



Mihkel Palmi

ELEKTRIAUTO JUURUTAMINE POLITSEI- JA PIIRIVALVEAMETI PATRULLSÕIDUKINA

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut

Autotehnika õppekava

Juhendaja: Kaido Hiieleek, MSc

Tallinn 2024

Autori deklaratsioon

Mina Mihkel Palmi tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Kaido Hiieleek /allkirjastatud digitaalselt/

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Mihkel Palmi, sünnikuupäev: 10.05.2001, annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose: Elektriauto juurutamine Politsei- ja Piirivalveameti patrullisõidukina.

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

/kuupäev digiallkirjas/

/allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	5
1. ELEKTRIFITSEERITUD SÕIDUK.....	6
1.1. Veojõuaku ja elektriajamiga sõiduk	6
1.2. Kütuselemendi ja elektriajamiga sõiduk.....	7
1.3. Mikrohübriid sõiduk	9
1.4. Kerghübriid sõiduk	10
1.5. Täishübriid sõiduk	10
1.6. Pistikhübriid sõiduk.....	11
2. POLITSEI- JA PIIRIVALVEAMETI PATRULLSÕIDUKID	12
2.1. Nõuded patrull sõidukile	14
2.1.1. Alarmsõiduk.....	17
2.2. Patrull sõiduki ettenähtud ekspluatatsiooniaeg ning reaalne kasutatavus	19
2.3. Sõiduki hooldus- ja remont.....	20
3. HETKESEIS PPA ELEKTRIAJAMIGA PATRULLSÕIDUKITE PARGIS	23
3.1. Elektriajamiga patrull sõiduk Volkswagen ID.4 GTX	23
3.1.1. Kasutuskogemus	25
3.2. PPA laadimistaristu	26
3.2.1. PPA kasutuses olevad vahelduvvoolu poolkiirete laadijate tehniline kirjeldus.....	27
3.2.2. Laadijatega esinenud probleemid	28
3.3. PPA ja Euroopa Liidu eesmärgid elektrifitseeritud autopargi suhtes.....	29
4. ELEKTRISÕIDUKITE ARENG TULEVIKUS.....	33
4.1. Euroopa Liidu määrus laadimistaristu suhtes	33
4.2. Tahkisaku.....	34
4.3. Vesinikkütus	35
4.3.1. Vesiniku tanklad Eestis.....	35
4.4. Veojõuaku vahetus	36
4.5. Juhtmevaba laadimine	37

4.6. Ühendus sõidukite ja infrastruktuuri vahel.....	38
5. ETTEPANEKUD POLITSEI- JA PIIRIVALVEAMETILE	40
5.1. 2021. aasta elektrilise patrullauto hanke tingimustele vastav sõiduk.....	40
5.2. Parim võimalik täiselektriline sõiduk	42
5.3. Elektrilise patrullisõiduki energiatarbe analüüs.....	44
5.4. Soovitavad muudatused hanke tingimustes	48
5.5. Alternatiivid täiselektrilisele sõidukitele	50
5.6. Tuleviku arengu võimalused PPA laadimistaristule.....	52
5.7. Elektri- vs sisepõlemismootoriga patrullisõiduki kasumlikuse analüüs	53
KOKKUVÕTE.....	57
SUMMARY	59
LISAD	66

SISSEJUHATUS

Antud lõputöö eesmärgiks on leida Politsei- ja Piirivalveametile Eesti 2023. aasta uute täiselektriliste sõiduautode turult kõige sobilikum sõiduauto patrullisõidukiks. Teema valiti PPA (Politsei- ja Piirivalveamet) vajadusest ja soovist hakata edendama oma maismaasõidukite pargis keskkonnahoidlike sõidukite kasutamist. Seda 2035. aasta valguses, mil Euroopa Liidu määrusega keelatakse antud aastast süsinikheidetega sõiduautode ja kaubikute müük Euroopa Liidu liikmesriikides. Kuna uute sõiduautode turg on juba täna jõudsalt liikumas elektrifitseeritud sõidukite müügi suunas, siis PPA soov on juba täna hakata koguma kogemusi ning teadmisi antud sõidukite kohta ning nende sobivusest PPA sõidukite tööspeetsiifikaga.

Lõputöö keskendub PPA maismaasõidukite pargist just patrullisõidukitele, kuna PPA sõidukite park on väga suur ning erinevates tööliinides kasutatavaid erisõidukeid on palju, valiti patrullisõiduk seetõttu, et PPA jaoks on patrull, kui tööliin ning patrullisõiduk on just kõige olulisem. Antud sõiduk peab olema võimekuselt ning omadustelt kõige parem. Antud asjaolu tõttu on leitav sõiduk sobilik kasutada ka muudel tööliinidel, mis ei eelda nii karme nõudeid. Lisaks leitakse ka alternatiivid täiselektrilistele sõidukitele, mida oleks võimalik PPA-l kasutada vastavalt Euroopa Liidu poolt kehtestatud määrustele sõidukite ja sõidukiparkide suhtes.

Töö käigus antakse ülevaade, kuidas jagunevad ning millist tüüpi elektrifitseeritud sõidukeid on olemas. Sobiliku täiselektrilise patrullisõiduki leidmiseks, uuritakse eelnevalt nõudeid, PPA kogemust ning seadusandlust, mis käsitleb alarmsõidukit üldiselt ning täpsemalt patrullisõidukeid.

Politsei- ja Piirivalveametil on tänaseks umbes üle 1.5 aastane kogemus täiselektrisõidukiga, mida kasutatakse patrullitöös. Lõputöö raames uuritakse täpsemalt antud sõidukit ning PPA kasutajakogemust sellega. Kaardistatakse PPA laadimistaristut ning väljakutseid selle arenguga ning pakutakse välja võimalike lahendusi.

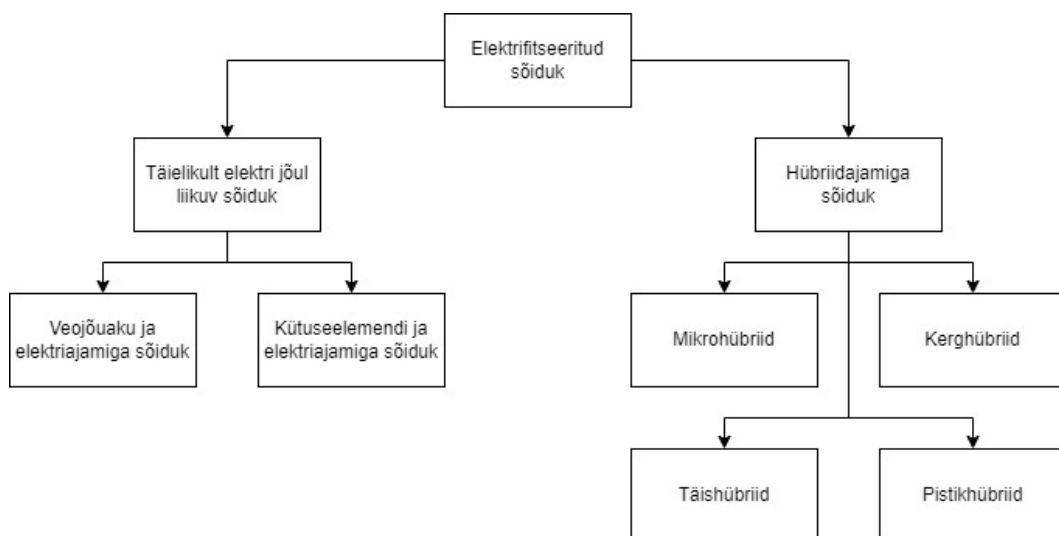
PPA sooviks oli antud tööga lisaks veel teada saada kuhu suunas ning millised arengud on elektrifitseeritud sõidukitega lähitulevikus.

Antud lõputöö teostamiseks taotles autor PPA-lt andmeid, mis sisaldasid infot patrullisõidukite kohta täpsemalt: nõuete, kogutud statistiliste andmete, kasutuse, hooldus- ja remonttööde kohta. Lisaks taoteldi veel infot PPA elektrisõidukite, laadimistaristu ning PPA huvide ja eesmärkide kohta. Samuti kasutatakse töö materjalidena ka internetiallikaid, sõiduki tootjate tehnilist informatsiooni ja riigi seadusandlust ning Euroopa Liidu määrusi.

1. ELEKTRIFITSEERITUD SÕIDUK

Elektriautode ajalugu algab 19. sajandi keskel. Esimese elektriauto leiutajaks peetakse Ányos Jedliki, kes 1828. aastal lõi väikese automudeli uut tüüpi elektrimootoriga. Thomas Davenport leiutas 1834. aastal esimese Ameerika alalisvoolumootori. Esimesed laetavad akud loodi alles 1840. aastal. Prantsuse leiutajate Gaston Plante'i ja Camille Faure'i nende uute ja parema akutehnoloogia avastamine aastal 1881 algatas suurema elektriautode suurema arengu Euroopas. Enne sisepõlemismootorite täiustamist hoidsid elektriautod palju kiirus- ja sõiduulatuserekordeid, samuti enne Ford T leiutamist 1908. aastal olid elektrisõidukid tugevas hulgalises ülekaalus võrreldes sisepõlemismootoriga sõidukitega. Traditsiooniline elektriauto arenes välja umbes 1891. aastaks. [1]

Elektrifitseeritud sõidukeid on mitut erinevat tüüpi, kuid ühtse elemendina on neil kõigil ühe energiaallikana kasutusel aku, mis sõltuvalt autost on erineva suurusega. Elektrifitseeritud sõidukid võib mõtteliselt jagada kaheks, täielikult elektri jõul liikuvad sõidukid ning hübriidajamiga sõidukid (Joonis 1). Täielikult elektri jõul liikuvad sõidukid jagunevad kaheks: veojõuaku ja elektriajamiga sõidukiks ning kütuseelemendi ja elektriajamiga sõidukiks. Hübriidajamiga sõidukid jaguneva aga neljaks mikro-, kerg-, täis- ja pistikhübriidiks. [2]

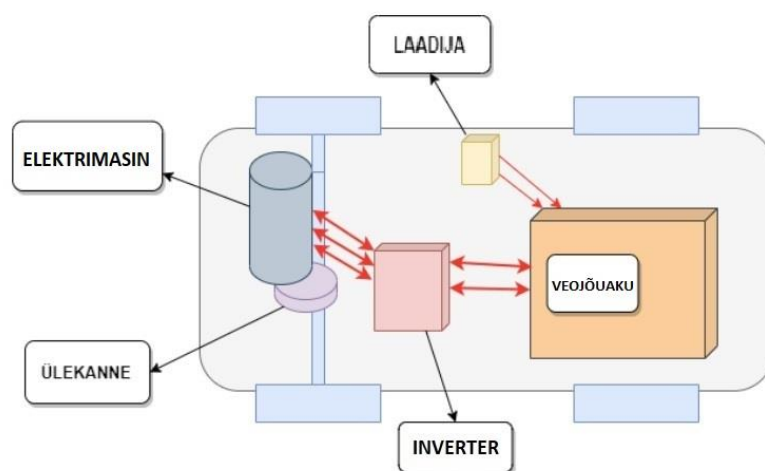


Joonis 1. Elektrifitseeritud sõidukite tüübid [2]

1.1. Veojõuaku ja elektriajamiga sõiduk

Peamiselt mõistetakse elektriauto all sõidukit, mis saab edasi liikumiseks tuleneva energia veojõuakust ning rattad paneb liikuma elektrimasin. Sellist tüüpi sõidukit nimetatakse veojõuaku ja elektriajamiga sõidukiks BEV (*Battery Electric Vehicle*). Sellisel juhul puudub sõidukil

sisepõlemismootor ning energia talletamiseks veojõuakusse tuleb auto ühendada välise energia allikaga. Nagu kõiki teisi elektrisõidukeid saab seda autot laadida ka pidurdades, mille käigus pannakse elektrimootor tagurpidi käima kui generaator ning sellest tulenev energia salvestatakse veojõuakusse. Autol on olemas ikkagi ka traditsioonilised pidurikettad ja -klotsid, mida kasutatakse tugevate pidurduste puhul ja ka madalatel kiirustel pidurdades. Selline auto ei tooda sõites heitgaase ega ka mootorist tulenevat müra. Hoolduskulud on minimaalsed kuna puudub sisepõlemismootor, mida peaks hooldama, samuti kuluvad vähem pidurid. Miinusteks on pikk laadimisaeg, vähene sõiduulatus ja sõiduki kõrge hind. [2]



Joonis 2. Veojõuaku ja elektriajamiga sõiduki ehitus [2]

Sõiduki põhja all asub veojõuaku, kuhu on talletatud elektrienergia, mida laetakse läbi laadimispistiku välise vooluallikaga või regenereerivate pidurdustega. Inverter toimib sõidukil kui juhtplokin, mis muudab alalisvoolu vahelduvvooluks ja vastupidi. Elektrimasin muudab elektrienergia mehaaniliseks energiaks, mille tulemusel hakkab auto liikuma. Lisaks kasutatakse ülekannet. Elektrimasinad suudavad töötada laias pööretevahemikus ja ei vaja otsest käigukasti. Selleks, et tagada elektrimasina sujuvam töö ning vähendada müra suurtel kiirustel, on elektriautodel siiski lihtsa konstruktsiooniga ühe- või kahekäigulised ülekanded. See võimaldab optimeerida sõiduki jõudlust, tagades samas efektiivse ja vaikse sõidutunnetuse vastavalt erinevatele sõidutingimustele. Antud sõiduki ehitus on toodud välja joonisel (Joonis 2). [2]

1.2. Kütuselemendi ja elektriajamiga sõiduk

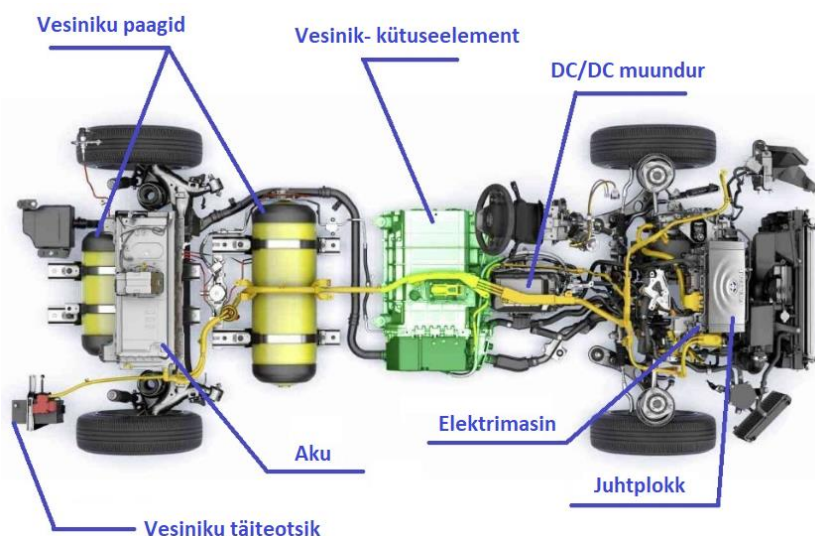
Kütuselemendi ja elektriajamiga sõiduki FCEV (*Fuel Cell Electric Vehicle*) all mõistetakse elektrisõidukit, mis kasutab elektriainet tarvis kütuseelemendina vesiniku. Sellistel autodel on olemas ka lisaks väikese mahuline veojõuaku, kuhu salvestatakse kütuseelemendi poolt toodetav

elektrienergia. Seda tüüpi autot ei pea välisest vooluallikast laadima vaid tuleb vesinikutanklas täita auto vesiniku paagid. Elektri tootmiseks kasutatakse ümbritsevast õhust pärit hapniku ning kokkusurutud vesiniku. Sellised sõidukid klassifitseeritakse null heitmega sõidukiteks, kuna töö protsessi jooksul vabaneb vaid soojus ning vesi.

Vesinik kui kütus on praktiliselt piiramatut, kuna see on looduses enim leiduv element. Elektrimootori kasutamine tagab hea dünaamika ja vesiniku kütuseelemendiga sõidukitel on märkimisväärne kasutegur, umbes 65%. Samuti võimaldab kiire tankimine vesinik-elektrisõidukitel efektiivset kasutamist, kuludes paakide täitmiseks umbes 5 minutit.

Vesinikutehnoloogial on ka puuduseid. Vesiniku transport ja ladustamine on keeruline ning selle tootmine on väga energiakulukas, mille tõttu väheneb vesiniku keskkonna säästlikkus. Uue tehnoloogia arendamine nõuab suurt ressursi ja omab suuri kulutusi tootjatele. Seadusandlus ja infrastruktuur seab veel hetkel lisaks takistavaid väljakutsed vesinikutehnoloogia laiemaks kasutuselevõtuks. Lisaks tuleb lahendada ka ohutusküsimus, kuna vesinik on väga tuleohtlik. Hetkel on ka puudujääke vesinikutehnoloogia infrastruktuuris, näiteks Eestile lähim tankla asub Riias.

Vesinik kütuseelemendiga sõiduki tööpõhimõte hõlmab mitmeid samme, mis tagavad sõiduki elektrilise jõuallika efektiivse toimimise. Alguses liigub vesinik paakidest kütuseelemendini. Kütuseelemendis toimub vesinikuaatomi jagunemine, mille tulemusena tekib vabu elektrone, tekitades elektrivoolu. Saadud elektrivool suunatakse vahelduvvoolu inverterisse ehk juhtploki. Juhtseade muudab voolu alalisvoolust vahelduvvooluks, mis on sobiv elektrimasina toitmiseks. Antud komponendid on toodud joonisel (Joonis 3). [2]

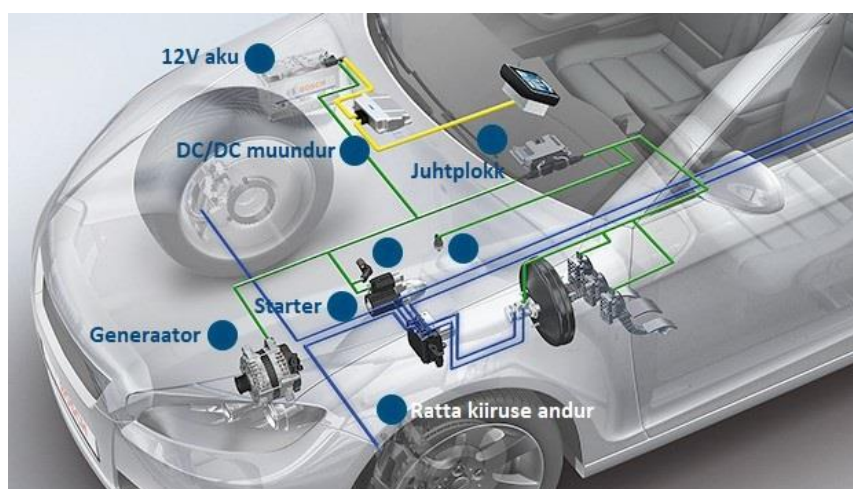


Joonis 3. Kütuseelemendi ja elektriajamiga sõiduki ehitus [2]

1.3. Mikrohübriid sõiduk

Mikrohübriidid (*micro hybrid*) kasutavad start-stop süsteemi ehk tühitööväldikut, mis on üks hübriidsüsteemidest. Sellist süsteemi katsetas esmakordselt Volkswagen 1983. aastal. Selle põhiline eesmärk on mootori väljalülitamine seisakul ning sellega vähendades kütusekulu 2-3%, linnaliikluses kuni 10%. Reaalses elus on praktilise kokkuhoiu saavutamine keerukam ja sõltub suuresti juhi sõidustiilist ning liiklusoludest. Süsteemi kasutatakse peamiselt selleks, et vähendada heitgaase ning väljuvat CO₂ näitu, millega vastata keskkonna nõutele, mis autodele seatakse.

Tühitööväldiku süsteemi peamiseks komponendiks on järgnevad osad. Mootori juhtplokk reguleerib kogu süsteemi toimimist ja sealhulgas mootori käivitamise ning seiskamise protsesse. DC/DC pingestabilisaator ehk kondensaator on vajalik pinge kompenseerimiseks, tagades stabiilse elektritoite lisaseadmetele nagu raadio, tuled ja salongipuhur, eriti mootori käivitamise ja seiskamise hetkedel. Start/stop süsteemiga autodel kasutatakse spetsiaalseid aku tüüpe nagu EFB (*Enhanced Flooded Battery* - täiustatud üleujutatud tehnoloogia akud) või AGM (*Absorbed Glass Mat* - Imav klaaskiudmatt) süvatsükli akusid, et tagada vastupidavus pidevatele käivitustele. Starter on varustatud võimsama mootoriga, metallist hammasratastega, nõellaagritega ja spetsiaalse start/stop süsteemile vastava tõmbereleega. See vähendab starteri kulumist ja energiatarvet käivitushetkel, samuti tagab piisava energia lisaseadmete jaoks. Manuaalkäigukasti puhul annavad neutraalkäigu ja siduri asendi andurid süsteemile teavet auto seisukorra kohta, millal auto seisab ja millal juht kavatseb liikuma hakata. Rataste pöörlemissageduse andurid annavad teavet sõiduki liikumise ja seiskumise kohta ning väntvõlli asendiandurid annavad infot mootori silindrite asetusest seisvas mootoris, aidates optimeerida käivitusprotsessi. Need süsteemi komponendid töötavad koos, et tagada tühitööväldiku süsteemi sujuv ja efektiivne toimimine (Joonis 4). [2]



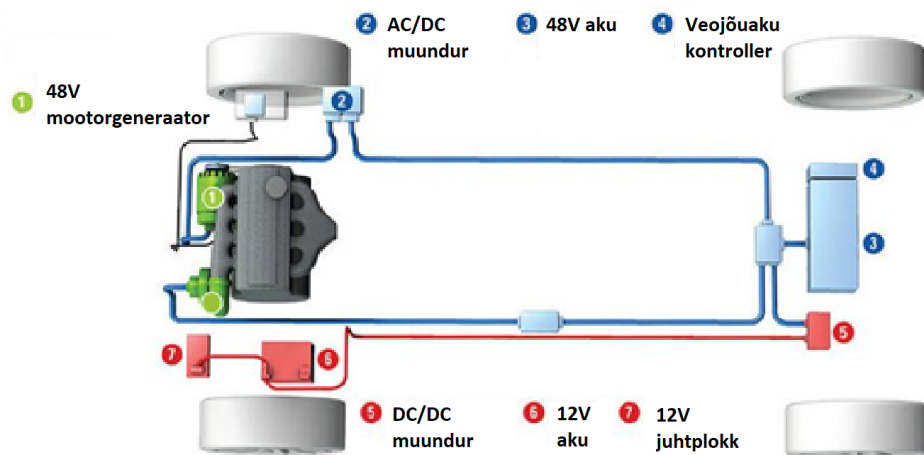
Joonis 4. Mikrohübriidi süsteemi ehitus [2]

1.4. Kerghübriid sõiduk

Kerghübriid mHEV (*mild-hybrid*) on tavaline sisepõlemismootoriga sõiduk, millel on lisaks elektrimasin, mis toetab sisepõlemismootorit kiirenduste ja käivituste ajal. Enamasti on 48V süsteem integreeritud auto starter-generaatoriga. Antud sõiduki ehitus on toodud välja joonisel (Joonis 5).

