



MAANTEEAMET

Isejuhtivate sõidukite tehnoloogia teekaart



Maanteeamet 2020

SISUKORD

SISUKORD	2
SISSEJUHATUS	3
1. TEOREETILINE ÜLEVAADE	4
1.1 Sissejuhatus	4
1.2 Teede füüsiline taristu	4
1.3 Liiklusmärgid ja teemärgised	5
1.4 Digitaalne infrastruktuur	6
1.5 Geoinfo	9
1.6 Tehnoülevaatus, registreerimine	10
1.7 Liiklusharidus	11
2 PROGNOOS	13
2.1 Liiklusesse tuleku aeg	13
2.2 Levik	14
2.3 Hind	15
2.4 Juhiabiga sõidukite areng seoses C-ITS teenustega	16
2.5 Isejuhtivate sõidukite kasutuselevõtt Eestis	17
2.6 Kokkuvõte	21
KOKKUVÕTE	22
KASUTATUD LÜHENDID	22

SISSEJUHATUS

Isejuhtivate sõidukite teekaardi koostamise aluseks oli Maanteeameti strateegias 2019–2023 kavandatud tegevus:

„selgitame välja omavahel suhtlevate ja isejuhtivate sõidukite laieneva kasutuse mõju ning nõuded taristule, Maanteeameti pakutavatele teenustele ja liikluskeskkonnale laiemalt ning alustame muutuse sujuvaks juhtimiseks ettevalmistavate tegevuste elluviimist“.

Ülevaates on välja toodud isejuhtivate sõidukite teekaardi sisendiks olnud materjal.

Teoreetiline ülevaade annab ettekujutuse isejuhtivate sõidukite vajadusest teede taristu ja liikluskorralduse muutmiseks. Välja on toodud digitaalse infrastruktuuri arendamise vajadus seoses omavahel ja infrastruktuuriga suhtlevate sõidukitega. Eraldi on käsitletud nii sõidukite liiklusesse lubamise ja tehnoulevaatuse kui ka liiklushariduse teemat.

Proгноosi osas tuuakse erinevate allikatele tuginedes välja SAE 4. ja 5. taseme isejuhtivate sõidukite liiklusesse tuleku tõenäoline aeg. Käsitletud on sidusate-intelligentsete transpordisüsteemide juurutamist ning isejuhtivate sõidukite kasutuselevõttule kuluvat võimalikku aega Eestis.

1. TEOREETILINE ÜLEVAADE

1.1 Sissejuhatus

Isejuhtivate sõidukite teedele jõudmine on aja küsimus. Nende kasutuselevõtt peaks tulevikus suurendama liiklusohutust ja liikluse efektiivsust ning vähendama liiklusest põhjustatud negatiivset keskkonnamõju. Muutust on oodata senistes liikuvusmodelites. Liikuma peaks saama ka need, kes seda täna mingitel põhjustel ei saa, nt eakad, puudega inimesed ning need, kes ei oma juhiluba.

Teetaristu areng on oluline isejuhtivate sõidukite arengus, toetades neid nii füüsiliste teelementide kui ka digitaalsete teabe- ja koostööteenuste kaudu. Täna on töös erinevad uuringud, et selgitada välja isejuhtivate sõidukite täpsed nõuded taristule. Euroopa Liidu koordineeritavates töörühmades tegeletakse erinevate süsteemide harmoniseerimise, koostalitusvõime ning süsteemide turvalisuse ja usaldusväärsuse lahenduste otsimisega. Samas on lahendamata veel hulk olulisi küsimusi, mis puudutavad näiteks isejuhtivate sõidukite tüübikinnitust ja registreerimist.

Isejuhtivate sõidukite vajaduste kaardistamisel on oluline silmas pidada nii sõidukite arenguetappe tavapärasest sõidukist läbi juhti abistavate süsteemide täiesti isejuhtiva sõidukini, kui ka seda, et mingil ajavahemikul on liikluses koos nii tavasõidukid kui ka erineva automatiseerituse tasemega sõidukid.

Käesolev teekaart on koostatud, et selgitada välja maanteeameti eelseisvad tegevused, mis on vajalikud, et olla valmis isejuhtivate sõidukite kasutuselevõtuks Eesti teedel. Teekaardis on välja toodud kirjandusest ja infoallikatest leitud seisukohad, et tekitada esialgset diskussiooni vajaduste väljaselgitamiseks ning teekaardi täiendamiseks.

1.2 Teede füüsiline taristu

Isejuhtivate sõidukite arengut tuleb jälgida, sest protsess on algusjärgus ja vajadus teede füüsilise taristu muutmiseks võib ilmneda protsessi edenedes. Välja on pakutud, et üleminekuetapil, kui liikluses on koos nii tavapärased kui isejuhtivad sõidukid, peaks isejuhtivatele sõidukitele olema eraldi sõidurajad¹.

Kuna isejuhtivad sõidukid on arendatud praeguse taristu võimalustest lähtudes, ei peaks nad vajama teede eriomadusi^{2, 3}. Teatud tehniliste probleemide või halvenenud ilmaolude korral isejuhtivad sõidukid peatuvad tee ääres⁴, mistõttu võib tekkida vajadus laiemate teepeenarde/SOS kohtade järele⁵. Aja jooksul infrastruktuur tõenäoliselt muutub, et isejuhtivatel sõidukitel oleks lihtsam navigeerida. Kuni teedel ei ole tehtud muudatusi, mis hõlbustaks isejuhtivatele sõidukitele teabe edastamist, ei ole neid sõidukeid laialdaselt ka

¹ https://www.inframix.eu/wp-content/uploads/ITSWC2018-ASF-AAE-Final-paper_v4.pdf

² <https://connectedautomateddriving.eu/wp-content/uploads/2018/02/GEAR-2030-Final-Report.pdf>

³ https://www.inframix.eu/wp-content/uploads/ITSWC2018-ASF-AAE-Final-paper_v4.pdf

⁴ <https://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id57/ERTRAC-CAD-Roadmap-2019.pdf>

⁵ <https://www.cedr.eu/download/D2.1-Vehicle-fleet-penetrations-and-ODD-coverage.pdf>

liikluses. Kuna see on väga kulukas, on tõenäoline, et see järgneb isejuhtivate sõidukite kasutuselevõtule, mitte ei eelne sellele.⁶

Tõenäoliselt vähenevad tulevikus praegused liiklusohutuse tarvis rakendatavad meetmed. Näiteks võib väheneda vajadus barjääride ja tänavavalgustuse järele ning ringteede ees saavad eelise fooriga reguleeritud ristmikud.⁷

1.3 Liiklusmärgid ja teemärgised

Üldiselt sobivad isejuhtivatele sõidukitele tänased liiklusmärgid. Kuna järgnevatel kümnenditel on liikluses koos nii tavasõidukid kui ka isejuhtivad sõidukid, peavad liiklusmärgid olema loetavad neile kõigile.

Kuna isejuhtivad sõidukid tuginevad ümbritseva keskkonna tuvastamisel sensoritele/kaameratele, siis suureneb vajadus teekatte märgistuse, liiklusmärkide ja teeäärsete seadmete järele⁸. Märgistus peab olema selge ja arusaadav, kulumiskindel, nähtav ka keerulistes oludes ning ei tohi olla vastuoluline⁹. Vaja on tagada teekattemärgistuse peegeldusvõime ka vihmase ilmaga, mustuse hülgamine jne. Kõrgem peegeldusvõime suurendab sõiduki sõidurajal püsimise kindlust¹⁰. ERF on välja töötanud miinimumnõuded märgistuse peegeldamisele, kontrastsusele ja laiusele, mis peaks sobima ka juhti abistavate süsteemidega autodele¹¹. Samuti aitavad nii tänaseid juhte kui ka automatiseeritud sõidukeid liiklusmärkide edasine harmoniseerimine, nagu näiteks iseenesest mõistetavad teed¹².

Tänase teadmise juures on ühe võimaliku lahendusena välja pakutud väga hea nähtavusega külmplastikust teekattemärgistus, Tüüp-II märgistus (parem nähtavus pimedas ja märgades oludes), mustust hülgev märgistus. Tuleviku võimalusena näiteks radarikiirt peegeldav teekattemärgistus ning väljaspool nägemisulatust tuvastatav märgistus.¹³

Austraalias on 4. taseme isejuhtivate sõidukite katsetuste tulemusel välja toodud mõned ettepanekud infrastruktuuri muutmiseks (nt tunnelist väljasõidud), uute liiklusmärkide juurutamiseks (nt võimalikud ummikud kiirteelt mahasõitudel) jms^{14, 15, 16}.

