



Markus Mäe

Laadimisinfrastruktuuri valmisolek elektriveokite rakendamiseks Eestis

LÕPUTÖÖ

Logistikainstituut

Õpperühm: LO2020

Juhendaja: Tõnis Hintsov

Tallinn 2024

Autori deklaratsioon ja lihtlitsents

Mina/meie, Markus Mäe, tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie 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: Tõnis Hintsov

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Markus Mäe, sünnikuupäev: 11.12.1999, annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Laadimisinfrastruktuuri valmisolek elektriveokite rakendamiseks Eestis“

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.

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

Tallinnas 05.01.2024 (allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäev) (autori allkiri)

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	4
1 ELEKTRIVEOKITE ALGUS 19. SAJANDIL	6
1.1 Elektriveokid 20. sajandil	7
1.2 Elektriveokite taastulemine 21. sajandil	8
2 ELEKTRIVEOKITE LAADIMISSÜSTEEMID	11
2.1 Elektriveokite akutehnoloogiad	11
2.1.1 Liitiumioonaku	11
2.1.2 Pliihappeaku	11
2.1.3 Nikkel-metallhübriidaku	12
2.1.4 Naatrium-väävelaku	12
2.2 Laadimistehnoloogiad ja standardid	13
3 AFIR.....	15
4 UURIMISMETOODIKA.....	16
5 LAADIMISINFRASTRUKTUURI VALMISOLEK ELEKTRIVEOKITE RAKENDAMISEKS EESTIS.....	18
5.1 Scania Eesti AS	18
5.2 Eleport OÜ.....	26
6 JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD	32
KOKKUVÕTE.....	37
SUMMARY	40
VIIDATUD ALLIKAD.....	43
LISA 1 ELEPORT OÜ INTERVJU	45
LISA 2 SCANIA EESTI AS INTERVJU	46

SISSEJUHATUS

Elektriveokid on tänapäeval üha enam tähelepanu keskmes, olles oluliseks sammuks transpordisektoris süsinikdioksiidi heitmete vähendamisel ja keskkonnasäästlikumate lahenduste poole liikumisel. Elektriveokite kasutuselevõtt nõuab aga mitte ainult tehnoloogilisi edusamme sõidukite endi osas, vaid ka laadimisinfrastruktuuri piisavust ja kättesaadavust.

Käesoleva töö eesmärk on vaadelda elektriveokite (N1- ja N2-kategooria) laadimisinfrastruktuuri valmisolekut Eestis, analüüsides olemasolevaid lahendusi ja võimalikke puudujääke. Uurimistöö tulemused peaksid mitte ainult lisama väärtust elektriveokite infrastruktuuri valdkonnale Eestis, vaid toimima ka alusena edasisteks uuringuteks, aidates kaasa keskkonnasõbralikuma transpordisüsteemi kujundamisele Eestis ja laiemalt maailmas.

Eesti on tuntud oma pideva pühendumise poolest uuenduslike tehnoloogiate ning jätkusuutlikkuse valdkonnas ja seetõttu on aktuaalne uurida ka elektriveokite laadimisinfrastruktuuri praegust seisust ning selle vastavust nõudlusele ja tegelikule vajadusele. See võimaldaks paremini mõista elektriveokite kasutuselevõtu hetkeseisust ja võimalikke väljakutseid, mis võiksid pidurdada nende laialdasemat kasutust.

2035. aastast ei ole Euroopa Liidu määrusega enam lubatud müüa sisepõlemismootoriga sõidukeid, mistõttu kasvab surve elektriveokite ostmiseks juba praegu. Probleem on hetkel selles, et Eesti tänane elektrisõidukite laadimisinfrastruktuur on mõeldud eelkõige sõiduautode, aga mitte elektriveokite jaoks.

Antud töö käigus käsitletakse mitmeid aspekte, sealhulgas leitakse vastused autori poolt püstitatud uurimisküsimustele:

1. Milline on hetkeolukord elektriveokite laadimisinfrastruktuuri olemasolu ja kättesaadavuse osas Eestis?
2. Millised on elektriveokite laadimisvõimaluste hetkeprobleemid ja piirangud Eestis?
3. Milline on elektriveokite laadimisinfrastruktuuri tulevikuperspektiiv Eestis?

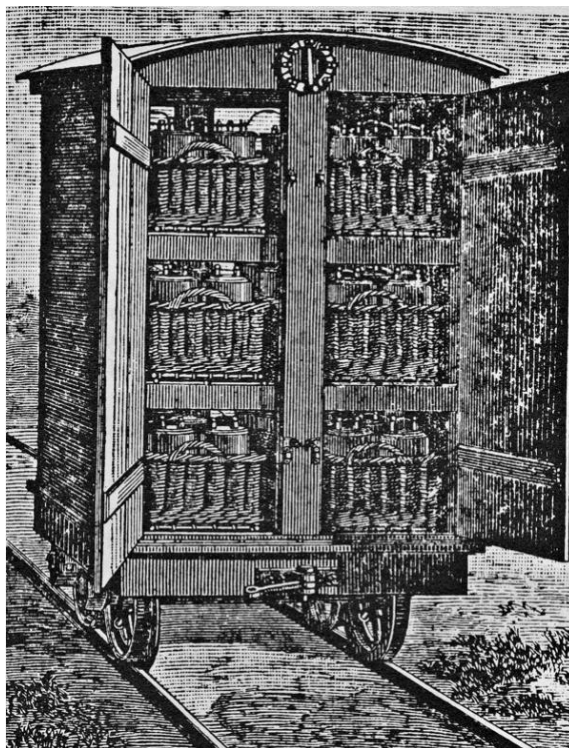
Lõputöö koosneb teoreetilisest ja uurimuslikust osast. Teoreetilisel osal on kolm peatükki, millest esimene jaguneb omakorda kaheks alapeatükiks. Esimeses neist antakse ülevaade elektriveokite ajaloost ning teises aidatakse selgitada elektriveokite hilise arengu põhjuseid. Teine peatükk jaguneb samuti

kaheks alapeatükiks. Esimeses tutvustatakse elektriautode akutehnoloogiaid ning teises antakse ülevaade elektriveokite laadimissüsteemidest ja -standarditest. Kolmas peatükk käsitleb Euroopa Liidu poolt kehtestatud AFIR määrust. Neljas kuni kuues peatükk hõlmavad töö uurimuslikku osa. Neljandas tutvustatakse valitud uurimismeetodit ning antakse taustinformatsiooni. Viies peatükk koosneb omakorda kahest alapeatükist, nendes tutvustab autor andmeid, mida ta kogus intervjuude käigus. Viimases ehk kuuendas peatükis, analüüsitakse kogutud informatsiooni ning tuuakse välja tulemused, probleemid ja lahendused.

Lähtudes põhjalikust analüüsist ja uurimistööst loodab autor anda panuse elektriveokite laadimisinfrastruktuuri olukorra paremaks mõistmiseks Eestis ning välja pakkuda soovitusi ja suuniseid selle edasiseks arenguks ja parendamiseks.

1 ELEKTRIVEOKITE ALGUS 19. SAJANDIL

Elektriveokite ajalugu algas 1882. aasta kevadel, kui otsustati teha esimene eksperiment akutranspordi tööstuslikuks kasutamiseks. Suur pleegitusplats Lisieux'i lähedal, soovis mehhaniseerida riiete välja panekut ning üles tõstmist. Kuna auruvedur tekitas liiga palju tuhka ning suitsu, ei saanud seda tööks kasutada ja oli vaja välja mõelda midagi uut. Siis tuligi nende inseneril Laurent Dupuy'l pähe mõte, ehitada elektrijõul toimiv masin (Joonis 1), mis sõitis rööbastel. Masina hinnatavaks kaaluks oli 1134 kg, jõuallikaks oli Siemens'i elektrimootor ning vooluallikaks Force ja Lumière akud (635kg). Akud olid paigutatud väikeste korvide sisse. [1, lk 26 kaudu]



Joonis 1 Laurent Dupuy esimene elektrijõul töötav masin [1]

Esimene elektriauto, mis ei vajanud sõitmiseks rööpaid, valmis 1895. aastal ning selle loojateks olid Pedro G. Salom ja Henry G. Morris. Intervjuus mainisid leiutajad, et nende sõiduki kõige praktilisem kasutusala on kauba ja inimeste transportimine. Sõiduki eduloost said paljud leiutajaid inspiratsiooni ning 1. septembri 1895 aasta seisuga oli USA patendiametil rohkem kui 500 patendi taotlust laual, mis kõik käsitlesid ainuüksi sõidukimootorite patente.[1, lk 32 kaudu]

1.1 Elektriveokid 20. sajandil

Elektriveokite madal kiirus ja väike sõiduulatus ei olnud 20. sajandi alguses probleemiks, kuna neid kasutati linnaliikluses. Sõidukid pakkusid vaikset, saasteta ja lihtsat transporti inimestele ning neid kasutati ka tuletõrjeautodena, bussidena ja veoautoparkides. Lisaks sellele, et elektriautod olid vaiksed, oli neil ka pikk eluiga ning neid oli võrdlemisi lihtne hooldada ja kasutada. Sõidukite akusid oli võimalik laadida sõidukiparkide garaažides. [2]

1918. aastal toodetud Walker'i veoauto Model 15 suutis läbida ühe akutäiega 50 miili ning tema elektrimootor asus tagumises teljes. Auto oli varustatud vintsiga, mis oli vajalik elektriliini postide paigutamiseks. Masina allosas oli tugev metallraam, mis aitas hoida raskeid akusid. Akude elemente oli võimalik vahetada. Rasked akud olidki üheks miinuseks, kuna need vähendasid sõiduki kandevõimet. Tippkiiruseks oli masinal 20 miili/tunnis. Veokist on säilinud ka üks restaureerimata eksemplar (Joonis 2). [3]



Joonis 2 1918 Walker Model 5, restaureerimata [3]

1920. aastal oli Ameerikas parem teedesüsteem, mis ühendas omavahel linnasid, see tõi kaasa vajaduse läbida pikemaid vahemaid, milleks elektriautod ei olnud enam suutelised. Elektriautode populaarsuse vähenemisel oli veel põhjused [4]:

- Texase toornafta firma alandas oluliselt bensiini hinda ning see muutus keskmisele tarbijale taskukohasemaks;
- 1912. leiutas Charler Kettering elektrilise starteri, mistõttu ei pidanud enam sisepõlemismootori käivitamiseks kasutama käsikruvi;
- Henry Ford alustas sisepõlemismootoriga autode tootmist, mis olid inimestele taskukohasemad.