Kerghübriidi oluliseks eeliseks on kütuse kokkuhoid, mis võrreldes samaväärse sisepõlemismootoriga võib ulatuda umbes 15%-ni. Elektrimasin toetab sisepõlemismootorit just nendel hetkedel, kui mootor tarbib kõige rohkem kütust, näiteks kiirenduste ajal. Lisaks võimaldab regenereeriva pidurdussüsteem sõidukil tagasi saada pidurduste käigus tekkivat energiat, mis salvestatakse 48V akusse. Kerghübriid on täishübriidiga võrreldes lihtsama ehitusega ja pakub suuremat sõiduki ruumikust, kuna selle aku suurus on täishübriidist väiksem.

Kerghübriide on kahte eri tüüpi, starter-generaator rihmülekanedega ja starter-generaator hoorattal. Esimesel juhul pannakse tavapärane generaator tööle elektrimootorina kiirenduste ajal, sellega saavutatakse lisavõimsus umbes 10 kW ja 50 Nm. Teisel juhul kasutatakse elektrimasinana sisepõlemismootori hooratast. [2]



Joonis 5. Kerghübriid süsteemi ehitus [3]

1.5. Täishübriid sõiduk

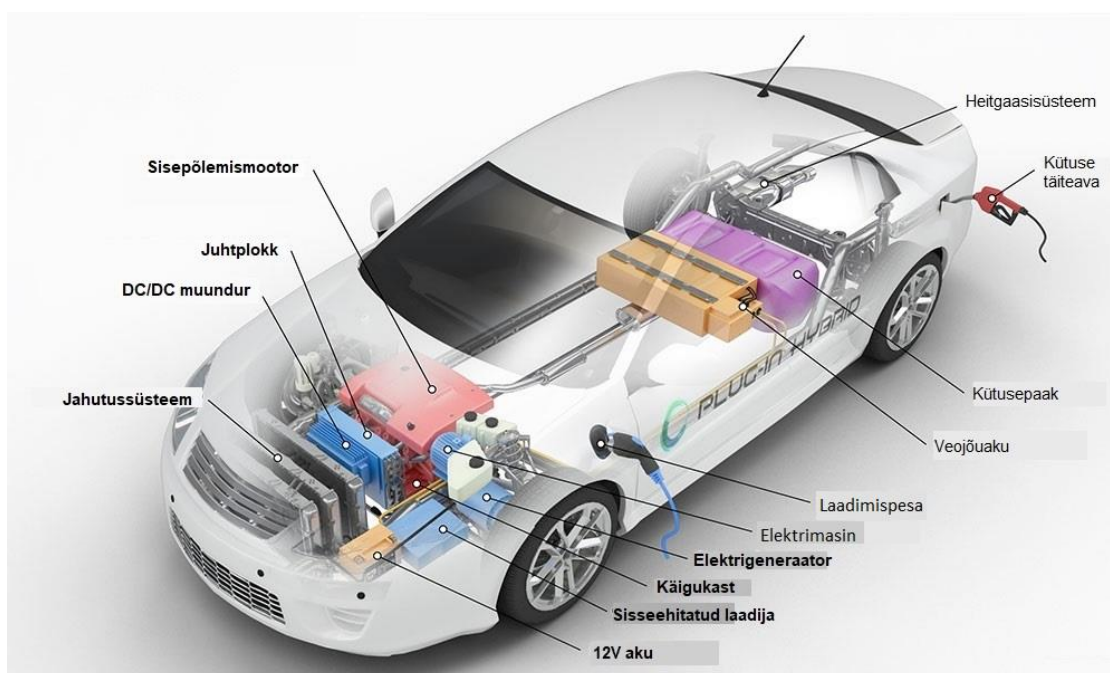
Täishübriid HEV (*hybrid electric vehicle*) sõiduk koosneb sisepõlemismootorist ning vähemalt ühest elektrimasinast. Süsteem kasutab energiaallikana veojõuakus hoitavat elektrienergiat. Täishübriid sõidukit ei ole võimalik laadida välisest vooluallikast, selleks puudub sõidukil laadimispesa. Selle

asemel laetakse akut regeneratiivse pidurdamise ja sisepõlemismootori abil. Elektrimasina täiendav võimsus võimaldab kasutada väiksema töömahuga mootorit, millega on võimalik hoida kokku kütusekulus. Aku suudab samuti toita lisaseadmeid, kaasaarvatud ka konditsioneeride kompressorit, pidurivõimendi, veepump ja vähendada mootori töötamist tühikäigul seistes. Kõik need omadused aitavad saavutada paremat kütusesäästlikust ning võimaldada sõita madalatel või vähest võimsust nõutavatel hetkedel elektriliselt. Täishübriidsõiduki komponendid ja ehitus on väga sarnane pistikhübriid sõidukiga, ainus erisus on laadimispesa puudumine ja väiksem veojõuaku (Joonis 6). [2]

1.6. Pistikhübriid sõiduk

Pistikühübriid sõidukid PHEV (*plug in-hybrid*) on sõidukid, kus on ühendatud sisepõlemismootor ja elektrimasin, võimaldades sõidukil liikuda kas ainult sisepõlemismootoriga, elektrimootoriga või nende kahe koostöös, sõltuvalt sõidurežiimist. Pistikhübriidid erinevad tavalistest hübriidsõidukitest peamiselt seetõttu, et neil on suurem akumahutavus, mis võimaldab pikemat elektrilist sõiduulatust.

PHEV-de akumahutavus on tunduvalt väiksem täiselektrilistest sõidukitest. Keskmiselt saab pistikhübriidi akutäiega sõita umbes 50 - 100 km. Võrreldes täishübriidiga on pistikhübriididel lisaks laadimispesa, kust kaudu saab sõiduki veojõuakut laadida välisest vooluallikast. Hübriidsõidukite valikust on pistikhübriid neist kõige kallim. Pistikhübriid sõiduki komponendid ja ehitus on toodud välja joonisel (Joonis 6). [2]



Joonis 6. Täishübriid sõiduki ehitus [4]

2. POLITSEI- JA PIIRIVALVEAMETI PATRULLSÕIDUKID

Politsei- ja Piirivalveametil on maismaa patrullisõidukite pargis kasutusel palju eri liiki sõidukeid, patrullisõiduautod, patrullbussid, patrullmaasturid, lisaks veel mootorrattad ning ATV-d (*all-terrain vehicle* - väike kolme- või neljarattaline sõiduk raskesti läbitaval maastikul sõitmiseks).

Tänapäeval on peaaegu enamus PPA autopargi autodest liisingus. Sellega tagatakse autopargi järjepidev uuenemine, keskmiselt umbes 5 aasta tagant. Tehnika areng ning ohutus- ja turvavarustus on sõidukitel pidevas arengus. Sellise perioodi tagant autode vahetus tagab turul olevad uuemad lahendused, mis omakorda muudavad politseinike tööd kiiremaks, mugavamaks ning turvalisemaks. Samuti on uued sisepõlemismootorid ökonoomsemad koos erinevate heitgaasi puhastussüsteemidega, mis vähendavad õhku paisatavate kahjulike heitmete koguseid. Kuni viie aastaste sõidukite puhul on just peamine, et tehniliste rikete esinemis võimalus on oluliselt väiksem võrreldes sõidukitega, mis on vanemad kui viis aastat, sellega saab kokku hoida remondikuludelt ning ressursi saab hoida pidevalt kasutuses. Lisaks on garantiaeg paljudel sõiduki markidel just nii pikk, mis tagab garantii poolt kaetavate osade ning rikete parandamise või vahetuse tootja kulu.

Patrullisõiduautodena on PPA-l kasutusel peamiselt Škoda Superb, Škoda Kodiaq, Toyota Rav4 ja Seat Tarraco ning patrullbussidena aga Mercedes-Benz Vito ja Volkswagen Transporter kaubikud (Joonis 7).



Joonis 7. Patrullbuss Mercedes-Benz Vito ja patrullisõiduauto Škoda Superb Combi [5]

Patrullmaasturitena on kasutusel Volkswagen Amarok ning Mercedes-Benz X-klass (Joonis 8). Need autod on SAR-tüüpi (*search-and-rescue* - otsing ja pääste); sõidukid, mida on võimalik kasutada ka raskesti läbitavatel pinnastel. Selliste autode hanketingimustes oli välja toodud, et sõidukil peab

olema 5 istekohta ning veokast, lisaks nelivedu, automaatkäigukast ning vähemalt 100 kW mootor.
[6] [7]



Joonis 8. PPA SAR-patrullmaasturid Mercedes-Benz X-klass [7]

PPA kasutuses on juba üle 20. aasta ka lisaks neljarattalistele sõidukitele ka kahe rattalised mootorrattad (Joonis 9). Need leiavad kasutust peamiselt suvekuudel maist kuni septembrini ning rakendatakse peamiselt liiklusjärelvalve teostamisel. Eeliseks on manööverdusvõimekus just tihedas liikluses, kus on ummikud. Peamiselt kasutatakse eri markide *touring sport* ja *touring* tüüpi mootorrattaid, neid on PPA-l kokku umbes kümme. PPA mootorrattastega läbitakse suve jooksul umbes 50 000 kilomeetrit. Lisaks on kasutusel ka ATV-d (Joonis 10). [8]



Joonis 9. PPA mootorratas [9]



Joonis 10. PPA ATV [10]

2.1. Nõuded patrullisõidukile

2018. aasta alguses loodi uued Politsei- ja Piirivalveameti maismaasõidukite esitatavad standardid. Vastavalt igale erinevale tööliinile, mis PPA-s on, tehti optimaalseima sõiduki kirjeldus. Tööliinidest kõige olulisem on just patrull ning patrullauto, mis peab olema tehniliselt ja võimekuselt kõige parem. Tööliinidel, kus sõidukit läheb vaja peamiselt ainult igapäevase transpordivahendina on ka sõiduk palju lihtsam ning vähesema lisavarustusega.

Patrullisõiduk patrullpolitseinikele ei ole ainult transpordivahend, millega liigutakse väljakutselt-väljakutsele vaid see on terve vahetuse jooksul kui nende liikuv kontor. Seetõttu peab see olema mugav ning mõjuma hästi nende motivatsioonile ning tervisele. Sõiduki suurus on ära määratletud vastava sõidukiliigist, kas tegemist on patrullisõiduautoga, -bussiga või -maasturiga. Oluline on, et sõiduk oleks nii suur, et patrullpolitseinikud mahuksid kogu oma pagasiruumi täie varustusega (Joonis 11), relvavöö ja kuulivestiga ning lisaks ka klientidega sõidukisse normaalselt ära. Enne kui võeti patrullisõiduautodena kasutusele Škoda Superbid olid nende asemel Škoda Octaviad, mis mõõtudelt on oluliselt vähem ruumikamad ning seetõttu ei mahtunud kogu tööks vajalik varustus sõidukisse ära. PPA reguleerib sõidukite ruumikust hanketingimustega, viimase hanke puhul oli sõiduauto ja maasturi minimaalseks teljevaheks 2650 mm ning pikkus minimaalselt 4600 mm. Bussil vastavalt 2600mm ja 4800mm. Bussidel on sõiduki tagaosas ka eraldi kinnipidamisruum ning sõiduki keskel tööruum laua ja nelja istekohaga (Joonis 12). [5]



Joonis 11. PPA patrull sõiduauto pagasiruum [5]



Joonis 12. PPA patrull sõiduauto salong ning patrullbussi tööruum [5]

Patrull sõiduautode, -busside ja -maasturitele on määratud hanke tingimustes ära, et nende minimaalne mootorivõimsus kilovattides peab olema sõidukil 110 kW. Lisaks peavad autod olema nelikveolised, et tagada parimat läbivusvõimekust ning pidamist erinevates teeoludes. Sellega püütakse välistada võimalust, et patrull sõiduk tööülesandeid täites ei jääks näiteks talviste ilmastikuoludega lumme kinni ning saaks raskesti läbitavatest kohtadest läbi. Autod peavad olema automaatkäigukastiga, kuna alarmsõitu tehes, peab politseiniku jaoks jätkuma käsi ka märgutulede, helisignaalide ning raadiojaama kasutamiseks. Samuti muudab automaatkäigukast sõidukijuhile sõitmise lihtsamaks ning mugavamaks, sõltuvalt juhi oskustest ka kütuse säästlikumaks.

Kõikide PPA poolt kasutus olevate patrull sõidukitele on paigaldatud lisavarustusena lisaaku, mille pealt töötab kogu eritehnika näiteks e-politsei seade, raadiojaam, GPS (*global positioning system* - globaalne positsioneerimissüsteem) jälgimine jne. Lisaaku mahutavus sõltub vastavalt sõidukile

paigaldatud tarbijate hulgale ja võimsusele. Lisaseadmeid peab olema võimalik kasutada seisva sõidukiga ning peab olema tagatud, et selle käigus lisaaku ei saaks tühjaks vähemalt 13 tunnise perioodi jooksul. Lisaakut peab olema võimalik laadida ka sõidu ajal, kui ka 230 V võrgust 16 A-ga. Lisaaku kasutamine on oluline just seetõttu, et tagada sõiduki käivitusaku piisav laetustase sõiduki käivitamiseks. Kui kogu eritehnika toide toimiks käivitusaku pealt siis väljalülitatud mootori korral saaks aku kiirelt tühjaks.

Sõidukitele paigaldatav sireen peab tekitama vähemalt 104 dB valjust heli ning olema koos valjuhääldi võimekusega, valjuhääldi mikrofoni peab olema paigaldatud salongi käigukasti konsoolist paremal pool.

Patrullisõidukitele peab olema paigaldatud märgutuled, sõiduki eri külgedele. Sõiduki esiosas numbrimärgi lähedal peab asetsema kaks sinise värviga LED märgutule moodulit, sõiduki tagaosas kaks sinise värviga LED märgutule moodulit. Lisaks peab esiosas olema kaks kahevärvilist sinine ja punane LED märgutuld, mis asetsevad sõiduki tulede lähedal. Sõiduki esiklaasi taha peab olema paigaldatud kaks sinise värviga märgutuld. Patrullisõiduki katusel peab paiknema tugevalt kinnitatud vilkuri paneel, millel on 24 mitmevärvilist märgutuld, mis võivad põleda siniselt, punaselt ja kollaselt ning lisaks kaks LED tuld külgedel valget värvi, millega valgustada auto ümbrust. Nende juhtimine toimub salongis olevast juhtpuldist, kust saab valida, millised vilkurid tööle pannakse, kas sinised, kollased või sinised-punased koos. Lisaks helisignaali, koos erinevate toonidega ning õhupasuna aktiveerimise lüliti.

Parema valgustuse tagamiseks pimedal ajal või halva nähtavuse korral peavad olema paigutatud lisakaugtuled esiosas (põrkeraua või iluvõres), suunaga ette, nende võimsus peab olema vähemalt 75W ning nendel peab olema automaatne vilkumise funktsioon. Lisaks eraldi lülitus, mis võimaldab anda läbi kaugtulede hoova lühiajalist märguannet, sõltumata alarmseadmete tööst.

Patrullpolitseinike põhiline töövahend on tahvelarvuti kujuline e-politsei seade, mis peab olema paigaldatud koos alusega vähemalt kolmepunktilise tugijalaga ja/või klambritega, lisaks peab e-politsei seadme kasutamiseks olema paigaldatud vajalik kaabeldus ning kombiantenn katusele. [11]

E-politsei seadme kõrval oluline sidepidamisvahend on raadiojaam ning selle kõlar, need peavad asuma sõiduki keskel armatuurlaua kõrgusel. Kõigis patrullisõidukites peab olema tugirelva hoidik koos salve hoidikutega. Olenevalt sõidukist, peab tarnija poolt olema valmidus sõidukite kiirusemõõte seadmetele. [5]

2.1.1. Alarmsõiduk

Liikluseaduse § 84. lõige 1 alusel on eritalituse sõiduk - sõiduk ja maastikusõiduk, millega täidetakse kiireloomulisi ameti- või tööülesandeid või ülesannet, mille kestel on vaja hoiatada teisi liiklejaid sellise sõiduki kohalolust. Seaduses nimetatakse sellist sõidukit kui alarmsõiduk.

Alarmsõiduki juht, kelle sõidukil on sisse lülitatud sinine vilkur või sinine märgutuli koos erilise helisignaalliga või helisignaallita, võib avaliku võimu ülesannete täitmisel kõrvale kalduda käesoleva seaduse 2. peatükis sätestatud nõuetest, välja arvatud §-des 69 ja 70 sätestatud nõuded.

Liikluseaduse 2. peatükk kirjeldab liiklusreegleid ehk näitena sõidukiirusi, tee andmise üldisi kohustusi, möödasõitu, liiklust õuealal jne, millest võib alarmsõiduki juht kõrvale kalduda. Väljarvatud §-des 69 ja 70 sätestatud nõuded, mis käsitlevad sõiduki juhtimise keeldu. Alarmsõiduki juht ei tohi olla sõidukit juhtides joobeseisundis ega juhtimist keelavas tervise seisundis.

Liikluseaduse § 84 lõige 6 alarm- ja jälitussõidukite loetelu, nende tähistamise ja liiklemise korra kehtestab Vabariigi Valitsus määrusega.

Alarmsõidukid määruse järgi on [12]:

- Päästeameti sõiduk ning maastikusõiduk;
- päästetööl osaleva juriidilise isiku sõiduk ja maastikusõiduk;
- kiirabisõiduk;
- Politsei- ja Piirivalveameti sõiduk ja maastikusõiduk;
- Kaitsepolitsei ameti sõiduk;
- Kaitseväge kiirabisõiduk, Kaitseväge päästesõiduk ja sõjaväepolitsei sõiduk;
- Justiitsministeeriumi vanglate osakonna ja vangla sõiduk ning maastikusõiduk;
- Siseministeeriumi siseturvalisuse teenistuse sõiduk;
- Maksu- ja Tolliameti sõiduk;
- prokuratuuri sõiduk;
- Eesti Panga sõiduk;
- Välisluureameti sõiduk;
- Vabariigi Presidendi Kantselei sõiduk;
- Välisministeeriumi sõiduk.

Määruses on välja toodud lisaks alarmsõiduki eriseadmed, milleks on valgusseadmed ja heliseadmed. Valgusseadmed on vilkur ja märgutuli ning heliseadmeteks on vahelduva tooniga helisignaalseade ja

valjuhääldi. Alarmsõiduk, mille kere on tähistatud ja värvitud, peab lisaks olema vahelduva tooniga helisignaalseade. § 6 kirjeldab ära, kus peavad erinevatelt alarmsõidukitel paiknema valgusseadmed ehk sinised, punased või kollased vilkurid (Joonis 13). Ainult Politsei- ja Piirivalveameti, Kaitsepolitseiameti ning Maksu- ja Tolliameti alarmsõidukile võib täiendavalt paigaldada punase vilkuri.

§ 9 määrab ära alarmsõidukite põhivärvid ning kontrastvärvid. Politsei sõidukitel on põhivärviks valge ning kontrastvärviks sinine. § 10 järgi värvitakse või kiletatakse PPA alarmsõidukil kontrastvärviga sõiduautode uksed, pakiruumi luuk või tagasein ning kapott, kolme külgüksega sõiduautol esiüksed, kapott, tagaüksed või tagaluuk, tagasein ja külgedele triip laiusega 290 ± 50 mm. Veoautol ja bussil – esiüksed, tagaüksed, tagasein ja külgedele triip laiusega 290 ± 50 mm.

Alarmsõiduki kuuluvust näitavad kirjed paigaldatakse § 11 alusel sõiduauto kapotile, külgustele või külgedele ning kolme külgüksega sõiduauto, bussi ja veoauto esiustele või külgedele ja tagauksele või tagaseinale ning vajaduse korral kapotile põhi- või kontrastvärviga.

Sõiduki nähtavuse parandamiseks teiste liiklejate suhtes võib lisaks kasutada ruudustikukujulist või kaldtriipudega linthelkur-värviriba alarmsõiduki allosas laiusega kuni 400 millimeetrit.

§ 13 järgi võib jätta ka Politsei- ja Piirivalveameti alarmsõiduki ka sätestatu kohaselt värvimata ja tähistamata. [12]



Joonis 13. Märgutulede paigutus [11]

2.2. Patrull sõiduki ettenähtud ekspluatatsiooniaeg ning reaalne kasutatavus

Politsei- ja Piirivalveameti kõikidele sõiduautodele, väikebussidele ja kergveokitele sealhulgas patrull sõidukitele on ette nähtud eeldatav kasulik eluiga aastates, selleks on määratud 10 aastat. [13] Rendiperioodiks on 60 kuud ehk 5 aastat. Tavapäraseks ekspluatatsioon ajaks on välja kujunenud keskmiselt 5 aastat, mille jooksul patrull sõiduk läbib umbes 250 000 – 300 000 km. Elukaare täitumisel (10 aastat või 300 000 km) hinnatakse iga sõidukit eraldi, kui sõiduki seisukord võimaldab, siis kasutatakse sõidukeid edasi, võimalusel roteeritakse muudesse Politsei- ja Piirivalveameti töölinidesse, kus sõiduki kasutus ei ole nii intentsiivne.

PPA kõik sõidukid läbivad aasta jooksul kokku umbes 20 000 000 kilomeetrit. September 2023. aasta seisuga on PPA kasutuses olevate patrull sõidukite keskmine vanus 3,7 aastat. [14]

Patrull sõiduk töötab keskmiselt 18 – 22 tundi ööpäevas. [5]

Patrull sõidukite läbisõit kogu Politsei- ja Piirivalveameti autopargist läbisõidust moodustab 39%. 2023. aasta keskmine patrull sõiduki läbisõit kuus septembri kuu seisuga oli 3424 kilomeetrit ning keskmine kütusekulu ühe patrull sõiduki kohta 9,62 l/100 km. Patrull sõiduki keskmine tangitud kütuse litraaž kuus, seisuga september 2023. aastal oli 333 liitrit. [14]

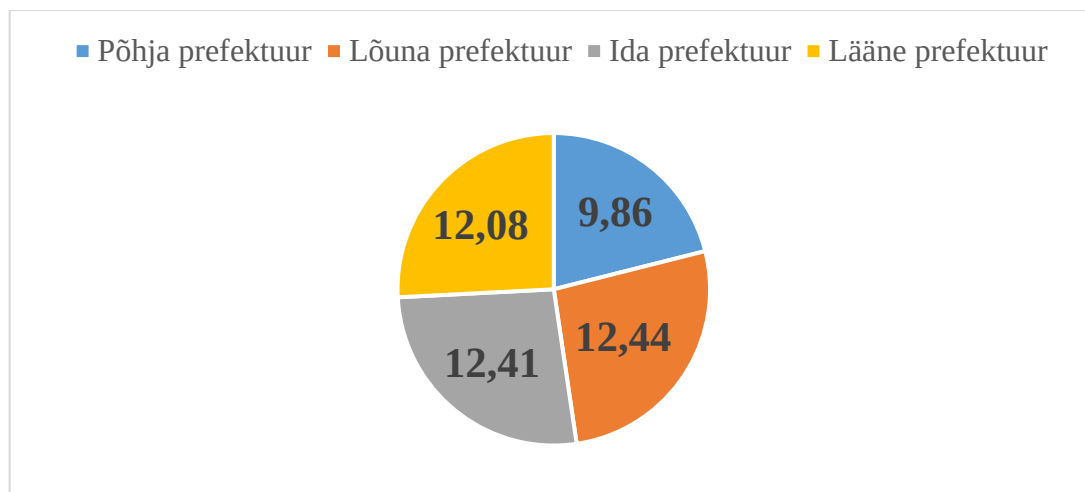
Järgnevas tabelis (Tabel 1) kajastatakse PPA poolt kogutud statistiline info patrull sõidukite kasutuse kohta üle Eesti, ühe nädala pikkuse aja vältel 2022. aasta oktoobris. [14]

Tabel 1. Patrull sõidukite kasutus üle Eesti ühe nädalase perioodi jooksul [14]

Sõitude arv	9 915
Sõitude arv keskmiselt päevas	1 416
Keskmine sõidu pikkus (km)	11,34
Pikim vahemaa (km)	186
Lühim vahemaa (km)	0,1
Kilometraaž kokku (km)	112 479
Sõitude arv, kus suurim kiirus oli võrdne või ületas 100 km tunnis	1 176
Sõitude arv, kus suurim kiirus oli võrdne või ületas 150 km tunnis	122

Sõitude arv, kus suurim kiirus oli võrdne või ületas 200 km tunnis	2
Keskmine sõidu kestus (min)	20

Jooniselt on võimalik näha, et Põhja prefektuuris on patrullisõidukite keskmise sõidu pikkus umbes 2 km vähem kui Lõuna -, Ida - ja Lääne prefektuuris (Joonis 14).



