Tampereen yliopisto

Eemil Mennala

SÄHKÖISTEN JAKELUAJONEUVOJEN VAIKUTUKSET KULJETUSLIIKKEIDEN KANNATTAVUUTEEN

Kandidaatintyö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Huhtikuu 2021

TIIVISTELMÄ

Eemil Mennala: Sähköisten jakeluajoneuvojen vaikutukset kuljetusliikkeiden kannattavuuteen (The affects of electrifying cargo trucks to the profitablility of transport companies)
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Tietojohtaminen
Huhtikuu 2021

Tässä kandidaatintyössä tarkastellaan jakeluliikenteen osalta kaluston sähköistämisen potentiaalia. Tarkastelun taustalla on liikenteen päästöleikkaustavoitteet. Suomessa on tavoitteena leikata liikenteen päästöt puoleen vuoteen 2030 mennessä ja vuoteen 2045 mennessä tavoitellaan täysin hiilineutraalia liikennettä. Raskas liikenne ja pakettiautot vastaavat yhdessä liikenteen päästöistä noin 40 prosenttia ja nämä ajoneuvoluokat edustavat pääosin kaupunkien jakeluliikennettä. Sähköinen jakeluliikenne voisi osaltaan ratkaista ongelmaa, mutta kaluston hankintakustannukset ovat ainakin toistaiseksi perinteisiä polttomoottoriverrokkejaan huomattavasti suurempia.

Sähköistyvän jakeluliikenteen kannattavuuden määrittelee taloudellinen kannattavuus sekä kaluston tehokkaan käytön ja ylläpidon mahdollisuudet. Työssä otetaan lisäksi kantaa siihen, miten mahdolliset kuljetusliikkeiden imagojen muutokset voisivat auttaa uusien asiakkaiden hankinnassa. Taloudellista kannattavuutta työssä tutkitaan liikenteen hintatason sekä huolto- ja ylläpitokustannusten kautta. Sähköisen kaluston tehokas ylläpito ja käyttö vaatii taustalleen oikeanlaisen infrastruktuurin. Sähköisen liikenteen kannalta infrastruktuurilla tarkoitetaan helposti saatavilla olevia latausasemia sekä lataamisen oikea-aikaista toteuttamista. Kuljetusliikkeiden kannalta tehokkain tapa ylläpitää sähköisiä ajoneuvoja on lataamalla niitä öisin, jolloin niillä ei liikennöidä. Lataaminen öisin vaatii jokaiselle sähköiselle ajoneuvolle oman latausaseman ja useiden latausasemien asennuttaminen voisi vaatia kiinteistöjen sähköverkkoihin muutoksia, mikä tulisi lisäämään kustannuksia entisestään.

Poliittisen ohjaamisen keinoin voidaan kuitenkin edistää vaihtoehtoisten käyttövoimien käyttöönottoa. Tehokkaimpia yksittäisiä keinoja ovat polttoaineveron nostaminen, hankintatuen käyttöönotto sekä digitalisaation hyödyntäminen logistiikkaa tehostavana tekijänä. Vaikka polttoaineveron nostaminen voidaan nähdä yhtenä tehokkaimmista keinoista, on se vaihtoehdoista samalla myös kovin yksittäinen ohjaamisen keino. Hankintatuki voidaan nähdä kannustavampana keinona ohjauksen työkaluista. Digitalisaatio puolestaan mahdollistaa tehokkaampia keinoja reittien ja kuormien suunnittelun osalta, joka auttaisi päiväkohtaisen toimintasäteen hallinnassa.

Laskennallisten esimerkkien avulla voidaan havaita, että liikenteen nykyisellä hintatasolla sähköisiin ajoneuvoihin ei ole kannattavaa investoida. Sähköisten jakeluajoneuvojen yleistymisen esteenä ei kuitenkaan voida enää pitää kaluston rajoittunutta toimintasädettä tai ajoneuvojen latausmahdollisuuksia.

