Taavi Ilves

EUROOPA MOODULSÜSTEEMSETE SÕIDUKITE LIIKLUSOHUTUSE ANALÜÜS

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2025

Taavi Ilves

EUROOPA MOODULSÜSTEEMSETE SÕIDUKITE LIIKLUSOHUTUSE ANALÜÜS

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Teedeehitus
Juhendaja: Ain Kendra, *MSc*

Tallinn 2025

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Taavi Ilves, annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Euroopa moodulsüsteemsete sõidukite liiklusohutuse analüüs"

1) reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu;
2) reprodutseerimiseks pärast piirangu lõppu juhul, kui instituudi direktori korraldusega on kehtestatud lõputöö avaldamisele tähtajaline piirang.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

Autorideklaratsioon

Mina, Taavi Ilves tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja ja iseenda varasematele teostele on viidatud õiguspäraselt.
Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja Ain Kendra
Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

(allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäevad digiallkirjades)

SISUKORD

LÜHENDID 5
SISSEJUHATUS 6
1 EUROOPA MOODULSÜSTEEM 7
1.1 EMS Sõiduk 8
1.1.1 EMS kasutamisega kaasnevad mõjud 10
1.2 Rakendamine Eestis 12
2 LIIKLUSOHUTUST MÕJUTAVAD TEGEVUSED 14
2.1 Eesti liiklusohutusprogramm 15
2.2 Eesti teedevõrgu rahastus 16
3 RASKESÕIDUKITEGA TOIMUNUD ÕNNETUSTE ANALÜÜS 19
3.1 Ülevaade raskesõidukitega toimunud liiklusõnnetustest 19
3.2 Raskesõidukitega toimunud liiklusõnnetused EMS koridoris 21
3.2.1 Liiklusõnnetuste toimumisaeg 23
3.2.2 Liiklusõnnetuste ruumiline analüüs 26
3.2.3 Liiklussageduste ajaline dünaamika 28
4 EMS SÕIDUKITE MÕJU HINDAMINE 30
4.1 EMS sõidukite möödasõiduohutuse analüüs 31
4.2 Kiiruspiirangute mõju EMS sõidukite liiklusohutusele 33
4.3 EMS sõidukite ajapõhiste liikumispiirangute vajadus 34
5 SOOVITUSED 37
KOKKUVÕTE 39
SUMMARY 40
VIIDATUD ALLIKAD 42

LÜHENDID

EMS	- i.k. *European Modular System*. Euroopa modulaarne süsteem on kaubaveolahendus, mis võimaldab kombineerida olemasolevaid mooduleid pikemateks ja raskemateks veoüksusteks
EMS sõiduk	- Euroopa moodul süsteemile vastav sõiduki ning haagiste kombinatsioon
96/53/EÜ	- Komisjoni määrus sõidukite mõõtudest ja massist
Raskesõiduk	- Üle 3,5-tonnise täismassiga sõiduk
SAPA	- Sõiduautod ja pakiautod (sõiduki pikkus (m) <6,0)
VAAB	- Veoautod ja autobussid (6,0< sõidukipikkus (m) < 12,0)
AR	- Autorongid (sõidukipikkus (m)>12,0)
SFR	- i.k. *Severity Frequency Rate.* Raskusastme sagedus
AF	- i.k. *Annual Frequency*. Aastane sagedus
AKÖL	- Aastakeskmine ööpäevane liiklussagedus (autodes, taandamata)

SISSEJUHATUS

Eestis on liiklusohutus püsinud kriitilise teemana, kuna põhimaanteedel toimuvad igal aastal kümned raskesõidukitega seotud liiklusõnnetused, mis mõjutavad nii liiklejate turvalisust kui ka logistikaahela toimivust. Euroopa Liidu (edasipidi EL) liikmesriikides, sealhulgas ka Eestis, on arutluse all Euroopa moodulsüsteemsete (edaspidi EMS) sõidukite kasutuselevõtt, kuna need võimaldavad suurendada transpordi tõhusust ja vähendada veokite arvu ning seeläbi ka heitkoguseid [1], [2]. Samas on nende kasutamine seotud ka mitmete riskide ja liiklusohutusprobleemidega, mida tuleb enne laialdasemat rakendamist põhjalikult hinnata.

Käesoleva lõputöö eesmärk on analüüsida EMS sõidukite võimalikku mõju liiklusohutusele Eesti põhimaanteedel. Töö keskendub olemasolevatele liiklusõnnetuste andmetele, liiklussageduse ajalisele ja ruumilisele dünaamikale. Analüüsi fookuses on põhimaanteed 1,2,4,8 ja 11, millele kavandatakse EMS sõidukite kasutuselevõttu, et hinnata riskitegureid ning teha ettepanekuid ohutusmeetmete rakendamiseks. Töö eesmärk on põhinedes aastatel 2014–2024 kogutud liiklusõnnetuste ja 2024. aasta liiklussageduste andmetel analüüsida EMS sõidukite võimalikke ohutusalaseid riske Eesti põhimaanteedel ning esitada andmepõhised soovitused riskide maandamiseks.

Lõputöö käigus viiakse läbi liiklusõnnetuste põhjalik ajaline ja ruumiline analüüs, selgitamaks välja, millal ja kus esineb enim raskesõidukitega seotud liiklusõnnetusi. Lisaks uuritakse liiklussageduste ajalist dünaamikat, mis võimaldab hinnata, kuidas raskesõidukite liiklemine mõjutab üldist liiklusvoogu ja ohutust. Antud analüüside tulemused võimaldavad hinnata EMS sõidukite rakendamise võimalikke riske ja eeliseid, lähtudes konkreetselt Eesti teedevõrgu ja liiklussituatsiooni eripäradest.

Analüüsi eesmärk on tuvastada kõrgeima riskitasemega kellaajad, hinnata ohutustasemete erinevusi ning määrata teelõigud, kus EMS sõidukite kasutamine võib kujutada liiklusohutusele suurimat ohtu. Töö tulemused aitavad tuvastada kriitilisi ajaperioode ja riskipiirkondi, mille puhul EMS sõidukite liiklemine võib nõuda täiendavaid ohutusmeetmeid.

Analüüs põhineb Transpordiameti kogutud liiklusõnnetuste andmetel, mis hõlmavad inimkannatanutega lõppenud õnnetusi ajavahemikul 2014–2024. Liiklussageduste andmed pärinevad aastast 2024, mis võimaldab hinnata teelõikude koormuse ja liiklusohutuse vahelist seost. Kuna Eestis ei ole EMS sõidukeid veel kasutusele võetud, põhineb analüüs olemasolevate andmete tõlgendamisel ja võimalike riskide prognoosimisel.

1 EUROOPA MOODULSÜSTEEM

Euroopa moodulsüsteemsete (edaspidi EMS) sõidukite kasutuselevõtt on seni toimunud peamiselt liikmesriikide siseriikliku otsustuse põhjal, kuna EL-i tasandil puudub ühtne regulatsioon, mis EMS kombinatsioone otseselt käsitleks. EMS sõidukite pikkus võib ulatuda kuni 25,25 meetrini ja mass kuni 60 tonnini, mis ületab EL-i üldistes mõõtme- ja massipiirangutes (direktiiv 96/53/EÜ) sätestatud standardid. [3]

Direktiiv 96/53/EÜ sätestab rahvusvahelise liikluse jaoks maksimaalsed sõidukite mõõtmed ja massid, kuid lubab samas liikmesriikidel teha siseriiklikke erandeid. Selline paindlikkus tähendab, et EMS sõidukite kasutuselevõtt on lubatud vaid siseriiklike vedude puhul ning igal riigil on õigus kehtestada selleks omad tingimused, nagu näiteks nõue eriloa taotlemiseks, piirangud marsruutidele või kaubagruppidele. Kui liikmesriik võimaldab kasutada sõidukeid, mis ületavad direktiivis määratletud maksimaalseid mõõtmeid, peab ta tagama, et ka teiste EL-i riikide vedajad saaksid oma sõidukeid tema territooriumil kasutada võrdsetel alustel, ilma et nad satuksid ebasoodsamasse konkurentsiolukorda. [3]

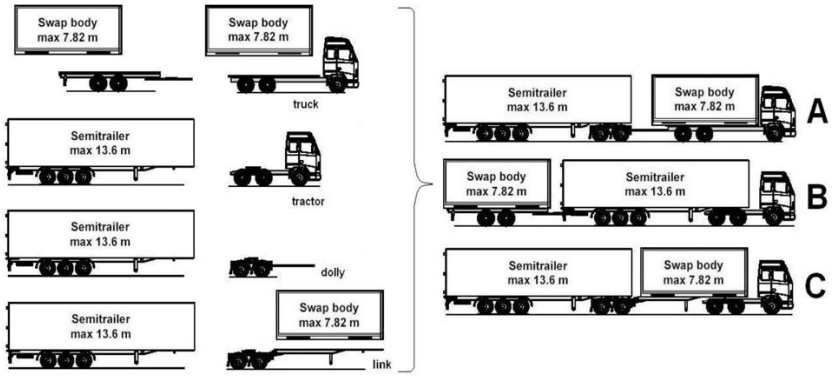
Sõltuvalt riiklikest transpordipoliitikatest ja teeinfrastruktuuri sobivusest on EMS sõidukite kasutamine Euroopas ebaühtlane. Riikides nagu Soome ja Rootsi on need kasutusel juba aastakümneid, samas kui teistes on juurutamine alles algusjärgus ja nõuab täiendavaid katsetusi või regulatiivseid muudatusi.

Näiteks 2025. aasta seisuga ei nõuta Norras, Rootsis, Soomes, Taanis ega Lätis EMS sõidukite kasutamiseks eraldi luba ega piirata nende kasutamist kindlate kaubagruppidega. Seevastu riikides nagu Hollandi, Belgia, Saksamaa, Tšehhi, Hispaania ja Portugali on nende kasutamine lubatud üksnes juhul, kui vedajale on väljastatud vastav eriluba (Joonis 1). [4]

Joonis 1. EMS sõidukite kasutamise võimalused Euroopa riikides [4]

1.1 EMS Sõiduk

EMS põhineb erinevate sõidukimoodulite kombineerimisel, mis vastavad EL-i direktiivile 96/53/EÜ. Need moodulid hõlmavad nii vedukeid kui veosekandjaid (poolhaagised, vahetuskered), mida saab omavahel ühendada ühe või kahe ühendusseadme abil. Selliste moodulite kombinatsioonide tulemusena on võimalik moodustada mitmesuguseid autoronge, mille näiteid on esitatud joonisel (Joonis 2). Kõik näidatud kombinatsioonid (A, B ja C) võivad ulatuda maksimaalselt 25,25 meetri pikkuseni ja 60 tonni täismassini. [5]



Joonis 2. Autorongide võimalikud kombinatsioonid vastavalt direktiivile 96/53/EÜ [5]

Erinevaid veosekandjate tüüpe ei ole direktiivis 96/53/EÜ otsesõnu loetletud, need tulenevad pigem direktiivis sätestatud mõõtme- ja massipiirangute koosmõjust. EMS koosneb tavaliselt kahest veosekandjast (lühemast ja pikemast). Lühemad veosekandjad on sageli C-klassi vahetuskered (Foto 1) mida saab sõidukilt hõlpsalt eemaldada.

Foto 1. Autorong C-klassi vahetuskere, b-link ühendusseadmega ja poolhaagisega (25,25m)

Foto 2. B-link ühendusseade [6]

Pikemate autorongide moodustamiseks kasutatakse lisaks veokitele eelik tüüpi (Foto 3) ühendusseadmeid, mis võimaldavad moodulite paindlikku kombineerimist. [5]

Foto 3. Autorong eelik tüüpi ühendusseadmega ja poolhaagisega (25,25m)

Foto 4. Eelik tüüpi ühendusseade [6]

1.1.1 EMS kasutamisega kaasnevad mõjud

EL-i roheleppe ja transpordisektori kliimaeesmärkide kohaselt on seatud sihiks vähendada transpordist tulenevaid kasvuhoonegaaside heitkoguseid 90% võrra aastaks 2050, et saavutada kliimaneutraalne majandus. Selle eesmärgi saavutamine eeldab, et keskkonnasõbralikud kaubaveolahendused oleksid laialdaselt kasutuses ning suudaksid toimida tõhusalt ka mitmeliigilises transpordisüsteemis. [7]

Üheks võimalikuks lahenduseks kaubaveo tõhustamisel ja keskkonnamõjude vähendamisel peetakse 25,25 meetri pikkuste autorongide ehk EMS sõidukite laiemat kasutuselevõttu.

Euroopa Autotootjate Liidu hinnangul võib see vähendada kütusekulu ligikaudu 14% ning CO_2 heitkoguseid umbes 15% võrra. [2]

EMS sõidukite kasutamine võimaldab vedada sama kaubakoguse kahe sõidukiga, mille jaoks tavaliselt kuluks kolm. See vähendab vajadust täiendava veoki järele. Iga lisasõiduk toob kaasa täiendavad kulud, sealhulgas kütusele, hooldusele, juhi tööjõule ning muudele tegevustele ja teenustele. Kulude vähenemine võimaldab omakorda alandada ühe kaubaühiku veohinda ning parandada kogu logistikaprotsessi tõhusust [1]. Erinevate sõidukikombinatsioonide mahutavus on esitatud võrdlevalt tabelis (Tabel 1).

