

EMS autorongide Eesti teedele lubamise liiklusohutusalane analüüs

Lõpparuanne

Tööde teostaja: Tallinna Tehnikakõrgkool

Tööde tellija: Transpordiamet

Töövõtuleping nr 3.2-4/24/2011-1

Tallinn 2025

Meeskond:

Rõõt Laigu – projektijuht

(https://www.etis.ee/CV/R%C3%B5%C3%B5t_Laigu/est/)

Janek Lupp – volitatud autoinsener, tase 8, MSc

(https://www.etis.ee/CV/Janek_Lupp/est/)

Sven Kreek – liiklusohutuse spetsialist, MA

(https://www.etis.ee/CV/Sven_Kreek/est/)

Ain Kendra (T-Konsult OÜ) – volitatud teedeinsener, tase 8, liiklusohutuse audiitor, MSc

(https://www.etis.ee/CV/Ain_Kendra/est/)

Kirke Williamson – liikuvusinsener, tase 7, MSc

(https://www.etis.ee/CV/Kirke_Williamson/est/)

Marju Viitmann – tehnik

Norman Laidvee – TalTech üliõpilane

Taavi Ilves – Tallinna Tehnikakõrgkooli üliõpilane

Suured tänud panustajatele, kaasamõtlejatele:

Transpordiameti töötajad

Tõnu Mägi – Tallinna Tehnikakõrgkool

Herkki Kitsing – Eesti Logistika ja Ekspedeerimise Assotsiatsiooni (ELEA)

Kersten Kattai – Autoettevõtete Liit (AEL)

Muuga sadam

OÜ NG Logistics

Norline OÜ

Alonewolf OÜ

Stonewolf OÜ

Autosert Kompetentsikeskus

Töö teostamise periood: 22.12.2024 - 15.05.2025

SISUKORD

SISUKORD	2
LÜHIÜLEVAADE	4
KOKKUVÕTE	6
KASUTATAVAD LÜHENDID JA MÕISTED	9
SISSEJUHATUS	11
1. ÜLDOLUKORRA KIRJELDUS	11
1.1. Varasemad uuringud Eestis	12
1.2. EMS autorongid	13
1.3. Potentsiaalsed kasutajad	13
2. TEHNILINE KIRJELDUS	14
2.1. EMS autorongi kirjeldus	14
2.2. Marsruutide ja teedevõrgu ülevaade	16
2.2.1. EMS autorongide liiklemiseks sobilikud marsruudid	16
2.2.2. TEN-T määrusega hõlmatav teedevõrk (EL tasemel kavandatud ulatus)	17
2.2.3. EMS autorongide liiklemiseks sobilikud teedevõrgu arengusuunad	19
3. LIIKLUSOHUTUSE ANALÜÜS	19
3.1. Liiklusohutuse üldised näitajad	19
3.2. Liiklusõnnetused	20
3.3. Ohutusriskide hindamine	26
3.4. Liikumisdünaamika hindamine	30
3.4.1. Katsete metoodika kirjeldus	30
3.4.2. Hoovõtudünaamika analüüsi tulemused	32
3.4.3. Pidurdusdünaamika analüüsi tulemused	35
3.4.4. Möödasõidudünaamika analüüsi tulemused	37
3.5. Manööverdusvõime hindamine	39
3.5.1. Manööverduskatsete metoodika kirjeldus	39
3.5.2. Manööverdusvõime analüüsi tulemused	41
3.6. Katsemarsruutide läbimise tulemused	48
3.7. Taristu geomeetria	58
3.8. Möödasõitude ohutuse analüüs	64
3.9. Kergliiklejate ohutuse aspektid (manööver)	68

4. SOOVITUSED LIIKLUSOHUTUSE TAGAMISEKS	73
4.1. Kiiruspiirangute ja liikluskorralduse ettepanekud	73
4.2. Juhtide koolitus	74
4.3. Kergliiklejate ohutuse tagamine EMS autorongide trassidel	74
4.4. Nõuded veeremile	75
4.5. Taristu parendamise soovitused	76
4.6. Soovitused seaduste, standardite ja juhendite täiustamiseks	77
4.7. Liiklusõnnetuste seire täiendamine	77
SUMMARY	79
VIITED	82
LISAD	86

LÜHIÜLEVAADE

Käesoleva uuringu eesmärk oli hinnata Euroopa moodulsüsteemile (EMS) vastavate autorongide kasutuselevõtu võimalikku mõju Eesti liiklusohutusele. EMS autorongid, mille maksimaalne pikkus on kuni 25,25 meetrit ja täismass kuni 60 tonni, vastavad direktiivile 96/53/EÜ. Täiendava eesmärgina töötati välja soovitusel nende ohutuks integreerimiseks Transpordiameti poolt määratud teekoridoridesse. Analüüs keskendus kahele põhi- ja viiele lisaküsimusele, mis käsitlesid EMS autorongide mõju liiklusohutusele, nende sobivust valitud marsruutidel, potentsiaalseid täiendavaid riske teistele liiklejatele, mõju liiklussurmade ja raskete vigastuste statistikale ning vajalikke leevendusmeetmeid ohutuse tagamiseks.

Uuringu raames viidi läbi kaks praktilist katsepäeva. Esimesed sõidukatsed viidi läbi 12. märtsil 2025 NG Logistics territooriumil, kus testiti autorongide manööverdusvõimet. Teised sõidukatsed toimusid 8. aprillil 2025 Jägala–Käravete teelõigul, keskendudes autorongide liikumisdünaamika hindamisele (hoovõtt, pidurdus, möödasõit). Mõlemal päeval viidi lisaks läbi ka katsesõidud avalikel maanteedel (12.03 trajektooriga Muuga sadam–Keila ringristmikud ja 08.04 trajektooriga Rae vald–Tartu–Rae vald). Katsed teostati viie erineva autorongiga: kolm EMS autorongi (kaks erinevat konfiguratsiooni) ja kaks 16,5 m autorongi.

Uuringu üheks keskseks komponendiks oli rahvusvahelise kogemuse analüüs, mille tulemusel selgus, et riigid nagu Soome ja Rootsi on juba aastakümneid edukalt rakendanud pikemate ja raskemate veokikoosseisude kasutust, ilma et see oleks negatiivselt mõjutanud liiklusohutust.

Lisaks viidi läbi põhjalik ohutusriskide hindamine, mille käigus analüüsiti taristu geomeetria vastavust EMS autorongide eripäradele, nende mõju möödasõiduohutusele ning kergliiklejate turvalisusele kui ka tehnilisi nõudeid. Hindamise käigus toodi esile kriitilised riskikohad ning pakuti välja vastavad riskide maandamise meetmed.

Katseandmete ja statistilise analüüsi tulemused viitavad sellele, et EMS autorongide kasutuselevõtt ei suurenda liiklusõnnetuste riski, eeldusel et rakendatakse sobivaid täiendavaid meetmeid. Nendeks on muu hulgas möödasõidutingimuste parendamine, kergliiklusteede eraldamine, täiendavate tehniliste nõuete rakendamine, veokijuhtide täiendkoolitus ning teekoridoride kohandamine EMS autorongide liikluseks.

Rahvusvahelised kogemused ja praktilised katsed kinnitavad, et pikemad ja raskemad veokikoosseisud võivad olla liiklussüsteemi osa ilma liiklusõnnetuste riski suurendamata.

Uuringu lõppjärelalusena esitati konkreetne soovituspakett, mis hõlmab liikluskorralduslikke lahendusi, taristu arendamist, tehniliste nõuete täpsustamist ning juhikoolituse täiustamist, pakkudes tugeva aluse EMS autorongide ohutuks ja tõhusaks integreerimiseks Eesti teedevõrgule.

KOKKUVÕTE

Uuringu eesmärk on hinnata Euroopa Moodulsüsteemi (EMS) autorongide kasutamise mõju Eesti liiklusohutusele ning pakkuda soovitusi nende ohutuks integreerimiseks Eesti teedevõrku. Uuringus püstitati järgmised uurimisküsimused ja anti neile vastused:

1. **Kas EMS-ide lubamine Eesti teedele oleks liiklusohutuse seisukohalt ohutu?** (peatükk 3)
 - EMS autorongide kasutamine ei suurenda analüüsitud lähteandmete põhjal üldist liiklusõnnetuste tõenäosust (ptk 3.1).
 - Liiklusohutuse taset EMS autorongide kasutamisel on võimalik hoida sarnasel tasemel olemasolevaga, kui rakendatakse täiendavaid ohutusmeetmeid (ptk 1.2 ja 3.3).
 - Pikemate ja raskemate autorongidega seotud õnnetuste andmeid on vaja hakata koguma ja analüüsima, kuna täna neid andmeid ei eristata (ptk 3.1).
2. **Kas Transpordiameti soovitud marsruutidel oleks EMS-idega ohutu liigelda?** (peatükk 2)
 - Jah, soovitatud marsruudid sobivad EMS autorongidele (ptk 2.2.1 ja 3.6).
 - Mõned ristmikud, näiteks Kroodi ringristmik, vajavad pöördelaienduste välja ehitamist (ptk 3.7).
3. **Kas EMS-id põhjustavad täiendavat ohtu teistele liiklejatele?** (peatükk 3)
 - EMS autorongide kasutamine ei põhjusta olulist täiendavat ohtu teistele liiklejatele. Samas on vaja juhtide täiendavat koolitamist, liikluskorralduse täiendusi ja täiendavate tehnonõuete rakendamist (ptk 3.2, 3.3 ja 3.8).
 - Olulisem ohutusrisk EMS autorongide kasutamisel on möödasõit. Möödasõit EMS autorongist võrreldes 16,5 m autorongiga vajab pikemat möödasõidunähtavust (näiteks 90 km/h alas vajalik möödasõidunähtavus pikeneb vähemalt 100 m) (ptk.3.4.4 ja 3.8).
4. **Kas ja kui palju vähendavad EMS autorongid liikluses hukkunute või raskelt vigastatute arvu?** (peatükk 3)
 - Objektiivsed statistilised näitajad puuduvad, seetõttu tugineb uuring eksperthinnangule. Uuringu teostajate hinnangul see näit ei muutu, kui rakendatakse täiendavaid meetmeid (ptk 3.1 ja 3.2).
 - N3 kategooria sõidukite osalusel toimunud liiklusõnnetused on valdavalt seotud teiste sõidukijuhtide väärkäitumisega (ptk 3.2).
 - Mida suurem on raskeliikluse osakaal, seda suurem on risk raskemate tagajärgedega liiklusõnnetusteks (ptk 3.2)

5. Milliseid leevendavaid lisameetmeid tuleks rakendada maksimaalse ohutuse saavutamiseks? (peatükk 4)

Siinkohal on välja toodud olulisemad:

- EMS autorongi tunnusemärgi kasutamise kohustus (ptk 4.4).
- Mustrisügavuse nõude suurendamine rehvidele juhitud ja veotelgedel talvetingimustel (ptk 4.4).
- Kõikide liiklejate teavitamine EMS autorongidega seonduvatest täiendavatest riskidest (ptk 3.8 ja 3.9)
- Taristu kohandamine EMS autorongide manööverdamiseks sobivaks (ptk 4.5).
- CE-ametikoolituse täiendamine (ajutiselt EMS autorongide juhtide täiendkoolitus) (ptk 4.2).

Muuhulgas käsitleti ka järgmisi täiendavaid küsimusi:

a. Kas ohutuse aspektist lähtuvalt peaks EMS sõidukitele 1+1 ja 2+1 ristprofiiliga teedel kehtestama üldisest suurimast lubatud kiirusest (90 km/h) madalama piirkiiruse (80 km/h)? (ptk 4.1)

- EMS autorongide jaoks ei ole eraldi kiiruspiirangu kehtestamine mõistlik. Üldise liiklusohutuse taseme parandamiseks on soovitatav üldkehtiva piirkiiruse langetamine 80 km/h tasemele. Sellisel juhul on soovitatav 2+1 ja 2+2 ristlõikega teedel suurendada piirkiirust kuni 3,5tonnise täismassiga sõidukitele.

b. Kui 2+1 ristprofiiliga teedel kehtestada EMS sõidukitele madalam piirkiirus (80 km/h), siis kas ja milliseid muudatusi on vaja teha talihoolduses, eelkõige teise sõiduraja hoolduses või libedusetõrjes? (ptk 3.7)

- Talihoolduses tänast hooldustaset ei ole soovitatav langetada.

c. Kas ohutuse aspektist lähtuvalt võiks EMS sõidukitele kehtestada möödasõidukeelu 2+1 ja 1+1 ristprofiiliga teedel? (ptk 3.4)

- Üldise möödasõidukeelu rakendamine EMS autorongidele ei ole otstarbekas. Vajadusel tuleks kasutada muutuva teabega liiklusmärke või veoautode möödasõidu keelumärke, mille kaudu rakendada piiranguid raskesõidukitele tiptundidel ja keelates seal ka kergliiklejate liiklemine, kui ei ole võimalik tagada 1,5-meetrine külgsuhe nõue.

d. Kas teega piirnevad jalgratta- ja jalgteed peaksid olema eraldatud pörkepiiretega või teest eemale viidud, et sõiduteel manöövrit tegeva veoki moodulid ei seaks ohtu nõrgemaid liiklejaid? (ptk 3.9)

- Vältida pörkepiiretega eraldamata jalgrattaradu EMS trassidel, eriti asulalõikudel, kus liiklejad võivad olla veokite manöövritest ohustatud. Uuringu teostamise ajal EMS trassidel asulavälistel lõikudel jalgrattarajad puuduvad. Üldine risk on

tegelikult suurem, kuna jalgratturid sõidavad samal ajal sõiduteel koos teiste sõidukitega. Ohutu külgvahe 1,5 meetrit ilma möödasõitu sooritamata on võimalik ainult 2+2 ja 2+1 teedel.

- TEN-T teedevõrgustik teedel, mis läbivad asulaid ning kus puuduvad eraldi kergliiklusteed, tuleb välistada jalgratturite liiklemine kohas, kus pole neile tagatud 1,5 meetrine külgvahe teiste sõidukitega.
- Eraldatud kergliiklusrajad või teest eemale viidud kergliiklusteed aitavad oluliselt suurendada liiklusohutust.
- Kui liiklusagedus on 3000 sõidukit ööpäevas ja raskeliikluse sagedus on üle 250 sõiduki ööpäevas tuleks jalgratturite liiklemine antud lõikudel keelata.

KASUTATAVAD LÜHENDID JA MÕISTED

Autorong - vedukist ja haagisest/ haagistest koostatud liigendsõiduk

AEBS - advanced emergency braking system - automaatne hädapidurdussüsteem

Direktiiv 96/53/EÜ - Euroopa Nõukogu direktiiv nr 96/53/EÜ, 25. juuli 1996, millega kehtestatakse teatavatele ühenduses liikuvatele maantee sõidukitele siseriiklikus ja rahvusvahelises liikluses lubatud maksimaalmõõtmed ning rahvusvahelises liikluses lubatud täismass

EMS - European Modular System - Euroopa Moodulsüsteem, sõidukite moodulkontseptsioon

EMS koridor - EMS sõidukitele sobilike parameetritega liikumistee

EMS moodul - nõuetele vastav sõiduk EMS sõiduki koosseisus

EMS autorong - Euroopa Moodulsüsteemi reeglitele vastav sõidukite kombinatsioon

EMS1 - täispikkus kuni 25,25 m, täismass kuni 60 tonni

EMS2 - täispikkus kuni 34,5 m, täismass kuni 76 tonni (antud töös ei käsitleta)

Poolhaagis - haagis, mis on mõeldud haakimiseks sadulvedukiga või eelikuga ja mis kannab sadulvedukile või eelikule üle olulist vertikaalkoormust

Eelik - iseseisev ratastega seade, millel võib olla haakeseadet poolhaagise haakimiseks

Täishaagis - haagis, millel on vähemalt kaks telge ja millest üks telg on juhitud ja:

- a) mille haakeseadet saab vertikaalsuunas liikuda ja
- b) mis vedukile kannab üle mitteolulist staatilist vertikaalkoormust (alla 100 kg).

Kesktergelhaagis - haagis, mille tiisel on jäigalt kinnitatud haagisele või, mille teljed (telg või telik) paiknevad ühtlaselt koormatud haagise raskuskeskme lähedal nii, et vedukile kantakse üle ainult väike staatiline vertikaalkoormus, mis ei ületa 10% haagise täismassist või 1000 kg, külge

Teljekoormus - osa sõiduki massist, mis telje kaudu koormab teed

TEN-T - üleeuroopaline transpordivõrk

Täismass - valmistaja määratud juhi, sõitjate ja veosega täisvarustuses sõiduki suurim mass

Tühimass - valmistaja määratud sõitjate ja veoseta täisvarustuses sõiduki mass

High capacity vehicle (HCV) - suure mahutavusega sõiduk, mis on raskem ja/või pikem kui sõiduk, millega on praegu lubatud üldises teedevõrgus liigelda ilma eriloata

Longer heavier vehicle (LHV) - pikem ja raskem sõiduk

Kergliikleja - jalakäija, jalgrattur, kergliikuri, pisimopeedi, ratsa liiklemise kasutaja (EVS 843:2016 definitsioonist)

VMS – Variable Message Sign – muutuva teabega märk

SISSEJUHATUS

Transpordi ja liikuvuse arengukava 2021–2035 üheks põhieesmärgiks on suurendada transpordisüsteemi konkurentsivõimet, arendades seda säästvalt, nutikalt ja kulutõhusalt, vähendades samal ajal keskkonnajalajälge ning parandades liiklusohutust. [1] Kasvav nõudlus efektiivsema ja konkurentsivõimelisema kaubaveo järele ning Euroopa moodulsüsteemi (EMS) autorongide potentsiaal sellele vajadusele vastata toovad esile vajaduse kaaluda suurema mahutavusega veokite lubamist Eesti teedele.

ELEA sihtkohtade kaardistamise analüüs 2021 aastast koostöös Transpordiametiga viitab vajadusele suurema veovõimega sõidukite järele, mis suudaksid tõhusamalt teenindada peamisi logistikakeskusi, sadamaid ja piiripunkte. [2] EMS võimaldab kehtivatele regulatsioonidele vastavate moodulite kombineerimise kaudu luua pikemaid ja raskemaid autoronge, mis potentsiaalselt parandavad transpordi efektiivsust. [3] Riigid nagu Rootsi ja Soome, kus pikemad ja raskemad autorongid on olnud kasutusel juba 1995. aastast [4], pakuvad väärtuslikke kogemusi ja võrdlusemomente. EMS autorongide kasutuselevõtt Eestis on loogiline samm edasi seniste arengute suunas, aidates kaasa kasvuhuonegaaside heitmete vähendamisele, autokaubaveo tõhususe ja hinnakonkurentsi parandamisele ning osaliselt ka kutseliste autojuhtide puuduse leevendamisele. Mitmed Euroopa Liidu liikmesriigid omavad kogemust EMS autorongidega, mis näitab, et selliste süsteemide järele on olemas tunnustatud vajadus. Samas nõuab see lahendus Eesti olusid arvestavat liiklusohutuse analüüsi, et tagada kõigi liiklejate turvalisus.

Käesoleva uuringu eesmärk on pakkuda Transpordiametile (TRAM) usaldusväärset teavet ekspertide poolt läbiviidud praktiliste katsete põhjal, keskendudes EMS autorongide mõjule liiklusohutusele. Uuringus vastatakse konkreetsetele küsimustele EMS autorongide ohutuse kohta määratud marsruutidel, nende potentsiaalse täiendava riski kohta liikluses ning eeldatava mõju kohta liiklusõnnetuste, sealhulgas hukkunute ja raskelt vigastatute statistilistele näitajatele. Samuti esitatakse uuringus soovituslikud lisameetmed, mille rakendamine võimaldaks tagada nii EMS autorongide kui ka kogu raskeliikluse maksimaalselt ohutu kasutamise valitud teekoridorides.

1. ÜLDOLUKORRA KIRJELDUS

Euroopas kehtivad erinevates riikides erinevad regulatsioonid seoses autorongide maksimaalse pikkuse ja massi suhtes. Üldraamistik on toodud direktiivis 96/53 ja reeglina liikmesriigid ei ole karmistanud nõudeid direktiivi suhtes. Need piirangud on kujundatud vastavalt kohalikele liiklusohutuse nõuetele, taristu võimekusele ning transpordipoliitika

suundadele. Euroopa riigid erinevad oluliselt lubatud veokite mõõtmete osas [Tabel 1]. Eriti Põhjamaades on lubatud kasutada märkimisväärselt pikemaid ja raskemaid veokikoosseise kui Kesk-Euroopa riikides, mis mõjutab otseselt logistilisi valikuid ja transpordi efektiivsust.

Tabel 1. Ülevaade suuremahulise transpordi piirangutest erinevates riikides. [Koostatud erinevate andmeallikate põhjal, 2025]

Riik	Max pikkus (m)	Max mass (t)
Eesti	18,75	44
Soome	34,5	76
Rootsi	34,5	74
Läti	25,25	60
Norra	25,25	60
Taani	25,25	60
Holland	25,25	60
Saksamaa	25,25	40/44

1.1. Varasemad uuringud Eestis

Alates 2010. aastast on Eestis läbi viidud mitmeid uurimistöid ja kõrgkooli lõputöid, mis on seotud suure mahutavusega autorongide kasutusvõimalustega Eestis, keskendudes tehnilistele, majanduslikele, keskkonna- ja liiklusohutuslastele aspektidele. [Tabel 2]

Tabel 2. Eestis läbi viidud uuringud ja lõputööd

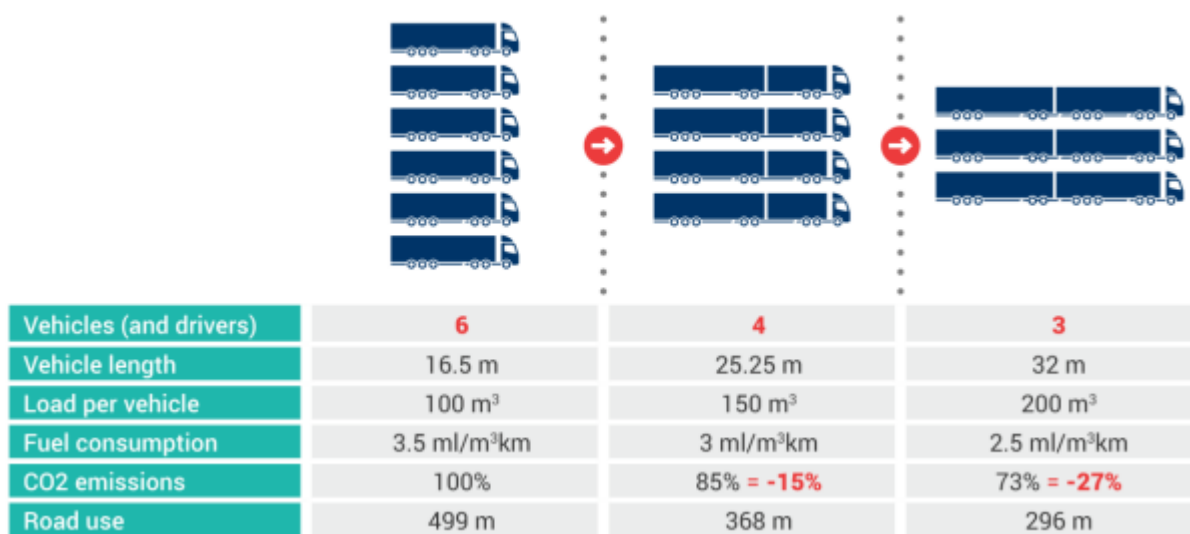
Valmimise aasta	Uuringu/lõputöö pealkiri
2010	Ülekaaluliste (52 t) veoste võimalike marsruutide kaardistamine riigimaanteedel (Link uuringule)
2010	Puidutranspordi makromajanduslik uuring (Link uuringule)
2011	Riigimaanteed ja sildade tugevdamise maksumuse hindamine tulenevalt 52 t veoste aastaringse liikumise võimalusest (Link uuringule)
2018	Sõidukite masside ja teljekoormuste seire (Link uuringule - käsitleb ka EMS autoronge)
2020	Raskeveokite mõju sildadele. Nende koormuste valideerimine reaalsel koormustel ning mõju analüüs (Link uuringule)
2020	Muutused pikkade ja raskete autorongide tee lubamisel (Link lõputööle)
2020	Ülipikkade autorongide kasutamise võimalikkus Eestis (Link lõputööle)

2020	Pikkade autorongide tehnilised tingimused Eestis (Link lõputööle)
2021	25,25 meetrise autorongi tasuvus ja sobivus Eestis (Link lõputööle)
2022	Suure mahutavusega autorongide kasutusvõimalused Eestis (Link lõputööle)
2022	Autorongide pidurite kontroll (EMS) (Link lõputööle)
2024	Raskemate ja pikemate veoste mõju arvutamine riigiteede taristule (Uuringu aruanne üle antud Transpordiametile 23.02.2024)

1.2. EMS autorongid

EMS autorongide kasutuselevõttuga sama kaubaveomahu korral kaasneb liiklussageduse vähenemine. Joonis 1 toob välja, et kaks EMS1 autorongi asendab kolme tavapärast 16,5 meetrist autorongi. Tulevikus EMS2/DUO autorongide kasutamisel on võimalik kolme EMS2 autorongiga asendada kuut 16,5 meetrist autorongi.

TRANSPORTATION OF 600 M³ OF VOLUME LIMITED GOODS WITH THE SAME DENSITY (150KG/M³)



Joonis 1. Tavalise poolhaagise, EMS1 autorongi ja EMS2 autorongi võrdlused [5]

1.3. Potentsiaalsed kasutajad

2020. aastal viis ELEA läbi küsitluse pealkirjaga „Ülipikkade 25,25 m ja täismassiga 60 t autorongide lubamine Eesti teedele“, mille eesmärk oli hinnata ettevõtete hoiakuid ja tulevikutendentse seoses EMS autorongide kasutuselevõttuga. Küsitlusele vastas kokku 38 ettevõtet, kellest 68% leidsid, et EMS autorongid peaksid olema lubatud Eesti teedele.

Lisaks teatas 52% vastanutest, et nad plaanivad selliseid autoronge ka tegelikkuses kasutusele võtta. Peamisteks kaubagruppideks, mida plaanitakse EMS-autorongidega vedada, nimetati tavakaupu alustel, raskeid kaupu alustel, mahukaupu, ehitusmaterjale ning ümarmetsamaterjale. [6]

2025. aastal korraldati täiendav küsitlus, milles osales 8 ettevõtet. Kõik vastanud olid seisukohal, et EMS autorongide kasutamine peaks olema Eestis lubatud. Selles küsitluses toodi peamiste veetavate kaubagrupidena esile mahukaubad, tavakaubad alustel, toidukaubad, lennukaubad (liiklus Helsingi, Tallinna ja Riia lennujaamade vahel) ning treilerveod. [7]

Kokkuvõttes võib järeldada, et EMS autorongide kasutuselevõtt on Eesti ettevõtete hulgas pigem soovitud ning nende kasutamist nähakse sobivana mitmesuguste kaubagruppide veol.