Avainsanat: Jakeluajoneuvo, sähköinen liikenne, latausinfrastruktuuri.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ALKUSANAT

Toinen koronakevät alkaa toivottavasti lähestymään loppuaan. Kandi sen sijaan on saatu täysin loppuun ja pistettyä pakettiin. Kandi oli lopulta yllättävän suoraviivainen toteuttaa, toki siihen auttoi varmasti selkeä visio työn kulusta heti alusta asti. Kiittäisin työni alussa ohjaajaani Erika Kallionpäätä sekä loppua kandiryhmääni hyvästä ja rakentavasta palautteesta kandikurssin lävitse.

Tampereella 19.4.2021

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 1
1.1 Tutkimusongelma ja rajaukset 2
1.2 Tutkimuksen rakenne 3
1.3 Tutkimuksen odotetut tulokset 4
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO 5
3. SÄHKÖISTYVÄ JAKELULIIKENNE 7
3.1 Markkinoilla olevat sähköiset jakeluajoneuvot 7
3.2 Latausasemien eri tyypit ja niiden käyttö 8
3.3 Latausasemien ja infrastruktuurin vaatimukset 9
3.4 Jakeluajoneuvojen latausmahdollisuudet 10
3.5 Epävarmuustekijät 12
4. KULJETUSYRITYSTEN KANNATTAVUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ 13
4.1 Liikenteen hintataso ja kaluston käyttöaste 13
4.2 Investointeihin vaikuttavia tekijöitä 14
5. LIIKENNEPOLITIIKAN VAIKUTUS AJONEUVOHANKINTOININ 15
6. JOHTOPÄÄTÖKSET 18
6.1 Päätelmät 19
LÄHTEET 22

KUVALUETTELO

Kuva 1. *Keskon käytössä olevia sähköisiä jakeluajoneuvoja. (Kesko, 2020)..... 8*
Kuva 2. *Hankintoja ohjaavat tekijät..... 16*
Kuva 3. *Käyttökustannusten vertailu käyttövoimien välillä..... 19*

LYHENTEET JA MERKINNÄT

A	Ampeeri
CCS	Combined Charging System
Infra	Infrastruktuuri
Km	Kilometri
kW	Kilowatti
kWh	Kilowattitunti
SKAL	Suomen Kuljetus ja Logistiikka ry

1. JOHDANTO

Suomi on asettanut itselleen tavoitteita liikenteen päästöjen vähentämisestä. Vuoteen 2030 mennessä liikenteen päästöt tulisi puolittaa nykytasosta, ja vuoteen 2045 mennessä tavoitellaan täysin päästötöntä liikennettä (Valtioneuvosto 2020; Väylävirasto 2020). Vuonna 2018 Suomen tieliikenteen päästöistä 32 % aiheutui kuorma-autojen ja 8 % pakettiautojen toimesta (Traficom, 2020). Näiden ajoneuvoluokkien päästöjä vähentämällä olisi siis suuri merkitys tieliikenteen päästöjen leikkaamisen osalta valtion tasolla. Liikenne on osoittanut viimevuosina suurta sähköistymisen potentiaalia, ainakin henkilöliikenteen osalta, sähköajoneuvojen teknologian sekä siihen liittyvän latausinfran kehityksen myötä. Akkuteknologia on kehittynyt merkittävästi, joka on vaikuttanut yhdellä latauksella saavutettavaan toimintasäteeseen positiivisesti (Paakkinen, 2020).

Viime vuosina henkilöliikenteen puolella sähköajoneuvojen määrä on kasvanut. Teknologiateollisuuden (2020) tekemän selvityksen mukaan, sähköautokanta kasvoi peräti 91 % vuodesta 2019 vuoteen 2020 ja latauspisteiden määrä kasvoi 32 % saman tarkastelujakson aikana. Ajoneuvovalmistajat ovat alkaneet kehityksen myötä myös sähköistämään hyötyajoneuvojaan sekä raskasta kalustoaan ja jotkin suomalaiset kuljetusliikkeet ovat jo tarttuneet mahdollisuuksiin kiinni. Suomessa toimiva kuljetusliike Niinivirta European Cargo Oy oli pohjoismaiden ensimmäinen kuljetusyritys ottaessaan käyttöön täyssähköisen kuorma-auton vuonna 2015 (Niinivirta 2020). Myöhemmin esimerkiksi myös Kesko sekä DB Schenker ovat ilmoittaneet ottaneensa käyttöön ensimmäiset täyssähköiset kuorma-autonsa saavuttaaksensa heidän itselleen asettamat tavoitteet liikenteen päästöjen vähentämisen osalta (DB Schenker 2020; Kesko 2020). On siis selvää, että kuljetusliikkeitä kiinnostaa mahdollisuudet kaluston sähköistämisen osalta, mutta sähköisen kaluston määrän kehitys on toistaiseksi ollut hidasta.