1922. aastal kasutas Marshall Field Chicagos kokku 276 elektrilist veoautot, mis olid populaarsed ka mujal Ameerikas. Üks peamisi veoautode tootjaid oli Walker Vehicle Co, kes tootis elektriautosid kuni teise maailmasõja alguseni. [2]

Elektrisõidukid olid 1935. aastaks peaaegu kadunud ning kuni 1960. aastateni oli elektriautode kasutamine transpordivahendina surnud juba aastaid. [4]

1960. ja 1970. aastatel tekkis vajadus alternatiivkütusega sõidukite järele, et vähendada sisepõlemismootorite heitgaasidest tulenevaid probleeme ja vähendada sõltuvust imporditud välismaa toornafta järele. Sellel ajal tehti palju erinevaid praktilisi katsetusi elektrisõidukite tootmiseks. [4]

1.2 Elektriveokite taastulemine 21. sajandil

1985. aastal lõi Jaapani korporatsioonis Asahi Kasei töötav Dr. Akiro Yoshino kaubandusliku prototüübi liitumioonakust. Kaks aastat hiljem sõlmis Sony USA lepingu ettevõttega Everyday, et arendada välja massiturule mõeldud taaslaetavad liitumakud. 1991. aastal see ka õnnestus ning akud jõudsid turule. Liitumakude areng jätkus ja 1990ndate aastate lõpuks hakkasid Jaapani ettevõtted tegema suuri edusamme liitumioonakude laiale turule toomisel, juhtivaks ettevõtteks oli taaskord Sony. [1, lk 234]

Sellest sai alguse elektriautode tagasitulek. 1997. aastal tootis Nissan Motors automudeli Altra, mis oli varustatud 62kW võimsa elektrimootoriga ning Sony liitumakudega. Nissan Altra oligi esimene auto, mis oli varustatud liitumakudega ning suuteline läbima ~190km ühe laadimisega. [1, lk 234 kaudu]

2005. aasta lõpus tuli Jaapanis müügile Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation hübriidveoauto Fuso Canter Eco Hybrid. See sisaldas endas väikest ja keskkonnasäästlikku diisel- ja elektrimootorit, mis sai voolu liitumioonakudelt. Auto kütusekulu oli 30% säästlikum kui ainult sisepõlemismootoriga sama mudeli veokil ning väiksem oli ka heitekogus. DHL Jaapan hakkas autot kasutama 2006. aasta juulis kaupade korjamiseks ning kättetoimetamiseks Tokyos. [1, lk 235 kaudu]

2004. aastal sai FedEx logistikafirmast esimene ülemaailmne ettevõte, kes investeeris hübriidelektrilistesse veokitesse ning 2010 aastal tulid nad välja esimese täiselektrilise Navistar Modec (Joonis 3) veokiga. [1, lk 236 kaudu]

Modec'i elektrimootori võimsus oli 70kW ning tippkiirus ~80km/h. Akutäiega oli võimalik sõita linnas umbes 160 km ning auto maksumus oli ~137000€. Kuna tootmine ei olnud majanduslikult kasulik, siis valmisid viimased veokid 2012. aastal ning rohkem neid ei toodetud. Ettevõtte Modec läks pankrotti. [5]

Esialgu oli USA's, Los Angelese piirkonnas, kastutuses neli täielikult elektriseeritud FedEx'i pakiautot ning lubati, et neile lisandub veel 1800 alternatiivset sõidukit, mida hakatakse kasutama ülemaailmselt. Hiljem võeti pakiautod kasutusele ka Pariisis ning Londonis. [6]



Joonis 3 FedEx'i täiselektriline veok Navistar Modec [7]

Veoauto Fuso tootja Mitshubishi ja elektribusside tootja Daimler hakkasid 2018. aasta märtsis katsetama uut elektrilist raskeveokit E-Fuso Vision ONE (Joonis 4). Akude mahutavus oli veokil 300kWh ning 11 000 kg koormaga suutis auto sõita 349 km. Auto ise kaalus 23 000 kg. [1, lk 244]

Marc Llistosella, Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporatin'i president ja tegevjuht ning Daimler Trucks Asia juht väitsid 2017 Tokyo Motor Show'l, et nende poolt toodetava eCanteriga on nad tõestanud, et

elektriautode kasutuselevõtmine on võimalik ning sellel ajahetkel oli rahaline sääst veokiga eCanter kuni 1000 eurot jooksvaid kulusid 10 000 km kohta. [8]



Joonis 4 Täiselektriline raskeveok E-Fuso Vision ONE [9]

2 ELEKTRIVEOKITE LAADIMISSÜSTEEMID

2.1 Elektriveokite akutehnoloogiad

2.1.1 Liitiumioonaku

Liitiumioonaku koosneb anoodist, katoodist, separaatorist, elektrolüüdist ja kahest voolukollektorist – positiivne ja negatiivne. Anoodi ja katoodi ülesandeks on salvestada liitiumi. Liitiumioonide liikumine tekitab anoodis vabu elektrone, mis tekitavad laengu positiivses voolukollektoris ning vool liigub toidetava seadmeni, olgu selleks siis telefon või elektriveok. [10]

Liitiumioonakud peavad töötama turvalises töökeskkonnas, mida mõjutavad laadimiskiirus, töötemperatuur ja pingevahemik. Nende vahemike ületamine võib kaasa tuua aku jõudluse kiire nõrgenemise ning isegi ka ohutusprobleeme. Liitiumioonakud, mis on juba vanaks jäänud ning elektriautodest eemaldatud, koosnevad 80% primaarenergiast ning neid kasutatakse elektrijaamades energiasalvestussüsteemides ja taastuenergiajaamades. Teise ringi akusid on võimalik odavalt saada, kuid nende usaldusväärsus on küsitav, kuna need võivad olla rikkega ja halvenenud jõudlusega. [11]

Liitiumioonaku eeliseks on kõrge pinge ning ka suur energiatihedus. Nad on lisaks keskkonnasõbralikud ja madala isetühjenemise kiirusega, töötemperatuuri vahemik on lai ning mälu efekt puudub, samuti on neil kõrge kasutegur ja pikk eluiga. Viimaste aastate jooksul on liitiumioonakude kasutamine heaks kiidetud ja nendest on saanud üks olulisemaid komponente uue põlvkonna elektrisõidukites.

[12, lk 1–2]

2.1.2 Pliihappeaku

Pliiakud on kõige sagedamini kasutatav akutüüp fotogalvaanilistes (päikeseselemendiga) süsteemides. Kuigi pliiakude energiatihedus on üsna väike, on nende kasutegur mõõdukas ja hooldusvajadus suur. Pliihappeaku koosneb negatiivsest elektrodist, mis on valmistatud pehmest või poorilisest pliiist. Mõlemad elektrodid on kastetud väävelhappe ja vee elektrolüütilisse lahusesse. Kui elektrodid puutuvad omavahel kokku aku füüsilise liikumise või elektrodide tiheduse muutumise tõttu, eraldub kahte elektroodi isoleeriv membraan. See takistab elektrikatkestuse tekkimist ning energia salvestub keemilise reaktsiooni läbi. [13]

Pikka aega domineerisid turul pliihappeakud, kuna need maksid vähe ja olid juba küllaltki kaugemale arenenud ning neid oli raske kuritarvitada. Kuid akude juhtimise tehnoloogia oli maha jäänud ning akude eluiga oli lühike, kui neid ühendati jadaühendusega. Laadimisel juhtus tihti, et akusid kas laeti liiga vähe või laeti jälle üle, mis omakorda vähendas nende eluiga. [12, lk 5]

2.1.3 Nikkel-metallhübriidaku

Nikkel-metallhübriidakud on tänapäeval tänu oma suurele energiatihedusele kõige kiiremini kasvav laetavate akude turusegment. Keemia, mida neis kasutatakse, on keskkonnasõbralik ja akude eluiga on küllaltki pikk. Akutehnoloogiat kasutatakse sõiduautes, veoautodes, kaubikutes, jalgratastes ja rollerites. [14]

Nikkel-metallhübriidakusid kasutatakse laialdaselt elektrisõidukites, tänu nende kiirele laadimiskiirusele ja madalale tühjenemiskiirusele, samuti on nad keskkonnasõbralikud. Siiski on nende kasutamine elektriautes piiratud, kuna akude pingeline on madal ja ei sobi paralleelühendusteks. [12, lk 2]

Akusüsteem on energiasalvestussüsteem, mis põhineb elektrokeemilistel laadimis- ja tühjendusreaktsioonidel. Need toimuvad positiivse elektroodi (katoodi), mis sisaldab aktiivse materjalina nikkeloksiidhüdrosiidi ja negatiivse elektroodi (anoodi) vahel, mis koosneb vesinikku absorbeerivast sulamist. Elektroodid on eraldatud üksteisest läbilaskva membraaniga, mis võimaldab elektronide ja ionide voolu nende vahel ning on kastetud elektrolüütidesse, mis koosneb vesilahusest kaaliumhüdrosiidist, mis ei muutu oluliselt töötamise ajal. [15]

2.1.4 Naatrium-väävelaku

Ameerika ja Euroopa ettevõtted proovivad töötada välja uusi akusid elektrisõidukite jaoks, mis kasutaksid kahte kergesti kättesaadavat ja odavat materjali – naatriumit ja väävlit. Need akud võivad aidata turule tuua rohkem elektrisõidukeid ning vähendada Hiina juhtpositsiooni akutootmises. [16]

Naatrium-väävelakud võivad maksta kuni kaks kolmandikku vähem kui liitiumioonakud. Kuid nende edu sõltub sellest, kas suudetakse ületada raskused – naatrium ei mahuta nii palju energiat, samas kui väävel võib kergesti kahjustada aku olulisi osasid. Sellegipoolest on ettevõtted kaasanud miljoneid eurosid ning valitsuste abi, et seda tehnoloogiat arendada. [16]

Naatrium-väävelaku erineb teistest akudest oma suurema temperatuurivahemiku tõttu. Tavaliselt toimivad need akud 250°C - 300°C vahel, kasutades sulatatud elektroodimaterjali ja tahket elektrolüüti. 1960. aastal kasutas Ford Motor Company esimest korda kaubanduslikul eesmärgil naatrium-väävliakusid. Sellest ajast alates on toimunud märkimisväärne tehnoloogiline areng. Kõige uuemad tänapäeval kasutusel olevad naatrium-väävlipatareid lõi Tokyo Electric Power Co. Jaapanis. Kaks sulatatud elektroodi, naatrium ja väävel, on eraldatud alumiiniumoksiidipõhise tahke elektrolüüdiga, mis juhib naatriumioone hästi kõrgel temperatuuril. Akude eelisteks on kaal ja energiatihedus, mille tõttu on neid hea kasutada maantee- ja raudtee transpordivahendites. [17]

2.2 Laadimistehnoloogiad ja standardid

Elektriveokite laadijad jagunevad kaheks: alalisvool ja vahelduvvool. AC kasutab laadimiseks ühe faasiga vahelduvvoolu, milleks sobib näiteks kodune pistik seinas. Laadimisvõimsus jääb alla 8 kW, mistõttu jääb sellest väheks elektriveoauto laadimiseks. DC laadija kasutab aga laadimiseks kõrgepinge alalisvoolu ning laadimisvõimsus on üle 50 kW ning see on kasutusel enamus laadijates. [18]

CHAdEMO on elektriautodele mõeldud kiirlaadimise standard, mis kasutab suure tihedusega ning kompaktseid liitiumioonakusid. Nimi CHAdEMO pärineb Jaapani ütlusest, mis tähendab tõlgituna „CHArge and MOve“ inglise keeles, „tassi teed juues“ jaapani ning „laadi ja sõida“ eesti keeles. Tehnoloogia areng sai alguse aastast 2005 ning nelja aastase testimise tulemusena valmis 2009. aastal infrastruktuur, mida sai juba ka avalikule turule müügiks pakkuda. Praegu võib CHAdEMO-laadijaid leida USAst, Euroopast, Venemaalt, Austraaliast, Jaapanist ja veel teistestki Aasia riikidest. 2012. aastal ehitati koostöös ELMO-ga ka Eestisse 200 laadijat, mis on paigutatud iga 50 km tagant ning Eesti sotisaaltöötajatele kingiti 507 elektriautot. Ehitustööd lõpetati 2012 aastal. [19]

CCS ehk *Combined Charging System* on Euroopa laadimisstandard, mis on võimeline laadima võimsusega kuni 500 kW. [20] Esmakordselt tuli tehnoloogia kasutusele 2012. aasta mais prototüübina ning sama standardit kasutavad suured autotootjad nagu Audi, BMW, Daimler, Ford, General Motors, Porsche ja Volkswagen. See on tuntud kui kõige mitmekülgsem laadimisliides ning on populaarne kiirlaadimiseks kogu Euroopas ja ka Põhja-Ameerikas. Laadimisstandard pakub kiirlaadimist elektriautodele ning pistikutest on kaks edasi arendust – CCS1 ja CCS2. Laadija kasutamine on lihtne ning ei erine märgatavalt teistest laadijatest. Tavaliselt on pistikute võimsus 50 - 350 kW, mis on

elektriautode jaoks piisav kiirus. Pikas perspektiivis võib kiirlaadimine autoakut kahjustada ning selle täituvust vähendada. [21]

Tulevikus plaanitakse minna üle ka MCS ehk *Megawatt Charging System* laadimissüsteemile, mis võimaldab olulisemalt kiiremat laadimist. MCS laadimisstandardiga on võimalik laadida kuni 3500 kW võimsusega ning see on mõeldud raskeveokitele. Samuti on MCS laadimisstandard efektiivsem, kuna tagab maksimaalse koguse energia edastamise akudele minimaalse energia kaoga. Laadijad on varustatud jahutussüsteemiga ning laadimine on kiirem. Hetkel on laadimisstandard veel arendusfaasis ning selle kasutusele võtmiseks läheb veel aega, kuid potentsiaal on vaieldamatu ning tulevikus võetakse see kindlasti kasutusele. Üheks eestvedajaks on ettevõtte Milence, kes plaanib neid laadijaid tulevikus rajada ka Euroopasse. [20]