⁶ <https://www.vox.com/future-perfect/2020/2/14/21063487/self-driving-cars-autonomous-vehicles-waymo-cruise-uber>

⁷ <https://www.eurorap.org/new-report-tackles-the-transition-to-automated-vehicles-on-roads-that-cars-can-read/>

⁸ http://www.caee.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/CAV_Book2018.pdf

⁹ https://www.eurorap.org/wp-content/uploads/2015/03/roads_that_cars_can_read_2_spread1.pdf

¹⁰ <https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/AUVSI/14c12c18-fde1-4c1d-8548-035ad166c766/UploadedImages/documents/Breakouts/20-2%20Physical%20Infrastructure.pdf>

¹¹ <https://erf.be/publications/erf-technical-recommendations-to-adapt-cavs-road-markings/>

¹² https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/road/designing_for_road_function/self_explaining_roads_en

¹³ https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2018/wp29grva/s1p5_Eva_Ambrosius.pdf

¹⁴ <https://www.arup.com/projects/austroads-connected-and-autonomous-vehicles-traffic-sign-recognition-trials>

¹⁵ <https://cavs.transurban.com/content/dam/cavs/documents/qlid-trials-report.pdf>

¹⁶ <https://cavs.transurban.com/content/dam/cavs/documents/cavs-FS-vic-ph1findings.pdf>

Tõenäoliselt vajatakse teede hoolduses kõrgemaid standardeid – teejoonte selgemat nähtavust ja spetsiaalseid foore. Vajalikud võivad olla ka kõrgemad nõuded maanteede projekteerimis- ja hooldusstandarditele¹⁷.

Riigikantselei tellitud analüüs¹⁸ toob välja ühe Maanteeameti hallatava riskina (Risk 04) vastuolulise või puuduliku märgistuse mõju teeremondi ajal, näiteks teelt välja või ajutiselt vastassuunda suunatud sõidukid, ebakõla kollaste ja valgete joonte ning märkide vahel ning puuduv/hiline märgistus. Katkised või teises asendis olevad liiklusmärgid võivad põhjustada isejuhtivate sõidukite vale reageerimise. Ka teekatte märgistuse puudumine või kulumine on välja toodud eraldi riskina (Risk 09). Sellisel juhul isejuhtiv sõiduk ei oska tegutseda¹⁹.

Isejuhtivate sõidukite raskust mõista ja saada hakkama teetööde ajal paigaldatud ajutiste liiklusmärkidega ja teekattemärgistusega (valged vs kollased jooned) tuuakse välja paljudes ülevaadetes^{20, 21}.

1.4 Digitaalne infrastruktuur

Isejuhtivate sõidukite puhul on oluline digitaalne infrastruktuur ja selle pakutavad teabe- ja koostööteenused, mis võimaldavad sõidukitel suhelda nii omavahel kui ka teetaristuga, et vahetada ohutuks ja sujuvaks liiklemiseks vajalikku infot. Isejuhtivate sõidukite arengus on erinevad etapid, mis eeldavad taristu erinevaid omadusi ja edastatavaid teenuseid.

Sarnaselt isejuhtivate sõidukite arenguetappidega tänasest tavapärasest sõidukist läbi juhti abistavate süsteemidega sõidukite kuni täiesti isejuhtiva sõidukini, on etappideks jagatud ka isejuhtivaid sõidukeid toetava taristu arengu tasemed (Tabel 1.1). Kõige madalam on E-tase, mis on mõeldud tavasõidukitele ning kus puudub igasugune digitaalse teenuse tugi. Kõrgeim on A-tase, mis on mõeldud koostalitavate/sidusate sõidukite (CAV) jaoks. CAV-id peavad suutma sõita ka E-tasemel, kuid A-tasemel pakutavad lisateenused parandavad liiklusohutust ja teede läbilaskevõimet ning tõstavad klientide rahulolu. Samas ei pea kogu teedevõrk olema nende teenustega ühtlaselt kaetud (Joonis 1.1). Kõrgema tasemega teenuseid on vaja kohtades, kus liikluses tekivad sagedamini seisakud, nt olulistest liiklussõlmedes. Sujuva liiklusega maanteed võivad olla kaetud madalama taseme teenustega.

¹⁷ <https://www.eurorap.org/new-report-tackles-the-transition-to-automated-vehicles-on-roads-that-cars-can-read/>

¹⁸ https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/riigikantselei/strateegiaburoo/isejuhtivad_loppraport.pdf

¹⁹ https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/riigikantselei/strateegiaburoo/isejuhtivad_loppraport.pdf

²⁰ <https://cavs.transurban.com/content/dam/cavs/documents/qlid-trials-report.pdf>

²¹ <https://cavs.transurban.com/content/dam/cavs/documents/cavs-FS-vic-ph1findings.pdf>

Tabel 1.1. Infrastruktuuri toe tasemed (ISAD)²²

	Level	Name	Description	Digital map with static road signs	VMS, warnings, incidents, weather	Microscopic traffic situation	Guidance: speed, gap, lane advice
Digital infrastructure	A	Cooperative driving	Based on the real-time information on vehicle movements, the infrastructure is able to guide AVs (groups of vehicles or single vehicles) in order to optimize the overall traffic flow.	X	X	X	X
	B	Cooperative perception	Infrastructure is capable of perceiving microscopic traffic situations and providing this data to AVs in real-time	X	X	X	
	C	Dynamic digital information	All dynamic and static infrastructure information is available in digital form and can be provided to AVs.	X	X		
Conventional infrastructure	D	Static digital information / Map support	Digital map data is available with static road signs. Map data could be complemented by physical reference points (landmarks signs). Traffic lights, short term road works and VMS need to be recognized by AVs.	X			
	E	Conventional infrastructure / no AV support	Conventional infrastructure without digital information. AVs need to recognise road geometry and road signs.				

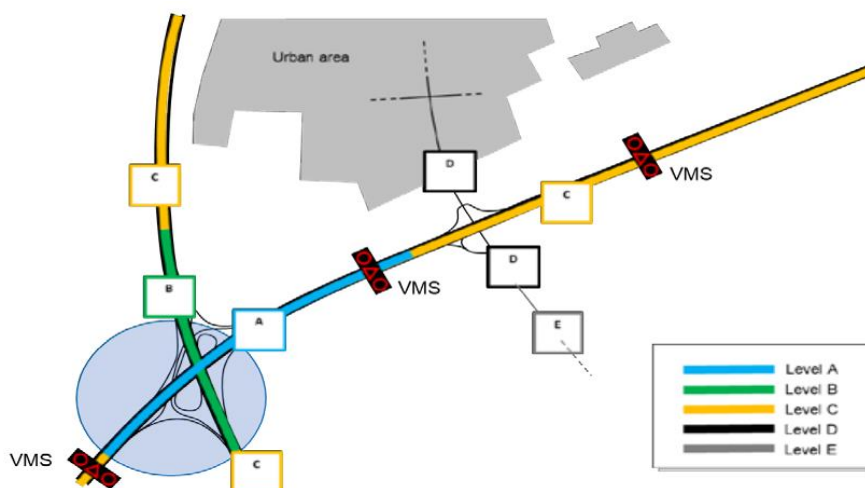


Figure 3: "ISAD Example"

Joonis 1.1. Näide infrastruktuuri toe tasemetest (ISAD) erinevatel teelõikudel²³

Eesti Riigikantselei poolt kokku kutsutud ekspertrühm²⁴ tegi ettepaneku, et on vaja arendada turvalist andmevahetus-keskkonda riigi ja liiklusettevõtete vahel ning on vaja luua täpne riiklik liikluspiirangute andmebaas, mis sisaldaks reaalaja infot liiklusemärgide, fooride, teetööde jne kohta. Mõlemas neis nähakse ühe partnerina Maanteeametit. Lisaks on vaja andmevahetus-keskkonda, kuhu jõuaks info isejuhtivatelt sõidukitelt nt teolude ja teel olevate ootamatute

²² <https://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id57/ERTRAC-CAD-Roadmap-2019.pdf>

²³ <https://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id57/ERTRAC-CAD-Roadmap-2019.pdf>

²⁴ https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/riigikantselei/strateegiaburoo/isejuhtivad_loppraport.pdf

takistuste kohta, et järgnevad sõidukid saaksid neid ennetavalt kasutada. See haakub C-ITSi arendamisega, mida koordineerib Euroopa Komisjon^{25, 26}.

