kõige kehvemas seisus puhkeaja teostamiseks Tallinn-Pärnu-Ikla maantee, kus puuduvad peatumiskohad, teel millel 2022 a. liiklusloenduse andmete põhjal liigub kuni 2 000 autorongi ööpäevas [20]. Ainuke peatumiskoht, kuhu on ka ülegabariidilise veosega võimalik ohutult siseneda ja väljuda, on Olerexi tankla Enges.

2.3. Põllumajandustehnika

Põllumajanduse registrite ja informatsiooni ameti ehk PRIA andmete kohaselt on 2023. aasta seisuga Eestis hooldatud põllumaa pindala 978 432 ha ning seda pindala harib 13 143 inimest [21]. Põllumajandussektor on tänu tehnika pidevale arengule läinud üha enam automatiseeritumaks ning kasutusel on tehnika, mis asendab väga suures mahus käsitööd. Põldude peal vilja koristamine ning külvamise käib traktorite ja kombainidega, mis on ajas arenenud üha suuremateks ning efektiivsemateks.

2.3.1. Probleemide kaardistus

Põllumajandustehnikaga avalikel teedel liikumise probleemide kaardistamiseks on pöördutud pikaaegsete põllumajanduse ettevõtjate poole, kes tegelevad igapäevaselt põllumajandusega ning on teadlikud probleemidest, mis tänase taristuga kaasnevad. Suurimad murekohad on liikumised masinatega, millel on topelt rattad ning kombainid koos viljakoristuseks selle ette rakendatava heedriga, mis transportimiseks

paigaldatakse kärule ning haagitakse kombainile järgi. Soomes kasutusel olevate normide kohaselt on arvestatud tüüpset sõidukit kombain koos heedriga (vaata Joonis 1.5), mille esitelje laius on 3,7 – 4,3 m ning mille heedri laius on 5,1 – 6,6 m.



Joonis 2.4 Kombain koos heedrikäruga [22]

Läbivaks teemaks antud lõputöö käigus on saanud ohutussaartega ristmikud ning seda ka põllumajandustehnika liikumise juures. Laiade kombainidega ning topelt ratastega traktoritega liikumisel tekib olukordi, kus ristmiku läbimine on raskendatud tänu ohutussaarele ning seda ümbritsevatele liikluskorraldusvahenditele ja valgustusmastidele. Põllumajandustehnika liigub põldudele ning sealt tagasi enamasti iseseisvalt, pikemate vahemaade läbimiseks kasutatakse ka veoteenuseid. Kombainide laiused jäävad vahemikku 3,5 – 5 m ning nende taga transporditavate heedrite piikused ulatuvad kuni 14 m. Topelt ratastega traktorid, mis transpordivad põldudele erinevaid kultivaatoreid ja randaale on laiusel 3 – 4,5 m ning nende taga veetavate seadmete pikkused ulatuvad üle 10 meetri.



Joonis 2.5 Traktor kultivaatoriga [23]

Teiseks suuremaks probleemiks tänase taristu juures on põldudele viivad mahasõidud. Väiksematel kõrvalmaanteedel, mis kohati ka rekonstrueerimata, puuduvad asfalteeritud mahasõidud ning on ajale jalgu jäänud. Nende kasutamine suure tehnikaga on raskendatud. Põhimaanteedel ja rekonstrueeritud lõikudel olevad mahasõidud on aga projekteeritud liiga kitsad või liiga lühikesed, mis ei arvesta tänapäeva tehnika vajadustega. Transpordiameti mahasõidu tüüp I ei taga piisavat ligipääsu põllumajandustehnikale, kuid antud tüüpi mahasõitu kiputakse enim rakendada.

2.3.2. Ettepanekud

Selleks, et tagada põllumajandustehnika ohutu ligipääs ja liiklemine avalikult kasutatavatel teedel, tuleks suuremate põllumajanduspiirkondade puhul arvestada konkreetse põllumajandustehnika vajadustega. Ristmike planeerimisel tuleb kohaldada sarnaselt erivedude teostamise trassidele Transpordiameti poolt koostatud „Riigiteede liikluskorralduse juhend“ järgi liiklussaartele ja ringristmikele kiirkinnitusega liiklusmärgid. Liiklussaarte planeerimisel tuleb arvestada saarte paiknemist ristmike suhtes, vajadusel kohaldada saarte otstesse alla lastud äärekivi, mis võimaldab haakeseadme sujuvat saare ületamist ristmiku lõikamise vajaduse tekkimisel. Mahasõitude planeerimisel põldudele tuleb arvestada põllupidamise eesmärki ning seda kasutatavate konkreetsete sõidukitega. Kuna põllumaa otstarve mõjutab ka seal tööd tegeva masina vajadust, siis tuleks lähtuda konkreetse põllumaa kasutusviisist. Näiteks kapsapõllule pole vaja ligi pääseda kombaini ja heedriga, millest tulenevalt pole

vajadust suurema mahasõidu järele. Konkreetsete põllumaade mahasõitude planeerimisel on abiks Põllumajanduse registrite ja informatsiooni ameti kaardirakendus, mille kasutamisel on võimalik projekteerimise faasis kindlaks teha põllumassiivi kasutusotstarve. Samuti on vajalik projekteerimise käigus maaomanike ning rentnike kaasamine korrektse sisendi saamiseks.

3. PROJEKTIDE ANALÜÜS

Eesti riigiteede pikkus 01.01.2023 seisuga on 16 969 km, millest põhimaanteed kogupikkusega 1 603 km, tugimaanteed 2 407 km ja kõrvalmaanteed ja muud riigiteed 12 528 km. Üleeuroopalisse põhivõrku kuulub 458 km ning üldvõrku 831 km teid. Riigiteede sildade ning viaduktide koguarv 2023 aasta alguse seisuga oli 1 161, mis seoses Rail Baltica ehitustöödele igal aastal maanteeviaduktide ning sildade ehitamisega kasvab. Teedevõrgu rahastus on viimaste aastatega kahanenud drastiliselt ning 2024 aastal on Transpordiameti rekonstrueerimisobjekte vaid kaks kogumaksumusega 3,4 miljonit eurot. Uusi ehitusobjekte aastal 2024 on eeldatavalt Tallinn-Pärnu-Ikla maanteel kaks, kogupikkusega 24 km, mida antud töö koostamise hetkel hankena väljakuulutatud pole. [24]

Antud peatükis analüüsitakse kolme projekti, eesmärgiga võrrelda, kuidas on arvestatud eelnevas peatükis välja toodud probleemide olemasolu kavandatud projektides. Kolmest analüüsitud projektist üks on lõputöö koostamise hetkel ehituses ning kaks projekteerimise faasis. Analüüsitavad projektid hõlmavad endast Tallinn-Pärnu-Ikla, Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa ning Tallinn-Narva 2+2 teede ehitust koos eritasandiliste liiklussõlmedega.

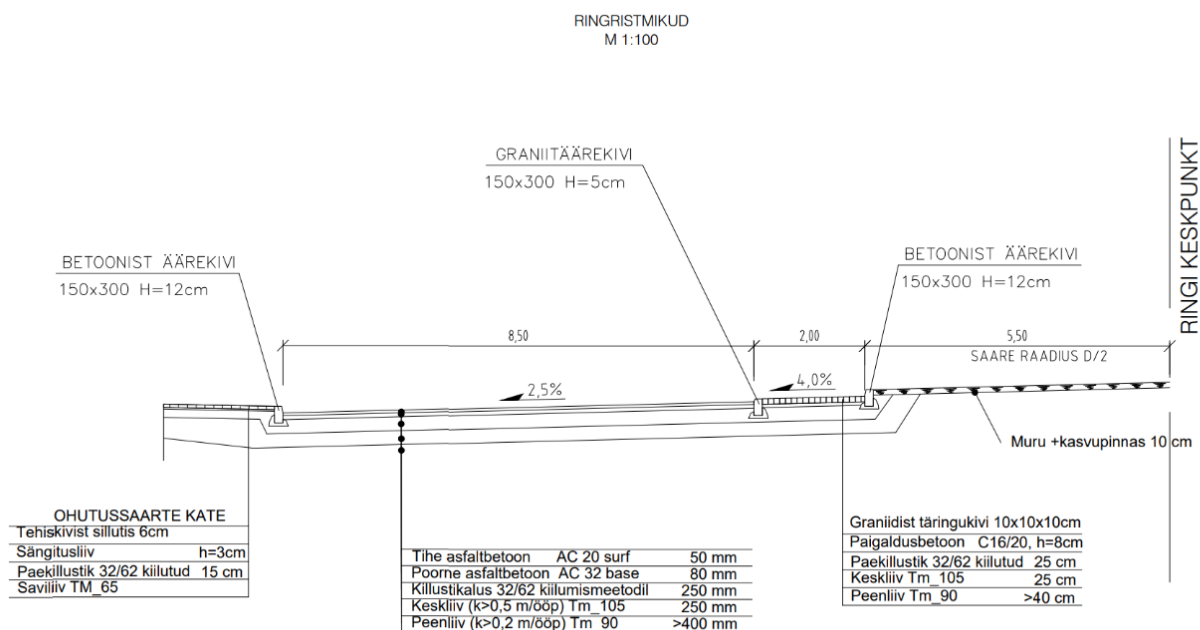
3.1. Põhimaantee nr 4 (E67) Tallinn-Pärnu-Ikla km 133,4-143 Pärnu-Uulu lõik

Käesoleva lõigu põhiprojekt on koostatud 2021 aasta kevadel toonase Maanteeameti tellimusel. Projekti eesmärgiks on seatud Tallinn-Pärnu-Ikla maantee 10 km pikkuse 2+2 lahendusega teelõigu rajamine, et tõsta liiklusohutuse taset. Antud teelõik kuulub üle-Euroopalisse transpordivõrgustikku. Aasta keskmine ööpäevane liiklussagedus antud lõigus 10 828 autot ööpäevas, millest raskeliikluse osakaal 20%. Projektlahendus näeb ette asulasisest lõiku käsitleda magistraaltänavana ning väljaspool asulat on teelõigud planeeritud I ja III klassi maanteedena. Projektlahendus näeb ette enamus olemasolevate mahasõitude sulgemist ning kogujateede rajamist. Suuremad ristmikud ehitatakse eritasandilisteks või fooridega reguleeritud ristmikuteks. [25]

3.1.1. Tähelepanekud

Teehoolde seisukohast on Tõllapulga viadukti kavandatud liiklussõlme ringristmikud planeeritud piisava laiusega, kuid kõrgete äärekividega. Ringtee sõiduosa katte laiuseks on arvestatud 8,5 m ning 2,5% kaldega ringist väljapoole. Ringteedele pealesõidud on planeeritud ohutussaartega, mille äärekivi kõrguseks on 12 cm katte pinnast, ringi

kiviparketti ja sõiduteed eraldab 5 cm kõrgune äärekest ja kiviparketile on määratud 4% kalle ringist väljapoole, mis ei võimalda sahkadel kiviparketist üle libiseda. Transpordiameti ringristmiku tüüplahenduse joonis (vt Lisa 1) näeb aga ette soovitusliku jaotusringi lahendust külili asetatud äärekestiga ning 4% kalde asemele 2,5% kallet. Antud projektlahendi kohaselt tuleb siseringi äärekesti serva hooldamiseks rakendada järelkoristusmasinaid.