Tabel 1. Moodulsõidukite mahutavuse võrdlus [5]

Moodul kontseptsioon	**Kogu pikkus**	**Laadimisala pikkus**	**Mahutavus**			
	meetrid		**Maht, m^3**	**Kasv, %**	**EUR-alused, num**	**Kasv, %**
	16,5	13,2	90	-	33	-
	18,75	14,6	100	+11	36	+9
	25,25	20,5	140	+55	51	+54

Lisaks võimaldaks nende kasutamine pakkuda lahendust üha süvenevale veoautojuhtide puudusele, mis on probleem kogu Euroopas. 2023 aastal oli Euroopas, Norras ja Inglismaal puudu 233 000 veoautojuhti ning prognoosi kohaselt võib see 2028. aastaks ulatuda üle 745 000. [8]

Euroopa teedel on hinnanguliselt ligikaudu kaks miljonit raskeveokit, millest 42–45% teostavad pikamaavedusid. Uuringute andmetel oleks 700 000 kuni 900 000 neist võimalik asendada EMS tüüpi pikemate ja suurema veomahuga sõidukitega [4]. Selline asendusvõimalus võib vähendada liikluses osalevate veokite koguarvu ning aidata osaliselt kaasa veokijuhtide nappusega seotud probleemide leevendamisele transpordisektoris.

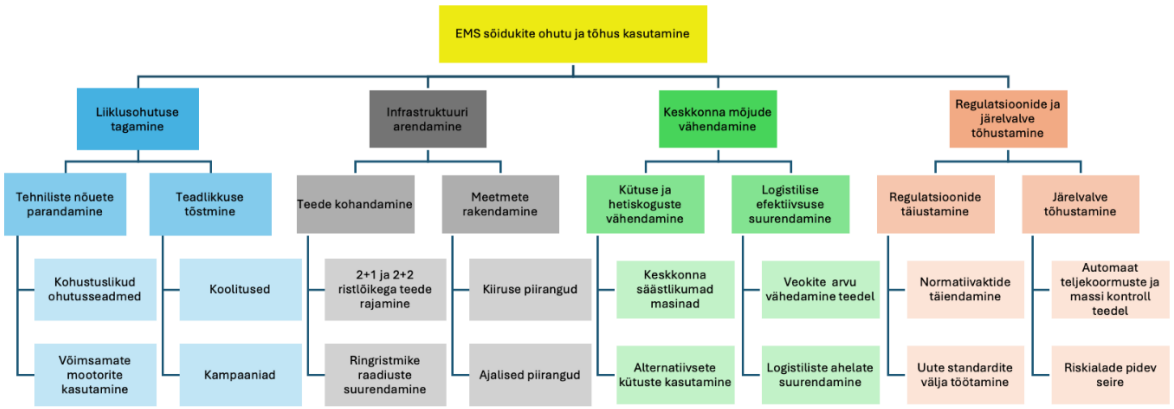
EMS sõidukite kasutuselevõtul tuleb arvestada taristu seisukorra, pöörderaadiuste ja liikluskeskkonna eripäradega, mis võivad mõjutada nende ohutut liiklemist. Pikemad ja raskemad sõidukid vajavad suuremaid pöörderaadiuseid, tugevamaid teekonstruktsioone ja paremaid liikluskorralduslahendusi [9]. Lisaks võib suureneda möödasõidu ohtlikkus ning liiklusvoolu takistamine madalama liikluskiirusega lõikudel. Eesti olemasolev teedevõrk ja liikluskultuur ei pruugi olla koheselt valmis nende sõidukite massiliseks kasutamiseks.

T-Konsult OÜ „Raskemate ja pikemate veoste mõju arvutamine riigiteede taristule" uuringus toodi välja vajadus analüüsida EMS sõidukite mõju kohalikele teedele, kuna kohalike omavalitsuste teedevõrk on sageli kehvemas seisukorras võrreldes riigiteedega. Samuti on mitmetes uuringutes viidatud, et EMS sõidukite kasutamise lubamine enne vajalike taristuparanduste läbiviimist võib lühendada teekatte kasutusiga ning põhjustada liiklusohutuse halvenemist. [9]

Skandinaavia riikide, eeskätt Soome ja Rootsi kogemused näitavad, et EMS sõidukite kasutuselevõtt on toimunud käsikäes infrastruktuuri investeeringutega. Eesti kontekstis on hinnanguline investeeringute vajadus ligikaudu 335 miljonit eurot, et tagada teede ja sildade vastavus 60-tonniste sõidukite liiklemisnõuetele. Samal ajal tuleb arvestada, et ka kehtiva regulatsiooni raames on Eesti teedel probleemiks ülekaalulised raskeveokid. Analüüside kohaselt ületab 20–30% autorongidest lubatud massipiiranguid. [9]

1.2 Rakendamine Eestis

EMS sõidukite kasutuselevõtt Eesti teedel eeldab terviklikku ja läbimõeldud lähenemist, mis hõlmab liiklusohutuse tagamist, taristu arendamist, keskkonnamõjude vähendamist ning regulatiivsete ja järelevalvesüsteemide ajakohastamist. Käesolevas töös koostatud strateegiline tegevusprogramm pakub raamistikku, mis toetab EMS sõidukite ohutut ja tõhusat rakendamist, tagades samal ajal liiklejate turvalisuse ning vastavuse EL-i keskkonnaeesmärkidele (Joonis 3).



Joonis 3. Strateegia tegevusprogramm

2025. aastal on Transpordiamet koostöös Tallinna Tehnikakõrgkooliga algatanud uuringu, mille eesmärk on hinnata EMS sõidukite võimalikku kasutuselevõttu Eesti teedel. Uuringute fookuses on liiklusohutuse tagamine valitud teelõikudel, mis on määratletud vastavalt nende tehnilistele näitajatele ja liikluskoormusele. Paralleelselt viiakse läbi arutelusid ja põhjalikke mõjuhinnanguid, et selgitada, milline võib olla EMS sõidukite mõju

liikluskeskkonnale, taristule ning teistele liiklejatele enne lõplike otsuste tegemist [10]. Transpordiamet on selle protsessi raames kaardistanud teelõigud (Joonis 4), mille geomeetrilised ja konstruktiivsed omadused vastavad EMS sõidukite kasutamiseks seatud nõuetele:

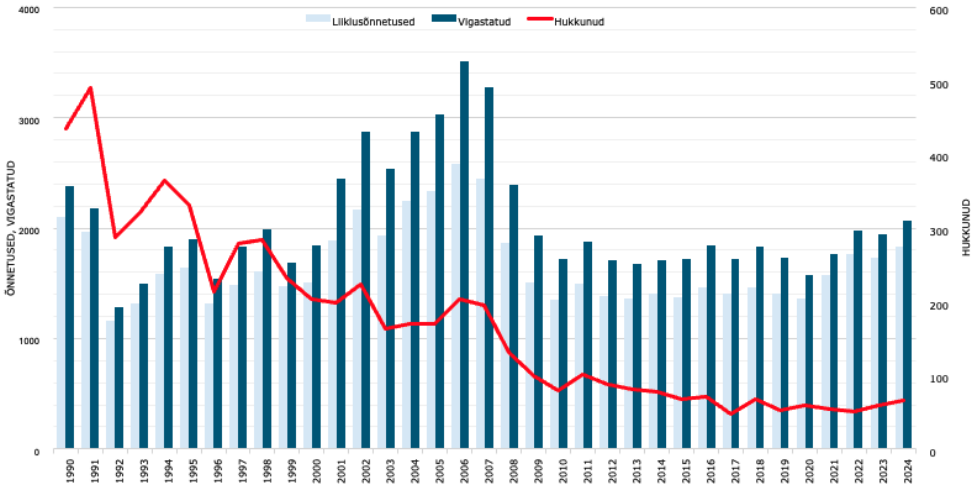
- Tee nr 1 (E20) Tallinna-Narva tee 9,41-209,273 km ja 212,658-212,743 km.
- Tee nr 2 (E263) Tallinna-Võru-Luhamaa tee 5,7-282,432 km.
- Tee nr 3 Jõhvi-Tartu-Valga tee lõik 137,709-219,633 km.
- Tee nr 4 (E67) Tallinna-Pärnu-Ikla tee 13,031-191,93 km.
- Tee nr 7 Riia–Pihkva 195,565-216,919 km.
- Tee nr 8 Tallinna-Keila-Paldiski tee 25,105-47,119 km.
- Tee nr 11 Tallinna ringtee (E265) 0,000-38.138 km.
- Tee nr 94 Muuga sadama tee 0,000-4,022 km.
- Tee nr 11174 (E265) Paldiski-Padise tee (lõik ainult km 0,000-1,021 km.
- Tee nr 11180 (E265) Paldiski lõunasadama tee 0,000-0,732 km.

Joonis 4. Transpordiameti kaardistatud teelõigud EMS sõidukite kasutamiseks Eestis

2 LIIKLUSOHUTUST MÕJUTAVAD TEGEVUSED

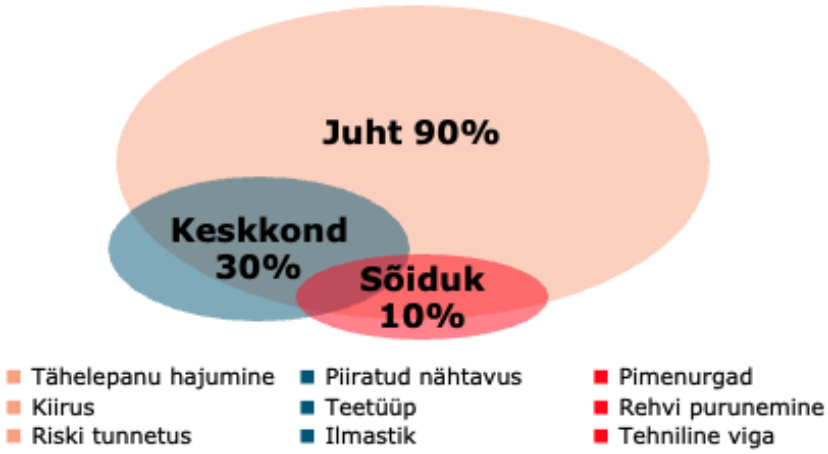
Liiklusohutus on iga tõhusa ja tänapäevase transpordisüsteemi oluline osa, mille keskne eesmärk on inimeste elu ja tervise kaitsmine liikluses. Arvestades, et inimlikud eksimused on paratamatud, peab liikluskeskkond olema kavandatud viisil, mis minimeerib selliste eksimuste korral raskete tagajärgede tekkeriski. Eestis vastutab igapäevase liiklusohutuse korraldamise ja järelevalve eest Transpordiamet, kelle ülesannete hulka kuuluvad erinevate osapoolte koostöö koordineerimine, seisukohtade ühtlustamine ning liiklusohutusprogrammide tõhususe hindamine ja edasiarendamine. [11]

Liiklusõnnetuste ennetamiseks ning nende tagajärgede leevendamiseks on aastate jooksul rakendatud mitmesuguseid strateegilisi ja tehnilisi meetmeid. Need tegevused on osa laiemast liiklusohutuse visioonist, mille eesmärk on vähendada liiklusõnnetustes hukkunute ja raskelt vigastatute arvu. Hoolimata sellest, et mootorsõidukite koguarv on viimase kolme aastakümne jooksul oluliselt kasvanud, on raskete tagajärgedega liiklusõnnetuste esinemissagedus vähenenud (Joonis 5). [12]



Joonis 5. Liiklusõnnetused Eesti teedel 1990-2024 [11][13]

Liiklusõnnetuste peamisteks põhjusteks on tegurid, mis tulenevad juhi käitumisest, sõiduki tehnilisest seisukorrast ning keskkonnatingimustest. Uuringute ja statistika põhjal on selge, et ligikaudu 90% liiklusõnnetustest on seotud inimliku eksimusega [14]. Kuigi viimaste aastate statistika näitab olulisi edusamme liiklusohutuse parandamisel, jääb endiselt oluliseks vajadus pöörata suuremat tähelepanu eelkõige sõidukijuhi rollile ja teda ümbritsevale liikluskeskkonnale. Liiklusõnnetuste peamised mõjutegurid ja nende osakaalud on illustreeritud joonisel (Joonis 6).



Joonis 6. Liiklusõnnetuste mõjutegurid ja osakaalud [14]

Väsimus, tähelepanu hajumine ja aeglustunud reaktsiooniaeg on riskitegurid, mis jäävad püsivateks ohukohtadeks ka kõige kaasaegsemates liiklussüsteemides. Eriti haavatavas olukorras on raskesõidukite juhid, kelle tööpäevad kipuvad olema pikad ning kelle tegevust mõjutab sageli surve täita tarned kindlaksmääratud ajaks. Selline ajasurve koos töö iseloomuga võib suurendada riskikäitumise tõenäosust ning soodustada ohtlike olukordade tekkimist liikluses.