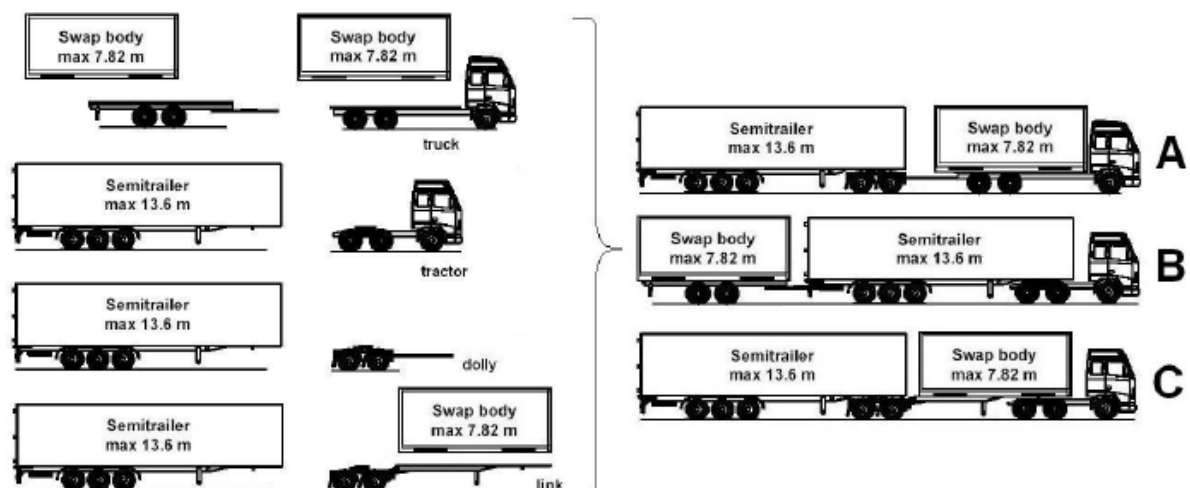
2. TEHNILINE KIRJELDUS

2.1. EMS autorongi kirjeldus

Euroopa modulaarne süsteem (EMS) võimaldab koostada pikemaid ja raskemaid autoronge, ühendades standardseid sõidukimooduleid viisil, mis suurendab transporditõhusust ning vähendab keskkonnamõju. EMS autorongide lubatud maksimaalsed mõõtmed võivad ulatuda kuni 25,25 meetrini ja täismass kuni 60 tonnini, sõltuvalt riigi regulatsioonidest ja liikluse eritingimustest.

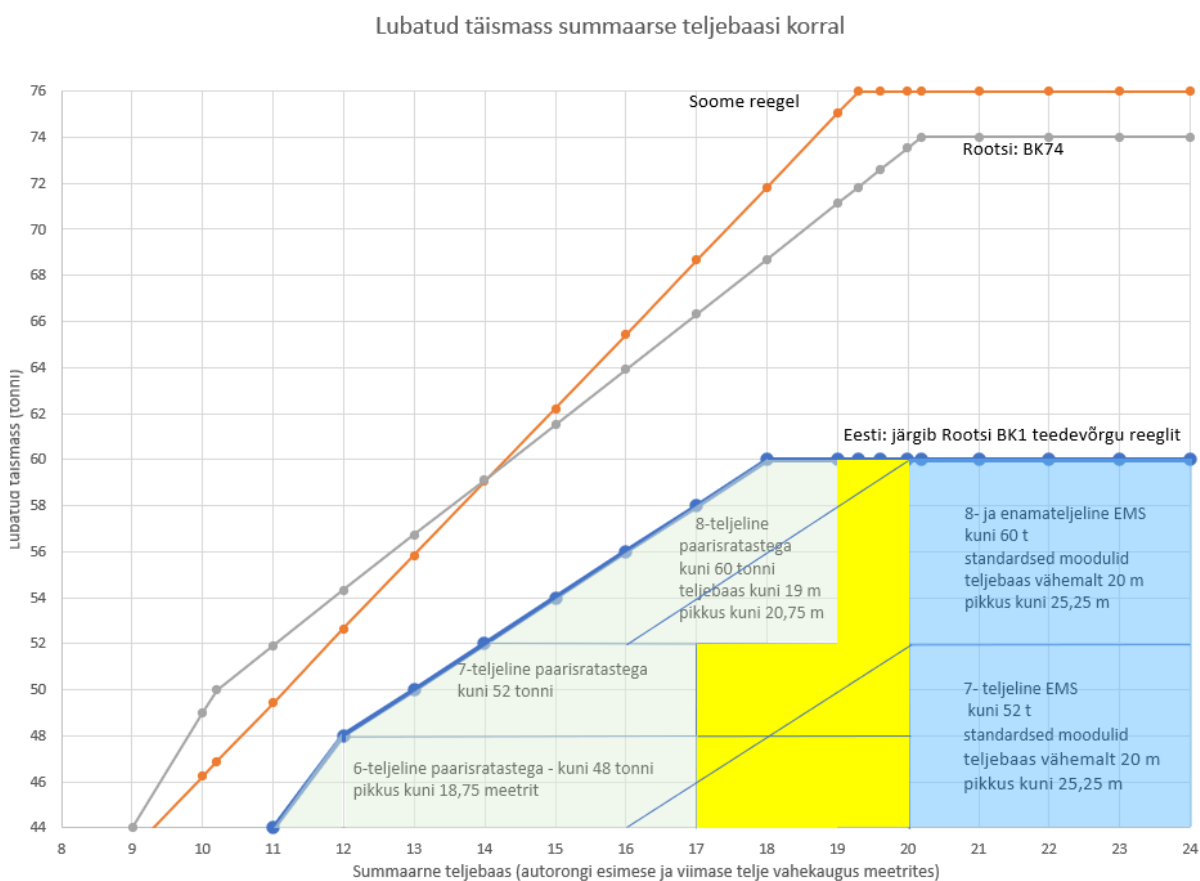
Euroopas enimkasutatavad EMS kombinatsioonid on: [Joonis 2]

- 1) Kombinatsioon A (EMS1.1), mis koosneb veokist (truck), sadulhaakeseadmega eelikust (dolly) ning poolhaagisest (semitrailer);
- 2) Kombinatsioon B (EMS1.2), mis koosneb sadulveokist (tractor), poolhaagisest, millega on ühendatud täis- või kesktelghaagis;
- 3) Kombinatsioon C ehk B-link (EMS1.3), mis koosneb sadulveokist ning sadulhaakeseadmega varustatud poolhaagisest (mis võib-olla ka pikisuunas hüdrauliliselt pikendatava raamiga) (B-link), millega on ühendatud täiendav poolhaagis.



Joonis 2. Europas enimkasutatavad EMS kombinatsioonid [4]

EMS autorongina võib kasutada ka muu kombinatsiooniga autoronge, mille puhul tuleb järgida sobivat telgede arvu ja teljebaasi pikkust. [Joonis 3]



Joonis 3. Teljebaasi reegel - täismassi seos summaarse teljebaasiga [8]

2.2. Marsruutide ja teedevõrgu ülevaade

EMS autorongide kasutuselevõtt Eesti teedel eeldab nii teedevõrgu sobivuse hindamist kui ka liiklusohutuslike aspektide analüüsi.

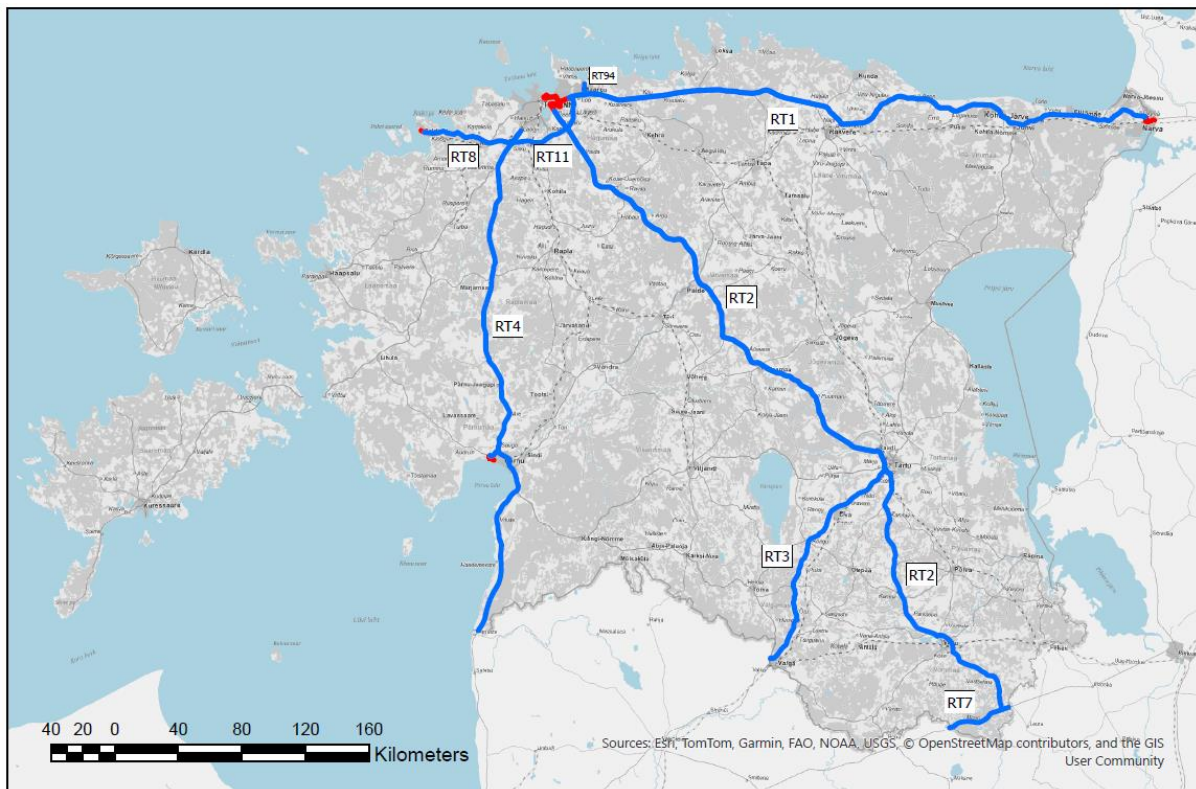
Eesti riigiteede sobivust on hinnatud T-Konsult OÜ uurimustöös (Raskemate ja pikemate veoste mõju arvutamine riigiteede taristule, töö edastati Transpordiametile 23.02.2024). Selles töös hinnati katendite ja sildade kandevõimet ning vastavust erinevatele koormustele.

2.2.1. EMS autorongide liiklemiseks sobilikud marsruudid

Transpordiameti hinnangul on EMS autorongide liiklemiseks sobilikud järgmised riigiteede lõigud: [Joonis 4]

- Tee nr 1 (E20): Tallinna–Narva, km 9,41–209,273 ja Sillamäe sadama tee lõik ning vahetult enne piiriületust 212,658–212,743
- Tee nr 2 (E263): Tallinna–Võru–Luhamaa, km 5,7–282,432
- Tee nr 3 (E264): Jõhvi–Tartu–Valga, Tartu–Valga lõik km 137,709–219,633
- Tee nr 4 (E67): Tallinna–Pärnu–Ikla, km 13,031–191,93
- Tee nr 7 (E77): Riia–Pihkva, km 195,565–216,919
- Tee nr 8: Tallinna–Keila–Paldiski, (E265) Keila-Paldiski lõik km 25,105–47,119
- Tee nr 11 (E265): Tallinna ringtee, km 0,000–38,138
- Tee nr 94: Muuga sadama tee, km 0,000–4,022
- Tee nr 11174 (E265): Paldiski–Padise, km 0,000–1,021
- Tee nr 11180 (E265): Paldiski lõunasadama tee, km 0,000–0,732

Teedelõigud on valitud Tellija poolt lähtuvalt olemasolevatest terminalidest, sadamatest ja suurema liikluskoormusega logistikakoridoridest.



Joonis 4. EMS autorongidele sobilikud liikumiskoridorid [Autor: Norman Laidvee, Aluskaart: Maa ja Ruumiameti hallkaart]

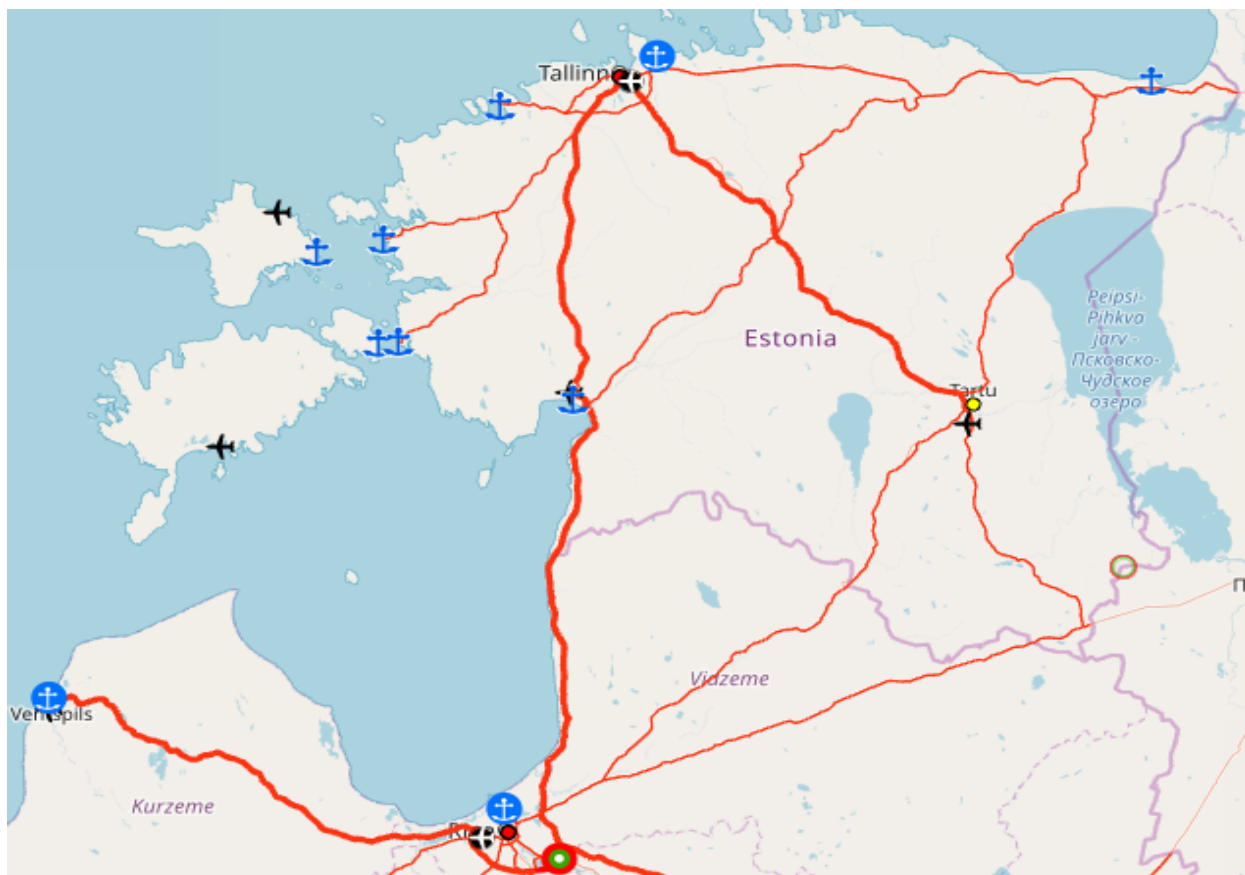
2.2.2. TEN-T määrusega hõlmata teedevõrk (EL tasemel kavandatud ulatus)

Euroopa Liidu TEN-T (Trans-European Transport Network) EU määrus 2024/1679 [9] käsitleb liikuvuse ja logistikavõrgu arendamist kogu Euroopas.

Eestis hõlmab TEN-T maanteevõrk eelpool mainitud põhimagistraale (vt. pt. 2.2.1.), millele lisanduvad järgmised teelõigud:

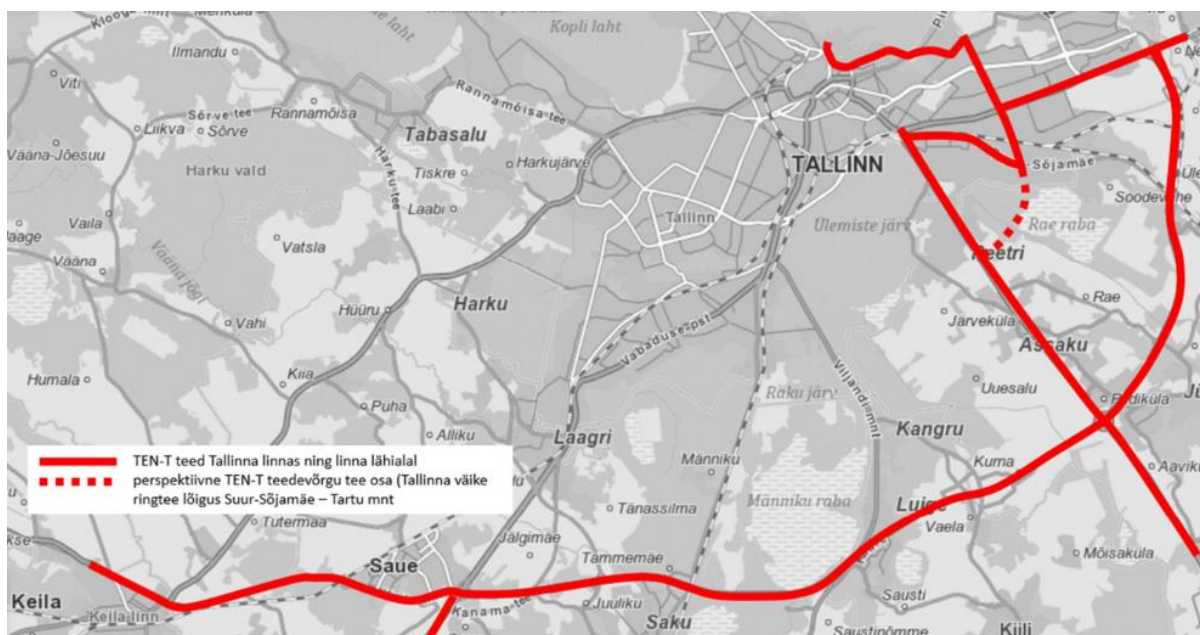
- Tee nr 3 (E264) Jõhvi-Tartu-Valga, Jõhvi-Tartu lõik
- Tee nr 5 Pärnu-Rakvere-Sõmeru
- Tee nr 8 Tallinn-Paldiski, Tallinn Keila lõik
- Tee nr 9 Ääsmäe-Haapsalu-Rohuküla
- Tee nr 10 Risti-Virtsu-Kuivastu

TEN-T magistraalid jagunevad põhi- ja tugivõrguks. Erinevate võrgugruppidel on erinevad tähtsused (2030...2050) nõuetega vastavusse viimiseks. [Joonis 5]



Joonis 5. TEN-T teedevõrgustik [10]

Tallinna linn on esitanud muudatusettepanekud TEN-T teede marsruutide osas, mis arvestaksid planeeritava Tallinna väikeringtee trajektooriga. Ettepanek muudab oluliselt TEN-T võrgu kulgemist linnas ja võtaks TEN-T võrgust välja Tallinn-Paldiski maantee Tallinn-Keila lõigu. [Joonis 6]



Joonis 6. TEN-T teedevõrk Tallinna linnas ning linna lähialal. [11]

2.2.3. EMS autorongide liiklemiseks sobilikud teedevõrgu arengusuunad

T-Konsult OÜ uuringu „Raskemate ja pikemate veoste mõju arvutamine riigiteede taristule“ kohaselt on suurem osa põhimaanteed juba piisava kandevõimega või vajavad mõõdukaid investeeringuid (ülekatteid, asfaltkatte tugevdamist). Tugimaanteede seisukord on ebaühtlasem ning nõuab suuremahulisi investeeringuid enne EMS autorongide liiklemise lubamist. Arvestades, et siseriikliku regulatsiooniga on võimalik kehtestada erinevaid nõudeid, on uuringus tehtud ettepanek lubada kuni 60-tonnised autorongid kõigile avalikele teedele tingimusel, et mittepööravatel telgedel on paarisrattad.

3. LIIKLUSOHUTUSE ANALÜÜS

3.1. Liiklusohutuse üldised näitajad

Liiklusohutuse hindamisel on oluline kasutada riski arvestavaid mõõdikuid. Standardne mõõdik on **juhtumite (õnnetused, hukkumised, vigastused) arv miljoni sõidukilomeetri kohta**. See näitaja võimaldab võrrelda ohutustaset, võttes arvesse läbitud vahemaad ehk kokkupuudet riskiga.

Transpordiameti avaandmete alusel arvatuna on Eesti riigiteedel keskmiselt viimase 10 aastaga 0,0074 hukkunut ja 0,306 vigastatut miljoni sõidukilomeetri kohta, kuid raskesõidukitega (sõiduk, mille täismass on üle 3,5 tonni) seotud juhtumites vastavalt 0,0234 ja 0,241 miljoni raskesõiduki läbitud kilomeetri kohta ehk hukkunute arv on suurem, kuid vigastatute arv väiksem.

Soomes on hukkunute määr 0,0047 miljoni sõidukilomeetri kohta.[12] Vigastatute arvud ei ole võrreldavad, kuna Eesti liiklusõnnetuste statistikas ei eristata raskelt vigastatut kergemast. Üldine liiklusohutuse tase riigis on seotud kõikide liiklejagruppide liikluskäitumisega. EMS autorongide kasutamist ei saa lugeda seejuures võtmefaktoriks riigi liiklusohutuse taseme hindamisel.

Transpordiameti andmetel toimus perioodil 2022-2024 Eestis N3 kategooria veoautode osalusel 31 hukkunutega liiklusõnnetust, milles hukkus kokku 35 inimest. Põhjuseid oli väga erinevaid, kuid analüüsidest õnnetuste kirjeldusi võib üsna kindlalt väita, et peaaegu kõik õnnetused olid seotud liiklejate hooletu käitumise ja/või valede otsuste tagajärgedega.

Liiklusohutuses üks enamlevinud näitaja on liikluses hukkunute arv miljoni elaniku kohta, mis Eestis oli 2024. aastal 50¹ (Soomes 31²), kuid seda on raske teedele taandada, mida kasutavad EMS autorongid.

Konkreetseid statistilisi näitajaid EMS autorongide mõjust liiklusohutusele Euroopas käesolev uuring ei tuvastanud, kuid üldised trendid on välja toodud. [13], [14], [15]

Uuringud on hinnanud positiivset mõju liiklusohutusele üleminekul 25,25 m autorongi pikkuselt 34,5 m pikkusele. [16]

Liiklusohutuse taseme halvenemist pole käsitletud lähteuuringutes täheldatud. [Lisa 1]

Samas peab tõdema, et EMS autorongide lubamisega teede veoautode üldine arv väheneb, juhul kui kaubavoo üldine maht jääb eelduslikult samaks [5], [14]

Kuna ainult EMS autorongidega toimunud liiklusõnnetuste statistika pole käesoleva uuringu teostajatele kättesaadav (täna on sellised sõidukid Eestis liigelnud vaid eriloaga), siis tuleb hakata neid andmeid tulevikus koguma. Liiklusageduse loendamisel tulevikus eristada EMS autorongid veoautodest (konkreetne pikkuse väärtus vajab kokkuleppimist, kuid tõenäoliselt sobiks siia 21 meetrit, sest alla 21 meetri mahuvad nii siseriikliku reglemendi alusel paarisratastega valdavalt metsaveokid kui ka sõiduautode veoks kasutatavad autorongid) ning liiklusõnnetuste statistika puhul üle 21 meetrised autorongid eraldi välja tuua. See annab võimaluse tulevikus hinnata EMS autorongide kasutusega tulenevaid realiseerunud riske.

Käesolevas uuringus tuuakse välja riskifaktorid (pt. 3.3), hindame nende kriitilisust ja pakume välja meetmed riskide maandamiseks.

3.2. Liiklusõnnetused

2023 aastal hukkus Euroopa Liidus kokku 20 384 liiklejat, sh. raskesõidukite osalusel 15,6 % ehk 3 180 liiklejat. [Joonis 7] Raskesõidukid on suuremaks ohuks teistele liiklejatele kui iseendale. Puudub statistiline andmestik, et võrrelda erinevaid raskesõidukeid omavahel (üle 3,5 tonnised raskesõidukid, kõik autorongid ja 18,75...25,25 meetrised autorongid). [Joonis 7]

¹ Eesti rahvaarv 1 369 995 (Statistikaamet seisuga 2024), liiklusõnnetustes hukkunute arv 69 inimest (Transpordiamet seisuga 2024)

² Soome rahvaarv 5 635 971, liiklusõnnetustes hukkunute arv 176 inimest (stat.fi seisuga 2024)

ROAD TRAFFIC FATALITIES IN THE EU IN 2023

by road user and (other)
'main vehicle' involved in the crash

IN A COLLISION WITH...

FATALITIES	Pedestrian	e-scooter	Bicycle	Moped	Motorbike	Car	Lorry (<3.5t)	Heavy goods vehicle (>3.5t)	Bus or coach	Other vehicle/unknown	No other vehicle involved	TOTAL
Pedestrians	1	3	27	13	100	2378	452	414	139	172	1	3698
e-scooter riders	1	0	1	0	2	43	5	7	2	3	46	110
Cyclists	13	3	45	10	36	880	158	172	43	74	514	1948
Moped riders	2	0	1	9	7	201	36	32	2	17	181	488
Motorcyclists	13	3	10	3	99	1495	246	167	39	92	1324	3491
Car occupants	7	0	4	4	25	2740	558	1342	148	214	4014	9056
Lorry (<3.5t) occupants	2	0	0	0	0	108	60	194	11	20	256	651
Heavy goods vehicle (>3.5t) occupants	1	0	0	0	1	28	7	150	3	10	133	333
Bus or coach occupants	0	0	0	0	0	14	3	16	3	4	50	90
Other/unknown	1	0	0	1	1	124	27	40	5	26	294	519
TOTAL	40	9	88	40	271	8011	1552	2534	395	632	6812	20384



European Commission | Mobility and Transport

Methodological note: the data cover fatalities in single-vehicle crashes and crashes involving one or more traffic units. For the majority of fatal crashes, only one other vehicle is involved in the crash. For multi-vehicle crashes, the 'main vehicle' is the heaviest of the vehicles involved as this tends to be responsible for the most serious consequences. As a result, the figures in each column likely underestimate the number of cases a particular vehicle was involved in a crash. E-scooters include other forms of motorised micro-mobility devices. Source: EU CARE database on road crashes. Data refer to the year 2023 except for LV (2020), IE (2021), CZ, EL, CY, MT, SE (2022)

Joonis 7. Hukkunuga liiklusõnnetuste jaotus Euroopa Liidus [17]

Hukkunute arv miljoni elaniku kohta ei ole alati objektiivselt võrreldav., kuna erinevused liikluskeskonnas ja taristus võivad oluliselt mõjutada tulemusi. Näiteks on Eestis ohutute, s.o füüsiliselt eraldatud sõidusuundadega teede osakaal märgatavalt väiksem kui paljudes teistes Euroopa Liidu liikmesriikides, millega end sageli võrdleme.

Objektiivsemaks analüüsiks on võimalik kasutada avaandmeid, mis võimaldavad võrrelda liikluses hukkunute arvu teede kogupikkuse suhtes. Selliselt saab eristada näiteks hukkunute arvu kogu teedevõrgu, riigiteede ning EMS autorongide kasutuseks kavandatud trasside lõikes. Samas tuleb arvestada, et EMS trasside liiklussagedus ületab ligikaudu kaheksakordselt riigiteede keskmise, mistõttu ei pruugi ka selline võrdlus anda neutraalset tulemust.