Joonis 3.1 Ringristmiku ristlõige [25]

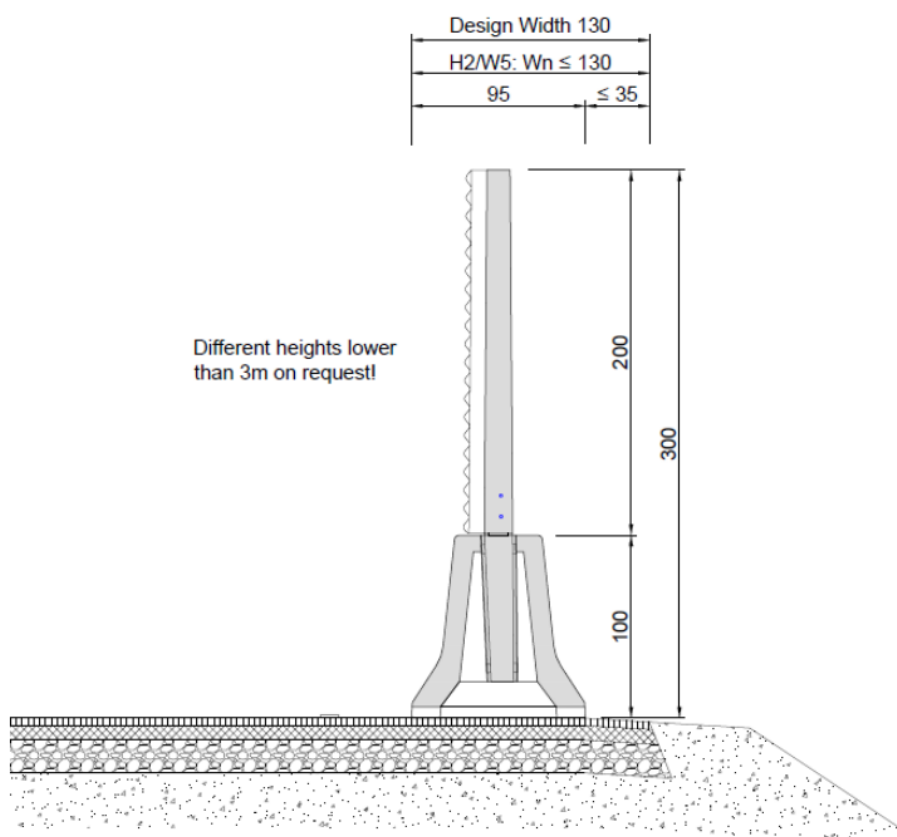
Tõllapulga viadukti edelapoolsel pealesõidul on rampidel ettenähtud paigaldada mõlemale poole teed pörkepiirded, mis on kõrgete mullete puhul liiklusohutuse seisukohalt vajalikud. Samas pole projekteerimisel arvestatud lume paigutamisega. Lahenduses selleks võimalused puuduvad, ning hooldajatel tuleb suurema lume koguse korral kasutada lume teisaldamiseks täiendavat tehnikat. Põhiprojekti mahuloendi kohaselt on antud sõlme rampide ehitusel ettenähtud eemaldada 4 000 m³ kasvupinnast. Kasvupinnase planeerimisel rampide vahelistele haljasaladele oleks võimalik järskude nõlvade osakaalu vähendada, mis omakorda vähendaks piirdepaigalduse vajadust parandades hooldetingimuste olukorda.

Põhitee äärde projekteeritud müratõkkeseinad:

- PK 1376+54 – PK 1377+50 parem pool;

- PK 1379+00 – PK 1380+00 vasak pool;
- PK 1398+30 – PK 1399+78 vasak pool.

Müraatõkkeseinad on kavandatud raudbetonelementidest H2/W5 tüüpi pörkepiirde peale paigaldamiseks. Piirded asetsevad sõidutee peenras, mis tekitavad vajaduse täiendava lumekoristustehnika järele. Sademevee ärajuhtimiseks on betonelementide liitekohtadesse jäetud ühtlase sammuga tühimikud. Lumesulamisel võib aga tekkida olukord kus vesi ei jõua läbi tühimike ära voolata ning valgub sõiduteele. Samuti on tugipeenraste paigaldatud piirde hooldamisel survepesuriga oht peenra uhtumiseks.



Joonis 3.2 Müraatõkkesein pörkepiirdel [25]

Antud lõigule jäävate liiklussõlmede viaduktide aluste kõrgusgabariidid on projekteeritud kõrgusega 5,5 m. Nii on ka määratud tellija poolt ette antud hankedokumendi lisa olevas tehnilises kirjelduses. Transpordiameti kaardirakenduse kohaselt on märgitud trassikoridor eriveestele mööda vana trassi gabariitidega 6x7 m. Projekti kohaselt muutub aga vana trass tupikteeks võimaldamaks ligipääsu vaid teatud kinnistutele ning põhitrassile liitumine toimub läbi liiklussõlme. Seetõttu tuleb eriveestel

kasutada suunaga Pärnu-Ikla vahetult enne Tõllapulga viadukti piirdekatekohta ning liikuda viaduktist mööda mahasõidurambi kaudu. Rambi teekatte laiuks on 6,5 m kuid sellele puuduvad pörkepiirded, mis võimaldavad ka üle haagise külgede peale ulatuvate veoste läbimist. Rampe jaotav ringristmik pole planeeritud veostega ülesõidetavaks. Ringi geometriat on kontrollitud 16,5 m pikkuse sadulautorongi mudelit kasutades. Eriveose teekond jätkub mööda Reiu kooli teed kuni ristub vana põhitee trassiga. Vanale põhitee trassile jõudes tuleb liikuda Uulu liiklussõlmest mööda kasutades Tautsi teed ning viadukti rampe. Põhitrassile jõudes saab pärast Uulu kanali silla ületamist sõiduteepiirde lõppedes naasta pärisuunavööndisse. Lõputöös kasutatava eriveosega (vt Joonis 4.3) pole antud teekonda võimalik läbida.

Käesoleva projektlahenduse koostamisel oli Transpordiameti seisukoht teadlikult mitte tagada Pärnu-Uulu lõigul vähemalt 7 m kõrgusgabariiti viaduktide ehitusel. Põhjenduseks toodi välja vajaduse puudus. Nimelt on viimase 14 aasta andmete põhjal läbi Pärnu-Ikla suunas liikunud vähem kui kolm üle 6 m kõrguse eriveose. Antud andmed on võetud erilubade väljastamise järgi. Tulevikus, kui peaks tekkima vajadus liikuda Pärnu-Ikla suunal näiteks Rail Baltica trassi ehituse või tuulikuparkide rajamise tõttu, tuleb 7x7 m eriveosel liikuda läbi Kilingi-Nõmme – Viljandi – Türi – Märjamaa – Lihula pea 330 km pikkuse ringiga.

Projekti järgi on ettenähtud sulgeda viis olemasolevat põllu- ja metsamajandus mahasõitu, ligipääsud kinnistutele on tagatud kogujateede kaudu. Suuremate põllumaade lähedusse kavandatud Reieuranna tee ja Viira tee tunnelite gabariidid põllumajandustehnika läbipääsu ei võimalda, kuna on projekteeritud jalgratta- ja jalgteed tunnelitena mille katte laius on 3,5 m ning kõrgused jäävad vahemikku 2,5-2,7 m. Põllumajandustehnikaga liikumise vajaduse tekkimisel tuleb kasutada kõrvalteid ning põhimaanteed ületada liiklussõlmede kaudu. Lõputöö autori arvates tulnuks kaaluda ühe tunneli rajamist suuremate gabariitidega, mis vähendaks vajadust põllumajandustehnika liikumisele põhimaanteel ning liiklussõlmedes.

3.2. Riigitee 2 (E263) Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 87,5-108,1 Mäo-Imavere lõigu I klassi maantee eelprojekt

Antud lõigu eelprojekti tellijaks on Transpordiamet ning projekti eesmärk on riigitee nr 2 km 87,5-108,1 vastavusse viimine I klassi maanteega. Teelõik on osa üle-Euroopalisest transpordivõrgustiku teest. 2019 aasta liiklusloenduse andmete põhjal on teelõigu keskmine liiklussagedus 8 758 – 9 382 autot ööpäevas ning sellest 15 %

moodustas raskeliiklus. Enne eelprojekti koostamisega alustamist koostati antud trassilõigule eskiis, mille alusel viidi läbi projekteerimistingimuste menetlus, millesse oli kaasatud kohalik kogukond sh põllumehed. Planeeritud lahendus näeb ette 2+2 ristlõikega maantee, kus sõidusuunad on eraldatud keskpäärdega. Ristmikud ehitatakse ümber eritasandilisteks ning juurdepääsud kinnistutele tagatakse kogujateede kaudu. Kavandatud on veoautode puhke parkla. [26]

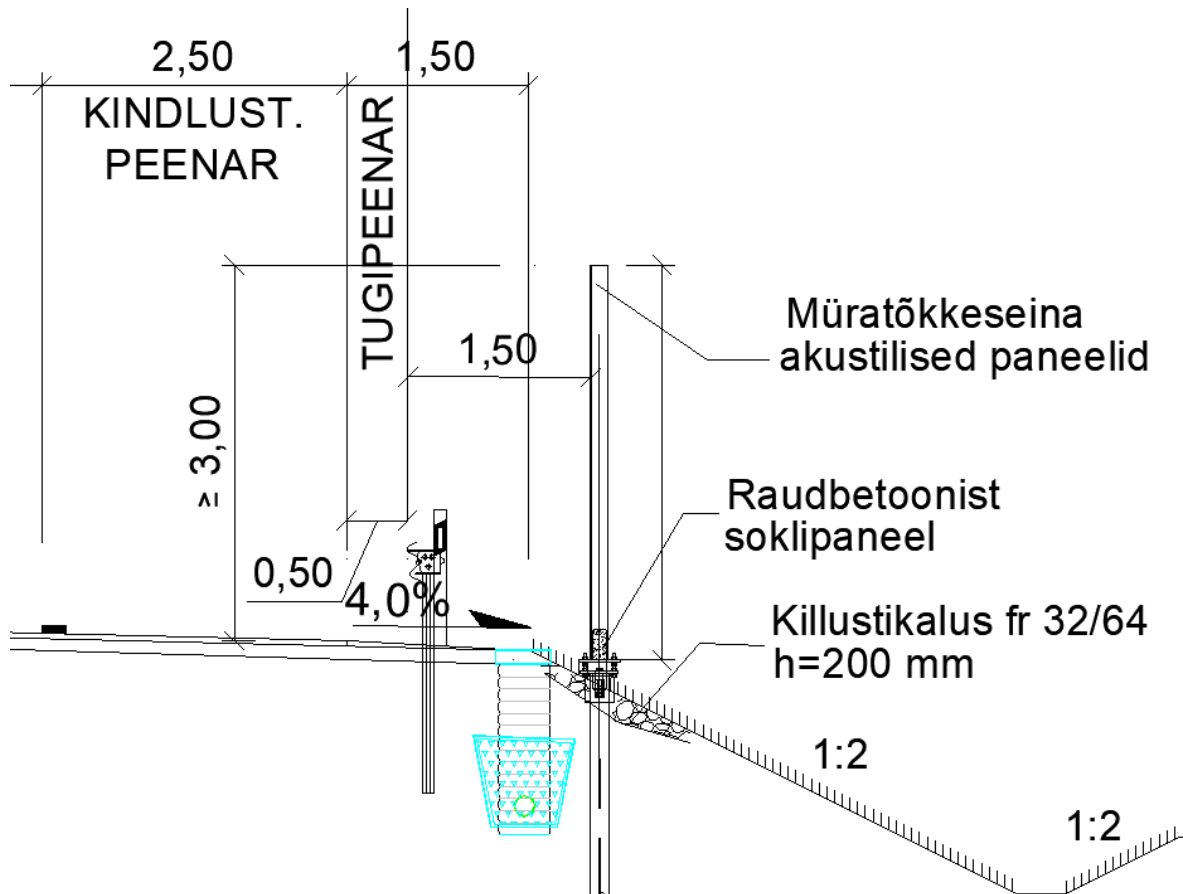
Projekteerimistingimuste menetluse käigus saadud tagasisidest lähtuvalt viidi eelprojekti staadiumis projekti sisse järgmised parandused:

- Valgma viaduktialune kõrgusgabariit muudeti esialgse 4 m asemel 5 m peale, et tagada põllumajandusmasinatele alt läbipääsu;
- Mõisavahe viadukti alune kõrgusgabariit muudeti esialgse 2,5 m asemel 4,6 m peale, et tagada põllumajandusmasinatele alt läbipääsu.

3.2.1. Tähelepanekud

Projektlahenduse koosseisus projekteeritud müratõkkeseina kogupikkus on 275 m. Projekteeritud müratõkkeseinte kõrgus katendi pinnast on 3 m ning sein on rajatud rammitavate terasvaiade peale muldkeha nõlvadele. Müratõkkeseina paiknemine muldkeha nõlval tekitab vajaduse sellele otsasõidu vältimiseks paigaldada pörkepiirde teekatte serva. Antud lahendusega (vt Joonis 3.3) aga jääb pörkepiirde ning müratõkkeseina vahele ala, kuhu koguneb talvel lumetõrje käigus lumevall, mis kevadel plusskraadide saabudes sulama hakkab. Lume sulamise ning tugeva vihmajuu korral tekib olukord, kus vesi hakkab imbuma teekonstruktsiooni. Selle vältimiseks, on projektiga ette nähtud kasutada drenaaži, mis paigaldatakse piki müratõkkeseina võrdselt seinaga ning kokku kogutud vesi juhitakse peale seinaga lõppu torustikuga külakraavidesse. Sellise lahenduse kasutamisega väheneb teatud määral lisahooldetehnika kasutamise vajadus.

Lõputöö autori arvates pörkepiirde ja müratõkkeseina eraldi kasutamisel tuleks lisada pörkepiirde ette sademevee restkaev ja jätta ära drenaažisüsteem (vt Joonis 4.4). Müratõkkeseina ulatuses tuleks näha ette äärekivi paigaldamine pörkepiirdega samale joonele, mis aitab vett juhtida sademevee restkaevudesse. Antud lahendus on küll kallim, aga vee teekatte pealt ära juhtimise osas on see efektiivsem.



Joonis 3.3 Müratõkkesein koos drenaažiga [26]

Liiklussõlmede rambid ning ringristmikud on projekteeritud täiendavate haljasaladega, mis võimaldavad teehooldajal talvisel ajal lund paigutada ilma selle ära veota. Rampidele kavandatud piirete pikkused võimaldavad hooldemasinal suurema lume korral lume paigutamise rampide algusesse või ringristmike kõrval olevatele haljasaladele.

Projektlahendus näeb ette eriveoste marsruudi 7 m kõrgus- ning laiusgabariidiga. Ristuvale tugimaanteele 25 Mäeküla-Koeru-Kapu tee on lahendatud juurdepääsud 6 m kõrgus- ja laiusgabariidiga sõidukitele. Tugimaantee nr 49 Imavere - Viljandi - Karksi-Nuia tee ristumine on lahendatud 7 m kõrgus - ja laiusgabariidiga sõidukitele. Projekteeritud 7x7 gabariit on tagatud projekteeritud lõigu kokkuviiimistel olemasoleva põhimaantee trassiga ning põhilise eriveose trassi hakkab moodustama olemasolev Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa trass, mis projektlahenduse valmimisel jääb kogujateeks. Kavandatud kolme liiklussõlme viaduktide kõrgusgabariit teepinnast on 5,5 m mistõttu tuleb kõrgema gabariidiga sõidukid suunata kogujateele. Kogujateele suunamine toimub läbi keskpierre katkestuskohtade. Tulevane kogujatee kulgeb vadvavalt olemasoleva põhimaantee nr 2 asukohas ning põhimaantee uue trassi õgvenduse

kohtades, kus vana põhitee trassi kogujateena kasutada pole võimalik, rajatakse uus kogujatee, mis viiakse olemasolevaga kokku. Projekteeritud trassile kavandatud kolme ökodukti gabariidid võimaldavad seda läbida kuni 7 m kõrgete eriveostega. 87,8 km asuv Põhjaka ökodukt tuleb läbida mööda põhitrassi läbi ökodukti keskmise ava. Vahetult enne ning pärast ökodukti on kogujatee ning põhitee vaheline ühendus lahendatud piirdekatkestuskohtade kaudu. Suunaga Tallinn-Tartu tuleb ökoduktile lähenedes kasutada piirdekatkestust ning liikuda läbi vastassuunavööndi ökodukti alt läbi, peale mida tuleb suunduda kogujateele. Jõe ökodukt km 98,1 ning Taara ökodukt km 104,8 on võimalik läbida liikudes mööda kogujateed. Kavandatud liiklussõlmedest möödumised eriveostega on lahendatud mööda kogujateed. Mõisavahe viadukti koosseisu kuuluvad rambid on ühenduses kogujateega, kuhu on kavandatud ringristmik. Ringristmiku kesksaar on projekteeritud eriveoste üle sõidetavana, kasutades selleks graniitkivisillutist.

Põhimaanteel olevad mahasõidud on ettenähtud sulgeda ning juurdepääs tagatakse kõrvalmaanteede, kohalike teede ning metsateede kaudu. Projektis ette nähtud uued juurdepääsuteed on mõeldud nendele kinnistutele, mille olemasolev juurdepääs põhimaanteelt likvideeritakse. Uute juurdepääsuteede projekteerimisel on arvestatud kinnistute väljakujunenud kasutusviisiga. Maatulundusmaad, mis koosnevad mitmest kinnistust nähakse ette ühine mahasõit. Kuna antud teetrassi ümbritsevad suuresti haritavad põllumaad, tuleks põhiprojekti lahenduse väljatöötamisel arvestada iga kinnistu mahasõidu vajadustega eraldi vastavalt mahasõidu kasutaja vajadustega.

3.3. Põhimaantee nr 1 (E20) Tallinn-Narva km 162,5 – 172,5 Jõhvi – Toila teelõik

Käesoleva lõigu eelprojekti tellijaks on Transpordiamet. Projekti eesmärgiks on põhimaantee nr 1 lõigu km 162,5 – 172,5 vastavusse viimine I klassi maanteega. Projektlahendusega luuakse tingimused ohutuks liiklemiseks, mille tõttu tuleb sulgeda enamik olemasolevaid mahasõite. Tagamaks kinnistutele ligipääsud on projektlahendusega ettenähtud kogujateed. Suuremad ristumised kõrvalteedega on lahendatud eritasandiliste liiklussõlmedena. [27]

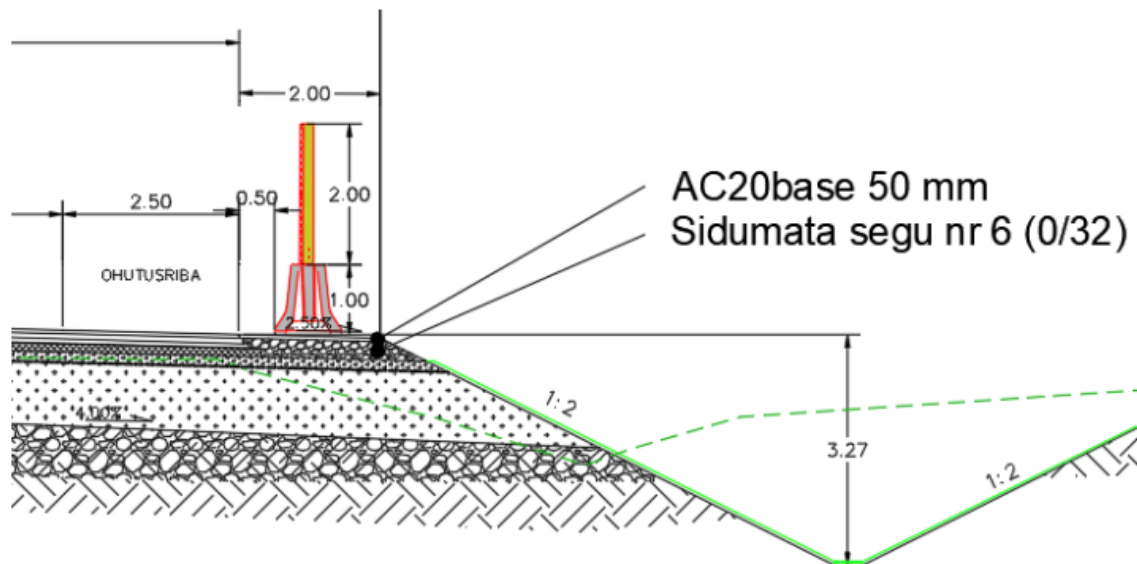
3.3.1. Tähelepanekud

Liikluse vähendamiseks on projekteeritud põhimaanteest kuni 70 m kaugusele jäävate eluhoonete tarvis müratõkkeseinad. Müratõkete kogupikkus on 715 m ning tõkke kõrgus teepinnast 3 m. Sarnaselt Pärnu – Uulu projektiga on lahenduseks betoonpiirdele H2W4 paigaldatav müratõke. Antud konstruktsiooni valikut on

põhjendatud väiksema maavajadusega võrrelduna müratõkkevalliga ning parema efektiivsusega, kuna paikneb teele ning müraallikale lähemal. Konkreetse lahenduse kohaselt paigaldatakse müratõke 2 m laiale tugipeenrale, mille põikkalle on 2,5%. Erinevalt tavapärasest lahendusest, kus piire koos müratõkkega paigaldatakse peenrale, mis on kaetud sidumata segu nr 6 (fr 0/32), on antud projektis ette nähtud tugipeenar asfalteerida 5 cm paksuse asfaltbetoonseguga tagamaks parema sademevee äravoolu. Antud lahendus võimaldab küll paremini sademevee äravoolu, kuid lumesulamisel on pigem vee valgumine teele suurendatud võrrelduna sidumata seguga peenra puhul. Antud projektilahendus ei näe ette täiendavate restkaevude paigaldamist, mis võimaldaks vee ärajuhtimise. Samuti on kaheldav base segu paigaldamine ning selle püsivus ajas. Paigaldatava kihi laius 2 m ning paiknemine nõlva servas tähendab riske nii paigaldamise ajal kui ka järeltöötlusel tihendamise käigus, kus paigaldustehnikal ning asfaldirullidel on nõlva vajumite korral suurendatud risk nõlvast alla vajuda. Suure tõenäosusega ei saa ka antud kihti piisavalt tihedaks ning tänu suurtele pooridele paigaldatud kihis jääb katte eluiga märgatavalt lühemaks.