Joonis 14. Keskmine sõidupikkus prefektuuri, km [14]

2.3. Sõiduki hooldus- ja remont

Politsei- ja Piirivalveameti sõidukid on pidevas kasutuses, mistõttu vajab iga sõiduk kindla perioodi tagant hooldust või esineb sõidukil mõni rike, mis vajab remonti.

PPA teostab oma maismaasõidukite pargile hooldus- ja remonttöid margiesindustes, PPA oma töökodades või siis lepinguliste parterite juures. Tööde teostamise koha valik sõltub peamiselt sõiduki garantiilisusest, teostatava töö liigist ja sõiduki ning teeninduspunkti omavahelisest vahemaast.

Margiesindustes teostatakse sõidukitele hooldus- ja remonttöid peamiselt garantiilistele rendi- või omandisõidukitele. Peamiseks põhjuseks selle valiku puhul on sõiduki garantii säilimine, kuna enamuste sõidukite puhul säilib garantii vaid siis kui korralised hooldused teostatakse volitatud ettevõtetes. Margiesindustest sõidukit hankides on oluline, et esindus suudaks pakkuda ametliku teenindust vähemalt Tallinnas, Tartus, Pärnus ning Ida-Eestis kas Jõhvis, Rakveres või Narvas. Selle tingimusega vähendatakse aega ning kulusi sõiduki teenindusse viimisel.

Lepinguliste hooldus- ja remonttöid pakkuvate partnerite juures teostatakse peamiselt hooldus- ja remonttöid mittegaraantilistele sõidukitele. Samuti võidakse teha partnerite juures ka kõikidele sõidukite rehvivahetusi ning muid remonttöid, mis ei mõjuta autode garantiid. Lepinguliste partnerite vajadus seisneb peamiselt Eesti selliste piirkondade tõttu nagu näiteks saared ning hajaasustusega kohtades. Juhul kui PPA Saaremaal asuvale sõidukile, mis on kas garaantiline või mitte, on vaja teha piduriketaste ja -klotside vahetus siis ei suunata sõidukit Pärnusse margiesindusse vaid kasutatakse kohalike lepinguparterite teenuseid. Sellega vähendatakse kulusi, mis oleks tekkinud sõiduki transpordiga ning ressursi mitte kasutamise võimalusega.

PPA-l on üle Eesti jaoskondades oma autotöökojad. Põhja-Eesti piirkonnas on oma töökoja võimekus kõige suurem, kuid Lääne-Eesti piirkonnas puudub oma töökoja võimalus üldse. Üle Eestiliselt on kõige rohkem margi põhised patrullisõidukina esindatud Škoda. Nende sõidukite hooldustööde teostamine on kõige ajakriitilisem ning seetõttu on Politsei- ja Piirivalveamet saanud litsensi teostada oma töökodades Škoda marki sõidukitele korralisi hooldusi. Sellega vähendatakse oluliselt aja kulu, mis tekiks sõiduki margiesindusse hooldusesse viimisega.

Oma töökojal on lisaks Škodade hooldusele mõistlik teha just remonte, mis on kiiresti lahendatavad. Töökojajuht saab vastavalt töökoormusele suunata pikemaid ning mahukamaid remonttöid vajavad sõidukid lepinguliste koostööpartnerite juurde. Tänapäeva sõidukid muutuvad ehituse ja süsteemide poolest üha keerukamaks, mistõttu mõningate remonttööde teostamine vajab rohkem teadmisi ning vastavat väljaõpet, see kehtib eriti just elektrisõidukite kohta. Samuti on PPA kasutuses olevate maismaasõidukite markide ja mudelite poolest väga lai, mistõttu oma töökojad ei pruugi omada piisavat pädevust lahendada kõiki keerulisi probleeme.

Aastate pikkuse kogemusega on saadud aru, et oma töökodade omamine on vajalik, eriti just kriisiolukordades.

PPA sõidukipargist saab just kõige suurema koormuse patrullisõidukid. Aastate jooksul on kasutusel olnud eri marki sõidukite mudelitel tulnud välja hulgaliselt tüüpvigu. 2016. aasta Škoda Octaviatel oli peamiselt probleem vedrustusega, kus murdusid ära vedrud. Kuigi sõidukitele oli lisavarustusena tellitud Škoda poolt pakutav raskete teeolude pakett, mis sisaldab tugevdatud vedrusi. Škoda Superbide kohta toob PPA välja kahemassilise hooratta, mis hakkab kolisema. 2016. aasta Volkswagen Transporterite diiselmootorid kestsid ainult umbes 200 000 km. Mercedes-Benz Vito patrullbussidel on esinenud peamiselt probleeme heitgaasisüsteemide anduritega.

Peamiselt kõik PPA kasutusel olevad sõidukid on diiselmootoritega ning PPA andmetel on Adblue ja EGR (*exhaust gas recirculation* - heitegaaside tagasijuhtimine) ja DPF (*diesel particulate filter* - diiselmootori tahkete osakeste filter) rikkeid esinenud pea igal neist. Politseitöö spetsiifikast tulenevalt kuuluvad patrullisõidukitel kiirelt piduriklotsid ja -kettad, kuna sõidukid on rasked ja alarmsõitu tehes kiirendatakse ja pidurdatakse palju. Esinevad ka füüsilised kulumised istmetel, polstritel, uste piirajatel, aknatõstukitel ja lülititel, mis on tingitud tihedast liikumisest autosse sisse ja välja. Mootorid töötavad ka suure osa ajast tühjalt kohapeal, seetõttu esineb probleeme tahmafiltriga, kuna DPF põletused võivad jääda pooleli.

3. HETKESEIS PPA ELEKTRIAJAMIGA PATRULLSÕIDUKITE PARGIS

Politsei- ja Piirivalveameti täiselektriliste sõidukite park on umbes 20 sõiduki suurune. Elektrisõidukite kasutamine sai PPA jaoks alguse 2012. aastal kui Eesti riik eraldas PPA kätte 19 Mitsubishi i-MiEV sõiduautot. [15] Autod on PPA-l tänaseni alles, kuid algelise ja väikese mahulise akutehnoloogia ning sellest tuleneva väikese sõiduulatused ning ebamugava sõidumugavuse pärast leiavad antud sõidukid nüüdseks vähest kasutust, peamiselt ainult administratiiv sõitude tegemiseks. Viimastel aastatel on soetatud lisaks kaks tänapäevast elektrisõidukit. Peugeot e-Expert kaubik, mida kasutatakse vedude teostamiseks ning Volkswagen ID.4, mis on kasutuses patrullisõiduautona.

3.1. Elektriajamiga patrullisõiduk Volkswagen ID.4 GTX

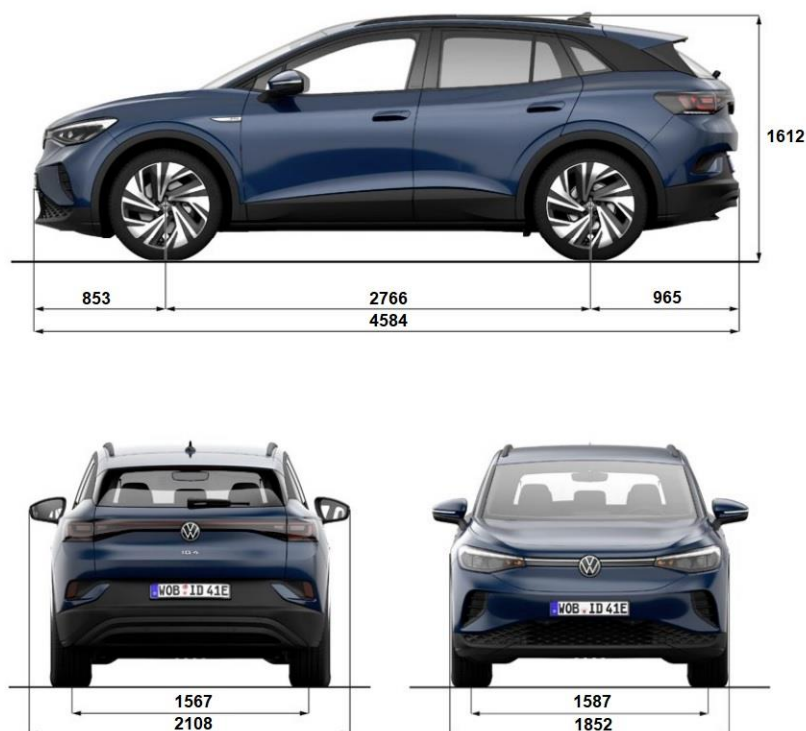
Vastavalt Vabariigi Valitsuse 17.06.2021 korralduse nr 227 alusel kuulutas Eesti Energia AS välja riigihanke Politsei- ja Piirivalveameti nimel. Riigihanke lepingu esemeks oli patrullauto ostmise. Hanke eeldatav maksumus oli 71 000 eurot. Pakkumisi antud hankele sai esitada alates 30.08.2021 09:15 kuni 20.09.2021 kella 12:00-ni. Kokku tehti pakkumisi kolme ettevõtte poolt, kelleks olid Moller Auto Tallinn OÜ, AS Aasta Auto Pluss ja Rohe Auto Aktsiaselts. Hanke võitis Moller Auto Tallinn OÜ, hanke maksumus käibemaksuta oli 56 812,50 eurot. [16]

Riigihanke tehnilised tingimused, mis oli esitatud elektrilise patrullautole (väljaarvatud PPA poolt nõutud lisad: kleeibised, raadiojaam, e-politsei, viljurid jne) on välja toodud lisades (Lisa 2). Antud tehnilised näitajad ja tingimused on PPA poolt esitatud miinimumnõuded, mille pakkuja peab hankijale tagama. Sõiduk ja selle lisavarustus peavad vastama Euroopa Liidus ja Eesti Vabariigis kehtivatele nõuetele, k.a majandus- ja kommunikatsiooniministri 13. juuni 2011. a määrusele nr. 42 „Mootorsõiduki ja selle haagise tehnonõuded ning nõuded varustusele“. [11]

Moller Auto Tallinn OÜ tegeleb uute- ja kasutatud Volkswagen kaubamärgi sõidukite müügiga. Nende elektrisõidukite tootevalikust hanketingimustele kõige paremini vastas Volkswagen ID.4 (Joonis 16). Antud auto mudeliversioon GTX on Volkswagen ID.4 valikust parima põhivarustusega, suurima mahutavusega veojõuakuga 82 kWh, valikust kiireima kiirendusega 0 - 100 km/h, milleks on 5,4 sekundit. Tehnilised andmed antud auto kohta on toodud välja tabelis ja joonisel (Tabel 2) (Joonis 15). [17]

Tabel 2. Volkswagen ID.4 GTX tehnilised andmed [18]

Sõiduki mark	Volkswagen
Sõiduki mudel	ID.4 GTX
Sõiduki kategooria	M1 - sõiduauto
Keretüüp	universaal
Uste arv, tk	5
Istekohtade arv, tk	5
Täismass, kg	2750
Tühimass, kg	2149
Kandevõime, kg	601
Veojõuaku tüüp	Liitiumioonaku
Veojõuaku bruto maht, kWh	82
Veojõuaku neto maht, kWh	77
Sõiduulatus WLTP kohaselt, km	482
Maksimaalne AC laadimisvõimsus, kW	11
Maksimaalne DC laadimisvõimsus, kW	175
Keskmine energia tarve WLTP kohaselt, kWh/100km	18,20
Veoskeem	Nelivedu
Kogu süsteemi võimsus, kW	223
Kogu süsteemi moment, Nm	460
Esitelje masina tüüp	Asünkroonmasin
Esitelje masina võimsus, kW	81
Esitelje masina moment, Nm	162
Tagatelje masina tüüp	Sünkroonmasin
Tagatelje masina võimsus, kW	152
Tagatelje masina moment, Nm	310



Joonis 15. Volkswagen ID.4 GTX mõõtmed, mm [17]



Joonis 16. PPA täiselektiline patrullisõiduk Volkswagen ID.4 GTX [19]

3.1.1. Kasutuskogemus

PPA-l on Volkswagen ID.4 GTX olnud kasutuse üle aasta ning läbinud selle ajaga umbes 15 000 km. Sõiduk registreeriti Transpordiametis 01.09.2022.

Antud sõidukit on selle aja jooksul peamiselt testitud Tallinna linnas, osaliselt ka Harjumaa piires. Linnas temperatuuril vähemalt +10 °C on veojõuaku tühjenemine olnud lineaarne tehase poolt

lubatuga. Talvistes tingimustes ehk temperatuur alla + 10 °C tühjeneb aku kiiremini, kuid PPA poolt oodatust vähem, kui arvati. Keskmiselt sõiduulatus linnatingimustes on jäänud vahemikku 300 – 350 km. Kui ametnikel on tarvis olnud teha alarmsõitu, mis võib tähendada suuremaid kiirusi ning äkilisi ja korduvaid kiirendusi ja pidurdusi siis täheldati, et sõiduulatus võrdus 1% kuvatavast aku laetustasemest 1-2 km sõiduulatusega. Laetud akutäiega saaks sellisel juhul sõita umbes 150 km.

Laadimisvõimekuse suhtes ilmnesisid probleemid, kuna eeldati, et umbes 1 tunni jooksul oleks võimalik autot laadida 30 – 40 %, kuid reaalsus oli 20 – 25% tunnis. See on tingitud PPA jaoskondades kasutusel olevatest 22 kW vahelduvvoolu laadijatest. Mõisteti, et 1 tunnise lõunapausi ajaga ei ole võimalik autot piisavalt laadida vaid on vaja teha vahepeal lisa laadimisi.

Sõiduki kiirendus võimekus oli võrreldes sisepõlemismootoriga patrullisõidukitega kordades kiirem ja äkilisem, mida loeti positiivseks kuid kiirustunnetus, mootorimüra puudumise tõttu, oli ebatäpne. Samuti vajab kasutajatel harjumist kiirendi- ja piduripedaali tunnetus, kiirendipedaal on väga tundlik ning piduripedaali tuleb vastupidiselt tugevamalt ning sügavamele vajutada, et saavutada soovitud pidurdus. Sõidumüra suhtes olid kasutajad eriarvamustel. Oli arvamusi, et sõiduk on väga vaikne, kuid mõned kurtsid liigse rehvimüra üle.

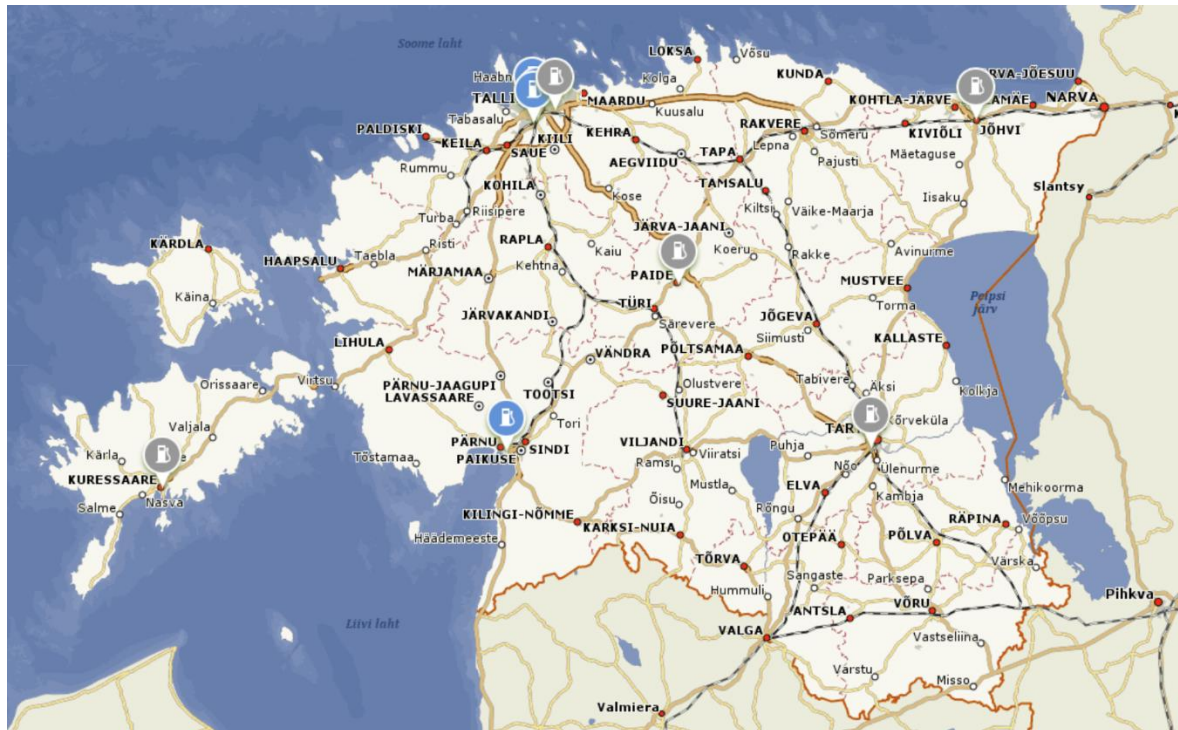
Sõitjate ruumi ruumikuse suhtes jäadi rahule, sõiduk ja istmed on piisavalt ruumikad nii pikematele ja täisvarustusega politseiametnikele. Sõidukiga on kaasas varustus, mille rohkus sõltub tööliinist.

Peamiseks patrullitööd häirivaks süsteemideks osutusid antud sõidukil juhiabisüsteemid, mis segasid eriti just alarmsõitu tehes. Auto tuvastab liiga väikest pikivahet, võimalikke kokkupõrkeid ja kurve ning ristmike, mille tulemusel sõiduk, kas aeglustab või pidurdab ootamatult. Ümberehituse käigus auto külge lisatud vilkurid ning kaugtuled annavad valesignaali vilkumisega parkmisanduritele. [20]

3.2. PPA laadimistaristu

Politsei- ja Piirivalveameti täiselektriliste sõidukite park on hetkel kahe auto suurune. Seetõttu pole PPA valduses olev laadimistaristu ka väga tihe. Elektrisõidukite omamine on PPA jaoks alles uus kogemus ning seetõttu ei ole olnud vajadust ka rajada laadijad igasse Eesti ossa. Laadimisvõimekus on praegu loodud Tallinnas kahes jaoskonnas Kolde pst 65, Rahumäe tee 6/1 ja Põhja prefektuuris Pärnu mnt 139 ning lisaks Pärnu jaoskonnas A. H. Tammsaare pst 61 (Joonis 17). Kuna hetkel on aktiivses kasutuses ning testimises PPA esimene patrullelektriauto siis parima kasutuskogemuse ning tagasiside saamiseks soovitakse kasutada seda autot üle Eesti asuvates jaoskondades, kuid selleks on vaja laadimisvõimekust. Hetkel on valmimises viis laadimisjaama üle Eesti aadressitel: P.Pinna 4,

Tallinn; Transvaali tn 58, Kuressaare; Rahu tn 38, Jõhvi; Tallinna tn 12, Paide ja Riia tn 132, Tartu. Joonisel on toodud välja Politsei- ja Piirivalveamaeti laadimistaristu, sinise laadimisjaama märgiga on märgitud ära olemasolevad jaamad ning halliga rajatavad jaamad (Joonis 17).



Joonis 17. PPA laadimistaristu

PPA-l on üle Eesti kokku 18 politseijaoskonda, peaaegu kõigis suurimates linnades. Jaoskonnad on Tartus, Viljandis, Jõgeval, Põlvas, Valgas, Võrus, Jõhvis, Rakveres, Narvas, Pärnus, Paides, Raplas, Haapsalus, Kuressaares, Kärddlas ning kolm jaoskonda Tallinnas. Laadimisvõimekus on hetkel ainult kolmes jaoskonnas ja ühes prefektuuris, kogu jaoskondade tervikust moodustab see umbes 16.7%. [21]

Jaoskondades, kus on laadimisjaam, on jaama ette loodud vähemalt üks parkimiskoht, mis on mõeldud ainult elektriautole ning oleks vaba kui elektriline patrullisõiduk tänavalt saabub.

3.2.1. PPA kasutuses olevad vahelduvvoolu poolkiirete laadijate tehniline kirjeldus

PPA on esitanud jaoskondade territooriumil olevatele elektrisõidukite laadijatele tingimused, mis on kirjas nende soetamise tehnilises tingimuses.

Laadija on võimalik paigaldada seinalle või peab olema kaasas täiendav post. Laadimisjaam on 3-faasilise võrguühendusega, voolutugevus 32 A ning maksimaalse laadimisvõimsusega 22 kW, koos

lühise- ja rikkevoolukaitsmega ning sobilik välitingimustes kasutamiseks. Ühest elektriauto laadimisjaamast peab olema võimalik korraga laadida kahte sõidukit, seetõttu peab laadija olema suuteline dünaamiliselt jagama koormust, ilma välise tarkvarata, kahe laetava sõiduki vahel. Juhul kui laetakse korraga kahte sõidukit jaguneb 22 kW võimsus kaheks sõiduki vahel ära, 11 kW auto kohta. Jaam peab olema ühildatav DLM seadmega, mis reguleerib automaatselt elektriautode laadija laadimisvõimsust vastavalt hoone energiatarbimisele. Laadijal peab olema kaks laadimiskaablit Mode 3 standariga, mis tähendab, et auto ja laadija vahel toimub kommunikatsioon ning pinge liigub autosse alles siis kui auto on kindlaks määranud sobiva laadimisvoolu ning Tüüp 2 pistikuga vähemalt 4,5 meetrit pikad kaablid. Nende jaoks peab olema hoidik ning kaabel peab olema püsivalt ühendatud laadija külge. [22]

3.2.2. Laadijatega esinenud probleemid

Peamiseks puuduseks olemasolevatel jaamadel on ühtsest haldussüsteemist, kus oleksid kõik PPA valduses olevad laadijad jälgitavad. Laadijate soetamine erinevatesse jaoskondadesse ei toimu PPA-l üheaegselt vaid on soetatud vajaduspõhiselt ning pika perioodi jooksul. See tähendab, et iga laadimisjaama soetamisel on toimunud hange, mille on võitnud erinev ettevõtte, mis omakorda tingib erinevate tootjate laadimisjaamad. Hetkel on kõikide laadijate haldajaks Enefit Volt. Võimalik on pidada arvestust haldussüsteemis kõikide laadijate poolt eraldi tabitud kWh kohta kuid eraldi laadija kohta kulunud kWh-ide maksumust võimalik jälgida pole, kuna laadimisele tarbitud summa läheb jaoskonna hoone üldelektri arvesse. Võimalik on tarbitud kWh ning keskmise elektri börsihinna järgi maksumust tuletada, kuid see pole täpne.