Käesolevas uuringus keskendutakse riigiteede võrdlusele EMS autorongidele kavandatud trasside lõikes, kuna selline lähenemine võimaldab teepikkuse ja liiklussageduse alusel arvutada kogu läbisõidu. See omakorda võimaldab läbisõitu eristada sõidukikategooriate (SAPA–VAAB–AR) lõikes ning tuvastada raskesõidukite osakaalu riigiteede summaarses läbisõidus. Analüüs tugineb aastate 2015–2024 keskmistele andmetele, pakkudes usaldusväärset ajaperioodilist võrdlusbaasi. [Tabel 3]

Tabel 3. Liiklusõnnetuste statistika aastatel 2015 – 2024 [18], [19]

2015-2024 koond	Kokku	Riigiteedel	EMS trassidel
Hukkunute arv kokku	596	444	112
Sh raskeliiklusega seotud	172	142	57
Läbisõit kokku, miljonit km		59725	22910
Sh raskeliikluse läbisõit miljonit km		5899	3248
Hukkunud / miljon km		0,0074	0,0049
Sh raskeliiklusega seotud hukkunud/miljon km		0,0241	0,0176

Uuringu käigus võrreldi liiklusintensiivsuse näitajaid (sõidukikategooriate lõikes) ja liiklusohutuse statistikat (hukkunute arv) viimase kümne aasta jooksul kogu riigiteede võrgus (16 500 km) ning EMS autorongide kasutuselevõtu I etapis määratletud marsruutidel (825 km). Analüüsi tulemused näitavad, et valitud marsruudid on keskmiselt ohutumad kui riigiteed tervikuna, kui hinnata ohutust läbisõidu ja hukkunute suhtarvu alusel. Ehkki raskeliiklusega seotud õnnetustes hukkunute osakaal on proportsionaalselt suurem, tuleneb see peamiselt selliste õnnetuste raskematest tagajärgedest. Samas on raskeliiklusega seotud vigastatute arv läbisõiduühiku kohta madalam võrreldes kogu liiklusega.

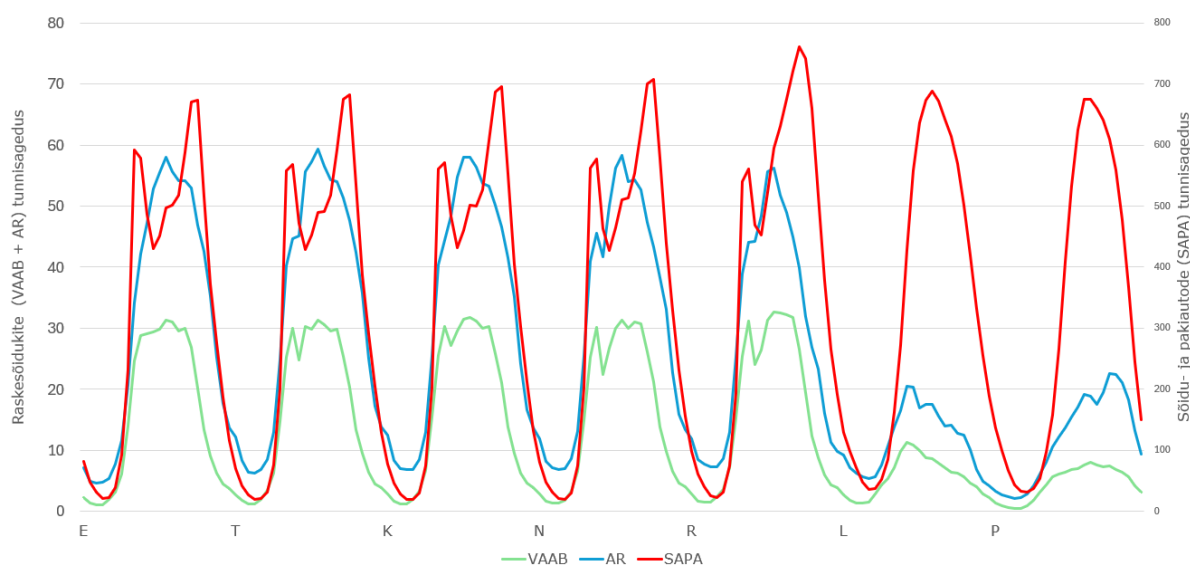
Käesolevas töös ei käsitleta vigastatute statistikat põhjalikult, kuna vastavad andmed ei ole rahvusvahelises võrdluses piisavalt usaldusväärsed. Täiendavalt on analüüsis käsitletud Tallinn–Pärnu–Ikla maanteed, kus võrreldi Tallinn–Pärnu ja Pärnu–Ikla lõikude liiklussagedusi (kaalutud keskmine aastane ööpäevane liiklussagedus – AKÖL ning raskeliikluse kaalutud kogus – VAAB+AR) hukkunute ja vigastatute arvuga. [Tabel 4]

Tabel 4. Pärnu maantee liikluse ja õnnetusjuhtumite analüüs 2015 -2024 summaarsete näitajate baasil [18], [19]

	Tallinn-Pärnu (112 km 13...125)			Pärnu-Ikla (67 km 125-192)		
	Hukkunud	Vigastatud	Sõidukid	Hukkunud	Vigastatud	Sõidukid
Kogu liiklus (AKÖL)	22	324	10005	14	107	6080
tagajärjed /tee km	0,20	2,89		0,12	0,95	
tagajärjed /milj.km	1,96	28,9		3,44	26,3	
Raskeliiklus (VAAB+AR)	15	121	1850	12	52	1811
tagajärjed /tee km	0,13	1,08		0,18	0,78	
tagajärjed /milj.km	7,24	58,4		9,89	42,8	
Raske % osakaal	68%	37%	18%	86%	49%	30%

EMS autorongide kasutuselevõtt võib potentsiaalselt vähendada autorongide koguarvu, suurendades samas liiklusvoogude koondumist ja mõjutades möödasõiduga seotud riske. Pikemate sõidukite kasutamine võib kaasa tuua suurema ohuriskiga olukordi eriti teelõikudel, kus möödasõiduvõimalused on piiratud. Liiklusohutuse paranemine on tõenäoline vaid juhul, kui märkimisväärne osa EMS autorongide kasutuseks kavandatud teelõikudest on ehitatud välja ohutute, 2+2 sõidurajaga ristlõigetena. Vastupidiselt, 1+1 või mittetäielikult eraldatud 2+1 ristlõigetel võivad ohud püsida või isegi süveneda. Seetõttu võib liiklusõnnetuste arv väheneda peamiselt ohutumatel (2+2) teelõikudel, kuid suurenedavad suurema riskiga lõikudel, kui täiendavaid meetmeid ei rakendata.

Liiklusvoogude analüüs näitab, et autorongide osakaal kõigil EMS autorongide I etapi koridoridel (vt pt 2.2.1) on ligikaudu kaks korda suurem kui haagiseta veoautode ja busside koguarv. Nädalapäevade lõikes püsib raskesõidukite jaotus suhteliselt stabiilsena, kuid autorongide liiklus suureneb märgatavalt pühapäeva õhtuti. Võrreldes kogu liikluse tippaegadega (vähemalt 90% nädala maksimaalsest tunnisagedusest), langeb autorongide maksimaalne liiklussagedus kokku kogu liikluse tipptundidega üksnes esmaspäeva ja teisipäeva õhtul ajavahemikus 17.00–18.00. See viitab sellele, et autorongide liikluse maksimumid ei lange üldjuhul kokku kogu liikluse kõrgeimate koormusperioodidega. Erandiks on Tallinn–Pärnu–Ikla maantee, kus raskeliikluse tippajad kattuvad kogu liikluse õhtuste tippudega nädala alguses (esmaspäevast kolmapäevani), moodustades igal päeval kahe tunni pikkuse tipptunni. [Joonis 8]



Joonis 8 Keskmine tipptunni liiklussagedus nädala lõikes kavandatavatel EMS trassidel [19]

Siit tulenevalt, võib välja tuua ettepanekud:

- **Langetada piirkiirust veoautodele (alates N2 kategooriast) maanteedel 80 km/h tasemele**, mis on Euroopas laialdaselt levinud.
- Möödasõitude seisukohast on parim üldist piirkiiruste vahet mitte tekitada, mistõttu võiks kaaluda tavaristlõike alas (keskpiirde või eraldusribata teed) **üldise kiiruspiirangu langetamist kõigile liiklejatele tasemele 80 km/h** kas üldisena või valitud trassidel, kus raskeliikluse tase on kõrge (mitte eraldi EMS autorongi järgi ja ka mitte raskeliikluse osakaalu järgi sest osakaal võib kõrge olla ka väga madala liiklussageduse juures). Suurema kiiruspiirangu rakendamiseks on olemas vastav määrus, mida täna rakendatakse 100 km/h piirangu alade määratlemiseks - selle juhise järgi on võimalik piirkiirust tõsta eeldatavalt 80 km/h tasemelt 90 või 100 km/h tasemele. [20] Seega, kui kehtestada üldine piirkiirus EMS autorongide kasutusega seotud teelõikudel tasemel 80 km/h, jääb samas alles võimalus tõsta seda valitud lõikudel 90 või 100 km/h-ni, järgides kehtestatud juhendi kriteeriume (nt teekatte seisukord, ristmike arv, liiklussagedus, nähtavus jm ohutust mõjutavad tegurid).
- Kellaajaliste liikumispiirangute rakendamine EMS autorongide puhul ei ole käesoleva analüüsi põhjal põhjendatud. Statistilised andmed ja õnnetusjuhtumite analüüs ei viita raskeliiklusega seotud liiklusõnnetuste koondumisele tiptundidesse, mistõttu puudub vajadus ajapõhiste piirangute kehtestamiseks. Lisaks tuleb arvestada, et liikumispiirangute rakendamine eeldab täiendavate taristulahenduste, eelkõige sobivate parkimis- ja ootealade olemasolu piiranguala piiridel, mis tähendab, et selliseid meetmeid saab käsitleda vaid osana laiemast, integreeritud lahendusest.
- Kellaajalised piirangud võiksid tulla kõne alla eeskätt aeglaselt liikuvate sõidukite puhul (nt traktorid, mopeedautod, ehitus- ja põllumajandustehnika jt), mille liikumiskiirus on alla 50 km/h ning mis kujutavad suuremat takistust sujuvale liiklusvoole ja potentsiaalset ohtu ohutusele kui EMS autorongid. Reaalses liikluskontekstis võib ajaliselt piiratud liikumispiirangute teema osutada asjakohaseks üksnes väga spetsiifilistes piirkondades, näiteks Tallinna sadamate vahelises ühenduses hommikustel ja õhtustel tiptundidel.

Selleks, et paremini mõista liiklusõnnetuste osatähtsust antud uuringu raames, siis järgnevalt on välja toodud Eesti, Soome ja Rootsi liiklusõnnetuste statistika, kus on osalenud veoauto või autorong.

Transpordiameti andmetel toimus aastatel 2022–2024 Eestis mitmeid hukkunutega lõppenud liiklusõnnetusi, milles osalesid veoautod. Alljärgnevas loetelus on toodud

sagedasemad ja tüüpilisemad õnnetusjuhtumite stsenaariumid koos vastava juhtumite arvuga:

- 1) Vastuliikunud sõiduk kaldus vastassuunavööndisse ja põrkas kokku veoautoga (15)
- 2) Kõrvalteelt ettevaatamatult välja sõitnud sõiduk põrkas kokku peateel liikunud veoautoga (4)
- 3) Veoauto sõitis otsa jalakäijale (6), sh pimedal ajal (2) ja suletud territooriumil/kinnistul (2)
- 4) Vasakpööret sooritanud sõidukijuht keeras ette vastuliikunud veoautole (2)
- 5) Kõrvalteelt ettevaatamatult välja sõitnud veoauto põrkas kokku peateel liikunud sõiduautoga (1)
- 6) Maastur jäi pärast kokkupõrget sõiduautoga risti sõiduteele, millele sõitis otsa veoauto (1)
- 7) Veoauto vajus pehmele teepeenrale sõites külili (1)
- 8) Sõiduautojuht sõitis otsa samal sõidrajal ees liikunud veoautole (1).

Võttes kokku ülaltoodud kolme aasta liiklusõnnetused võib kokkuvõtteks öelda, et peamised põhjused, miks need aset leidsid olid kaldumine vastassuunavööndisse (nii kurvides kui ka sirgetel teelõikudel) ja selle tagajärjel kokkupõrge vastuliikunud sõidukiga (15) ning hooletu väljasõit kõrvalteelt ette peateel liikunud sõidukile (5). Teisisõnu - tegemist oli juhtide ekslike otsuste ja ettevaatamatu käitumisega, kus sõidukite suurus ei omanud sisuliselt märkimisväärset tähtsust. Juhtus ka üks liiklusõnnetus, kus võis olla mingi seos veoki pikkusega - sõiduauto alustas veoautost möödasõitu, kuid hindas möödasõidumaa pikkust valesti ning põrkas kokku vastuliikunud veoautoga. Õnnetus toimus päeval ajal ja kuiva teekattega teelõigul. Sõiduauto juht ei arvestanud seejuures kahjuks eespool asuva kurviga, mis oleks pidanud olema põhjus möödasõidust loobumiseks. Seega ei saa kindlalt väita, et möödasõidetava sõiduki pikkus (antud juhul veoauto) oli liiklusõnnetuse oluliseks põhjuslikuks faktoriks.

Nordic High Capacity Transport konverentsil 2023. aastal esinenud Traficomi esindajad Riika Rajamäki ja Otto Lahti tõid oma ettekandes välja, et aastatel 2019–2021 olid Soomes üle 25,25 meetri pikkused autorongid seotud kuue surmaga lõppenud liiklusõnnetusega. Kõigil juhtudel olid õnnetuste põhjustajateks sõiduautode juhid: nelja juhtumi korral oli tegemist kiiruseületamisega, nii vastassuunas kui ka samas suunas liikumisega ning kahe juhtumi puhul oli tegemist enesetappudega. Ettekandes rõhutati, et pikema sõidukikombinatsiooni olemasolu ei olnud nimetatud juhtumite puhul liiklusõnnetuse põhjuseks ega kaasaaitavaks teguriks. [21]

Rootsis viidi aastatel 2010–2016 läbi suuremahuliste autorongide (täismassiga 68–90 tonni) katseprojekt, mille jooksul registreeriti 24 liiklusõnnetust, kus osales vähemalt üks eelpool nimetatud veokikoosseis. Enamik juhtumitest piirdus üksnes varalise kahjuga ning ükski õnnetus ei põhjutanud raskeid kehavigastusi. Tulemused viitavad, et suurema mahuga autorongide kaasamine liiklusesse ei tähendanud automaatselt liiklusohutuse olulist halvenemist. [13]

Eelneva põhjal saab väita, et liiklusõnnetustesse sattumise puhul on suur roll juhil, siis keskkonnal ja seejärel sõidukil. [Joonis 9]

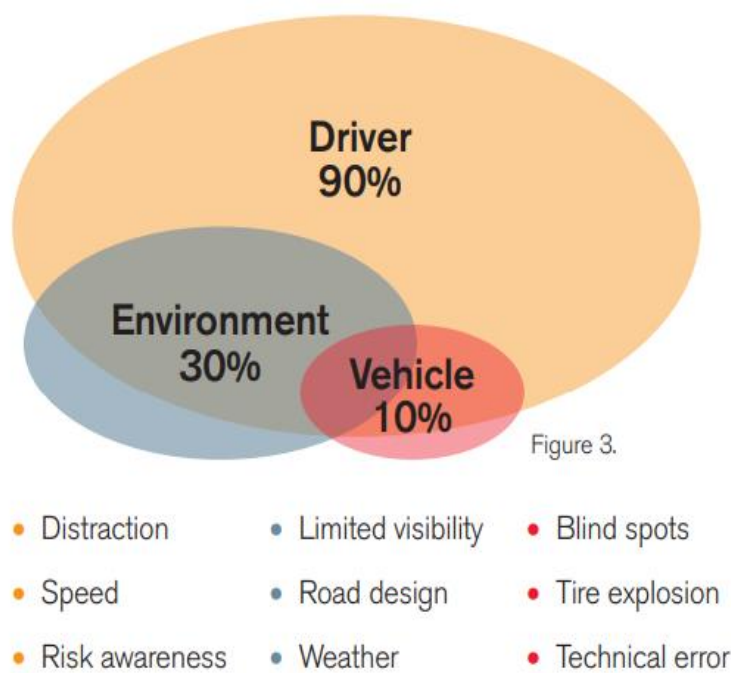


Figure 3.

Joonis 9. Liiklusõnnetuste põhjused [22]

3.3. Ohutusriskide hindamine

EMS-autorongide (täismassiga kuni 60 t ja pikkusega kuni 25,25 m) kasutamisega seotud ohutusriskid ja nende olulisus ning võimalikud riskide vähendamismeetmed on kirjeldatud tabelis 5.

Tabel 5. EMS autorongide kasutusega seotud ohutusriskid

Riskid	Kriteeriumid			Riski vähendamismeetmed
				roheline: oluline ohutusrisk puudub; kollane: oluline ohutusrisk olemas, lisameetmetega vähendatav; punane: kriitiline ohutusrisk, lisameetmed väheefektiivsed
1. Suurenenud mass (juurdekasv kuni 36%)				
1.1. EMS autorongi pidurisüsteemi rikke või vähenenud efektiivsuse korral on kokkupõrke tagajärjed raskemad.				Rangemad tehnonõuded (AEBS nõue, koormaga pidurite kontroll ülevaatusel, tagurduskaamera kohustus), juhtide täiendav ettevalmistus.
Riskid	Kriteeriumid			Riski vähendamismeetmed
1.2. Haagise massile mittevastava haakeseadme kasutamine EMS autorongi puhul.				Vajalik veduki registreerimisel kirjeldada suurima autorongi massi lähtuvalt haakeseadmest, võimsusest ja piduritest ning ka lubatud koormust haakeseadmele. Praegused andmed lünklikud. Täiendava kontrolli vajadus tehnülevaatusel.
1.2. EMS autorong hakkab takistama liiklusvoogu kohaltvõttes ja pöörde järgselt vähendades läbilaskvust ja suurendades möödasõitude arvu jms				Minimaalne mootori erivõimsus 5kW/t (soovitavalt 6kW/t), veoautode möödasõitude piirangud lähtuvalt liiklussagedusest.
1.3. EMS autorongi vähenenud veotelje suhtelise koormuse tõttu tõusu ületamine ja kohaltvõtt talvistes oludes raskendatud.				Minimaalne veotelje koormatus 20%, M+S rehvid veosillal ja juhitaltel talvel kohustuslikud, rehvi min mustri jääksügavus 5mm, lumekettide kasutamise koolitus juhtide ettevalmistusel
1.4. Väiksema pikkusega veeremi kasutamisel EMS autorongi täismassiga, kasvab autorongi raskus-keskme kõrgus, mis suurendab ümberpaiskumisohtu äkkmanöövril ja kurvis liikumisel.				Rakendada lubatud täismassi ja teljebaasi seost vastavalt telgede arvule
2. Suurenenud pikkus (juurdekasv kuni 39%)				
2.1. EMS autorong tekitab liiklustakistuse manööverdumisel või ootamatult ilmnenud kestva tagurdusvajaduse korral (nt teetakistus, LÕ vms).				Praktilised manööverdusharjutused juhtide ettevalmistamisel

2.2. EMS autorong tekitab liiklustakistuse, täiendavat ohtu või taristu kahjustusi liikudes väikese raadiusega ringristmikel			Praktilised manööverdusharjutused juhtide ettevalmistamisel, juhtide informeerimine marsruudi kitsaskohtadest (tarktee, waze jm)
2.3. Teiste liiklejate (sh kergliiklejate) nähtavuse piiratus manööverdamisel			Kergliiklejate piirdega eraldamine raskeliiklusest, tagurduskaamera kohustus, 360kraadi kaamera soovitatav, JJT planeerimine
2.4. Möödasõiduks vajaliku teepikkuse ja aja suurenemine			Pika veose tunnusmärgi kasutamine, teavitustöö sh autokoolides ja tutvustuskampaaniad
Riskid	Kriteeriumid		Riski vähendamismeetmed
3. Täiendavad riskid			
3.1. Tavaveoautojuhil puudub EMS autorongi kogemus			Täiendkoolitus, veoautojuhi õppeprogrammi täiendamine.
3.2. Teised liiklejad ei ole harjunud EMS autorongi pikkusega			Pika veose tunnusmärgi kasutamine, teavitustöö sh autokoolides ja tutvustuskampaaniad.
3.3. Lisaohud liiklusõnnetustel			Teavitustöö raskete liiklusõnnetuste põhjuste osas juhtide koolitustel. Nt Kesksoomes 4. riigiteel laugjal langusel raske paberikoormaga veoki juht ootamatult kaotas juhitavuse (2004), Pala bussiõnnetus (1996) - suur kiirus
3.4. EMS autorongi põikemanöövri soorituse võimalik halvenemine			Kriitiliste koormapaigutuste tutvustus juhtide väljaõppel.
3.5. Mõju ristmike ja raudteeülesõidukohtade ületuse ohutusele			Juhtide praktiline teavitus koolituse käigus seoses pikema ületusajaga.
3.6. EMS autorongi läbivusomaduste eripära mitteametamine (teeremondi ajal ajutistel lõikudel)			Pöördekoridoride ja vertikaalprofiilide osas arvestada EMS autorongide eripäraga.
3.7. Parkimiskohad veoautode parklates liiga lühikesed			Parkimiskohtade kujunduse muutmise vajaduse teavitus.
3.8. Parvlaevade kasutuse eripära			Täpne mõju laadimise eripära, piirangute ja riskide osas teadmata. Vajab uurimist, kui rakendatakse EMS III etappi.

Pikemate ja raskemate veokite kombinatsioonide kasutuselevõtt toob endaga kaasa mitmeid muutusi, mis tuleb põhjalikult läbi analüüsida ja hallata. Järgnevalt on välja toodud võimalikud riskid ja ohukohad, millele tuleb tähelepanu juhtida.

Juhtide pädevus ja koolitus

EMS autorongide juhtimine nõuab oluliselt kõrgemat juhtimispädevust võrreldes tavapikkusega veokite käsitlemisega. Pikemate ja raskemate koosseisude manööverdusvõime on piiratum, eriti linnalises keskkonnas – näiteks kitsastes kurvides, keerukatel ristmikel ja tihedas liiklusvoos. Seetõttu eeldab EMS autorongi juhtimine põhjalikumat arusaama sõiduki dünaamikast ning ohutu pikivahe hoidmisest. Juhtide täiendkoolitus ja erioskuste arendamine on selleks vältimatult vajalik.

Talvised teeolud ja talihooldus

EMS autorongid võivad talvistes oludes olla probleemsemad kui standardkoosseisud, eriti libedatel ja raskesti läbitavatel teepindadel. Piiratud manööverdusvõime võib talvistes oludes suurendada liiklusõnnetuste ohtu. Kehtiva tee seisundinõuete määruse (Majandus- ja Taristuministri määrus nr 92) lisas on määratletud seisunditasemed, millest EMS autorongide esmasesse võrgustikku kuuluvatel trassidel rakendub valdavalt seisunditase 3 (põhimaanteed liiklussagedusega üle 200 a/ööp ning tugi- ja kõrvalmaanteed üle 3000 a/ööp). [23] Ainult üksikud Paldiski sadama ümbruse kõrvalmaanteelõigud kuuluvad madalaimasse, st seisunditasemesse 1. Lisaks on Transpordiamet kehtestanud teatud teelõikudel kõrgendatud seisunditaseme 3+, mis laieneb kokku 1718 km ulatuses riigiteedel [24] ning hõlmab tõenäoliselt kõiki EMS autorongide I etapi kavandatud trasse.

Pikivahe ja sõidukitevaheline koordineeritus

EMS autorongide puhul on liiklusohutuse seisukohalt oluline tagada piisav pikivahe. Juhul kui mitmed pikad veokid liiguvad väikeste vahedega järjest, võib see oluliselt raskendada möödasõite, piirata nähtavust ning suurendada kokkupõrgete riski, eriti ristmikel ja kiirendusradade liitumisel peateega. Efektiivsete lahendustena võiks rakendada automaatseid pikivahe jälgimise süsteeme ning dünaamilisi hoiatusmärke teelõikudel, kus raskeliikluse koormus on kõrge. Sellised meetmed aitaksid parandada liiklusvoo sujuvust ning vähendada konfliktolukordade riski.

EMS autorongide kasutusega kaasnevad täiendavad ohutusriskid, mille vähendamiseks tuleb rakendada mitmeid meetmeid. Sealhulgas on nii täiendavate tehniliste nõuete rakendamine EMS autorongidele, tehniliste nõuete kontrollmeetmete tõhustamine, juhtide väljaõppe täiendamise kui ka taristu kohandamisega seotud meetmed. Täiendavate meetmete mitterakendamisega kaasnevad riskide mõju suurenemised ning oht liiklusohutuse taseme halvenemiseks.

3.4. Liikumisdünaamika hindamine

3.4.1. Katsete metoodika kirjeldus

EMS autorongide liikumisdünaamika hindamiseks teostati võrdlevad sõidukatsed.

Sõidukatsed teostati 08.04.2025 Jägala-Käravete teel (tee nr 13) tee nr 12 ja 11131 vahelisel lõigul. Katsetingimusteks olid kuiv asfaltkate, emhi.ee andmete alusel selge sademeteta ilm, õhutemperatuuriga 2...3 kraadi ja tuulega kiirusega 3,7...4,5m/s (puhanguti kuni 8,4m/s).

Sõidukatsetel kasutati 3 autorongi [Tabel 6, Tabel 7]:

- EMS autorong 1, mis koosnes 6x2 rattavalemiga madelveoautost ja eelikuga platvormpoolhaagisest [Foto 1], massiga 57,4t ja pikkusega 25,9m;
- EMS autorong 2, mis koosnes 4x2 rattavalemiga sadulveoautost, B-linkiga madelpoolhaagisest ja madelpoolhaagisest [Foto 2] massiga 57,4t ja pikkusega 24,9m;
- 16,5m autorong, mis koosnes 4x2 rattavalemiga sadulveoautost ja madelpoolhaagisest massiga 40,6t ja pikkusega 16,5m [Foto 3].

Tabel 6. Hoovõtu- ja pidurduskatsetel kasutatud autorongide andmed

	sõiduk	reg nr	mark, mudel	väljalaskeaasta	võimsus, kW	veoskeem, telgede arv
1	EMS autorong 1					
	veduk (madel)	411VVT	Scania R500	2025	368	6X2, 3
	eelik	308YKF	Matec K21DO	2017	-	2
	poolhaagis	270YKB	Schmitz Cargobull	2010	-	3
2	EMS autorong 2 (B-link)					
	veduk (sadul)	156BDR	Scania S500	2017	368	4X2, 2
	poolhaagis (B-link)	615YLK	HFR SX20	2010	-	2
	poolhaagis	308YPC	Schmitz Cargobull	2022	-	3
3	16,5m autorong					
	veduk (sadul)	856VJJ	Scania S500	2018	368	4x2, 2
	poolhaagis	883YKL	Schmitz Cargobull	2014	-	3

Tabel 7. Hoovõtu- ja pidurduskatsetel kasutatud autorongide massid ja pikkused

	sõiduk	reg nr	tühimass, kg	täismass, kg	katsemass, kg	pikkus, m
1	EMS autorong 1				57417	25,9
	veduk (madel)	411VVT	15519	28000	25155	10,3
	eelik	308YKF	2165	18000	10437	5,1
	poolhaagis	270YKB	7500	39000	21825	13,9
2	EMS autorong 2 (B-link)				57379	24,9
	veduk (sadul)	156BDR	8865	19000	17062	6,0
	poolhaagis (B-link)	615YLK	6320	35000	19626	8,0
	poolhaagis	308YPC	6795	39000	20691	13,9
3	16,5m autorong				40656	16,5
	veduk (sadul)	856VJJ	8209	19000	18714	6,0
	poolhaagis	883YKL	8014	39000	21942	13,9



Foto 1. EMS autorong 1



Foto 2. EMS autorong 2 (B-link)



Foto 3. 16,5m autorong

Sõidukatsete eelselt teostati autorongidele väline vaatlus ja pidurite stendikatse A- Ülevaatus OÜ Rae ülevaatuspunktis [Lisa 2]

Hoovõtudünaamika hindamiseks teostati iga autorongiga neljast katsest koosnev seeria maksimaalse võimsusega kiirendusest. Katsetel hinnati autorongide hoovõtu aega ja teepikkust kahes kiirusvahemikus 0-50km/h ja 50km/h-80km/h.