Lõputöö autor töövõtja rollis näeks antud lahenduse ehitusel ette täiendavaid meetmeid, mis lõppkokkuvõttes tähendab ühikhinna kallinemist. Projektilahenduse saavutamiseks arvestaks autor muldkeha ning konstruktsiooni osa ehitamise projektsest laiemalt, mis tagaks asfalteerimise ajaks nõlva püsivuse, kuid tähendab materjali koguse suurenemist. Töövõtjana arvestaks hinnapakumuse esitamisel base segu asemel surf segu paigaldusega, selle parema töödeldavuse tõttu, mis maandaks jäävpoorsuse mittetagamisest tingitud mahaarvamise riski. Peale asfalteerimistööid teostatakse nõlvade planeerimine projektis ettenähtud ulatuses.

Põhitee eraldusribalt vee ärajuhtimiseks on ettenähtud paigaldada dreneažitorustik, mis ummistuste vältimiseks ümbritsetakse geotekstiiliga ning kaetakse kruuspinnasega. Dreenid juhatakse külgkraavidesse iga 200 m tagant. Asfalteerimata peenra puhul paigaldatava piirde korral tuleks kaaluda sarnase süsteemi kasutamist, kus drenid aitaksid kokku koguda teekatte ja piirde vaheliselt alalt kogutavat vett. Asfalteeritud peenra puhul tuleb kaaluda täiendavate restkaevude projekteerimist piirde ette, kuhu sademe- ning lumesulamisvett kokku koguda.



Joonis 3.4 Müratõke pörkepiirdel asfalteeritud peenraga [27]

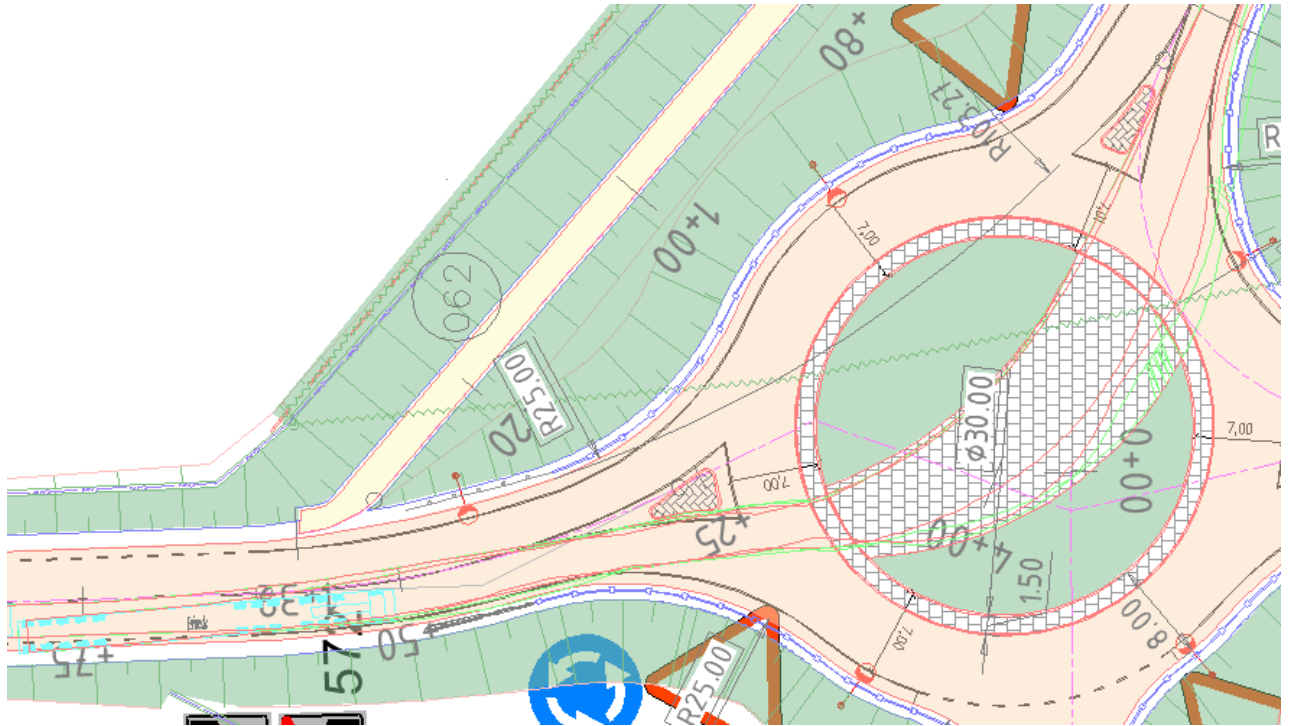
Projektlahendusega on ettenähtud rajada kolm liiklussõlme koos viaduktidega:

- Jõhvi 2. liiklussõlm
- Jõhvi 3. liiklussõlm
- Toila liiklussõlm

Liiklussõlmede rampide koosseisu projekteeritud ringristmike kesksaare kiviparketti eraldav sõidutee äärekivi on projekteeritud alla lastud äärekivina katte servast 0-2 cm, mis peaks võimaldama hooldemasina saha sujuvat üle libisemist. Jõhvi 2. liiklussõlme rampidel lumetõrje teostamine ja lume paigutamine teehooldajale täiendava tehnika kaasamist ilmselt kaasa ei too, kuna tänu pikiprofiili tõusule vahetult enne viadukti on teekate enamasti ümbritsevast maapinnast sellise kõrgusega, mis võimaldab võimalikult lauged nõlvad ning täiendavaid pörkepiirdeid paigaldada pole vaja. Samuti on piisavas mahus haljasalasad kuhu on lund võimalik paigutada välistamiseks täiendava lume ära veo vajaduse. Jõhvi 3. ja Toila liiklussõlmedes on vaja lume koristuseks kaasata täiendavat tehnikat, kuna rampide mullete kõrguste vahe võrrelduna ümbritseva maapinnaga on kohati kuni 10 m, siis on rampidele ette nähtud paigaldada suures mahus pörkepiirdeid mõlemale poole tee serva.

Põhimaantee viaduktid on projekteeritud kõrgusgabariidiga 5,5 m, kuna ülegabariidiliste veoste marsruut kulgeb mööda kõrvalmaanteed ning Edise ja Kukruse viaduktid ei võimalda ülegabariidiliste veoste viaduktid alt läbisõitu. Eriveostega liiklemise võimaldamiseks on viaduktide lähedusse projekteeritud eemaldatavad pörkepiirdeid võimaldamaks kasutada rampe ning liiklemist üle nelja sõiduraja läbi

vastassuunavööndi. Jõhvi 2. liiklussõlmest möödumiseks on ülegabariidilised veosed suunatud Jõhvi-Uikala maanteele mööda rampe. Kuna liiklussõlme juurde viivate rampide koosseisus on projekteeritud ka ringristmikud, siis eriveoste liikumise parandamiseks on ette nähtud ringristmike läbimine läbi kesksaare või kesksaare lõikamise.



Joonis 3.5 Keskelt läbitav ringristmik [27]

Jõhvi 3. liiklussõlme viaduktist möödumiseks on ramp 2 ja ramp 3 vahele ette nähtud eriotstarbeline ühendustee, mis tavaolukorras on suletud. Toila liiklussõlme viaduktist möödumiseks tuleb kasutada rampe. Kuna liiklussõlm on lahendatud trompetina, siis tänu kõverate suurtele raadiustele on suurte veostega rampide kasutamine mugavaks tehtud. Eriveosega liikumisel tuleb arvestada vastassuunavööndite kasutamise vajadust.

4. VEHICLE TRACKING TARKVARA KASUTAMINE

Käesoleva peatüki eesmärgiks on tuua välja probleemsed kohad, mis puudutavad sõidukite liikumisteede ning kavandatud ja olemasolevat taristut, kasutades selleks Autodesk Vehicle Tracking tarkvara. Vehicle Tracking tarkvara võimaldab luua sõidukeid ning kasutada eelnevalt valmistatud erinevate sõidukite mudeleid. Sõiduki loomisel on võimalik kontrollida projekteeritud lahenduse geomeetriat veendumaks, kas projektlahendus tagab sõiduki läbipääsu.

Loodud sõidukeid kasutatakse eelkõige pealtvaates 2D mudelitena, kuid on ka võimalik luua 3D mudeleid. Antud lõputöö raames 3D mudelite loomise vajadus otseselt puudub ning see pole lõputöö autori pädevuses. Sõidukite loomisel tuleb kirjeldada järgnevad mõõdud:

- sõiduki pikkus;
- sõiduki laius;
- sõiduki telgede arv;
- sõiduki telgede vaheline kaugus ja telgede laiused;
- sõiduki esiosa kaugus esimesest teljest;
- sõiduki taguosa kaugus viimasest teljest;
- sõiduki pöörderaadius ning pöörav telg.

Lõputöö esimeses peatükis välja toodud „Tee projekteerimise normid“ kohaselt puudub nõue kasutada sõidukite mudeleid kontrollimaks projektlahendust. Samuti puuduvad sõidukite mudelid Transpordiameti juhendites. Lõputöö raames loodi kolme sõiduki mudelid, mis aitavad kontrollida teises peatükis välja toodud probleeme. Mudeldatud sõidukiteks valiti Volvo FH460 maanteeahk koos 4 m laiuse sahangaga, eriveos Scania R560 koos Nooteboom MCO-73-04V haagisega ning kombain New Holland CX.9 koos 13,5 m pikkuse heedikäruga. Kõik mudelid on loodud realselt Eesti teedel liikuvate sõidukite põhjal.