Raskaan kaluston sähköistymisen hitauden osalta tilastot puhuvat paljon. Vuonna 2019 koko EU-alueella kaikista käyttöönotetuista kuorma-autoista täyssähköisten osuus oli 0,2 % kun vastaava dieselkäyttöisten ajoneuvojen osuus oli 97,9 % (ACEA, 2020). McKinsey & Companyn (2017) mukaan on kuitenkin odotettavissa, että sähköisten raskaiden ajoneuvojen markkinaosuus tulee kasvamaan Euroopassa noin 5 %:n tasolle vuoteen 2030 mennessä. Kasvua on siis odotettavissa jo lyhyen ajan sisään merkittävä määrä.

1.1 Tutkimusongelma ja rajaukset

Tutkimukseni tarkoituksena on selvittää, minkälaisia vaikutuksia jakeluliikenteen sähköistämisellä on kuljetusyritysten kannattavuuden kannalta, sekä sitä, minkälaisia kannustimia tarvitsisi mahdollisesti laatia, jotta kuljetusyritykset näkisivät sähköisen kaluston hankinnan kannattavana. Valtiotasolla asetetut päästötavoitteet tulevat vaikuttamaan myös Suomessa toimiviin kuljetusalan yrityksiin, jolloin kuljetuskaluston vaihtoehtoisia käyttövoimia on hyvä alkaa tarkastella. Tarkastelun avulla pyritään selvittämään, onko kaluston sähköistämiseen investoinnissa vielä järkeä olemassa olevalla teknologialla ja minkälaisia tulevaisuuden näkymiä on olemassa. Tutkimuksessa tullaan enimmäkseen keskittymään sähköisiin jakelukäytössä oleviin kuorma-autoihin.

Aihetta kannattaa lähteä tutkimaan juuri sen ajankohtaisuuden vuoksi, sillä tulevaisuudessa vaihtoehtoisilla käyttövoimilla toimivat jakeluautot ovat osallisena leikkaamassa liikenteen päästöjä.

Suurimman kynnykset jakeluliikenteen sähköistämisen osalta ovat tällä hetkellä kaluston rajoittunut toimintasäde, kaluston suuri hankintahinta sekä tarvittavan latausinfran puute. Keskiverto sähkökäyttöisen jakeluauton toimintasäde rajoittuu valmistajan ilmoittamana noin 200:n kilometriin, jolloin täydellä kuormalla sekä mahdollisia lisälaitteita käyttämällä toimintamatka tulisi olemaan edelleen rajatumpi (Liimatainen et. al, 2019). Sähköisten ajoneuvojen hankintahinnat ovat polttomoottorikäyttöisiä verrokkejaan suurempia. Kolmas ongelma lienee sähköistä liikennettä tukeva infrastruktuuri ja sen puutteellisuus kaupungeissa sekä yleisimmillä ajoneuvojen lastaus- ja purkupaikoilla. Jotta sähköinen jakeluliikenne voisi yleistyä, tulisi latausasemia olla tarjolla enemmän siten, että ne olisivat jakeluliikenteen kannalta hyödynnettävissä. On mielenkiintoista lähteä tutkimaan, minkälainen vaikutus tutkimuksen tekohetkellä sähköisten ajoneuvojen hankinnalla olisi kuljetusliikkeiden kannattavuuteen. Hankintojen kannattavuutta voi lähteä pohtimaan niiden elinkaarikustannusten kautta, jolloin tarkastelussa otettaisiin huomioon esimerkiksi käyttövoimien erot polttoaineiden kulutuksessa ja yleisesti muut ylläpitokustannukset.

Tutkimuksen päätutkimuskysymys on:

- Onko kuljetusyritysten kannattavaa investoida sähköiseen kalustoon?