Peamiseks probleemiks on PPA-le laadimispunkti rajamine jaoskondade juurde. Suur enamus Riigi Kinnisvara ASi poolt hallatavatest riigiasutuste hoonetest on vananenud infrastruktuuriga, mis tähendab, et 22 kW võimsusega laadimisjaama rajamiseks tuleb teha suuri ja ebamõistlike kulutusi. Kärkla jaokonna näitel, kus laadimisjaama rajamisest loobuti, kuna selgus, et laadija rajamiseks oleks vaja välja vahetada kogu jaoskonna hoone elektrisüsteem, rajada hoonesse uus elektriühendus, mis omakorda tähendaks projekti, kaevetöid ning elektivõimsuse ostmist.

Viimaste aastate jooksul on Eesti avalike elektriautolaadimispunktide arv ning võimekus kasvanud. Kuid Politsei- ja Piirivalveametil puudub hetkel võimalus neid kasutada. Seda peamiselt PPA valduses olevate elektriliste sõidukite vähese arvu tõttu. Lisaks sellele takistab seda veel laadimisjaamu opereerivate eraettevõtete rohkus, mistõttu tuleks sõlmida ebaratsionaalselt palju lepinguid.

3.3. PPA ja Euroopa Liidu eesmärgid elektrifitseeritud autopargi suhtes

Euroopa Liit on pannud paika eesmärgid keskkonnahoidlikumate autoparkide suhtes 20.06.2019 keskkonnahoidlike maantee sõidukite direktiiviga (EL) 2019/1161, mis sätestab miinimumnõuded avaliku sektori ja võrgustiku sektori hankijatele maantee sõidukite ja seonduvate teenuste hankimisel keskkonnahoidlikuse hindamiseks ja arvestamiseks ning keskkonnahoidlike maantee sõidukite määra, mille riik peab sätestatud vahemikus saavutama.

Eesti Vabariik on vastava EL direktiivi jõustanud 24.02.2023 vastavalt riigihangete seaduse § 77. Riigihanke alusdokumendid lõike 7¹ alusel on keskkonnaminister kehtestanud määruse Hankelepingu esemeks oleva maantee sõiduki kohta riigihanke alusdokumentides kehtestatavad keskkonnahoidlikud kriteeriumid ja tingimused.

Antud määruse eesmärgiks on vähendada transpordisekotrast tulevat õhusaasteainete ja kasvuhoonegaaside heidet ja sellega edendada keskkonnahoidlike maantee sõidukite turustamist ja kasutuselevõttu üle Eesti. Selleks, et parandada linnade õhukvaliteeti on oluline uuendada sõidukiparki keskkonnahoidlike sõidukitega. [23]

Vastavalt direktiivile mõeldakse maantee sõidukite all M- ja N-kategooria maantee sõidukeid. Nendeks on:

M-kategooria maantee sõidukid on peamiselt reisijate ja nende pagasi veoks kavandatud ja konstrueeritud mootorsõidukid, mis jagunevad:

- M1-kategooria: mootorsõidukid, milles on lisaks juhiistmele kuni kaheksa istekohta ja milles ei ole ruumi seisukohtadele olenemata sellest, kas istekohtade arv piirdub juhiistmega (sõiduauto);
- M2-kategooria: mootorsõidukid, milles on lisaks juhiistmele rohkem kui kaheksa istekohta ning mille täismass on kuni 5 tonni olenemata sellest, kas nendes mootorsõidukites on ruumi seisukohtade jaoks (buss);
- M3-kategooria I klassi ja A klassi maantee sõidukite puhul.
 - I klassi M3 kategooria maantee sõiduk: mahtuvus on üle 22 reisija lisaks juhile ning ehitatud seisukohtadega reisijatele, et võimaldada reisijate sagedast liikumist.
 - A klassi M3 kategooria maantee sõiduk: mahtuvus ei ületa 22 reisijat lisaks juhile, mis on ehitatud seisukohtadega reisijatele ning milles on istmed ja seisukohtade ruum.

N-kategooria maantesõidukid on peamiselt kaupade veoks kavandatud ja konstrueeritud mootorsõidukid, mis jagunevad järgmistesse kategooriatesse:

- N1-kategooria: mootorsõidukid täismassiga kuni 3,5 tonni (kaubik);
- N2-kategooria: mootorsõidukid täismassiga üle 3,5 tonni, kuid mitte üle 12 tonni (veoauto);
- N3-kategooria: mootorsõidukid täismassiga üle 12 tonni (veoauto).

Keskonnahoidlik maantesõiduki vastab järgnevatele tingimustele:

- maksimaalne summutist väljuv CO₂-heide on väiksem kui 50 g/km (Tabel 3);
- tegelikus liikluses tekkivad õhusaasteainete heited on protsendina heite piirnormist väiksemad kui 80%. Heite piirnorm on sätestatud EL määruses nr 715/2007;
- M3-, N2- või N3-kategooria maantesõiduk (veokid ja bussid), mis kasutab alternatiivkütuseid. Kui maantesõiduk kasutab vedelaid biokütuseid, sünteetilisi kütuseid või parafiinkütuseid, ei tohi kõnealuseid kütuseid segada traditsiooniliste fossiilkütustega;
- heiteta raskesõiduk, s.t veok või buss, millel ei ole sisepõlemismootorit või mille sisepõlemismootor tekitab 1 kWh kohta heidet vähem kui 1 g CO₂

Tabel 3. Keskkonnahoidlike kergsõidukite tekitatud heite piirmäärad [24]

Sõidukikategooriad	Kuni 31. detsembrini 2025		Alates 1. jaanuar 2026	
	CO ₂ g/km	Tegelikus liikluses tekkivad õhusaasteainete heited protsendina heite piirnormidest	CO ₂ g/km	Tegelikus liikluses tekkivad õhusaasteainete heited protsendina heite piirnormidest
M1	50	80%	0	ei kohaldata
M2	50	80%	0	ei kohaldata
N1	50	80%	0	ei kohaldata

Antud määrus määrab ära miinimumprotsendid perioodide jooksul, kui palju peab olema hankija hangitud sõidukitest keskkonnahoidlikud (Tabel 4).

Tabel 4. Keskkonnahoidlike kergsõidukite osakaalu hankimise sihtmäärad lepingutega hõlmatud kergsõidukite koguarvust [24]

Alates 2. august 2021 kuni 31. detsembrini 2025	Alates 1. jaanuarist 2026 kuni 31. detsembrini 2030
23,10%	23,10%

Antud määrusest on vabastatud järgnevate valdkondade poolt hangitavad maantesõidukid:

- põllu- ja metsamajanduses kasutatavad maantesõidukid vastavalt Euroopa Parlamendi ja nõukogu määruses (EL) nr 167/2013 (14) esitatud määratlusele;
- kahe-, kolme- ja neljarattalised mootorrattad jmt maantesõidukid vastavalt määruse nr 168/2013 määratlusele (L-kategooria sõidukid);
- roomikmasinad;
- iseliikuvad sõidukid, mis on kavandatud ja konstrueeritud konkreetse töö tegemiseks ja mis oma konstruktsiooniliste omaduste tõttu ei sobi reisijate vedamiseks ega kaupade transportimiseks ning mis ei ole mootorsõiduki šassiile paigaldatud masinad;
- M3-kategooria maantesõidukid, mis ei ole I ega A klassi sõidukid;
- üksnes relvajõududes kasutamiseks kavandatud ja konstrueeritud või kohandatud maantesõidukid;
- peamiselt ehitusplatsidel või karjäärides, sadamates või lennujaamades kasutamiseks kavandatud ja konstrueeritud maantesõidukid;
- tsiviilkaitses, tuletõrjes ja korrakaitsejõududes kasutamiseks kavandatud ja konstrueeritud või kohandatud maantesõidukid;
- veetavate reisijate või kauba kaitseks ettenähtud kuulikindla soomusega sõiduk (soomussõiduk);
- M-kategooria maantesõiduk, mis on ette nähtud haigete või vigastatud inimeste veoks ja millel on selleks vajalik erivarustus (kiirabiauto);
- M-kategooria maantesõiduk, mis on ette nähtud surnute transportimiseks ja millel on vastav erivarustus (matuseauto);
- M1-kategooria maantesõiduk, mis on konstrueeritud või ümber ehitatud nii, et seda saab maantesõidul kasutada üks või mitu ratastoolis istuvat isikut (ratastooliga juurdepääsetav sõiduk);

- N3-kategooria maanteeõiduk, mis ei ole kohandatud kaubaveoks, vaid on varustatud kraanaga, mille tõstemoment on vähemalt 400 kNm (liikurkraana). [23]

4. ELEKTRISÕIDUKITE ARENG TULEVIKUS

Elektrisõidukite akutehnoloogia on pidevas arengus, kus keskmes on suurem energiatihedus, kiirem laadimine, suurem turvalisus ning keskkonnasõbralikkus. Tuleviku elektriautode akutehnoloogia peamised arengusuunad hõlmavad tahkisakusid, laadimisinfrastruktuuri parandamist ning akude taaskasutamist ja uuesti ringlussevõttu samuti ka vesinikkütust ning ühendatud sõidukeid.

Tahkisakude tehnoloogia on üks kõige paljulubavamaid suundi elektriautode akude arendamisel. Tahkisakud on võimelised pakkuma suuremat energiatihedust ja kiiremat laadimisaega võrreldes praeguste liitium-ioonakudega. Samuti on need turvalisemad, kuna tahkisakud ei sisalda tuleohtlikku vedelektrolüüti, mis vähendab oluliselt põlemis- ja plahvatusohtu.

Teine oluline arengusuund on laadimisinfrastruktuuri parandamine. See hõlmab nii laadimisjaamade arvu suurendamist kui ka laadimiskiiruse tõstmist. Kiirlaadimisjaamad, mis võimaldavad akusid laadida lühikese aja jooksul, muutuvad üha levinumaks. Samuti on arendamisel juhtmevabad laadimistehnoloogiad, mis suurendavad kasutusmugavust ja vähendavad füüsilise ühenduse vajadust.

Akude eluea lõppedes on oluline keskenduda ka akude taaskasutamisele ja uuesti ringlussevõtule. Akude taaskasutamine mitte ainult ei vähenda keskkonnamõju, vaid pakub ka majandusliku kasu, kuna kasutatud akudest saab eraldada väärtuslikke materjale, nagu liitium, koobalt ja nikkel. Ringlussevõtu ja taaskasutamise protsesside arendamine aitab vähendada maavarade kaevandamist ning toetab jätkusuutlikku materjalide haldust.

4.1. Euroopa Liidu määrus laadimistaristu suhtes

Euroopa Liidu nõukogu võttis 25.07.2023 vastu määruse, mille kohaselt võetakse Euroopa Liidu liikmesriikde teedel kasutusele rohkem laadimisjaamu ja alternatiivkütuste tanklaid, millega soovitakse vähendada CO₂ jalajälge. Lisaks kehtestas nõudeid laadimistaristule.

Alates veebruarist 2024 peab olema võimalik kõikides üldkasutatavates laadimispunktides lisaks telefoni rakendusele ning kliendikaardile võimalik maksta ka maksekaardiga maksekaardilugejas või kontaktivaba funktsiooniga seadmes. Alla 50 kW väljundvõimusega laadijates peab olema võimalus maksta nutiseadmega skäneerides ruutkoodi, mis suunab edasi tegema internetis turvalist maksetehingut.

Kõikidele juurdepääsetavatele laadimispunktide käitajate poolt küsitavad hinnad peavad olema mõistlikud, kergesti ja selgelt võrreldavad ning läbipaistvad. Käitajad peavad andma tarbijatele elektrooniliste vahendite teel teavet ooteaja, kättesaadavuse või hinna kohta eri jaamades.

Alates 2025. aastast sõiduautode ja kaubikute kiirlaadimisjaamad võimsusega vähemalt 150 kW asuma Euroopa Liidu peamistel transporditeedel, see tähendab üleeuroopalises transpordivõrgus iga 60 km tagant. Eesti riigi jaoks tähendab see teelõiku Tallinnast Iklasse, kuhu rajatakse iga 60 km tagant kiirlaadimisjaam. [25]

4.2. Tahkisaku

Tahkisakudel on elektrisõidukite akuna olulised eeliseid võrreldes praeguste peamiselt kasutatavate vedelektrolüüdiga liitium-ioonakude suhtes. Tahkisakude arendamine on muutumas üha olulisemaks, kuna need võivad lahendada mitmeid liitium-ioonakudega seotud probleeme ja pakkuda paremat jõudlust, mahutavust ja turvalisust.

Tahkisakud on võimelised hoidma rohkem energiat ühiku massi kohta võrreldes tänaste liitium-ioonakudega. See tähendab, et elektriauto saab läbida pikemaid vahemaid enne, kui on vaja uuesti veojõuakut laadida. Lisaks tahkisakud ei sisalda tuleohtlikku vedelektrolüüti, mis on levinud praegustes liitium-ioonakudes, muutes tahkisakud turvalisemaks ja stabiilsemaks erinevates temperatuurivahemikes.

Tahkisakude tootmise tehnoloogia on jõudnud katsetamise tasemele, Solid Power ettevõtte näitel, kes on antud tööstuse juhtiv tahkisakude arendaja elektrisõidukitele. Nende tehnoloogia sisaldab silikooni kasutamist anoodis, suurendades seeläbi akude energiatihedust, mis võimaldab seeläbi pikemaid sõiduulatusi. Nende tahkisakud on kavandatud tootmiseks juba olemasolevates liitium-ioonakude tootmisliinides, see on oluline eelis, mis kiirendab tootmist ja hoiab kokku kulusi. [26]

Tahkisakude puhul on veel mitmeid väljakutseid, mis tuleb lahendada enne nende laialdast kasutuselevõttu. Näiteks uuringud on keskendunud materjalide kättesaadavusele ja tarneahelate võimele kiiresti laieneda, et vastata kasvavale akude nõudlusele. Uuringud on keskendunud sellistele materjalidele nagu germaanium ja tantaal, mis on olulised tahkisakude komponentide jaoks. Nende materjalide kättesaadavus maapõues ei pruugi olla probleem aga toomismahtude kiire suurenemine aga küll, mis ei jõua järgi tootmisele.

Lisaks on tahkisakude tootmisprotsess keerukam ja kallim kui vedelektrolüüdiga akude puhul, mis tähendab, et tootmisvigade määr võib oluliselt mõjutada akude kogumaksumust. Teine oluline

väljakutse on komponentide vaheliste liideste stabiilsus. Nende liideste ebastabiilsus võib põhjustada jõudluse langust, mille tõttu tuleb välja töötada meetodeid liideste stabiliseerimiseks. [27]

Sellest hoolimata on prognoositud, et aastaks 2030 võib elektriautode turgul olla hulgaliselt uue põlvkonna tahkisakudega sõidukeid, mis pakuvad suuremat energiatihedust, kiiremat laadimist ja suuremat turvalisust võrreldes standardsete vedelektrolüütidega liitium-ioonakudega. Tahkisakude arendamine ja kasutuselevõtt muudab oluliselt elektriautode müüki. [28]

4.3. Vesinikkütus

Vesinikkütuse tehnoloogia kasutuselevõtt võib olla elektrisõidukite valdkonnas oluline muutus lähi aastakümne jooksul. Need autod suudavad pakkuda pikemat sõiduulatust ja kiiremat tankimist võrreldes ainult veojõuakuda elektrisõidukitega.

Vesinikkütuseelementide peamine eelis seisneb nende kõrges energiatiheduses, mis võimaldab pikemat sõiduulatust võrreldes akudega. Vesinikuenergia muundamine elektrienergiaks toimub kütuseelemendis, kus vesinik reageerib hapnikuga, tootes elektrit, vett ja soojust. See protsess on null heitmega, kuna peamine kõrvalsaadus on vesi. Lisaks sellele on vesinikkütuse tankimine kiire, võimaldades sõidukite paakide täitmist mõne minutiga, mis on võrreldav sisepõlemismootoritega sõidukite tankimisajaga.

Siiski on vesinikutehnoloogia laialdasel kasutuselevõtul mitmeid väljakutseid. Kõige olulisemad neist on seotud vesiniku tootmise, ladustamise ja jaotuse infrastruktuuriga. Praegu toodetakse suurem osa vesinikust fossiilkütustest, mis ei tee vesinikust eriti keskkonnasõbraliku ja jätkusuutliku kütust. Jätkusuutliku vesiniku tootmise saavutamiseks on vajalik vesiniku tootmine roheliste energiaallikate, nagu päikese- ja tuuleenergia abil.

Lisaks on vesinikutehnoloogia majanduslik väga kulukas. Kuigi vesinikutehnoloogia arendamise käigus on kulud langenud, on siiski vesinikusõidukite ja vajaliku infrastruktuuri väljaarendamine endiselt kulukas. Sellest hoolimata peetakse vesinikutehnoloogiat potentsiaalseks lahenduseks akudega seotud piirangutele, nagu väike sõiduulatus ja pikk laadimisaeg. [29]

4.3.1. Vesiniku tanklad Eestis

Eestis on plaanis 2024. aastal avada Tallinnas kaks rohevesinikutanklat, pakkuades 100% rohelist vesinikku, mis on toodetud taastuvatest allikatest. Üks neist on mõeldud sõiduautodele Peterburi teel ja teine vesinikubussidele ja -veokitele Väos. Lisaks kavatseb Alexela hakata pakkuma vesinikuballoone. Eestis on vesinikuautode arv hetkel väike, kuid oodatakse, et lähiaastatel suureneb

nende arv märkimisväärselt, hõlmates nii sõiduautosid kui ka rasketehnikat. Hetkel Eestile lähim vesiniku tankla asub Lätis Riias. [30]

Vastavalt Euroopa Liidu nõukogu poolt vastuvõetud määrusele, peab asuma üleeuroopalises transpordivõrgus ja kõigis linnatranspordisõlmedes vesinikutanklad, mis teenindavad nii sõidu- kui ka veoautosid asuma iga 200 km tagant alates 2030. aastat. [25]

4.4. Veojõuaku vahetus

Elektrisõidukite veojõuakude vahetustehnoloogia pakub alternatiivset võimalust traditsioonilisele juhtmega akulaadimisele. See tehnoloogia võimaldab tühja aku kiiret vahetust juba täis laetud aku vastu ilma, et auto peaks umbes tund aega olema laadimisjaama külge ühendatud, et laadida täis veojõuaku. Akuvahetusjaamades, mis on ehitised näiteks kütusetanklate ja elektriautode laadimisjaamade juures, toimub antud protsess kiirelt ja mugavalt.

Aku tühjendamisel annab sõiduk sellest juhile teda ning saadab vastava info lähimasse akuvahetusjaama, kus valmistatakse sobiv aku ette. Juht sõidab sõidukiga garaaži spetsiaalselt valmistatud platvormile, mille peal on võimalik autol aku eemaldada. Süsteem tuvastab auto ja kontrollib kõiki asjakohaseid andmeid. Juht viibib aku vahetuse vältel sõidukis. Aku vahetus toimub niiöelda robotkäe abil, inimene protsessi sekkuma ei pea. Akuvahetuse kiirus on võrreldav sisepõlemismootoriga sõidukite tankimisega, kestes vaid mõned minutid. Akuvahetuse käigus peab süsteem tagama pideva suhtluse erinevate komponentide vahel, sealhulgas sõiduki, akuvahetusjaama ja infosüsteemi vahel, et tagada süsteemi toimimine. Kui aku on vahetatud käivitab juht sõiduki ning sõidab jaamast välja täis akuga. Vahetatud aku laetakse uuesti täis ning vahetatakse järgmise tühja aku vastu. [31]

Aku vahetust ei saa pakkuda igale sõidukile vaid sõiduk peab olema juba tehases vastavalt ehitatud, et akuvahetus jaamas oleks võimalik. Antud tehnoloogiat pakub hetkel Hiina elektriautotootja Nio (Joonis 18). Hiinasse on rajatud juba üle 1300 sellise jaama ning alates 2022. aasta maist pakutakse teenust ka Norras ning valmimas on jaamad ka Saksamaal. [32]



Joonis 18. Nio vööjõukude vahetus jaam [33]

4.5. Juhtmevaba laadimine

Elektriautode juhtmevaba laadimine on uuenduslik tehnoloogia, mis muudab elektrisõidukite kasutamise veelgi mugavamaks ja keskkonnasõbralikumaks. Traditsioonilise kaabliga laadimise asemel, kus sõiduki laadimiseks on vaja ühendada laadimisjuhe laadimisjaamaga, võimaldab juhtmevaba laadimine elektriülekannet ilma füüsilise ühenduseta. See on oluline areng elektrisõidukite valdkonnas, see vähendab oluliselt laadimiseks kuluvat aega ja suurendab kasutusmugavust.

Juhtmevaba laadimine põhineb induktiooni teel laadimisel. Elektrisõidukite puhul, kus sõiduki all olevale maa-alusele mähisele saadetakse kõrgsageduslik vahelduvvool, mis tekitab vastuvõtvas mähises voolu ja seeläbi toimub veojõuaku laadimine.

Juhtmevaba laadimise süsteemid jaotuvad kaheks: staatiline ja dünaamiline laadimine.

Staatiline juhtmevaba laadimine toimub siis, kui sõiduk seisab paigal. Selleks tuleb elektriauto parkida kohta, kus maapinna alla on paigaldatud laadimisjaama saatjaosa ja sõiduki põhja all on vastuvõtjaosa. Laadimise alustamiseks tuleb saatja ja vastuvõtja omavahel joondada. Laadimisaeg sõltub vahelduvvoolu võimsusest, saatja ja vastuvõtja vahelisest kaugusest ning laadimispatjade suurusest. Staatilised juhtmevabad laadimisjaamad sobivad eriti hästi kohtadesse, kus elektrisõidukid parkivad pikema aja jooksul, näiteks kodudes või töökohtade parklates.

Dünaamiline juhtmevaba laadimine võimaldab sõiduki laadimist liikumise ajal. See tähendab, et maanteele on paigaldatud staatilised saatjad, mis edastavad energiat õhu kaudu, liikuvale sõidukile. Dünaamilise juhtmevaba laadimissüsteemi abil võiks elektriauto, mis sõidab üle laadijate, sõiduulatus

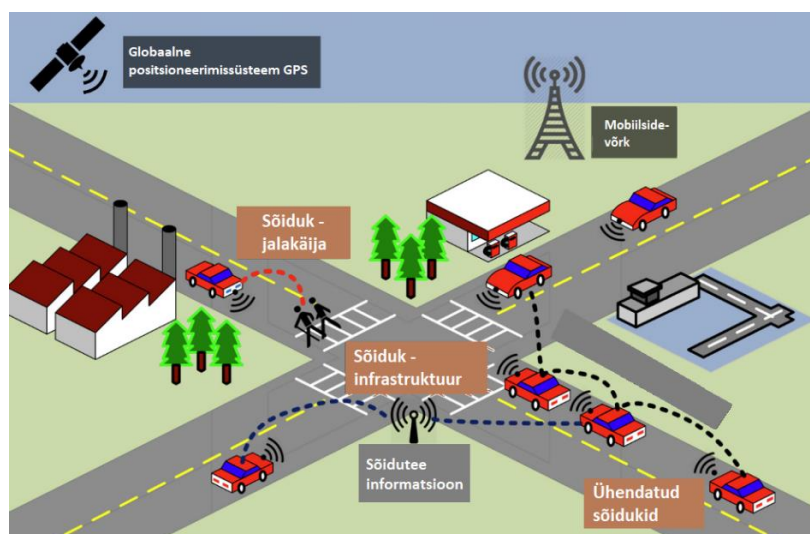
pidevalt laadides suurendada. See vähendab oluliselt mahukate veojõuakude vajadust, aidates kaasa sõiduki kaalu vähendamisele.