Tesla on välja töötanud superlaadijad ja kasutusele võtnud oma patenteeritud laadimislahenduse – *Tesla Supercharger*. Väidetavalt peaks süsteem töötama paremini kui CCS või jaapanlaste CHAdeMO, sest see suudab laadida 120kW võimsusega (mis küll elektriveokite koha pealt on väike võimsus, kuid sõiduautode puhul piisav). Selline võimsus suudab laadida tunnise laadimisega ~483km sõiduulatust. Laadimispunkt on Tesla ostjate jaoks kindlasti üks põhiargumente, kuid see ei aita kaasa laadimisinfrastruktuuri standardiseerimisele. Laadijaid leidub võimsustega 100 kW kuni 615 kW. [22]

3 AFIR

Euroopa Liit võttis 2023. aasta juulis vastu määruse AFIR (*Alternative fuels infrastructure*) või Pakett „Eesmärk 55“ selleks, et saavutada Euroopa Liidus aastaks 2050 kliimaneutraalsus. Selle saavutamiseks on väga oluline vähendada transpordisektoris fossiilkütuste kasutamist. Määruse eesmärk on tagada kogu Euroopa Liidus piisava katvusega taristu sõiduautode, veoautode, laevade ja lennukite laadimiseks või tankimiseks alternatiivkütustega, et vältida olukordi, kus kütus saab enne kohale jõudmist otsa. [23]

Maanteetranspordi puhul on nõue, et põhimaanteedel peab iga 60 km tagant olema laadimisvõimalus. Sõiduautode puhul peab nõue olema täidetud aastaks 2025 ja veoautode puhul aastaks 2030. 2027. aasta lõpuks peab olema igal ohutul ja turvalisel parkimisalal vähemalt kaks ja 2030. aasta lõpuks neli laadimisjaama. Uus taristu peab tagama ühekordse laadimisvõimaluse, vastu võtma elektroonilisi makseid ning andma kasutajatele selget ja arusaadavat teavet hindade kohta. [23]

Euroopa Liit arvab, et määrusega kõrvaldatakse peamine takistus, mis ei lase EL kehtestada veoautodele ambitsioonikamaid CO₂-eesmärke, tagades piisava avaliku laadimisvõimaluse. Seadus nõuab ka, et autode laadimise infrastruktuur peab sammu pidama elektriautode arvuga igas ELi liikmesriigis. [24]

Aastaks 2030 tuleb valitsustel tagada vähemalt 3600 kW laadimisvõimsus veoautode jaoks iga 60 km tagant ELi peamistel kiirteedel ning kõrvalistel kiirteedel 1500 kW iga 100 km tagant. Selleks aastaks peavad igas suuremas linnas olema laadimiskeskused ja igas määratud "turvalises ja kaitstud veoautode parkimisalas" on nõudeks neli laadimisjaama. [24]

4 UURIMISMETOODIKA

Autor kasutas oma töös kvalitatiivset uurimismeetodit, mis andis sügavama arusaamise ettevõtete kogemustest ja aitas paremini mõista konteksti. Põhjaliku ülevaate saamiseks otsustas autor läbi viia kaks intervjuud, mis olid mõlemad poolstruktureeritud. Selline intervjuuvorm andis töö kirjutajale võimaluse küsida juurde täpsustavaid küsimusi, mis aitasid selgitada paremini intervjueeritavate seisukohti.

Esimene intervjuu viidi läbi elektriveokeid turule toova organisatsiooniga ning teine energiaettevõttega. Mõlemad intervjuud olid üles ehitatud vastavalt ettevõtte tegevusele. Asutused valis autor vastavalt õppejõu soovitudele ning ka iseseisva taustauuringu põhjal. Intervjueeritavad, kellega autor ühendust võttis, olid välja valitud organisatsioonide endi poolt, mis aitas kaasa sellele, et oleks võimalik koguda täpset ja kvaliteetset informatsiooni. Tulemused, millele jõuti, põhinevad kogutud andmetest tehtud järeldustel ja ettepanekutel.

Teema on autori jaoks oluline, sest see on samm suuna seadmiseks tuleviku transpordi jaoks, mis peaks olema kindlasti jätkusuutlikum, keskkonnasõbralikum ja tõhusam. Töö võimaldab paremini mõista väljakutseid, võimalusi ja vajadusi selles valdkonnas ning aitab kaasa parema tuleviku loomisele transpordisektoris.

Esimene intervjuu viidi läbi ettevõttega Scania Eesti AS ning intervjueeritavaks osutus Kaur Sarv, kes on töötanud Scania säästvate transpordilahenduste ja sõidukijuhtide teenuste juhi koha peal juba üle viie aasta. Ettevõttega viidi läbi poolstruktureeritud intervjuu, kus Scania esindaja esmalt tutvustas nende visiooni ja käekäiku ning hiljem esitas autor eelnevalt ettevalmistatud ja intervjuu käigus tekkinud küsimusi. Ettevõttelt saadi informatsiooni elektriveokite, laadimisinfrastruktuuri, Scania poolt pakutavate teenuste, pilootprojektide ja tulevikuplaanide kohta.

Teiseks intervjueeritavaks oli Eleport OÜ müügijuht Ken Miido, kes on sellel ametikohal töötanud kaks aastat. Ettevõttelt saadi infot püstitatud eesmärkide, laadimisinfrastruktuuri hetkeseisu, põhiliste probleemide ja koostööpartnerite kohta, samuti saadi infot laadimisjaamade paigutuste, kliendimugavuste ning laadijate ohutuse osas.

Intervjuud viidi läbi Microsoft Teams'i kaudu novembris ja detsembris 2023. aastal ning salvestati poolte nõusolekul hilisemaks analüüsimiseks. Intervjuu alguses tutvustas autor end ja oma uurimistöö teemat. Ühe ettevõttega, kes toodab elektriveokite laadijaid ja nende varuosi, kahjuks ühendust ei saadud. Intervjuude eesmärgiks oli töös püstitatud küsimustele vastuste saamine.

Töös püstitatud küsimused:

1. Milline on hetkeolukord elektriveokite laadimisinfrastruktuuri olemasolu ja kättesaadavuse osas Eestis?
2. Millised on elektriveokite laadimisvõimaluste hetkeprobleemid ja piirangud Eestis?
3. Milline on elektriveokite laadimisinfrastruktuuri tulevikuperspektiiv Eestis?

5 LAADIMISINFRASTRUKTUURI VALMISOLEK

ELEKTRIVEOKITE RAKENDAMISEKS EESTIS

5.1 Scania Eesti AS

Scania tehas testib oma elektriveoautosid Rootsis nii metsa-, keemia-, kaevandus- ja prügiveokitena. Kopenhaagenis on hetkel 100 elektriveokit, millel on kokku 5 akut ja neid testitakse 2022. aasta sügisest. Tagasiside on siiani olnud positiivne, probleemkoht tuli aga välja laadijatega. Ühe Rootsi suure laadijatootja vanemad seadmed töötasid hästi, aga uuemate ja moodsamatega tekkisid probleemid auto ja laadija vahelises kommunikatsioonis. Laadijad ei andnud sõidukipargi haldajale digitaalset infot ning neid tuli ükshaaval kontrollida, et teha kindlaks, kas kõik autod on ikka vooluvõrguga ühenduses. Tootja tegi uuendusi ning parendusi ja nüüd saab kaugelt juhtimisega seadmeid taaskäivitada ning kontrollida, kas autode akud laevad.

Linnaveokile antakse akugarantiiks 8 aastat ning regionaalveokile 12 aastat. Garantii sõltub sellest, kui palju veok energiat kasutab ehk palju kasutatakse kiirlaadimist ning kui tihedalt akusid laetakse. Scania, BMW, Volkswagen ja Volvo investeerisid Põhja-Rootsi ettevõttesse Northvolt, kes toodab akusid elektrisõidukitele. Testimise tulemusel on hetkel selgunud, et akude eluiga on 1,5 miljonit kilomeetrit, mis ületab veoautode eluea. Akud on toodetud taastuvaelektriga ning akuelemendi jalajälg on 1/3 praeguste akude jalajäljest.

Paraku talveperioodil elektriveokite sõiduulatus kukub umbes veerandi võrra. Näiteks saab tuua A Le Coq'i veoki, mille sõiduulatus kukkus 250 km pealt 150 km peale. Kuskil 0°C juures hakkab läbisõit kahanema. Liitiumakude ideaaltemperatuur on 25 – 30 °C juures. Autosid on kõige parem laadida kuivas ning tuulevaikses kohas, võimalusel siseruumis, mis aitab energiat säästa. A Le Coq'i veok võeti kasutusele 2022 aasta maikuus ning see läbis esimese üheksa kuuga 12 500 km ja päevas umbes 85 km. Prognoositud energiakulu oli 130 kWh/100km, mis diisliga võrreldes oleks 13 liitrit diislit 100 km kohta. Tegelikult oli keskmine energiakulu 2022. aastal 142kWh/100km. Suvel oli energiakulu 95kWh/100km, talvel, aga eelnimetatud põhjusel suurem. Lisaks peitub veoki suurem energiatarbimine külmal ajal ka selles, et auto ei ole varustatud õhksoojuspumbaga, vaid kasutab tavalist elektriradiaatorit. Peagi on tulemas suuremale osale elektriveokitele õhksoojuspumbad, mis aitavad säästa akude elektritarbimist kabiini kütmisel.

Tulevikus on plaanis teha suured akupangad elektriautode ja veokite laadimiseks. Akupangad ehitatakse vanade elektriveokite akudest ning need hakkavad olema merekonteinerites.

Joonis 5 näitab hästi 2023 aasta lõpu elektriveoautode laadimisolukorra seis, mis on sarnane kõikjal Euroopas, mitte ainult Eestis. Energiaettevõtted on ehitanud hulga laadijaid, aga ainult elektriautodele, mitte veokitele. Foto on tehtud Paia ristis, Tikupoisi Alexela tanklas, 300 kW võimsusega Porsche laadija juures. Laadimisel tekkis probleem, sest laadijad lukustasid ennast auto külge ning ei hakanud laadima. Põhjus oli selles, et veokid vajavad laadimiseks teist voolupinget. Sõidua autod laevad enamus 400 V pingega, aga veokid vajavad laadimiseks 800 V pinget. Kuna osades laadijates oli pinge madalam, lukustas veok laadija enda külge ning laadimisprotsessi ei toimunud. Kõik elektriveokid kasutavad ühtset laadimissüsteemi CCS2, millega on võimalik laadida kuni 750 kW võimsusega.



Joonis 5 A. Le Coq elektriveok Paia ristis Alexela laadimispunktis [25]

2023. suve lõpus avas Alexela ka Pärnus laadija, mis on suuteline laadima kiirusega 400 kW, see on hetkel üks võimsaim Eestis ning ka Baltikumis. Paraku ei ole elektriveokid võimelised sellist kiirust vastu võtma. Scania P230 (A. Le Coqi veok) on näiteks võimeline vastu võtma 135 kW ning järgmine uus veok, mis Scania 2024 aastal tuleb, on suuteline laadima võimsusega 375 kW, seega on laadijad arenguga eest ära läinud võrreldes veokitega.

A. Le Coq tellis ka teise elektriveoki, mis jõudis Tartusse detsembris 2023 aastal ning hakkab tööle peale ümberehitamist 2024 aasta alguses. Hetkel on sellise veoki vastu huvi tundnud ka DPD ning teised

vedajad. Järgmisest suvest on tulemas ka üks regionaalveok koos täishaagisega, juhul kui klient kinnitab tellimuse.

Osad logistikafirmad on tundnud huvi ka regionaalveokite vastu, mis veavad poolhaagiseid ning need võivad tulla Eestisse järgmise aasta teises pooles. DPD ütles, et elektriveokit nad veel ei jaksa osta, sest see muutub tasuvaks umbes 110000 km/aastas läbimisel.