C-ITS võimaldab sõidukitel omavahel ja ümbritseva teetaristuga otse suhelda. Maanteetranspordis kasutatakse C-ITSi tavaliselt sõidukite-vahelise, sõiduki ja taristu vahelise ja/või taristute-vahelise side ning sõidukite ja jalakäijate või jalgratturite vahelise side jaoks. See võimaldab osutada mitmesuguseid teabe- ja koostööteenuseid. C-ITSi puhul on tegemist ITSi teenustega, mis põhinevad avatud võrgul ja võimaldavad paljudel eri C-ITS jaamadel vastastikku sidet pidada.²⁷

Selleks, et tagada EL-is taristu ja sõidukilahenduste omavaheline ühilduvus, tuleb C-ITS teenuste arendamisel lähtuda C-ITS kohaldatavast määrusest, kui see Euroopa Komisjonis vastu võetakse. C-ITS määrus kohaldub kogu transpordivõrgule ja mobiilsetele ning fikseeritud C-ITS jaamadele, kuid liikmesriigid ise otsustavad, milline osa nende transpordivõrgust varustatakse C-ITS jaamadega. Jaamad peavad vastama kindlale standardile. Lisaks on olulised turvalisuse nõuded ja isikuandmete kaitse.²⁸

Tee digitaalse infrastruktuuri arendamise 2 peamist tegevust on:

- Sensorite ja teeäärsete märkide paigaldamine, et parendada sõidukite arusaamist liiklusolukorrast ja ümbrusest ning asukoha täpselt määramiseks;
- Sidejaamade paigaldus, mis võimaldab sõiduki ja taristu omavahelist suhtlust.²⁹

C-ITS jaamades on eriti oluline sidetehnoloogia: tuleb kasutada üksteist täiendavaid tehnoloogialahendusi, millel on erinevad eelised. Selles nn hübriidsides on ühendatud kaht liiki tehnoloogialahendused: lähi- ja kaugtoimeside. Lähitoimeside tehnoloogialahendused on kõige asjakohasemad kiireloomuliste teenuste puhul. Selleks töötati välja ITS-G5. Kaugtoimeside tehnoloogialahendused (3G ja 4G mobiilside) suurendavad olemasolevate võrkude katvust ja ühendavad suuri piirkondi, kuid seda saab kasutada vähem kiireloomuliste teenuste puhul. Arvestama peab ka tulevikutehnoloogiate näiteks LTE-V2X ja 5G integreerimise võimalusega. Lisaks on vaja tagada ajamääramis- ja positsioneerimisteenuseid, mistõttu on asjakohane tagada C-ITSi jaamade ühilduvus Galileo programmi ja Euroopa Geostatsionaarse Navigatsioonisüsteemi (EGNOS) pakutavate lisaväärtusteenustega.³⁰

Riigikantselei tellitud analüüsis³¹ tehti ettepanek võtta digitaalsete liikuvusteenuste arendamiseks Via Baltica koridor isejuhtivate tehnoloogiate katsekoridoriks.

C-ITS esmased ja sekundaarsed teenused on esitatud tabelis 1.2.

²⁵ <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/doc/c-its-platform-final-report-january-2016.pdf>

²⁶ <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2019/ET/C-2019-1789-F1-ET-MAIN-PART-1.PDF>

²⁷ <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2019/ET/C-2019-1789-F1-ET-MAIN-PART-1.PDF>

²⁸ <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2019/ET/C-2019-1789-F1-ET-MAIN-PART-1.PDF>

²⁹ National Road Authority CAD strategy 2018-28. March 2018

³⁰ <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2019/ET/C-2019-1789-F1-ET-MAIN-PART-1.PDF>

³¹ https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/riigikantselei/strateegiaburoo/isejuhtivad_loppraport.pdf

Tabel 1.2. C-ITS esmased ja sekundaarsed teenused³²

#	Day 1 Services	#	Day 1.5 Services
1	Emergency electronic brake light	1	Off street parking information
2	Emergency vehicle approaching	2	On street parking information and management
3	Slow or stationary vehicle(s)	3	Park & Ride information
4	Traffic jam ahead warning	4	Information on AFV fuelling & charging stations
5	Hazardous location notification	5	Traffic information and smart routing
6	Road works warning	6	Zone access control for urban areas
7	Weather conditions	7	Loading zone management
8	In-vehicle signage	8	Vulnerable road user protection (pedestrians and cyclists)
9	In-vehicle speed limits	9	Cooperative collision risk warning
10	Probe vehicle data	10	Motorcycle approaching indication
11	Shockwave damping	11	Wrong way driving
12	GLOSA / Time To Green (TTG)		
13	Signal violation/Intersection safety		
14	Traffic signal priority request by designated vehicles		

C-ITS-iga seotud peamisi tehnilisi (sagedused, hübriidside, küberturvalisus ja juurdepääs sõidukisisesetele andmetele ja ressurssidele) ja juriidilisi probleeme (nt vastutus, andmekaitse ja privaatsus) käsitleb C-ITS-platvorm³³. C-Road on EL liikmesriikide ja maanteeametite ühine algatus, mille eesmärk on ühtlustada sõiduki ja taristu vahelise suhtluse teenuseid, et need oleks koostalitlusvõimelised. Näiteks, et teetööde kohta edastatavad sõnumid oleksid ühtmoodi mõistetavad eri geograafilistes keskkondades ja eri sõidukitootjate jaoks.³⁴

Tulevikus võivad nutikad sõidutehnoloogiad võimaldada koguda sõidukisse paigaldatud andurite kaudu rohkem reaalaaja andmeid, mille põhjal saab teha järeldusi liiklus- ja teeolude kohta. See võib muuta detektoripõhise andmete kogumise ja haldamise praeguseid skeeme.³⁵

Oluline on edastatava info ajakohasus ning süsteemide koostalitlus³⁶. Digitaalselt edastatav info ei tohi olla vastuolus tavapäraste liiklusmärkidega.

Riigikantselei raporti³⁷ alusel jääb Maanteeameti ohjata üle 20 riski, nende seas: masinloetavate liikluseeskirjade ja liiklusmärkide loomine (Risk 08).

1.5 Geoinfo

Geoinfo on andmevahetustaristu osa. Koos teede ruumiandmetega/digikaartidega tuleb hoida ajakohasena ka liiklusreeglite/piirangute andmebaas. Samuti peavad need olema sünkroonis,

³² <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/doc/c-its-platform-final-report-january-2016.pdf>

³³ <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/doc/c-its-platform-final-report-january-2016.pdf>

³⁴ <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2019/ET/C-2019-1789-F1-ET-MAIN-PART-1.PDF>

³⁵ http://www.caee.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/CAV_Book2018.pdf

³⁶ https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/3rd-mobility-pack/com20180283_en.pdf

³⁷ https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/riigikantselei/strateegiaburoo/isejuhtivad_loppraport.pdf

mistõttu on vaja andmevahetust teemärgistuse ja kaarditootjate ja autotootjate vahel, et igal pool oleks ajakohased andmed.

Ka Riigikantselei tellitud analüüsis³⁸ tuuakse välja vajaduse täpse riikliku liikluspiirangute andmebaasi (liiklismärgid, fooriinfo, teetööd jne reaalajas) järele.

Samas analüüsis tuuakse välja vajadus üleriigilise avalike teede väga täpse kõrglahutusega kaardi (lidari- ja kaamerapõhine „täis-HD-kaart“) järele kuna tehnoloogiatootjad vajavad võimalikult täpset eelkaardistust keskkonnast, kuhu auto satub. Sellise kaardi infoarhitektuur peaks olema avatud, nii et kõik piisavate sensoritega sõidukid saaksid sellesse jooksvalt panustada.

1.6 Tehnoülevaatus, registreerimine

Riigikantselei raportis³⁹ toodi välja, et vaja oleks isejuhitavad sõidukid eristada näiteks erivärvilise numbriga, sest esialgu on liikluses koos nii isesõitvad kui ka inimese juhitud sõidukid. Erinev märgistus annab juhile teavet, et tegemist on isejuhitava sõidukiga. Seda on vaja, sest täna kasutatakse liikluses sageli erinevaid žeste, näiteks tee andmise näitamiseks.

Kuna tarkvara uuendamisega saab muuta sõiduki võimekust, on vaja muuta sõidukite testimise ja registreerimise nõudeid. Sõidukite testimisel võiks kasutada alternatiivseid meetodeid: riskianalüüsi, riistvara ahelateste, vastavuse reegleid jne. Sellega seoses peavad tehnoulevaatuspunktid ja neid korraldavad asutused uuendama oma pädevust elektrooniliste süsteemide sertifitseerimise alal.⁴⁰

Sõidukite elutsükli muutuste jälgimiseks tuleks kaaluda ELi tüübikinnituse kontseptsiooni laiendamist kasutatud sõidukite / järelturu tarkvarauuendustele.

Avalikel teedel kasutusele võetava isejuhitava sõiduki võimekust võib tõendada nii simulatsiooni kui ka katseraja ja maantee sõidu kombinatsioonis. Enne maanteel testimist on soovitatav kaaluda, mil määral on vajalik simulatsioon ja teekontroll. Vaja on töötada välja ja ajakohastada katsed, samuti välja töötada valideerimist kavandavate katserajatiste jõudluskriteeriumid. Tuleb kaaluda vajadust isejuhitava sõiduki süsteemiuuendustest teatamise kohustusest, kui sõidukit on pärast müüki märkimisväärselt täiustatud.⁴¹

Euroopa Komisjon peaks tegema vajalikud ettepanekud isejuhitavate ja koostalitavate sõidukite ELi tüübikinnituse sertifitseerimise raamistiku täiendamiseks ja otsima alternatiivseid hindamismeetodeid. Liikmesriikidel võivad olla enda reegleid sõidukitele, mida toodetakse vähe. Sõidukitel, mis on disainitud kindlate kohalike sõitude jaoks (nt *shuttle*), ei ole vaja ELi harmoniseeritud reegleid jälgida.