Iga hoovõtukatse lõpus teostati maksimaalse aeglustusega pidurduskatse algkiirusest 85km/h. Pidurdusdünaamika hindamisel hinnati mõõteseadme poolt salvestatud andmete alusel autorongide pidurdusteede pikkuseid, aega ja keskmist aeglustust kiirusvahemikes 80km/h-0 ja 50km/h-0. Samuti jälgiti ka aeglustuse võimalikku langust 4 järjestikulise pidurduse järgselt pidurite jääksoojuse mõjul.

Sõidukite liikumisparameetrid (mõõdeti ja salvestati GPS-põhise dünaamika mõõtesüsteemiga VBOX Sport³. Sõidukatsed jäädvustati ka piltidel ja videosalvestustena.

3.4.2. Hoovõtudünaamika analüüsi tulemused

Autorongide hoovõtukatsete tulemused on esitatud tabelis [Tabel 8].

Tabel 8. Hoovõtukatsete tulemused

	EMS autorong 1	EMS autorong 2 (B-link)	16,5m autorong
katsemass, kg	57417	57379	40656
võimsus, kW	368	368	368
erivõimsus, kW/t	6.4	6.4	9.1
veotelgede arv	1	1	1
mass veoteljel, kg	11712	9644	11192
veotelje koormatuse %	20	17	28
hoovõtuaeg (s) 0-50km/h	28.0	29.2	21.3
hoovõtu distant (m) 0-50km/h	232	238	165
keskmine kiirendus hoovõtul (m/s^2) 0-50km/h	0.50	0.48	0.65
hoovõtuaeg (s) 0-80km/h	76.3	72.0	51.6
hoovõtu distant (m) 0-80km/h	1137	1034	729
keskmine kiirendus hoovõtul (m/s^2) 0-80km/h	0.29	0.31	0.43
hoovõtuaeg (s) 50-80km/h	48.3	42.8	30.3
hoovõtu distant (m) 50-80km/h	905	796	564
keskmine kiirendus hoovõtul (m/s^2) 50-80km/h	0.17	0.19	0.27

Kõik kolm katsetatud autorongi kasutasid sarnast 368kW-se võimsusega mootorit. EMS autorongide erivõimsus oli 6,4kW/t ja 16,5m autorongil oli see 9,1kW/t.

EMS autorongide hoovõtuaeg kiirusvahemikus 0-50km/h oli 28...29s ning teepikkus 232...238m. See tagas keskmise kiirenduse 0,48...0,50m/s².

16,5m autorongi vastavad näitajad hoovõtul kiirusvahemikus 0-50km/h olid vastavalt 21s, 165m ja 0,65m/s².

EMS-autorongide hoovõtuaeg kiirusvahemikus 50-80km/h oli 43...48s ning teepikkus 800...910m. See tagas keskmise kiirenduse 0,17...0,19m/s².

16,5m autorongi vastavad näitajad hoovõtul kiirusvahemikus 50-80km/h olid vastavalt 30s, 560m ja 0,27m/s².

EMS autorongi hoovõtuaeg (s) ja teepikkus (m) olid 28...38% suuremad kui 16,5m autorongil. Hoovõtuaja ja teepikkuse suurenemine on vastavuses EMS-autorongide 30% väiksema erivõimsusega (kW/t) võrreldes katsetatud 16,5m autorongiga.

³ vboxautomotive.co.uk

Kasutades autorongide hoovõtu simulatsiooni tarkvaraga PC-Crash [25] on vaadeldud autorongi hoovõtu parameetreid erineva mootori võimsuse ja massi suhte korral. Autorongide hoovõtu simulatsioonide tulemused on esitatud tabelis [Tabel 9].

Tabel 9. EMS autorongide hoovõtu simulatsiooni tulemused

	EMS autorong 1	EMS autorong	EMS autorong	EMS autorong
katsemass, kg	25184 (koormata)	44000	60000	60000
võimsus, kW	368	368	368	300
erivõimsus, kW/t	14.6	8.4	6.1	5.0
hoovõtuaeg (s) 0-50km/h	14.1	22.1	30.1	35.3
hoovõtu distants (m) 0-50km/h	120	198	262	318
keskmine kiirendus hoovõtul (m/s^2) 0-50km/h	0.99	0.63	0.46	0.39
hoovõtuaeg (s) 0-80km/h	34.0	56.7	75.6	93.1
hoovõtu distants (m) 0-80km/h	489	838	1120	1385
keskmine kiirendus hoovõtul (m/s^2) 0-80km/h	0.65	0.39	0.29	0.24
hoovõtuaeg (s) 50-80km/h	19.9	34.6	45.5	57.8
hoovõtu distants (m) 50-80km/h	369	640	858	1067
keskmine kiirendus hoovõtul (m/s^2) 50-80km/h	0.42	0.24	0.18	0.14

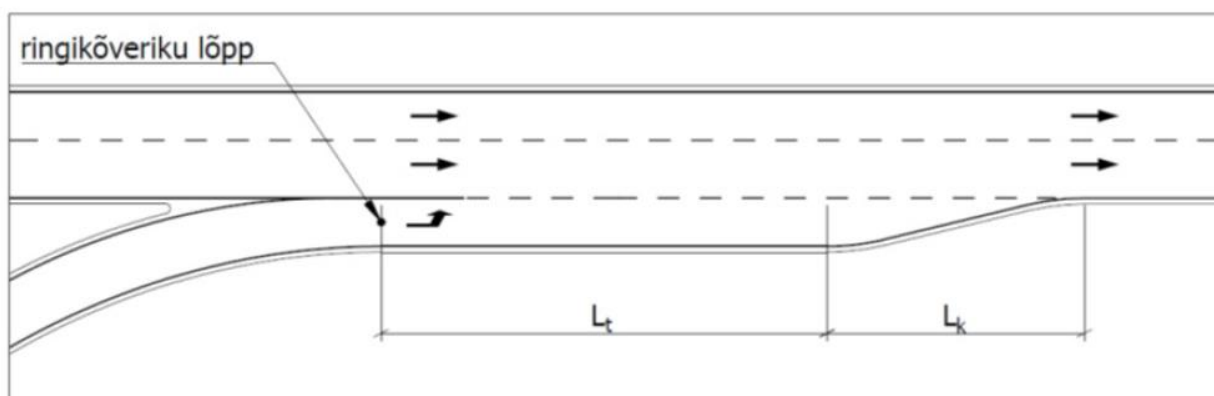
Simulatsiooni tulemustest selgub, et 60t massiga autorongi võimsuse ja massi suhteks on soovituslikult kasutada vähemalt 6,0kW/t ja kindlasti mitte alla 5,0kW/t.

Mootori võimsuse ja autorongi massi suhe vähemalt 5,0kW/t on kehtestatud nt Soome raskeveoseid puudutavas eeskirjas TRAFICOM/420073/03.04.03.00/2019.

Koormatud autorongide hoovõtuvõime on piiratud ning autorongi liitumine liiklusvooga, kasutades kehtestatud nõuetele vastavate pikkustega kiirendusradasid [Tabel 10, Joonis 10, Tabel 11], tekitab alati liiklusvoo aeglustumist, kuna nende pikkusest ei piisa liiklusvoo kiiruse saavutamiseks.

Tabel 10. Kiirendusraja parameetrid vastavalt kehtivale teede projekteerimismääradele [26]

Peatee projektkiirus km/h	Kaldosa L_k pikkus meetrites	Rambi või liituvate tee projektkiirus km/h				
		< 20	20	40	60	80
		Täisosa L_t vähim pikkus meetrites				
60	55	105	95	60	–	–
70	65	165	150	105	20	–
80	70	235	220	175	85	–
90	80	300	290	240	150	–
100	85	380	365	320	230	70
110	90	485	455	410	330	165
120	95	545	540	500	425	280



Joonis 10. Kiirendusraja elemendid [26]

Tabel 11. Ristmiku parempöörde kiirendusraja elementide pikkused meetrites [26]

Peatee projektkiirus km/h	Täisosa pikkus L_a	Kaldosa pikkus L_k
100	250	75
90	210	75
80	170	75
70	135	60
60	100	60

3.4.3. Pidurdusdünaamika analüüsi tulemused

Testitud autorongide pidurite stendimõõtmiste tulemused on esitatud tabelites [Tabel 12, Tabel 13, Tabel 14] ja pidurduskatsete tulemused [Tabel 15].

Tabel 12. EMS-autorong 1 pidurite stendimõõtmiste tulemused

Mõõtmised piduristendis		EMS autorong 1 (sõidupidur)							
	telg	1	2	3	4	5	6	7	8
Pidurdusjõud vasakul	N	26631	26790	23607	12732	16764	20584	17188	19682
Pidurdusjõud paremal	N	26223	29149	20904	10106	15851	18191	17926	19574
Pidurdusjõu erinevus	%	2	8	11	21	5	12	4	1
Rattakoormus vasakul	kg	3208	5910	3559	2065	3052	3507	3728	3611
Rattakoormus paremal	kg	3312	5802	3364	2125	3195	3768	3521	3690
Teljekoormus	kg	6520	11712	6923	4190	6247	7275	7249	7301
Silla pidurdusvõime	%	83	48	66	56	53	54	49	55
Kogu pidurdusjõud	N	321902							
Kogu mass	kg	57417							
Üldpidurdusvõime	%	57							

Tabel 13. EMS autorongi 2 (B-link) pidurite stendimõõtmiste tulemused

Mõõtmised piduristendis		EMS autorong 2 B-link (sõidupidur)						
	telg	1	2	3	4	5	6	7
Pidurdusjõud vasakul	N	31034	29549	29284	26048	18037	16552	169232
Pidurdusjõud paremal	N	30479	27128	26117	28351	19043	17500	19043
Pidurdusjõu erinevus	%	2	8	11	8	5	5	11
Rattakoormus vasakul	kg	3767	4767	4910	4715	3507	3507	3533
Rattakoormus paremal	kg	3651	4877	4955	5046	3455	3351	3338
Teljekoormus	kg	7418	9644	9865	9761	6962	6858	6871
Silla pidurdusvõime	%	85	60	57	57	54	51	53
Kogu pidurdusjõud	N	335088						
Kogu mass	kg	57379						
Üldpidurdusvõime	%	60						

Tabel 14. 16,5m autorongi pidurite stendimõõtmiste tulemused

Mõõtmised piduristendis		16,5m autorong (sõidupidur)				
	telg	1	2	3	4	5
Pidurdusjõud vasakul	N	23236	28859	19310	19045	18515
Pidurdusjõud paremal	N	26330	24521	16117	17872	17340
Pidurdusjõu erinevus	%	12	15	17	6	6
Rattakoormus vasakul	kg	3845	5598	3572	3494	3715
Rattakoormus paremal	kg	3677	5594	3612	3781	3768
Teljekoormus	kg	7522	11192	7184	7275	7483
Silla pidurdusvõime	%	67	49	50	52	49
Kogu pidurdusjõud	N	211145				
Kogu mass	kg	40656				
Üldpidurdusvõime	%	53				

Autorongide sõidupidurite efektiivsus 53...60% ja seisupidurite efektiivsus 40...54% [Lisa 2] vastasid kehtestatud nõuetele (vastavalt >50%, >16%).

Katsetatud EMS-autorongidel oli vedukite pidurdusefektiivsus oluliselt parem kui haagistel: EMS autorongil 2 oli erinevus 18% ja EMS autorongil 1 oli erinevus 9%. 16,5m autorongil oli veduki pidurdusefektiivsus haagisega sarnane ja oli vaid 2% parem.

Tabel 15. Autorongide pidurduskatsete tulemused

	EMS autorong 1	EMS autorong 2 (B-link)	16,5m autorong
katsemass, kg	57417	57379	40656
sõidupiduri efektiivsus stendis, %	57	60	53
pidurduse aeg (s) 50-0km/h*	2.4	2.6	2.4
pidurdustee (m) 50-0km/h	16.8	18.7	17.3
keskmise aeglustus (m/s^2) 50-0km/h	5.86	5.40	5.75
pidurduse aeg (s) 80-0km/h**	3.7	4.2	3.9
pidurdustee (m) 80-0km/h	41.6	47.2	44.1
keskmise aeglustus (m/s^2) 80-0km/h	5.97	5.32	5.70
* hinnatud vahemiku 52-2km/h alusel			
** hinnatud vahemiku 82-2km/h alusel			

Vastavalt ÜRO Euroopa Majanduskomisjoni reeglile R13 peab N3 kategooria veoautost ja O4 kategooria haagisest koosneva autorongi keskmine aeglustus olema Type-0 pidurduskatsel pidurdamisel kiiruselt 80km/h-0 vähemalt 5,0m/s². [27]

Vastavalt mootorsõiduki ja selle haagise kehtivatele tehnonõuetele [28] on minimaalne N3 kategooria veoauto O4 kategooria haagise keskmine aeglustus pidurduskatsel 4,9m/s².

Seega testitud EMS autorongide pidurdussüsteemid vastasid aeglustuse ja pidurdusteekonna pikkuse osas nõuetele. Samuti ei esinenud nelja järjestikuliselt teostatud pidurduskatse järgselt olulist märgatavat aeglustuse vähenemist seoses pidurite jääksoojuse mõjuga. Seega testitud autorongide pidurite energiamahutavus ja tehnoseisund on piisav tagamaks nõutud pidurduse efektiivsust. Testitud EMS autorongide pidurite efektiivsus oli sarnane tavapärasele 16,5m autorongile.

Katsete käigus aset leidnud EMS autorongi 1 haagise rataste intensiivne blokeerumine [Foto 4, Foto 5 (vasakpoolne)] ning pidurduskatse käigus süttinud haagise ABS-i rikkele viitav märgutuli [Foto 5 (parempoolne)] viitavad haagise ABS-süsteemi toimimise häiretele. Need häired võivad põhjustada potentsiaalselt autorongi suunastabiilsuse häireid kurvis ja libedates teeoludes pidurdamisel ja vajavad pidurisüsteemi diagnostikat.



Foto 4. EMS autorongi 1 haagise rataste blokeerumine pidurduskatsel



Foto 5. Blokeeritud ratastega pidurdamisele viitavad jäljed teekattel (*vasakpoolne*) ja Haagise ABS-süsteemi veateade EMS-autorong 1 pidurdamisel (*parempoolne*)

3.4.4. Möödasõidudünaamika analüüsi tulemused

08.04.2025 a toimunud sõidukatsete käigus teostati ka kaks möödasõidukatset, mille käigus sõitis EMS autorong 2 (B-link) mööda püsiva kiirusega 75...80km/h liikuvast EMS-autorongist 1.

Möödasõidukatsete tulemused on esitatud tabelis [Tabel 16] ning illustreeritud fotodel 6 ja 7 [Foto 6, Foto 7] ning joonistel 10 ja 11 [Joonis 11, Joonis 12].

Tabel 16. Möödasõidukatsete tulemused

	katse 1	katse 2
Möödasõidetava kiirus, km/h	80	75
Möödasõitva algkiirus km/h	85	80
Möödasõidu kestvus, s	33	33
Möödasõidu teekond, m	760	795

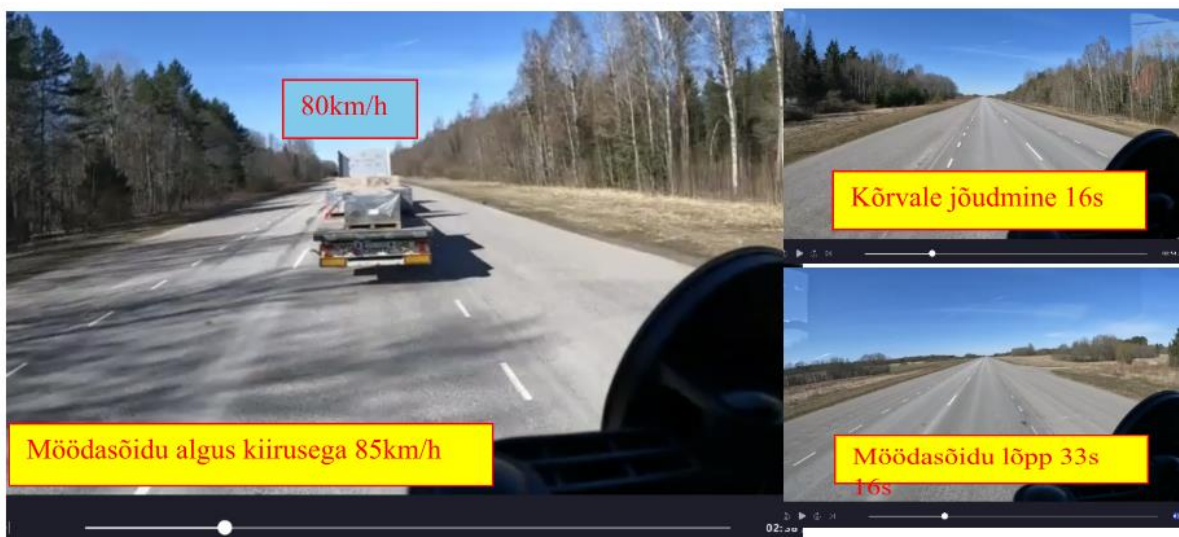
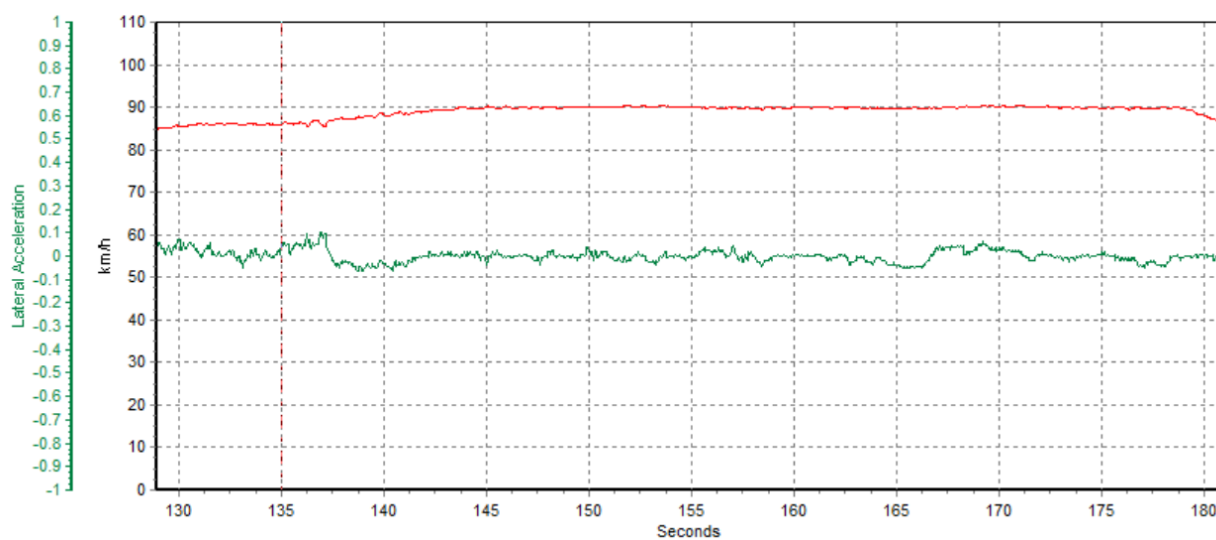


Foto 6. Möödasõidukatse 1 vaade: möödasõidu algushetk (vasakpoolne), kõrvale jõudmise hetk (üleva) ja möödasõidu lõpp (all)



Joonis 11. Möödasõidukatse 1 salvestatud parameetrid: kiirus (punane) ja külgiirendus (roheline)

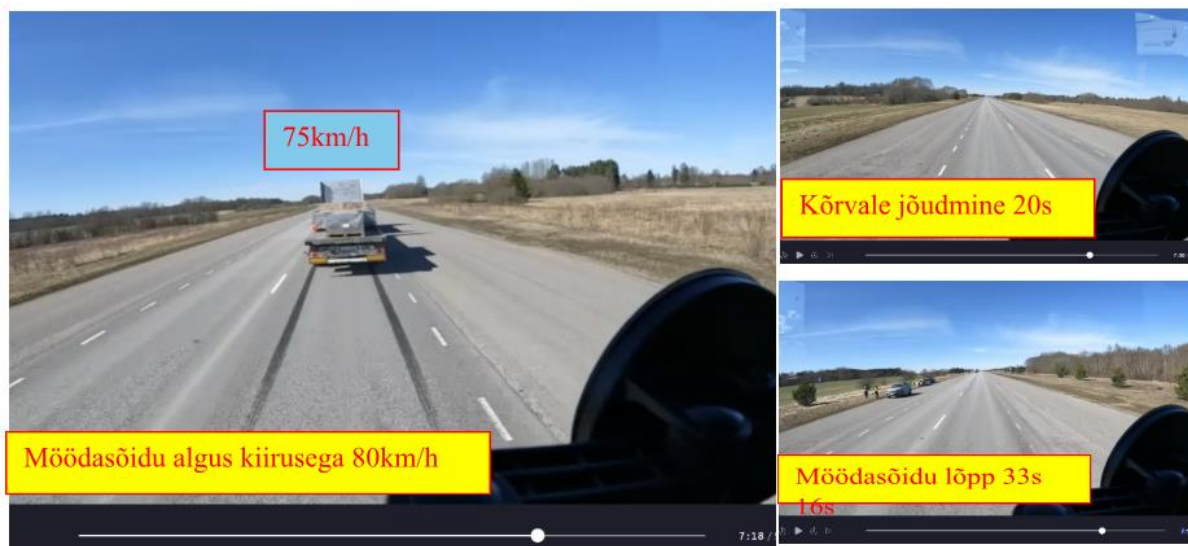
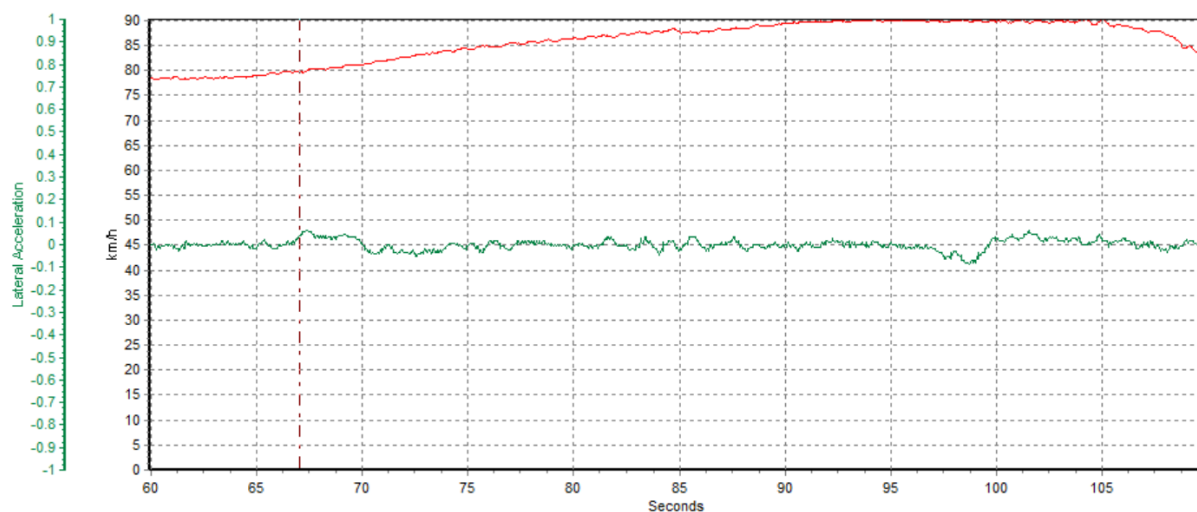


Foto 7. Möödasõidukatse 2 vaade: möödasõidu algus (parempoolne), kõrvale jõudmine (üleval) ja möödasõidu lõpp (all)



Joonis 12. Möödasõidukatse 2 salvestatud parameetrid: kiirus (punane) ja külgkiirendus (roheline)
Möödasõiduteekonna pikkuseks kujunes 760...795m ja möödasõidu ajaks 33s. Vajalik ohutu distants kiirusega 90km/h liikuva vastutuleva sõidukiga 3s ohutusintervalli korral on möödasõidueelselt 1660...1695m.

3.5. Manööverdusvõime hindamine

3.5.1. Manööverduskatsete metoodika kirjeldus

EMS autorongi manööverdusvõime hindamiseks teostati võrdlevad sõidukatsed.

Manööverdusvõime kontrollkatsed teostati 12.03.2025 NG Logistics'i territooriumil (Paemurru tn 1, Maardu). Katsetingimusteks olid kuiv asfalt- ja kivitööd, emhi.ee andmete

alusel pilves sademeteta ilm, õhutemperatuuriga -1...0 kraadi ja tuulega kiirusega 3,5...4,8m/s (puhanguti kuni 7,9m/s).

Manööverdusvõime kontrollkatsetel kasutati 2 autorongi [Tabel 17]:

- EMS autorong, mis koosnes koormatud 6x2 rattavalemiga furgoonveoautost ja eelikuga madelpoolhaagisest [Foto 8], pikkusega 24,5m;
- 16,5m autorong, mis koosnes koormatud 4x2 rattavalemiga sadulveoautost ja madelpoolhaagisest pikkusega 16,5m [Foto 9].

Tabel 17. Manööverdusvõime kontrollkatsetel kasutatud autorongid

	sõiduk	reg nr	mark, mudel	väljalaskeaasta	võimsus, kW	veoskeem, telgede arv	tühimass, kg	täismass, kg	pikkus, m
1	EMS autorong								24,5
	veduk (madel)	623BSN	Scania R580	2005	426	6X2, 3	13615	27000	9,2
	eelik	474YKM	Fliegl TDS 180	2005	-	2	2710	16000	4,9
	poolhaagis	474YNT	Krone	2024	-	3	6306	39000	13,9
3	16,5m autorong								16,5
	veduk (sadul)	564BXF	Scania R530	1999	390	4x2, 2	8575	19000	6,0
	poolhaagis	080YLG	Krone SDP 27	2019	-	3	6911	39000	13,9



Foto 8. Manööverduskatsetel kasutatud EMS-autorong

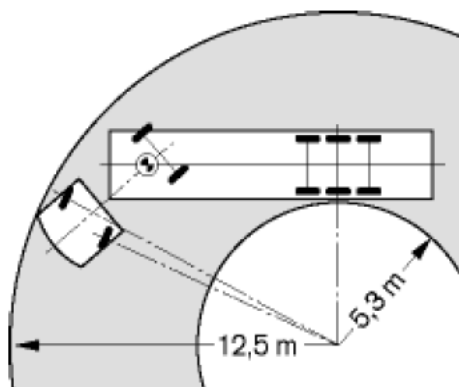


Foto 9 Manööverduskatsetel kasutatud 16,5m autorong

Manööverduskatsete eelselt mõõdeti autorongide pikkused, telgede vahed ja haakeseadmete paiknemine ning suurimad juhtrataste väljapöördenurgad.

Katseliselt kontrolliti autorongide võimet teostada 180 kraadine tagasipööre ja 360 kraadine pööre 25m laiusega teel, mille keskel on 5,3m raadiusega ääristatud ring. See katse imiteerib autorongi tagasipööret tehnonõuetega ettenähtud minimaalsete mõõtmetega pöördekoridori kasutamist [Joonis 13].

Manööverduskatse salvestati pealtvaates drooni abil ning tulemusi võrreldi autorongide manööverdusvõime PC-Crash tarkvaraga loodud simulatsioonimudelitega.