Apututkimuskysymyksiä ovat:

- Mitä kannustimia vaaditaan sähköistyvän jakeluliikenteen yleistämiseksi?
- Miten infraa tulee kehittää, jotta sähköisestä jakeluliikenteestä tulisi houkuttelevampaa?

Tutkimuskysymykset ovat valittu siten, että niillä pyritään vastaamaan tutkimusongelmaan. Päätutkimuskysymys valittiin sen perusteella, että tutkimuksessa on lähtökohtana kannattavuus ja sen tarkastelu. Apututkimuskysymykset valittiin tukemaan alkuperäistä päätutkimuskysymystä. Apututkimuskysymykset tukevat kannattavuuden tarkastelua, sillä kaluston käytön osalta kannattavuus ei rajoitu välttämättä taloudelliseen kannattavuuteen. Rajoittuneen toimintasäteen ja latausvaatimusten vuoksi on tärkeää tietää, onko kaluston päivittäinen operointi kannattavaa vai vaatiiko se merkittävää sopeuttamista.

Aihe on rajattu siten, että tarkastelupisteenä on jakeluliikenne. Jakeluliikenteellä tarkoitetaan esimerkiksi kaupunkiympäristössä tapahtuvaa tavaran toimittamista sekä vastaanottamista. Tarkastelussa ei oteta kantaa pitkien matkojen kuljetuksiin, eli niin sanottuun runkoliikenteeseen. Tarkastelu rajoittuu myös Suomeen ja suomalaisten kuljetusyritysten ympärille. Tarkastelussa otetaan pääasiallisesti kantaa raskaisiin ajoneuvoihin.

Näkökulmia, mitä tutkimusongelmien lisäksi tulen ottamaan huomioon ovat mahdolliset imagovaikutukset kuljetusliikkeisiin, poliittisen ohjauksen vaikutukset sähköisen jakeluliikenteen houkuttelevuuden parantamiseksi, esimerkiksi joidenkin potentiaalisten kannustimien merkeissä, sekä mahdollisen sektorin vaikutus jakeluauton käytettävyyden kannalta. Tarkastelussa on syytä ottaa huomioon myös kuljetusyrityksen koko, jolloin yksittäisen ajoneuvohankinnan vaikutus yritykseen ja sen käytännön operatiiviseen toimintaan tulee mahdollisesti eroamaan.

Tutkimuksessa ei tulla ottamaan kantaa eri ajoneuvotyyppien aiheuttamiin ilmansaasteisiin tai meluhaittoihin, eikä pohtimaan sitä, mikä käyttövoima on ympäristömme kannalta paras ratkaisu.

1.2 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus etenee siten, että lukija johdatellaan aiheeseen ja sen ajankohtaisuuteen johdannolla, missä esitetään lisäksi tutkimusongelma, aiheen rajaukset sekä tutkimuskysymykset. Toisessa kappaleessa esitellään tutkimuksen kannalta tutkimusmenetelmän sanallisesti sekä pääasiallisesti käytössä olevan aineiston erilaisten taulukoiden avulla, joilla lukijalle pyritään luomaan helposti omaksuttava kuva aineiston määrästä ja laadusta.

Kolmannessa kappaleessa esitellään sähköistyvää liikennettä. Tässä kappaleessa käydään läpi yleisellä tasolla sähköistyvää liikennettä ja syvennytään tarkastelemaan sen kustannusrakennetta sekä sen vaatimaa infrastruktuuria. Kustannusrakennetta tarkas-

tellessa tullaan esittelemään sähköajoneuvojen hankintaan sekä tehokkaaseen ylläpitämiseen liittyviä kuluja, ja infraa tutkittaessa otetaan kantaa etenkin latausasemiin sekä niiden hintoihin.

Neljännessä kappaleessa käsitellään kuljetusliikkeiden kannalta niiden kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksen painopisteen ollessa ajoneuvot ja niiden hankkiminen, tarkastellaan kuljetusliikkeiden kaluston ylläpitokuluja, päätöksentekoon vaikuttavia tekijöitä sekä kaluston käyttöastetta.

Viidennessä kappaleessa pohditaan liikennepolitiikkaa ja poliittista ohjausta liikenteen päästötavoitteiden saavuttamisen kannalta. Tarkastelussa otetaan huomioon jo ehdotettuja toimia sekä pohditaan mahdollisia tulevaisuudessa vaikuttavia toimia.