1. detsembri 2023. aasta seisuga on Eestis arvel 3 elektriveokit. Millest kaks on Scania P230 ning üks Volvo FH Electric. Neist kaks asub Harjumaal ning üks Tartu maakonnas. [26]

Joonis 6 on kujutatud Häädemeeste Circle K Ionity laadijat ning A. Le Coq 12 meetrist tagaluuk autot. Sellist tüüpi veokit on veel võimalik parkimiskohta sisse sõites laadida, kuid haagisega veokit on peaaegu võimatu sellistes oludes opereerida. Laadijasse sõitmine on lihtne, kuid sealt välja tagurdamine on äärmiselt ohtlik ning keeruline tegevus, samuti on blokeeritud suur osa sõiduteest. Häädemeeste Circle K tanklas asub 6 Ionity laadija, kuid kõik on „nina laadimisega“. Tulevikus paigutatakse Scania veokitel laadimisotsik regionaal- ja elektriveokitel vasakule ja Volvodel paremale poole. Sellega seoses tekib ka küsimus, kas laadimiskaabel ulatub otsikuni, kuna kaabel ei tohi olla üle 5 meetri pikk.



Joonis 6 Häädemeeste Circle K Ionity laadija [25]

Sellepärast peavadki elektriveokitele tulema küljelt laadimist võimaldavad akulaadijad (Joonis 8). Esimese sellise laadimispunkti avas Terminal Oil Saverna teeninduspunktis (Joonis 7). Tanklas on neli CCS2 300 kW laadijat ning ühes neist on võimalik laadida ka haagisega elektriveokit. Scania on sellel

teemal tanklakettide ning teiste laadimist pakkuvate ettevõtetega rääkinud, et sellist laadimisvõimalust on vaja ning nüüd hakkab see ka vaikselt realiseeruma.



Joonis 7 Terminal Oil Saverna laadimispunkt [25]



Joonis 8 DHL elektriveok küljelaadimises [25]

Tulevikus hakkab kehtima Euroopa Liidu nõue Alternative Fuel Infrastructure ehk AFIR, millega on seatud eesmärk, et iga 60 km tagant peab olema mõlemal pool teed veoki laadimisjaam. Nõue hakkab kehtima alates 2025. aastast ning selle täitmiseks on aega 5 aastat. Lisaks peavad laadimisjaamad olema paigutatud turvalisele ning valvega alale, kus on võimalik laadida ööpäevaringselt.

Veoki laadimiseks on vaja 500 A alalisvoolu ehk DC ning sellega on võimalik laadida 375 kW. Sellega seoses tekib probleem, kuna laadijate pakkujad peavad hakkama juurde ostma võrguvõimsust ehk ampreid ning kerkib küsimus, kust neid saada. Eelistatud on ettevõtted, kes asuvad tööstusaladel.

Scania ei poolda samuti telefonirakendusi laadimispunktide puhul juhul, kui iga pakkuja teeb selleks oma mobiilirakenduse. Lahendusena tuli Scania välja novembri alguses uue tootega *Scania Charging Access*. Ettevõtte sai aru, et nad ei ole võimelised ise nii palju laadijaid välja ehitama kui energiaettevõtted, kuid samas on klientide mugavus häiritud, seoses erinevate rakenduste ning kliendikaartide kasutamisega. *Scania Charging Access* teenusega liitudes on võimalik laadida ühe kaardiga kõikjal üle Euroopa. Puuduvad varjatud tasud ning laadida saab mitmeid erinevaid veokeid. Scania on ettevõtetega tehtud lepingud ning kuu lõpus saab klient koondarve koos kõigi laadimistega, mis olid tehtud. Aastast 2024 on plaan ka Eesti sellesse teenusesse kaasata.

Joonis 9 on kujutatud 2023-2024 elektriveokite laadimispunktide plaan, mis on Scania Eesti AS poolt koostatud. Silmas tasub pidada, et energiaettevõtted ning tanklaketid avavad pidevalt uusi punkte ning kaart on seega muutuv. Jooniselt järeldub, et mandri peal on põhimaanteed 2024 aastaks laadijatega hästi varustatud, saartel aga avalikud laadijad puuduvad. Töö kirjutamise hetkel laadimisinfrastruktuur piisav ei ole.



Joonis 9 2023-2024 elektriveokite laadijad [25]

2023. detsembri seisuga on üle Euroopa umbes 6000 elektriautode laadijat, millest veokite laadimiseks sobib vaid 29. Scania meeskond käis kõik laadijad ükshaaval läbi ning testis, kas kaabel ulatub laadimiseks, kontrollis laadimiskoha kõrgust ning kas haagisega on koht ligipääsetav.

Eestis on 2023. aasta lõpu seisuga kuus elektriveokite laadimispunkti, mis pakuvad kiiruseid 150 kW ning üks 400 kW laadimispunkt. 2024. aastal on Eestisse planeeritud kokku 15 laadimispunkti, mille laadijate võimsus on 400 kW ning võimaldavad laadida elektriveokit. Laadimistaristu geograafiline paiknemine on kujutatud Joonis 9.

ACEA ehk Euroopa Autotootjate Liit on koostanud ka 2021. aastal analüüsi, mitu laadijat on vaja elektriveokite jaoks aastateks 2025 ja 2030. Vastavalt prognoosile on aastaks 2025 vaja Eestisse 10 laadimispunkti ning 2030 aastaks 50 laadimispunkti. Kuna analüüs on koostatud pea kaks aastat tagasi, siis vajaks see uuesti analüüsimist. [27]

Mercedes, Scania ja Volvo on ühendanud jõud ettevõttega Milence, mille eesmärk on välja ehitada üle Euroopa ~2000 laadijat, mis sobiksid ka veokitele. Kõik osapooled investeerisid ettevõttesse 300 miljonit eurot ning investeering tehti 2023. jaanuarikuus. Alguses plaanitakse pakkuda kiirusi 300 kW ja 350 kW CCS ning tulevikus ka 1000 kW, et elektriveokid saaksid aku täis laadida 30-45 minutiga. Kiirused vastavad ka Euroopa Liidu kehtestatud AFIR nõutele.

Scania plaanib katsetada ka sadamas elektriveokite laadimist koostöös ühe vedajaga, kes viib Ericssoni kaupa Stockholmi, Rootsis. Hetkel on probleem veoautode laadimisega sadamas, kuna võrguvõimsus läheb kai ääres olevate laevade laadimise jaoks, siis ei ole võimalik sinna veoauto laadijaid ehitada. Seega, tuleb tulevikus laadimisvõimekus luua ka sadamatesse, kuna see on koht, kus autod sagedasti seisavad.

Scania arvutuste kohaselt (Joonis 10) on 2030. aastaks laadijate vajadus 21 000 üle Euroopa eeldusel, et ühe laadijaga laeb päeva jooksul 6 autot. 2000 neist ehitatakse välja koostöös Milence'ga, AFIR ehk Euroopa Liidu toetustega ehitatakse välja umbes 9000 laadijat ning vaja oleks juurde veel 10 000 laadijat eraettevõtelt/energiaettevõtelt.



Joonis 10 Laadijate vajadus Euroopas 2030 aastaks [25]

Esialgu tuleb elektriveokeid hakata laadima depoodes ehk „kodus“, kuna avalikes laadijates on hinnad 0,40 – 0,79 €/kWh ning see ei ole diislist palju odavam. Depoo laadimiseks sobib hästi KEMPOWER'i 40 kW laadija (Joonis 11), mis maksab umbes 20 000€. Laadijat saab ühendada tööstuspistikusse ning see on ratastel. Sellise laadija soetas endale A Le Coq ning selle kasutusele võtmisega ei kaasnenud mingeid ehitustöid. Laadija on varustatud kahe kaabliga ning kaalub umbes 70 kg. Töötamiseks on vaja kas 32 või 64 amprist tööstusvoolupistikut. Linnaveoki aku on 300 kW, millest kasutatav on 240 kW ehk täislaadimiseks kulub umbes 6 – 7 tundi, mis sobib öösel laadimiseks.



Joonis 11 KEMPOWER 40 kW laadija [28]

Energiaettevõtted jooksevad võidu ka depoo laadimissüsteemide välja ehitamisele. Põhjus, miks alustatakse depoo ehk „kodudes“ laadimise süsteemide välja ehitamisest, on peamiselt hind. Näiteks Terminalis on võimalik laadida 0,42 €/kW, siis börsi hind jääb 0,18 €/kW juurde (andmeid vaadati 13.12.2023 seisuga). See teeb hinna vaheks 0,24 €/kW depoo laadimise kasuks.

Arvestades, et elektriveoki aku maht on 350kW ning sellest kasutatav on 240 kW, tuleb Terminal Oil'i laadimisjaamas hinnaks 100,80 € ning depoos laadides oleks aku laadimise hind 43,20 €. Hinnavõit on sellisel juhul 57,60 € ehk 57,14%.

Seega alustavad enamus kliendid depoo laadimisega, pärast seda on kõige parem ja lihtsam elektrifitseerida veoringe, mis liiguvad ringiratast ehk edasi-tagasi. Scania poolt koostatud prognooside kohaselt jõuavad elektriveokid avalike laadijateni pigem 2025. aastal. Järgmisel aastal on võimalik hakata ette broneerima kiirlaadijaid läbi mobiilirakenduse, näiteks hakkab see võimalus olema Circle K Enefit'i laadijatega.

Scania peab hetkel murekohaks seda, et energiaettevõtted ei pea eriti kasutajakogemust prioriteediks ning pigem keskendutakse taristu tehnilistele aspektidele.

5.2 Eleport OÜ

Eleport OÜ eesmärk on praegu teha koostööd elektriveokite haldajatega ning proovida kokku võtta logistika ettevõtete, kui ka riigiettevõtete huvid. Eleporti visiooni järgi võiks olla tulevikus võimalik sõita nii elektriauto kui ka elektriveokiga Aadria mereni. See eeldab, et autot on võimalik laadida iga 60 km tagant, arvestades tänapäevast akutehnoloogiat.

Eleport kavatseb osaleda hangetel ja pakkuda nõustamist ettevõtetele, et toetada laadimisseadmete rajamist nende territooriumile. Seejärel esitatakse pakkumine antud plaani väljaehitamiseks. Praegu on müügil laadijate ehitamis- ja käitamisteenused.

Elektriveokite kasutamine Eestis on hetkel võimalik ainult viimase miili logistika puhul. Näiteks DPD kasutab elektribusse kauba tarnimiseks, kuid ainult veoringidel, kus läbisõit seda võimaldab. Sama loogika võiks hakata kehtima ka elektriveokite puhul.

Talvistes ilmastikutingimustes ulatub elektriautode sõiduulatus ühe laadimisega vahemikku 100 kuni 150 km. Sellise stsenaariumiga võib eeldada, et veokite marsruudid jäävad umbes 100 km piiridesse ning need toimuvad peamiselt linna piirkonnas või selle lähiümbruses. Näiteks, kui logistikakeskus asub Rae vallas ja teenindada tuleb Õismäge, siis on ühe laadimisega võimalik hakkama saada. Kui aga logistikakeskus asub Rae vallas ja teenindada on vaja ka Keilat või Paldiskit ning naasta tagasi, siis ühest laadimistsüklist ei pruugi piisata. Selline olukord kujutab ettevõttele märkimisväärset riski, sest seisakud tähendavad teenimata jäänud tulu. Kui veokite akude mahutavus tulevikus suureneb, siis suureneb ka tõenäosus, et vaadatakse elektriveoautode marsruudid ning sõidupiirkonnad uuesti üle.

Kui võtta näiteks elektriveoauto firma X, siis hetkel ei ole võimalik, et ühe veoauto peal töötaks ööpäevaringselt kolme vahetuse jagu juhte. Maksimaalselt saaks ühe auto peal töötada kaks vahetust, seega, suure tõenäosusega auto seisab öösiti ja akude täislaadimine lahendatakse ära oma logistikapargis. Sellist lahendust kasutavad praegu DPD ja Omniva oma elektrikaubikutega, sest nii kaob vajadus kiirlaadimise järele. Juht teeb oma ringi päeval ära ning õhtul töölt lahkudes jätab auto laadima. Suure tõenäosusega hakkab sarnane plaan tööle ka elektriveokitega.

Kui tegemist on öise laadimisega ehk seisva autopargiga, on võimalik kasutada tavalist AC laadimislahendust, mida kasutavad ka elektriautod. Elektriveokite pardalaadijate võimsus on 40-44 kW, mis on piisav, et öö jooksul aku täis laadida ning võimsama laadija järgi vajadus puudub.