Joonis 13. Tehnonõuete poolt määratletud autorongi minimaalsete mõõtmetega pöördekoridor

Täiendavalt kontrolliti EMS autorongi võimet sooritada tagurdamine 50m pikkusel distantil kasutades selleks 5m laiust koridori. Sarnast katset korraldati ka 16,5m autorongiga.

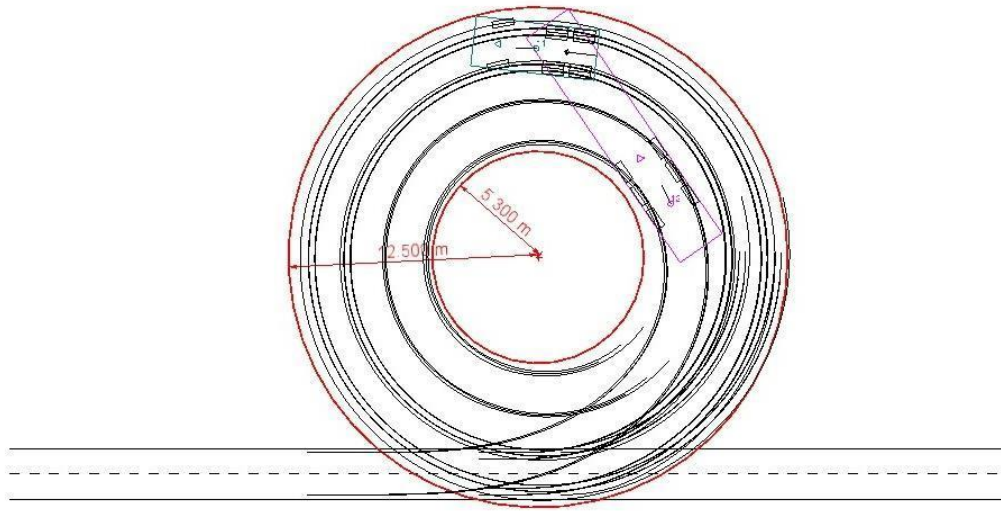
Lisaks teostati EMS-autorongiga praktiline katse tagurdada teiste autorongide olemasolul NG Logistics'i terminali laadimisrambi juurde [Foto 14].

3.5.2. Manööverdusvõime analüüsi tulemused

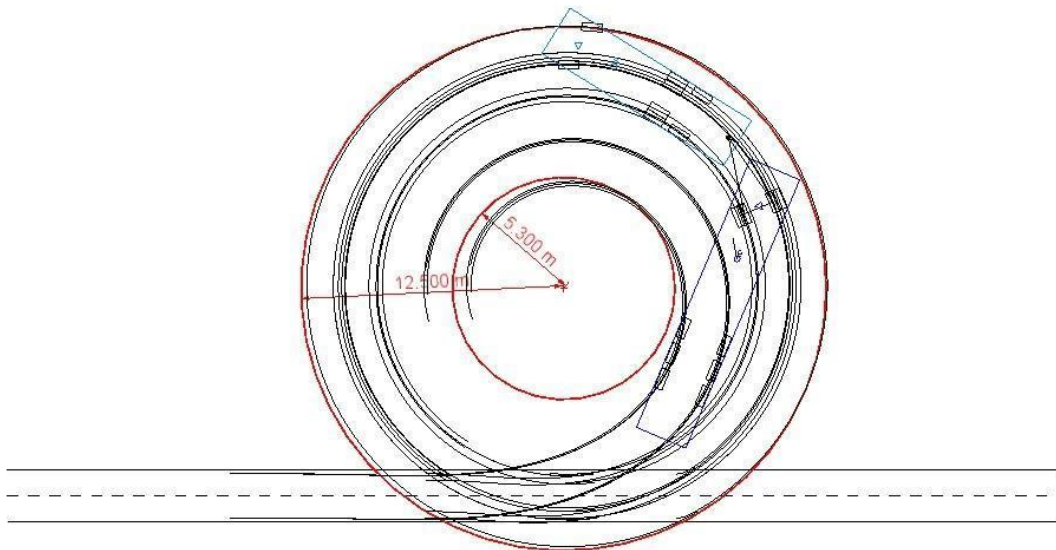
Modelleerides EMS autorongide ja 16,5m poolhaagisega autorongi manööverdus-võimet tarkvaraga PC-Crash 12,5m ja 5,3m ringidega piiritletud nõutud manööverduskoridoris selgub, et

- 16,5m autorongiga on nõutud minimaalse pöördekoridori tagamine võimalik 360 kraadi ulatuses [Joonis 14].
- EMS autorongiga saab sooritada nõutud pöördekoridoris kuni 180kraadise ulatusega tagasipööret [Joonis 15, Joonis 16].
- Suurema kursinurga muutuse kui 180 kraadi tagamiseks ei ole nõutud pöördekoridori tagamine võimalik: välisringi tagamisel ei ole tagatud liikumine väljaspool siseringi ja siseringi tagamisel tuleb liikuda suuremal kaarel kui välisring.

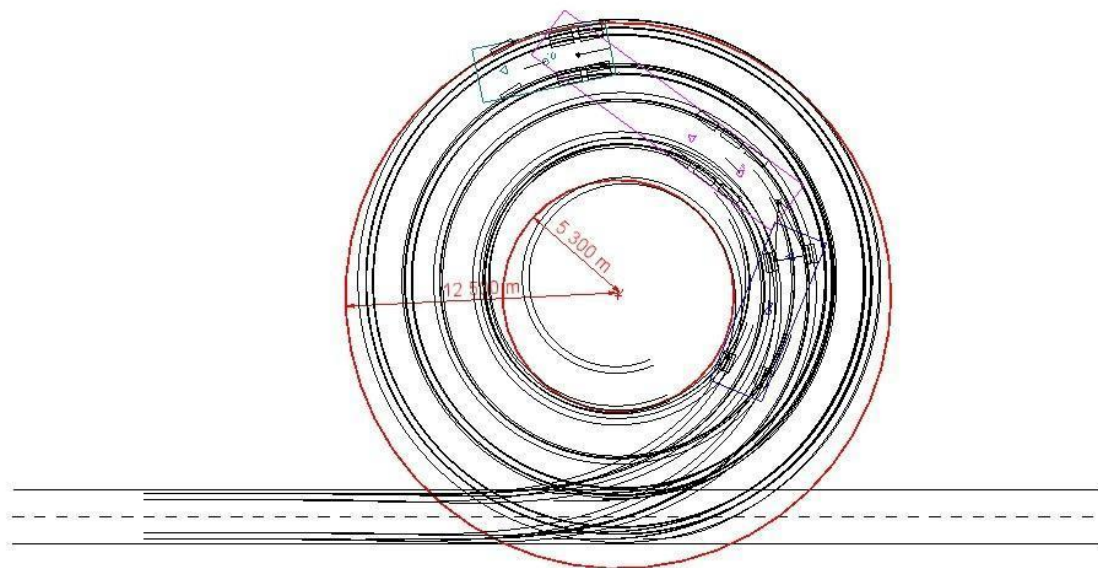
- EMS B-link autorongiga on võimalik püsimine nõutud pöördekoridoris vaid positiivse pööratavusega (vähemalt 10 kraadi) keskmise haagise telgede korral [Joonis 17, Joonis 18].



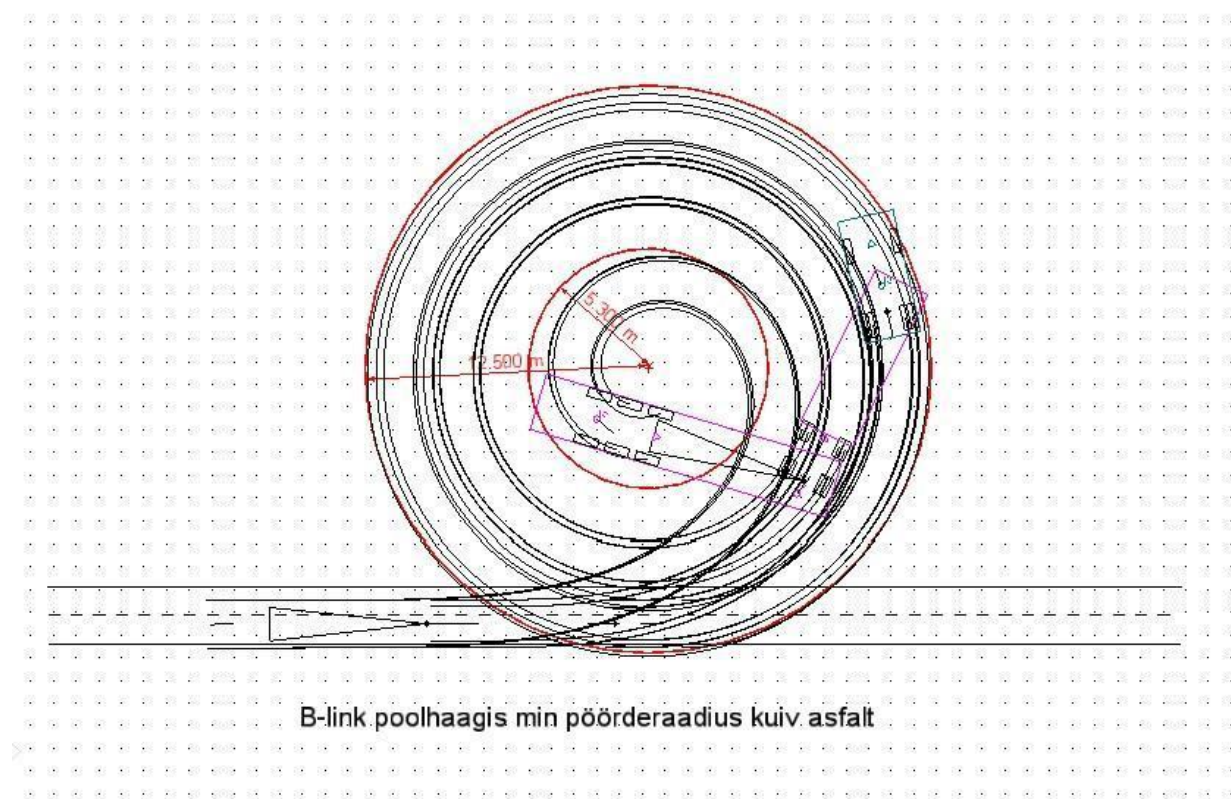
Joonis 14. 16,5m autorongi 360 kraadi pööre nõutud pöördekoridoris



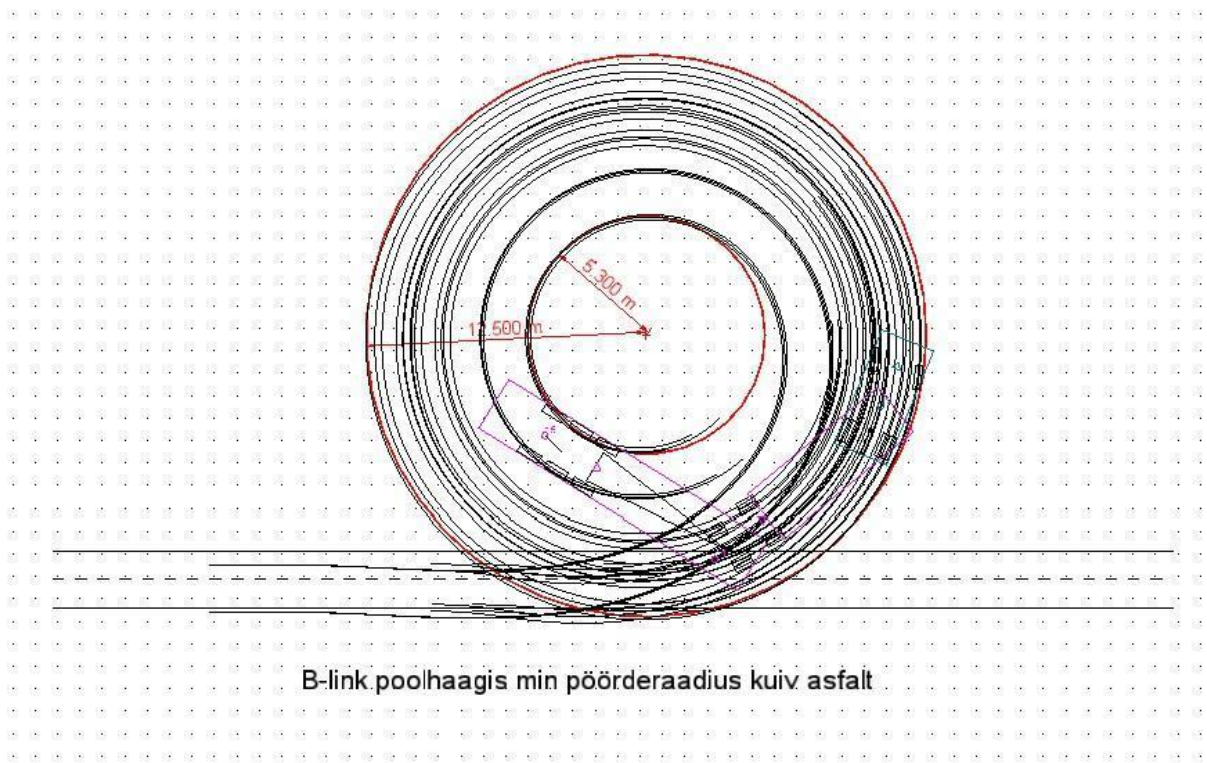
Joonis 15. EMS-autorongi 1-1 360 kraadi pööre nõutud pöördekoridoris. Pöördekoridoris püsimine on tagatud 180 kraadise pöörde korral.



Joonis 16. EMS-autorongi 1-2 360 kraadi pööre nõutud pöördekoridoris. Pöördekoridoris püsimine on tagatud 180 kraadise pöörde korral.



Joonis 17. EMS B-link ilma haagise pööratavate telgedeta 360 kraadne pööre nõutud pöördekoridoris. Pöördekoridoris püsimine ei ole üle 90 kraadise pöörde korral võimalik.



Joonis 18. EMS B-link pööratavate haagise telgedega 360 kraadisel pöördel nõutud pöördekoridoris.

Koormatud autorongidega teostatud manööverduskatsetel selgus:

- EMS autorongiga on võimalik teostada nõutud pöördekoridoris tagasipööre kursinurga muutusega 180 kraadi ning sooritada 25m laiusega teel ka 360 kraadine pööre tee laiuse gabariitmõõtmest väljumata [Foto 10].
- EMS autorongiga ei ole 360 kraadise pöörde korral võimalik kogu pöörde ulatuses tagada nõutud minimaalset pöördekoridori.
- 16,5m autorongiga on võimalik tagada minimaalset pöördekoridori ka 360 kraadise pöörde korral [Foto 11];
- EMS autorongiga on võimalik sooritada ohutut tagurdamist 50m pikkuses koridoris laiusega 5m, kuid selle sooritamine nõuab juhilt suuremat vilumust kui tavapärase 16,5m pikkuse poolhaagisega juhilt [Foto 12, Foto 13].

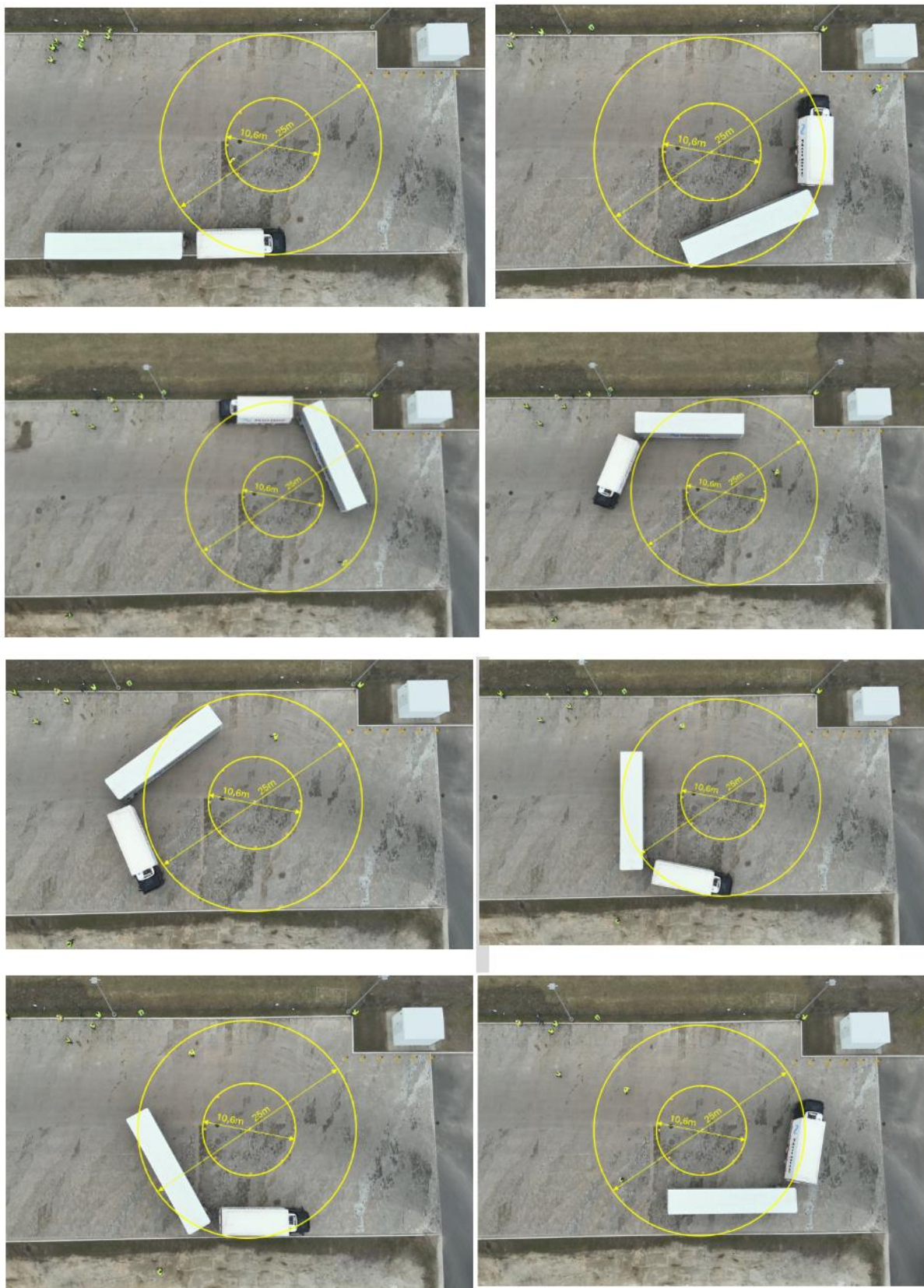


Foto 10. Droonivaated EMS-autorongi pöördekatset. Autorongi püsimine pöördekoridoris on võimalik 180 kraadise pöörde korral ning olukorras kus koridori välisgabariidi moodustab tee laius 25m.

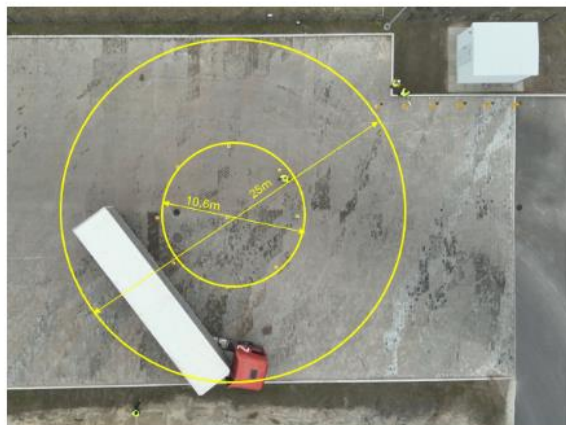
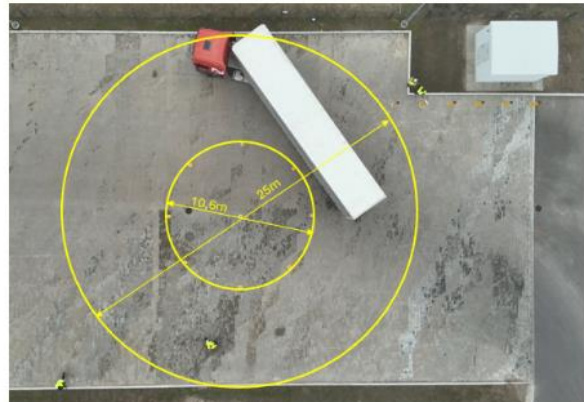
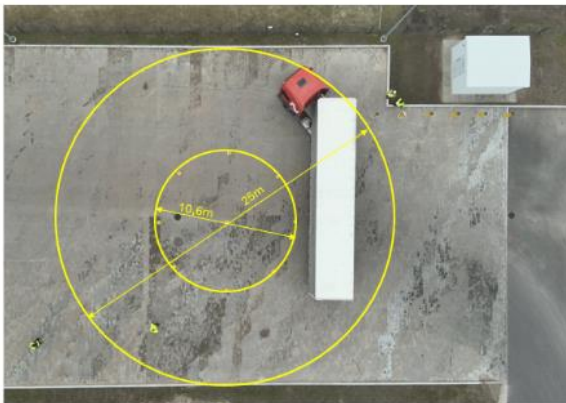
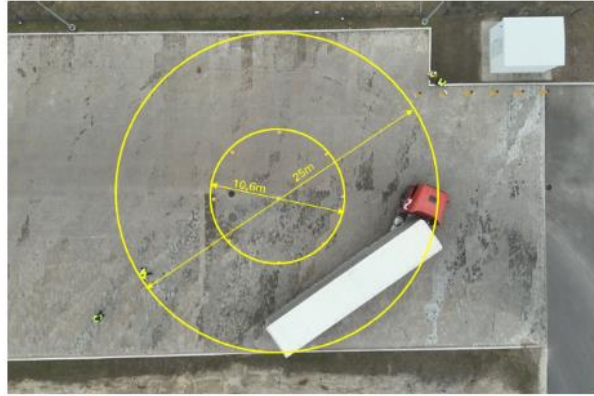


Foto 11. Tavapärase 16,5m pikkuse autorongi pöördekatse minimaalse nõutud pöördekoridori ja 25m laiuse tee korral.



Foto 12. EMS-autorongi tagurdamiskatse 50m pikkuses koridoris laiussega 5m



Foto 13. Tavapärase 16,5m autorongi tagurdamine 50m koridoris laiussega 5m

Arvestades modelleerimistel ja katsetustel ilmnenuid piiranguid EMS-autorongi manööverdusvõimel on oluline kontrollida nende kasutamise marsruutidel minimaalset pöörderaadiust nõudvaid manöövreid kasutades selleks eritarkvaraga tehtavaid simulatsioone. Uute teede lahenduste projekteerimisel on tarvilik kasutada EMS autorongi mudlit manöövrite sooritamiseks vajaliku pöördekoridori arvestamisel.

Praktilise sildumiskatse teostamisel [Foto 14] selgus, et EMS autorong nõuab täiendavat ruumi hõlpsa manööverduse tagamiseks. Tavapärase ruumi kasutamisel võib sildumine kujuneda aeglaseks (fotodel kujutatud katseks kulus selleks üle 5min). Manööverduse ohutust parandab ka tagurduskaamera või 360-kraadi vaatega kaamerasüsteemi kasutamine.

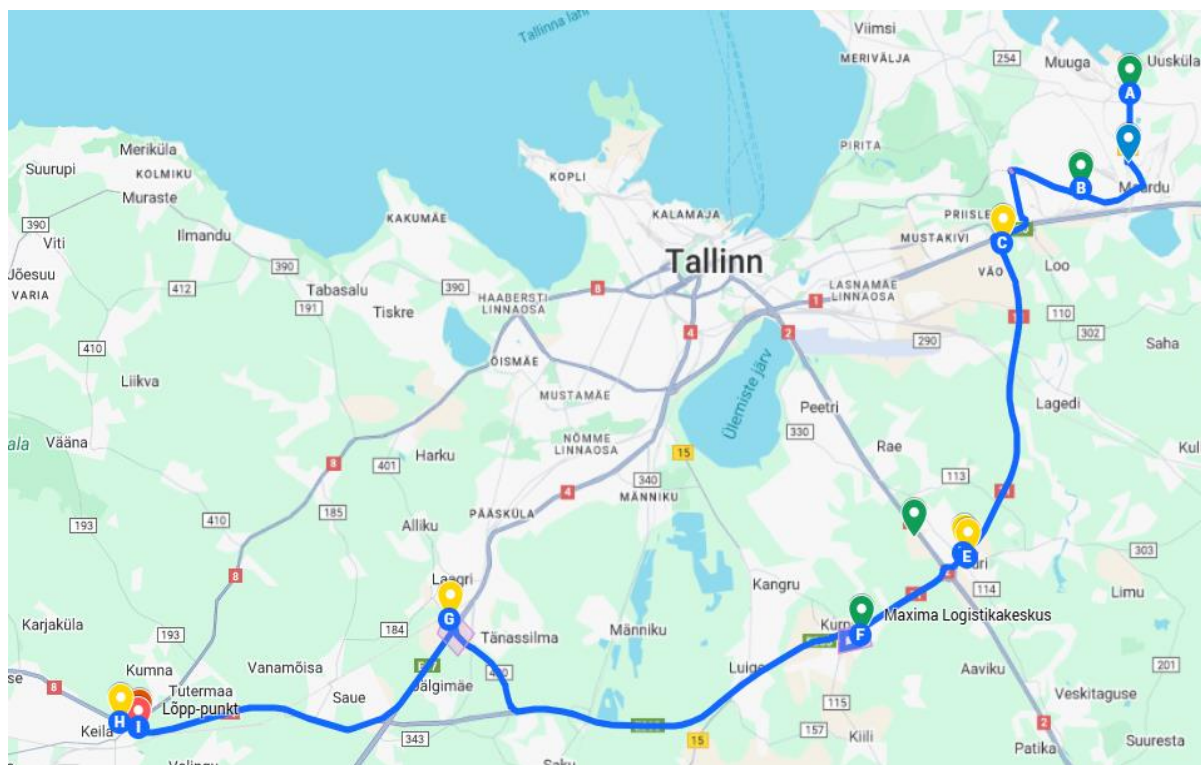


Foto 14. EMS autorongiga teostatud praktiline sildumiskatse

3.6. Katsemarsruutide läbimise tulemused

EMS autorongidega läbiti kahel katsepäeval katsemarsruudid EMS autorongide praktilise kasutusega seotud eripärade ja ohutusriskide vaatluseks.

Tabelis [Tabel 17] kirjeldatud EMS autorongiga ja 16,5m autorongiga läbiti 12.03.2025 kell 10:00 – 15:00 katsemarsruut Muuga sadamast Keilasse [Joonis 19].



Joonis 19. 1.katsepäeva marsruut (Aluskaart: GoogleMaps) [29]

Katsepäeva eesmärgid:

- Kontrollida autorongide praktilisi minimaalseid pöörderaadiuseid ja nende vastavust kehtivatele tehnonõuetele ja tarkvaraliselt modelleeritud piirväärtustele;
- Kontrollida EMS autorongi praktilist manööverduse hõlpsust logistikakeskuse territooriumil ning võrrelda tavapärase 16,5 meetrise autorongiga;
- Vaadelda EMS autorongi liikumist praktilisel kaubaveo marsruudil Muuga sadamast kuni Keilani ning hinnata täiendavate sõiduohutusriskide olemasolu.