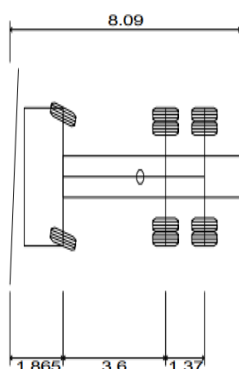
4.1. Tüüpsed sõidukid ja tüüplahendused

Sõidukite valikul on lähtutud teises peatükis kogutud informatsioonist ning nendes valdkondades üldiselt kasutusel olevate sõidukite kasutamisest Eestis. Sõidukite parameetrite sisestamisel on kasutatud nii tootjapoolseid kui ka Transpordiameti e-

teeninduse sõiduki taustakontrolli andmeid. Antud sõidukeid kasutades on võimalik kontrollida erinevate projektlahenduste toimivust.

4.1.1. Volvo FH460 maanteesahk

Maanteesaha loomisel on lähtutud ühe Eesti suurima teehooldeteenusepakkuja masinapargis kasutusel olevast sõidukist. Valitud sõidukiks on Volvo FH460 veoskeemiga 6x4 ning sõiduki ette on kujutatud MEIREN Engineering OÜ poolt toodetud MSPN4004 sahk laiusega 3,99 m.

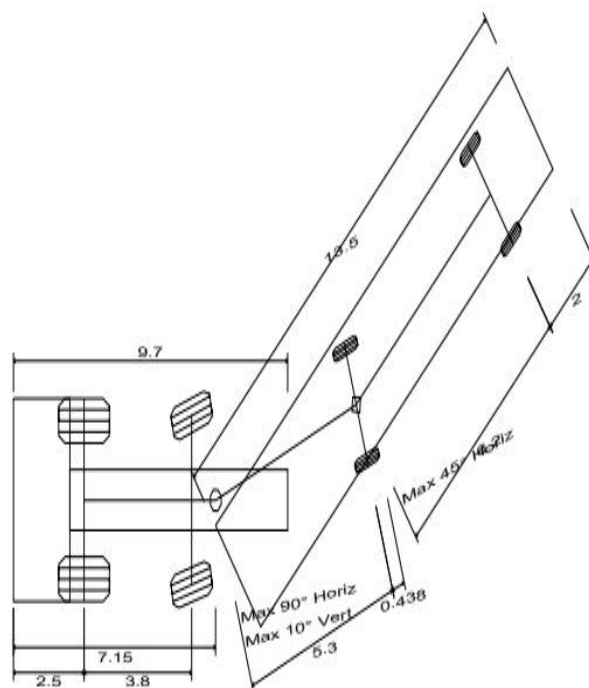


Volvo FH460 + MSPN4004	
Overall Length	8.090m
Overall Width	3.990m
Overall Body Height	3.417m
Min Body Ground Clearance	0.341m
Track Width	2.550m
Lock-to-lock time	6.00s
Curb to Curb Turning Radius	7.550m

Joonis 4.1 Volvo FH460 + MSPN4004

4.1.2. New Holland CX.9

Põllumajandustehnika mudel on loodud kombaini New Holland CX.9 põhjal. Mudel koosneb kombainist ning selle taha haagitud heedrikärust. Heedrikäru pikkusega 13,5 m on mõeldud 9 m pikkuse heedri veoks.



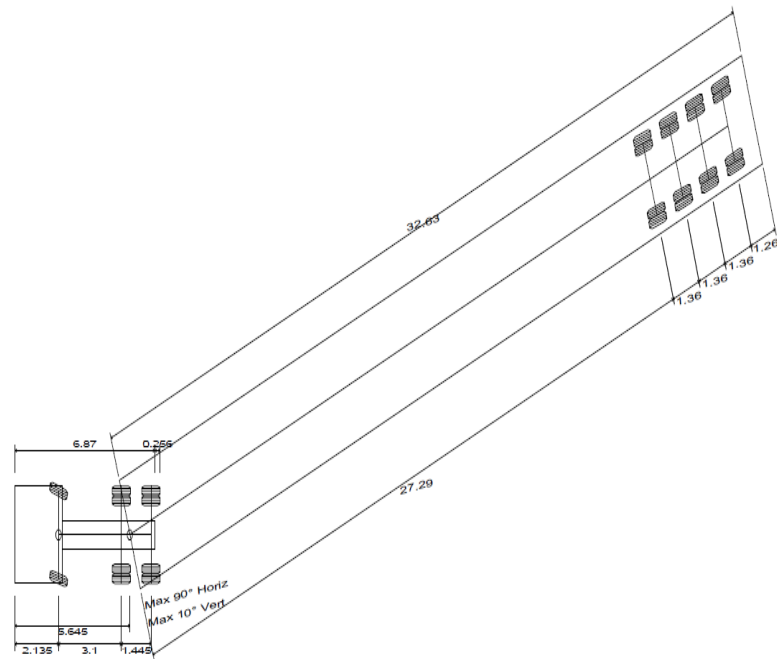
New Holland CX.9 koos heedrikäruga 13,5m

Overall Length	20.650m
Overall Width	3.850m
Overall Body Height	0.805m
Min Body Ground Clearance	0.400m
Max Track Width	3.850m
Lock-to-lock time	5.00s
Curb to Curb Turning Radius	12.770m

Joonis 4.2 New Holland CX.9

4.1.3. Eriveos Scania R560 + Nooteboom MCO-73-04V

Mudeldatud eriveos kogupikkusega 38,2 m hõlmab endast vedukit Scania R560, millele on taha haagitud 32,63 m pikkune haagis. Haagisel on neli tagumist telge, mille rattad pööravad. Vastavalt Tabel 2.5 väljatoodud nõuetele tuleb antud eriveosega liikumisel kasutada kahte saateautot, millest üks paikneb veose ees ning teine veose taga.

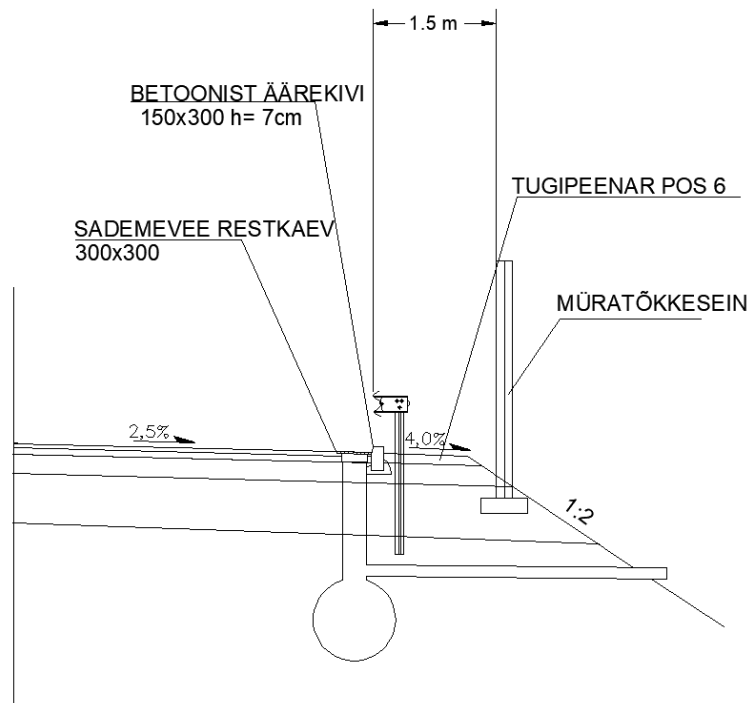


Scania R560 + NOOTEBOOM MCO-73-04V	
Overall Length	38.275m
Overall Width	3.020m
Overall Body Height	3.349m
Min Body Ground Clearance	0.393m
Max Track Width	2.550m
Lock-to-lock time	6.00s
Wall to Wall Turning Radius	7.900m

Joonis 4.3 Eriveos Scania R560 + Nootboom MCO-73-04V

4.1.4. Müratõkkeseina tüüpristlõige

Müratõkkeseina tüüpristlõike joonise loomisel on lähtutud põhimõttest, kus müratõke paigaldatakse muldkeha nõlvale. Müratõkke vahetult nõlvale paigaldamine eeldab põrkepiirde paigaldust teekatte serva, takistamaks otsasõitu müratõkkeseinale. Sademevee paremaks ärajuhtimiseks ning vältimaks selle kogunemist müratõkkeseina äärde, on ette nähtud paigaldada betoonist sõiduteeäärekivi koos sademevee restkaevuga. Talvisel perioodil piirde taha lükatud lume sulamise käigus hakkab vesi voolama teekattele, kuna müratõke hoiab teatud määral vett kinni ning lumevalli alune on veel jääs. Kevadise lumesulamisega on sõiduteepeenrast teele valguval veel, koht kust ära voolata ning teekattele ei teki ootamatuid seisva vee kohti.

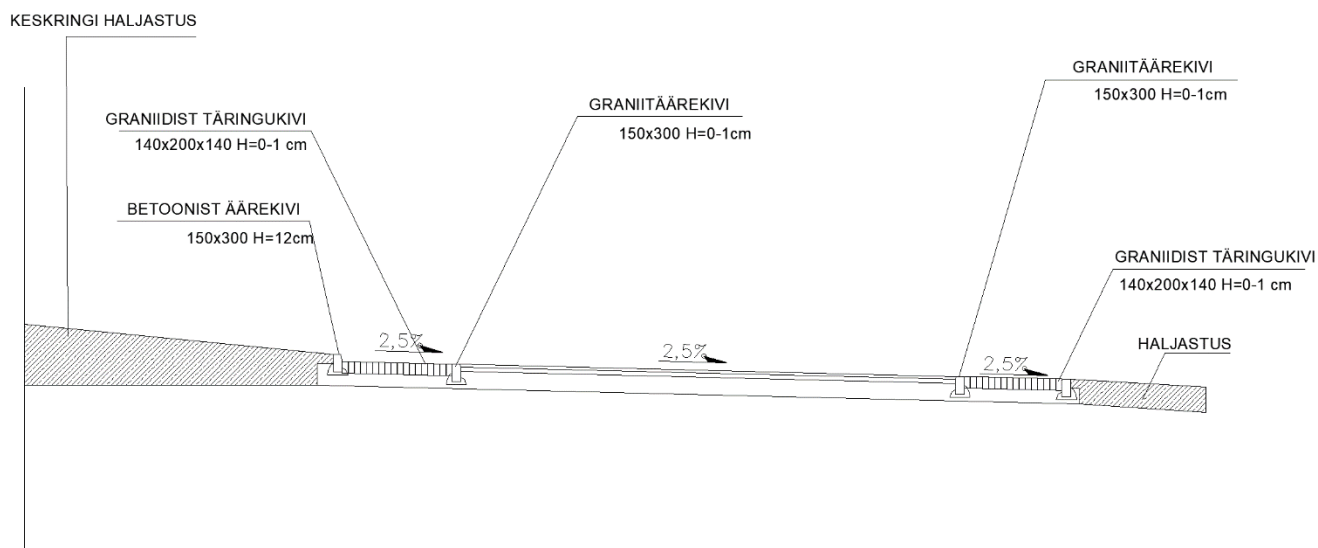


Joonis 4.4 Müratõkkesein koos äärekivi ja põrkepiirdega

4.1.5. Ringristmiku tüüpristlõige

Vastavalt teeholdajate poolt väljatoodud probleemile ringristmike eri tasapindade paiknemise kohta, on lõputöö autor koostanud ringristmiku tüüpristlõike joonise (vt Joonis 4.5). Ristlõike koostamisel on lähtutud ühtlase kaldeprotsendi järgimise põhimõttest. Asfaltkatte ning täringukivi eraldamiseks on ette nähtud sõidutee graniitäärekivi, mis asetseb 0-1 cm asfaltkattest. Antud lahendus võimaldab lumetõrje käigus sahateral ühelt pinnalt teisele libiseda. Samuti tuleb kasutada graniidist

täringukive suurusega 14x20x14 cm, mis tagab kivi parema püsivuse koormuse all. Sellise lahendusega on võimalik vältida suurte sõidukite pööramisel kivide üleskerkimist. Asfaltkattepinna ning sõiduteeäärekivi vahelise vuugi lahenduse püsivuse tagamiseks kaaluda sulatatava vuugilindi paigaldamist.