2.1 Eesti liiklusohutusprogramm

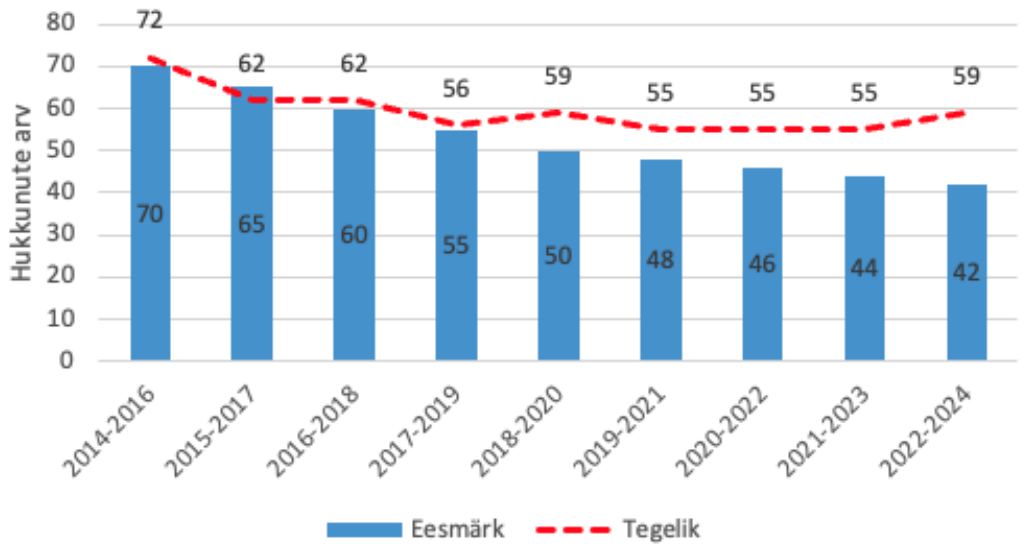
Eesti liiklusohutusprogramm aastateks 2016–2025 on riiklik strateegiadokument, mille peamine eesmärk on vähendada liiklussurmade ning raskelt vigastada saanud isikute arvu. Programm tugineb niinimetatud nullvisiooni põhimõttele, mille kohaselt ei tohiks ükski inimene hukkuda ega saada tõsiseid vigastusi liikluses. Nullvisioon toimib Eestis liiklusohutuse poliitika kujundamise aluspõhimõttena mille järgi seatakse sihid, strateegilised otsused ja praktilised sekkumismeetmed. Programmis keskendutakse kolmele võtmevaldkonnale [11]:

1) vastutustundlik ja ohte tajuv liikleja,
2) ohutu liikluskeskkond,
3) ohutu sõiduk.

Need valdkonnad on tihedalt seotud ka EMS sõidukite liiklusohutusega. Nende võimalikku kasutuselevõttu kaaludes tuleb arvestada, et tegemist on süsteemse muudatusega, mis mõjutab kogu liikluskeskkonna toimimist, alates liikluskäitumisest kuni taristu sobivuse ja projekteerimisstandarditeni. EMS sõidukite suuremad mõõtmed võivad tingida vajaduse täpsustada kehtivaid teede projekteerimisnõudeid ning nende nähtavus ja manööverdusvõime mõjutavad otseselt ka teiste liiklejate, eelkõige jalakäijate ja jalgratturite ohutust. Seetõttu peab EMS sõidukite kasutuselevõtu puhul esmatähtsaks

jääma liiklusohutus ja kõik tehtavad otsused ja muudatused peaksid toetama ohutuse kasvu, mitte keskenduma üksnes veotõhususele või majanduslikule kasule. [11]

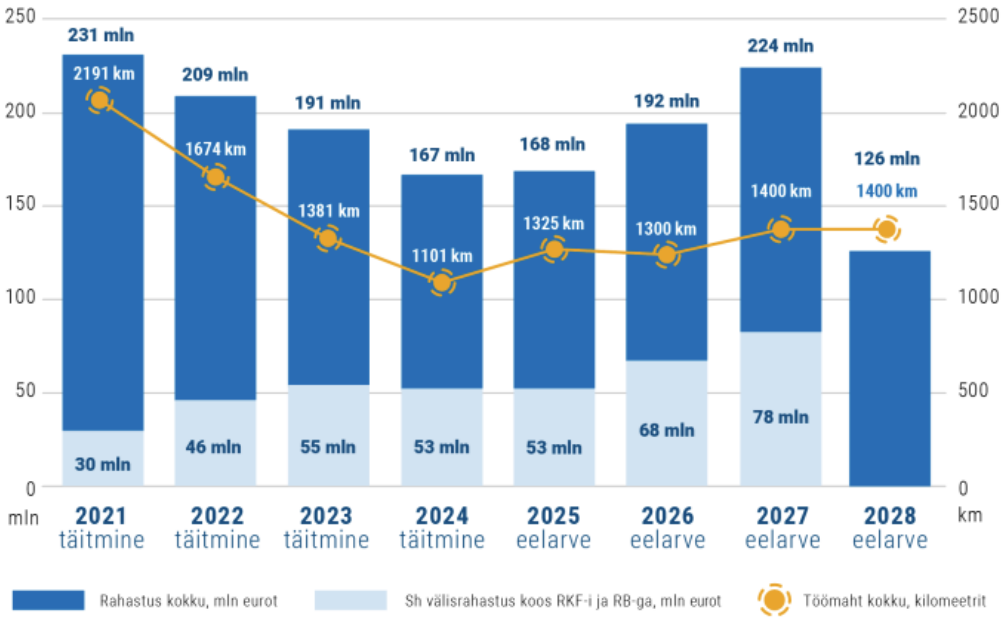
Vaatamata seatud eesmärkidele ja rakendatud meetmetele, ei ole Eesti liiklusohutusprogrammi tulemused vastanud ootustele. Viimaste aastate statistika (Joonis 7) näitab liikluses hukkunute arvu kasvu, mis viitab vajadusele olemasolevaid tegevusi kriitiliselt üle vaadata. Oluline on hinnata seniste meetmete tõhusust ning töötada välja ajakohastatud strateegiad, mis keskenduvad üheaegselt nii liiklejate käitumise muutmisele kui ka teedevõrgu seisukorra parandamisele.



Joonis 7. Liiklusohutusprogrammi eesmärgid aastateks 2014-2024, võrreldes tegeliku olukorraga [11][13]

2.2 Eesti teedevõrgu rahastus

Eestis vastutab riigimaanteede korrashoiu ja arendamise eest Transpordiamet ning vastav rahastus tuleb peamiselt riigieelarvest. Ajalooliselt on teehoiu rahastus olnud tugevalt mõjutatud riigi majanduslikust olukorrast ning valitsuse poliitilistest prioriteetidest, mistõttu ei ole see aastate lõikes olnud stabiilne ega prognoositav. Eesti teede rahastus aastatel 2021–2028 on esitatud joonisel (Joonis 8).

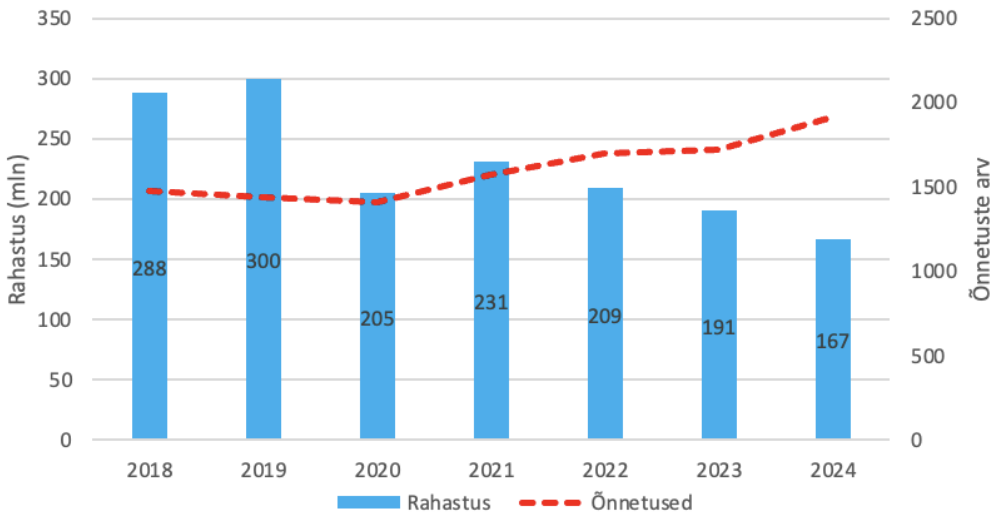


Joonis 8. Teedehoiu rahastus ja töömahud 2021-2028 [15]

Riigieelarve ebastabiilsus on põhjustanud olukorra, kus mitmed vajalikud hooldus- ja arendustööd on kas edasi lükkunud või jäänud teostamata, mis omakorda mõjutab otseselt liiklusohutust. Teede Tehnokeskus AS hinnangul on Eesti teedevõrgu arendusvõlg ligikaudu 1,5 miljardit eurot, millest kattega teede remondivõlg moodustab ligi 648 miljonit eurot. Kattega teede remondivõla rahaline jaotus teedel liikide järgi [13]:

- põhimaanteed 139 mln €;
- tugimaanteed 216,6 min €;
- kõrvalmaanteed 289,5 mln €;
- ühendusteed 2,8 mln €.

Teave on eriti oluline EMS sõidukite rakendamise seisukohalt, kuna nende esmaseks liikumisruumiks on kavandatud põhimaanteed ning tulevikus ka tugimaanteed. Kui eesmärk on võimaldada nende sõidukite laiem kasutuselevõtt, peab eelisjärjekorras keskenduma just nende teelõikude seisukorra parandamisele. Ebapiisav teehoiu rahastus ei loo eeldusi raskemate ja pikemate sõidukikombinatsioonide ohutuks liiklemiseks ning võib seetõttu oluliselt piirata EMS süsteemi potentsiaali realiseerimist. Teehoiu rahastuse vähenemine on aastatel 2020–2024 kaasnenud liiklusõnnetuste arvu kasvuga (Joonis 9).



Joonis 9. Teehoiu rahastuse ja liiklusõnnetuste arvu muutus (2018-2024) [13][15]

3 RASKESÕIDUKITEGA TOIMUNUD ÕNNETUSTE ANALÜÜS

Käesoleva analüüsi eesmärk on tuvastada raskesõidukite osalusel toimunud liiklusõnnetuste jaotus nii ruumilises kui ka ajalises lõikes, et tuvastada potentsiaalsed riskialad ja ajaperioodid, mis võivad mõjutada EMS sõidukite ohutut kasutuselevõttu.

Analüüs hõlmab Eesti põhimaanteede nr 1, 2, 4, 8 ja 11 liiklusõnnetuste andmeid ajavahemikus 2014–2024 ning 2024. aasta liiklussageduse andmeid. Andmete kogumiseks on kasutatud „avaandmed.eesti.ee" andmebaasi. Analüüsi fookus on koondatud kolmele peamisele aspektile:

1) liiklusõnnetuste toimumisaeg – õnnetusjuhtumite esinemismuster nädalapäevade ja kellaaegade lõikes;
2) liiklusõnnetuste ruumiline analüüs - õnnetusjuhtumite geograafiline paiknemine;
3) liiklussageduste ajaline dünaamika – õnnetusjuhtumite esinemissagedus nädalapäevade ja kellaaegade lõikes.

Tulemuste põhjal on võimalik tuvastada kriitilised ajavahemikud ja teelõigud, kus EMS sõidukite kasutamine võib kujutada suuremat liiklusohutuse riski. Selline analüüsipõhine lähenemine võimaldab teha teadlikke otsuseid võimalike piirangute või lisameetmete kehtestamise kohta, näiteks ajapõhised liikumispiirangud või taristu parendamine. Samuti annab analüüs aluse hinnata, kuidas EMS sõidukite rakendamine võib mõjutada olemasolevaid liiklusohutusriske ning milliseid ennetavaid samme tuleks astuda nende leevendamiseks.