Mõlemat tüüpi juhtmevabad laadimissüsteemid koosnevad saatja- ja vastuvõtjaosast, mis on üksteisega resonantsis. See on vajalik efektiivseks laadimiseks. Mõlemal poolel kasutatakse kompensatsioonivõrke, et säilitada resonantssagedused. Lõppkokkuvõttes muundatakse vastuvõtjaosas tekitatud vahelduvvool alalisvooluks ning see suunatakse akusse.

Juhtmevaba laadimise eelisteks on asjaolu, et laadimine võib toimuda nii sõiduki seismisel kui ka liikumisel, mis on oluline areng võrreldes traditsiooniliste pistikühenduste laadimissüsteemidega. Lisaks suureneb juhtmevaba laadimise tehnoloogia arenedes ja laadimisjaamade võrgustiku laienedes sõidukite kasutusmugavus ja sõiduulatus. [30]

4.6. Ühendus sõidukite ja infrastruktuuri vahel

Ühendatud sõidukid (*connected vehicles*) on tehnoloogia, mida tuntakse ka nime all sõidukite internet (*internet of vehicles*) on tehnoloogia, mis muudab kogu transpordisüsteemi ohutumaks, mugavamaks, keskkonnasäästlikumaks ja kiiremaks. Ühendatud sõidukid on integreeritud laiaulatusliku kommunikatsioonisüsteemiga, mis hõlmab sõidukitevahelist suhtlust (*vehicle to vehicle*), sõiduki ja infrastruktuuri suhtlust (*vehicle to infrastructure*) ja sõiduki ning jalakäijate suhtlust (*vehicle to pedestrian*). Enimkasutatud ühendatud sõidukite süsteemid on varustatud liidestega nagu: WiFi või mobiilivõrkudega (GSM, HSDPA, LTE või 5G) ning teiste lühimaa side tehnoloogiatega. Kui sõiduk on võrku ühendatud, on tal juurdepääs pilveteenustele, nagu kiire hädaabi SOS kõne, reaalaajas navigatsioon (Joonis 19). [34]



Joonis 19. Ühendatud sõidukite süsteem [34]

Sõidukite interneti tehnoloogia võimaldab sõidukitel suhelda üksteisega, vahetada olulist teavet reaajas nagu näiteks liiklusolud, avariiohud ja muud ohutusega seotud hoiatused. See suurendab märkimisväärselt liiklusohutust, vähendades avariide riski ja parandades sõidukijuhtide teadlikkust teel toimuvast. Samuti on ühendatud sõidukitel oluline roll liiklusvoogude juhtimisel, aidates vähendada ummikuid ja optimeerida liiklusvoogusid.

Elektrisõidukite kontekstis on oluline pakkudes võimalust leida kiirelt vabu, odavamaid ning autole sobiliku laadimispiirkonda ja võimsusega laadimisjaamu. Lisaks annab see võimaluse autol broneerida laadimisjaam, mis aitab juhtidel vältida laadimisjärjekordi ja parandada sõidukite laadimisefektiivsust. Süsteem võimaldab jälgida aku laetuse taset ja optimeerida sõiduki energiakasutust, pikendades seeläbi sõiduulatust ja vähendades hooldusvajadust.

Teine oluline omadus on sõidukite kaugdiagnostika ja ennetav hooldus. Andurid ja andmekogumissüsteemid sõidukites jälgivad pidevalt sõiduki seisundit, võimaldades tuvastada probleeme enne, kui need muutuvad tõsisteks riketeks. See aitab vähendada ootamatuid rikkeid ja pikendada sõiduki eluiga. Samuti aitab see sõidukijuhtidel paremini mõista oma sõidukite seisukorda ja asju millele tähelepanu pöörata, mis omakorda aitab kaasa ohutumale ja teadlikumale sõidustiilile.

Lisaks sellele on sõidukite interneti tehnoloogia oluline roll kindlustuses, pakkudes kasutuspõhist kindlustust. Sõidukite kasutusandmete kogumine võimaldab kindlustusseltsidel kohandada kindlustusmakseid vastavalt juhi sõidustiilile ja sõiduharjumustele, premeerides ohutuid juhte ja andes lisastiimuli riskantse sõidukäitumise vähendamiseks.

Ühendatud sõidukid toovad kaasa ka uued meelelahutusvõimalused sõidukites. Tänu kiiretele internetiühendustele ja pilveteenustele saavad reisijad nautida voogedastusteenuseid, meelelahutusrakendusi ja interaktiivset meediat, mis muudab sõidukogemuse nauditavamaks või lahutab meelt elektrisõidukit laadimisjaamas laadides. [34]

5. ETTEPANEKUD POLITSEI- JA PIIRIVALVEAMETILE

Sobilike täiselektriliste sõidukite valimine teostatakse kasutades automüüjate kodulehekülgi, sõidukite tehnilisiandmeid sisaldavaid lehekülgi ning hetkel maailmaturul müüdavate täiselektriliste sõidukite koondkataloogi.

5.1. 2021. aasta elektrilise patrullauto hanke tingimustele vastav sõiduk

2021. aastal korraldas PPA hanke, et soetada täiselektriline patrullisõiduk, vastavalt esitatud hanke tingimustele osutus siis sobivamaiks ja odavamaks sõidukis VW ID.4. Tänapäevaks üle kahe aasta tagasi toimunud hanke ajal oli täiselektrilisi sõidukeid Eesti uute autode turul märgatavalt vähem kui täna. PPA on hanke tehnilised nõudmised seadnud vastavalt, et hangitav sõiduk suudaks läbida võimalikult pikka vahemaad WLTP (*Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure* - kergsõidukite ülemaailmne ühtlustatud katsemenetlus) standardi järgi vähemalt 400 km ning veojõuaku mahutavus peab olema vähemalt 77 kWh. Sõiduk peab olema M1 kategooria sõiduauto, keretüübiga universaal või mahtuniversaal, uksi ja istekohti peab olema viis. Täpsed tehnilised tingimused on välja toodud lisades (Lisa 2)

Järgnevalt valitakse välja vastavalt 2021. aasta hanke tingimustele 2023. aasta detsembri kuus Eestis müüdavate uute autode turult kolm kõige odavamat sobivat täiselektriautot.

Vastavalt hanke tingimustele osutusid valituks kolm sõidukit: Volkswagen ID.4 GTX, Škoda Enyaq 85x ja Audi Q4 45 e-tron quattro (Joonis 20). Kõik need kolm autot põhinevad Volkswagen Grupi elektriautode platvormil MEB (*Modular Electric Drive matrix* - Modulaarne elektriajami maatriks). [35] Sõidukitel kasutatakse samasuguseid elektrimasinaid ja veojõuakut. Sõiduulatus WLTP standardi järgi on sõidukitel 515 - 537 km vahemikus, ehk minimaalse erinevusega. Peamine tehniline erinevus seisneb Volkswagen ID.4 GTX puhul, millel on hanke tingimuste tõttu kõige parem põhivarustus, millega kaasneb võimsam elektrimasinate võimsus 250 kW. Sõiduk arendab 0 – 100 km/h 5,4 sekundiga. Škoda kiirendab 6.6 sekundiga ning Audi 6.7 sekundiga.



Joonis 20. Volkswagen ID.4, Audi Q4 e-tron, Škoda Enyaq [36]

Kõikidele sõidukitele on võimalik saada PPA poolt nõutud varustust. Sõltuvalt margist on mõned varustuse osad põhivarustuses ning mõned lisavarustuses, mis tuleb põhipaketile juurde soetada. Kõige rikkalikuma põhivarustusega mudeli astmes on Volkswagen, millel tuleb juurde lisada 986 euro eest haakekonks elektrilise lukustussüsteemiga. Teisel kohal on Škoda, millel tuleb juurde lisada haakekonks, vargusvastane alarmseade, soojendusega esiklaas, istmesoojendused, vähemalt esiistmetel ning soojuspump. Audi on valikust halvima põhivarustusega ning sõidukile tuleb lisada haakekonks, vargusvastane alarmseade, soojendusega esiklaas, esimesed parkimisandurid, soojuspump, rehviparanduskomplekt. Tabel varustuse kohta on toodud välja lisades (Lisa 3).

Kõige soodsaima baashinnaga on Škoda 57 290 eurot, teisel kohal Volkswagen 57 790 eurot ning kolmandal kohal Audi 62 300. Kui lisada baashinnale juurde tehastest tellitav lisavarustusele kulv summa siis järjekord oleks järgmine kõige odavam Volkswagen 58 776 eurot, Škoda 60 840 ja Audi 66 470 eurot. [37], [38], [39] Sõidukite tehnilised andmed ning hinnad on toodud tabelis (Tabel 5).

Tabel 5. 2021. aasta elektrilise patrullauto hanke tingimustele vastavad sõidukid 2023. aasta detsembris [37], [38], [39]

	Volkswagen ID.4 GTX	Škoda Enyaq 85x	Audi Q4 45 e-tron quattro
Sõiduki kategooria	sõiduauto	sõiduauto	sõiduauto
Keretüüp	universaal	universaal	universaal
Veojõuaku mahutavus bruto, kWh	82	82	82
Elektrimasina võimsus, kW	250	210	210
Sõiduulatus WLTP, km	515	537	523
Pikkus, mm	4584	4649	4588
Teljevahe, mm	2766	2765	2764
Kliirents, mm	170	187	180

	Volkswagen ID.4 GTX	Škoda Enyaq 85x	Audi Q4 45 e- tron quattro
Pakiruumi maht, l	543	585	520
DC kiirlaadimise võimsus, kW	175	175	150
Velgede suurus, tolli	20	19	19
Hind alates, €	57 790	57 290	62 300

Antud tulemustes saab järeldada, et PPA on hanke tingimused kujundanud vastavalt soovitud sõidukile ning konkreetsele varustustasemele, kuna teiste (välja arvatud Volkswagen, Škoda, Audi) tootjate sõidukid ei vastanud näiteks, kas pagasiruumi mahutavusele liitrites nõudele või multimeediaekraani suurus vähemalt 10 tolli nõudele. Samuti takistas Volkswagen ID.4 puhul soodsama varustustaseme valimist näiteks istmete kõrguse reguleerimise võimalus esiistmetel, kuna soodsamal varustustasemel saab istmekõrgust reguleerida vaid juhiistmel ning kõrvaliste kõrgusereguleerimist pole võimalik antud varustustasemele lisavarustusena juurde lisada.

Üle kahe aastase perioodi möödudes eelmisest hankest saab tõdeda, et antud konkreetsetele tingimustele vastab jätkuvalt Volkswagen ID.4 GTX, pakkudes soodsaimat hinda 58 776 euro ning parimat varustust.

5.2. Parim võimalik täiselektriline sõiduk

Politsei- ja Piirivalveameti poolt seatud sooviks antud lõputööga oli saada teada, milline oleks hetkel Eesti uute elektriautode turul müüdav sõiduk, mis sobiks PPA patrullisõidukiks ning kuna patrullisõiduki nõuded on kõige rangemad siis on antud sõidukit võimalik kasutada ka muudel tööliinidel. Sõiduki valikul võetakse aluseks PPA üldnõuded patrullisõidukitele ning samuti arvestatakse 2021. aasta elektrilise sõiduki hanketingimusi, mis annab suunised, mida PPA elektriliselt sõidukilt ootab. Vastava analüüsi ning otsingu tulemusel koostatakse järgnevalt sobiliku sõiduki ülevaade ning tulevase hanketingimuste muudatused.

Parimaks sõidukiks osutus Nissan Ariya e-4ORCE 87kWh varustustasemega Advance. Antud sõidukit müüakse kahe erineva veojõuaku bruto mahutavusega 63 ja 87 kWh, WLTP järgi läbisõidud vastavalt vähemalt 398 ja 515 km. Sõidukit pakutakse esi- kui ka nelikveolisena. 87 kWh veojõuakuga ja nelikveoga valiti sõiduk esiteks lähtudes eelmise hanke tingimustest, kus oli nõue, et sõidukil oleks vähemalt 77 kWh aku ja nelikvedu ning asjaolul, et patrullisõiduk peab olema PPA tingimustel võimalikult parim, antud kontekstis peab sõidukil olema maksimaalne võimalik

läbisõiduulatus. Lisaks arvestades varasemat kogemust Volkswagen ID.4-ga siis talvistes tingimustes väheneb täiselektrisõiduki sõiduulatus veelgi. Põhivarustus tasemeid on antud tingimustel kolm, advance, evolve ja evolve+. Eelneva hanke tingimustel on sobilik kõige madalam varustustase advance, mis sisaldab kõike nõutud varustust ning on ka valikust kõige soodsam.

Sõiduki valimisel lähtudes maksumusest, valiti võimalikult parim ning tingimustele vastav sõiduk võimalikult odava hinnaga. Kuna puudub info eelmise PPA hanke maksumuse tingimuste kohta, arvestati summaga 56 812 eurot ilma käibemaksuta, millega soetati eelmise hanke täiselektriline auto. Liites summale käbiemaksu 20% saame, et sõiduk maksis 68 174 eurot. Arvestada tuleb, et antud hinnas on lisatud PPA lisavarustus ning paigalduskulu, mis võib olla umbes 10 000 eurot, arvestades, et ID.4 GTX maksab täna alates 57 790 eurot ilma PPA lisavarustusega. Nissan Ariya e-4ORCE 87 kWh Advance hind on alates 59 900 koos käibemaksuga. Sellest lähtuvalt võeti aluseks, et võimalik uus PPA täiselektriline sõiduki baashind oleks umbes 60 000 eurot. Samuti tuleb arvestada, et PPA võib saada soodustusi võrreldes jaemüügihinnaga.

Valitud sõiduki tehnilised andmed on toodud tabelis (Tabel 6) ning sõiduk on kujutatud joonisel (Joonis 21), ning põhivarustuse kirjeldus 2021. aasta elektrilise PPA sõiduki hanketingimustega võrdlus on toodud lisades (Lisa 4). Peamiselt jääb Nissan Ariya alla Volkswagen ID.4-le kahe näitajaga, milleks on pakiruumimaht liitrites, sõidukitel vastavalt 415 ja 543. Nissani pakiruumimaht on 128 liitrit väiksem kui Volkswagenil, seda peamiselt seetõttu, et sõidukil on langeva joonega pagasiluuk. Lisaks Nissani alalisvoolu kiirlaadmisevõimus on 130 kW võrreldes Volkswageni 175 kW-ga. 130 kW on siiski vastavuses hanke tingimustega. [40]

Tabel 6. Nissan Ariya tehnilised andmed [40]

	Nissan Ariya e-4ORCE 87 kWh Advance
Sõiduki kategooria	sõiduauto
Keretüüp	universaal
Veojõuaku mahutavus bruto, kWh	90
Veojõuaku mahutavus neto, kWh	87
Veoskeem	nelikvedu
Elektrimasinate koguvõimus, kW	225
Sõiduulatus WLTP, km	515
Pikkus, mm	4595

Teljevahe, mm	2775
Kliirents, mm	170
Pakiruumi maht, l	415
AC laadimise võimsus, kW	22
DC kiirlaadimise võimsus, kW	130
Hind alates,	59 900

Peamine eelis Nissanil tuleb välja sõiduki pardalaadija võimsuses. Peamiselt on kõigil täiselektrisõidukitel kasutusel 11 kW pardalaadija, see tähendab laadimisvõimsust vahelduvvoolu 3-faasilises 32 A laadimisjaamas. Seda tüüpi laadimisjaamu kasutab hetkel PPA oma jaoskondades ning kuna PPA kiirlaadijaid ei kasuta siis on just oluline, et sõiduki laadimine toimuks jaoskonnas olemasolevas laadimisjaamas võimalikult kiiresti. [40]



Joonis 21. Nissan Ariya [41]

Advance põhivarustus pakstile tuleb lisada PPA nõudel veel haakekonks elektrilise lukustusüsteemiga, mis maksab 1069 eurot. Antud sõiduk maksaks koos haakekonksuga 60 969 eurot, see summa ei sisalda PPA poolt nõutavat patrullisõiduki lisavarustust.

5.3. Elektrilise patrullisõiduki energiatarbe analüüs

PPA üle ühe aasta pikkuse kasutajakogemuse Volkswagen ID.4-ga saab välja arvutada patrullisõiduki reaalse sõiduulatus suvel ning talvel. WLTP standardi järgi peaks antud sõiduki sõiduulatus olema 482 km, PPA kogemuse järgi on suvel sõiduulatuseks 350 km. Sõiduulatuste erinevus näitab, et reaalselt saab patrullisõiduk 27% lubatust vähem sõita kui WLTP standard lubab. Antud tulemust

toetab ka allikas internetist, kus väidetakse, et sõiduulatus on elektrisõidukitel keskmiselt 20% väiksem kui WLTP standard lubab. [42] Umbes 7% erinevus võib tuleneda asjaolust, et PPA sõidukis viibib vähemalt kaks täisvarustuses ametniku, sõidukile paigaldatud lisavarustus, ning politsei tööst tingitud spetsiifilised erinevused sõidustiili suhtes võrreldes WLTP standarti katsesõiduga. Ning lisaks ka asjaolu, et politsei andmete järgi ei pruugi olla 350 km saavutatud sõiduki aku 100% täituvusest kuni aku tühjaks sõiduga. Talvistes tingimustes, mis sisaldab miinuskraade ning lumiseid teeolusi, on PPA kogemuse järgi sõiduki sõiduulatus umbes 100 km võrra väiksem suvisest sõiduulatusest sõltuvalt temperatuurist. See teeb erinevuseks WLTP näiduga umbes 48%.

Lähtuvalt PPA läbisõidukogemusele suvel ja talvel elektrisõidukiga Volkswagen ID.4. tehakse järgnevalt energiatarbimise ning laadimiskiiruste analüüs võrreldes PPA olemas olevat elektriautot Volkswagen ID.4 ja töö autori poolt soovitatavat Nissan Ariyat. Lähtudes olukorrast, kus elektriline patrullisõiduk on järjepidevas kasutuses nädal aega esimese päeva kella 08:00 kuni seitsmenda päeva kella 20:00-ni, mis teeb kokku 12 tunniseid vahetusi 13 tükki. Sõiduki aku on perioodi algus laetud 100% täis. Võttes aluseks PPA patrullisõiduki keskmise läbisõidu kuus seisuga 30.09.2023 on selleks 3424 km. [14] See tähendab, et 12h vahetuse jooksul läbitakse keskmiselt 55 km ning nädala jooksul 770 km. Antud nädalase teoreetilise analüüsi jooksul eeldatakse, et sõidukit laetakse 12h vahetuse jooksul ühe korra lõunapausi jooksul, milleks on 1h ehk 60 min ja 30 minutit vahetuste vahel, mil eelmine vahetus lõpetab tööd jaoskonnas ning uus vahetus valmistub ning sõidab jaoskonnast välja.

Järgnevalt arvutatakse mitu minutit koguneb nädalase perioodi jooksul 60 min pikkuseid lõunapause ning 30 min vahetuse vahetusi:

$$(13 \times 60) + (6 \times 30) = 960min$$

Kokku on võimalik selle perioodi jooksul sõidukit laadida vähemalt 960 minutit. Hetkel ei võeta arvesse olukordi, kus patrullpolitseinikud teevad tööd jaoskonnas, mille ajal võiks sõiduk veel laadida. Töö tegemise aeg jaoskonnas on varieeruv ning seetõttu pole seda võimalik välja arvutada.

Näitlikustamaks teoreetilist laadimiskiiruse võitu 3-faasilise 400V 22kW vahelduvvoolu laadijaga laadides PPA olemas olevat Volkswagen ID.4, mille pardalaadija on 11kW ning aku neto mahtuvus on 77 kWh võrreldes soovitatava sõidukiga Nissan Ariya, mille pardalaadija on 22kW ning aku neto akumahutavus on 87 kWh. Arvutuskäikude puhul võetakse arvesse ka laadimiseffektiivsust, mis on keskmiselt 90%.

Järgnevalt leitakse 11kW pardalaadija 90% laadimiseffektiivsus ning laetud kWh kogus 1h jooksul:

$$(11kw \times 90\%) \times 1h = 9.9kWh$$

Vastavalt saadud tulemusele 9.9 kWh leitakse mitu protsendi punkti laetakse Volkswagen ID.4 GTX 77 kWh veojõuakut 1h jooksul ning saadud tulemus arvutatakse ümber kilomeetritesse lähtudes WLTP läbisõiduulatuses 482km:

$$\frac{9.9kWh}{77kWh} \times 100\% = 12.86\% \times (482 \times 1\%) = 62km$$

Järgnevalt arvutatakse 1h laadimistsükli jooksul lisandunud sõiduulatus, PPA kogemuse põhjal, kus suvel on läbisõit patrullautol WLTP läbisõidu näidust 27% ja talvel 48% vähem:

$$Suvel: 12.86\% \times (352 \times 1\%) = 45km$$

$$Talvel: 12.86\% \times (251 \times 1\%) = 32km$$

Nädala aja jooksul on sõidukit võimalik vähemalt laadida 960 minutit ehk 16h:

$$Suvel: 45km \times 16h = 720km$$

$$Talvel: 32km \times 16h = 512km$$

Järgnevalt leitakse 22kW pardalaadija 90% laadimiseffektiivsus ning laetud kWh kogus 1h jooksul:

$$(22kw \times 90\%) \times 1h = 19.8kWh$$

Vastavalt saadud tulemusele 19.8 kWh leitakse mitu protsendipunkti laetakse Nissani Ariya 87 kWh veojõuakut 1h jooksul ning saadud tulemus arvutatakse ümber kilomeetritesse lähtudes WLTP läbisõiduulatuses 515km:

$$\frac{19.8kWh}{87kWh} \times 100\% = 22.76\% \times (515 \times 1\%) = 117.2km$$

Järgnevalt arvutatakse 1h laadimistsükli jooksul lisandunud sõiduulatus, PPA kogemuse põhjal, kus suvel on läbisõit patrullautol WLTP läbisõidu näidust 27% ja talvel 48% vähem:

$$Suvel: 22.76\% \times (376 \times 1\%) = 85.58km$$

$$Talvel: 22.76 \times (268 \times 1\%) = 60.99km$$

Nädala aja jooksul on sõidukit võimalik laadida vähemalt 960 minutit ehk 16h:

$$\text{Suvel: } 86.58\text{km} \times 16\text{h} = 1385\text{km}$$

$$\text{Talvel: } 60.99\text{km} \times 16\text{h} = 975\text{km}$$

Nädalase teoreetilise katse tsükli alguses on mõlema sõiduki veojõuakud laetud täis, järgnevalt arvutatakse mõlema sõiduki täis aku läbisõidud PPA kogemuse põhjal suvel ning talvel, seejärel liidetakse juurde nädala jooksul laetud sõidulatus:

$$\text{Volkswageni võimalik läbisõit suvel: } 482\text{km} - 27\% = 352\text{km} + 720\text{km} = 1072\text{km}$$

$$\text{Volkswageni võimalik läbisõit talvel: } 482\text{km} - 48\% = 251\text{km} + 512\text{km} = 763\text{km}$$

$$\text{Nissani võimalik läbisõit suvel: } 515\text{km} - 27\% = 376\text{km} + 1385\text{km} = 1761\text{km}$$

$$\text{Nissani võimalik läbisõit talvel: } 515\text{km} - 48\% = 268\text{km} + 975\text{km} = 1243\text{km}$$

Võttes arvesse, et patrullisõiduk läbib 12h vahetuse jooksul 55km, sellest lähtuvalt ning analüüsitulemusel (Tabel 7) on selge, et nädala pikkusega pidevas kasutuses tsüklit ei ole võimalik VW ID.4 talvisel perioodil kasutada, sõiduk peab peale mõnda vahetust laadima, kuna lõunapausi ning vahetusevahelisel ajal ei ole võimalik sõidukit piisavalt laadida. Läbisõit talvisel ajal nädala jooksul, oleks sõidukil umbes 764 km kuid keskmiselt läbib patrullisõiduk sellise perioodi jooksul 770 km. Samuti tuleb arvesse võtta kohapeal seistud sõiduki töötamise aeg ning kulu, millele ei jää hetkel läbisõidu puhvrit. Suvisel perioodil nädala lõikes oleks sõiduki võimalik läbisõit kokku 1073 km, mis on 303 km rohkem. Erand olukordades, kus ühe vahetuse jooksul läbitakse rohkem kui 55 km ei jätkuks lõunapausi ja vahetuste vahelisel ajal laetud sõiduulatusest. Peamine probleem tuleneb Volkswageni puhul aeglasest vahelduvvoolu 11kW laadimiskiirusest.