Katsepäeva tulemused:

- EMS-autorongi kasutamine testmarsruudil ei põhjustanud liikluses häireid ega potentsiaalselt ohtlikke olukordi;
- EMS-autorongi manööverdusvõime tagas tavapärase liikumise pööretel ja ringristmikel;
- Lühema konfiguratsiooniga autorongide tarbeks loodud laadimiskohale tagurdamine piiratud ruumiga oludes nõudis EMS autorongi juhilt oluliselt rohkem aega kui tavapärase autorongiga;

- EMS-autorongi manööverdusvõime oli sarnane modelleeritud tulemustega.



Foto 15. EMS autorongi vasakpööre testmarsruudi läbimisel



Foto 16. EMS autorongi parempööre testmarsruudi läbimisel



Foto 17. EMS autorongi liikumine Narva mnt Saha-Loo tee ringil



Foto 18. EMS autorongi liikumine Narva mnt Saha-Loo tee ringil



Foto 19. EMS autorongi häireteta parkimine Vão parklas



Foto 20. EMS autorongi haagise rattad liikusid osaliselt üle teepeenra Maxima logistikakeskuse juurest väljumisel



Foto 21. EMS autorongi liikumine väiksema raadiusega Keila ringil



Foto 22. EMS autorongi liikumine väiksema raadiusega Keila ringil

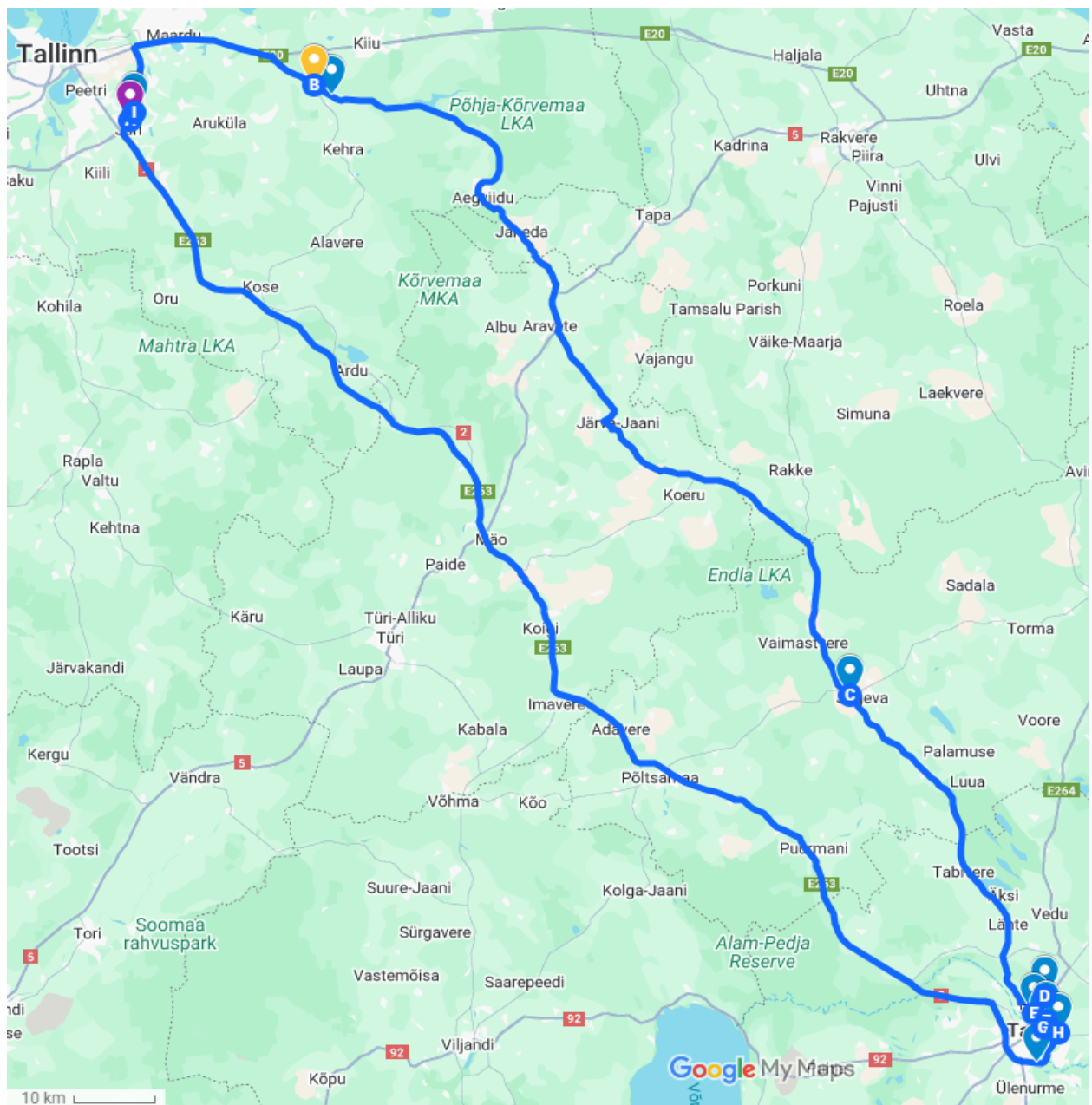


Foto 23. EMS autorongi liikumine väiksema raadiusega turboringi siseringil Keilas



Foto 24. EMS autorongi liikumine väiksema raadiusega turboringi siseringil Keilas

Tabelis 6 [Tabel 6] kirjeldatud EMS-autorongidega ja 16,5m autorongiga läbiti 08.04.2025 kell 10:00 – 20:00 katsemarsruut Tallinna lähedalt Lehmjast Jägalasse ja sealt mööda teed nr 39 Jõgeva kaudu Tartusse ja mööda teed nr 2 tagasi [Joonis 20].



Joonis 20. 2. katsepäeva marsruut (Aluskaart: GoogleMaps) [30]

Katsepäeva eesmärgid:

- Vaadelda EMS autorongi liikumist praktilisel kaubaveo marsruudil Lehmjalt Tartusse ja tagasi ning hinnata täiendavate sõiduohutusriskide olemasolu.

Katsepäeva tulemused:

- EMS autorongide kasutamine testmarsruudil sarnanes tavapärase autorongiga ega ei põhjustanud liikluses häireid ega potentsiaalselt ohtlikke olukordi;
- EMS autorongide manööverdusvõime tagas tavapärase liikumise pöretel ja ringristmikel. Enim tähelepanu nõudis Tartu linna läbimisel vasakpöörde sooritamine Kõrveküla-Tartu teelt Muuseumi tee samaaegselt vastutuleva liikluse vasakpöördega. See nõudis sõiduki juhtidelt koostööd pöörde järjekorra

määramisel. Üheaegne vasakpöörde sooritamine oli võimalik, kuid nõudis juhtidelt suuremat tähelepanu trajektoori valikul.



Foto 25. Vasakpööre Muuseumi teele Tartus. Vaade EMS-1 autorongi kabiinist



Foto 26. EMS-1 autorongi vasakpööre Muuseumi teele Tartus.

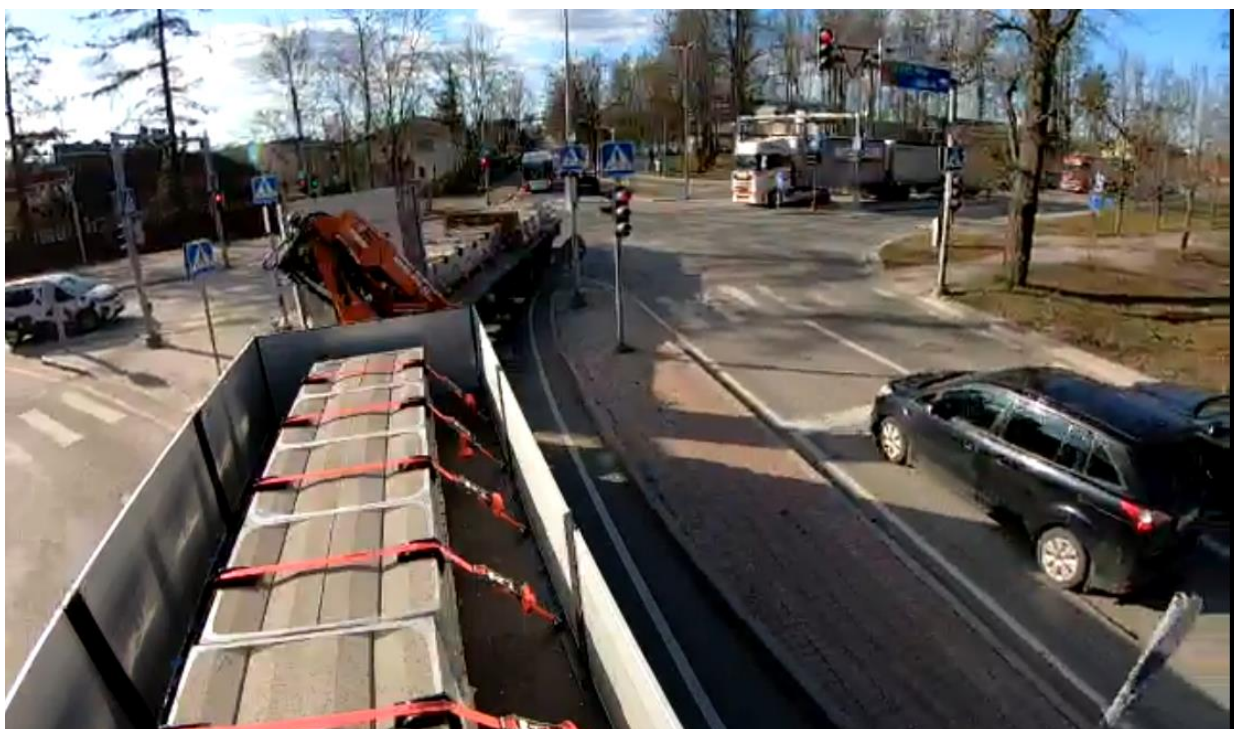


Foto 27. EMS-1 autorongi vasakpööre Muuseumi teele Tartus



Foto 28. EMS-1 autorongi vasakpööre Muuseumi teele Tartus. Vaade EMS 2 autorongi kabiinist.



Foto 29. EMS 1 autorongi liikumine Põhja pst ja Oksa tn ringil Tartus.



Foto 30 EMS 1 autorongi liikumine Põhja pst ja Oksa tn ringil Tartus. Vaade EMS 2 autorongi kabiinist.

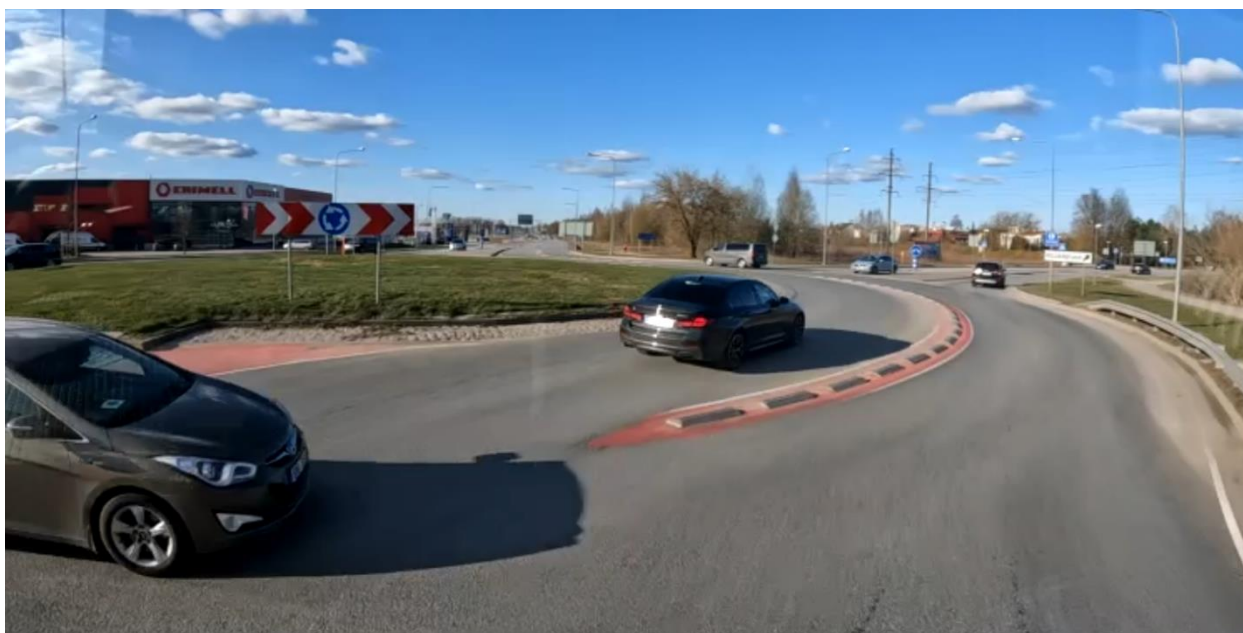


Foto 31 EMS-1 autorongi liikumine Tallinn-Luhamaa ja Viljandi mnt ringil Tartus. Vaade kabiinist.



Foto 32 EMS-1 autorongi liikumine Tallinn-Luhamaa ja Viljandi mnt ringil Tartus.

3.7. Taristu geomeetria

Varasemalt T-Konsult OÜ on [8] käsitlenud teekatendi kandevõimet ja sildade vastupidavust, kuid tee geomeetria – sealhulgas piki- ja põikkaldeid –, samuti teepäraldise

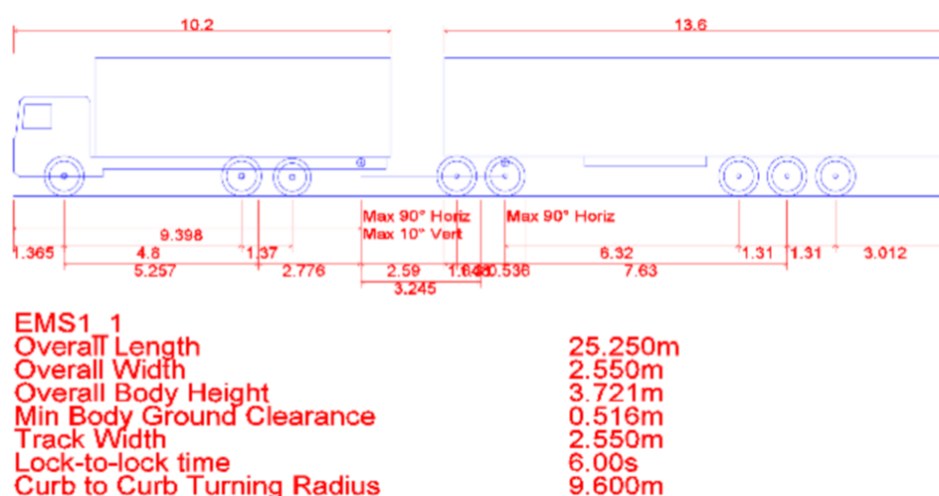
(nt piirdeid) ning teehoolduse aspekte pole senini uuritud. Käesolevas töös keskendutakse nende teemade käsitlemisele seoses pikemate ja raskemate autorongide kasutamisega.

Pöörderaadiuse osas on Euroopas üldine nõue, et sõiduk peab suutma teha kõik pöörded 25-meetrise diameetriga ringis ja EMS autorongide puhul on selgunud, et 180-kraadise ehk tagasipöördega saavad testitud sõidukid hästi hakkama ning probleeme võib esineda vaid 360-kraadise pöördega. Reeglina on ka mure vaid tagumiste telgede trajektooris, mistõttu väiksema diameetriga ringristmikel tuleb teha siserajal suurem ülesõidetav ala.

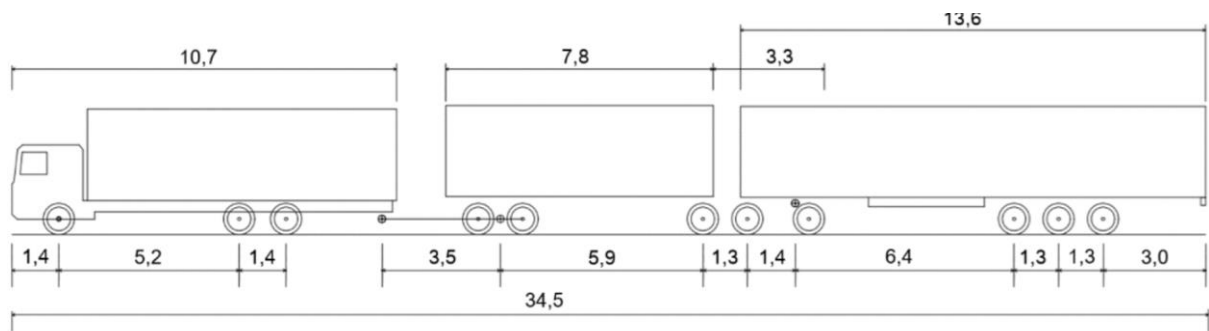
Piki- ja põikkallete piirväärtused on määratletud tee projekteerimismisnormis [26]. Põhitrassidel ei teki nende järgimisega üldiselt raskusi, kuid probleeme esineb sagedamini liiklussõlmede rampidel ja mahasõitudel, samuti aladel, mis jäävad uurimiselast välja – näiteks ligipääsud kaupade saatja või saaja juurde ning kaubaterminalid. Geomeetriliste vastavuste kontroll on projekteerimis- ja marsruudi kavandamise faasis lihtsasti teostatav, modelleerimistarkvara abil.

Modelleerimiseks kasutati Autodesk Civil 3D 2024 sõidukite pöördetrajektoorie lisaprogrammi Autodesk Vehicle Tracking 2024 (AVT). [31]

Ohutuse hindamiseks on valitud EMS (25,25 m) ja EMS2/DUO (34,5 m) sõidukid ning neist enamlevinud konfiguratsioonid - sooloveok eeliku ja poolhaagisega [Joonis 21] ning sadulveok kahe poolhaagisega [Joonis 22]. EMS2 varianti käesoleva uuringu lähteülesanne ette ei näe, kuid oleme seisukohal, et kõigis ettepanekutes mida projekteerija peaks arvestama, eelkõige just trajektoori kontrollis, tuleks juba **võimalusel arvestada ka EMS2 konfiguratsiooniga**, kuna praegu kavandatavad lahendused peavad toimima ca 25 aastat (5 aastat kuni ehituse valmimiseni + 20 aastat kasutusiga) ning võimalusel arvestada EMS2 kasutusele võtmisega tulevikus.



Joonis 21. Modelleeritud EMS1 autorong [AVT, koostas Norman Laidvee]



Joonis 22. Modelleeritud EMS2/DUO autorong [AVT, koostas Norman Laidvee]

Oluliseks probleemiks on vajaliku haardeteguri tagamine talvistes teeoludes. Nõuetes sätestatud hooldussüklid (2–4 tundi) [23] ei taga, et teeolud vastavad miinimumnõuetele ööpäevaringselt. Seetõttu võib osutuda vajalikuks tõsta nõudeid talihoolduse või sõidukite tehnonõuete osas.

Piirdeelementide puhul võib osutuda vajalikuks laiem erilahenduste kasutamine, sest Euroopa Liidu standardpiirded pole testitud suuremate koormuste (üle 32 tonni) jaoks. [32] See on eriti oluline juhtudel, kui piire peab kaitsma konstruktiivselt olulist elementi (nt sillasammast) või takistama sõiduki väljasõitmist läbi silla piirde all asuvale teele või raudteele.

Vajalik on kas uue juhendi koostamine või Transpordiameti Teede projekteerimise juhendi oluline täiendamine, mis võtaks arvesse pikemate autorongidega seonduva eripära nagu:

- **Puhkekohad, teenindusjaamad ja toitlustus** – TEN-T trassidel peaksid olema vastavad kohad, kuhu mahuvad ka senisest pikemad sõidukid – alustuseks paigutusega, kus üks EMS autorong hõivab kahe tavaveoki koha. Tõenäoliselt ei ole probleeme manööverdamise ja gabariitidega, vaid ainult parkimiskohtadega. Siseriiklike teede kohta määrus nõudeid ei esita, võib see regulatsioon katta ainult TEN-T teed, ka juhul kui riik soovib neid pikemaid sõidukeid lubada kõigile põhi- ja tugimaanteedele.
- Lisaks pikaajalisele parkimisele (töö- ja puhkeaja aspekt) tuleb tähelepanu pöörata **lühiajalisele parkimisele** teeäärse teeninduse ja kaubandusega seonduvalt. Tasub kaaluda teepeenra laiendust just teeäärsete kaubandusasutuste lähialas.
- **Ristmikel tuleb kontrollida**, et ristuva tee stoppjoone markeering ei ulatuks autorongi pöördekoridori vasakpöördel ja parempöörret sooritav sõiduk ei kalduks vastassuunavööndisse pöörde lõpetamisel (probleem on aktuaalne linnades, kuid vajab tähelepanu ka mujal, sest probleeme on ka seniste autorongidega).
- **Ristmikel**, kus on mitu paralleelset pöörderada, tuleb kontrollida et sõiduk ei väljuks oma rajalt (tavaolukord linnaliikluses, lahendiks ei ole keelamine vaid

vastastikune viisakus, kuid uute lahenduste projekteerimisel tuleb selle nõudega arvestada ja kavandada laiemad pöördarajad)

- **Turboringristmikel** tuleb sõiduradasid eraldavad kiviread kujundada madalate profiilidena ja vajadusel määrata nende maksimaalne kõrgus ning servade ümardamise nõuded. Teise võimalusena võib kaaluda laiemate pöördaradade kavandamist. Eraldava kivirea põhifunktsioon on mitte soodustada sõiduautodega rajaeraldaja ületamist. Kivirida reeglina algab ülesõidetavast laiendatud alast ja jätkub ühekordse kivireaga ning kõige probleemsem on sellise ühekordse kivirea esimese kivi otsa faas ehk selle puudumine.

On vaja kehtestada teede projekteerimise juhendis täiendavad nõuded ülesõidetavatele sõiduradasid eraldavatele kividele – neid ei tohi paigaldada lapiti või kasutada kleebitud kivi (mõlemal juhul näitab talihoolduse praktika, et sahk lõhub kive ja kinnitust). Ülesõidetav kivi kattelaienduse peab olema süvistatud betooni ning olema piisavalt ebatasane et sõiduauto seda ala pigem ei kasutaks. Soovituslik on kasutada ülesõidetava kattelaienduse kivide ülapinna kallet ca 15-20 kraadi horisontaali suhtes ehk naaberkivide vahelist kõrguserisust 2...3 cm.

Põhi- ja tugimaanteedele ringristmike kavandamisel, tuleb need kontrollida EMS autorongidega – väiksema raadiuse puhul peab sõidurada olema laiem või ring suuremas ulatuses ülesõidetav. AVT võimaldab kontrollis määrata sõiduki kiiruse ristmikul, siin tuleks EMS autorongidele valida 15 km/h tase (aeglasem kui tavaliselt kasutatav 30 km/h). Nende lahenduste kavandamisel tuleks juba algselt arvestada EMS2 lisandumisega järgnevatel perioodidel.

TEN-T trassidel on oluline VMS märkide ja teabetahvlite kasutamine, et probleemsete ilmaolude korral tingimuste eest paremini hoiatada. See on oluline eriti teisest riigist juhtide puhul, kes ei ole libedaga harjunud – nagu on näidanud traagiline õnnetus Põltsamaal Türgi treileriga.

Katsesõidu tulemusena saame järeldada, et AVT tarkvara käitub pigem konservatiivselt, hea juht suudab hakkama saada ka veidi kitsamates tingimustes.

Modelleerimisel valisime kaks olulist suuremat liiklussõlme - Vao Tallinna külje all ja Riia ring Tartus. Nende objektide osas on kasutatud projektdokumentatsiooni ja teostusjooniseid (dwg) mis võimaldavad kõige täpsemat kontrolli. Tuginedes Skandinaavia juhendmaterjalidele on koostatud neljatasandine hinnang (A...D) ristmiku läbitavusele, kus A-tasandil ei ületa autorong üheski mõõtes sõiduraja piire ja C-tasand väljub sõidurajalt nii lähte- kui sihtrajal. [Tabel 18] Selline lähenemine on vastavuses ka Linnatänavate standardi (EVS 843:2016) käsitlusega.

Tabel 18. Läbitavuse klassid [Norman Laidvee]

Klass	Kriteerium	Kiirus [km/h]
A	- Sõiduk läbib ristmiku püsides oma sõidurajal, mõõdetuna esimese sisemise ja tagumise välimise ratta jäljest - Kere elemendid võivad ulatuda üle sõiduraja piiri, kuid ei tohi ulatuda päri- või vastassuuna vööndisse ega jalgratturitele või jalakäijatele mõeldud alale - Kahe ja enam rajalistel (k.a. turbo) ringristmikutel ei tohi kere gabariit ulatuda üle sõiduraja	20
B	- Sõiduki rattad peavad pöördel mahtuma teekattele (k.a. pöördelaiendile) - Sõiduk võib kasutada ristmikul osa vastassuunalisest sõidurajast, kuhu sõiduk pöörab. - Sõiduki kere elemendid võivad ulatuda jalgratturitele või jalakäijatele mõeldud alale, kui peab jääma vähemalt 1,5m vaba liikumisruumi - Kahe ja enam rajalistel (k.a. turbo) ringristmikutel ei tohi kere gabariit ulatuda kõrvalrajale, kuid ratas võib sõita üle eralduselemendi	15
C	- Sõiduki rattad peavad pöördel mahtuma teekattele (k.a. pöördelaiendile) - Sõiduk võib kalduda pöörde tegemiseks vastassuunda nii pöõret alustavalt rajalt, kui ka pöõret sooritavale harul - Jalgratturite ja jalakäija alale ulatumisele kehtivad samad reeglid, nagu klass B puhul	<15
D	- Ristmik ei ole läbitav sõidukile kasutades kogu katte laiust - Kahe ja enam rajalistel (k.a. turbo) ringristmikutel ulatub keregabariit kõrval olevale rajale	5

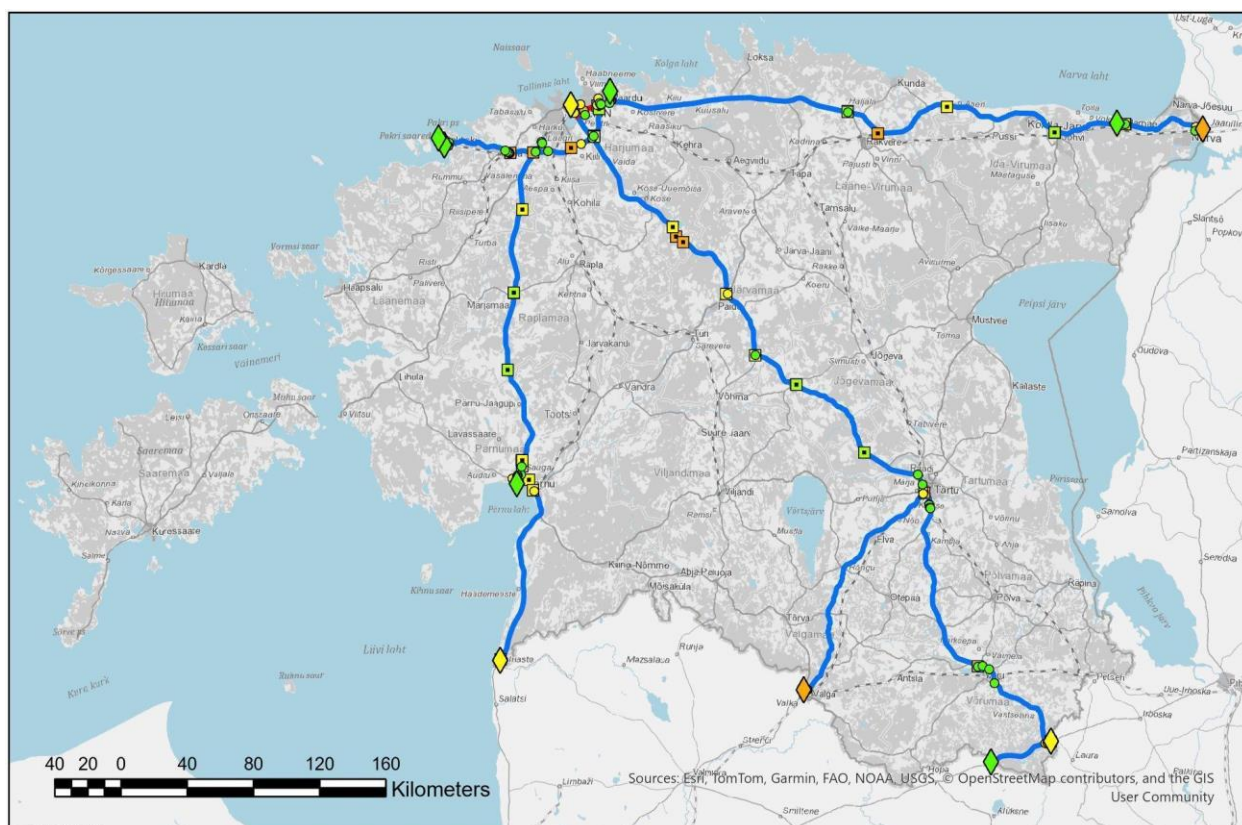
Maa- ja Ruumiameti kaardirakenduse abil on valitud veel kokku 110 ristmikku või liiklussõlme ja nende kaardialuse põhjal on AVT tarkvaraga kontrollitud trajektooreid. [Joonis 23] Tulemused on detailselt sisestatud kaardirakenduses, kuid ülevaatlilikult on erinevate kontrollitud objektide liigiline vastavus alljärgnevas tabelis [Tabel 19]:

Tabel 19. Taristu läbitavuse kontrolli tulemused klasside kaupa [Norman Laidvee]

	A	B	C	D
Riigiteede ristmikud	29	19	1	1
Linnatänavate ristmikud	6	5	3	0
Puhke- ja teeninduskohad	8	16	13	0
Sadama- ja piiripunktid	7	2	2	0

Riigiteede ristmikest C-tasemele vastab Riia ringristmik Tartus ja D-tasemele Kroodi ringristmik Maardus.