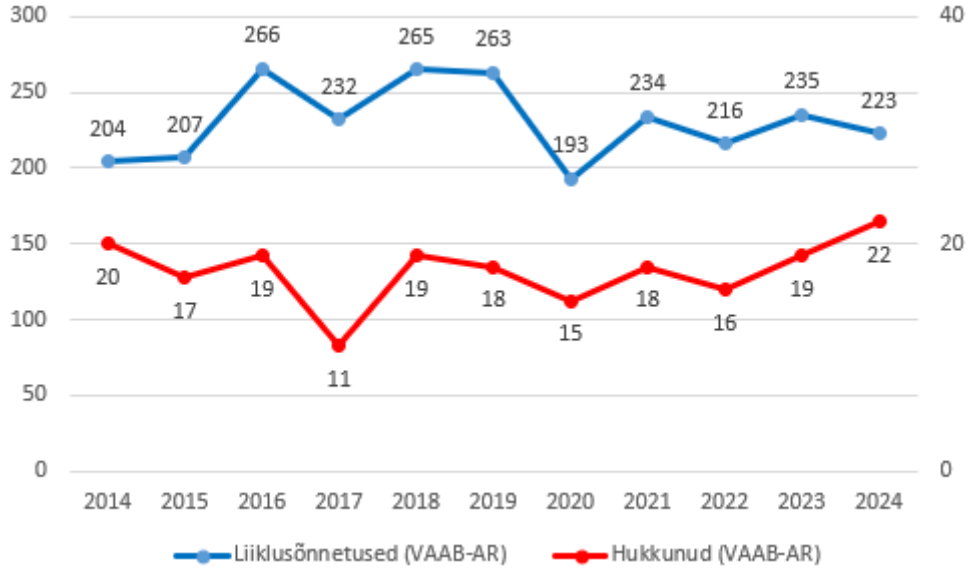
Andmete töötlemisel kasutati kirjeldavat statistikat, keskendudes nii absoluutarvudele ning protsentuaalsetele osakaaludele raskesõidukite osalusega liiklusõnnetustes. Tulemuste paremaks visualiseerimiseks koostati tabelid ja graafikud, mis illustreerivad õnnetuste jaotumist ajas ja ruumis. Kõik arvutused põhinevad algandmetel, mis tagab tulemuste täpsuse, läbipaistvuse ja kontrollitavuse.

Järgnevad jaotised esitavad analüüsi tulemused koos visuaalsete esitluste ja andmepõhiste järeldustega, tuues esile olulised mustrid ja riskikohad.

3.1 Ülevaade raskesõidukitega toimunud liiklusõnnetustest

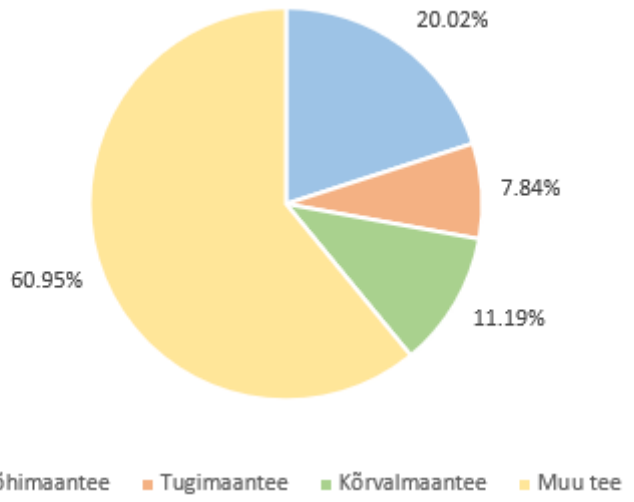
Raskesõidukitega (VAAB-AR) toimus Transpordiameti andmetel aastatel 2014-2024 kokku 2 538 liiklusõnnetust, milles sai vigastada 3 241 inimest ja hukkus 194 inimest. Raskesõidukite osalusel toimunud liiklusõnnetused moodustasid 15% kõikidest toimunud

liiklusõnnetustest. Kõige vähem liiklusõnnetusi toimus 2020. aastal, mil koroonapandeemia tõttu oli majandustegevus suuresti häiritud (Joonis 10).



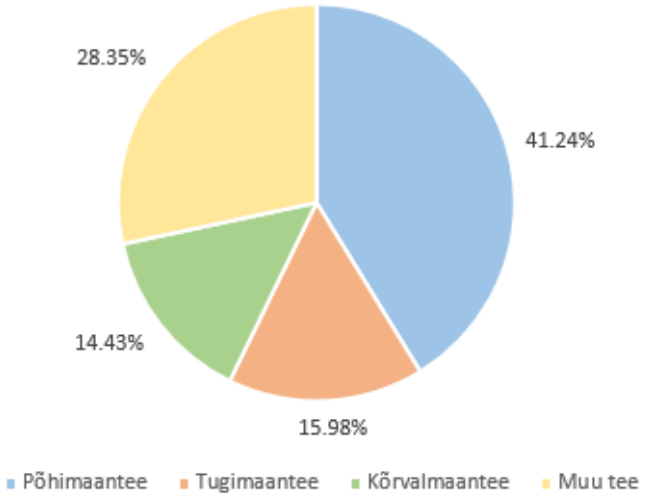
Joonis 10. VAAB-AR liiklusõnnetuste arv ja hukkunute arv, aastatel 2014-2024 [13]

Liiklusõnnetuste jaotus teeliikide järgi näitab, et kõige rohkem õnnetusi (60,95%) on juhtunud teedel, mis on liigitatud kui „muu tee". Selle alla kuuluvad kõik teed, mis ei klassifitseeru põhimaanteede, tugimaanteede ega kõrvalmaanteede hulka – näiteks tänavad, metsateed, ühendusteed ja muud sarnased teelõigud (Joonis 11).



Joonis 11. Liiklusõnnetuste toimumiskohad, teeliik [13]

Võrreldes surmaga lõppenud liiklusõnnetuste arvu teeliikide lõikes, selgub et enim raskete tagajärgedega liiklusõnnetusi (41,24 %) toimub põhimaanteedel (Joonis 12).



Joonis 12. Liiklusõnnetustes hukkunud, teeliik [13]

3.2 Raskesõidukitega toimunud liiklusõnnetused EMS koridoris

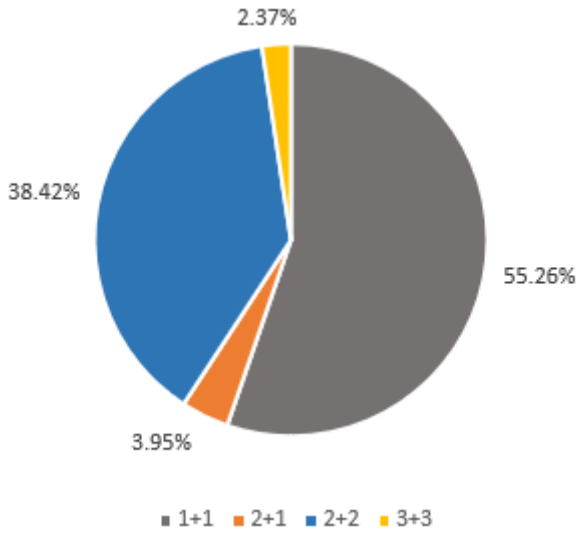
Raskesõidukitega (VAAB-AR) toimus aastatel 2014-2024 kokku vaadeldavatel teelõikudel 380 liiklusõnnetust, milles sai vigastada 548 inimest ja hukkus 59 inimest. Nendes lõikudes toimunud õnnetused moodustasid 15% kõikidest toimunud raskesõidukite õnnetustest. Teelõikude lõikes toimus kõige rohkem õnnetusi põhimaanteel Tallinn-Pärnu-Ikla (Tabel 2). Samuti olid sellel lõigul toimunud õnnetused vaadeldavate teelõikude seas kõige raskemate tagajärgedega.

Tabel 2. Vaadeldavate teelõikude liiklusõnnetuste andmed, aastatel 2014-2024 [13]

Teelõik	**Vaadeldava teelõigu pikkus, km**	**Õnnetuste arv**	**Vigastatute arv**	**Hukkunute arv**
Tallinn-Narva	212	100	159	11
Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	282	90	127	15
Tallinn-Pärnu-Ikla	192	126	176	28
Tallinn-Paldiski	22	13	15	2
Tallinna Ringtee	38	51	71	3

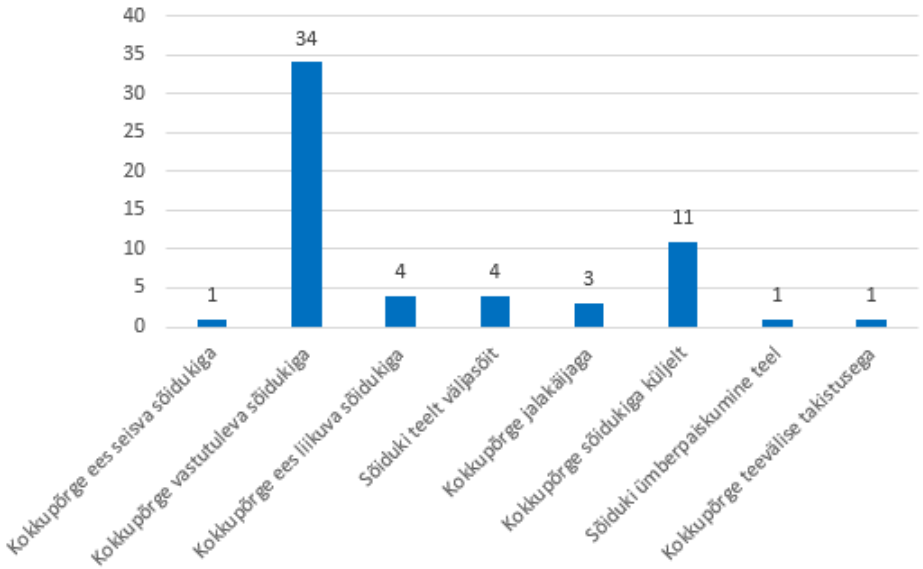
Liiklusõnnetuste jaotus teetüüpide lõikes näitab, et suurim osa õnnetustest toimub 1+1 ristlõikega teedel, moodustades 55,26% kõigist registreeritud juhtumitest. Järgnevad 2+2 teed, kus leidis aset 38,42% kõigist liiklusõnnetustest. Oluliselt väiksem osakaal õnnetustest toimus 2+1 ja 3+3 teedel, vastavalt 3,95% ja 2,37%. Joonisel (Joonis 13)

esitatud andmed võimaldavad järeldada, millised teetüübid vajaksid suuremat tähelepanu liiklusohutuse seisukohal .



Joonis 13. Liiklusõnnetuste jaotus vastavalt teetüübile, ristlõige [13]

Liiklusõnnetuste jaotus õnnetuste liigi alusel näitab, et suurim osa surmaga lõppenud juhtumitest leidis aset kokkupõrkel vastassuunas liikunud sõidukiga (34 juhtumit). Teisel kohal on kokkupõrked sõiduki küljelt, mida registreeriti 11 juhul. Ülejäänud liiklusõnnetuste liigid, sealhulgas kokkupõrked jalakäijatega, sõiduki teelt väljasõidud ning kokkupõrked ees liikuvate või seisvate sõidukitega, esinesid oluliselt harvem (Joonis 14).

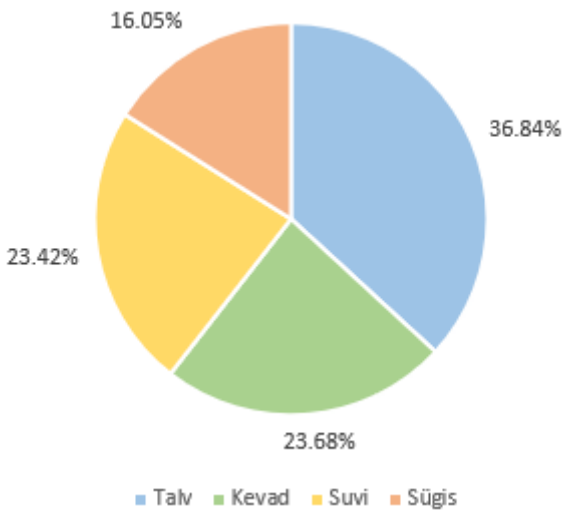


Joonis 14. Surmaga lõppenud liiklusõnnetused liigiti [13]

Esitatud andmed rõhutavad, et kõige raskemate tagajärgedega liiklusõnnetused on seotud olukordadega, kus toimub kokkupõrge vastassuunas liikuva sõidukiga. See näitab, et tuleks pöörata erilist tähelepanu möödasõiduohutusele ja sõidusuundade füüsilisele eraldamisele kõrge liiklusintensiivsusega teelõikudel, eriti seal, kus tulevikus plaanitakse lubada EMS sõidukeid.