Silmas tuleb pidada, et see lahendus ei ole kuigi sobiv haagisveokitele. Juhul, kui aku suurus on 624 kWh, millest kasutatav on 468 kWh, võtaks 44 kW pardalaadijaga aku täitumine aega üle 10,5 tunni, mis tähendab, et auto seisab ning ei teeni omanikule raha. Seega on pardalaadijad sobilikud pigem väiksematele veokitele, mida on võimalik öösel laadida.

Kiirlaadimisest rääkides hakkab veokitel see tööle 800 V pinge juures ja kiirusega üle 400 kW, mis eeldab juba, et laadijad on uuema generatsiooni tüüpi ning varustatud vedelikjahutusega. Alla 300 kW laadijad töötavad ilma vedelikjahutuseta, aga võimsamatel on jahutus vajalik, sest pinge läheb liiga kõrgeks ning tekib tuleoht. Eleportil oma võrgus täna veel ühtegi vedelikjahutusega laadijat ei ole, kuna hetkel puuduvad elektriveokid, mis suudaksid neid kiiruseid vastu võtta, seega ei ole ka nõudlust nende järele. Samuti on kiirlaadijad kallimad ning ei ole otstarbekas raha kulutada ja loota, et ühel hetkel tuleb nõudlus kiirlaadijate järgi. Kui on olemas koostööpartner, kes neid soovib, siis lahendus ka leitakse.

Kui intervjuu oleks toimunud nädal aega varem, siis oleks Eleport OÜ müügijuht Ken Miido tõdenud, et praegusel hetkel on elektriveokite laadimisinfrastruktuur äärmiselt puudulik ning sellest oleme kaugel optimaalsest olukorrast. Praegusel hetkel esineb peamisi puudujääke võrguühendustes, kuna 200 kW laadija jaoks on vajalik 320 A, mille rajamine nõuaks umbes 70 000 €. Ettevõttel puudub huvi sellise investeeringu vastu antud ajahetkel ning riiklikud õigusaktid ei kohusta seda investeeringut ka tegema.

Nädal enne intervjuud osales K. Miido Saksamaal messil, kus tutvustati uut laadimislahendust. Uut tüüpi laadijate turule tulek vähendab võrguühenduse olulisust, kuna need seadmed kasutavad madalama sisendvõimsusega laadimist. Tänu laadijatesse integreeritud akupankadele on väljundvõimsus suurem, vähendades seda probleemi järk-järgult. Kokkuvõtvalt võib öelda, et elektrilaadijate väljaehitamise juures on kõik võimalik, kui on piisvalt vahendeid ja tahe investeeringuteks. Küsimus ongi investeerimisvahendites ja laadijate tasuvusajas.

Eesti elektriveokite avalik laadimisinfrastruktuur ei ole 2023. aasta lõpu seisuga piisav. Kui "kodus" laadimisvõimalust ei eksisteeri või veoringid ületavad aku sõiduulatust, siis hetkel ei ole ettevõttel mõttekas kaaluda elektriveoki soetamist.

Aastal 2013 ehitas ELMO Eestisse laadimisvõrgustiku, mis tollal hõlmas katvuselt kogu Eestit. Probleem seisneb aga selles, et see laadimisvõrk on vananenud ning ei vasta enam tänapäeva vajadustele. Analüüsid näitavad, et kui laadijad on kättesaadavad iga 60 km tagant, siis elektrisõidukite omamine ei

tekita mingeid takistusi. Praegu on laadijaid paigaldatud isegi tihedamalt erinevatesse piirkondadesse ning Eleport prognoosib, et nende paigaldamine muutub veelgi tihedamaks. Samuti nõuab Euroopa Liidu antud direktiiv alates 2025. aastast, et elektrilaadijad oleksid paigaldatud iga 60 km tagant, mis soodustaks veokite kasutamist ning propageeriks roheliste veokite kasutuselevõttu.

Hetkel on Eestis arenduses üks logistikapark, mis võiks olla ideaalne kaugsõiduveokite laadimiseks. Pargis oleks kaks - ühes lahendus, ehk siis sõidu- ja veoautode laadijad. Veoauto sõidaks diagonaalis laadimiskohta sisse ning parkimiskohtade vahed peaksid võimaldama paigutada sinna vesijahutusega laadijaid. Lahendus on olemas, kuid parkimiskohtade standardeid tuleb muuta, et mahuksid ka laadijad ära. Eleport ei soovinud täpseid detaile töös avaldada, viidates konkurentidele. Nad arvavad, et hetkel ei ole kõige olulisem laadimispunkte avada trassidele, vaid kohtadesse, kus veokid kõige rohkem seisma peavad - logistikakeskused, jaotuskeskused, lõpptarbijad, sadamad.

Rääkides Eleporti koostööplaanidest teiste ettevõtetega, siis on neil hetkel neli erinevat koostöövormi:

- 1) üks osapool on tellija ning ettevõtte jääb operaatori rolli;
- 2) ehitatakse oma investeeringutega partnerite maa peale laadijad ning makstakse maa kasutamise eest renti;
- 3) laadijate müük
- 4) koostöö omavalitsuste ja valitsusasutustega.

Viimase ehk neljanda koostöövormiga on hetkel energiaettevõtetel takistusi, kuna tihti tekivad riigiettevõtetega seotud küsimused siis, kui probleemid on juba ilmnunud. Näiteks esinevad raskused asukoha leidmisel, kuhu laadijaid ehitada. Tallinna linn omab suurt hulka parklaid, kus oleks võimalik luua laadimislahendusi, kuid linn ei ole hetkel sellest huvitatud ning soovib oodata, kuni nõudlus veelgi kasvab ja areng saavutab suurema mastaabi. Eleporti arvates on riigi osalus praegu veel puudulik, kuid loodetakse, et tulevikus suudetakse sellele järele jõuda.

Ideaalis oleks eesmärk jõuda lahenduseni „koju kätte kõigile“ ehk siis jõuda nii kortermaja elaniku, kui ka Tallinn-Narva vahet sõitva veoautojuhini. Lähtutakse nõudlusest ja võimalustest ning laadijaid paigutatakse oma hea nägemuse kohaselt tiheda asustusega kohtadesse, kus on nõudlust. Asukoha juures jälgitakse liikluskoormust, inimeste külastatavust, vajadust laadimise järgi ning ajakasutust asukohas. Probleemiks saab laadimisvõimaluse pakkumine hõreasustusega kohtades. Väga vajalik on koostöö logistikafirmadega, kuna Eleporti eesmärk on ikkagi elektrit müüa, kuid seda ei soovita teha kohas, kus

tarbimist ei ole. Seda võidakse teha, kuid kuna tegemist on eraettevõttega, siis on eesmärk teenida ikkagi kasumit ning keegi peab sellisel juhul kulu kinni maksma. Kokkuvõtvalt nad oma investeeringutega hõreasustusega kohtadesse laadijaid ehitama ei läheks, kuid mõne partneri või omavalitsuse panusega, seda kindlasti kaalutakse.

Number üks väljakutse on täna nõudlus, kui pole nõudlust, siis ei ole ka pakkumist. Energiaettevõtetele endal seda probleemi võimalik lahendada ei ole. Nad võivad küll pakkuda välja laadimisvõimalusi, kuid eesmärk on teenida ikkagi kasumit ja ei soovita laadijaid välja ehitada ning lootma jääda, et nõudlus millalgi tulevikus kasvab. Lahendamiseks on vaja seaduslikku reguleerimist või riikliku konsensust, mis muudaks elektriveokid ettevõtetele atraktiivseks.

Teine probleem on võrguvõimsus, mille saaks lahendada eelnevalt mainitud akupankadega varustatud laadijatega. Pikema aja jooksul on võimalik laadijat täis laadida ning kui nõudlus suureneb, saab laadija anda välja maksimaalset laadimisvõimsust enda akupangast, mitte ainult võrgust. See omakorda aitab võrku stabiliseerida ja annab energiakindlust.

Kolmas probleem on laadimiskiirus. Kui tulevad sõidukid, mis suudavad võtta vastu üle 200 kW, siis tulevad ka laadijad järgi, selles probleemi ei ole. Täna on Eestis vaid mõned automargid, mis suudavad vastu võtta üle 200 kW (hetkel on laadijad enamasti 100kW). Antud ajahetkel ei ole mõtet investeeringut teha, kui ei ole piisavalt autosid, mis toetaksid kiirlaadimist.

Eleporti müügijuht Ken Miido arvab, et rahvusvaheline kaubavedu elektriveokitega ei saa kunagi olema tulevik, võib olla ainult piirilinnades või kunagi tulevikus, kui akutehnoloogia on rohkem arenenud. Pikemas perspektiivis usub ta, et rahvusvahelises kaubaveos on pigem koht vesinikveokitel. Kuigi Eleport tegeleb mitmes riigis laadimisteenuste pakkumisega, siis kooskõlastusi teiste riikidega hetkel ei ole tehtud, kuid kindlasti tutvutakse, millised lahendused seal ees ootamas on.

Kasutajate mugavuse kohapealt on välismaal juba olemas lahendus, kus laadija tuvastab ära, milline auto on laadimas ning kes on selle omanik. Selline lahendus jõuab peagi ka Eestisse, mis kaotab ära probleemi, kus teenuse tarbijal on vaja mitut kliendikaarti ja mobiilirakendust, et veoautot laadida. Eleportil on varsti valmimas ka enda ehitatud taustsüsteem, mille rakendusega on võimalik kasutada kogu Euroopa akulaadijaid.

Laadimistasud on 2023. aasta seisuga veel dünaamilised ning neid hinnastatakse ümber iga kahe nädala tagant. Hinna kujundamisel jälgitakse futuurprognose ning vastavalt sellele seatakse ka teenuse hind. Sellega jätkatakse etteteatamata ajani, aga kui tuleb vastav tarkvaralahendus, siis saab hinnastamine olema börsipõhine, ehk kui öösel on elektrihind madalam, on ka laadimishind odavam.

Makseviisina kasutatakse ühekordset makset ning ei ole vaja olla lepinguline klient. Telefoniga tuleb skaneerida QR-kood, mis viib lehele, kus tuleb sisestada pangakaardi andmed ning laadimine algab. Tarbijad, kes kasutavad teenust väga tihti, saavad telefoni alla laadida vastava mobiilirakenduse ning taadelda endale kiibi või RFID-kaardi.

Lähitulevikus on võimalik ühendada omavahel auto ja laadija ehk laadija tunneb sõiduki põhjal ära, kes teenust kasutamas on. Circle K on selle lahenduse esimesena Eestis juba kasutusele võtnud ning Eleport plaanib sama teha hiljemalt aastaks 2025.

Laadijate kasutuse juures jälgitakse, mitu tundi ööpäevas need hõivatud on ning akusid laadivad. Selleks, et analüüsida laadijate kasutust, tuleb kõigepealt läbi viia eritlus rahvastikutiheduse, liiklussageduse jt andmetega ning alles seejärel saab analüüsida laadijate kasutust. Siis on võimalik võrrelda esimest analüüsi sarnase laadimispunkti omaga ning teha investeerimisotsus.

Laadijate ohutus ja turvalisus plaanitakse tulevikus tagada koostöös mõne haldusettevõtte või turvafirmaga. Hetkel ei ole selleks veel vajadust tuntud ja siiani ei ole ka ühtegi laadijat lõhutatud. Ette on tulnud küll laadijate täissodimise probleeme maa-alustes parklates, kuid siis on probleem lahendatud koostöös kinnistuomanikega, kes on paigaldanud territooriumile kaamerad. Tulevikus, kui park on väärtuslik, siis oleks kindlasti vajalik koostöö turvafirmaga, kes rakendaks seal vajalikke turvameetmeid ning tegeleks tekkivate probleemidega.

Hoolduse ja tehnilise toe eest vastutab Eleport ise ning kinnistu eest vastutab omanik, mis on lepinguga reguleeritud. Hoolduses lähtutakse laadijate kasutusjuhendist ja tehniline tugi on neil tagatud 24/7. Kui laienetakse veel rohkematesse riikidesse, siis planeeritakse laiendada ka kõnekeskust. Rääkides veokite laadimisvõrgust, siis suure tõenäosusega saab enamus neist olema riigimaal või omavalitsuste pindadel.