Kuudennessa kappaleessa tehdään johtopäätökset kolmannen, neljännen ja viidennen kappaleen havaintojen perusteella. Sähköisten jakeluajoneuvojen kannattavuutta tullaan analysoimaan yksinkertaisilla laskennallisilla malleilla ja pohtimaan eri tekijöiden vaikutusta laskennan avulla tuotettuun malliin. Samalla vastataan alkuperäisiin tutkimuskysymyksiin.

1.3 Tutkimuksen odotetut tulokset

Tutkimuksen tulosten avulla pyritään antamaan lukijalle kuva jakeluliikenteen sähköistämisen mahdollisuuksista sekä tilasta kirjoitushetkellä, sekä mitä kaikkea tulisi huomioida sähköistämisen yleistymisen kannalta. Huomionarvoisia asioita ovat tutkimuskysymyksissä esitetyt seikat, kuten kannattavuus sekä infrastruktuuri.

Tutkimus auttaisi myös avaamaan eri sidosryhmien suhtautumista sekä näkökulmia jakeluliikenteen sähköistämisen mahdollisuuksista sekä vaadittavista infrastruktuuriin liittyvistä investoinneista. Samalla tulisi ilmi, mitä positiivisia sekä negatiivisia puolia jakeluliikenteen sähköistämisellä on eri sidosryhmien kannalta ajateltuna tutkimushetkellä.

Tutkimuksen tuloksia voisi hyödyntää kuljetusliikkeiden hankintojen tukena, jolloin päätöksenteon kannalta saataisiin tietoa sähköisen kaluston elinkaarikustannuksista sekä vaadittavasta latausinfrasta tehokkaan kaluston käytön mahdollistajana. Aiheen kannalta tutkimus on alkuvaiheissa, joten sen hyödynnettävyyskelpoisuus tulisi olemaan juurikin elinkaarikustannusten kannalta hyvä.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

Tutkimus tullaan toteuttamaan pääasiallisesti kirjallisen materiaalin pohjalta. Aineistona pyritään käyttämään liikenteen sähköistymiseen liittyviä tutkimuksia sekä vertaisarvioituja artikkeleita. Aineiston ei välttämättä jokaisessa tapauksessa tarvitse käsitellä jakeluliikennettä, sillä infraa käsitellessä ajoneuvokannan sähköistyminen yleisellä tasolla tulee todennäköisesti riittämään päätelmien tekemiseen. Sähköisen liikenteen kustannusrakennetta pystyy myös tarkastelemaan yleisellä tasolla ilman, että jakeluliikenteeseen ottaa sen erikoisemmin kantaa.

Suomessa moni tutkimuslaitos, kuten Väylävirasto ja VTT, sekä useat kunnat, ovat toteuttaneet liikenteeseen liittyen paljon tutkimuksia, mitkä tarjoavat hyvää tietoa työtäni ajatellen. Merkittävä osa julkaisuista on tuoreita, joten tieto on ajankohtaista ja sen reliabiliteetti on hyvällä tasolla. Tutkimuksissa on tutkittu erilaisia vaihtoehtoja liikenteelle sekä otettu huomioon kokemuksia ja palautetta tutkimukseen osallistuneilta ihmisiltä ja yrityksiltä. Suomalaisissa tutkimuksissa ei toistaiseksi kuitenkaan ole otettu huomioon sähköistynyttä jakeluliikennettä, sillä sähköistä jakeluliikennettä ei vielä toistaiseksi ole kovin paljoa. Tämän vuoksi hyödyntäisin sähköistyneen bussiliikenteen osalta tehtyjä tutkimuksia kaluston lataamisen ja ylläpidon osalta hyödyksi.

Muuta tietoa etsitään yliopiston Andor -palvelusta, Google Scholarista sekä muista palveluista, mistä on mahdollista löytää vertaisarvioituja tieteellisiä artikkeleja.