³⁸ https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/riigikantselei/strateegiaburoo/isejuhitavad_loppraport.pdf

³⁹ https://www.riigikantselei.ee/sites/default/files/riigikantselei/strateegiaburoo/isejuhitavad_loppraport.pdf

⁴⁰ <https://connectedautomateddriving.eu/wp-content/uploads/2018/02/GEAR-2030-Final-Report.pdf>

⁴¹ https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf

Alates isejuhtivate sõidukite tasemest 3, ei tohi sõidukeid lubada teedele, millel sõitmisega nad hakkama ei saa. Tasemete 4–5 sõidukid peavad ära tundma kui nende jõudlus halveneb, näiteks nähtavus väheneb, side kaob, andur läheb katki vms. Sellistel juhtudel peavad sõidukid juhtimise üle andma või peatuma. Sõidukid peavad tuvastama ohutusega seotud vead ja reageerima asjakohaselt.

Kuna taseme 4–5 puhul võib juht istuda seljaga sõidu suunas, siis on vaja üle vaadata sõitjate turvalisusega seotud protseduurid ja vajadusel liikluseadust/reegleid muuta.⁴²

Testimise ja registreerimise puhul on oluline silmas pidada ka tingimusi, milles sõiduk on arendatud sõitma (ODD). ODD on tegutsemistingimuste kirjeldus, milles isejuhtiv sõiduk on arendatud opereerima. See sisaldab tee tüüpi, kiirusvahemikke, keskkonnatingimusi (ilm, päev/öö, jt), liikluseeskirju, piiranguid ning teisi kitsendavaid asjaolusid, nt konkreetset maa-ala. ODD on oluline kõikidel isejuhtimise tasemetel välja arvatud tasemetel 0 ja 5⁴³.

Tüüpiline ODD eristamine põhineb erinevatel keskkondadel:

- Piiratud juurdepääsuga kinnised alad, nt terminalid ja sadamad;
- Spetsiaalne tee/sõidurada, kus automatiseeritud sõiduk on liiklema lubatud, kuid piirkond ei ole suletud, nt parklad, spetsiaalsed sõidurajad;
- Segaliiklusega ühe- või mitmerealised teed.⁴⁴

Hollandi valitsus on võtnud aktiivse rolli isejuhtivate sõidukite turvalisuse ja juriidiliste probleemidega tegelemiseks, valmistades ette juhiluba sõidukile. Lähenemisviis keskendub sellele, mil määral suudab automatiseeritud sõiduk käituda ohutult ja etteaimatavalt, mis oleks võimalikult sarnane inimese sooritusele tavalii kluses. Hollandis töötatakse välja sõidukite ohutuse ja turvalisuse raamistikku, et oleks võimalik hinnata sõidukisisesest tarkvara vastupidavust⁴⁵.

1.7 Liiklusharidus

Liiklejate koolitamine isejuhtivate sõidukite võimekuse teemal on väga oluline.

Kuna isejuhtivate sõidukite arengus on täna veel palju lahendamata küsimusi, on oluline teavitada juhte sõidukite võimalustest ja piirangutest^{46, 47}. Näiteks ei suuda isejuhtivad sõidukid alati korrektselt tuvastada teekattemärgistust ja lubatud piirkiirust ning hoida sõidurada järsus kurvis. Koolitus peaks välja tooma isejuhtivate sõidukite erinevuse tavapärastest sõidukitest, mida täna kasutame⁴⁸.

⁴² <https://connectedautomateddriving.eu/wp-content/uploads/2018/02/GEAR-2030-Final-Report.pdf>

⁴³ <https://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id57/ERTRAC-CAD-Roadmap-2019.pdf>

⁴⁴ https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf

⁴⁵ <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2019/02/2019-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>

⁴⁶ <https://www.arup.com/projects/austroads-connected-and-autonomous-vehicles-traffic-sign-recognition-trials>

⁴⁷ <https://cavs.transurban.com/content/dam/cavs/documents/qlld-trials-report.pdf>

⁴⁸ https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf

Juhtide koolitus ennetaks juhi segadusse sattumist teatud olukordades ning tagaks, et juht ei kuritarvitaks süsteemi. Näiteks teavitatakse juhti¹, mis juhtudel ja mis sõidukite puhul on lubatud teised toimingud.⁴⁹

Isejuhtivate sõidukite testimise ja juurutamisega tegelevad ettevõtted peaksid tagama, et ka nende turundus- ja müügitöötajad saavad tehnoloogiast aru ning suudavad seda ostjale selgitada. Vaja oleks hõlmata sellised teemad nagu isejuhtiva sõiduki funktsionaalsus, tööparameetrid, süsteemi võimalused ja piirangud, kaasamise/lahtiühendamise meetodid, hädaolukorras kasutatavad varustenaariumid, keskkonna parameetrid (ODD) ja mehhanismid, mis võivad muuta isejuhtiva sõiduki käitumist liiklemise ajal. Koolitustega on vaja minimeerida süsteemi kuritarvitamisest või vääritimõistmisest tulenevaid riske. Koolituse osana peaksid edasimüüjad kaaluma enne sõiduki tarbijale üleandmist selle toimingute ja funktsioonide demonstreerimist lii kluses. Koolitusprogrammide tõhusust tuleks pidevalt hinnata ja ajakohastada.⁵⁰

⁴⁹ <https://connectedautomateddriving.eu/wp-content/uploads/2018/02/GEAR-2030-Final-Report.pdf>

⁵⁰ https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf

2 PROGNOOS

Ülevaates tuuakse välja SAE 4. ja 5. taseme sõidukite teedele jõudmise prognoositud aeg.

Tase 4 – teatud tingimustel täielikult isejuhtivad sõidukid. Tingimusteks on näiteks ilmastik või kindel piiratud ala.

Tase 5 – igas keskkonnas täielikult isejuhtivad sõidukid, mis ei vaja inimese sekkumist ega piiravaid tingimusi.

Samuti hinnatakse kui palju võtab aega isejuhtivate sõidukite tootmisse tulles neile üleminekuage arvestades Eesti sõidukipargi vanust.

2.1 Liiklusesse tuleku aeg

Isejuhtivate sõidukite arengut on pidevalt ülehinnatud. Aastatel 2016–2018 lubasid mitmed autotootjad tulla isejuhtiva sõidukiga turule enne 2020. aastat või 2020ndate esimeses pooles⁵¹,⁵². Kuid see pole realiseerunud. Siiski loodetakse isejuhtivate sõidukite masstootmise alustamist juba käesoleval kümnendil. Arendustesse investeeritakse jätkuvalt miljardeid. Üheks põhjuseks, miks isejuhtivad sõidukid pole arenenud loodetud kiirusega on masinõppe keerukus ning asjaolu, et prognoosid koostati masinõppe kiire kasvu ajal, kuid tegelikkuses on masinõppe osutunud keerulisemaks realiseerida. Lisaks tehnoloogiale on isejuhtivate sõidukite liiklusesse tulekul oluline takistus vastava seadusandluse puudumine⁵³. Jätkuvalt on isejuhtivatele sõidukitele probleemiks teatud olukorrad: madal vastu paistev päike, udu, lumesadu, mõningad liiklusolukorrad (teetööd, liiklusõnnetused, kiiresti lähenevad alarmsõidukid). Samuti ei ole võimalik isejuhtivatele sõidukitele teha selgeks inimeste poolt kasutatavaid žeste.