Suurimad konkurendid on Eestis hetkel Enefit ning mingil määral ka Alexela. Kuid oma võrke arendavad ka teised ettevõtted, näiteks Terminal, Circle K, Olerex (kellega tehakse ka koostööd), Neste, Elektrum, Ignitis, Tesla ja Ionity. Tegevusvaldkonna järgi on täna Eleport OÜ kõige suuremaks konkurendiks

Enefit, kuna ettevõtete ärimudelid ja visioonid on sarnased, nimelt soovitakse minna kaugemale, kui ehitada laadimiskohti vaid tanklatesse.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et Eleport ohutuse poole pealt probleeme ei näe, laadimisvõrk kasvab ning mida rohkem on nõudlust, seda rohkem tuleb ka pakkumist juurde. Probleemiks võib kujuneda laadijate saadavus/hõivatus, kui neid ei ole piisavas koguses antud asukohas. Kui võrrelda, palju on sel aastal tulnud laadijaid juurde vs palju on tulnud autosid juurde, siis elektriautode ülekaal on ilmselge. Lähiaastail saame suure tõenäosusega näha kasvu ka elektriveokite puhul.

Eleportil on laadimispunkte Euroopas umbes 120 – 140, mis ei sobi küll kõik veokite laadimiseks. Kindel on ka see, et valdkond areneb kiirelt ning aasta pärast, kui mitte kuude pärast, võib olukord olla juba hoopis teine. Ettevõttel on arenguplaan valmis ka järgmiseks aastaks, mida kahjuks hetkel veel jagada ei soovita, aga eesmärk on teha juurde sadu punkte üle tegevusriikide.

6 JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Lõputöö käigus läbiviidud intervjuude abil kogus autor andmeid ettevõtetelt Eleport OÜ ja Scania Eesti AS, et analüüsida Eestis olemasolevat laadimisinfrastruktuuri elektriveokite (N2- ja N3 kategooria) jaoks ning seejuures tuua välja kitsaskohad, probleemid ja tuleviku suunad.

Intervjuude käigus tulid ilmsiks mitmed murekohad. Näiteks vajavad elektriveokid laadimiseks 800 V pinget, laadijad on ehitatud aga valdavalt sõiduautode jaoks, millest enamus laadivad 400 V pingega. Seetõttu on tekkinud probleem, et laadijad ei hakka korralikult tööle ning lukustuvad auto külge, jättes seejuures veoki laadimata. Põhjuseks ongi laadijate ja veokite vahelise voolupinge erinevus. Samane probleem on aktuaalne peale Eesti ka mujal Euroopas.

Tulevikus hakatakse Scania veokitel paigaldama laadimisotsikuid regionaal- ja elektriveokitel vasakule ja Volvodel paremale küljele. Sellega seoses kerkib üles küsimus, kas laadimiskaabel ulatub otsikuni, kuna laadija kaabel ei tohi olla üle 5 meetri pikk. Seetõttu tekibki vajadus veokite küljelt laadimiseks ning tulevikus on vajalik ehitada laadimisplatse, mis on mõeldud veokite jaoks.

Takistused esinevad ka elektriveokites endis, näiteks laadimisvõimsuses, mida veokid suudavad vastu võtta. Kõige kiirem laadija Eestis on suuteline laadima kiirusega 400 kW. Paraku ei ole elektriveokid võimelised veel sellist kiirust vastu võtma. Näiteks Scania A. Le Coqi veok on võimeline vastu võtma 135 kW ning järgmine veok, mis Scania varsti välja tuleb, võtab vastu 375 kW. Seega saab öelda, et laadijad on oma arenguga eest ära läinud võrreldes veokitega. Kiirlaadijad vajavad vesijahutusega kaableid ning CCS2 otsik on võimeline andma välja 750 kW. Veokeid, mis sellist kiirust suudaksid vastu võtta veel ei ole, sellepärast ei ole otstarbekas ka vastava tehnoloogia välja ehitamisesse investeerida. Kui tuleb veokitele tehnoloogiline võimekus, siis tulevad ka kiiremate kiirustega laadijad.

Selleks, et laadida veokit võimsusega 375 kW, läheb vaja 500 A alalisvoolu ning 200 kW võimsusega laadimiseks läheb tarvis 320 A, mille rajamine nõuab ettevõtetelt investeeringut ~70 000 €. Sellega seoses kerkib üles probleem, kuna laadijate pakkujad peavad hakkama juurde ostma võrguvõimsust ehk ampreid ning tekib järgmine küsimus, kust neid saada. Töö kirjutamise hetkel energia ettevõtetel selline huvi puudus ning riiklikud õigusaktid ei sunni seda ka tegema. Olukorra üheks lahenduseks on olemas laadijad, mis kasutavad madalama sisendvõimsusega laadimist, kuid tänu laadijatesse integreeritud akupankadele on väljundvõimsus suurem, mis vähendab seda probleemi järk-järgult. Teiseks

lahenduseks on ka suured akupangad, mis on ehitatud vanadest elektrisõidukite akudest ning asuvad merekonteinerites. Kokkuvõtvalt võib öelda, et elektrilaadijate väljaehitamise juures on kõik võimalik, kui on piisvalt vahendeid ja tahet investeeringute tegemiseks, küsimus ongi vaid investeerimisvahendites ja laadijate tasuvusajas.

Võrguvõimsuse probleem on hetkel eriti aktuaalne sadamaaladel, kus laadimisvõimalus puudub, kuna kogu võimsus läheb kai ääres olevate laevade punkerdamise jaoks. Seega, peaks tulevikus laadimisvõimekuse kindlasti looma ka sadamatesse, kuna see on koht, kus autod sagedasti seisavad.

Tulevikus hakkab kehtima Euroopa Liidu nõue AFIR (*Alternative Fuel Infrastructure*), millega on seatud eesmärk, et iga 60 km tagant peavad olema mõlemal pool teed veokite laadimisjaamad. Analüüsid on näidanud, et kui laadijad on kättesaadavad iga 60 km tagant, siis elektrisõidukite omamine ei tekita mingeid takistusi. Praegu on laadijad paigaldatud isegi tihedamalt ning Eleport prognoosib, et nende paigaldamine muutub veelgi tihedamaks, kuid paraku on need laadijad taaskord mõeldud pigem elektriautodele kui veokitele.

ACEA ehk Euroopa Autotootjate Liit on koostanud analüüsi, kui palju laadijaid on vaja elektriveokite jaoks aastateks 2025 ja 2030. Vastavalt prognoosile on aastaks 2025 vaja Eestisse 10 ning 2030 aastaks juba 50 laadimispunkti. Aga kuna see analüüs on koostatud juba 2021. aasta maikuus, siis oleks vajalik uue eritluse läbi viimine. [21]

Eestis on 2023. aasta lõpu seisuga kuus elektriveokite laadimispunkti, mis pakuvad kiiruseid 150 kW ning üks 400 kW punkt. 2024. aastal on Eestisse planeeritud kokku 15 laadimiskohta, mille laadijate võimsus on 400 kW ning need võimaldavad laadida elektriveokeid.

Eestis on omavahel suurimad konkurendid Eleport, Enefit ning mingil määral ka Alexela, kuid oma võrke arendavad ka teised ettevõtted, nagu näiteks Terminal, Circle K, Olerex, Neste, Elektrum, Ignitis, Tesla ja Ionity.

Lõputöö käigus läbi viidud intervjuudest selgus, et Eesti elektriveokite avalik laadimisinfrastruktuur ei ole 2023. aasta lõpu seisuga piisav elektriveokite jaoks. Laadijad on aeglased ning ei ole mõeldud veokite jaoks. ELMO laadimisvõrk, mis kunagi ehitati, katab ära kõik Eesti vajadused, kuid see on vananenud ning vajaks uuendamat laadimistehnoloogiat. Kui "kodus" laadimisvõimalus puudub või veoringid ületavad aku sõiduulatust, siis töö kirjutamise hetkel ei ole ettevõtetel mõttekas kaaluda elektriveokite

soetamist. Scania Eesti AS prognoosi kohaselt jõuavad elektriveokid avalike laadijateni pigem 2025. aastal. Samuti ei ole praegu kõige olulisem laadimispunkte avada trassile, vaid kohtadesse, kus veok kõige rohkem seisab – logistika- ja jaotuskeskused, lõpptarbijad, sadamad.

Ideaalis on Eleport OÜ eesmärk tulevikus jõuda lahenduseni „koju kätte kõigile“ ehk siis jõuda nii kortermaja elaniku, kui ka Tallinn - Narva vahet sõitva veoautojuhini. Täna sel päeval lähtutakse nõudlusest ja võimalustest ning laadijaid paigutatakse oma hea äranägemise järgi. Seadmed ehitatakse tiheda asustusega kohtadesse, kus on nõudlust. Asukoha juures jälgitakse liikluskoormust, inimeste külastatavust ja vajadust laadimise järgi ning inimeste ajakasutust asukohas.

Selleks, et kasutada aastal 2023 elektriveokit, tuleb esialgu laadimaine ära lahendada depoodes ehk „kodudes“, kuna avalikes laadijates on hinnad veel kallid 0,40 – 0,79 €/kWh. Näiteks Terminalis on võimalik laadida 0,42 €/kW, siis börsi hind jääb 0,18 €/kW juurde (andmeid vaadati 13.12.2023 seisuga). See teeb hinna vaheks 0,24 €/kWh depoo laadimise kasuks. Kui veoki kasutatav akumaht on 240 kWh, siis säästetakse depoo laadimisega 57,60 € ehk 57%. Eleport OÜ näiteks plaanibki tulevikus üle minna lahendusele, kus kasutatakse börsipõhist hinda. Hetkel on üleminek tarkvaralahenduse taga kinni ning kuni börsipõhist hinda ei pakuta, ei ole ka otstarbekas ettevõtetal oma elektriveokit avalikes laadijates laadida.

Depoo laadimise väljaehitamiseks on võimalik osta sisse teenust energiaettevõtelt, kes ehitavad vajaliku taristu ning hooldavad seda lisatasu eest. Teiseks võimaluseks on kasutada tavalist A/C 44 kW pardalaadijat, mille töötamiseks on vaja vaid tööstusvoolu pistikut. See sobib ideaalselt tagaluuk-veoki öösel laadimiseks, mille laadimistsükkel jääb 7 – 8 tunni vahele. Regionaal- ehk vedukaauto jaoks jääb pardalaadija nõrgaks, kuna selle täis laadimiseks kulub umbes 10 – 11 tundi.

Avalike laadijate puhul võib saada probleemiks teenusepakkumine hõreasustustega piirkondades. Teenuse tagamiseks on vajalik koostöö logistikafirmadega, kuna energiaettevõtete eesmärk on elektrit müüa ja seda ei soovita teha kohas, kus tarbimist ei ole. Nad võivad seda küll teha, kuid kuna tegemist on valdavalt eraettevõtetega, siis on eesmärk teenida ikkagi kasumit ning keegi peab sellisel juhul kulu kinni maksma. Kokkuvõtvalt oma investeeringuga Eleport OÜ hõreasustustega kohtadesse laadijaid ehitama ei läheks, kuid mõne partneri või omavalitsuse panusega, seda kindlasti kaalutakse.

Energiaettevõtetele on esinenud ka mõningaid takistusi koostöös riigiettevõtete ja kohalike omavalitsustega, kuna tihti tekivad küsimused siis, kui probleemid on juba ilmnunud. Näiteks tekivad raskused sobivate asukohtade leidmiseks, kuhu on võimalik laadijaid ehitada. Tallinna linn omab suurt hulka parklaid, kus oleks võimalik luua laadimislahendusi, kuid linn ei ole hetkel sellest huvitatud ning soovib oodata, kuni nõudlus veelgi kasvab ja areng saavutab suurema mastaabi. Eleporti arvates on riigi osalus praegu veel puudulik, kuid usutakse, et tulevikus see probleem kaob.

Laadimisinfrastruktuuri rajavate ettevõtete jaoks ongi hetkel suurim probleem nõudlus. Kui pole nõudlust, siis ei ole ka pakkumist. Lahenduseks on vaja mingit toetust või riikliku konsensust, mis muudaks teema ettevõtetele atraktiivseks. Teiseks probleemiks on võrguvõimsus, mida saaks lahendada eelnevalt mainitud akupankadega varustatud laadijatega. Pikema aja jooksul on võimalik laadijat täis laadida ning kui nõudlus taha tekib, saab laadija anda välja maksimaalset laadimisvõimsust enda akupangast, mitte ainult võrgust. See omakorda aitab võrku stabiliseerida ja annab energiakindlust.