Nissani puhul teoreetilise arvutuste tulemustel (Tabel 7) on võimalik sõidukit kasutada nädalase järjestikulise perioodi jooksul patrullisõidukina. Suvisel perioodil antud tsükli jooksul oleks kasutatav sõiduulatus 1761 km ning talvisel ajal 1243 km, ehk vastavalt suvel oleks puhvriks 991 km ning talvel 473 km. Nissani läbisõidueelis tuleneb suuremast veojõuakust ning WLTP sõiduulatusest ning ka peamiselt 22kW vahelduvvoolu laadimisvõimsusest.

Tabel 7. Nädalase perioodi elektrilise patrullisõiduki läbisõidud

	Volkswagen ID.4 GTX	Nissan Ariya
Läbisõit nädala jooksul, km	770	770
Kasutatav sõiduulatus suvel, km	1073	1761
Kasutatav sõiduulatus talvel, km	764	1243

Antud teoreetilise analüüsi puhul on võetud näiteks ühe nädala pikkune järjestikuline sõiduki kasutus, mis PPA patrullisõidukite näitel on pigem erand. PPA patrullisõidukite pargis on piisavalt sõidukeid ning PPA praktika on hajutada sõidukite kasutust, see tähendab, et kuna jaoskonnas olevad patrullisõidukid ei ole kõik korraga väljas, vaid osa sõidukitest on erandolukordadeks jaoskonnas varuks. Seeläbi saab kasutatavust hajutada. Lisaks sellele saab uus vahetus võtta juba baasis oleva sõiduki ning ennast valmis seada vahetuse alguseks, mitte ei pea ootama eelmisest vahetusest patrulli, et võtta nende sõiduk. Lähtudes antud asjaolust võib patrullisõiduk seista peale 12h vahetust järjest kuni 12h, mille aja jooksul jõuab sõiduki aku täies ulatuses täis laadida.

5.4. Soovitavad muudatused hanke tingimustes

Järgnevalt koostatakse Politsei-ja Piirivalveameti võimaliku tulevase elektrilise patrullisõiduauto hanke tingimused, soetatavale sõidukile. Aluseks võetakse 2021. aasta elektrilise patrullisõiduauto hanke tingimused ning analüüsi tulemusel leitud sobilik patrullisõiduauto. Koostatavast hanketingimustest jäetakse välja nõuded, mis kirjeldavad PPA eritehnikat (vilkurid, raadiojaam, e-politsei seade jne).

Hanke tingimuste tihnilised tingimused patrullisõiduautole on toodud välja lisades (Lisa 5). Aluseks on võetud asjaolu, et sõiduki hanke korraldatakse 2024. aastal. Sellest lähtuvalt on seatud sõiduki ehitusaastaks 2023 või uuem, sellega välistatakse sõidukid, mille ehitusest on möödas rohkem kui aasta. Keretüübi valikusse lisati lisaks universaalile ja mahtuniversaalile, mitmeotstarbeline sõiduk, kuna Nissan Ariya on Transpordiameti registri järgi keranimetusega mitmeotstarbeline sõiduk. Eelmises hankes oli veojõuaku mahutavuse nõue 77 kWh, kuid ei olnud täpsustatud, kas mõeldakse aku bruto või neto mahtu ehk nominaal ning kasutatav maht. Uue hanke puhul täpsustatakse antud valikut ning nõudeks on veojõuaku neto mahutavus vähemalt 80kWh.

Oluline muudatus toob tingimustesse vahelduvvoolu laadimisvõimsuse nõude, mis seatakse 22kW, ehk maksimaalne välja antav võimsus PPA jaoskondades olevatest vahelduvvoolulaadijatest.

Kiirlaadijate nõude puhul muudeti sõnastus, laadimisvõimsus alalisvoolu kiirlaadijast vähemalt 125kW.

Kuna sõidukil on nõuete kohaselt nelivedu ning sõiduk omab vähemalt kahte elektrimasinat, mis töötavad mootori kui ka generaatoritena regeneratiivpidurdusel siis oleks mootori võimsuse asemel täpsem kasutada mõistet elektrimasinate maksimaalne koguvõimsus. Auto tootjate tehnilistes kirjeldustes on üldjuhul toodud välja mõlema masina maksimaalsed võimsused, kuid PPA jaoks on lihtsam ära määratleda mõlema masina kogu maksimaalne võimsus. Transpordiameti registris tuuakse välja aga sõiduki suurim 30 minuti võimsus, mitte tootja kodulehel esitletud suurim kasulik võimsus. Näiteks, kui sõiduki kahe elektrimasina võimsuseks on kokku 568 kW siis sellisel võimsusrežiimil suudavad mootorid töötada lühikest aega. Euroopa Liidu määrus kehtestab, et sõiduki passi läheb kirja suurim 30 minuti võimsus, mis on kätte saadav kogu aeg. [43] Mõistlik oleks kirjutada hankesse maksimaalne elektrimasinate koguvõimsus 150kW.

Nissan Ariya pagasiruumi maht on 415 liitrit siis tuleks tingimustes muuta minimaalseks mahuks vähemalt 400 liitrit.

Nõutav haakekonks, mis on oluline lisavarustus patrullisõidukitele, kuna PPA peab patrullisõidukit kõige olulisemaks ning need peavad olema kõige paremini varustatud igaks olukorraks, olgu selleks näiteks siis haagise vedamise vajadus. Tingimustes tuleks tõsta haakekonks tehnilistest parameetritest standartvarustuse ja funktsionaaluses ossa, mis oleks sellele sobilikum.

PPA kasutab oma töös e-politsei seadet, mis on tahvelarvuti kujuline seade, see on töös asendamatult. Sellest lähtuvalt ei näe autor põhjust, miks peaks olema nõuetes kirjas, et hangitava sõidukil peab olema multimeediaekraani suurus vähemalt 10 tolli. Autori arvates piisab nõudest integreeritud FM autoraadio, koos bluetooth ühendusega (sõiduki tootja originaal). Tänapäeva sõidukitel on enamustel juba standarvarustuses multimeediasüsteem ekraaniga, sõltuvalt autost erinevate mõõtmetega.

Tingimustes võiks eemaldada ka ebavajaliku nõude roolivõimendi kohta, mis on peaaegu eranditult kõigil uutel sõidukitel ning eriti täiselektrisõidukitel just raske massi tõttu.

Lähuvalt nendest muudatustes saab PPA endale hankida sarnaste omadustega sõiduki nagu on olemas olev Volkswagen ID.4 kuid olulise lisaga, milleks on 22kW vahelduvvoolu laadimis võimekus, mis kiirendab pea kahekordselt laadimiskiirust jaoskannas olevatest laadijatest.

Antud muudatustega koostatud uue Politsei- ja Piirivalve ameti patrullisõiduauto hanke tehnilised tingimuste tabel on toodud välja lisades (Lisa 5).

5.5. Alternatiivid täiselektrilisele sõidukitele

Euroopa Liidu poolt on paika pandud eesmärgid keskkonnahoidlikumate autoparkide suhtes ning 2023. aasta veebruari määruse kohaselt kehtestati maantee sõidukite riigihankete kohta nõuded, kus vähemalt 23.10% hangitavatest sõidukitest peab olema keskkonnahoidlik. See tähendab, et aastani 2025 peab CO₂ näit olema alla 50 g/km kohta ning alates 2026 peab 23.10% olema täielikult heitmevabad. Antud määrusel on erandid, kuhu alla kuulub kogu Politei-ja Piirivalveameti sõidukitepark. Ehk antud määrus, PPA ei mõjuta. Hetkel ajaliselt lähim muudatus tuleb aastal 2035 kui Euroopa Liidus, ei tohi enam uusi sisepõlemismootoriga sõidukeid müüa. [44] Lähtuvalt nendest asjолudest peab PPA juba täna katsetama ning rajama endale laadimistaristut ning omandama teadmisi ning kogemusi täiselektriliste sõidukitega.

Lähtudes hetke PPA laadimistaristust ning täiselektrisõidukite arengust oleks otstabekas hetkel kasutada sõidukeid, millel on hübriidajam. Lisaks puudub ka kohustus soetada nullheitmega sõidukeid. Enamus PPA sõidukiparkist on hübriidajamiga sõidukid, mis kasutavad kas mikrohübriidi, ehk 12V pingega süsteem, mis lülitab mootori näiteks foori taga seistes välja. Antud süsteem säästab umbes 2-3% kütusekulust kuid reaalses elus omab peaaegu märkamatu mõju. Märgatav kasu nii kütusekulu kokkuhoiu, heitmete koguselt kui ka kuluosadelt, pidurikettad ja -klotsid tuleks, kasutades täishübriidi või pistikhübriidi.

Täishübriid sõidukite kütuse kokkuhoid tuleb välja just madalatel kiirustel ning ühe koha peal seistes, töötava sõidukiga. Patrulltöö eeldab peamiselt tööd just linnade siseselt, sealsed kiirused on kuni 50 km/h. Antud kiiruseni suudab täishübriid sõiduk suure osa ajast sõita elektrijõul ning pidurduste ja stabiilsel ühtlasel sõidul, kus kasutatakse sisepõlemismootorit, et ennast laadida. Seeläbi on sõiduki kütusekulu väiksem. Sõidukil on võrdne läbisõiduulatus tavalise sisepõlemismootoriga sõidukiga ning puudub eraldi välisest vooluallikast laadimise vajadus. Antud sõidukid pakuvad umbes 1-2 km pikkust täiselektrilist sõiduulatust.

Pistikhübriidide on võimalik laadida välisest vooluallikast ning nende sõiduulatus on keskmiselt 50 – 100 km sõltuvalt tootjast. Selline täiselektriline sõidulatus on sobilik patrulltöös, kuna sealne keskmine läbisõit vahetuse jooksul on umbes 55 km. Erandjuhtudel kui sõidetakse ühe vahetuse jooksul rohkem või ei olnud võimalik sõidukit vahepeal laadida, saab autot edasi kasutada täishübriidina.

PPA on hiljuti kasutusele võtnud ka mõned täishübriid sõidukid. Nendeks autodeks on Toyota RAV4 täishübriidid (Joonis 22). Lähtuvalt tekkivast kasutuskogemusest antud sõidukiga ning PPA

vajadusest ning soovist hakata kasutama täishübriide ning pistikhübriide, soovitatakse tulevikus võtta kasutusele ka RAV4 pistikhübriid mudel, millel on 18.1 kWh veojõuaku. Antud sõidukiga on võimalik WLTP standardi järgi läbida elektriliselt 75 km. Kui veojõuaku saab tühjaks, toimib sõiduk edasi täishübriidina. 75 km elektriline läbisõiduulatus tagab võimaluse sõita elektriliselt terve keskmise vahetuse jooksul, mille puhul on patrullisõiduki läbitavaks vahemaaks keskmiselt 55 km. Erand olukordadeks on sõidukil olemas 2.5 liitrine sisepõlemismootor ning 55 liitrine kütusepaak. WLTP standardi järgi on antud sõiduki keskmine kütusekulu 1 l/100km kohta ning CO₂ näit 22 g/km kohta. Antud näidud on võimalik reaalses elus saavutada ainult juhul kui sõiduki veojõuaku on laetud, kui veojõuaku on tühi, töötab sõiduk täishübriidina. Sellisel juhul tuleks arvestada RAV4 täishübriidi WLTP keskmise kütusekuluga, milleks on 5.8 l/100km ning kuna sõiduki mass võrreldes täishübriidiga on 286 kg suurem, tuleks sinna juurde arvestada kulu kasv, tingituna suuremast tühimassist. Pistikhübriide on võimalik PPA-l laadida oma olemasolevast laadimistaristust. RAV4 pistikhübriidi näitel on sõidukil 6.6 kW pardalaadija ning tehase andmete järgi on võimalik veojõuaku laadida täis umbes 2.5 tunniga, mis PPA patrullisõidukite kasutuse näitel oleks optimaalne ning sobilik aeg. [45], [46]



Joonis 22. PPA Toyota RAV4 täishübriid

Aastal 2024 on Eestisse planeeritud rajada 2 rohevesiniku tankimisjaama. Vesinikkütustega sõitvate sõidukite areng on üle euroopaliselt hetkel pidevas arengus ning lähiajal on arvatavasti sõidukitootjate mudelivalikutesse lisandumas ka sõidukid, mis nõuetelt ning keretüübilt oleksid sobilikud PPA patrullisõidukiteks või muude tööliini sõidukiteks. Täna on Eesti uute autode turult võimalik soetada ainult Toyota Miraid ning Hyundai Nexo veisniksõidukeid. Vesiniksõiduki kasutamine oleks tulevikus

PPA-le mugav kuna sõiduki tankimine on kiire, mitte nagu elektriauto laadimine ning tegemist on nullheitmega sõidukitega, mida saab soetada ka peale 2035. aastat.

5.6. Tuleviku arengu võimalused PPA laadimistaristule

Politsei- ja Piirivalveametil on hetkel 3 laadimisjaama Tallinnas, kahes jaoskonnas ning ühes prefektuuris, lisaks on olemas laadija ka Pärnu jaoskonnas. Lähiajal on plaanis PPA rajada veel 5 laadimisjaama Eesti eri paigus, kuid see ei kata veel kogu Eestis asuvat 18 jaoskonda. PPA elektrisõidukite park on täna ainult kahe auto suurune, hetkel veel antud asjaolu porbleeme ei tekita, kuna neid kahte sõidukit saab kasutada seal, kus on olemas laadimisvõimekus. Lisaks on elektrisõidukid PPA jaoks täna veel mõeldud peamiselt testimiseks töö käigus ning seda ei võeta ainsa maismaasõidukite ressursina.

PPA on valinud oma laadimisjaamadeks jaoskondades 22kW vahelduvvoolu laadijad, seda peamiselt asjaolul, et kiirlaadijate rajamine nõuab võimsa laadimisinfrastruktuuri rajamist aga sellised vahendeid Eesti Vabariigil hetkel ning lähitulevikus puuduvad. 22kW vahelduvvoolu laadijate paigaldamine on hetkel kõige odavam ning mõistlikum laadimisvõimalus jaoskonna territooriumil. Eelneva analüüsi põhjal, kus võrreldi 22kW ja 11kW laadimisvõimsusega sõiduki laadimisaegu, saab soovitada PPA-l, edaspidid võimalusel hankida sõidukeid, mis toetavad 22kW vahelduvvoolu laadimist. Seljuhul saab kasutada ära laadimisjaama kogu potentsiaal ning sõiduki laadimine toimub kaks korda kiiremini.

Täna, kus PPA käsutuses on ainult kaks elektrisõidukit, pole soovinud PPA hakata kasutama avalike laadijaid. Sellel on kaks põhjust, elektrisõidukite vähesus ning avalike laadijate operaatorite rohkus. Juhul kui PPA sooviks kasutada avalike laadijaid, peaks sõlmima iga operaatoriga eraldi lepingu, see ei oleks otstarbekas. Kuid kiirlaadimise võimaluse olemasolu kindlustaks, elektrisõiduki kasutajatele kindlust ning võimalust hädaolukordades, kasutada lähimat laadimisjaama kiirelt, mõnekümne minutiga sõiduki aku täitmiseks. Võimalusena pakutakse välja asjaolu, et alates veebruarist 2024. aastal Euroopa Liidu määruse nõudega peab olema iga avalikul kiirlaadijal kaardimakse võimalus. Hetkel selline lahendus puudub pea igal kiirlaadimisjaamal, kliendil on võimalik sõidukit laadida ainult kliendikaardi või mobiilirakenduse olemasolul. Kaardimakse võimalus avaks PPA-le võimaluse paigutada igasse elektrisõidukisse ainult üks maksekaart, millega saavad politseiametnikud laadida elektrisõidukit igas avalikus laadimisjaamas.

Tuleviku lahendustena, mis täna ei ole veel võimalikud oleksid kiirlaadijate paigaldamine jaoskondade territooriumitele. See eeldaks võimsamaid elektritaristute ja laadimisjaamade rajamisi jaoskaondadesse ning suurt eelarvet, mida riigil võimalik pakkuda pole.

Lahendus, mis muudaks just sõiduki laadima panekut kiiremaks ning mugavamaks oleksid juhtmevabad laadijad parkimiskohdadel, see eeldab samuti antud laadimisvõimekuse rajamist ning sõidukeid, mis antud lahendust toetaksid. Hetkel antud võimalused veel sõidukite ja laadijate suhtes puuduvad.

Lahendused, mis ei eeldaks PPA-lt taristu rajamist, oleksid sõiduki veojõuaku vahetusjaamad. Need oleksid rajatud antud teenust pakkuvate operaatorite poolt. Seal saaks sõidukil vahetada tühja aku täis aku vastu umbes 5 minutiga. Samuti üldine veojõuakude areng, mille tulemusel oleks sõidukitel pikem sõiduultus ning kiirem laadimisaeg. Mõlema tehnoloogia puhul on vaja veel aega, kui akude tehnoloogia areneb ning akuvahetusjaamad ning sõidukid Eestisse jõuavad.

5.7. Elektri- vs sisepõlemismootoriga patrullisõiduki kasumlikuse analüüs

Järgnevalt analüüsitakse Politsei- ja Piirivalveamati sisepõlemismootoriga ning täieselektrilist patrullisõidukit. Analüüsitavaks perioodiks võetakse 1 kuu. Lähtuvalt PPA kogutud andmetest patrullisõidukite kasutuse kohta on keskmine läbisõit kuus 2023. aastal seisuga 3424 kilomeetrit. Analüüsis võrreldakse kütuse- ja elektrieneriga kulu ning selle maksumust, lisaks tuuakse välja remondile ning hooldusele kuluvad summade suurusjärgud.

Sisepõlemismootoriga patrullisõidukite keskmine kulu 2023. aastal seisuga 30.09 oli 9.62 liitrit 100 kilomeetri kohta. Siin kohal tuleb arvestada, et antud kulu on kõikide patrullisõidukite keskmine, ehk sinna arvestatakse patrullisõiduaudod, -maasturid ja -bussid. Peamiselt on antud sõidukid diiselmootoritega, kuid erinevate võimsuste ja töömahtudega.

Elektrimootoriga patrullisõidukina kasutatakse võrdluses PPA Volkswagen ID.4 pealt kogutud kasutusandmeid. Andmete kohaselt kulub elektriauto laadimiseks kuus 700 kWh.

Antud andmetega saame arvutada Volkswagen ID.4 energiatarbimise 100 kilomeetri kohta:

$$\frac{700kWh}{3424km} \times 100 = 20.44kWh/100km$$

Sisepõlemismootoriga sõiduki analüüsil võetakse arvesse diiselmootori hinnaks 1.6 eurot liiter ning keskmine elektribörsihind viimase aasta jooksul, milleks oli 12.64 senti/kWh. [45] Antud hinnale

tuleb juurde arvutada ka elektri edastustasu, mis sõltuvalt paketest on umbes 3 senti/kWh. [46] Analüüsis kasutatakse börsihinda kuna PPA laeb oma elektrisõidukit jaoskonnas, kus tarbitud elektri eest kulu arvutatakse börsihinna alusel.

Järgnevalt arvutatakse 1 kuu jooksul kulu sisepõlemismootoriga patrullisõiduki kütusele:

$$\left(\frac{3424 \text{ km}}{100}\right) \times 9.62 \text{ l/100km} \times 1.6 \text{ €/l} = 527.02 \text{ €}$$

Järgnevalt arvutatakse 1 kuu jooksul kulu elektrilise patrullisõiduki elektrienergiale:

$$\left(\frac{3424 \text{ km}}{100}\right) \times 20.44 \frac{\text{kWh}}{100\text{km}} \times 0.1564 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 109.46\text{€}$$

Lähtuvalt arvutustest saab järeldada, et patrullisõidukite keskmise läbisõiduga kuus 3424 km on sisepõlemismootoriga sõiduki puhul kuluks diiselkütusele 527.02 eurot ning elektriautole elektrienergiat 109.46 eurot. Elektriautoga antud vahemaa läbimine on umbes 79% väiksema kuluga kui sisepõlemismootoriga sõidukiga.

PPA patrullisõidukitele kulub 2023. aasta seisuga 250.48 eurot kuus hooldus- ja remonttööde teostamiseks. Antud patrullisõidukite mõiste alla on arvestatud kõik patrullisõidua autod, -maasturid ja -bussid. Tuleb arvestada, et antud kulu summa sisse arvestatakse, peale korraliste sõidukite hooldusele ka rikete ning ka keretöödele remondiks kulunud summad. Kuna Volkswagen ID.4 kohta puudub eraldi sarnane arvestus siis ei ole võimalik täpselt sisepõlemismootoriga ja elektrilise patrullisõidukite hooldus- ja remonttööde kohta sarnast arvutuskäiku teha.

Järgnevalt tuuakse välja PPA Volkswagen ID.4 korraliste hoolduste nimekiri vastavalt PPA-le määratud hindadega ilma km-ta. Hooldusgraafik esitatakse vastavalt antud auto tehnilises kirjelduses sätestatud perioodini 60 kuud või 150 000 km. Antud perioodi jooksul tuleb sõidukit hooldada kolm korda, iga kahe aasta tagant. Kõik kolm hooldust sisaldavad järgnevaid tegevusi: sõiduki tehnokontroll, tolmufiltrite vahetus, pidurivedeliku vahetus, pidurite kontroll stendis (Tabel 8). Arvestades antud kogukulu hooldusele siis elektrilise patrullauto kulu kuus hooldustele on 10.17 eurot.