EMERJ (AI uurimis- ja konsultatsioonifirma) tõi välja üheteistkümne olulisema autotootja plaanid isejuhtivate sõidukite osas. Järgnevad näited pärinevad nende ülevaatest⁵⁴. Näiteks 2017. aastal planeeris Ford, et 2021. aastal on neil olemas ilma gaasipedaali ja roolita 4. taseme isejuhtiv sõiduk. 2019. aastal Ford tunnistas, et on isejuhtiva sõiduki turule tulekut üle hinnanud. Siiski loodavad nad tulla isejuhtivate sõidukitega turule 2021, kuid ilmaolud ja piirkond, kus neid kasutada saab, jäävad piiratuks. Ford jääb ebamääraseks, millal nende isejuhtivad sõidukid jõuavad isiklikku kasutusse⁵⁵. Hyundai plaanid on olnud tagasihoidlikumad, lubades 2020 maantee- ja 2030 linnasõidu võimekust. Tesla lubas 4. taseme maanteesõidu võimekusega autot 2017, mis ei saanud teoks. Kui teised tootjad on oma plaane tagasihoidlikumaks võtnud, siis Tesla on jätkuvalt ambitsioonikas, lubades 5. taseme autot 2020. lõpuks. Honda ja Toyota, on lootnud maanteesõidu võimekusega sõidukid valmis saada 2020; Volvo ambitsiooniks on 2021 välja tulla maanteel täiesti isejuhtiva autoga. Renault

⁵¹ https://www.driverless-future.com/?page_id=384

⁵² <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/>

⁵³ <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/>

⁵⁴ <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/>

⁵⁵ <https://www.forbes.com/sites/uhenergy/2019/05/21/self-driving-automobiles-how-soon-and-how-much/#25d018638bd2>

plaanib integreerida 2017–2022 strateegiaplaani lõpuks isejuhtiva sõiduvõimekuse 15 mudelisse⁵⁶. Nissan plaanib isejuhtivate sõidukite tootmist 2020. aastaks, kuid nad ei ole täpsustanud SAE taset. 2020. aasta Nissan LEAF-il on isejuhtiva sõiduki funktsioonid üherealisel maanteel sõitmise jaoks⁵⁷. BMW lubab 3. taseme isejuhtiva sõidukiga turule tulla 2021⁵⁸. Alates 2019. aastast teeb BMW koostööd Daimleriga ja nad plaanivad tulla sõiduautode turule 4. taseme sõidukiga 2024. aastal⁵⁹.

Belgia konsultatsioonifirma Ptolemus hindas (2019 oktoobris valminud uuring), et kõik autotootjad on 4. taseme isejuhtivate sõidukite valmisoleku kiirust üle hinnanud 2 aasta võrra⁶⁰. Nende hinnangul tulevad 4. taseme isejuhtivad taksod esmalt turule USAs Californias ja Arizonas, tõenäoliselt 2020. aasta lõpus. Euroopasse jõuavad need 5 aastat hiljem. Isejuhtivad 4. taseme sõiduautod peaks turule tulema alates 2026. aastast nii Ameerikas kui Euroopas ja Aasias. Isegi pärast esimeste 4. taseme isejuhtivate sõidukite valmimist on nende geograafiline levik aeglane, sest need kõik vajavad testimist kohalikus keskkonnas.

TTÜ vanemteadur Raivo Sell toob välja, et Euroopa linnad kitsaste tänavate ja ringristmikega on isejuhtivate sõidukite õpetamiseks palju keerulisemad kui USA linnad, kus on sirged ja laiad tänavad. Lisaks on Californias ilmaolud lihtsamad kui Euroopas, kus anduritele kukkuvad lehed ja lumi tekitavad probleeme. Isejuhtivad sõidukid jõuavadki esimesena teedele tõenäoliselt lihtsamate tingimustega piirkondades.⁶¹

Vastavalt ETRAC 2019. aasta teekaardile⁶² on 4. taseme isejuhtivad bussid (linnasõiduvõimekusega) liikluses aastal 2030 ning 4. taseme sõiduautod (kiirteel sõiduvõimekusega) on teedel juba 2020. aastal. Viienda taseme isejuhtivad sõidukid peaks teedele tulema kuskil peale 2030. Samas nende neli aastat varasem prognoos nägi ette, et 5. taseme sõidukid on teedel juba peale 2026. aastat.

Üleminek 5. tasemele nõuab lisaks sõidukite arengule veel väga kiiret andmesidet ja väga täpseid kaarte⁶³ ning nende pidevat ajakohasena hoidmist.

2.2 Levik

Esmalt tulevad isejuhtivad sõidukid liiklusesse vaid kindlates piirkondades, kus kiirused on väikesed ja võimalike liiklusolukordade arv on piiratud, nt sadamates, lennujaamades, teemaparkides, hooldekodudes. On tõenäoline, et isejuhtivatele sõidukitele eraldatakse oma sõidurajad, et neil oleks tehnoloogia täiustumiseni struktureeritud keskkond ning et kaitsta tavaliiklejaid isejuhtivate sõidukite piiratuse eest. Ka majandusel on nende kasutuselevõtmisel oluline roll. Eelkõige võetakse isejuhtivad sõidukid kasutusele keskkondades, kus kõrge

⁵⁶ <https://group.renault.com/en/innovation-2/autonomous-vehicle/>

⁵⁷ <https://www.nissanusa.com/experience-nissan/news-and-events/self-driving-autonomous-car.html>

⁵⁸ <https://www.bmw.com/en/automotive-life/autonomous-driving.html>

⁵⁹ <https://www.daimler.com/innovation/case/autonomous/development-cooperation-daimler-bmw.html>

⁶⁰ <https://www.ptolemus.com/wp-content/uploads/Reports/Abstracts/OEM-Readiness-for-Autonomous-Vehicles-Free-Abstract.pdf>

⁶¹ <https://www.ttu.ee/ttu-uudised/uudised/siseveeb/isejuhtivad-autod-kas-kauge-unistus-voi-homme-reaalsus/>

⁶² <https://www.etrac.org/uploads/documentsearch/id57/ERTRAC-CAD-Roadmap-2019.pdf>

⁶³ <https://www.intelligent-mobility-xperience.com/basics-of-autonomous-driving--part-2-a-888899/>

detailsusega kaartide arendamine ja ajakohastamine on kuluefektiivne, nt tiheasutusega linnades, kuigi liikluse kompleksus sellistes keskkondades toob kaasa teised väljakutsed. Kuna isejuhtivad sõidukid on alguses kallid, siis võetakse need eeldatavasti kasutusele valdkondades, kus nende kasutusmäär on kõrge ja juhi aeg on oluline kuluartikkel, nt taksonduses⁶⁴.

Transportation Research Board pakub, et täielikult isejuhtivad sõidukid tulevad teedele 2020–2030ndatel, kuid alles kusagil 2040–2060 aastatel saavad niivõrd tavapäraseks, et tänu sellele väheneb liikluskooormus, suureneb liiklusohutus ja sõita saavad ka väiksema sissetulekuga inimesed⁶⁵.

Euroopa Komisjoni raport prognoosib, et 2025. aastal moodustavad isejuhtivad sõidukid 20% uute autode globaalsest turust⁶⁶.

Ka *GlobalData* on oma prognoose korrigeerinud: 2020 alguse prognoos 4. ja 5. taseme isejuhtivate sõidukite tootmismahdade kohta on märgatavalt tagasihoidlikum aasta varasemast. Kui 2019. aastal eeldati, et 4. taseme isejuhtivad sõidukeid toodetakse nelja aasta pärast 40 000, siis käesoleva aasta prognoosi järgi on see arv vähendatud 23 000le. Kümne aasta prognoos on vähendatud 2,6 miljoni pealt 1,4 miljonile. Sarnaselt on ootused vähendatud ka 5. taseme sõidukite tootmismahdadele. Kui 2019. aastal eeldati, et neid toodetakse 3 aasta ääres 8000, siis 2020. aasta prognoosi järgi vaid 5000. 15 aasta pärast peaks neid olema 2,3 miljonit.⁶⁷

Ühendkuningriigi CAV kasutuselevõtu keskne prognoos näitab, et uutest sõidukitest moodustavad 4. ja 5. taseme CAV-id 2025. aastal 0,3% ning 2035. aastal 10%. Optimistliku prognoosi järgi on vastavad osatähtsused 0,4% ja 30%. Pessimistliku prognoosi järgi vaid 3% uutest sõidukitest aastal 2035.⁶⁸

Mõne optimistliku arvamuse kohaselt läbitakse 95% USA reisijakilomeetritest 2030. aastal operaatoritele kuuluvate isejuhtivate sõidukitega, mis moodustavad 60% kogu USA sõidukipargist. Pessimistlikumad hinnangud pakuvad, et aastal 2050 läbitakse isejuhtivate sõidukitega 50–80% vahemaadest ning isejuhtivad sõidukid moodustavad 40–60% sõidukipargist.⁶⁹

2.3 Hind

Täna on isejuhtivad sõidukid kallid, kuid nende võtmetehnoloogiate lidarite, radarite, kaamerate, sensorite ja AI tarkvara arenedes peaks hind järgneval kümnendil märgatavalt

⁶⁴ <https://hbr.org/2018/08/to-make-self-driving-cars-safe-we-also-need-better-roads-and-infrastructure>

⁶⁵ <https://trid.trb.org/view.aspx?id=1338043>

⁶⁶ <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/26081/attachments/1/translations/en/renditions/native>

⁶⁷ <https://www.autonomousvehicletech.com/articles/2281-long-term-forecast-of-autonomous-vehicle-development-is-lower-than-expected>

⁶⁸ https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/642813/15780_TSC_Market_Forecast_for_CAV_Report_FINAL.pdf

⁶⁹ https://connectedautomateddriving.eu/wp-content/uploads/2019/06/fr-future-road-transport_online.pdf

langema^{70, 71}. Hinnalangust mõjutab ka sõidukite masstootmisse tulek. Täna on isejuhtivate sõidukite hind erinevate hinnangute järgi 250 000–350 000 \$⁷². On prognoositud, et võrreldes 2020. aastaga langeb hind 2026. aastaks 25% võrra⁷³. Kõrge hinna tõttu võetakse isejuhtivad sõidukid esmalt kasutusse valdkondades, kus nende kasutus on aktiivne, näiteks taksonduses ja sõidujagamisteenuses.