Linnatänavate ristmikest vastab C-tasemele Peterburi-Smuuli ristmik, D-terminal-Reidi tee ja Tõrvandi-Tamme ristmik.



Joonis 23. EMS autorongidele läbitavuse kontrolli tulemused [Autor: Norman Laidvee, Aluskaart: Maa ja Ruumiameti hallkaart]

Ristmike ja liiklussõlmede parempöördel (või ringile sisenemisel) kivistustisega toetamata alad pöördekoridoris, kuna autorongi viimased teljed liiguvad kõveral väiksema raadiusega ja vastavalt võib sõiduki viimase telje ratas kulgeda vahetult katte serval või kohati isegi katendilt välja kalduda. Aladel, kus on pöördekoridor on kivistustisega toetatud, on sillutatud ala reeglina piisav. Kuna selles osas ei ole geomeetria normeeritud, tuleb projekteerijal vastava tarkvaraga (AVT või analoogid) kontrollida kõik projekteeritavad pöördekoridorid – seega, tugi- ja põhimaanteedel kontrollida ka sobivust 34,5 meetrise autorongile. Kontroll tuleb teostada ka ajutise liikluskorralduse mudelil (joonisel), kui objekt paikneb TEN-T koridoris (EMS autorongide trassidel).

Ringil või pöördel on tihti kasutatud äärepiirdeid kaugusel, kuhu võib külgsuunas ulatuda sõiduk pöördel, tõenäoliselt just viimaste telgedega, mis liiguvad väiksemal raadiusel – igal juhul tuleks tagada vähemalt 50 cm turvavahe teeäärse piirde ja autorongi kere/telje vahel pöördekoridoris. Probleemiks võivad olla ka suundadevahelised piirded kõveratel (šikaanid ringile/ristmikule lähenemisel). Siit tulenevalt, tuleb kontrollida pöördekoridori mitte ainult ristmikualades vaid ka šikaanides enne (või pärast) ristmikuala

Kui mitmerealistel ringristmikel satuvad kõrvalradadele kaks raskesõidukit – täna oleme sellistel juhtudel täheldanud probleeme näiteks Tartus Riia ringil ning tõenäoliselt

põhjuseks võib lugeda mitte niivõrd pöörderaadiusi kuivõrd pika kere telgedevahelise osa väiksemat raadiust pöördel. Rambil või ringil kulgemist ei saa lugeda veel manöövriks ka siis, kui sõiduki osa pöördel ületab sõiduraja markeeringu. Probleemi lahendaks suurem liiklusviisakus. Siiski tuleks nende teede, kuhu laieneb EMS (EMS2) tulevikus, ristmike ja liiklussõlmede kavandamisel arvestada sõiduradade laiuse ja kõverate raadiuste (nii ringil kui peale/mahasõidul) osas 34,5 meetrise autorongi eripäraga ka juhul, kui me lähiaastatel lubame vaid 25,25 meetrised autorongid eeltoodud teedele.

3.8. Möödasõitade ohutuse analüüs

Käesolevas uuringus analüüsitakse eri tüüpi sõidukite möödasõiduvõimekust, keskendudes eriti pikemate ja raskemate EMS autorongide liiklusse kaasamisele. Võrdluses hinnatakse nii väikeautode kui ka sadulrongide ja EMS autorongide möödumise tingimusi. Eesmärgiks on määratleda, millised möödasõidunähtavuse kaugused on realistlikud ja ohutud tänaste liiklusolude ja kehtivate normide alusel ning kas kehtivad reeglid on kooskõlas tegelike ohutusvajadustega.

Eestis kehtiv Tee projekteerimise normid sätestab möödasõidunähtavuse mõiste järgmiselt (§2 (1) 16) [26]:

"Möödasõidunähtavus on vahemaa, mille ulatuses peab sõidutee olema nähtav möödasõitu alustavale juhile selliselt, et vastassuunast läheneva sõiduki juht ei peaks kiirust vähendama."

Lisaks sätestatakse §8 (4), et **1+1 ristlõikega teel, kus ei ole tagatud määruses nr 71 lisa 1 tabelis 2 esitatud möödasõidunähtavust, on möödasõit keelatud.**

Võrreldes varasema normiga (2015–2023), on uus norm küll definitsiooni säilitanud, kuid **muutnud oluliselt lubatud möödasõidunähtavuse kaugust**, nagu näha alljärgnevast võrdlustabelist [Tabel 20]:

Tabel 20. Möödasõidunähtavuste vahemaade võrdlus[33], [26]

Määrus nr 106 Tabel 2.13				Määrus nr 71 Tabel 2
Projekteerimise lähtetase				
Projektkiirus, km/h	Hea	Rahuldav	Erandlik	Vähim
90	720	610	550	400
80	650	550	480	320
70	590	480	420	250
60	550	420	350	190

Oluline vastuolu seisneb selles, et kuigi norm määratleb, et vastutuleva sõidukiga peab arvestama, ei ole tabelites toodud vahemaad sellise stsenaariumi korral piisavad. Näiteks ei ole 400-meetrine nähtavus piisav isegi väikse kiirusevahe korral, kui möödasõidetav liigub 70 km/h ja möödasõitja alustab 70 km/h pealt.

Lisaks lühematele nähtavuskaugustele on uues normis välja jäetud oluline põhimõte:

"Möödasõidunähtavus tuleb kahe-suunalise maantee puhul tagada vähemalt 70% ulatuses tee pikkusest." [33] See nõue esines varasemas normis, kuid on nüüdseks eemaldatud.

Rahvusvahelises võrdluses võib tuua näiteks Soome normi, kus küll nõutav teepikkus on väiksem, kuid samas esitatakse ka suurim lubatud vahe kahe möödasõiduvõimalusega lõigu vahel. [34] Paljudes riikides näivad nähtavuskaugused eeldavat **kerget kiiruspiirangu ületamist** (nt +10 km/h), mis omakorda viitab sellele, et ametlikud normid ja tegelikud praktikad ei ole täielikus kooskõlas.

Liiklusseadus (LS §55) määratleb möödasõidukeelu erandid väga kitsalt – lubatud on mööduda ainult:

- kollase vilkuriga aeglasest või seisvast teel töötavast hooldussõidukist;
- sinise vilkuriga seisvast alarmsõidukist;
- jalgratturist, pisimopeedijuhist või kergliikurijuhist, kui on tagatud 1,5-meetrine külgvahe või kui sõidetakse alla 30 kilomeetri tunnis või kui jalgrattur, pisimopeedijuht või kergliikurijuht sõidab jalgrattarajal.

Seega **tekib vastuolu**, kui näiteks 90 km/h alas kehtestatakse möödasõidukeeld, sest see keelaks ka möödumise näiteks 40 km/h liikuvast mopeedautost (aeglasel sõiduki tunnusmärgiga) – kuigi viimase taha koguneks kiiresti kolonn ja olukord muutuks ohtlikuks.

Oluliseks riskiteguriks on aeglase sõidukite (nt traktorid, mopeedautod, ehitus- ja põllumajandustehnika) liikumine ilma kõrvaletõmbumiseta. Ohtlikud olukorrad tekivad eriti siis, kui kolonni esimene sõiduk alustab möödasõitu viimasel hetkel ja järgnev auto jääb manöövrivõimaluseta ootamatult lõksu.

Tehnoloogiline lahendus võiks seisneda näiteks **rakenduses Waze kuvatavates hoiatustes**, mis teavitaks liiklejaid maanteel aeglaselt liikuvatest objektidest (nt põllumajandustehnika, teetöömasinad).

Möödasõiduvõimaluste parandamine teetüüpide kaupa

2+1 teed

Skandinaavias levinud **2+1 ristlõiked** toimivad ainult pidevas vaheldumises ja kindla rütmiga. Eestis rakendatakse neid vaid lühikestel lõikudel (3–5 km), mis ei ole piisav.

Soovitame lisaks:

- sõidurajakeskne kiiruspiirang (nt 1. rajal 80, 2. rajal 100–120 km/h);
- veoautode möödasõidukeeld tiptundidel, kuid ainult VMS-märkidega.

2+2 teed

Lahutatud sõidusuundadega teedel on möödasõidu tingimused paremad, kuna vastutulijaid ei ole. Siiski peab möödasõitja juba manöövri alguses nägema kohta, kuhu ta naaseb.

Teede Tehnokeskuse poolt läbi viidud uuringus „2+1 teelõikude muutuva teabega liikluskorralduse teostatavusanalüüs“ tuleb välja, et pikivahe on murettekitav. [35] Kindlasti tuleb välja arendada võimekus automaatselt jälgida sõidukite vahekauguse nõuetest (vähemalt 2 sekundit) kinni pidamist.

Arvutuslikud näited möödasõidunõuetest

Tuginedes liikuvusinsener Tanel Jairuse koostatud tööriistale **“Möödasõiduk”** (<https://muu.maant.ee/>), saab arvutada erinevates olukordades vajaliku möödasõidunähtavuse. Arvutustes eeldatakse:

- pikivahe: 2 sekundit;
- suunatule näitamise aeg: 3 sekundit;
- reaktsiooniaeg: 1 sekund (PPA kasutab küll väärtust 1,6s ja üldiselt võiks see olla ka 2 s);
- külgiirendus: 0,13 g (tulenevalt Rootsis kasutatavast metoodilisest juhiseist)
- ohutu vahe vastassuuna liiklusega: 4 s.

Allpool on toodud vajalikud teepikkused (1+1 ristlõikega tee jaoks). [Tabel 21]

Tabel 21. Valik näiteid möödasõidu arvutustest⁴

Möödasõitja			Möödasõidetav		Vajalik nähtavus, m
Sõiduki tüüp	Algkiirus, km/h	Max, km/h	Sõiduki pikkus	Stabiilne kiirus, km/h	
väikeauto	70	90	väikeauto (4m)	70	611
väikeauto	70	90	väikeauto (4m)	30	387
väikeauto	70	90	poolhaagisega veok (16,5m)	70	778
väikeauto	70	90	EMS (25,25m)	70	897
poolhaagisega veok (16,5m)	70	90	poolhaagisega veok (16,5m)	70	1673
poolhaagisega veok (16,5m)	70	90	EMS (25,25m)	70	1837
EMS (25,25m)	70	90	EMS (25,25m)	70	2805
sportauto (400 kW)	70	90	väikeauto (4m)	70	591

Eelneva põhjal saab teha mõningad järeldused:

- on selgelt näha et tüüpne olukord (väikeauto möödumine väikeautost) vastab täpselt varasema normi "rahuldavale" olukorrale;
- väikeauto suudab 400 meetrise nähtavuskaugusega mööduda teisest samasugusest vaid siis, kui möödasõidetav liigub 30 km/h;
- **võrreldes möödasõitu tänasest enamlevinud sadulrongist (16,5 m) on EMS autorongist möödumiseks vajalik nähtavus 120 meetrit suurem;**
- kehtivad normid eeldavad möödasõitu ilma vastutulevasse liiklusesse sekkumiseta, kuid reaalselt on see harva võimalik ilma reegleid rikkumata;
- lahutatud sõidusuundadega teedel on vajalik möödasõidunähtavus väiksem, sest vastutulijat ei ole ja pole vaja ka arvestuslikku 4-sekundist ohutusvahet, kuid samas on oluline, et möödujal peab olema juba möödumist alustades näha vahe, kuhu ta pärast möödumist esimesele sõidurajale vahele mahub;
- 400-meetrise nähtavuskauguse kasutamine juhul, kui definitsiooni järgi on ka vastutulija, eeldab mitte ainult väga heade sõiduomadustega sõidukit ja väga hea reaktsiooniga juhti, vaid ka rikkumisi nii maksimaalse kiiruse, pikivahe kui suunatule näitamise kestuses enne manöövri sooritamist.

⁴ <https://muu.maant.ee/>

Möödasõidukeelu rakendamine vastavuses TPN reeglitele välistab 400-meetrisel alal möödumise ka 40 km/h liikuvast mopeedautost, sest kuigi LS määratleb aeglase liikleja kohustuse kiiremate möödalaskmiseks, ei ole määratletud aeglase liikleja mõistet ega kiirusvahet, mida tuleks arvestada.

Sellest tulenevalt on tee projekteerimise normis vaja muuta möödasõidunähtavuse definitsiooni või nähtavuse ulatuse normväärtust.

3.9. Kergliiklejate ohutuse aspektid (manööver)

Manöövri määratlus - manöövriks loetakse iga operatsioon mis eeldab sõidurajalt kasvõi osalist väljumist. Seega, manöövriks on mitte ainult pöörded ristmikel vaid ka möödasõidud, sealhulgas möödasõidud nii sõidurajal kui ka kaetud peenral liikuvast kergliikurist (jalgrattast) kui möödumine ilma sõidurajalt väljumata ei ole võimalik sest liiklusseadus eeldab vähemalt 1,5 meetrise külgvahe hoidmist (LS §52).

Ristmike planeerimisel on esmase tähtsusega, et analüüsitava sõiduki liikumistrajektoori — sealhulgas nii telgede (rattad) kui ka kere esi- ja tagaosa (ülendite) ulatus — ei tungiks kergliiklejate potentsiaalsesse liikumiskoridori. Kuna EMS autorongide trassid kulgevad sageli ka läbi asulateede, tuleks asulateid läbivatel lõikudel vältida jalgrattaradade markeerimist sõiduraja ja äärekivi vahele juhul, kui neid ei ole võimalik füüsiliselt piiretega eraldada. See nõue peaks kehtima kõigis EMS autorongide transpordivõrgu arendamise etappides, kuna planeeritavad taristuinvesteeringud on pikaajalised ja kavandatud vähemalt 25 aastaks. Selle perioodi jooksul on realistlik oodata EMS autorongide kasutuselevõttu kõigil põhimaanteedel, tugimaanteedel ning vastavate linnalõikude tänavatel. Seetõttu tuleb vastavad projekteerimispõhimõtted integreerida nii kavandatavasse "Tänavagiidi" kui ka koostamisel olevasse standardisse EVS 843 "Linnaruum". Kui liiklustehnilised aspektid ei leia käsitlust nimetatud standardis, tuleks välja töötada eraldi määrus.

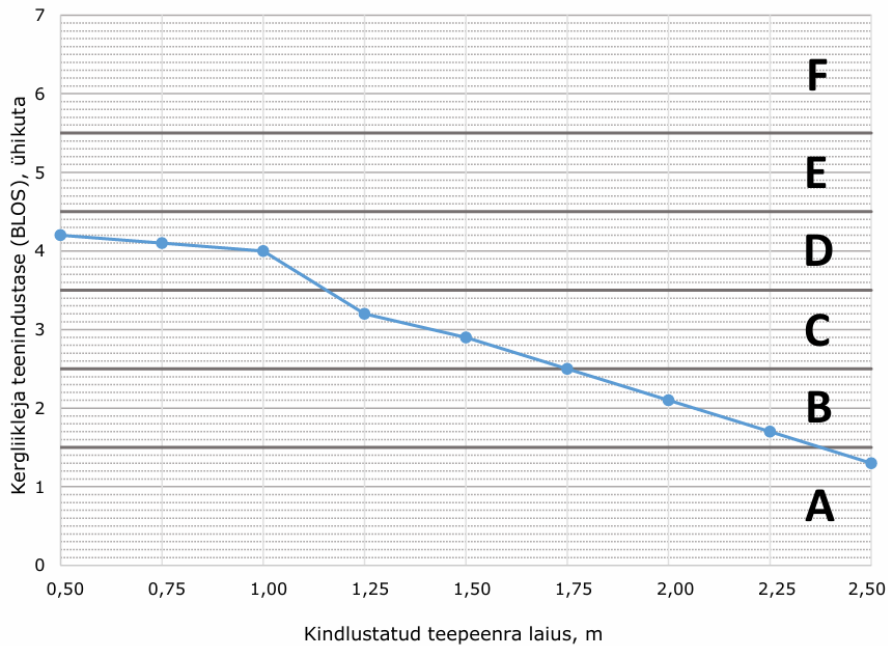
Liiklusseaduse (LS) §55 lõike 3 kohaselt on kergliiklejast möödumisel nõutav vähemalt 1,5-meetrine külgvahe juhul, kui sõidukiirus ületab 30 km/h. [36] Seega on piisava ohutusvahe võimaldamine tehniliselt võimalik vaid 2+2 ristlõikega teedel, kus kaetud peenra laius on vähemalt 2,5 meetrit. Kõigil muudel juhtudel eeldab ohutu möödumine kas sõiduraja vahetamist või kiiruse vähendamist alla 30 km/h.

Kuigi liiklusseadus võimaldab möödumist kitsamalt juhul, kui kergliikleja liigub jalgrattarajal, tuleb arvestada, et kehtiva standardi EVS 843:2016 Linnatänavad tabeli 8.1 järgi on jalgrattaraja minimaalne laius 1,0 meetrit (madala äärekiviga), 1,2 meetrit

rahuldav ja 1,5 meetrit hea. Praktikas esineb siiski olukordi, kus jalgrattarajad on kitsamad kui 1 meeter ning ääristatud kõrgete äärekividega, mis ohustab kergliiklejate turvalisust. Sellest järeldub, et ei liiklusseadus, standard ega projekteerimismid ei taga kergliiklejatele järjepidevalt ohutuid tingimusi.

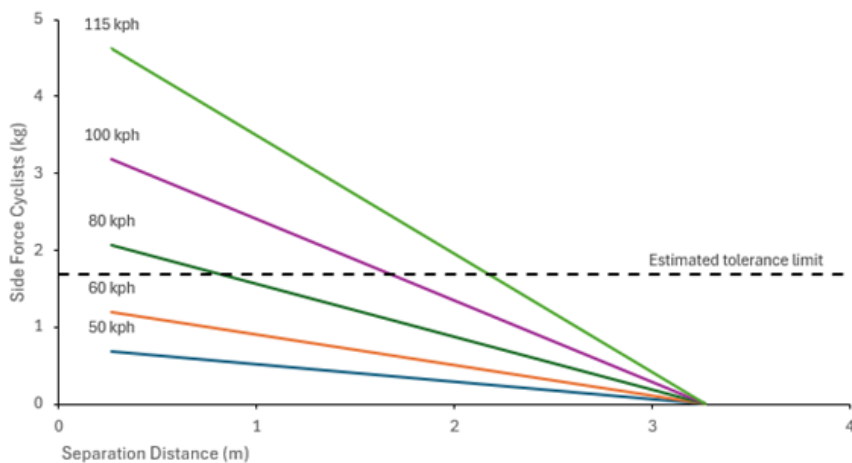
Kergliiklejast (jalgrattur, pisimopeed, tõukeratas) lähedalt möödumisel on ohuks külgsuunalised jõud, mis sõiduki esipinna möödudes on suunaga teelt eemale, tagapinna möödudes tee telje suunal. [37] Lisaks on ohtlikud keerised, mis tekivad juhul, kui sõiduki külgpind on ebatasane (sõiduautode või tehnika vedu platvormhaagisel, kastis aga ka metsavedu - eriti suured on keerised mida tekitab tühi metsaveok). Selles osas ei ole erisust EMS autorongiga võrreldes seniste reeglite kohaste kooslustega. Enamgi veel, EMS autorongide puhul on püütud autorongi pikkus maksimaalselt kaubaruumi pikkuseks ära kasutada, mistõttu veduki ja haagiste vahekaugused on minimaalsed, erinevalt senistest 18,75 piirpikkusega autorongidest, kus haagise tiisel võib olla pikem. Probleemiks on ebapiisav pikivahe, mille tõttu kergliikleja näeb küll mööduva sõiduki lõppu, kuid ei taju vahetult selle taga järgnevat.

Vajalikku külgvahet on uuritud erinevates töödes, „Highway Capacity Manual“ sisaldab BLOS (Bicycle Level Of Service) teenindustaseme arvutamise metoodikat. [38] Jan-Daniel Peterson analüüsis oma magistritöös selle toimivust ja leidis, et kiiruste erisus vahemikus 70...130 km/h ei muuda oluliselt tulemust ja selles vahemikus peaks kindlustatud peenra laius olema vähemalt 2 meetrit, et oleks võimalik tagada kergliikleja jaoks tase B. Tase A on võimalik vaid kindlustatud peenra laiusel vähemalt 2,5 meetrit. Väikese liiklusega teedel viib kaetud peenra laius alla 1,25 m taseme halvaks (D). Lisatud joonis [Joonis 24] teenindustaseme seosest kaetud peenra laiusega kiirusel 90 km/h ja tunni liiklussagedusel 210 a/h, milles raskeliiklus on marginaalne (1%) ja sõiduraja laius on 3,25 m. [39]



Joonis 24. Kergliikleja teenindustaseme sõltuvus kindlustatud teepeenra laiusest [39]

USAs on toodud ka seos külgjõu mõjust jalgratturile, mille järgi võiks oletada talutavaks kaetud peenra laiuse piirväärtuseks 1,5 meetrit kiirusele 90 km/h [Joonis 25], kuid see uuring valis võrreldavaks kergliiklejast möödujaks USAs levinud kastimaasturi Dodge RAM (2001) mis ilmselt ei ole tüüpne sõiduk Eesti tingimustes. [40]



Joonis 25. Aerodünaamiline jõud jalgratturile mööduvast suurest veokist [40]

Rootsi uuring (VTI 2024) selgitas välja, et jalgratturile on olulised mööduva sõiduki kaugus jalgratturist ja sõiduki kiirus, oluliselt väiksem on erisus sõiduki (autorongi) pikkusest. Seega, ei ole mõtet püüda selles osas eristada pikemaid sõidukeid lühematest ehk kehtestada sõiduki pikkuse põhiseelt mingeid erinõudeid. [41], [42]

Kehtivas projekteerimismismis on arvestatud kaetud peenra laiuseks 2+2 ristlõikel 2,5 meetrit, mis tagab hea teenindustaseme ka kergliiklejatele. 2+1 ja 1+1 põhimaanteedel

ja üle 4000 AKÖL kõrvalmaanteedel kiirusel vähemalt 80 km/h on peenra laiuks 1,0 ning kiirustel alla 80 km/h (ehk kuni 70 km/h) koguni 0,5 m.

Tuginedes eeltoodule, saab esitada järgmise soovitus: **EMS trassidel ei tohiks lubada kergliiklust teedel, kus kaetud peenra laius on väiksem kui 1,5 meetrit.** Äärmisel juhul võib kaaluda erisuse sidumist liiklussagedusega, kus kriitiliseks piiriks võiks olla 3000–4000 AKÖL. [Tabel 22] Kui liiklussagedus ületab selle piiri, suureneb oluliselt oht, et möödumismanöövrid kergliiklejatest on raskendatud vastutuleva liikluse tõttu. Normitekstis sätestatud 0,75 m kindlustatud peenra laius on liiga väike ning tuginedes Rootsi normide soovitusel, ei ole mõistlik sätestada erisusi kergliiklejate hulgast tulenevalt - tuleb valida, kas kergliiklejal on lubatud kulgemine antud tee peenral või ei.

Tabel 22. Kergliiklustee või laia kindlustatud peenra vajadus eri funktsiooniga teel [26]

Sõidutee projektkiirus km/h	Kergliiklejate hulk ööpäevas		Sõidutee liiklussagedus (sõidukit ööpäevas)							
	Põhi- ja tugimaantee	Kõrvalmaantee ja muud teed	≤ 100 0	1001 kuni 2000	2001 kuni 3000	3001 kuni 4000	4001 kuni 5000	5001 kuni 6000	6001 kuni 7000	> 7000
≤ 50	< 50	< 100	–							
	50–150	100–200								
	>150	> 200								
60	< 50	< 100	–							
	50–150	100–200								
	> 150	> 200								
70–90	< 50	< 100	–							
	50–150	100–200								
	> 150	> 200								

–	Ühine liiklusruum, nõutud lisameetmed puuduvad.
Kindlustatud peenra laiuks vähemalt 0,75 meetrit mõlemale poole sõiduteed.	
Kindlustatud peenra laiuks vähemalt 0,75 meetrit mõlemale poole sõiduteed või kergliiklustee.	
Kergliiklustee.	

Alternatiivina võib piirangu kehtestamisel lähtuda raskeliikluse sagedusest (sõidukid >3,5 t), milleks võiks olla üle 250 sõiduki ööpäevas. Alljärgnevas tabelis [Tabel 23] on toodud EMS-trassi soovituslik liiklusstruktuur 2024. aasta liiklusloenduste põhjal.