Taulukossa 1 on esitetty Andorin hakutuloksia. Andorista tietoa etsiessä tulokset ovat rajattu siten, että julkaisuvuosi on rajattu vuoteen 2015 ja siitä uudempiin julkaisuihin, sekä netissä saatavilla olevaan vertaisarvioituun materiaaliin. Vuosi 2015 tuli valittua alarajaksi, sillä liikenteen sähköistyminen etenee kovalla vauhdilla ja aikaisemmin tehdyt tutkimukset eivät välttämättä tarjoaisi nopean kehityksen myötä enää ajankohtaista tietoa. Tästä syystä aineistoa etsiessä ja tutkiessa pyritään aina löytämään mahdollisimman ajankohtaisia julkaisuja hyödynnettäväksi.

Taulukko 1. *Andorin hakutuloksia.*

Hakusana(t)	Tulosten määrä
"charging station" AND infra*	1474
”electric truck” OR ”electric lorry”	208
"electric vehicles" AND "city logistics"	128
”electric freight”	27
”electric cargo”	34
"electric logistics"	17

Andorin hakutuloksista selviää, että tutkimusta aiheesta ei ole laajoissa määrin vielä tehtynä. Tutkimusten sekä soveltuvien lähteiden puutteeseen vaikuttaa varmasti se, ettei sähköistettyjä toimitusketjuratkaisuja ole vielä laajoissa määrin käytössä. Johdannossa esitetty tilasto uusien sähkökuorma-autojen ensirekisteröinneistä tukee tätä pohdintaa. Vähäisten Andorin tarjoamien lähteiden määrästä huolimatta usea hakutulos oli mielestäni hyödynnettävissä omassa tutkimuksessani.

Andorin hakutuloksiin perehtyessä ensimmäisenä huomioni kiinnittyy julkaisun otsikkoon ja sen mahdolliseen sopivuuteen oman tutkimukseni kannalta. Otsikon perusteella pystyy tekemään päätelmän, kannattaako kyseineen julkaisuun perehtyä enemmän. Tutkimuksen kannalta sopivalta vaikuttavat julkaisut otsikkonsa perusteella tarkastelen seuraavaksi tiivistelmien tasolla, jolloin luetaan tiivistelmä läpi ja päätetään, onko loppuun artikkeliin järkeä alkaa tutustua. Tiivistelmän ollessa tutkimuksen kannalta oleellisen tuntuinen, silmäillään koko julkaisu läpi, jolloin julkaisu merkataan talteen mahdollisesti tutkimuksessa käytettävän lähdemateriaalin joukkoon.

3. SÄHKÖISTYVÄ JAKELULIIKENNE

Luvussa tullaan tarkastelemaan sähköistyvän liikenteen vaatimuksia sekä jakeluliikenteen sähköistymisen kannalta huomioon otettavia seikkoja, jotka vaikuttavat kaluston tehokkaaseen hyödyntämiseen.

3.1 Markkinoilla olevat sähköiset jakeluajoneuvot

Jakeluajoneuvolla tarkoitetaan tutkimuksen kannalta joko pakettiautoa tai 16-tonnin tai 26-tonnin kuorma-autoja. Taulukkoon 2 on koottu markkinoilla olevia sähkökäyttöisiä jakeluajoneuvoja.

Taulukko 2. *Esimerkkejä markkinoilla olevista sähköisistä jakeluajoneuvoista.*

Valmistaja	Malli	Toimintasäde	Akuston koko	Lähteet
Mercedes Benz	eActros	200 km	240 kWh	Mercedes Benz, 2021a
Man	eTGM	190 km	185 kWh	Man, 2021
Volvo	FL Electric	300 km	317 kWh	Volvo, 2021
Renault	D Z.E.	300 km	300 kWh	Renault, 2021
Mercedes Benz	eSprinter	154 km	55 kWh	Mercedes Benz, 2021b

Taulukon 2 perusteella voidaan havaita, että sähköisen kuorma-auton toimintasäde on 200:n ja 300:n kilometrin välissä. Taulukon 2 esimerkin pakettiauton toimintasäde on taas rajoittuneempi pienemmän akustonsa vuoksi. Kuvassa 1 on esitetty Keskon käyttöönottamia sähköisiä jakeluajoneuvoja.