Volvo juhi Hakan Samuelssoni arvates maksaks täieliku autopiloodi lisavarustus kasutuselevõtmise alguses 10 000 \$⁷⁴.

Elon Muski hinnangul on Tesla täiesti isejuhtiva sõiduki tehnoloogia hind üle 100 000\$⁷⁵ ning see tõuseb koos tarkvara arendamisega täieliku isejuhtimise võimekuse heakskiiduni.

2.4 Juhiabiga sõidukite areng seoses C-ITS teenustega

Isejuhtivate sõidukite liiklemise turvalisust suurendavaks osaks saab olema nende suhtlus teiste sõidukite ja infrastruktuuriga. Euroopas on need erinevad suhtlemist tagavad IT teenused (C-ITS) jagatud pakettidesse⁷⁶. C-ITS juurutamisel on maanteeametile oluline pakett 2 teenuste võimekuse juurutamine sõidukites, eelkõige selle teenused: teetööde hoiatus, teeilm, liiklusvoo ühtlustamine (*Shockwave Damping*) ja sõiduki kogutud andmete edastus (*Probe Vehicle Data*). Nende funktsioonide võimekuse lisamine uutesse sõidukitesse algab kõrgema klassi sõidukitest ning kuulub alguses lisavarustuse hulka. Eelduseks on, et neisse sõidukitesse on sisse ehitatud infolust-süsteem (*infotainment system*). C-ITS juurutamise prognoosi järgi on need süsteemid kõikides D- ja E-segmendi sõidukites aastaks 2021, 50% C-segmendi sõidukitest aastaks 2022 ja 12,5% A- ja B-segmendi sõidukitest aastaks 2023.⁷⁷

Mainitud funktsioonide toimimine eeldab ka C-ITS teetaristu arengut. Teetaristu ITS alamsüsteemide seadmete kasutuselevõtt määratakse teetüübi alusel. Hinnanguliselt on selle valdkonna juhtivate riikide TEN-T koridorist ja TEN-T põhiteedest 100% varustatud C-ITS seadmetega aastaks 2026 ning TEN-T tugimaanteedest 50%. Maanteedel väljaspool linnu on see osatähtsus 20%.⁷⁸

Sõidukite arengut tänastest sõidukitest sidusate isejuhtivate sõidukiteni koos erinevate süsteemide, tehnoloogiate ja teedevõrgu arenguga illustreerib joonis 2.1.

⁷⁰ <https://www.idtechex.com/en/research-report/autonomous-cars-and-robotaxis-2020-2040-players-technologies-and-market-forecast/701>

⁷¹ <https://www.idtechex.com/en/research-report/autonomous-cars-and-robotaxis-2020-2040-players-technologies-and-market-forecast/701>

⁷² <https://hbr.org/2018/08/to-make-self-driving-cars-safe-we-also-need-better-roads-and-infrastructure>

⁷³ <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-11-14-gartner-forecasts-more-than-740000-autonomous-ready-vehicles-to-be-added-to-global-market-in-2023>

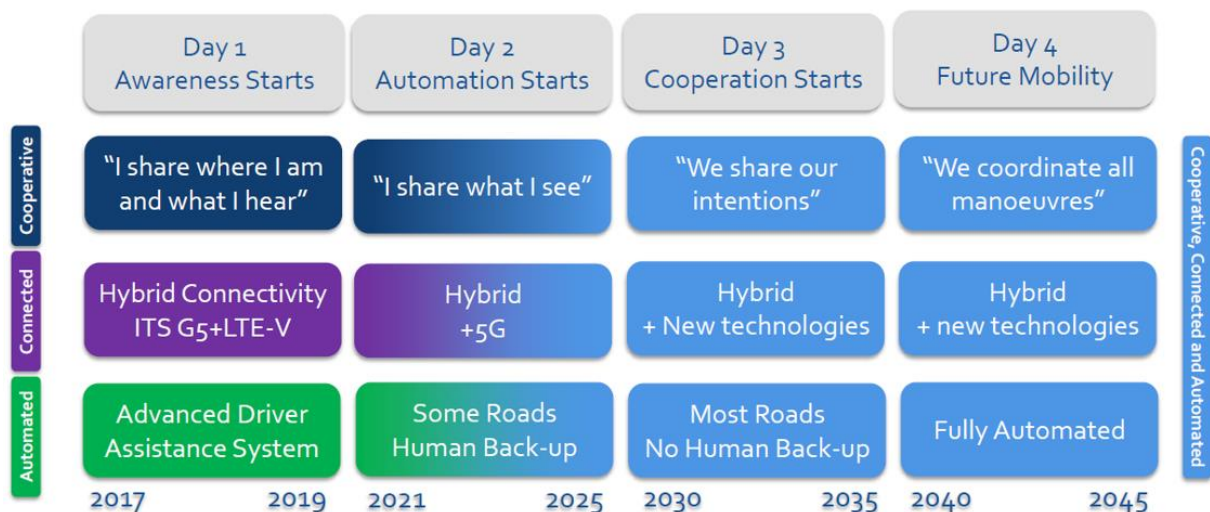
⁷⁴ <https://emerj.com/ai-adoption-timelines/self-driving-car-timeline-themselves-top-11-automakers/>

⁷⁵ <https://auto.hindustantimes.com/auto/cars/elon-musk-announces-cost-of-tesla-self-driving-cars-to-rise-by-1-000-41589860155693.html>

⁷⁶ <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-c-its-deployment-study-final-report.pdf>

⁷⁷ <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-c-its-deployment-study-final-report.pdf>

⁷⁸ <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2016-c-its-deployment-study-final-report.pdf>



Joonis 2.1. Taristu toetustasemed⁷⁹

2.5 Isejuhtivate sõidukite kasutuselevõtt Eestis

Eestis kulub sõidukipargi väljavahetamisele orienteeruvalt 30 aastat. Üleminekuaeg isejuhtivatele sõidukitele saab tõenäoliselt pikem olema, sest alguses saab osta nii isejuhtivaid sõidukeid kui ka tavasõidukeid ning isejuhtivate sõidukite kasutuselevõttu mõjutavad erinevad aspektid, mida on keeruline prognoosida.

Elanikkonna ostujõud. Eestis elab suhtelises vaesuses umbes viiendik elanikest⁸⁰. Mistõttu uute ja kallite tehnoloogiate soetamine isiklikuks otstarbeks on osale elanikkonnast üle võimete. Seetõttu ostetakse sõiduk kas ilma mingi osa lisavarustusest või järelturult.

Poliitika – mõjutavad maksumäära, mis on näiteks Norras soodustanud elektriautode turuosa suurenemist. Ka Eestis on elektriautode toetus suurendanud veidi nende müüki.

Majanduse olukord. Majandusbuumi ajal ostetakse nii uusi kui järelturul olevaid autosid rohkem. Kriisi ajal ostmine väheneb.

Elanikkonna suhtumine uude tehnoloogiasse – kuivõrd hästi ja kiiresti need omaks võetakse. Kuigi me arvame, et eestlased pigem usaldavad uusi tehnoloogiaid, näitab Eurobaromeetri uuring⁸¹, et vaid 5% eestlastest tunneks end täiesti isejuhtivas sõidukis sõites väga hästi ning 48% üldse mitte hästi. See oli veidi parem Euroopa keskmisest näitajast, mis oli vastavalt 7% ja 50%.

Isejuhtivate sõidukite tarkvara eluiga. Tuues paralleeli näiteks arvutite ja telefonidega, siis need vananevad kiiresti. Aegajalt need vajavad tarkvaaruuendusi, kuid see ei taga nende pikka eluiga. Täna on Eestis autode mediaanvanus 13 aastat. Nii vana arvuti/telefon on ajalugu.