Joonis 4.5 Ringristmiku tüüpristlõige

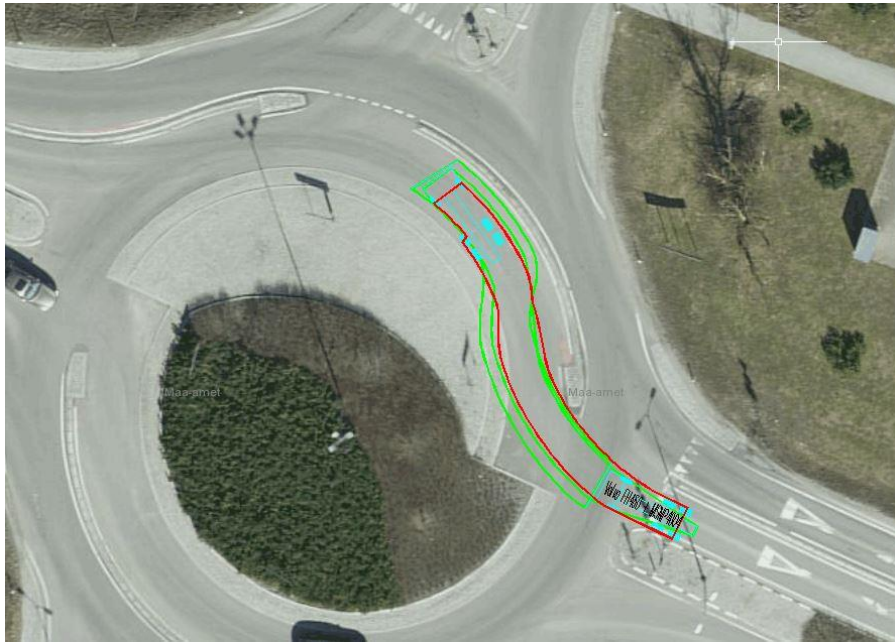
4.2. Probleemsete kohtade näited

4.2.1. Ristmikud

Teehooldajate poolt välja toodud probleem ringristmike lahenduste kohta käsitles siseringi kiviparketi paiknemist asfaltkattest kõrgemal. Kiviparketi asetsemine kõrgemal kui teekate ning suurema kaldega ei võimalda sahatera asetsemist samaaegselt teekattel ning kiviparketil. Sellest tulenevalt tuleb ringristmike hooldusel kasutada täiendavat tehnikat.

Põhimaantee number 8 Tallinn-Paldiski ja 11 Tallinna ringtee ristumine on lahendatud turboringristmikuga. Ristmikule eelnevatel maanteelõikudel on maanteesaha kasutamine põhjendatud. Hetke olemasolev olukord aga ei võimalda antud ristmikku maanteesahaga täielikult hooldada ning teehooldaja peab rakendama lisa ühiku tehnikat. Turboringristmiku sisemise sõiduraja pealesõidunurk ning eralduskivid loovad olukorra, kus sisemist sõidurada maanteesahaga hooldada on keeruline. Kiviparketti sahaga sissesõidu vältimiseks tuleb sahk üles tõsta, mille tõttu on märja lume kriitilise taseme tagamine välistatud. Sarnane probleem tekib ka tugimaantee nr 15 Tallinn-Rapla-Türi Luige liiklussõlme turboringristmikul. Antud probleemi oleks võimalik

parandada viies eri kattega pinnad samale tasapinnale ühtlase kalde alla. Selleks on lõputöö autor koostanud tüüpristlõike ringtee kohta (vt Joonis 4.5)

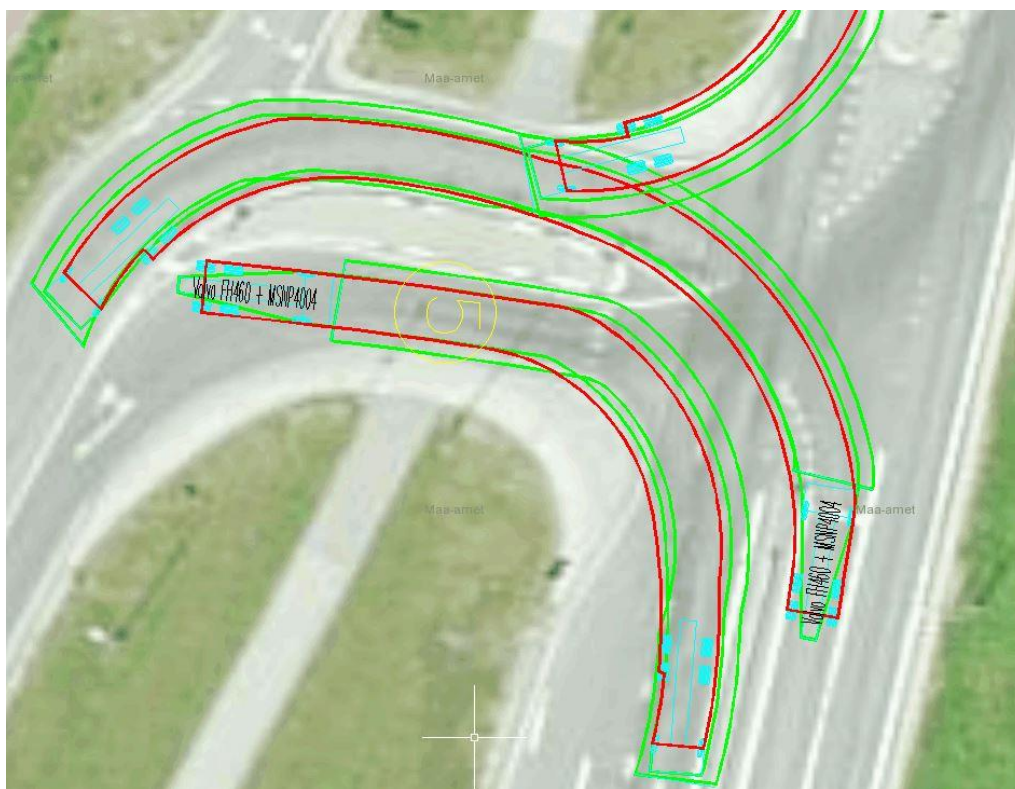


Joonis 4.6 Põhimaantee nr 8 ja 11 ristumine



Joonis 4.7 Tugimaantee nr 15 Luige liiklussõlm

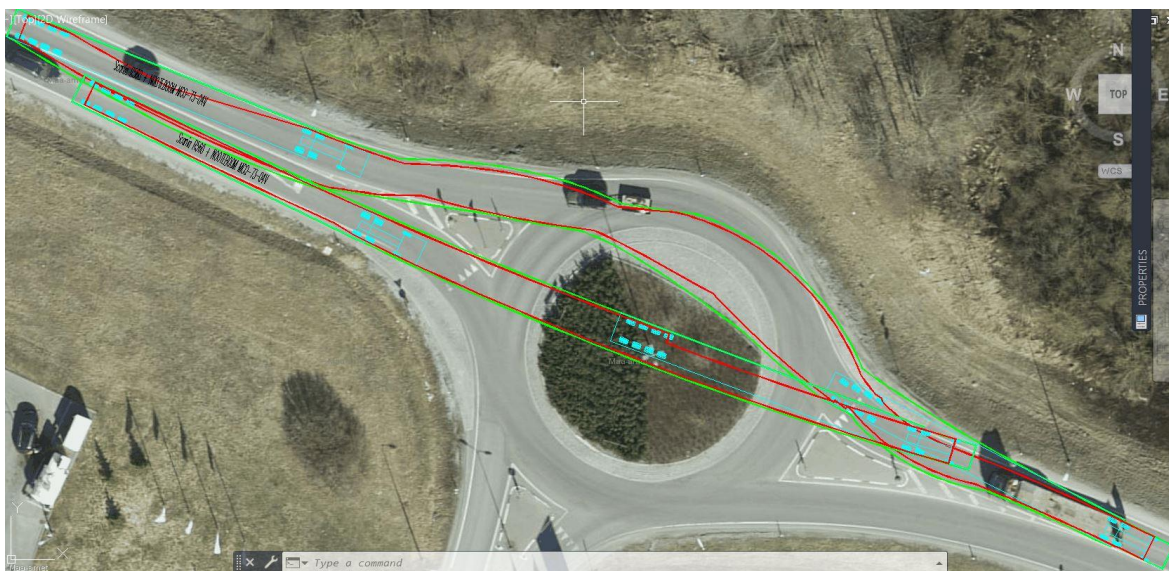
Ohutusaartega ristmike puhul on oluline jälgida ning kontrollida saarte paiknemist üksteise ning liikluskorraldusvahendite suhtes. Näitena on toodud põhimaantee nr 4 Tallinn-Pärnu-Ikla ja tugimaantee nr 29 Märjamaa-Koluvere ristmik. Ristmikualale jääb nii sõiduteepõrkepiire, ohutussaar kui ka kivi parketiga kindlustatud peenar võimaldamaks suurema pöörderaadiusega sõidukitele lisaruumi. Ristmiku kivi parketti asetseb aga teekattest kõrgemal, mis tekitab sarnaselt olukorra, kus maanteesahaga ristmiku hooldusest ei piisa ning tuleb kasutada täiendavat tehnikat. Antud ristmik on liiklusohutuse seisukohast viidud täisnurga alla ning hooldusmasinaga maanteelt nr 29 parempöoret (vt Joonis 4.8 pööre nr 5) maanteele nr 4 sooritades tuleb põrkepiirde vältimiseks sõita üle kivi parketi. Kivi parketi ning saatera kahjustamise vältimiseks tuleb tera tõsta ning kogu sõidurada jääb puhastamata.