Tabel 8. Volkswagen ID.4 korraliste hoolduste graafik [47]

Korraliste hoolduste maksumus (EUR, ilma käibemaksuta)				
	HOOLDUS- VÄLP	TÖÖ/VARUOSA/ MATERJALI NIMETUS	AEG/KOGUS	KORRALISTE HOOLDUSTE MAKSUMUS
1	2 aastat	Tolmufilter Pidurivedelik Kulumaterjalid Sõiduki tehnokontroll Tolmufilteri vahetus Pidurivedeliku vahetus Pidurite kontroll stendis	1tk 1kpl 1kpl 1.5 tundi 0.20 tundi 0.30 tundi 0.30 tundi	198.03
2	4 aastat	Tolmufilter Pidurivedelik Kulumaterjalid Sõiduki tehnokontroll Tolmufilteri vahetus Pidurivedeliku vahetus Pidurite kontroll stendis	1tk 1kpl 1kpl 1.5 tundi 0.20 tundi 0.30 tundi 0.30 tundi	203.47
3	6 aastat	Tolmufilter Pidurivedelik Kulumaterjalid Sõiduki tehnokontroll Tolmufilteri vahetus Pidurivedeliku vahetus Pidurite kontroll stendis	1tk 1kpl 1kpl 1.5 tundi 0.20 tundi 0.30 tundi 0.30 tundi	208.91
KORRALISTE HOOLDUSTE MAKSUMUS KOKKU:				610.41

Täiselektriline sõiduk ei vaja sarnaselt sisepõlemismootoriga sõidukiga iga aastase või kindla läbisõidutagant mootoriõli ning -filteri vahetust. Antud graafikus pole välja toodud piduriketaste ja -klotside vahetust, kuna neid vahetatakse siis kui need on kulunud. Peamiselt kuluvad patrullisõidukitel just pidurid, kuna sõidukid on rasked ning nendega sõidetakse alarmsõitu tehes kiirelt ning see eeldab ka tugevaid pidurdusi. Elektriauto pidurdab võimalikult palju regeneratiivselt, see tähendab, et

elektimasin pannakse käima tagurpidi, ehk generaatorina, mille käigus salvestatakse elektrienergiat veojõuakusse. Alles siis kui elektrimasin ei suuda piisavat pidurdusvõimsust välja anda, rakendatakse mehaanilised pidurid, seeläbi kui üks kuluosa kuluvad pidurikettad ja -klotsid vähem ning neid ei pea nii tihti vahetama.

KOKKUVÕTE

Lõputöö käigus tutvuti elektrifitseeritud sõidukite liikidega. Nendeks on täielikult elektri jõul liikuvad sõidukid, mis jagunevad veojõuakuga või kütuseelemendiga ja elektriajamitega sõidukiteks ning hübriidajamiga sõidukid, mis jagunevad mikro-, kerg-, täis- ja pistikhübriidiks. Tutvuti sõidukite ehituste ja omapäradega.

Järgnevalt uuriti Politsei- ja Piirivalveameti patrullisõidukite parki, nõudeid sõidukitele, mis on seatud PPA poolt ning mis tulenevad alarmsõiduki seadusest. Analüüsiti patrullisõiduki kasutust ühe nädalase perioodi jooksul ning kirjeldati PPA autopargi hooldus- ja remonttööde teostamist, lisaks ka sõidukitega peamiselt esinevaid tehnilisi probleeme.

Analüüsiti PPA elektriajamiga patrullisõidukit ning olemasolevat laadimistaristut. Peamiseks puuduseks täiselektrisõiduki kasutamisega oli sõiduki laadimiskiirus. Kuna olemasoleva sõiduki Volkswagen ID.4 pardalaadija on ainult 11kW ning PPA laadimistaristu on vahelduvvoolu laadimisvõimsusega 22kW, ehk sõidukit laetakse ainult poole võimaliku ressursiga. Kiirlaadijate paigaldamine jaoskondade territooriumitele on rahaliste vahendite puudumise tõttu hetkel võimatu ning avalike kiirlaadijate kasutamine operaatorite rohkuse ning olemasoleva täiselektrisõidukite pargi vähesuse tõttu ebaotstabekas, kuna seljuhul tuleks kõigi operaatoritega sõlmida eraldi leping.

Lahendusena pakub välja autor 2023. aasta Eesti uute täiselektriliste sõidukite turult sõiduki, mis kõige paremini sobiks kasutamiseks PPA patrullisõidukina. Antud sõidukiks on Nissan Ariya, millel on vahelduvvoolu laadimise kiiruseks 22kW, mis muudaks jaoskonnas sõiduki laadimise umbes kaks korda kiiremaks võrreldes olemasoleva Volkswagen ID.4-ga. Vastavalt sõidukite tehnilistele andmetele ning PPA elektrisõidukite kogemusele ja patrullisõidukite kasutuse statistikale teostatakse mõlemate sõidukite vahel energia tarbe analüüs. Selle käigus selgub, et ühe nädalase teoreetilise sõidukite järjestiku kasutuse jooksul ei ole võimalik Volkswagen ID.4 järjepidevalt talvisel perioodil antud tingimustel kasutada ja suvisel ajal jääb tagavara läbisõidu puhver liialt väikeseks. Nissan Ariya puhul jääb sõiduulatust piisavalt, et katta ühe nädalane järjestikune sõiduki kasutus patrulltöös.

Teostatakse otsing vastavalt 2021. aasta täiselektrisõiduki hanke tingimustele, mille tulemusel soetati Volkswagen ID.4, milline oleks täna vastavalt neile tingimustele turul sobivaim sõiduk. Analüüsi käigus selgus, et siiani on parim ning odavaim sõiduk Volkswagen ID.4 ning sellele järgnesid samal platvormil olevad kuid teiste tootjate sõidukid. Sellest tehti järeldus, et antud hange oli teostatud kindla sõiduki soetamise soovi järgi.

Lahendusena, mille tulemusel oleks PPA-l võimalik mugavalt kasutama hakata avalike kiirlaadimispunkte oleks vastavalt Euroopa Liidu määrusega tulenev nõue, mis kohustab igale kiirlaadimisjaamale looma kaardimakse võimaluse. Sellisel juhul ei peaks PPA omama kõikide operaatoritega lepingud, vaid saaks maksekaardiga avalikes kiirlaadijates laadida.

Autor koostab uue riigihanke tehniliste tingimuste nõuded Politsei- ja Piirivalveameti täiselektriliseks patrullisõiduauto soetamiseks.

Antud töö käigus tutvutakse Euroopa Liidu määrustega keskkonnahoidlike autoparkide suhtes. Tehakse järeldused, et PPA-d antud määrus ei mõjuta ning kõige varasem nõue, mida peab PPA järgima on 2035. aasta kui uusi sisepõlemismootoriga sõidukeid enam ei müüda Euroopa turul.

Töö käigus tuuakse välja alternatiivid täiselektriliste sõidukite asemel, mida saaks PPA kasutada, et muuta oma sõidukite park keskkonnahoidlikumaks ning vähendada kulusi. Lisaks koostatakse elektri- ja sisepõlemismootoriga patrullisõiduki kasumlikuse analüüs, mille tulemusel selgub, et elektrisõiduki energiale kulu maksumus on 79% väiksem kui sisepõlemismootoriga sõiduki kütusele.

Autori uuringu tulemusel tutvustatakse täpsemalt elektrisõidukite tuleviku arenguid, milleks on veojõu akude areng, vesinikkütuse kasutusele võtt, juhtmevabad elektrisõidukite laadimine, ühendus sõidukite ja infrastruktuuri vahel ning Euroopa Liidu määrus laadimistaristute suhtes, mille tulemusel muutub laadismijaamade hulk suuremaks ning võimekamaks.

SUMMARY

This thesis aims to identify the most suitable fully electric vehicle for the Estonian Police and Border Guard Board (PPA) from the 2023 market for use as a patrol vehicle. The topic was chosen in response to the PPA's need to transition towards environmentally friendly vehicles in its fleet, especially in light of the EU's 2035 regulation banning the sale of carbon-emitting cars and vans.

The focus of the thesis is on patrol vehicles, as they are crucial for the PPA, which operates a large and diverse fleet. The research not only explores fully electric vehicles but also considers alternatives that comply with EU regulations. The study provides an overview of different types of electrified vehicles, including fully electric and various types of hybrid vehicles.

An in-depth analysis was conducted on the PPA's experience with an existing fully electric vehicle, the Volkswagen ID.4, used in patrol work. The study includes an examination of the PPA's charging infrastructure and the challenges faced in its development, proposing possible solutions.

One of the main issues identified is the charging speed of the current vehicle. The Volkswagen ID.4's onboard charger is limited to 11kW, whereas the PPA's infrastructure supports 22kW, meaning the vehicle is only charged at half its potential speed. Due to budget constraints, installing fast chargers stations is currently not feasible, and using public fast chargers is impractical due to the variety of operators and the small size of the PPA's electric vehicle fleet.

The thesis recommends the Nissan Ariya as a more suitable vehicle for the PPA's needs. Its 22kW AC charging capability would significantly improve charging speed. Additionally, an energy consumption analysis reveals that the Nissan Ariya is more reliable for continuous use in patrol work compared to the Volkswagen ID.4, particularly in winter conditions.

Furthermore, the thesis reviews the 2021 electric vehicle tender conditions and concludes that the selection of the Volkswagen ID.4 was likely influenced by a preference for a specific vehicle. An alternative solution proposed is for the EU to mandate card payment options at all fast-charging stations, which would simplify the PPA's use of public chargers.

Finally, the thesis presents new technical specifications for future PPA electric patrol vehicle procurement and explores EU regulations regarding eco-friendly fleets. It concludes that electrified vehicles are significantly more cost-effective in terms of energy expenditure compared to internal combustion engine vehicles. The thesis also delves into future developments in electric vehicles, such

as battery technology, hydrogen fuel adoption, wireless charging, vehicle-infrastructure connectivity, and the expansion of charging infrastructure under EU regulations.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „History of electric cars,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.lemo-project.eu/wp-content/uploads/2015/01/History-of-electric-cars.pdf>. [Kasutatud 07. detsember, 2023].
- [2] P. kutsehariduskeskus, „Elektriamiga sõidukid,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://sites.google.com/hariduskeskus.ee/elektriauto/elektris%C3%B5idukite-t%C3%BC%C3%BCbid?authuser=0#h.f4s34giwrgkw>. [Kasutatud 07. detsember, 2023].
- [3] „Delphi unveils new 48V mild hybrid system; working with two OEMs toward production within 18 months,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.greencarcongress.com/2016/04/delphi-unveils-new-48v-mild-hybrid-system-working-with-two-oems-toward-production-within-18-months.html>. [Kasutatud 08. detsember, 2023].
- [4] „How Do Hybrid Electric Cars Work?,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-hybrid-electric-cars-work>. [Kasutatud 08. detsember, 2023].
- [5] U. Tampere, „Patrullauto politsei visiitkaart,“ *Radar Politsei- ja Piirivalveameti ajakiri*, pp. 24-27, Nr 28 sügis 2018.
- [6] „Politsei autopark täieneb kolme uue pikapiga,“ Autogeenius, [Võrgumaterjal]. Available: <https://auto.geenius.ee/rubriik/uudis/politsei-autopark-taieneb-kolme-uue-pikapiga/>. [Kasutatud 11. november, 2023].
- [7] „Politsei autoparki lisanduvad moodsad Mercedese maasturid,“ Autogeenius, [Võrgumaterjal]. Available: <https://auto.geenius.ee/rubriik/kaubikud/fotod-politsei-autoparki-lisanduvad-moodsad-mercedes-maasturid/>. [Kasutatud 11. november, 2023].
- [8] J.-P. Sibul, „Politsei mootorrattaid on suvel harva näha? PPA vastab, kui palju kahe rattalistega aastas maha sõidetakse,“ Autogeenius, 03 märts 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://auto.geenius.ee/rubriik/mootorrattad/politsei-mootorrattaid-on-suvel-harva-naha-ppa-vastab-kui-palju-kahe-rattalistega-aastas-maha-soidetakse/>. [Kasutatud 11. november, 2023].

- [9] „Politseitöö ja korra tagamine Rally Estonial,” ERR, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.err.ee/1608282183/rally-estonia-moodus-politseile-suuremate-vahejuhtumiteta>. [Kasutatud 11. november, 2023].
- [10] „Politsei varustus täienes uute mootorsaanide ja ATV-ga,” Saarte Hää, [Võrgumaterjal]. Available: <https://saartehaal.postimees.ee/6666380/politsei-varustus-taienes-uute-mootorsaanide-ja-atv-ga>. [Kasutatud 11. november, 2023].
- [11] T. Trei, *Elektrilise patrullõiduki tehniline kirjeldus*, Politsei- ja Piirivalveamet, 01.11.2023.
- [12] „Alarm- ja jälitussõidukite loetelu, nende tähistamise ja liiklemise kord,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/108022022010>. [Kasutatud 12. november, 2023].
- [13] „Siseministeeriumi valitsemisala raamatupidamise sise-eeskiri,” [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 06. detsember, 2023].
- [14] T. Trei, *Patrullõidukite statistiline info*, Politsei- ja Piirivalveamet, 01.11.2023.
- [15] U. Neeme, „19 elektriautot jõudsid politsei kasutusse,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.postimees.ee/931572/19-elektriautot-joudsid-politsei-kasutusse>. [Kasutatud 06. detsember, 2023].
- [16] „Elektrilise patrullõiduki soetamine Politsei- ja Piirivalveametile,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://riigihanked.riik.ee/rhr-web/#/procurement/3586516/general-info>. [Kasutatud 19. november, 2023].
- [17] „Volkswagen ID.4 Eesti hinnakiri,” [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 19. november, 2023].
- [18] „2021 Volkswagen ID.4 GTX 82 kWh (299 Hp) 4MOTION,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.auto-data.net/en/volkswagen-id.4-gtx-82-kwh-299hp-4motion-43344>. [Kasutatud 19. november, 2023].
- [19] „Politsei autoparki lisandus esimene elektriline patrullauto,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://auto.geenius.ee/rubriik/elektriautod/politsei-autoparki-lisandus-esimene-elektriline-patrullauto/>. [Kasutatud 19. november, 2023].
- [20] T. Trei, *Volkswagen ID.4 Politsei- ja Piirivalveameti kasutajakogemus*, Politsei- ja Piirivalveamet, 01.11.2023.

- [21] „Politsei- ja Piirivalveamet politseijaoskonnad,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.politsei.ee/et/asukohad/politseijaoskonnad>. [Kasutatud 18. november, 2023].
- [22] T. Trei, *2x22kW elektrilaadija tehniline kirjeldus*, Politsei- ja Piirivalveamet, 01.11.2023.
- [23] „Juhend Hankelepingu esemeks oleva maantee sõiduki kohta,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://kliimaministeerium.ee/media/11415/download>. [Kasutatud 26. november, 2023].
- [24] „Lisa Keskkonnahoidlike maantee sõidukite heite piirmäärad ja hankimise sihtmäärad lepingutega hõlmatud sõidukite koguarvust,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 26. november, 2023].
- [25] E. n. Pressiteade, „Alternatiivkütuste taristu: nõukogu võttis vastu uue õigusakti laadimisjaamade ja tanklate arvu suurendamiseks kogu Euroopas,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/et/press/press-releases/2023/07/25/alternative-fuels-infrastructure-council-adopts-new-law-for-more-recharging-and-refuelling-stations-across-europe/>. [Kasutatud 16. detsember, 2023].
- [26] „Solid-State Batteries Are Game Changers,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://oilandenergyonline.com/articles/all/solid-state-batteries-are-game-changers/>. [Kasutatud 18. detsember, 2023].
- [27] „Designing better batteries for electric vehicles,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://news.mit.edu/2021/designing-better-batteries-electric-vehicles-0816>. [Kasutatud 18. detsember, 2023].
- [28] „Solid-State Batteries Drive the Future of the EV Market,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.asme.org/topics-resources/content/solid-state-batteries-drive-the-future-of-the-ev-market>. [Kasutatud 18. detsember, 2023].
- [29] „The Future of Hydrogen,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen#overview>. [Kasutatud 18. detsember, 2023].
- [30] K. Kaaver, „Eesti avatakse esimesed vesinikutanklad sõiduautodele,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://arileht.delfi.ee/artikkel/120247581/eesti-avatakse-esimesed-vesinikutanklad-soiduautodele>. [Kasutatud 18. detsember, 2023].

- [31] A. Chudy, „BATTERY SWAPPING STATIONS FOR ELECTRIC VEHICLES,“ [Võrgumaterjal]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pdfs.semanticscholar.org/62de/aed1eb76f8b0d38470e331899b1f603df9d1.pdf. [Kasutatud 18. detsember, 2023].
- [32] „NIO Achieves Annual Target of 700 Battery Swap Stations Ahead of Schedule,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.nio.com/news/nio-achieves-annual-target-700-battery-swap-stations-ahead-schedule?noredirect=. [Kasutatud 18. detsember, 2023].
- [33] „Insight: Inside China's electric drive for swappable car batteries,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.reuters.com/business/autos-transportation/inside-chinas-electric-drive-swappable-car-batteries-2022-03-24/. [Kasutatud 18. detsember, 2023].
- [34] T. Mo, Y. Li, K.-t. Lau, C. K. Poon, Y. Wu ja Y. Lou, „Trends and Emerging Technologies for the Development of Electric Vehicles,“ [Võrgumaterjal]. Available: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dora.lib4ri.ch/empa/islandora/object/empa%3A30803/datastream/PDF/Mo-2022-Trends_and_emerging_technologies_for-%28published_version%29.pdf. [Kasutatud 16. detsember, 2023].
- [35] „Modular electric drive matrix (MEB),“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.volkswagen-newsroom.com/en/modular-electric-drive-matrix-meb-3677. [Kasutatud 20. detsember, 2023].
- [36] „VW ID.4, Audi Q4 and Skoda Enyaq - three identical yet so different EVs,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.arenaev.com/vw_id4_audi_q4_and_skoda_enyaq__three_identical_yet_so_different_evs-news-390.php. [Kasutatud 20. detsember, 2023].
- [37] „Škoda Enyaq hinnakiri,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.skoda.ee/vali-ja-osta/hinnakirjad-ja-kataloogid#anchor-M27-bf1e9bdf. [Kasutatud 20. detsember, 2023].
- [38] „Audi Q4 e-tron hinnakiri,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.audi.ee/ee/web/et/models/q4-e-tron/q4-e-tron.html. [Kasutatud 20. detsember, 2023].

- [39] „Volkswagen ID.4 hinnakiri,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.volkswagen.ee/et/chose-your-volkswagen/models/id4-gtx.html>. [Kasutatud 20. detsember, 2023].
- [40] „Nissan Ariya hinnakiri,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.nissan.ee/soidukid/uued-soidukid/ariya.html>. [Kasutatud 22. detsember, 2023].
- [41] „Nissan Ariya 87kWh,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://ev-database.org/car/1302/Nissan-Ariya-87kWh>. [Kasutatud 22. detsember, 2023].
- [42] „Electric car range figures: WLTP and real-world range,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.green.car/guides/electric-car-range-and-how-its-calculated-wltp-and-real-world-range/>. [Kasutatud 22. detsember, 2023].
- [43] „Unistad Teslast? Seadusemuudatus soosib vanemaid mudeleid,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.aripaev.ee/borsiuudised/2018/10/13/unistad-teslast-seadusemuudatus-soosib-vanemaid-mudeleid>. [Kasutatud 23. detsember 2023].
- [44] „EL kinnitas uutele autodele nullheitme nõude alates 2035. aastast,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.err.ee/1608929216/el-kinnitas-uutele-autodele-nullheitme-noude-alates-2035-aastast>. [Kasutatud 06. jaanuar, 2024].
- [45] „Toyota RAV4 Plug-IN Hybrid e-brošüür,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.elke.ee/et/toyota/rav4-plug-in-hybrid/e-brosuur/>. [Kasutatud 06. jaanuar 2024].
- [46] „Toyota RAV4 tehnilised andmed,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.elke.ee/et/toyota/rav4/tehnilised-andmed/>. [Kasutatud 06. jaanuar 2023].
- [47] „Elektri börsihind,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://home.macdronic.com/et/elekt/ajalugu>. [Kasutatud 23. detsember, 2023].
- [48] „Elektrilevi võrguteenuse hinnakiri,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.elektrilevi.ee/documents/8644141/8658446/Elektrilevi_hinnakiri_vorguteenuse_hinnad_alates_1_jaanuar_2023_EST.pdf. [Kasutatud 06. jaanuar, 2024].
- [49] H. Sepp, *Volkswagen ID.4 korraliste hoolduste graafik*, Moller Auto Mustamäe, 21.12.2023.