Kuva 1. *Keskon käytössä olevia sähköisiä jakeluajoneuvoja. (Kesko, 2020)*

Markkinoilla olevien sähköisten kuorma-autojen osalta hintatiedot ovat hankalasti saatavilla. Liikenne- ja viestintäministeriö (2018) kuitenkin arvioi, että sähkökuorma-autojen hinnat olisivat noin 1,5 tai 2 kertaisia vastaavanlaisiin dieselkuorma-autoihin verrattuna.

Arvio voi olla hyvin paikkansa pitävä, sillä sähköisten pakettiautojen hinnastoja tarkastellessa voi havaita, että vastaavan teho- ja kokoluokan sähköiset ajoneuvot lähes puolet kalliimpia kuin dieselverrokit. Havainnollistavana esimerkkinä toimii Mercedes Benz Sprinter malliston hintavertailu. Täyssähköinen versio Sprinteristä on 34 275,25 euroa kalliimpi, kuin dieselverrokki. Suhteutettuna, täyssähköinen versio on 74 % kalliimpi hankintahinnaltaan. (Mercedes Benz, 2021c)

3.2 Latausasemien eri tyypit ja niiden käyttö

Latausasemat voidaan jakaa niiden lataustehon perusteella eri tyyppeihin. Tyyppejä on neljä ja niiden käyttö soveltuu erilaisiin tilanteisiin. Lataustavan 1 laturit ovat kevyiden sähköajoneuvojen lataukseen soveltuvia latausasemia. Kevyillä sähköisillä ajoneuvoilla tarkoitetaan esimerkiksi sähköskoottereita, joiden lataus tapahtuu perinteisestä kotipistorasiasta. Lataustavan 2 latausasemat ovat hitaan latauksen asemia, jotka soveltuvat sähköautojen. Lataustavan 3 latausasemat ovat peruslataukseen suunniteltuja asemia ja ovat samalla suositeltavin tapa ladata sähköinen ajoneuvo. Lataustavan 3 asemilla

voidaan saavuttaa 43 kW latausteho. Teholatauksen latausasemia kutsutaan lataustavan 4 latausasemiksi. Teholatausasemien latausteho voi vaihdella 50 kW:n ja 350 kW:n välillä (Sesko, 2021).

Lataustapojen 1, 2 ja 3 lataaminen tapahtuu vaihtosähköllä, kun taas lataustavan 4 asemilla lataaminen tapahtuu tasasähköllä. Lataustavassa 2 latauspiste voidaan kytkeä sähköverkkoon joko 3-vaihepistorasiaan, eli niin kutsuttuun voimavirtaan, tai tavanomaiseen kotitalouspistorasiaan. Perinteiseen kotitalouspistorasiaan latauspistettä kytkettäessä tulee ottaa huomioon pistorasioiden sulakkeet ja sähköverkon kuormituksen kestävyys, sillä useat kotitalouspistorasiat ovat suojattuja 10 A sulakkeilla. Lataustavassa 3 latauspiste kytketään 3-vaiheiseen virtaan ja ajoneuvoon syötetään virtaa tyypin 2 sähköautopistokkeesta. Tyypin 2 pistokkeet ovat kansallisen lainsäädännön vaatimia liitintyyppejä julkisilla latausasemilla. Lataustavassa 4 ladattavaan ajoneuvoon syötetään ulkoisesta tasasähkölaturista virtaa. Virta siirretään ajoneuvoon joko tyypin 2 pistokkeen tai niin kutsutun CCS-pistokkeen kautta. (Sesko, 2021) Tyypin 2 sekä CCS pistokkeet ovat Euroopan unionin AFI-direktiivin mukaisesti oltava saatavilla jokaisen EU-jäsenmaan julkisilla latausasemilla lataustehosta riippuen (Sesko, 2019).