Joonis 4.8 Põhimaantee nr 4 ristumine tugimaanteega nr 29

Eriveoste liikumisel on väljatoodud ringristmikud, mis asuva põhimaantee nr 8 Tallinn-Paldiski marsruudil Keila linnas. Antud teekond on põhiline ligipääs Paldiski kaubasadamale. Kirjeldatud ringristmikud on läbivaks teemaks taristuehituse valdkonnas olnud aastaid. Ringristmike lahendused ei sobi antud eriveoste trassile arvestades Paldiski kaubasadamasse toodavaid saadetisi. Ringteede kavandamisel on küll arvestatud ringi lõikamise vajadusega, kuid teekatte ning kivi parketi tasapindade

kõrguste vahe on koormav haagiste telgedele ning rehvidele. Seoses 2024 aasta kevadel Paldiski sadamast Tootsi tuulikuparki veetavate tuulikulabade ja muude tuuliku osade suurusi ning vedude keerukust oleks võimalik antud kohta parandada keskelt läbitavate ringristmike lahendusega. Tuulikulabade transportimiseks on olnud tarvis ehitada ringristmike sõidutee muldkeha laiemaks tagamaks veose läbitavuse. Pärast veoste teostamist muldkeha laiendused ilmselt eemaldatakse kuni järgmiste sellise suurusega veoste korraldamise vajaduseni.



Joonis 4.9 Keila ringristmik

Joonis 4.9 väljatoodud lahenduse korral saaks erivosega liikudes ringile läheneda pärisuunavööndist ja ringilt väljuda vastassuunavööndi kaudu ning pärast ohutussaarest möödumist ümber reastuda. Vältimaks muul ajal autojuhtide sattumist ringi keskelt läbitavale osale, tuleb paigaldada vahetult ligipääsu ette märk 681 „kurvisuund“, mis on võimalik eriveose läbimise ajaks eemaldada. Märki ankurdus peab võimaldama märki eemaldamist selliselt, et sinna ei jääks katte tasapinnast kõrgemale ulatuvaid elemente.



Joonis 4.10 Keila turboringristmik

4.2.2. Mahasõidud

Mahasõitude probleemi olemuse kirjelduseks on teostatud riigitee nr 20 Põdruse-Kunda-Pada rekonstrueerimise põhiprojekti lahenduse kontroll [28]. Käesolev projekt on üks kahest 2024 aasta Transpordiameti rekonstrueerimise objektist. Antud asukoha valik on tehtud seoses lõputöö käigus intervjuueeritud põllumajandusega tegeleva ettevõtja tegutsemisega antud piirkonnas.

Joonis 4.11 projekteeritud mahasõitu on vaja kasutada lõputöö autori poolt koostatud New Holland CX.9 kombainiga (vt Joonis 4.2). Käesolev mahasõit on projekteeritud vastavalt Transpordiameti tüüpmahasõidule tüüp I. Antud mahasõidu projekteerimisel pole lähtutud konkreetsest mahasõidu kasutusvajadusest. Projekteerimise faasis on küll inimesi teavitatud ning saadetud lahendused tutvumiseks, kuid antud olukordades puudub sageli inimestel pädevus projektlahendi kontrollimiseks. Mahasõidu projekteerimisel oleks pidanud arvestama tüüp II või tüüp III parameetritega, mis oleks lahendust tüüpse sõidukiga kontrollides välja tulnud. Tüüp III mahasõidu kasutamisel aitaks muutuv pöörderaadius mahasõid pinda efektiivsemalt kasutada. Lõputöö autorile teadaolevalt on antud mahasõitu lubatud tööde teostamise käigus korrigeerida.



Joonis 4.11 Põdruse-Kunda-Pada mahasõit

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli kaardistada suurte sõidukitega liiklemisel tekkivaid probleeme eri valdkondade näitel ning võrrelda neid kehtivate projekteenormide alusel kavandatud lahendustega. Eesmärgi saavutamiseks uuriti teeholdusmasinate, eriveoste ning põllumajandustehnikaga liikumise probleeme. Selleks kaasati läbi küsitluste ning intervjuude antud valdkondadega tegelevad inimesed.

Lõputöö esimeses osas toodi välja Eesti, Soome, Rootsi ning Norra teede projekteenormid ning standardid. Antud riikides kehtivate normide võrdluses tooks lõputöö autor esile Norra projekteenormide põhjalikkuse just eri liiki sõidukitega arvestamise osas. Samuti on Soomes kehtiva normi kohaselt kirjeldatud põllumajandustehnika ja eriveoste gabariidid, millega projekteenormide käigus arvestada erinevalt Eesti projekteenormist, kust arvutuslikud sõidukid puuduvad.

Teises osas kirjeldati suurte sõidukite probleemide olemust läbi teadaolevate kohtade näidetel. Teeholdusmasinatega seotud probleemide kirjeldamisel toodi välja kitsaskohti, mis esinevad tavapärase talihoolduse teostamise käigus. Hooldustöid on võimalik küll teostada tagamaks sellele kehtestatud nõudeid, kuid see tähendab tavapäraselt täiendava ühiku tehnika kaasamist. Eriveoseid puudutavas osas on välja toodud künnistega seotud probleemi olemus ning liiklusmärkide, ohutusaarte ja ringristmikuga seotud kitsaskohad. Eriveoste peamistele trassidele jäävate teelõikude projekteenormide tuleks arvestada liiklusmärkide eemaldamise vajadusega, viaduktidest möödumise kasutades rampe ning piirdekatekohti, kui olemasolev olukord ei võimalda vähemalt 7 m kõrgusgabariidi tagamist ja ringristmike planeerimise korral võimaldada ringi kesksaare läbimist. Lõputöös käsitletava põllumajandustehnika liiklemise peamiseks kitsaskohaks on mahasõidud ning nende suurused, mis ei võimalda ohutult suurte kombinide ja haakeseadmetega neid kasutada. Projekteenormide käigus tuleb lähtuda konkreetse põllumassiivi kasutusvajadustest ning läbi selle määrata mahasõidu parameetrid, kasutades selleks mudeldatud sõidukeid.

Lõputöö kolmanda osa käigus teostatud projektide analüüs tõi välja müratõkkeseinte planeerimisel ja ehitamisel tekkiva seose teehooldega. Nimelt soodustavad kavandatud müratõkkeseinte lahendused kevadiste lumesulamisega vee kandumist teekattepinna, mis tekitab liiklusohutuse olukordi. Lõputöö projektide analüüsis on välja toodud kolm lahendust müratõkkeseina paigaldamise kohta mille põhjal on lõputöö autor koostanud omapoolse tüüpistõike, mis hõlmab endast täiendavate restkaevude ning äärekivide paigaldamist müratõkkeseina ette, tagamaks sademe- ning lumesulamisvee tõhusamat äravoolu.

Lõputöö tulemusena koostas autor Vehicle Tracking tarkvara kasutades maantesaha, eriveose ning kombaini mudeli, millega on võimalik kontrollida projekteeritud ning olemasolevaid lahendusi veendumaks nende toimivuses. Samuti valmisid tüüpristlõiked ringristmiku ning müratõkkeseina kohta, milles on arvestatud eelnevates peatükkides väljatoodud probleemidega. Lõputöö autor on arvamusel, et uusi projektlahendusi koostades tuleks määratleda konkreetsemad projekteerimistingimused, mis arvestaks vajaduspõhiselt antud valdkondade muredega. Projektlahenduse elluviimiseks tuleks kaasata suuremal hulgal eri valdkondadega tegelevaid inimesi, kuna planeerimise käigus avastatud viga on lihtsam ning soodsam parandada kui olemasolevat asja ümber ehitada. Samuti näeb lõputöö autor sõidukite kataloogi loomise vajadust, mis oleks Transpordiameti juhendite koosseisus, võimaldamaks kontrollida lahendusi reaalse Eesti teedel liikuvate sõidukitega.

SUMMARY

The aim of the thesis was to map the problems of large vehicles in various sectors and compare them with the design solutions based on the current planning norms. In order to achieve the objective, the problems of road maintenance machinery, special transport vehicles and agricultural machinery were studied. This was achieved by involving people involved in these areas through surveys and interviews.

In the first part of the thesis, Estonian, Finnish, Swedish and Norwegian road design norms and standards were analysed. Comparing the standards of these countries, the author of the thesis would like to point out the comprehensiveness of the Norwegian design standards, especially with regard to the different types of vehicles. Also, the Finnish standard describes the types of agricultural machinery and special transport vehicles to be taken into account in the design process, unlike the Estonian standard, which does not include any calculated vehicles.

In the second part, the essence of the problems of large vehicles was described through examples of known locations. In describing the problems associated with road maintenance vehicles, the difficulties encountered in carrying out routine winter maintenance were pointed out. It is possible to carry out the maintenance work to ensure that the requirements are met, but this would normally require the use of additional equipment. The section concerning special transport vehicles sets out the essence of the problem of speed bumps and the concerns about road signs, safety islands and roundabouts. The design of road sections on the main routes of special transport vehicles should take into account the needs to remove road signs. Bypassing viaducts by using ramps and safety barrier cuts should be considered where the existing situation does not allow for a minimum 7 m height clearance and, in the case of roundabouts, the ability to pass through the centre of the roundabout. The main concern for the movement of agricultural machinery addressed in this thesis is the size of the approaches and their size, which does not allow safe use with large combines and coupling devices. The design must be based on the needs of a specific agricultural massif, and through this, the parameters of the approach ramps must be determined using simulated vehicles.

Analysis of the projects carried out in the third part of the thesis revealed the link between the design and construction of noise barriers and road maintenance. In particular, the proposed solutions for noise barriers increase the risk of water spreading onto the road surface during spring snow melt, which creates traffic hazards. The analysis of the projects has identified three solutions for the installation of noise barriers, on the basis of which the author of the thesis has drawn up its own design

proposal, which includes the installation of additional drainage wells and curbs at the locations of the noise barriers to ensure the drainage of rain and snowmelt water.