Tabel 23. EMS kavandatava ala teepikkused liiklussageduste lõikes [19]

	Raskeliikluse (veoautod, autobussid, autorongid) arv ööpäevas					
	1000+	500–1000	250–500	100–250	10–100	Kokku
AKÖL						
14 500+	82	10	0	0	0	92
6 000–14 500	288	143	22	0	0	453
3 000–6 000	24	71	84	0	0	179
500–3 000	0	1	44	24	5	74
Kokku	394	225	150	24	5	797

Siit tulenevalt, saame esitada vaid soovitusel, mitte lubada EMS trassidel kergliiklust maanteedele, kus kaetud peenra laius on väiksem kui 1,5 meetrit. Äärmisel juhul võib selle soovitusel siduda liiklussagedusega (või ka raskeveokite sagedusega, kuid kindlasti mitte raskeliikluse osakaaluga)

4. SOOVITUSED LIIKLUSOHUTUSE TAGAMISEKS

4.1. Kiiruspiirangute ja liikluskorralduse ettepanekud

Võrreldes mitmete Euroopa riikidega on Eestis veoautodele kehtestatud asulaväline kiiruspiirang oluliselt kõrgem. Euroopa praktika kaldub seevastu ühtlustatud 80 km/h piirkiiruse suunas, mis aitab tagada sujuvamat ja ohutumat liiklusvoogu, eriti segaliiklusega teelõikudel. [Tabel 24]

Tabel 24. Piirkiiruste võrdlus teistes riikides [Koostatud erinevate andmeallikate põhjal, 2025]

Riik	Kiirusepiirang [km/h]					
	Veoautod (EMS autorong)			Sõiduautod		
	Asula	Asulaväline	Kiirtee	Asula	Asulaväline	Kiirtee
Eesti	50	90		50	90-120	
Soome	50	80	80	50	80-100	100-120
Rootsi	50	70	90	50	70	110
Läti	50	80	80	50	90	90-120
Norra	50	80	80	50	80	100
Taani	50	80	80	50	80	80-130
Holland	50	80	80	50	80	80-130
Saksamaa	50	60/80	80	50	100	130

Liiklusohutuse suurendamiseks ja EMS autorongide ohutuks liikumiseks on vajalik rakendada järgmised liikluskorralduslikud meetmed:

- EMS autorongide jaoks ei ole eraldi kiiruspiirangu kehtestamine mõistlik. Üldise liiklusohutuse taseme parandamiseks on soovitatav üldkehtiva piirkiiruse langetamine 80 km/h tasemele. Sellisel juhul on soovitatav 2+1 ja 2+2 ristlõikega teedel suurendada piirkiirust kuni 3,5tonnise täismassiga sõidukitele.
- Teatud liiklussageduse ületamisel keelata veoautodel möödasõidud VMS-märgi abil, eriti 2+1 teelõikudel.

Täiendavad soovitused:

- EMS marsruutidel on ohutusprobleemiks aeglased sõidukid (mopeedid, traktorid, ehitus- ja põllumajandustehnika), mille kiirus jääb alla 50 km/h. Selliste sõidukite ootamatu ilmumine vahetult enne EMS autorongi tekitab ohtliku olukorra.
- Aeglase liikluse esinemisel kasutada hoiatustehnoloogiaid (nt automaatkaamera tuvastus, mis on integreeritud rakendusega Waze).

- Ohutu pikivahe hoidmine on möödasõitude lõpuleviimiseks hädavajalik. Reaalne olukord näitab, et kütuse säästmise eesmärgil sõidetakse sageli ohtlikult lühikese pikivahega eessõitva sõiduki suhtes. Soovitus: rakendada autonoomset seiret ja numbrituvastusel põhinevat VMS-teavitust pikivahe kohta. See ei eelda karistusmehhanismiga varustatud AI-seadmeid.

4.2. Juhtide koolitus

Arvestades EMS autorongide eripära ning nende suuremat pikkust ja massi võrreldes tavapäraste veokitega, on põhjendatud vajadus kehtestada eraldi koolitusstandardid nende juhtidele. Koolitusprogrammi eesmärk on tõsta Eesti autojuhtide pädevust ning tagada nende valmisolek käsitseda EMS autorongide koosseise ohutult ja vastutustundlikult erinevates liiklus- ja teeoludes.

Koolitus peaks sisaldama järgmisi mooduleid:

- **EMS autorongi eripära:** teadmised erinevat tüüpi EMS autorongide koostest, laadimisest, manööverdamisest, teljekoormuste jaotumisest, pöörderaadiustest ning pimenurkade ulatusest.
- **Praktilised oskused:** tagurdamise harjutused, haagiste haakimine ja lahtivõtmine, lumekettide või ketilooپیja kasutamine.
- **Pikivahe valiku oskuste arendamine:** ohutu pikivahe hoidmise praktika, et soodustada turvalisi möödasõite ning vältida liiklusohutlikke olukordi.
- **Kergliiklejatega arvestamine:** teadlikkuse suurendamine jalgratturitest ja teistest kergliiklejates ohutuks möödumiseks tihedamas liikluskonnas.

Lisaks tuleks EMS autorongi juhtidele kehtestada **kohustuslik libedaraja koolitus**, et suurendada valmidust talvistes ja libedates teeoludes liiklemiseks.

Laiendada EMS eripära käsitlust kõigile sõidukijuhi koolitustele.

4.3. Kergliiklejate ohutuse tagamine EMS autorongide trassidel

Kergliiklejate, eriti jalgratturite ja jalakäijate ohutuse tagamiseks EMS autorongide kavandatud liikumiskoridorides on oluline tagada teedevõrgu hierarhiline järjepidevus ning järgida alljärgnevaid põhimõtteid:

- **Füüsiline eraldatus:** Teedel ja tänavatel, kus liiklevad EMS autorongid peavad olema jalgrattarajad eraldatud füüsiliste piiretega. Erandina võib asulavälistel teedel lubada selliseid lahendusi ainult juhul, kui kaetud peenar on vähemalt 1,5 meetri laiune, võimaldades jalgratturitele piisavat ohutustsooni.

- **Normatiivne kajastamine:** Kergliiklejate ohutuse põhimõtted EMS autorongidega seondult tuleb selgelt integreerida tänavaplaneerimise juhistesse ning võtta arvesse ka standardi EVS 843 uustöötuses, et tagada ühtne ja ohutuspõhine planeerimispraktika kogu riigis.

Lisariskid seoses aerodünaamiliste mõjudega raskesõidukite korral

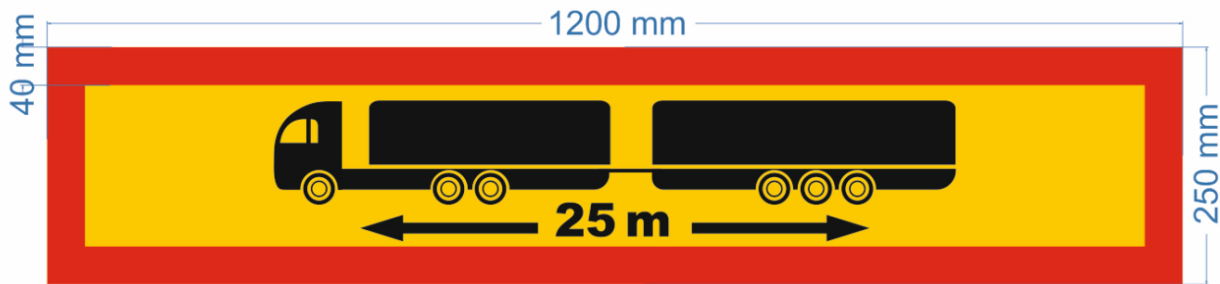
Pikad veokid, sh EMS autorongid tekitavad külgsuunalisi õhukeeriseid. Need turbulentsid kujutavad ohtu nii kergliiklejatele, kellest raskesõiduk möödub. Aerodünaamilise rõhu muutus mõjutab nii kergliiklejaid kui ka vastutulijaid. Eriti ohtlikuks muutub olukord, kui sõidukite vahelised pikivahed on ebapiisavad, mistõttu on kriitilise tähtsusega nii sobiva pikivahe hoidmine kui ka füüsilise eraldatuse tagamine jalgrattateede puhul.

4.4. Nõuded veeremile

Lähtudes EMS autorongide suuremat massi ja mõõtmeid ning ka piirangut on otstarbekas EMS autorongide kasutamise lubamisel Eestis rakendada täiendavaid tehnilisi piiranguid, mis aitavad minimiseerida EMS autorongide kasutamisega kaasnevat täiendavat riski.

Täiendavad tehnilised nõuded EMS autorongile:

- Automaatne pidurdussüsteem AEBS;
- Stabiilsuskontrolli- ja veojõukontrollisüsteem;
- Automaatne rajahoidmise süsteem;
- Mootori erivõimsus vähemalt 5kW/t soovitatult 6kW/t;
- Veotelje koormatuse võimalus kohaltvõtul vähemalt 20% ulatuses võrreldes autorongi massiga;
- Tagurduskaamera, soovitatult 360kraadi kaamera. Võimalusel mobiilne kaamera ja tahvelarvuti;
- Suurendatud rehvimustri jääsügavuse nõue (vähemalt 5mm) ja talverehvi nõue (M+S talverehv) talvetingimustes juhitatatel ja veotelgedel ning lumekettide või ketiloopija kasutamise valmisolek;
- EMS autorongile paigaldada pika- või raskeveose (haagise ja autorongi) tunnusmärk [Joonis 26]



Joonis 26. Pikk- või raskeveose (haagise ja autorongi) tunnusmärk [43]

Soovituslik oleks haagise kujutisele lisada sarnane kujutis nagu Austraalias ehk siis mitu sõidukipikkust on autorong pikk. [Joonis 27]



Joonis 27. Pikkade autorongide hoiatusmärk Lääne-Austraalias [44]

4.5. Taristu parendamise soovitused

EMS autorongide integreerimine liiklussüsteemi eeldab sihipärast taristuarendust, mis tagab nii liiklusohutuse kui ka transpordivõimekuse. Selleks on vajalik rakendada järgmisi meetmeid:

- **2+2 ristlõikega teede väljaehitamise kiirendamine:** EMS autorongide liikumiskoridorides, eeskätt TEN-T (Trans-European Transport Network) võrgustikus, tuleks kiirendada 2+2 ristlõikega maanteevee väljaehitamist. Projektide prioriteetsuse määramisel on soovitatav lisada hindamiskriteeriumiks raskeliikluse tihedus, et suunata investeringud eelkõige suure koormusega lõikudele.
- **Liiklussõlmede ja ristmike eraldi hindamine:** Kõik olemasolevad ja planeeritavad liiklussõlmed ning ristmikud tuleks üle vaadata sihipärase programmi raames, mille eesmärk on hinnata ja tagada nende sobivus EMS autorongide ohutuks läbimiseks. See hõlmab pöörderaadiuste, nähtavuse ja ootealade analüüsi.
- **Linnatänavate planeerimise suunised:** Kuna Transpordiameti Teede projekteerimise juhend ei kehti asulates, on vajalik koostada eraldi juhised linnatänavate tarbeks. Need suunised peaksid võimaldama logistikakeskuste ja kaubanduskeskuste projekteerijatel arvestada EMS autorongide

liikumisvajadustega, sealhulgas manööverdusvõime, sissesõiduraadiuste ning laadimisalade korraldusega.

4.6. Soovitused seaduste, standardite ja juhendite täiustamiseks

EMS autorongide liiklusesse integreerimine eeldab ka vastavate õigusaktide ja juhendmaterjalide kaasajastamist, et tagada liiklusohutuse kõrge tase ning vältida tehnilistest regulatsioonidest tulenevaid riske.

Selleks on vajalikud järgmised muudatused ja täiendused:

- **Teede projekteerimise normide korrigeerimine** Kliimaministri määruse nr 71 („Teede projekteerimise normid“) tekstis esinevad ebatäpsused viia vastavusse tegelikkusega. Näiteks - ohutuks möödasõiduks 90 km/h piiranguga teelõigul ei piisa vabast nähtavusalast 400 meetrit (ka mitte sõiduautole möödasõiduks teisest sõiduautost, mis liigub kiirusega 70 km/h).
- **EMS autorongide käsitlemise lisamine juhenditesse:** Teede projekteerimise juhendisse tuleks lisada eraldi alajaotused, mis käsitlevad EMS autorongide pöördekoridoride eripärasid ning ristmike ja liiklussõlmede geomeetriat ning ehitusnõudeid.
- **Liiklusseaduse täpsustamine:** Vajalik on korrastada liiklusseaduse sätteid, mis reguleerivad aeglaselt liikuvate sõidukite kasutamist ning möödasõidukeelu erandite rakendamist. Selgus ja üheselt mõistetav regulatsioon aitavad vältida tõlgendamisvigu ja suurendavad liiklusohutust segaliiklusega teelõikudel.

Näide 1. Autorong on jõudnud 1+1 maanteel veoauto möödasõidu keelualas järgi eesliikuvale 45km/h mopeedautole. Kuna mopeedauto liigub kiiremini kui 30km/h, siis temast möödasõit on keelatud ja autorongi juht peab jätkama liikumist mopeedauto kiirusel, tekitades liiklustakistuse.

Näide 2. Möödasõit jalgratturist 1+1 maanteel, kus kaetud teepeenar on kitsam kui 1,5 meetrit on võimalik ainult läbi vastassuunavööndi. Vastutuleva sõiduki korral tekib risk, et möödasõit teostatakse väiksema külgsuuna ja jalgrattur on ohustatud.

4.7. Liiklusõnnetuste seire täiendamine

Täpsema ja usaldusväärse liiklusohutuse analüüsi eelduseks on piisava detailsusega andmestik, mis võimaldab eristada erinevaid raskeveokite kategooriaid, sealhulgas EMS autoronge ja metsaveokeid. Kuna need sõidukid erinevad oluliselt nii pikkuse kui ka massi

poolest, on vajalik selliste sõidukite eristamine liiklusstatistikas ning ka liiklusõnnetuste analüüsimisel, et teha asjakohaseid järeldusi ja rakendada sihipärasid meetmeid.

Soovitused:

- **Sõidukikategooriate eristamine liiklusloenduses:** Liiklusloenduses tuleks eristada pikki autoronge, mille kogupikkus ületab 21 meetrit. Andmete süstemaatiline kogumine peaks toimuma vähemalt viie aasta jooksul, et tagada piisav ajaperiood trendide analüüsiks.
- **Statistilise andmevahetuse parandamine:** Esitada ettepanekud Politsei- ja Piirivalveametile, Liiklusõnnetuste Uurimiskomisjonile ning Eesti Liikluskindlustuse Fondile, et pikkade autorongide (kogupikkusest alates 21 m) liiklusõnnetustega seotud juhtumid oleksid eristatavalt kogutud ning eraldi jälgitavad liiklusõnnetuste statistikas.
- **Liiklusõnnetuse teatevormi täiendamine:** Liiklusõnnetuse registreerimisvorm tuleks täiendada selliselt, et oleks võimalik märkida veoki konfiguratsioon, sealhulgas mitme haagise olemasolu, autorongi kogupikkus ning vajadusel kasutada visuaalseid sümboleid (piktogramme) erinevate sõidukitüüpide tähistamiseks.

SUMMARY

Objective and Scope of the Study

The objective of this study was to assess the impact of introducing European Modular System (EMS) vehicle combinations—typically up to 25.25 meters in length and with a gross vehicle weight ranging from 50 to 60 tons, as defined by Directive 96/53/EC—on road safety in Estonia. The aim was also to develop recommendations for their safe integration into road corridors designated by the Estonian Transport Administration.

The analysis focused on five main research questions addressing the effects of EMS vehicles on traffic safety, their suitability on selected routes, potential additional risks to other road users, the impact on road accident statistics involving fatalities and serious injuries, and the necessary mitigation measures to ensure safety.

Two field test days were conducted during the study:

- **April 8, 2025** – dynamic driving tests (acceleration, braking, overtaking) on the Jägala–Käravete road;
- **March 12, 2025** – maneuverability tests and test drives on NG Logistics' premises.

Tests were carried out with three different vehicle combinations, including two EMS-type combinations and one standard 16.5-meter vehicle combination.

A significant component of the study was the analysis of international experience. It was found that countries such as Finland and Sweden have successfully operated longer and heavier vehicles for decades without adverse effects on traffic safety.

A safety risk assessment was also conducted, examining overtaking safety, road geometry, and the safety of vulnerable road users. Critical risk areas and possible mitigation measures were identified.

The results from the tests and statistical analysis show that EMS vehicle combinations do not increase the risk of traffic accidents if additional measures are implemented. These include improved overtaking conditions, separation of light traffic infrastructure, additional driver training, and adaptation of road corridors.

The study concludes with a set of concrete recommendations regarding traffic management, infrastructure design, technical requirements, and driver training to ensure the safe use of EMS vehicle combinations on Estonian roads.

Summary of Research Questions and Key Findings

1. Would allowing EMS vehicles on Estonian roads be safe from a traffic safety perspective?

- EMS vehicles do not increase the overall likelihood of traffic accidents based on the data analyzed.
- Safety levels can be maintained with the implementation of additional safety measures.
- There is a need to start collecting and analyzing accident data specific to longer and heavier vehicle combinations.

2. Are the routes proposed by the Transport Administration suitable for EMS vehicles?

- Yes, the proposed routes are suitable.
- Some intersections, such as the Kroodi roundabout, require additional turning space.

3. Do EMS vehicles pose additional risks to other road users?

- No significant additional risk was found, but supplementary driver training, traffic regulation updates, and technical requirements are necessary.
- Overtaking is the most critical safety risk—longer vehicles require significantly longer overtaking visibility (e.g., an additional 100 meters at 90 km/h compared to standard vehicles).

4. Can EMS vehicles reduce fatalities or serious injuries in traffic?

- No objective statistical data is available; expert assessment suggests no change if safety measures are applied.
- Most accidents involving N3 vehicles are caused by the misconduct of other drivers.
- The higher the share of heavy traffic, the greater the risk of severe accidents.

5. What additional mitigation measures should be implemented to ensure maximum safety?

Key recommendations include:

- Mandatory EMS vehicle identification markings.
- Increased tire tread depth requirements for steering and drive axles in winter conditions.
- Informing all road users about additional risks associated with EMS vehicles.
- Infrastructure adjustments to enable safe EMS maneuvering.
- CE driver certification updates and temporary additional training for EMS drivers.

Additional Considerations

a. Should a lower speed limit (80 km/h instead of 90 km/h) be applied to EMS vehicles on 1+1 and 2+1 roads?

- Not specifically for EMS, instead, consider lowering the general speed limit to 80 km/h to improve overall safety.

b. Should changes be made to winter road maintenance if an 80 km/h limit is applied to EMS on 2+1 roads?

- Current maintenance standards must not be reduced.

c. Should overtaking by EMS vehicles be prohibited on 1+1 and 2+1 roads?

- A general overtaking ban is not advisable; use dynamic or fixed signs to impose restrictions during peak hours and to protect vulnerable users when a safe 1.5-meter passing distance cannot be ensured.

d. Should bicycle and pedestrian paths be separated from roads used by EMS vehicles with guardrails or physical distance?

- Avoid unprotected bike lanes along EMS routes, especially in urban areas.
- Currently, no dedicated bike lanes exist on rural EMS routes, creating higher risks.
- A safe lateral clearance of 1.5 meters without overtaking is feasible only on 2+2 and 2+1 roads.

- In TEN-T corridors within urban areas without separate paths, cyclist access should be restricted.
- Segregated or relocated light traffic paths significantly increase safety.
- On roads with more than 3,000 vehicles/day and over 250 heavy vehicles/day, cycling should be prohibited.

VIITED

- [1] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, „Transpordi ja liikuvuse arengukava 2021-2035“, 2021. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.mkm.ee/sites/default/files/documents/2022-04/Transpordi%20ja%20liikuvuse%20arengukava%202021-2035.pdf>
- [2] Transpordiamet, „EMS (kaart) avalik“.
- [3] CLECAT, „Joint industry position on the European Modular System (EMS)“, 24. juuni 2009, *European Commission: DG TREN, Brüssel*. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://transport.ec.europa.eu/document/download/50fa2a33-24e0-4b16-b06b-1bbe9dc816f3_en?filename=2009_gigaliners_workshop_clecat.pdf&prefLang=da
- [4] I. Åkerman ja R. Jonsson, „European Modular System for road freight transport-experiences and possibilities“, Stockholm, 2007. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.ft.dk/samling/20061/almindeligt/bilag/495/384322.pdf>
- [5] „High Capacity Transport Smarter policies for smart transport solutions“, mai 2019. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://www.acea.auto/files/ACEA_Paper-High_Capacity_Transport.pdf
- [6] ELEA, „Ülipikkade 25,25 m ja täismassiga 60 t autorongide lubamine Eesti teedele“, okt 2010.
- [7] Tallinna Tehnikakõrgkool, „EMS uuring (täispikkus 25,25m ja täismass 60t autorongid)“, kd 5, 2025.
- [8] Ain Kendra, Juhan Idnurm, Jaanus Laanes, Arne Küüt, ja Simmo Talpas-Taltsepp, „Raskemate ja pikemate veoste mõju arvutamine riigiteede taristule“, veebr 2024.
- [9] C. of the E. U. European Parliament, „Regulation (EU) 2024/1679 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 on Union guidelines for the development of the trans-European transport network, amending Regulations (EU) 2021/1153 and (EU) No 913/2010 and repealing Regulation (EU) No 1315/2013 (Text with EEA relevance)“, 18. juuli 2024. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1679/oj>
- [10] DG Mobility and Transport of the European Commission, „TENtec Geographic Information System“. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://webgate.ec.europa.eu/tentec-maps/web/public/screen/home>
- [11] Tallinna Transpordiamet, „Üleeuroopalise teedevõrgu marsruudid kohalikel teedel“, 7. jaanuar 2025. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://dhs.tallinn.ee/atp/?id=1255&active=63&month=1&year=2025&keywords=63&c_tpl=1092&keel=ee&command=details&dok_id=5522310

- [12] ITF, „Road Safety Annual Report 2023“, Paris, 2025. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/irtad-road-safety-annual-report-2023.pdf>
- [13] J.Sandin, „Effects of high capacity vehicles on traffic safety in Sweden“, nov 2019. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://hvttforum.org/wp-content/uploads/2019/11/Sandin-Effects-of-high-capacity-vehicles-on-traffic-safety-in-Sweden.pdf>
- [14] Burgess, van den Engel, Kindt, Schoemaker, Groen, ja Gützkow, „European Modular System (EMS) Paper“, 2010. Vaadatud: 8. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.euroexpress.org/wp-content/uploads/2024/05/NEA-PAPER.pdf>
- [15] T. Lapp ja P. Iikkanen, „HCT-ajoneuvojen liikennejärjestelmävaikutukset“, Helsingi, nov 2017. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-317-484-9>
- [16] ITF, *High Capacity Transport: Towards Efficient, Safe and Sustainable Road Freight*. Paris: OECD Publishing, 2019. [Online]. Available at: www.itf-oecd.org
- [17] European Commission Mobility and Transport, „Road safety statistics 2024 in more detail“, 2024. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://transport.ec.europa.eu/background/road-safety-statistics-2024_en
- [18] Transpordiamet, „Eesti riigi avaandmete portaal“, <https://avaandmed.eesti.ee/datasets/inimkannatanutega-liiklusonnetuste-andmed>.
- [19] Transpordiamet, „Liiklussageduse statistika“, <https://www.transpordiamet.ee/en/node/1234>.
- [20] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, „Suurima lubatud sõidukiiruse suurendamise tingimused ja kord“, <https://www.riigiteataja.ee/akt/126022015043?leiaKehtiv>.
- [21] R. Rajamäki ja O. Lahti, „Impact of increasing truck length and weight-Finnish experiences“, Göteborg, okt 2023.
- [22] Carl Johan Almqvist ja Karsten Heinig, „European Accident Research and safety“, Gothenburg, jaan 2013. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://media1.fahrschule-online.de/sixcms/media.php/6028/European_Accident_Research_and_safety_report_2013.pdf
- [23] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, „Tee seisundinõuded“, <https://www.riigiteataja.ee/akt/115072015013?leiaKehtiv>.
- [24] Transpordiamet, „Talvine teehoole“, <https://www.transpordiamet.ee/talvine-teehoole>.

- [25] DSD - Dr. Steffan Datentechnik Ges.m.b.H, „Tarkvara PC-Crash kirjeldus”. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://dsd.at/index.php?option=com_content&view=article&id=512:pc-crash-englisch-3&catid=37&lang=en&Itemid=159
- [26] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, „Tee projekteerimise normid”, 25. november 2023, *Riigi Teataja*. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.riigiteataja.ee/akt/122112023009>
- [27] United Nations Economic Commission for Europe (United Nations Economic and Social Council), „Regulation No 13 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) – Uniform provisions concerning the approval of vehicles of categories M, N and O with regard to braking [2016/ 194]”, veebr 2016. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/194/oj>
- [28] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, „Mootorsõiduki ja selle haagise tehnonõuded ning nõuded varustusele”, 8. juuli 2023, *Riigi Teataja*. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.riigiteataja.ee/akt/105072023278>
- [29] Rõõt Laigu, „1. katsepäeva sõidutrajektoor”, Aluskaart: GoogleMaps. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1aH1mPqzr-TjwKmPn6fEH9G98N7Ly4D4&usp=sharing>
- [30] Rõõt Laigu, „2. katsepäeva sõidutrajektoor”, Aluskaart: GoogleMaps. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1aH1mPqzr-TjwKmPn6fEH9G98N7Ly4D4&usp=sharing>
- [31] Autodesk, „Vehicle Tracking”. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.autodesk.com/products/vehicle-tracking/overview>
- [32] European Committee for Standardization, „EVS-EN 1317 Teepiirdesüsteemid”, Eesti Standardikeskus.
- [33] Majandus- ja taristuministeerium, „Maanteede projekteerimismid”, kd määrus nr 106, aug 2015, Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://www.riigiteataja.ee/akt/1311/2202/1034/MKM_m89_lisa.pdf#
- [34] Liikennevirasto, „Tien suuntauksen suunnittelu”, Helsinki, 2013. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2013-30_tien_suuntauksen_suunnittelu.pdf
- [35] Teede Tehnokeskus, „2+1 teelõikude muutuva teabega liikluskorralduse teostatavusanalüüs”, Tallinn, 2024. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at:

- <https://transpordiamet.ee/sites/default/files/documents/2024-11/2%2B1%20teel%C3%B5ikude%20muutuva%20teabega%20liikluskorralduse%20teostatavusanal%C3%BC%C3%BCs.pdf>
- [36] Riigikogu, „Liiklusseadus“, 1. aprill 2025, *Riigi Teataja*. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.riigiteataja.ee/akt/131122024009>
 - [37] F. E. Madkour, M. Lowry, A. Abdel-Rahim, A. Hammad, D. Vibhav, ja Y. Paulo, „Analysis of Wind Force on Cyclists From Passing Vehicles“, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, kd 2677, nr 9, lk 340–352, sept 2023, doi: 10.1177/03611981231159126.
 - [38] E. and Medicine. National Academies of Sciences, *Highway Capacity Manual 7th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis*. Washington, DC: The National Academies Press, 2022. doi: 10.17226/26432.
 - [39] Jan-Daniel Peterson, „1+1 JA 2+1 -rajaliste maanteede teenindustasemed“, Tallinn, 2023. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://digikogu.taltech.ee/et/item/7a7e819c-add8-4b0c-abad-0d283d7f4f2c>
 - [40] W. Lubitz ja B. Rubie, „Wind Loads On Cyclists Due To Passing Vehicles“, *Progress in Canadian Mechanical Engineering*, York University Libraries, 2018. doi: 10.25071/10315/35213.
 - [41] J. Sandin ja K. Kircher, „Omkörning av cyklister med långa fordonståg på landsväg“, *Sammanställning av referat från Transportforum 2025*, Linköping, 2025, lk 484–485.
 - [42] Mikael Sönne, „Så kan HCT-lastbilar och cyklister bäst funka ihop“, VTI. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: <https://www.vti.se/arkiv/nyhetsarkiv/nyheter/2024-11-25-sa-kan-hct-lastbilar-och-cyklister-bast-funka-ihop>
 - [43] Kolm Lõvi Trükikeskus OÜ, „Transpordimärgid“. Vaadatud: 10. mai 2025. [Online]. Available at: https://www.klo.ee/?page_id=1712
 - [44] Mainroads Western Australia, „Signage Requirements“.

LISAD

Antud töö juurde kuuluvad järgnevad lisad:

Lisa 1. Uuringute nimekiri

Lisa 2. Piduristendi mõõteprotokollid

Lisa 3. Fotod

Lisa 4. Videod

Lisa 5. Mõõtefailid VBOX

Lisad esitatakse Transpordiametile digitaalsel kujul, mis on kättesaadav järgnevalt lingilt:

Link on aktiivne alates töö esitamisest 6 kuud.