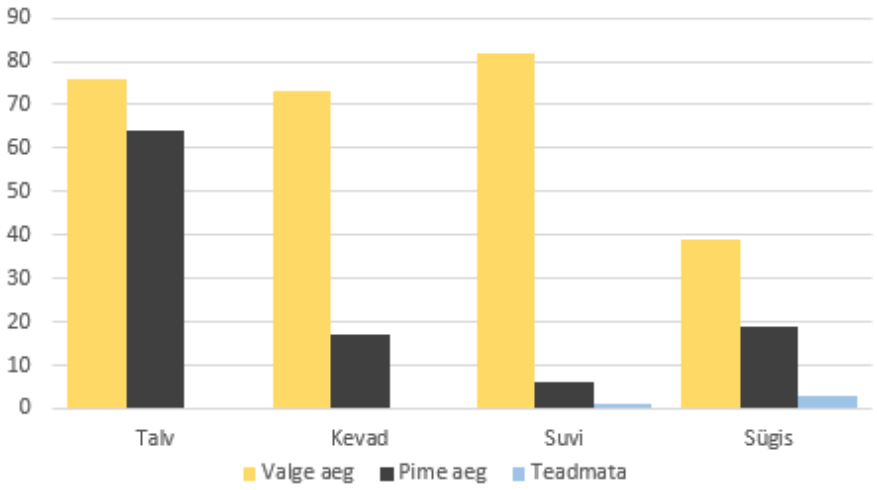
3.2.1 Liiklusõnnetuste toimumisaeg

Aastaaegade võrdluses toimus suurim osa liiklusõnnetustest talveperioodil, moodustades 36,84% kõigist registreeritud juhtumitest. Kevadel (23,68%) ja suvel (23,42%) oli õnnetuste osakaal omavahel üsna võrdne, jäädes talvisest märkimisväärselt madalamaks. Kõige väiksem osakaal langes sügisele (16,05%), mis teeb sellest kõige väiksema õnnetuste arvuga aastaaja (Joonis 15).



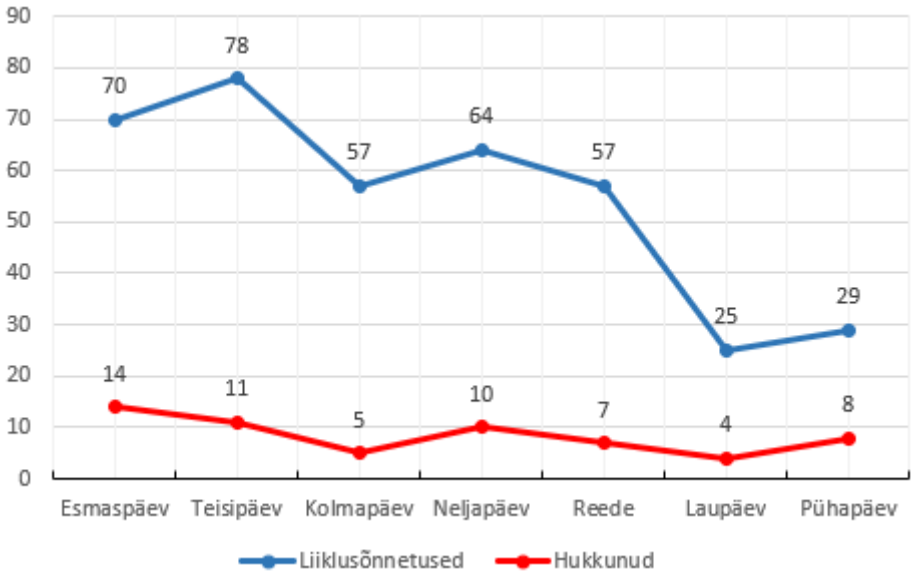
Joonis 15. Liiklusõnnetuste toimumisaeg, aastaaeg [13]

Analüüsis keskenduti veel sellele, kuidas liiklusõnnetused jagunevad vastavalt valgustingimuste järgi. Kõigis vaadeldud aastaaegades on liiklusõnnetuste arv suurem valge aja jooksul, kuid erinevused päevase ja öise perioodi vahel varieeruvad sõltuvalt hooajast. Suveperioodil esines valgel ajal kõige rohkem surmaga lõppenud liiklusõnnetusi, samas kui pimedal ajal toimunud juhtumite osakaal oli märgatavalt väiksem. Sarnane muster ilmnes ka kevadel, kus valge aja õnnetuste osakaal jäi silmatorkavalt ülekaalukaks. Talvel, hoolimata lühematest päevavalguse tundidest, oli samuti rohkem õnnetusi registreeritud valgel ajal. Sügisel oli valge ja pimeda aja vahelise jaotuse vahe väiksem, võrreldes teiste aastaaegadega. Joonis 16 on kujutatud liiklusõnnetuste jaotus vastavalt valgele ajale, pimedale ajale ja teadmata valgustingimustega juhtumitele nelja aastaaja lõikes: talv, kevad, suvi ja sügis.



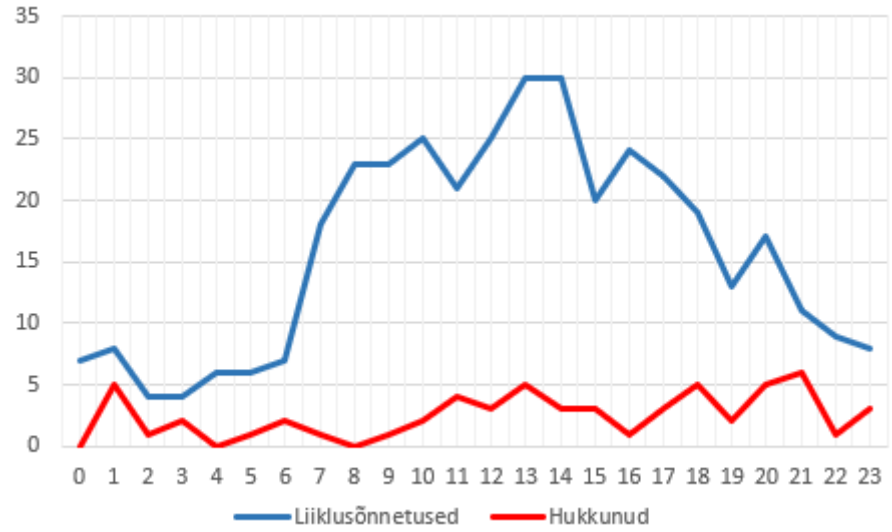
Joonis 16. Liiklusõnnetuste toimumisaeg, pimeaeg-valgeaeg [13]

Liiklusõnnetuste ja hukkunute jaotus nädalapäevade lõikes (Joonis 17) näitab, et kõige rohkem õnnetusi registreeriti teisipäeviti (78 juhtumit), millele järgnesid esmaspäev (70) ja neljapäev (64). Kolmapäev ja reede olid samuti aktiivsed õnnetuspäevad, mõlemal päeval registreeriti 57 juhtumit. Nädalavahetuse päevadel oli liiklusõnnetuste koguarv märgatavalt väiksem, vastavalt 25 ja 29 juhtumit. Samas ei saa jätta tähelepanuta, et kuigi nädalavahetusel toimub vähem õnnetusi, võib nende tagajärg olla tõsisem, nagu näitab pühapäeval registreeritud 8 hukkunut. Hukkunute arvu poolest oli esmaspäev kõige traagilisem päev, mil liiklusõnnetustes hukkus kokku 14 inimest. Järgnesid teisipäev (11 hukkunut) ja neljapäev (10 hukkunut). Väikseima hukkunute arvuga päevad olid kolmapäev (5), reede (7) ja laupäev (4).



Joonis 17. Liiklusõnnetuste ja hukkunute jaotus, nädalapäev [13]

Liiklusõnnetuste esinemissagedus kellajaliselt (Joonis 18) näitab, et kõrgeim õnnetuste arv püsib ajavahemikus 8:00–16:00. Hukkunute arv on hajutatum, kuid näitab teatud riskantsemaid perioode ajavahemikes 11:00–15:00 ja 18:00–21:00. Väikseim arv liiklusõnnetusi ja hukkunuid esineb öisel ajal, eriti vahemikus 2:00–5:00.



Joonis 18. Liiklusõnnetuste ja hukkunute jaotus, kellaaeg [13]

Leidmaks liiklusõnnetuste raskusastme sagedus, määratakse erinevatele õnnetustüüpidele vastavad kaalutegurid, et arvestada nende tõsidust ja mõju üldisele ohutustasemele:

- hukkunud 10 punkti - surmaga lõppenud õnnetused on kõige tõsisemad, mistõttu antakse neile kõrgeim punktiarv;
- vigastatud 1 punkt - vigastatutega lõppenud õnnetused on olulised, kuid mitte nii rasked kui surmaga lõppenud.

Liiklusõnnetuste ohutustaseme määramiseks erinevatel kellaaegadel kasutatakse eraldi valemit (1) [16]. Analüüsis rakendati valemit tunnipõhiselt kogu nädala ulatuses, tuginedes Transpordiameti liiklusõnnetuste andmestikule, kus iga tunni ja nädalapäeva kohta oli kättesaadav teave hukkunute ja vigastatute arvu kohta.

$$SFR = \frac{H \times K_{hukkunud} + V \times K_{vigastatud}}{LA}, \quad (1)$$

kus SFR - raskusastme sagedus;
H - hukkunute arv vaadeldaval kellajal;
V - vigastatute arv vaadeldaval kellajal;
$K_{hukkunud}$ - kaalutegur hukkunud;
$K_{vigastatud}$ - kaalutegur vigastatud;
LA - liiklusõnnetuste arv.

Iga tunni kohta arvutati õnnetuste raskusastme sagedus (SFR), mille alusel määrati valem (2) abil kogu analüüsiperioodi keskmine raskusastme tase.

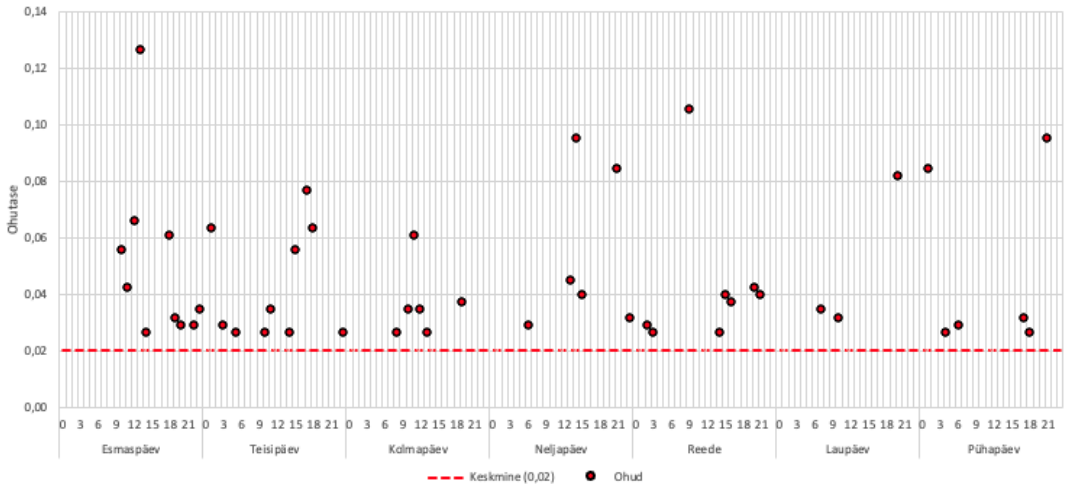
$$SFR_{keskmine} = \frac{\sum SFR}{n}, \quad (2)$$

kus $SFR_{keskmine}$ - raskusastme keskmine sagedus;

$\sum SFR$ - RS väärtuste summa;

n - RS väärtuste koguarv.

Tulemusi visualiseeriti joonisel (Joonis 19), kus punase horisontaalse joonega on näidatud keskmine ohutase ning iga punkt tähistab konkreetse tunni raskusastme väärtust.



Joonis 19. Keskmine ohutustase ja ohud

Tulemuste põhjal on võimalik välja tuua ajavahemikud, kus SFR väärtus ületab keskmist taset, mil liiklusõnnetused on olnud raskemad. Tulemuste andmeid kasutati kriitiliste ajaperioodide määratlemiseks, mille alusel tehakse soovitusi EMS sõidukite liikumisaja piirangute kehtestamiseks.

3.2.2 Liiklusõnnetuste ruumiline analüüs

Liiklusõnnetuste ruumilises analüüsis uuritakse liiklusõnnetuste paiknemist vaadeldavatel teelõikudel, tuvastamaks asukohad, kus õnnetuste risk on kõrgendatud. Maanteed jagati sõltuvalt tee kogupikkusest 0-5 km või 0-10 km teeosadeks. Riskihindamisel tuginetakse liiklusõnnetuste sageduse (SFR) ja raskusastme (AF) kombinatsioonile, mille alusel määratakse teelõikudele ohutustase. Hindamisel ei ole arvesse võetud liiklussagedusi.

Soovitud teelõikude liiklusõnnetuste raskussagedus arvutatakse koostatud valemi (3) [16] abil:

$$SFR = \frac{H \times K_{hukkunud} + V \times K_{vigastatud}}{LA}, \quad (3)$$

kus *SFR* - raskusastme sagedus;
H - hukkunute arv vaadeldavas teeosas;
V - vigastatute arv vaadeldavad teeosas;
$K_{hukkunud}$ - kaalutegur hukkunud;
$K_{vigastatud}$ - kaalutegur vigastatud;
LA - liiklusõnnetuste arv.