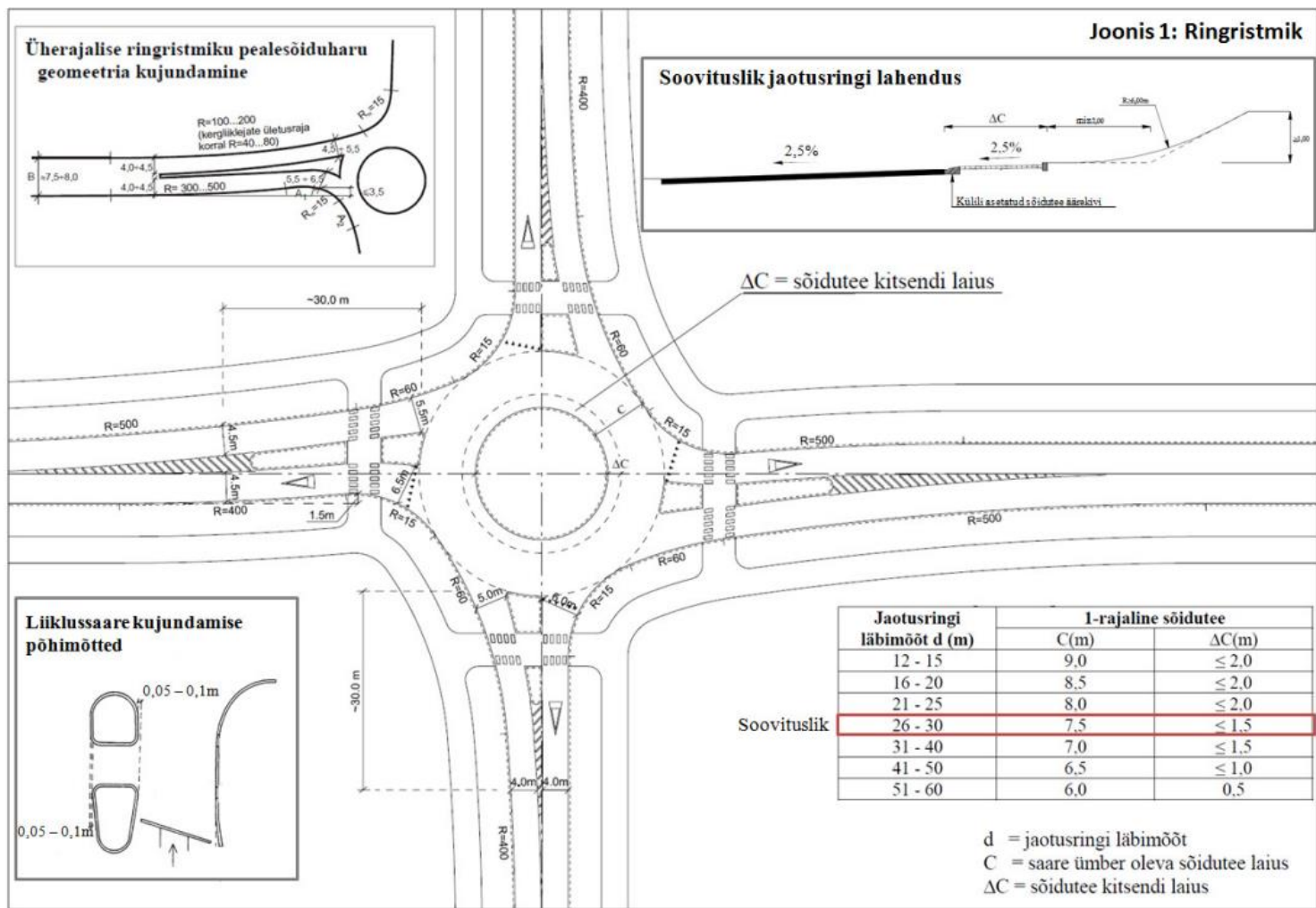
As a result of the thesis, the author created three vehicle models using Vehicle Tracking software, a snow plough, a large vehicle and a combine harvester, which can be used to check the designed and existing solutions to confirm their functionality. Standard cross-sections of the roundabout and the noise barrier wall were also created, taking into account of the problems identified in the previous chapters. The author of this thesis believes that more specific design requirements should be defined in the preparation of new design solutions, which take into consideration of these areas of concern on a case by case basis. A wider range of specialists should be involved in the implementation of the project solution, as it is easier and cheaper to correct a design flaw than to rebuild an existing one. The author of the thesis also sees the need to create a vehicle library, which would be a compendium of the Transport Administration's manuals, in order to test the solutions with real vehicles used on Estonian roads.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Transpordiamet, „Transpordiamet, Sõidukite statistika,“ aprill 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.transpordiamet.ee/soidukite-statistika>. [Kasutatud 2024].
- [2] Kliimaminister, „Riigi Teataja,“ 25 November 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/122112023009>. [Kasutatud jaanuar 2024].
- [3] Maanteeamet, „Kasutus- ja hooldusjuhendi koostamise põhimõtted,“ Majandus- ja taristuminister, Tallinn, 2015.
- [4] Kliimaministeerium, „Riigiteataja.ee,“ 17 November 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/akt/1221/1202/3009/KLM_m71_lisa1.pdf#. [Kasutatud 2024].
- [5] M. j. kommunikatsiooniministeerium, „Tee projekteerimise normid,“ 2015.
- [6] T. Tehnikaülikool, „Linnatänavad EVS 843:2016,“ Eesti standardikeskus, Tallinn, 2016.
- [7] V. Trafikledsverket, „Tien poikkileikkauksen suunnittelu,“ 2021.
- [8] Trafikverket, „Vägars och gators utforming,“ 2022.
- [9] Vegesvegen, „Vegvesen,“ October 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://files.motocross.io/trafikksiden/HB_N100_Veg_gateutforming_2021.pdf.
- [10] Transpordiamet, „Transpordiamet,“ 20 November 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://transpordiamet.ee/teehoole>. [Kasutatud veebruar 2024].
- [11] T. OÜ, „Kanama-Valingu ITS projekt,“ Tallinn, 2024.
- [12] M. E. OÜ, „Meiren,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.meiren.ee/lumesahad/>. [Kasutatud veebruar 2024].
- [13] M.- j. taristuminister, „Riigiteataja,“ December 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/101062022003>. [Kasutatud märts 2024].
- [14] M.- j. taristuminister, „Riigiteataja,“ August 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/akt/1010/6202/2003/Lisa_4.pdf#. [Kasutatud märts 2024].
- [15] Marko Jürimaa Transpordiamet, „Kirjavahetus,“ 2024.
- [16] M.- j. taristuminister, „Riigiteataja,“ August 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/akt/1010/6202/2003/Lisa_1.pdf#. [Kasutatud märts 2024].
- [17] Maanteeamet, „Transpordiamet,“ 2016. [Võrgumaterjal]. Available: <https://transpordiamet.ee/riigiteede-juhendid#liikluskorraldus>. [Kasutatud March 2024].
- [18] A. grupp, „Treilerveod,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://treilerveod.ee/>. [Kasutatud 2024].
- [19] M. Tubalkain, „Riigiteede liikluskorralduse juhend,“ Transpordiamet, 2023.
- [20] Transpordiamet, „Transpordiamet,“ 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.transpordiamet.ee/liiklussageduse-statistika>. [Kasutatud 2024].

- [21] PRIA, „PRIA,“ 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.pria.ee/infokeskus/statistika/pollud#hooldatud-pollumaa-ja-polluharijate-arv>. [Kasutatud märts 2024].
- [22] CLAAS, „Baltic Agro,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://balticagromachinery.ee/meie-kliendid/kliendilood/aarmiselt-mugav-toeokeskkond>. [Kasutatud märts 2024].
- [23] B. Agro, „Baltic Agro,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://balticagromachinery.ee/tehnika/pollumajandustehnika/lemken/kulvipinna-loomine/kultivaatorid/hubriidkultivaator-koralin>. [Kasutatud märts 2024].
- [24] Transpordiamet, „Riigiteede tehoiukava 2024-2027,“ Transpordiamet, 2024.
- [25] V. Laats, „Põhimaantee nr 4 (E67) Tallinn-Pärnu-Ikla km 133,4-143 Pärnu- Uulu lõik Seletuskiri,“ Skepast&Puhkim OÜ, 2021.
- [26] P. Škepast, „Riigitee 2 (E263) Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa km 87,5-108,1 Mäo-Imavere lõigu I klassi maantee eelprojekt Seletuskiri,“ Skepast&Puhkim OÜ, 2023.
- [27] V. Laats, „Põhimaantee nr 1 (E20) Tallinn-Narva km 162,5-172,5 Jõhvi-Toila teelõik Seletuskiri,“ Skepast&Puhkim OÜ, 2022.
- [28] R. OÜ, „Riigitee 20 Põdruse-Kunda-Pada km 16,91 - 28,35 teelõigu rekonstrueerimise põhiprojekt,“ 2023.

Lisa 1 Ringristmiku parameetrid



Lisa 1 Ringristmiku parameetrid [3]

Lisa 2 Küsimustikud

Teehoolde küsimustik:

1. Milliseid probleeme tekib mahasõitude hooldamisel?
2. Kas ristmike hooldamisel tekib vastassuuna kasutusvajadus masinate pöörderaadiuste tõttu?
3. Kas on ohutusaarte, liiklusmärkide ning valgustite paiknemine ristmikel tekitab hooldesõidukitele probleeme?
4. Milline mõju on ohutussaarte äärekividel?
5. Kuidas mahutakse sahkadega turboringide kivide vahele?
6. Kas tuleks välja töötada lahendus mis võimaldaks talviseks hooldeks kivid eemaldada?
7. Kas müratõkkeseinte paiknemine tee ääres toob kaasa täiendavat hooldemasinate vajadust?
8. Kuidas ja mis mahus teepiiret puhastada?
9. Kas tehakse lumesulamisvee kraavi juhtimiseks eraldi läbiviike vallidesse?
10. Millised on liiklussõlmede hooldamise suurimad mured?
11. Kuidas on võimaldatud liiklussõlmedes hooldusmasinate tagasipöörded?
12. Kas asulate piiridele ehitatud šikaanid põhjustavad hooldemasinatele probleeme?
13. Kas lumevallide kõrgust nähtavuskolmnurgas peetakse silmas?

Eriveoste küsimustik:

1. Kui suures mahus erivedusid teostate?
2. Milline on teie kogemus eriveoste valdkonnas?
3. Milliseid probleeme kujutavad endast künnised pikkade haagiste puhul?
4. Millised probleeme tekitavad liiklussaarte paiknemine ristmike läbimisel?
5. Kuidas mõjutavad alla lastud äärekivid ristmike läbimist võrrelduna tava äärekiviga?

6. Kuidas on arvestatud liiklusmärkide ja tänavavalgustuse paiknemist ristmikel?
7. Millised võimalused on portaalidest möödumiseks kõrge veosega?
8. Millised on ringteede läbimisel suurimad probleemid?
9. Kas keskelt läbitavad ringristmikud aitaksid lahendada ristmike läbimisel tekkivad probleemid?
10. Kuidas on tehnoпаркide ja muude suuremate tööstuste juurdepääs tagatud?
11. Kas kaubalaadimiseks ning maha panekuks on tagatud piisav ruum?
12. Kas puhkeaja ohutuks teostamiseks on piisav infrastruktuur loodud?

Põllumajandustehnika küsimustik:

1. Millise põllumajandustehnikaga on teil vaja avalikel teedel liikuda?
2. Mis vahemaid läbite tehnikaga ning kas kasutate vajadusel selleks ka lisa transporti?
3. Kas olete oma tehnikapargi valikul lähtunud liikumisega kaasnevaid piiranguid?
4. Millised on suurimad murekohad avalikel teedel liikumisel?
5. Kuidas mõjutavad liiklusmärkide ning valgustusmastide paiknemine tehnikaga liikumist?
6. Kas tänased põldudele viivad mahasõidud on piisavad tagamaks ligipääsu?
7. Kas projekteerimise käigus on tutvustatud uue lahenduse toimivust teie vajadustest lähtuvalt?