Eleport OÜ arvab, et elektriveokite kasutamine Eestis on praegu võimalik ainult viimase miili logistika puhul, ehk kus akude sõiduulatus seda võimaldab ning rahvusvaheline kaubavedu elektriveokitega ei saa kunagi olema tulevik, kui just akude areng ei tee märkimisväärset arengut. Pigem nähakse rahvusvahelisel kaubaveol kohta vesinikveokitel, mille hind jääb hetkel veel kõrgeks, võrreldes elektriveokitega.

Kasutajate mugavuse kohapealt on välismaal olemas juba lahendus, kus laadija tuvastab ära, milline auto on laadimas ning kes on selle omanik. Selline lahendus jõuab peagi ka Eestisse. Circle K näiteks kasutab juba sellist lahendust oma laadimisjaamades. Sarnast tehnoloogiat hakkavad kindlasti kasutama ka teised ettevõtted ning sellega seoses kaoks probleem, kus tarbijal on vaja teenuse kasutamiseks mitut kliendikaarti ja mobiilirakendust. Eleportil on varsti valmimas ka enda ehitatud taustsüsteem, mille rakendusega on võimalik kasutada kogu Euroopa akulaadijaid.

Oluline on lahendada mitmeid väljakutseid, sealhulgas veokite ja laadijate vastavuse parandamine, võrguvõimsuse suurendamine ning laadimistasude ja -kvaliteedi parendamine. Lisaks tuleb arendada strateegilisi plaane hõreasustusega piirkondades laadijate paigaldamiseks ning edendada koostööd erasektori ja riigi vahel, et luua terviklik ökosüsteem elektriveokite laialdasemaks kasutamiseks Eestis. Selleks, et elektriveokid laiemalt levima hakkaksid, peaks riik tegema seaduse muudatusi või võtma vastu meetmeid, mis meelitaksid ettevõtjaid elektriveokite poole ning muudaks neid atraktiivsemaks.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et laadimisvõrk kasvab ning mida rohkem on nõudlust, seda rohkem tuleb ka pakkumist juurde. Probleemiks võib kujuneda aga laadijate saadavus/hõivatus. Kui võrrelda, palju on sel aastal tulnud laadijaid juurde vs palju on tulnud autosid juurde, siis elektriautode ülekaal on ilmselge. Lähiaastail saame suure tõenäosusega näha kasvu ka elektriveokite puhul. Samuti areneb laadimisinfrastruktuur suure kiirusega, ning kui sarnast teemat kuude või aasta pärast uuesti uurida, võib olukord olla hoopis teistsugune.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärk oli hinnata laadimisinfrastruktuuri valmisolekut elektriveokite (N2- ja N3-kategooria) rakendamiseks Eestis. Autor kogus andmeid kahe ettevõtte, Eleport OÜ ja Scania Eesti AS, intervjuude kaudu, et hinnata laadimistaristu hetkeolukorda ning analüüsida olemasolevaid lahendusi ja võimalikke puudujääke. Elektriveokite kasutuselevõtt transpordisektoris on tähtis samm süsinikujalajälje vähendamisel ning keskkonnasõbralike lahenduste edendamisel. Oma töös keskendus autor laadimisinfrastruktuuri hetkeolukorrale, tuleviku perspektiividele, väljakutsetele ning võimalustele elektriveokite laialdasemaks rakendamiseks Eestis.

Teoreetilises osas annab autor ülevaate elektriveokite algusest ning selgitab, miks nende areng vahepeal peatus ja siis uuesti algas. Veel saab teooriapeatükkidest ülevaate eksisteerivatest aku- ja laadimistehnoloogiatest ning selgitatakse, mida kujutab endast AFIR ehk alternatiivkütuse infrastruktuuri regulatsioon.

Lõputöös läbiviidud intervjuude analüüsimise tulemusena, sai autor teada, milline on Eestis elektriveokite laadimisinfrastruktuuri hetkeolukord, millised on laadimiskiirused ja -tehnoloogiad, millised probleemid esinevad võrguvõimsusega ning mis takistab laadimisinfrastruktuuri laialdasemat levikut veoautode jaoks.

Selgus, et Eestis on küll tehtud olulisi edusamme elektriautodele mõeldud laadimisvõrgu arendamisel, kuid veokite puhul esineb väljakutseid, ning seetõttu puuduvad laadimislahendused Eestis veoautodele pea täielikult ning enamuses on laadijad mõeldud sõiduautodele. Probleem selle juures on selles, et sõiduautod laadivad 400 V pingega, aga veoautod vajavad laadimiseks 800 V pinget, seega on suur osa laadijatest veoautode jaoks kõlbmatud. Probleeme on ka ligipääsuga, kuna laadijad on mõeldud väikestele sõiduautodele või kaubikutele ning N2- või N3-kategooria veoautoga ei ole võimalik neid kasutada.

Kõige suuremaks takistuseks on hetkel madal nõudlus elektriveokite järgi, mis tähendab madalat nõudlust ka laadijatele. Energiaettevõtted ei soovi laadimistaristusse suuri investeeringuid teha ning lootma jääda, et ühel hetkel tuleb nõudlus nende järgi kasvab. Ettevõtted ootavad nõudluse tõusu ja seetõttu tuleb esialgu elektriveokite laadimine ära lahendada depoodes ning veokite omanikel tuleb ise investeerida laadijate ehitamisesse või kasutada pardalaadijaid. See on täna ainuke viis elektriveokit

omada ning nõudluse puudumine on üks peamiseid põhjuseid, miks Eestis hetkel puudub pea täielikult elektriveokite laadimisvõrgustik. Kuna tulevikus liigub veokitel laadimisotsik küljele, siis on tarvis laadimisparke, kus on võimalik autot küljelt laadida. Suure tõenäosusega jõutakse avalike laadijateni aastal 2025. Analüüsid näitavad, et vajadus laadijate järele on iga 60 km tagant, mõlemal pool teed, kuid suure tõenäosusega saab tihedus olema suurem. Probleemid võivad tekkida hõreda asustusega aladel, kus laadimise nõudlus puudub või on väga madal.

Kolmandaks murekohaks on laadimise hinnastamine avalikes laadijates. Antud töö kirjutamise hetkel ei kasutata avalike laadijate puhul börsielektrihinda ning see teeb seal laadimise umbes 57% kallimaks võrreldes „kodus“ laadimisega, mis taaskord suunab ettevõtteid depoos laadimisele. Eleport OÜ plaanib näiteks börsipõhisele hinnale üle minna aastal 2025, kui tuleb vastav tarkvara, mis seda võimaldab.

Neljandaks probleemiks on tehnilised põhjused. Elektriveokite kiirlaadimine nõuab palju võrguvõimsust ehk ampreid, mida võib olla teatud piirkondades raske saada, kuid selle lahenduseks on turule tulnud juba uut tüüpi laadijad, mis on varustatud akupankadega ning suudavad madala sisendvõimsusega anda kõrgemat väljundvõimsust. Veel üheks tehniliseks probleemiks on veoautod ise. Nimelt ei suuda nende akud vastu võtta nii palju voolu, kui tänapäeva laadijad seda pakuvad. Tulevikus, kui elektriveokite arv kasvab ning autod on suutelised suuremaid võimsuseid vastu võtma, siis see probleem kaob.

Infrastruktuur areneb pidevalt ning kuu või aasta pärast sama teemat uuesti analüüsides võib olukord olla teistsugune. Energiaettevõtted ennustavad, et rahvusvaheline kaubavedu elektriveokitega ei saa kunagi olema tulevik ning nende eesmärk hakkab olema kaupade vedu linnas või nende äärealadel. Sellest tulenevalt peavad nad hetkel olulisemaks ehitada infrastruktuur välja kohtades, kus veokid rohkem seisavad, mitte trassidel. Rahvusvahelises kaubaveos nähakse rohkem potentsiaali vesinikveokitel, mis praegu on veel ebamõistlikult kallid.

Oluline on lahendada tulevikus mitmeid väljakutseid, sealhulgas veokite ja laadijate vastavuse parandamine, võrguvõimsuse suurendamine ning laadimistasude ja -kvaliteedi parendamine. Lisaks tuleb arendada strateegilisi plaane hõreasustusega piirkondadesse laadijate paigaldamiseks ning edendada koostööd erasektori ja riigi vahel, et luua terviklik ökosüsteem elektriveokite laialdasemaks kasutamiseks Eestis. Elektriveokite laiemaks levikuks peaks riik tegema seadusemuudatusi või võtma vastu meetmeid, mis meelitaksid ettevõtjaid elektriveokite soetamise poole ning muudaks need atraktiivsemaks.

Kokkuvõttes näitab see uurimus elektriveokite laadimisinfrastruktuuri hetkeolukorda Eestis, tõstes esile mitmeid takistusi ja probleeme ning pakkudes välja lahendusi ja tulevikusuundi nende kasutamiseks. Kõik see nõuab tihedat koostööd erinevate osapoolte vahel ning järjepidevaid investeeringuid infrastruktuuri arendamisesse. Kui aga tahe ja vahendid investeeringute tegemiseks on olemas, siis ei ole elektrilaadijate väljaehitamine mingi probleem, vaid asi seisab antud hetkel nõudluse ning elektriveokite tehnoloogilise arengu taga.

Autori hinnangul täitis lõputöö alguses püstitatud eesmärgi ning vastas püstitatud uurimisküsimustele. Töös selgitati välja, milline on hetkeolukord elektriveokite laadimisinfrastruktuuri olemasolu ja kättesaadavuse osas, millised on laadimisvõimaluste hetkeprobleemid ja piirangud ja milline on laadimisinfrastruktuuri tulevikuperspektiiv Eestis.

SUMMARY

The aim of this thesis was to assess the readiness of the charging infrastructure for the implementation of electric vehicles in Estonia. The author collected data through interviews with two companies, Eleport OÜ and Scania Eesti AS, in order to assess the current situation and to identify the opportunities for future deployment of electric heavy-weight vehicles. The uptake of electric vehicles in the transport sector is an important step towards reducing the carbon footprint and promoting environmentally friendly solutions. The research focused on the current state of the charging infrastructure, the challenges and opportunities for a wider uptake of electric vehicles in Estonia.

In the theoretical part, the author gave an overview of when electric vehicles started, which helps to understand why the development of electric heavy-weight vehicles stopped and then started again. In addition, the theory chapters give an overview of what battery and charging technologies exist and what is AFIR or Alternative Fuel Infrastructure Regulation.

By analysing the interviews conducted in the thesis, the author was able to find out what is the current state of the charging infrastructure for electric trucks in Estonia, what are the charging rates and technologies, what are the problems with grid capacity and what other obstacles exist that prevent the wider uptake of charging infrastructure for trucks.

The analysis showed that Estonia has made significant progress in developing a charging network for electric cars, but that there are challenges for trucks, and therefore the majority of chargers are for passenger cars. As passenger cars mostly charge at 400 V, while trucks require 800 V for charging, a large proportion of chargers are not suitable for trucks due to that reason. There are also accessibility problems, as chargers are designed for small cars or vans, and it is not possible to charge a large truck with trailer in them.

The biggest obstacle at the moment is the low demand for electric trucks, which means low demand for chargers aswell. Energy companies are reluctant to invest heavily in charging infrastructure and hope that demand will eventually catch up. They expect demand to grow, which means that charging of electric vehicles will initially have to be handled in depots, either by the owners of the vehicle themselves by investing in the construction of chargers or by using on-board chargers. This is the only way to own an electric truck today and the lack of demand is one of the main reasons why there is currently almost no

charging network for electric trucks in Estonia. In the future, trucks will have a charging nozzle that moves to the side, so there is a need for charging parks where charging from the side is possible. The need for chargers has been analysed to be at every 60 km on both sides of the road, but it is very likely that the density will be higher. The problem may arise in sparsely populated areas where charging demand is absent or very low.

Another concern is the pricing of charging at public charging points. At the time of writing, public chargers do not use the electricity price of the stock exchange and this makes charging there 57% more expensive compared to charging "at home", again pushing companies towards charging at depots. Eleport OÜ, for example, plans to switch to an exchange-based price in 2025, when the software to enable this will be available.