Vaadeldava terviktee raskussagedus, mis kajastab keskmist ohutustaset leitakse valem (4) abil:

$$SFR_{keskmine} = \frac{\sum SFR}{n}, \quad (4)$$

kus $SFR_{keskmine}$ - raskusastme keskmine sagedus;
$\sum SFR$ - RS väärtuste summa;
n - RS väärtuste koguarv.

Liiklusõnnetuste asukoha aasta keskmine, kus õnnetuste arv näitab juhtumeid vaadeldaval teeosal ning aastate arv näitab kogu vaadeldavat perioodi leitakse valemi (5) abil [17]:

$$AF = \frac{LA}{VP}, \quad (5)$$

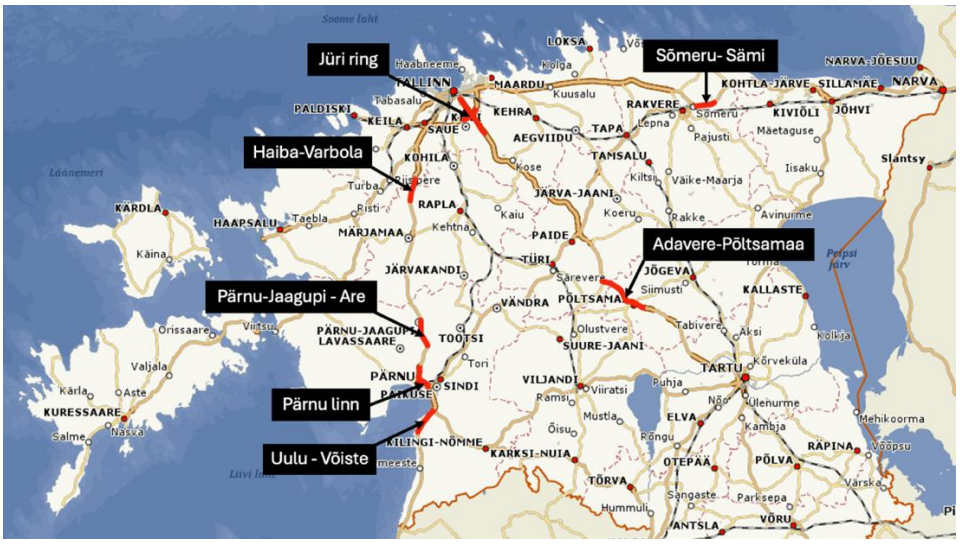
kus *AF* - aastane sagedus;
LA - liiklusõnnetuste arv;
VP - vaadeldav periood.

Vaadeldava terviktee keskmine liiklusõnnetuste aastane sagedus, mis kajastab üldist õnnetusse sattumise riski leitakse valemi (6) abil:

$$AF_{keskmine} = \frac{\sum AF}{n}, \quad (6)$$

kus $AF_{keskmine}$ - aastane keskmine sagedus;
$\sum AF$ - AF väärtuste summa;
n - AF väärtuste koguarv.

Hinnangute tulemuste põhjal tuvastati 7 asukohta, milles raskesõidukite osalusel toimunud liiklusõnnetuste riskiskoorid saavutasid kõrgeima taseme (Joonis 20).



Joonis 20. Kõrgeima riskitasemega teeosade asukohad

Kõrgema riskitasemega teelõigud tuleks eraldi hinnata, et selgitada välja ohutusriskide täpsed põhjused ja mõjutegurid ning hinnata, kuidas need tegurid mõjutaksid EMS sõidukite liiklemist. Oluline on uurida, kas olemasolevad riskialad võivad EMS sõidukite puhul avaldada suuremat mõju näiteks nende suurenenud pikkuse, raskuse või manööverdusvõime tõttu.

3.2.3 Liiklussageduste ajaline dünaamika

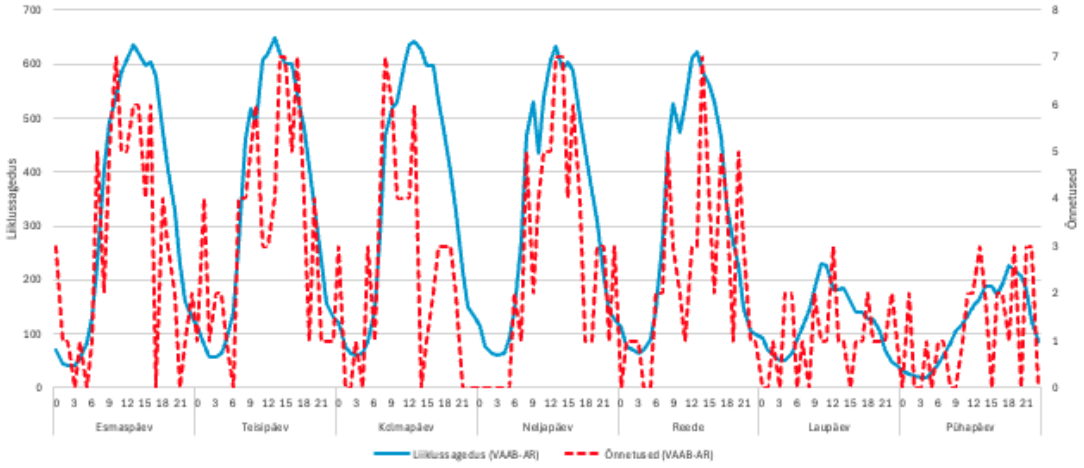
Liiklussageduste ajaline dünaamika keskendub sellele, kuidas liiklussagedus esineb nädalapäevade ja kellaaegade lõikes. Analüüsi eesmärgil käsitletakse ainult 2024. aasta loendusandmeid ning maanteesid 1, 3, 4 ja 11. Põhimaanteede 2024 aasta keskmised ööpäevased liiklussagedused (edaspidi AKÖL) on välja toodud:

Tabel 3. Valitud teede 2024.a AKÖL sõidukiklasside lõikes [18]

MNT nr	Maantee nimetus	AKÖL autot/ööp	SAPA autot/ööp	VAAB autot/ööp	AR autot/ööp	AR%
1	Tallinn-Narva	7 992	7 236	268	588	6%
2	Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa	8 720	7 760	239	721	7%
4	Tallinn-Pärnu-Ikla	9 233	7 288	283	1 663	15%
11	Tallinna ringtee	18 014	15 617	782	1 615	9%

Liiklussageduse ajalise dünaamika analüüs võimaldab hinnata, mil määral raskesõidukite liikumissagedused kattuvad liiklusõnnetuste esinemismustritega, nii kellaajaliselt kui ka nädalapäevade lõikes. Raskesõidukite (VAAB ja AR) liiklussagedus järgib nädalasiseseid

mustreid, kus kõrgeimad väärtused esinevad tööpäeviti, eelkõige hommikuste ja pärastlõunaste tipptundide ajal (Joonis 21).



Joonis 21. VAAB-AR liiklussageduste seos liiklusõnnetustega [13][19]

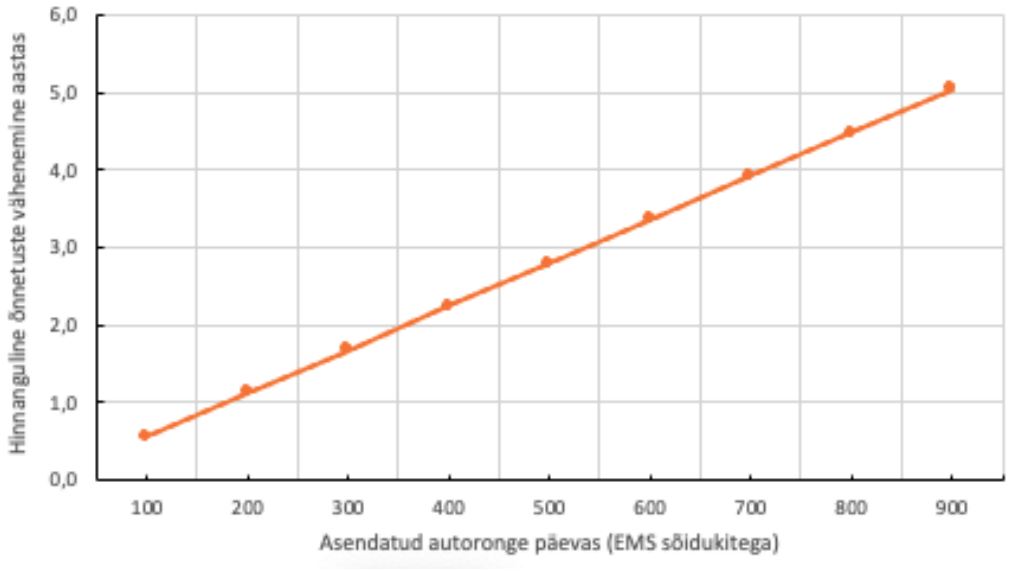
Õnnetuste esinemissagedus (Joonis 21) punane joon korreleerub selgelt liiklussagedusega (sinine joon), viidates tugevale seosele nende kahe näitaja vahel.

Sarnane dünaamika viitab sellele, et liiklusõnnetuste sagenemine ei ole juhuslik, vaid seotud ajavahemikega, mil teedel liigub rohkem raskesõidukeid. See toetab hüpoteesi, et liikluskoormuse suurenemine mõjutab otseselt õnnetuste riski.

4 EMS SÕIDUKITE MÕJU HINDAMINE

Eesti põhimaanteedel 1,2,4,11 kogutud liiklussageduse andmete põhjal, liigub keskmiselt 6159 VAAB-AR tüüpi sõidukit päevas. Liiklusloendus andmestik ei võimalda eristada veoautode ja autobusside liikumissagedust, kuid kehtiva 2024 aasta registrikande alusel [18] moodustavad autobussid ligikaudu 3% kogu registreeritud veoautode arvust. Kuna osakaal on suhteliselt väike, on analüüsis käsitletud kogu VAAB-AR kategooria liiklussagedust.

Näiteks kui EMS sõidukid asendaksid keskmiselt 800 VAAB-AR sõidukit päevas, võib liikluskoormuse vähenemine kaasa tuua ligikaudu 4-5 liiklusõnnetust vähem aastas vaadeldavatel teelõikudel (Joonis 22).

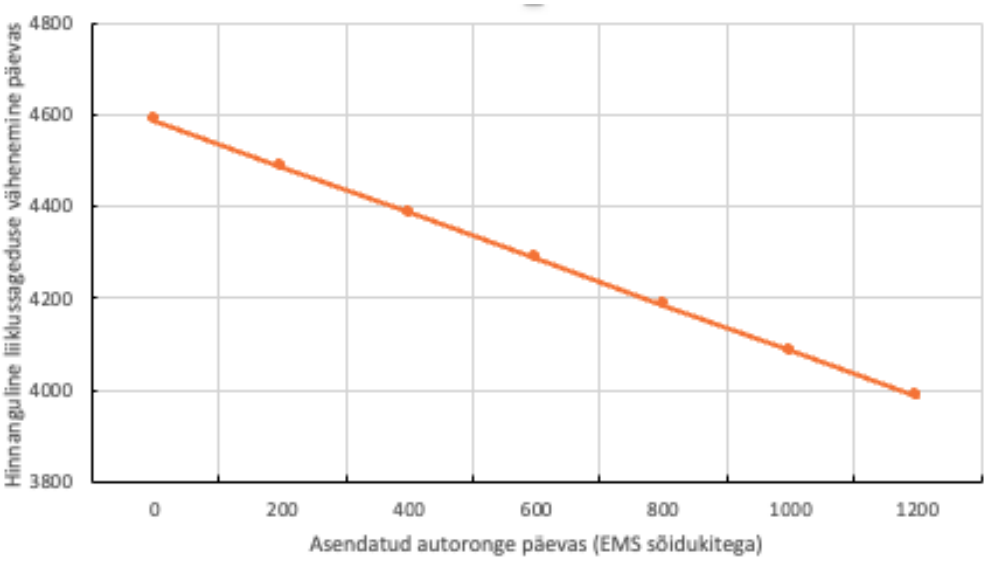


Joonis 22. Võimalik mõju liiklusõnnetuste vähenemisele

Kuigi EMS sõidukite kasutuselevõtul võib väheneda liiklusõnnetuste arv, võib kasvada liiklusõnnetuste raskusaste ning tuua kaasa rohkem vigastatuid ja hukkunuid. Seega järeldatakse, et EMS sõidukid ei ole iseenesest ohutumad või ohtlikumad, kuid nende mõju liiklusõnnetustele sõltub väga palju asjaoludest:

- kas neid kasutatakse sobivatel teelõikude;
- milliste kiiruspiirangute ja liikumisreeglite alusel;
- kas muu liiklus on nendega arvestamiseks valmis.

Kui hinnata ainult sõidukeid mille pikkus ületab 12 meetrit ehk autoronge. Siis eeldusel, et kaks EMS veokit suudavad vedada kolme tavapärase 16,5 meetrise raskesõiduki jagu koormat, väheneks autorongide liiklussagedus vaadeldavatel teedel (Joonis 23).