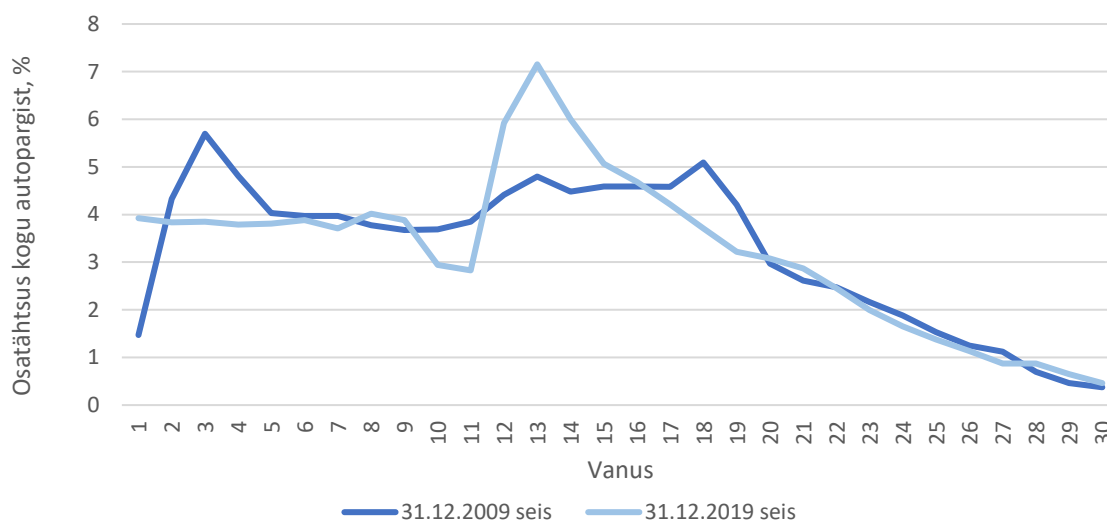
⁷⁹ https://www.inframix.eu/wp-content/uploads/2018-ITSWC_INFRAMIX_ISAD_levels.pdf

⁸⁰ <https://www.stat.ee/pressiteade-2019-159>

⁸¹ https://connectedautomateddriving.eu/wp-content/uploads/2020/04/ebs_496_en.pdf

Isejuhtivate sõidukitega loodetakse liikuvuse muutumist, mis ootuste kohaselt toob sõidujagamis-teenuse tekkimisel kaasa sõiduautode arvu märkimisväärse vähenemise.

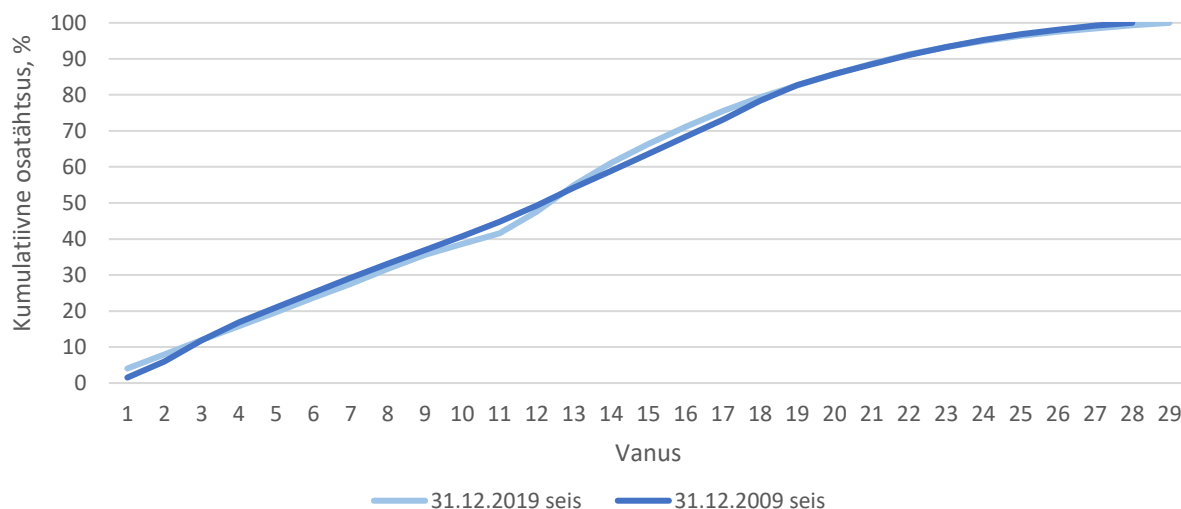
31.12.2019. seisuga oli liiklusregistris 621 804 registreeritud sõiduautot. Sõidukite ost sõltub oluliselt majandusest. Arvuliselt kõige rohkem on autopargis 2000ndate majandusbuumi ajal ostetud autosid. Viimase majanduskriisi järgsetel suhteliselt headel majandusaastatel on uute autode müük kasvanud 2009. aasta madalseisu 10 000lt 2018. aasta 27 000ni. Koos järelturult ostetud autodega, moodustavad need 2019. aastal iga väljlaskeaasta kohta 4% kogu autopargist (Joonis 2.2). Majandusbuumi aegsete sõidukite osatähtsus on 2% võrra suurem, 6–7% ning kriisi aastate oma väiksem, 3%. Majandusest põhjustatud kõikumised uute autode ostmisel mõjutavad autopargi vanuselist koosseisu, kuid see mõju ei ole suur. 2019. aasta lõpus oli sõiduautode keskmine vanus 12,6 aastat, 2009. aasta lõpus 12,7 aastat. Keskmise vanuse arvutamisel võeti arvesse kuni 30-aastasaged autod. Vanemate autode arv on väike, moodustades alla 1% autopargist väljlaskeaasta kohta.



Joonis 2.2. Sõiduautode vanusjaotus, 31.12.2009 ja 31.12.2019. Liiklusregistri andmed

Nii kiire majanduskasvu eel kui ka pärast seda, ehk mõlemal võrreldud aastal, on sõiduautode mediaanvanus 12 ja 13 aasta vahel ehk 50% autopargist on uuemad kui 13 aastat. 95% sõidukitest on uuemad kui 25-aastasaged. 99% sõidukipargist on uuemad kui 33–34-aastasaged. Seda kirjeldab graafiliselt autode vanuse kumulatiivne kõver (joonis 2.3). Arvesse on võetud vaid need sõiduki väljlaskeaastad, mille osatähtsus kogu sõidukite hulgast moodustab vähemalt 1%. Osa vanadest sõidukitest on vanasõidukid, kuid keeruline on tõmmata piiri vanasõiduki ja kasutuses oleva vana sõiduki vahel. Seega võib öelda, et sõidukipargi väljavahetamiseks kulub vähemalt 30 aastat. Just vanade sõidukite liiklusest väljalangemise tõttu on kogu sõidukipargi täielikuks väljavahetamiseks kuluvat aega keeruline hinnata. Erinevad sellele eesmärgile suunatud poliitikad aitavad vanade sõidukite liiklusest kõrvaldamist kiirendada.

ETRAC tellitud uuringus⁸² võeti aluseks, et sõiduautode mudel-elutsükkel on 7 aastat ning turu täielikuks hõlvamiseks kulub 4 elutsüklit ehk 28 aastat. Eesti liiklusregistri andmed annavad üsna sarnase tulemuse.



Joonis 2.3. Sõiduautode kumulatiivne vanus. Liiklusregistri andmed

Autopargi üleminek isejuhtivatele sõidukitele võtab aega tõenäoliselt kauem kui tavapäraselt autopargi täielikuks uuendamiseks kulub. Siin on palju faktoreid, mida ei ole tänase teadmise juures võimalik täpselt hinnata. Näiteks, kuidas inimesed uue tehnoloogia omaks võtavad; milline saab olema nende sõidukite hind ja kuidas see ajas muutub; kuidas muutub liikuvuse kontseptsioon ja areneb sõidujagamis-teenus. Elektriautode kui uue tehnoloogia levik Eestis on olnud väga aeglane. Nende osatähtsus autopargis pole turul oldud 9 aasta jooksul oluliselt muutunud, moodustades alla 1% registreeritud sõidukitest 31.12.2019 seisuga. AMTELi juht Arno Sillat pakub⁸³, et kui elektriautode hinnatasemed ühtlustuvad sisepõlemismootoriga autodega ja atraktiivseid mudeleid tuleb hulgaliselt juurde, võiks 2025. aastal uute elektriautode turuosa olla umbes 10% (2500–3000 autot aastas).

Samas Norras moodustasid 2019. aastal elektriautod uutest autodest 42%⁸⁴ ning autopargist 10%⁸⁵. See on saavutatud erinevate elektriautode kasutust soodustavate poliitikatega⁸⁶.