The third problem is technical. Fast charging of electric vehicles requires a lot of grid power, or amps, which can be difficult to obtain in certain areas, but new types of chargers have already come onto the market, equipped with battery banks, which are able to provide higher output power with low input power. Another technical problem is the trucks themselves. The batteries cannot take in as much current as today's chargers can give out. In the future, this problem will disappear and trucks will be able to draw more current, and fast chargers will be available.

In the future, as the number of electric trucks increases, there will certainly be more fast chargers, as is required by the AFIR regulation. The infrastructure is constantly evolving and if we look at the same issue again in a month or a year, the situation may be very different. Unfortunately, the energy companies believe that international freight transport by electric trucks will never be the future and that their aim will be to distribute goods in cities or their peripheries, and that it is therefore more important at the moment to build infrastructure in places where trucks are more likely to be stationary, rather than on the highways. For international freight transport, more potential is seen for hydrogen trucks, which are currently still prohibitively expensive.

A number of challenges need to be tackled, including improving the match between trucks and chargers, increasing network capacity and improving charging rates and quality. In addition, strategic plans for the installation of chargers in sparsely populated areas need to be developed, and cooperation between the private and public sectors needs to be promoted in order to create a comprehensive ecosystem for the wider use of electric vehicles in Estonia. In order for electric trucks to become more widespread, the state

should make changes to the law or adopt measures to attract businesses to EVs and make them more attractive.

In conclusion, this study shows the current state of the electric vehicle charging infrastructure in Estonia, highlighting a number of obstacles and problems and proposing solutions and future directions for the use of electric vehicles, which require close cooperation between the various parties and continuous investment in infrastructure development. If the will and the means for investment are there, the construction of electric charging points is not a problem, but rather a question of demand and the electric trucks themselves.

In the author's opinion, the thesis fulfilled the objective set in the beginning and answered the research questions. The thesis identified the current situation regarding the availability and accessibility of charging infrastructure for electric trucks, the current problems and limitations of charging possibilities and the future prospects for charging infrastructure in Estonia.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] K. Desmond ja U. De Pretto, *Electric trucks: a history of delivery vehicles, semis, forklifts and others*. Jefferson, North Carolina: McFarland & Company, Inc., publishers, 2020.
- [2] „1909 Walker Model 15 Electric Truck |“. Vaadatud: 11. november 2023. [Online]. Available at: <https://hymanltd.com/vehicles/4248-1909-walker-model-15-electric-truck/>
- [3] „Trucks on Display | Iowa 80 Trucking Museum“. Vaadatud: 11. november 2023. [Online]. Available at: <https://iowa80truckingmuseum.com/exhibits/trucks-on-display/>
- [4] „Wait, There Were Electric Cars Between 1830 and 1930?“, ThoughtCo. Vaadatud: 11. november 2023. [Online]. Available at: <https://www.thoughtco.com/history-of-electric-vehicles-1991603>
- [5] C. Lewis, „Abandoned History: The Navistar eStar, a Very Troubled Electric Van“, *thetruthaboutcars.com*. Vaadatud: 13. november 2023. [Online]. Available at: <https://www.thetruthaboutcars.com/2021/09/abandoned-history-the-navistar-estar-a-very-troubled-electric-van/>
- [6] „FedEx Introduces First All-Electric Trucks To Be Used in the U.S. Parcel Delivery Business“, FedEx Newsroom. Vaadatud: 13. november 2023. [Online]. Available at: <https://newsroom.fedex.com/newsroom/united-states-english/fedex-introduces-first-all-electric-trucks-to-be-used-in-the-u-s-parcel-delivery-business>
- [7] „FedEx Launches All-Electric Trucks for Urban Parcel Delivery“, Green Car Reports. Vaadatud: 13. november 2023. [Online]. Available at: https://www.greencarreports.com/news/1043872_fedex-launches-all-electric-trucks-for-urban-parcel-delivery
- [8] M. Priestner, „Daimler Trucks launches E-FUSO and all-electric heavy-duty truck Vision One“, *Automotive World*. Vaadatud: 13. november 2023. [Online]. Available at: <https://www.automotiveworld.com/news-releases/daimler-trucks-launches-e-fuso-electric-heavy-duty-truck-vision-one/>
- [9] „Daimler Trucks launches E-Fuso brand and new Vision One all-electric heavy-duty truck“. Vaadatud: 13. november 2023. [Online]. Available at: <https://www.fleetequipmentmag.com/daimler-trucks-efuso-vision-one-electric-heavy-duty-truck/>
- [10] „How Lithium-ion Batteries Work“, Energy.gov. Vaadatud: 15. november 2023. [Online]. Available at: <https://www.energy.gov/energysaver/articles/how-lithium-ion-batteries-work>
- [11] W. Chen, J. Liang, Z. Yang, ja G. Li, „A Review of Lithium-Ion Battery for Electric Vehicle Applications and Beyond“, *Energy Procedia*, kd 158, lk 4363–4368, veebr 2019, doi: 10.1016/j.egypro.2019.01.783.
- [12] *Fundamentals and applications of Lithium-ion Batteries in electric drive vehicles*. Singapur: John Wiley & Sons Singapore Pte. Ltd, 2015.
- [13] „Lead Acid Batteries | PVEducation“. Vaadatud: 15. november 2023. [Online]. Available at: <https://www.pveducation.org/pvcdrom/batteries/lead-acid-batteries>
- [14] S. K. Dhar, S. R. Ovshinsky, P. R. Gifford, D. A. Corrigan, M. A. Fetcenko, ja S. Venkatesan, „Nickel/metal hydride technology for consumer and electric vehicle batteries—a review and update“, *J. Power Sources*, kd 65, nr 1–2, lk 1–7, märts 1997, doi: 10.1016/S0378-7753(96)02599-2.
- [15] „Nickel-metal hybrid battery“. European Association for storage of energy (EASE), 2019. Vaadatud: 15. november 2023. [Online]. Available at: https://ease-storage.eu/wp-content/uploads/2016/03/EASE_TD_NiMH.pdf
- [16] „Firms Race to Develop Less Costly Batteries for Electric Vehicles“, Voice of America. Vaadatud: 15. november 2023. [Online]. Available at: <https://learningenglish.voanews.com/a/firms-race-to-develop-less-costly-batteries-for-electric-vehicles/6837651.html>

- [17] „Sodium Sulfur Batteries - an overview | ScienceDirect Topics“. Vaadatud: 15. november 2023. [Online]. Available at: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/sodium-sulfur-batteries>
- [18] P. Auväärt, „Elektriamiga sõidukid: projekti nr. 2014–2020.1.03.19-0226“. Vaadatud: 28. detsember 2023. [Online]. Available at: <https://sites.google.com/hariduskeskus.ee/elektriauto/avaleht>
- [19] „CHAdEMO Brolong“. CHAdEMO EU, 2012. [Online]. Available at: <https://www.chademo.com/wp/pdf/aboutus/Brolong.pdf>
- [20] „Megawatt Charging: The Game-Changer for Electric Heavy-Duty Trucks“, Milence. Vaadatud: 28. detsember 2023. [Online]. Available at: <https://milence.com/insight/megawatt-charging-the-game-changer-for-electric-heavy-duty-trucks/>
- [21] „What is CCS electric car charging? - cinch“. Vaadatud: 28. detsember 2023. [Online]. Available at: <https://www.cinch.co.uk/guides/electric-cars/a-full-guide-to-ccs-electric-vehicle-charging>
- [22] „An introduction to electric vehicle rapid charging standards“, Dalroad. Vaadatud: 22. november 2023. [Online]. Available at: <https://www.dalroad.com/resources/an-introduction-to-electric-vehicle-rapid-charging-standards/>
- [23] „Pakett ‘Eesmärk 55’: üleminek kestlikumale transpordile“. Vaadatud: 28. detsember 2023. [Online]. Available at: <https://www.consilium.europa.eu/et/infographics/fit-for-55-afir-alternative-fuels-infrastructure-regulation/>
- [24] „EU deal on truck charging clears the way for ambitious CO2 targets“, Transport & Environment. Vaadatud: 28. detsember 2023. [Online]. Available at: <https://www.transportenvironment.org/discover/eu-deal-on-truck-charging-clears-the-way-for-ambitious-co2-targets-2/>
- [25] „Scania Eesti AS siseveeb“.
- [26] „Sõidukite statistika | Transpordiamet“. Vaadatud: 17. detsember 2023. [Online]. Available at: <https://www.transpordiamet.ee/soidukite-statistika>
- [27] „Interactive map – Truck charging points needed in Europe by 2025 and 2030, per country“, ACEA - European Automobile Manufacturers’ Association. Vaadatud: 26. detsember 2023. [Online]. Available at: <https://www.acea.auto/figure/interactive-map-truck-charging-points-needed-in-europe-by-2025-and-2030-per-country/>
- [28] „Kempower Movable Charger“, Kempower. Vaadatud: 17. detsember 2023. [Online]. Available at: <https://kempower.com/solution/kempower-movable-charger/>

LISA 1 ELEPORT OÜ INTERVJU

1. Millised on teie ettevõtte peamised eesmärgid seoses elektriveokite laadimisvõrgustiku väljaarendamisega Eestis?
2. Milline on teie arusaam elektriveokite kasutamisest ja laadimisinfrastruktuuri tulevikust Eestis ning millised on teie pikaajalised plaanid seoses laadimisvõrgustiku laienemisega?
3. Kuidas hindate praegust elektriveokite kasutuselevõtu valmisolekut Eestis seoses olemasoleva laadimisinfrastruktuuriga?
4. Milliseid koostöövorme kavatsete arendada teiste ettevõtete või valitsusasutustega, et toetada elektriveokite laadimisinfrastruktuuri väljaehitamist Eestis?
5. Millist laadimisinfrastruktuuri ja -tehnoloogiat kavatsete kasutada elektriveokite laadimiseks? Kuidas see erineb tavalisest elektriautode laadimisvõrgustikust?
6. Milline on plaan laadimisjaamade paigutuse osas? Kuidas valite asukohad ja milliseid kriteeriume kasutate strateegiliste punktide määramisel? Kuidas tagatakse laadimisjaamade kättesaadavus piirkondades, kus veokite liiklus on hõredam?
7. Millised on väljakutsed elektriveokite laadimisvõrgustiku loomisel? Kuidas kavatsete neid lahendada? (Ülekoormus suure nõudluse korral, laadimisaja pikkus, kasutajate mugavus jm?)
8. Kuidas planeerite integreerida või kooskõlastada laadimisvõrke teiste Euroopa riikidega, et hõlbustada rahvusvahelist kaubavedu elektriveokitega?
9. Millised on teie lähenemised või plaanid seoses laadimistasude struktuuriga? Kuidas kavatsete hinnata laadimise maksumust ja milliseid makseviise pakute?
10. Kuidas kavatsete jälgida ja hinnata laadimisvõrgustiku kasutamist ning millised on teie meetodid kasutusandmete kogumiseks ja analüüsimiseks?
11. Kuidas kavatsete tagada laadimisjaamade ohutuse ja turvalisuse, eriti arvestades suuremahulist elektrivarustust ja avalikku juurdepääsu?
12. Kuidas kavatsete tagada laadimispunktide hoolduse ja tehnilise toe, et tagada nende pidev kättesaadavus ja töökindlus?

LISA 2 SCANIA EESTI AS INTERVJUU

1. Milline on teie hinnangul hetkeolukord elektriveokite laadimisinfrastruktuuri valmisolekus Eestis?
2. Millised on peamised takistused või väljakutsed, mis võivad mõjutada elektriveokite laadimisinfrastruktuuri arendamist ja kasutuselevõttu Eestis?
3. Millised on elektriveokite peamised eelised ja väljakutsed nende kasutamisel võrreldes diiselautodega?
4. Milline võiks olla tulevik elektriveokite laadimisinfrastruktuuri jaoks Eestis?
5. Kas Scania Eesti AS-l on plaane või algatusi, mis aitaksid kaasa elektriveokite laiemale kasutuselevõttule Eestis?
6. Millist tuge või teenuseid pakub Scania Eesti AS klientidele, kes soovivad üle minna elektriveokitele?
7. Millised on senised kogemused elektriveokite klientide tagasisidest Eesti turul?
8. Kui kaua võtab aega elektriveoki täielik laadimine erinevatel laadimisvõimalustel?
9. Kas ettevõttel on plaane laadimisvõrgustiku laiendamiseks või uute laadimispunktide loomiseks Eesti erinevates piirkondades?