Joonis 23. Võimalik mõju liiklussageduse vähenemisele

See tähendab, et ühe autorongi kaubamahuks on vaja vähem sõidukeid, mis omakorda vähendab liikluskoormust. Näiteks, kui päevas kasutatakse 1 000 EMS sõidukit, on võimalik asendada kuni 1 500 AR tüüpi sõidukit, mille tulemusel langeks kogu päevane liiklussagedus 4 587-lt 4 087 sõidukini. Selline lähenemine loob eelduse, et väheneks ka möödasõitude potentsiaalne vajadus ligikaudu 12% võrra. Oluline on arvestada asjaoluga, et kuigi möödasõitude sagedus võib langeda, pikeneb EMS sõidukite suurema pikkuse tõttu nende möödumiseks vajaminev aeg ja distants.

4.1 EMS sõidukite möödasõiduohutuse analüüs

Möödasõidu võrdluse arvutuste tegemisel kasutati rakendust *„Möödasõiduk"* [20]. Arvutuse aluseks võetud põhiparameetrid (pikkus, sõidukitüüp, kiirus) on esitatud joonisel (Joonis 24). Lisaks nendele kasutati parameetreid:

- pikivahe – 3 sekundit;
- reaktsiooniaeg – 1,6 sekundit;
- suunatule vilgutamise aeg – 3 sekundit;
- lubatav külgkiirendus – 0,13 grammi;
- ohutu vahe vastassuuna liiklusega – 5 sekundit.

Möödasõitja			Möödasõidetav			Vastassuuna liiklus	
						Jah	Ei
Pikkus (m)	Tüüp	Kiirus (km/h)	Pikkus (m)	Tüüp	Kiirus (km/h)	Vahemaa (m)	Vahemaa (m)
4.8	Sõiduauto	100	4.8	Sõiduauto	90	1429	1038
4.8	Sõiduauto	100	16.5	Standardveok	90	1768	1155
4.8	Sõiduauto	100	25.25	EMS	90	2021	1241
4.8	Sõiduauto	90	4.8	Sõiduauto	80	1243	856
4.8	Sõiduauto	90	16.5	Standardveok	80	1559	961
4.8	Sõiduauto	90	25.25	EMS	80	1794	1039
4.8	Sõiduauto	90	4.8	Sõiduauto	70	747	457
4.8	Sõiduauto	90	16.5	Standardveok	70	905	509
4.8	Sõiduauto	90	25.25	EMS	70	1021	549
16.5	Standardveok	90	4.8	Sõiduauto	80	2279	1614
16.5	Standardveok	90	16.5	Standardveok	80	2605	1730
16.5	Standardveok	90	25.25	EMS	80	2841	1812
16.5	Standardveok	90	4.8	Sõiduauto	70	1562	1020
16.5	Standardveok	90	16.5	Standardveok	70	1786	1097
16.5	Standardveok	90	25.25	EMS	70	1945	1153
16.5	Standardveok	85	4.8	Sõiduauto	80	2949	1962
16.5	Standardveok	85	16.5	Standardveok	80	3557	2160
16.5	Standardveok	85	25.25	EMS	80	4012	2309
16.5	Standardveok	85	4.8	Sõiduauto	70	1547	1020
16.5	Standardveok	85	16.5	Standardveok	70	1767	1097
16.5	Standardveok	85	25.25	EMS	70	1923	1153
25.25	EMS	90	4.8	Sõiduauto	80	4242	2881
25.25	EMS	90	16.5	Standardveok	80	4813	3078
25.25	EMS	90	25.25	EMS	80	5226	3222
25.25	EMS	90	4.8	Sõiduauto	70	2340	1475
25.25	EMS	90	16.5	Standardveok	70	2641	1577
25.25	EMS	90	25.25	EMS	70	2856	1650
25.25	EMS	85	4.8	Sõiduauto	80	4202	2881
25.25	EMS	85	16.5	Standardveok	80	4785	3082
25.25	EMS	85	25.25	EMS	80	5240	3231
25.25	EMS	85	4.8	Sõiduauto	70	2316	1475
25.25	EMS	85	16.5	Standardveok	70	2612	1577
25.25	EMS	85	25.25	EMS	70	2823	1650

Joonis 24. Möödasõitude võrdlus [20]

Joonisel esitatud andmete põhjal võib järeldada, et möödasõidu vahemaad kasvavad märkimisväärselt koos möödasõitja ja möödasõidetava sõiduki pikkuse ning kiiruse suurenemisega. Eriti suured vahemaad esinevad olukordades, kus möödasõitu teostab EMS sõiduk ning möödasõidetav on samuti suur ja aeglasem sõiduk (nt teine EMS või standardveok).

Kõige kriitilisemad olukorrad (tähistatud punasega) tekivad EMS sõiduki möödasõidul teistest raskesõidukitest kiirusel 85–90 km/h, eriti kui vastassuunas on samuti liiklus. Sellistes tingimustes võib nõutav ohutu vahemaa ületada 5 000 meetri piiri.

Samuti ilmneb, et mida aeglasemalt liigub möödasõidetav sõiduk, seda väiksemad on vajalikud vahemaad, kuid EMS-sõidukite puhul jäävad need ka madalamatel kiirustel oluliselt kõrgemaks kui sõiduautode või standardveokite korral.

Seega tuleb EMS-sõidukite kasutuselevõtul põhimaanteedel arvestada sellega, et nende möödasõidud nõuavad oluliselt pikemaid ohutusvahemaid, eriti vastassuunaliiklusega

teelõikudel. See suurendab vajadust läbimõeldud möödasõiduvõimaluste ja eraldusribadega lahenduste järele, et tagada liiklusohutus.

4.2 Kiiruspiirangute mõju EMS sõidukite liiklusohutusele

Oluline on vältida kiiruste liiga suurt erinevust tavaliiklusega, mistõttu EMS autorongidele ei ole otstarbekas kehtestada standardmõõtmetega veoautodest madalamat kiiruspiirangut. Kiiruste erinevus ei pruugi mitte ainult pärssida liiklusvoolu sujuvust, vaid võib põhjustada olukorra, kus standardmõõtmetes veokid peavad tegema rohkem möödasõite pikematest EMS sõidukitest. Nii võivad varem möödasõidetavad liiklejad ise muutuda ohtlikeks möödasõitjateks, kelle mass ja kiirendus ei pruugi anda võimalust teostada möödasõitu ohututes tingimustes.

Raskesõidukite kiiruse viimine 80 km/h peale nagu see on tavapärane Euroopa riikides (Tabel 4), võib põhjustada olukorra, kus sõiduautod on sunnitud tegema rohkem möödasõite.

Tabel 4. Kiiruse piirangud Euroopa riikides [21]

Riik	**Asulas**	**Asulavälises teel**	**4-realised maanteed**	**Kiirteed**
	(km/h)			
Läti	50	80	80	80
Soome	50	80	80	80
Rootsi	50	70	80	80
Norra	50	80	80	80
Taani	50	70	70	80
Holland	50	80	80	80
Belgia	50	60	90	90
Saksamaa	50	60	80	80
Tšehhi	50	70	70	80
Hispaania	50	80	90	80
Portugal	40	70	70	80

Kokkuvõttes ei pruugi madalam kiiruspiirang alati tähendada suuremat liiklusohutust nagu näitab ka käesolevas töös läbiviidud õnnetuste ja liiklussageduse analüüs. Otstarbekam on rakendada süsteemset ja andmepõhist riskianalüüsi, mille käigus kaardistatakse tee- ja liikluskeskkonna tunnused, nagu ristlõike tüüp, nähtavus, möödasõiduvõimalused, liiklussagedus ning olemasolevad ohutusstatistikad. Sellise analüüsi alusel saab hinnata, millistel teeoludel ja lõikudel on EMS sõidukite osalemine liikluses kõige ohutum. Ilma, et neile kehtiks põhjendamatult piirav või liikluse dünaamikat häiriv kiiruspiirang.

Praktilise lahendusena oleks mõistlik jätta EMS sõidukitele maksimaalne lubatud kiirus 90 km/h nendel teelõikudel, kus liiklusvoog on stabiilne. Näiteks 2+1 ja 2+2 ristlõikega maanteedel, mis pakuvad piisavat möödasõiduvõimalust ning selget sõidurajajaotust. Oluline on kiiruspiirangute kujundamisel olla ettevaatlik 1+1 teelõikude puhul, kus nähtavus on piiratud ja ohutut möödasõitu ei ole võimalik alati sooritada. Kuigi sellistel lõikudel võib esmapilgul tunduda loogiline EMS sõidukite kiirust alandada, võib see praktikas tekitada olukorra, kus sõiduautod on sunnitud sooritama riskantseid möödasõite, et vältida aeglase veoki taga liikumist. Selleks võib kaaluda keskmist kiirust mõõtvate kaamerate paigaldamist suurema ohuga teelõikudele, möödasõidualade arvu ja asukohtade läbivaatamist. Samuti eeldab selliste meetmete tõhus rakendamine normatiivide ajakohastamist, eelkõige Kliimaministeeriumi kehtiva määruse nr 71 „*Tee projekteerimise normid*" täiendamist, et tagada teede ohutuse ja möödasõidu nähtavuse kooskõla.

4.3 EMS sõidukite ajapõhiste liikumispiirangute vajadus

Raskesõidukite liiklusõnnetuste analüüsist selgus, et EMS sõidukitele liiklemise ajapiirangute kehtestamine on põhjendatud nii liiklusohutuse kui ka liiklusvoogude sujuvuse seisukohalt. Analüüsides liiklusõnnetuste ja liiklussageduse ajastatud jaotust, ilmneb selge seos tipptundidel toimuva koormuse suurenemise ja õnnetuste arvu kasvuga. Kõige suuremad VAAB-AR liiklussagedused esinevad ajavahemikus 11:00-16:00 (Joonis 25).

	Maksimaalne liiklussagedus		Õnnetuste osakaal
Kell	SAPA	VAAB-AR	(VAAB-AR)
0	14,01%	18,55%	23,33%
1	9,14%	12,67%	26,67%
2	5,93%	10,63%	13,33%
3	3,98%	9,98%	13,33%
4	3,54%	11,04%	20,00%
5	4,85%	14,97%	20,00%
6	10,60%	23,75%	23,33%
7	26,86%	42,50%	60,00%
8	69,64%	70,06%	76,67%
9	72,04%	81,42%	76,67%
10	65,89%	79,71%	83,33%
11	65,60%	91,05%	70,00%
12	73,34%	96,58%	83,33%
13	81,64%	100,00%	100,00%
14	84,17%	96,84%	100,00%
15	87,56%	93,83%	66,67%
16	95,16%	91,73%	80,00%
17	100,00%	83,58%	73,33%
18	99,85%	73,14%	63,33%
19	84,66%	62,10%	43,33%
20	64,34%	52,23%	56,67%
21	48,23%	36,47%	36,67%
22	33,43%	25,04%	30,00%
23	22,05%	21,10%	26,67%

Joonis 25. Liiklussageduse ja liiklusõnnetuste osakaalu jaotus ööpäeva lõikes [13][19]

Need ajavahemikud kattuvad ka kõige kõrgema liiklusõnnetuste osakaaluga. EMS sõidukite liikumine võib suurendada riske veelgi, sest nad on oma mõõtmete ja massi tõttu liikluses märkimisväärne muutuv komponent. Nende ajutine piiramine teatud tundidel võib aidata kaasa olukorra stabiliseerimisele ja vähendada riskitaset. Oluline on arvestada piirangute kavandamisel rahvusvahelise transpordi vajadustega. Seetõttu peab piirangute kehtestamisel säilima teatav paindlikkus, mis ei takistaks kaubavoogude sujuvust ning arvestaks mingilmääral laevade saabumise ja väljumise kella aegadega.

Tähelepanu väärib asjaolu, et liiklusõnnetuste arvu ja liiklussageduse vaheline seos ilmneb eeskätt VAAB-AR andmestiku põhjal. SAPA näitajatega võrreldes on VAAB-AR liiklussagedus tugevamas seoses liiklusõnnetuste esinemisega. See kinnitab vajadust keskenduda eeskätt neile ajavahemikele, mil VAAB-AR näitajad ning liiklusõnnetuste osakaal on üheaegselt kõrged.

Liiklusõnnetuste ajalise dünaamika ja liiklussageduse dünaamika põhjal, tasuks kaaluda ajapõhiste piirangute rakendamine EMS sõidukitele, eriti ajavahemikus 12:00–15:00, mil õnnetuste osakaal ja VAAB-AR liiklussagedus ulatub haripunkti, ning 16:00–19:00, mil

SAPA liiklussagedus saavutab maksimumi. Nende ajavahemike vältimine aitaks leevendada liiklusriskide koondumist. Samal ajal tuleks EMS sõidukite liikumine säilitada madalama koormusega aegadel, eelkõige öösiti ning vahepealsetel, madalama riskiga perioodidel, mil liiklusvoog on hõredam ja kriitiliste intsidentide oht väiksem.