Joonis 2.4 kujutab elektriautode osatähtsust kogu autopargist Norras alates 2010. aastast ning nende prognoositavat levikut pärast 2020. aastat. Joonis näitab, et ka pikaajaliste poliitikate mõjul on uute tehnoloogiate kasutuselevõtt alguses aeglane ning kiireneb ajaga. Sellise trendi jätkumisel on üheks võimalikuks stsenaariumiks, et Norra autopark läheb täielikult üle elektriautodele järgneva 17 aastaga aastaks 2035, kui ei toimu mingeid pöörded. Kuigi Norras

⁸² Kareen El Beyrouthy, Edina Löhr. (2018). DG MOVE Support Study for IA of Cooperative Intelligent Transport System. Expert Group Meeting

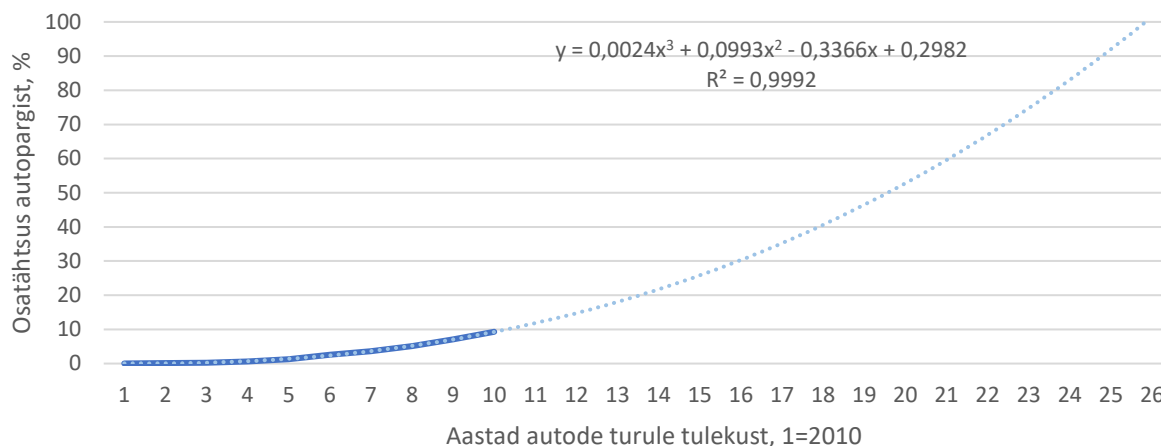
⁸³ <https://www.accelerista.com/soiduauto/elektriauxo/prognoos-kui-palju-on-eestis-elektriauxosid-aastal-2020-2023-2025/>

⁸⁴ <https://elbil.no/english/norwegian-ev-market/>

⁸⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country

⁸⁶ <https://elbil.no/wp-content/uploads/2016/08/EVS30-Norwegian-EV-policy-paper.pdf>

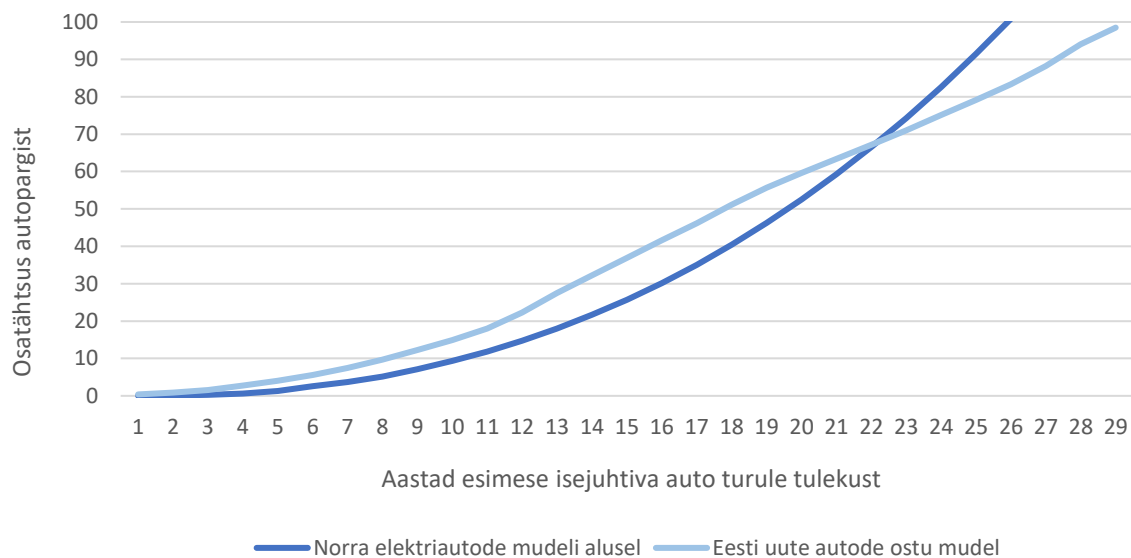
on elektriautode poliitikaga tegeletud juba 1990ndatest, ei levinud elektriautod enne kaasaegsete elektriautode kasutuselevõttu 2010. aastal. Esmalt olid poliitikad suunatud Norra enda elektriautode tootmise arengu ergutamiseks. Hiljem kandus fookus kliima ja keskkonna teemadele.⁸⁷



Joonis 2.4. Elektriautode osatähtsus autopargist Norras 2010–2019 ja prognoos elektriautode 100%-lise osatähtsuse saavutamiseni tänase trendi jätkumisel

Joonisel 2.5 on kokku pandud kaks erinevat prognoosimudelit, mille järgi isejuhtivad sõidukid võivad Eesti turul levida. Ühe mudeli aluseks on Norra elektriautode osatähtsuse kasv autopargis, mis iseloomustab uue tehnoloogia levikut tugeva mõjuga poliitikate korral. Teise aluseks on uute autode lisandumine Eesti autopargis viimasel kümnendil, mis iseloomustab tavapärasest autopargi uuenemist. Uue tehnoloogia puhul, ka tugeva mõjuga poliitika rakendamisel, on sõidukite kasutuselevõtt alguses aeglane, kuid mingil ajal kiireneb märgatavalt. Tavapärase käitumise korral on uute sõidukite kasutuselevõtt ühtlasema tempoga, kuid täielik autopargi väljavahetamine võtab rohkem aega. Seda kiirust mõjutab ka isejuhtivate sõidukite osatähtsus uute sõidukite ostmisel ja sõidukite järelturg, kuid seda käesolev prognoos ei arvesta.

⁸⁷ <https://elbil.no/wp-content/uploads/2016/08/EVS30-Norwegian-EV-policy-paper.pdf>



Joonis 2.5. Isejuhtivate sõidukite prognoositav osatähtsuse kasv sõidukipargis, erinevate prognoosimudelite korral

2.6 Kokkuvõte

Mujal tehtud uuringuid ning avaldatud infot üldistades on võimalik Eesti kohta esitada järgnev prognoos:

4. taseme isejuhtivad sõidukid jõuavad Eestis turule mitte enne kui 2021. aastal, kuid pigem aastal 2026.

Sõidukite hulk suureneb järgnevatel aastatel ühtlaselt (joonis 2.5 Eesti uute autode mudel) juhul, kui sõiduki ostjate ning kasutajate käitumise muutmiseks ei rakendata eraldi poliitilisi meetmeid. Pigem on see kasv isegi aeglasem, kuna eeldatavasti on turule tuleku alguses isejuhtivad sõidukid tavasõidukitest kallimad ning inimesed uute tehnoloogiate suhtes skeptilised ja tõenäoliselt vajavad nendega kohanemiseks aega. Arvestada tuleb ka sellega, et Eesti autopargi prognoosi aluseks võetud 30 aastase perioodi sisse jääb kiire autostumise kasv, mistõttu võib järgnevatel aastatel uute autode ost väheneda ning muutus olla veelgi aeglasem.

Kui rakendatakse tugeva mõjuga poliitilisi meetmeid, on tõenäoline, et autopark vahetub välja veidi kiiremini (joonis 2.5 Norra elektriautode mudel). Norra elektriauto juurutamise poliitikatele sarnaste poliitikate kasutamisel (eelkõige erinevate maksusoodustustega: teemaksu vähendamine, uue auto ostmisel käibemaksu tasumisest vabastamine, ettevõtte automaksu vähendamine 50%, tasuta parkimine ja praamisõit, aga ka bussiradade kasutamise lubamine) võidaks suurusjärgus 5 aastat autopargi väljavahetamise tempot.

KOKKUVÕTE

Käesoleva ülevaate alusel vaadati üle isejuhtivate sõidukite teedele tulemiseks vajalikud tegevused, millest aktuaalsed viidi kooskõlla maanteeameti lähiaja tegevustega.

KASUTATUD LÜHENDID

AMTEL – Autode Müügi- ja Teenindusettevõtete Eesti Liit

CAV – koostalitavad/sidusad isejuhtivad sõidukid

C-ITS – sidusad intelligentsed transpordisüsteemid

ERF – *European Road Federation*

ETRAC – *European Road Transport Research Advisory Council*

ISAD – isejuhtivate sõidukite infrastruktuuri toe tasemed

ITS – intelligentsed transpordisüsteemid

ITS-G5 – lähitoimeside tehnoloogialahendus

LTE-V2X mobiilse lähitoimeside tehnoloogia sõidukite ja jalakäijate/jalgratturite vahelise side jaoks

ODD – *Operational Design Domain* – tegutsemistingimuste kirjeldus, milles isejuhtiv sõiduk on arendatud opereerima.

SAE – *Society of Automotive Engineers*

TEN-T – *Trans-European Transport Network*