LISAD

Lisa 1. Politsei- ja Piirivalveametilt taodeldud andmed lõputöö jaoks

Lisa 2. Volkswagen ID.4 2021. hanke tehnilised tingimused [11]

Lisa 3. 2021. aasta hanke tingimustele vastavate 2023. aasta täiselektriautode varustuse nimekiri

Lisa 4. Parima võimaliku täiselektrilise sõiduki varustuse nimekiri, võrdluses 2021. aasta hanke varustuse nimekirjaga

Lisa 5. Uue PPA patrullisõiduauto hanke tehnilised tingimused

Lisa 1. Politsei- ja Piirivalveametilt taodeldud andmed lõputöö jaoks

1. nov 2023, 16:04 ☆ 😊 ↩ ⋮

- #### Patrullisõidukite tehnilised andmed:
- Sõiduki liik. Meil on kasutusel patrullisõiduaudot, patrullbussid, patrullmaasturi ja ATV-d;
 - Kui ATV-d kõrvale jätta, siis minimaalne võimsus peab antud sõidukitel olema 110kW;
 - Lisaks on meie jaoks oluline, et kõik patrullisõidukid oleksid nelikeelised;
 - Sõiduki suurus on selline huvitav küsimus. See erineb lähtuvalt sõidukiliigist ja oleneb sellest, mis sõidukeid parasjagu turul müüa on. Meie eesmärk on, et patrullpolitseinik oleks piisavalt ruumi koos oma varustusega. Viimaste hangete puhul oleme seda ruumi reguleerinud sõidukite teljevahe ja pikkusega. Maasturi ja sõiduauto puhul olid viimati nendeks numbriteks minimaalselt 2650mm teljevahe ja minimaalselt 4600mm pikkus. Bussi puhul on vastavad näitajad teljevahe minimaalselt 2600mm ja pikkus minimaalselt 4800mm;
 - Nõutavast lisaseadmed: siren (vähemalt 104dB) koos valjuhääldi võimekusega; lisakaugtuled koos automaatse vilkumise funktsiooniga; vilkurid 360-kraadi ja erinevate režiimidega; vilkurite juhtpult; raadiojaama valmidus (kõik vajalik juhtmestik, antennid, alus paigalduseks); E-politsei seadme valmidus (kõik vajalik juhtmestik, antennid, alus paigalduseks). Oluliselt sõidukist võime ka kiirusemõõta valmiduse loomist paluda. Patrulli sõidukites on ka konkreetne relvahoidlik tugirelvale.
 - Visuaalsed nõuded: Nagu eelmises punktis sai öeldud, siis sõiduki vilkurid peavad väga hästi silma paistma. Lisaks tellime me sõidukitele ka alarmvärvidesse kleepimise, mis tähendab, et sõiduk saab oma sini-valge välimuse, kuid patrulli sõidukite puhul lisame juurde ka sini-kollased helkurmaterjalist triibud, et sõiduk veel paremini silma paistaks. Lisaks on oluline, et meil on sõidukitel ka visuaalsed infokirjed, esteks POLITSEI, seejärel meie kontaktid ja sõiduki kutsungi number. Kõik kleebised peavad olema väga kvaliteetsed UV kaitsega ja pidama vastu sõiduki kasutamise aja (tavapäraselt 5 aastat). Sõidukitel on ka kolm videokeelebit, mis viitavad sellele, et sõidukis võib toimuda videosalvestus.
 - Patrullisõidukite statistilised andmed:
 - Tavapärase eksploatatsiooni aeg on 5 aastat;
 - Selle perioodi jooksul sõidame ca 250 000-300 000km ühe sõidukiga;
 - Täna keskmine sõidukite vanus on ca 3,7 aastat.
 - Patrullisõidukite kasutatavusega seotud andmed (läbitud vahemaad, sõidetud ja kohapeal seistud aeg, kütusekulu- ja tankimisandmed, muud mõõdetavad andmed sõidukil, mida on võimalik analüüsida):
 - Lisasin manusena patrullisõidukite info (Excel).
 - Hooldus- ja remonttööd:
 - Tinglikult võib jagada hooldused/remondid kolme gruppi:
 - Margiesinuste ametlikud teeninduspunktid – Sõidukit hankides esitab pakkuja ka ametlikud teeninduspunktid (enamasti küsime vähemalt Tallinn, Tartu, Pärnu ja Jõhvi/Rakvere/Narva (idas on esindused rohkem hajutatud)) Garantilised rendi-või omandisõidukid – hooldused teeme enamasti ametlikes esindustes (meil on olemas litsents Škodadele hoolduste tegemiseks – realselt kasutame seda veel ainult Põhja regioonis), pigem teeme garantiliste sõidukite puhul ise töid mis garantitingimusi ei mõjuta – pirnid, pidurid.
 - Remondi – ja hooldustööde lepingpartnerid – põhiline lepingu eesmärk on mittegarantiliste sõidukite remont ja hooldus aga ka garantiliste sõidukite rehviahetus ja muud remondid mis garantiid ei mõjuta (Näiteks ei ole rahaliselt ja ajaliselt mõttekas Kuressaare sõidukit saata Pärnusse ametlikku esindusse piduriklotse vahetama)
 - Oma töökoja – Põhjas on võimekus kõige suurem, tehakse muuhulgas ka Škodade ametlikku hooldust. Lääne on vastupidine näide, oma töökojad puuduvad. Oma töökojade eesmärk on teha töid ja remonte mille tulemuseks saab sõiduki kiiresti sõitu teha. Oma töökojal on mõistlikum teha rohkem väikesed remonte mis on kiiresti lahendatavad. Töökoja juht saab vastavalt töökoormusele suunata suuremad remondid koostööpartneri juurde, et ise teha rohkem väiksemaid/kiiremaid tegevusi. Sõidukid muutuvad järjest keerulisemaks ja remontimiseks on vaja rohkem teadmisi ja väljaõpet. Me ei suuda ise lahendada kõikide sõidukite probleeme, sest ka sõidukipark on meil markide ja mudelite vaates kirju aga erinevad kriisid on näidanud, et mingi oma remondivõimekus peab olema.
 - Sõidukite peamised rikked:
 - Väga keeruline on välja tuua, et mis on meie sõidukipargi peamised rikked. Peamised tegevused on seotud ikkagi igapäevase töö hoidmisega ehk korralised hooldused, kuluosade (pidurid, rehvid) vahetamine, pirnide vahetamine jne;
 - Tüüpigade teema sõitub pigem mingist konkreetsest margist, mudelist ja kasutusvaldkonnast. Näiteks patrullisõiduk saab kõige suurema koormuse, sellest ka rohkem probleeme. Näiteks:
 - 2016a Škoda Octaviat oli probleem vedrudega, kasutusel oli nn raskete teolude pakett tugedatud vedrudega aga need vedrud murdusid.
 - Škoda Passendil üldiselt on nõrk koht kahemassilise hooratas, mis hakkab kolisema (kogu VAG grupp). Lisaks lekikima hakkav vāntvõlli esimene simmerling.
 - 2016a VW Transporteritel oli 132kW ja 150kW probleem mootoritega, kestsid 200 000km.
 - MB Vito puhul saab välja tuua heitgaasi süsteemi andurite vead. Kuna auto on raske siis saavad ka pidurid palju koormust.
 - Aluja ja EGR süsteemi rikked on kõigil autodel probleem. Siin ei saa mingit marki eraldi välja tuua.
 - Politseitöö spetsiifikast tulenevad rikked:
 - Füüsilise kulumise – korduvalt uksest sisse-välja käimisest koos kogu varustusega - kuluvad istmed, polstrid, lävepakud. Ukse juhtmestik (aknalülitid vms) kulub.
 - Kohapeal töötav mootor – tahmfiltrid probleemid, poolerijäävad põletused ja sellest tulenevad mured.
 - Alarmsõidul pidurid saavad rohkem koormust (kulumine + kõverad kettad).
 - Politsei lisaseadmetest tulenevad elektriprobleemid, tarbijaid on nii palju, et aku eluiga väheneb.
 - Elektrienergia patrullisõiduk Volkswagen ID.4:
 - Tehniline kirjeldus on manuses. Me ei teinud allahindlust sellele sõidukile võrreldes teiste patrullisõidukitega. Seal on ka täpsemalt tehnilised kirjeldused, mida ka teistelt patrullisõidukitelt nõuame;
 - Lisasin ka ID.4 kasutajakogemuse, kus on kõik info selle sõiduki kasutuse kohta.
 - Laadimise andmetest saan öelda ainult nii palju, et keskmiselt 700 kWh elektrit kulub laadimiseks ühes kuus.
 - PPA olemas olev laadimistaristu elektrisõidukitele:
 - Hetkel omaname me kaht elektrisõidukit ning nende tarbeks on olemas laadijad: Kolde pst 65, Tallinn (2x22kW); Pärnu mnt 139, Tallinn (2x22kW); Rahumäe tee 6/1, Tallinn (1x22kW); A. H. Tammsaare pst 61, Pärnu (2x22kW). Lisaks on valmismisel P.Pinna 4, Tallinn (2x22kW) laadija; Kuressaare PJ laadija; Kohtla-Järve ühishoone laadija, Paide PJ laadija ja Tartu PJ laadija;
 - 2x22kW elektrilaadija tehniline kirjeldus manuses;
 - Laadijate juures parkimine on mõeldud ainult elektrisõidukitele, v.a juhul kui antud teenistuskohas ei ole elektrilisi sõidukeid, siis võivad ka teised ametisõidukid parkida;
 - Laadijatega tehnilisi probleeme kui selliseid ei ole esinenud. Meie täna puudus on väga heast haldussüsteemist, kuhu oleks võimalik erinevaid elektrilaadijaid liita. Nimelt soetame me laadijaid hangete või väikeostudega, mis tähendab, et laadija pakkuja võibolla täiesti erinev. Küll aga tahame me, et kõik laadijad oleksid hallatavad ühest kohast. Täna on meil haldajaks Enefit, kuid me ei ole jätunud veel sinna, et lisaks kWh arvestusele teaksime me täpselt kui palju laadimine ka maksab. Lähtuvalt börsihinnast saame seda loomulikult toetada, kuid see ei ole täpne arvestus. Kõige suurem probleem on aga laadimistaristu rajamine. Kuna enamik hooneid riigiasutustel nii meil Eestis kui ka mujal Euroopas on vananenud, siis ei ole nendes piisavalt elektrivõimsust. See aga tähendab väga suuri kulusid. VW ID.4 kasutajakogemuses on näide, kus 22kW laadija, mis maksab ca 10 000€ oleks läinud meile Kärdsas maksma 250 000€. Seda seetõttu, et terve hoone elektrisüsteem on vaja ringi teha, hoonesse on vaja uus elektrihendus rajada, selle käigus on vaja projekt ja kaevetööd ja kõigele lisaks ka lisa elektrivõimsus osta. Oleme täna seisukohal, et vajamineva elektritaristu rajamine on oluliselt kallim kui elektrisõidukite soetus.
 - Avalike laadijate kasutamise võimalus:
 - Täna ei ole me avalike laadijate kasutust ette näinud ja seda seetõttu, et ei ole ühtset makselahendust. Meie elektrisõidukite park on täna kahe sõiduki suurune ning selle tarbeks erinevate ettevõtetele lepingute sõlmimine ei ole otstarbekas. Täna elektrisõidukite kasutades arvestame sellega, et avalikke laadijaid me ei kasuta.
 - PPA huvid ja eesmärgid laiendada elektrienergia sõidukite parki:
 - Euroopa Liidul on vastavad nõudmised juba seatud. Nende järgi andis 24.02.2023 keskkonnaminister välja ka määruse, mille alusel 23,1% sõidukipargist peaks olema rohelised: <https://www.riigiteataja.ee/akt/121022023005>. See määrus viitab tagasi ka EL õigusnormidele. Tegemist ei ole ainult elektrisõidukitega, mis võivad rohelised olla. Siia alla kuuluvad ka biogaasiga sõitvad sõidukid, biokütuse kasutamine diisel sõidukitel (Neste MY Renewable Diesel), vesiniksõidukid ja veel on võimalus ka hübridsõidukite kasutamist, mille CO2 g/km on väiksem kui 50.

Lisa 2. Volkswagen ID.4 2021. hanke tehnilised tingimused [11]

Nr	Hankija poolt kehtestatud tingimuse kirjeldus
1.4	Tootja garantii või tootja tehase tingimustele samaväärne garantii vähemalt 5 aastat või 150 000 km. Sõidukile paigaldatud seadmetele ja lisavarustusele peab kehtima garantii 5 aastat.
1.5	Akupatarei garantii vähemalt 8 aastat või 150 000 km
	Üldnõuded
2.1	Ehitusaasta – 2021 või uuem
	Tehnilised parameetrid
3.1	Sõiduki kategooria M1 - sõiduauto
3.2	Keretüüp universaal/mahtuniversaal
3.3	Uste arv - 5
3.4	Istekohtade arv koos juhiga - 5
3.5	Kütus - elekter
3.6	Akupatarei mahutavus vähemalt 77 kWh
3.7	Masina võimsus vähemalt 150 (kw)
3.8	Sõiduulatus WLTP kohaselt vähemalt 400 km
3.9	Veoskeem - nelikvedu
3.10	Minimaalne kliirens tühimassiga 160 (mm)
3.11	Minimaalne teljevahe 2700 (mm)
3.12	Minimaalne pikkus 4550 (mm)
3.13	Minimaalne pakiruumi maht 500(l), tagaistme seljatugi püstises asendis ja aknani laetud
3.14	Laadimisvõimekus avalikest alalisvoolu kiirlaadijatest vähemalt 125kw
3.15	Haakekonks (elektrilise lukustussüsteemiga)
	Turva- ja ohutusvarustus
6.1	Turvapadi juhile ja kaasreisijale
6.2	Peatoed reguleeritava kõrgusega
6.3	Külgmised turvapadjad ja/või kardinad
6.4	Vargusvastane alarmseade (sõiduki tootja)
6.5	Turvatalad ustes
6.6	Bluetooth käed-vabad telefonisüsteem (sõiduki tootja)
	Standardvarustus ja funktsionaalsus

7.1	Soojendusega esiklaas
7.2	Päevatulede automaatne lülitis
7.2.1	Töötava mootoriga kõigi välisvalgustite väljalülitamise võimalus.
7.3	LED tuled (lähi- ja kaugtuled)
7.4	Udutuli vähemalt taga
7.5	Istmete kõrguse, kauguse reguleerimise võimalus esiistmetel
7.6	Istmesoojendus, vähemalt esiistmetel
7.7	Kesklukustus kaugjuhtimisega
7.8	Elektrilised akende tõstukid
7.9	Roolisamba kõrgus ja kaugus reguleerimise võimalus
7.10	Elektriliselt reguleeritavad soojendusega küljepeeglid
7.11	Näidikuteploki taustavalguse reguleerimise võimalus
7.12	Multimeediaekraani suurus vähemalt 10 tolli
7.13	Püsikiirusehoidja
7.15	Automaatne kliimaseade
7.15.1	Kahetsooniline, võimaldab automaatset reguleerida temperatuuri sõiduki salongis ning hoiab automaatselt etteantud piirkonnas salongi temperatuuri
7.16	Integreeritud autoradio (sõiduki tootja originaal)
7.17	Eesmised ja tagumised parkimisandurid vähemalt akustilise märguandega
7.19	Tagaistmete seljatugi alla klapitav
7.20	Istmekatted tumedast tekstiilist
7.24	Roolivõimendi
7.25	Salongis tahavaatepeegel
7.26	Soojuspump
7.30	Kõik ukSED avatavad töötava mootoriga ning ei tohi lukustuda sõiduki liikumisel
7.31	Salongi tulede automaatse sisselülitumise välistamise võimalus uste avamisel
	Veljed ja rehvid
8.1	Veljed vähemalt 18 tolli (sõiduki tootja originaal)
8.2	Rehvid uued (mitte taastatud)
8.3	Rehviparanduskomplekt kinnitatult

Lisa 3. 2021. aasta hanke tingimustele vastavate 2023. aasta täiselektriautode varustuse nimekiri

	Volkswagen ID.4 GTX	Škoda Enyaq 85x	Audi Q4 45 e- tron quattro
Haakekonks (elektrilise lukustussüsteemiga)	986 €	1090 €	880 €
Turva- ja ohutusvarustus			
Turvapadi juhile ja kaasreisijale	x	x	x
Peatoed reguleeritava kõrgusega	x	x	x
Külgmised turvapadjad ja/või kardinad	x	x	x
Vargusvastane alarmseade (sõiduki tootja)	x	300 €	1070 €
Turvatalad ustes	x	x	x
Bluetooth käed-vabad telefonisüsteem (sõiduki tootja)	x	x	x
Standardvarustus ja funktsionaalsus			
Soojendusega esiklaas	x	860 € talvepakett	395 €
Päevatulede automaatne lülitus	x	x	x
Töötava mootoriga kõigi välisvalgustite väljalülitamise võimalus.	x	x	x
LED tuled (lähi- ja kaugtuled)	x	x	x
Udutuli vähemalt taga	x	x	x
Istmete kõrguse, kauguse reguleerimise võimalus esiistmetel	x	x	x
Istmesoojendus, vähemalt esiistmetel	x	860 € talvepakett	x
Kesklukustus kaugjuhtimisega	x	x	x
Elektrilised akende tõstukid	x	x	x
Roolisamba kõrgus ja kaugus reguleerimise võimalus	x	x	x
Elektriliselt reguleeritavad soojendusega küljepeeglid	x	x	x
Näidikuteploki taustavalguse reguleerimise võimalus	x	x	x
Multimeediaekraani suurus vähemalt 10 tolli	x	x	x
Püsikiirusehoidja	x	x	x
Automaatne kliimaseade	x	x	x

Kahetsooniline, võimaldab automaatset reguleerida temperatuuri sõiduki salongis ning hoiab automaatselt etteantud piirkonnas salongi temperatuuri	x	x	x
Integreeritud autoraadio (sõiduki tootja originaal)	x	x	x
Eesmised ja tagumised parkimisandurid vähemalt akustilise märguandega	x	x	710 € esimesed parkandurid
Tagaistmete seljatugi alla klapitav	x	x	x
Istmekatted tumedast tekstiilist	x	x	x
Roolivõimendi	x	x	x
Salongis tahavaatepeegel	x	x	x
Soojuspump	x	1300 €	1115 €
Kõik uksed avatavad töötava mootoriga ning ei tohi lukustuda sõiduki liikumisel	x	x	x
Salongi tulede automaatse sisselülitumise välistamise võimalus uste avamisel	x	x	x
Veljed ja rehvid			
Veljed vähemalt 18 tolli (sõiduki tootja originaal)	20 tolli	19 tolli	19 tolli
Rehvid uued (mitte taastatud)	x	x	x
Rehviparanduskomplekt kinnitatult	x	x	60 €

Lisa 4. Parima võimaliku täiselektrilise sõiduki varustuse nimekiri, võrdluses 2021. aasta hanke varustuse nimekirjaga

Haakekonks (elektrilise lukustussüsteemiga)	1069€
Turva- ja ohutusvarustus	
Turvapadi juhile ja kaasreisijale	x
Peatoed reguleeritava kõrgusega	x
Külgmised turvapadjad ja/või kardinad	x
Vargusvastane alarmseade (sõiduki tootja)	x
Turvatalad ustes	x
Bluetooth käed-vabad telefonisüsteem (sõiduki tootja)	x
Standardvarustus ja funktsionaalsus	
Soojendusega esiklaas	x
Päevatulede automaatne lülitus	x
Töötava mootoriga kõigi välisvalgustite väljalülitamise võimalus.	x
LED tuled (lähi- ja kaugtuled)	x
Udutuli vähemalt taga	x
Istmete kõrguse, kauguse reguleerimise võimalus esiistmetel	x
Istmesoojendus, vähemalt esiistmetel	x
Kesklukustus kaugjuhtimisega	x
Elektrilised akende tõstukid	x
Roolisamba kõrgus ja kaugus reguleerimise võimalus	x
Elektriliselt reguleeritavad soojendusega küljepeeglid	x
Näidikuteploki taustavalguse reguleerimise võimalus	x
Multimeediaekraani suurus vähemalt 10 tolli	x
Püsikiirusehoidja	x
Automaatne kliimaseade	x
Kahetsooniline, võimaldab automaatset reguleerida temperatuuri sõiduki salongis ning hoiab automaatselt etteantud piirkonnas salongi temperatuuri	x
Integreeritud autoraadio (sõiduki tootja originaal)	x
Eesmised ja tagumised parkimisandurid vähemalt akustilise märguandega	x
Tagaistmete seljatugi alla klapitav	x
Istmekatted tumedast tekstiilist	x

Roolivõimendi	x
Salongis tahavaatepeegel	x
Soojuspump	x
Kõik ukSED avatavad töötava mootoriga ning ei tohi lukustuda sõiduki liikumisel	x
Salongi tulede automaatse sisselülitumise välistamise võimalus uste avamisel	x
Veljed ja rehvid	
Veljed vähemalt 18 tolli (sõiduki tootja originaal)	19 tolli
Rehvid uued (mitte taastatud)	x
Rehviparanduskomplekt kinnitatult	x

Lisa 5. Uue PPA patrull sõiduauto hanke tehnilised tingimused

HANGITAVA SÕIDUKI TEHNILISED TINGIMUSED			
Nr	Hankija poolt kehtestatud tingimuse kirjeldus	Hangitava sõiduki andmed	Pakutava sõiduki andmed
ÜLDTINGIMUSED			
1.1	Käesolevas dokumendis kirjeldatud tehnilised näitajad ja tingimused on miinimumnõuded, millede täitmise peab pakkuja tagama. Kui pakkuja pakub miinimumnõuetest paremaid näitajaid, siis peab ta selle fikseerima oma pakkumuses.	jah	
1.3	Sõiduk ja selle lisavarustus peavad vastama Euroopa Liidus ja Eesti Vabariigis kehtivatele nõuetele, k.a majandus- ja kommunikatsiooniministri 13. juuni 2011. a määrusele nr. 42 „Mootorsõiduki ja selle haagise tehnonõuded ning nõuded varustusele“.	jah	
1.4	Tootja garantii või tootja tehase tingimustele samaväärne garantii vähemalt 5 aastat või 150 000 km. Sõidukile paigaldatud seadmetele ja lisavarustusele peab kehtima garantii 5 aastat.	jah	
1.5	Akupatarei garantii vähemalt 8 aastat või 150 000 km.	jah	
ÜLDNÕUDED			
2.1	Ehitusaasta - 2023 või uuem	jah	
TEHNILISED PARAMEETRID			
3.1	Sõiduki kategooria M1 - sõiduauto	jah	
3.2	Keretüüp universaal/mahtuniversaal/mitmeotstarbeline sõiduk	jah	
3.3	Uste arv - 5	jah	
3.4	Istekohtade arv koos juhiga - 5	jah	
3.5	Kütus - elekter	jah	
3.6	Veojõuaku neto mahutavus vähemalt 80 kWh	jah	
3.7	Mootorite maksimaalne võimsus vähemalt 150 kW	jah	
3.8	Sõiduulatus WLTP kohaselt vähemalt 400 km	jah	

3.9	Veoskeem - nelikvedu	jah	
3.10	Minimaalne kliirens tühimassiga 160 (mm)	jah	
3.11	Minimaalne teljevahe 2700 (mm)	jah	
3.12	Minimaalne pikkus 4550 (mm)	jah	
3.13	Minimaalne pakiruumi maht 400(l), tagaistme seljatugi püstises asendis ja aknani laetud	jah	
3.14	Laadimisvõimsus vahelduvoolu laadijast 22kW	jah	
3.15	Laadimisvõimsus alalisvoolu kiirlaadijast vähemalt 125kw	jah	
TURVA- JA OHUTUSVARUSTUS			
6.1	Turvapadi juhile ja kaasreisijale	jah	
6.2	Peatoed reguleeritava kõrgusega	jah	
6.3	Külgmised turvapadjad ja/või kardinad	jah	
6.4	Vargusvastane alarmseade (sõiduki tootja)	jah	
6.5	Turvatalad ustes	jah	
6.6	Bluetooth käed-vabad telefonisüsteem (sõiduki tootja)	jah	
STANDARDVARUSTUS JA FUNKTSIONAALSUS			
7.1	Soojendusega esiklaas	jah	
7.2	Päevatulede automaatne lülitus	jah	
7.2.1	Töötava mootoriga kõigi välisvalgustite väljalülitamise võimalus.	jah	
7.3	LED tuled (lähi- ja kaugtuled)	jah	
7.4	Udutuli vähemalt taga	jah	
7.5	Istmete kõrguse, kauguse reguleerimise võimalus esiistmetel	jah	
7.6	Istmesoojendus, vähemalt esiistmetel	jah	
7.7	Kesklukustus kaugjuhtimisega	jah	
7.8	Elektrilised akende tõstukid	jah	
7.9	Roolisamba kõrgus ja kaugus reguleerimise võimalus	jah	
7.10	Elektriliselt reguleeritavad soojendusega küljepeeglid	jah	
7.11	Näidikuteploki taustavalguse reguleerimise võimalus	jah	
7.13	Püsikiirusehoidja	jah	
7.15	Automaatne kliimaseade	jah	

7.15.1	Kahetsooniline, võimaldab automaatset reguleerida temperatuuri sõiduki salongis ning hoiab automaatselt etteantud piirkonnas salongi temperatuuri	jah	
7.16	Integreeritud FM autoraadio, koos bluetooht ühendusega (sõiduki tootja originaal)	jah	
7.17	Eesmised ja tagumised parkimisandurid vähemalt akustilise märguandega	jah	
7.19	Tagaistmete seljatugi alla klapitav	jah	
7.20	Istmekatted tumedast tekstiilist	jah	
7.25	Salongis tahavaatepeegel	jah	
7.26	Soojuspump	jah	
7.30	Kõik ukSED avatavad töötava mootoriga ning ei tohi lukustuda sõiduki liikumisel	jah	
7.31	Salongi tulede automaatse sisselülitumise välistamise võimalus uste avamisel	jah	
7.32	Haakekonks (elektrilise lukustussüsteemiga)	jah	
VELJED JA REHVID			
8.1	Veljed vähemalt 18 tolli (sõiduki tootja originaal)	jah	
8.2	Rehvid uued (mitte taastatud)	jah	
8.2.1	uued (mitte taastatud) suve- ja lamellrehvid.	jah	
8.2.2	kiirus- ja koormusindeksid sõiduki valmistajatehase poolt määratud suurimad võimalikud	jah	
8.2.3	rehvide tootmisaasta mitte vanem kui 2022	jah	
8.3	Rehviparanduskomplekt kinnitatult	jah	