Aegade järgi seatud liikumispiirangud aitavad EMS sõidukeid liiklusesse suunata siis, kui teedel on vähem liiklust. See lahendus tagab kõigi liiklejate ohutuse ja samas aitab hoida logistikasektori toimivust ning Eesti positsiooni transiidikoridorina.

5 SOOVITUSED

EMS sõidukite kasutuselevõtt Eesti põhimaanteedel pakub võimalusi transpordi tõhususe parandamiseks ja keskkonnamõjude vähendamiseks, kuid sellega kaasnevad ka mitmed liiklusohutuse ja taristu seisukorra riskid. Käesoleva töö analüüsi tulemuste põhjal on koostatud järgmised soovitused, mille eesmärk on toetada EMS sõidukite ohutut ja tasakaalustatud rakendamist Eestis.

Taristu arendamine ja möödasõiduvõimaluste parendamine:

- teostada põhjalik hinnang EMS sõidukite liikumiseks kavandatud teelõikude taristule, sealhulgas pöörderaadiuste, sillakandevõime ja teekatte seisukorra osas;
- investeerida möödasõidualade ja ohutuslahenduste (eraldusribad, möödasõidutaskud) laiendamisse, eriti 1+1 ja 2+1 ristlõikega teelõikudel, kus möödasõidud kujutavad kõrgendatud riski;
- tagada liiklusmärkide ja teekattemärgistuse piisav nähtavus ja kvaliteet, et toetada turvalist liiklemist ka raskete ja pikemate veokite korral.

Kiiruspoliitika kujundamine ja liikluse korraldus:

- jätta EMS sõidukitele maksimaalne lubatud kiirus 90 km/h nendel teelõikudel, kus liiklusvoog on stabiilne ning taristu võimaldab ohutut liiklemist (nt 2+1 ja 2+2 ristlõikega teed);
- vältida põhjendamatut kiiruse alandamist EMS sõidukitele, kuna kiiruste erinevuse suurenemine võib soodustada ohtlikke möödasõite ja liiklusvoolu häirumist;
- kriitilisematel 1+1 ristlõikega teelõikudel kaaluda keskmist kiirust mõõtvate kaamerate paigaldamist ja kiiruspiirangute dünaamilist reguleerimist vastavalt liiklussagedusele.

Ajapõhiste liikumispiirangute kehtestamine:

- kehtestada EMS sõidukitele ajapõhised liikumispiirangud tööpäevade tipptundidel, eelkõige ajavahemikes 12:00–15:00 ja 16:00–19:00, mil raskesõidukite liiklussagedus ning liiklusõnnetuste esinemissagedus on kõrgeimad;
- rakendada paindlikku piirangute süsteemi, mis arvestab kaubavoogude ja rahvusvahelise transpordi vajadustega, näiteks laevade saabumis- ja väljumisaegadega seotud ajakavasid.

Järelevalve ja regulatiivsete nõuete ajakohastamine:

- ajakohastada Kliimaministeeriumi määrus nr 71 „Tee projekteerimise normid", et tagada EMS sõidukite liikumiseks piisavad möödasõidutingimused ning nähtavusnõuded;
- rakendada EMS sõidukite kasutuselevõtu eeltingimusena riskihindamise süsteem, mis hõlmab liiklusõnnetuste ajalise ja ruumilise analüüsi, liiklussageduste hindamise ning taristu sobivuse kontrolli;
- tugevdada järelevalvet ülekaaluliste ja normist kõrvalekalduvate sõidukite osas, et vältida teekatte enneaegset kulumist ja liiklusohutuse vähenemist.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärk oli analüüsida Euroopa moodulsüsteemsete (EMS) sõidukite võimalikku mõju liiklusohutusele Eesti põhimaanteedel. Töös uuriti EMS sõidukite kasutusele võtmisega seotud riske, keskendudes eelkõige liiklusõnnetuste ajalisele ja ruumilisele analüüsile põhimaanteedel nr 1, 2, 4, 8 ja 11.

Töö käigus analüüsiti Transpordiameti poolt kogutud liiklusõnnetuste andmeid aastatel 2014–2024, tuvastades kõrge riskitasemega teelõigud ning ajaperioodid, mille puhul EMS sõidukite kasutuselevõtmine võib nõuda täiendavaid ohutusmeetmeid. Selgus, et raskesõidukitega seotud liiklusõnnetused moodustavad 15% kõigist õnnetustest ning kriitilisteks perioodideks liiklusohutuse seisukohast osutusid tööpäevad vahemikus 12:00–15:00, kus liiklussageduse suurenemine seostus otseselt õnnetuste arvu tõusuga.

EMS sõidukite mõju analüüsist selgus, et nende kasutuselevõtmine võib vähendada liiklussagedust ja seeläbi potentsiaalselt ka liiklusõnnetuste arvu, samas aga suurendada õnnetuste raskusastet, kui ei arvestata konkreetsete teelõikude eripäradega. Pikemate ja raskemate EMS sõidukite möödasõit nõuab oluliselt pikemaid ohutusvahemaid, eriti kitsastel ja intensiivse vastassuunaliiklusega lõikudel.

Analüüsi tulemuste põhjal tehti ettepanek jätta EMS sõidukitele kehtima tavapärane kiiruspiirang 90 km/h kaasaegsetel ja turvalistel teelõikudel, nagu näiteks 2+1 ja 2+2 ristlõikega maanteedel. Kriitilisematele 1+1 ristlõikega lõikudele soovitati kaaluda keskmist kiirust mõõtvate kaamerate paigaldamist ning möödasõidualade täiendavat läbivaatamist ja vajadusel parendamist.

Lõputöös rõhutati ka vajadust EMS sõidukite liiklemise ajapõhiste piirangute kehtestamiseks, eelkõige tipptundidel, et vähendada liiklusõnnetuste ohtu ning parandada liiklusvoo sujuvust.

Kokkuvõtvalt toob käesolev analüüs välja olulised aspektid EMS sõidukite ohutuks rakendamiseks Eestis, rõhutades vajadust põhjaliku, andmepõhise ja süsteemse lähenemise järele, mis toetab transpordi tõhususe tõstmist ning liiklusohutuse tagamist.

SUMMARY

Traffic Safety Analysis of European Modular System Vehicles

This thesis focuses on the traffic safety analysis of European Modular System (EMS) vehicles and their potential implementation on Estonia's primary roads. EMS vehicles, characterized by their extended length of up to 25.25 meters and maximum gross weight of 60 tons, offer significant advantages in freight efficiency and environmental sustainability by reducing the number of vehicle journeys required for cargo transport. However, these benefits also raise concerns regarding road safety, infrastructure suitability, and traffic flow dynamics.

The primary objective of this study was to assess the possible impacts of EMS vehicles on traffic safety within the Estonian road network, with a specific focus on the main highways where their introduction is being considered (roads 1, 2, 4, 8, and 11). The research is based on the analysis of traffic accident data collected by the Estonian Transport Administration between 2014 and 2024, combined with 2024 traffic volume data. The analysis involved both spatial and temporal assessment of accident occurrences, identifying critical time periods and high-risk road sections where EMS vehicles could pose elevated safety risks.

The study highlights that 15% of all road accidents involved heavy vehicles, with the highest accident frequency observed during weekday afternoons between 12:00 and 15:00. While the introduction of EMS vehicles could potentially reduce overall traffic volumes, the research indicates that accident severity might increase if vehicle-specific characteristics and road conditions are not adequately addressed. Particular attention was paid to overtaking safety, as EMS vehicles require significantly longer overtaking distances due to their increased length.

Based on the findings, the thesis recommends maintaining the standard speed limit of 90 km/h for EMS vehicles on modern multi-lane roads (2+1 and 2+2 cross-sections) while considering average speed control systems and additional overtaking zones on risk-prone single carriageway sections (1+1). Furthermore, the implementation of time-based driving restrictions during peak hours is suggested to mitigate accident risks and improve traffic flow stability.

In conclusion, the successful integration of EMS vehicles into Estonia's road transport system requires a comprehensive approach, including targeted infrastructure investments, updated traffic regulations, and data-driven risk management strategies. This ensures that

efficiency improvements in freight transport do not compromise road safety and that the goals of environmental and logistical sustainability are achieved responsibly.

VIIDATUD ALLIKAD

[1] M. Jürimaa, „SUURE MAHUTAVUSEGA AUTORONGIDE KASUTUSVÕIMALUSED EESTIS“. Inseneriteadustkond, Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, Eesti, 2022.

[2] A. Dzioba, M. Markiewicz, ja J. Gutsche, „Analysis of modular transport systems functioning in selected European countries“, *MATEC Web of Conferences 332*, lk 01008, 2021, doi: 10.1051/matecconf/202133201008.

[3] „NÕUKOGU DIREKTIIV 96/53/EÜ, 25. juuli 1996, millega kehtestatakse teatavatele ühenduses liikuvatele maanteesõidukitele siseriiklikus ja rahvusvahelises liikluses lubatud maksimaalmõõtmed ning rahvusvahelises liikluses lubatud täismass“, Official Journal L 235 , 17/09/1996 P. 0059 - 0075. Vaadatud: 24. märts 2025. [Online]. Available at: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1996/53/oj/eng

[4] I. Äkerman ja R. Jonsson, „European Modular System for road freight transport – Rapporttitel experiences and possibilities“, TFK - TransportForsK AB, 2007:2 E, 2007.

[5] P. Bark, R. Jonsson, ja M. Skoglund, „EUROPEAN MODULAR SYSTEMS INTERACTION WITH INTERMODAL TRANSPORT SYSTEMS“.

[6] „KM-Rahti“. Vaadatud: 26. aprill 2025. [Online]. Available at: https://kmrahti.fi

[7] „Säästva ja aruka liikuvuse strateegia – Euroopa transpordivaldkonna edasise arengu suunad“, COM(2020) 789 final. Vaadatud: 24. märts 2025. [Online]. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0789

[8] „Half of European truck operators can’t expand due to driver shortages“, IRU. Vaadatud: 24. märts 2025. [Online]. Available at: https://www.iru.org/news-resources/newsroom/half-european-truck-operators-cant-expand-due-driver-shortages

[9] A. Kendra, J. Idnurm, J. Laanes, A. Küüt, ja S. Taplas-taltsepp, „RASKEMATE JA PIKEMATE VEOSTE MÕJU ARVUTAMINE RIIGITEEDE TARISTULE“. T-Konsult OÜ, veebruar 2024.

[10] „Transpordiamet testib Eesti teedel suure veovõimega veokeid ning analüüsib nende kasutusvõimalusi“, Transpordiamet. Vaadatud: 24. märts 2025. [Online]. Available at: https://transpordiamet.ee/uudised/transpordiamet-testib-eesti-teedel-suure-veovoimega-veokeid-ning-analuusib-nende

[11] „‘Transpordi arengukava 2014–2020’ rakendusplaani aastateks 2014–2017 lisa ‘Liiklusohutusprogramm 2016–2025’ heakskiitmine“. Vabariigi Valitsus, 17. veebruar 2017. Vaadatud: 26. märts 2025. [Online]. Available at: https://www.riigiteataja.ee/akt/321022017004

[12] R. Raudjärv, „Liiklusõnnetusi on alates Eesti taasiseseisvumisest jäänud aina vähemaks“, Statistikaamet. Vaadatud: 24. märts 2025. [Online]. Available at:

https://stat.ee/et/uudised/liiklusonnetusi-alates-eesti-taasiseseisvumisest-jaanud-aina-vahemaks

[13] Ü. Valgma, „Inimkannatanutega liiklusõnnetuste andmed", avaandmed. Vaadatud: 10. aprill 2025. [Online]. Available at: https://avaandmed.eesti.ee/datasets/inimkannatanutega-liiklusonnetuste-andmed

[14] C. J. Almqvist ja K. Heinig, „European Accident Research and Safety Report 2013", Volvo Trucks, jaan 2013.

[15] „Riigiteede teehoiukava", Transpordiamet. [Online]. Available at: https://www.transpordiamet.ee/teehoiukava

[16] F. Demasi, G. Loprencipe, ja L. Moretti, „Road Safety Analysis of Urban Roads: Case Study of an Italian Municipality", *Safety*, kd 4, nr 4, lk 58, dets 2018, doi: 10.3390/safety4040058.

[17] Z. Lazda, „Assessment of road traffic safety level on Latvia's main highways".

[18] S. Metlitski ja T. Jairus, „Liiklusloenduse tulemused 2024. aastal". AS Teede Tehnokeskus, 2025.

[19] „Liiklusloendusseadmete poolt kogutud liiklussageduste ja kiiruste andmed.", avaandmed. Vaadatud: 12. aprill 2025. [Online]. Available at: https://avaandmed.eesti.ee/datasets/liiklusloenduse-andmed

[20] T. Jairus, „Möödasõiduk". Vaadatud: 21. aprill 2025. [Online]. Available at: https://muu.maant.ee

[21] „Veotingimused", ERAA. Vaadatud: 21. aprill 2025. [Online]. Available at: https://veotingimused.eraa.ee