3.3 Latausasemien ja infrastruktuurin vaatimukset

Kuljetusyritysten sähköisten ajoneuvojen määrästä riippuen varikot tai kaluston säilytyspaikat voivat vaatia muutoksia niiden sähköverkkoon. Varsinkin vanhempien kiinteistöjen osalta sähköverkko voi vaatia kaluston määrän kasvaessa vahvennuksia. Sähköverkkoon tehtävät muutokset aiheuttavat kiinteistön omistajalle, eli tässä tapauksessa kuljetusliikkeelle, lisäkustannuksia. Kustannusten määrään sähköverkon vahvistamisessa vaikuttavat enimmäkseen olemassa olevan kaapeloinnin hyödynnettävyys sekä maaurakointi. (Helsingin kaupunki, 2016) Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys (2019) arvioi, että maakaapeloinnin keskihinta lienee noin 50 000 euroa kilometriltä. Tehokasta latausta toteuttaessa jokaiselle ajoneuvon säilytyspaikalle tulee tarve omalle syötölle ja sulakkeelle sekä kaapeleiden uusinnalle. Muutoksia tulee tehdä myös kiinteistön pääsulakkeissa, sillä huipputeho kasvaa. (Helsingin kaupunki, 2016) Tapauksissa, missä kuljetusliike ei omista tonttia, missä ajoneuvoja säilytetään, vaaditaan tontinhaltijan lupa latausasemien rakennuttamiselle (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2019).

Kuljetusliikkeiden kannalta tämä tarkoittaisi sitä, että yksittäisen tai muutaman sähköisen ajoneuvon hankinta ei todennäköisesti vaatisi kiinteistön sähköverkkoon muutoksia ja siten lisäkustannuksia. Kuitenkin, jos pitkän tähtäimen tavoitteena on hankkia useampia sähköisiä jakeluajoneuvoja, tulee kiinteistön sähköverkon uudistamiselle tarve, joka aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia.

Julkisten suuritehoisten lataustavan 4 latausasemien tulee aiheuttamaan sähköverkon uudistamiseen tarpeen. Kaupunkien sähköverkkoa ei ole suunniteltu pikalataukseen. Sähköiset kuorma-autot suurine akkuineen vaativat pikalataukseen latausasemat, jotta päivän aikana tapahtuvan liikennöinnin ohella saadaan tarvittaessa nopeasti varattua akkuja. Sähköverkkoa tulisi siis vahvistaa alueilla, mihin pikalatausasemia aiottaisiin sijoittaa. (Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys, 2019)

Sähköisen liikenteen yleistyessä tulee sähköverkon osalta kiinnittää huomiota myös ajoneuvojen latausajankohtiin. Tämä koskee niin sähköistä henkilöliikennettä kuin elinkeinon harjoittamiseen liittyvää sähköistä liikennettä. Liikenteen sähköistämisen yleistyessä on otettava huomioon lataustottumukset, eli milloin ajoneuvoja ladataan. Jos lataaminen sattuisi osumaan muun sähkönkulutuksen kanssa samoille kysyntäpiikeille, tulisi sähköverkkoa mahdollisesti joutua uudistamaan. Älykkäällä latausteknologialla voitaisiin tosin välttää sähköverkon ylikuormitusta. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2018)

3.4 Jakeluajoneuvojen latausmahdollisuudet

Latausasemien valitseminen oikeanlaisiin käyttötarkoituksiin vaihtelee ajoneuvojen akustojen koon ja niiden päivittäisen käytön kannalta. Jakeluliikennettä ajatellessa, kaluston käyttö painottuu pitkälti päiväsaikana tapahtuvaan liikennöintiin, jolloin ajoneuvoille avautuu mahdollisuus yön yli tapahtuvaan ajoneuvojen lataukseen. Yön yli tapahtuvassa lataamisessa ajoneuvon akuston koko on suuri ja päivittäisen ajosuoritteen määrä jää valmistajan ilmoittaman toimintasäteen alle. Jakeluajoneuvon akuston koosta riippuen, yleensä yön yli tapahtuvaan lataamiseen soveltuu tyypin 3 latausasema, jonka latausteho vaihtelee 20 kW:n ja 50 kW:n välillä (Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys, 2019). Tämä tarkoittaisi käytännössä sitä, että ajoneuvo 200 kWh:n akustolla latautuisi täyteen 30 kW:n lataustehoilla noin seitsemässä tunnissa latauksen aloittamisesta.

Taulukkoon 3 on koottuna lataustavan 3 latausasemien malleja, lataustehoja sekä hintatietoja. Lataustavan 3 latausasemat ovat soveltuvia yön yli tapahtuvaan lataukseen, joten vastaavanlaiset latausasemat olisivat kuljetusliikkeiden yön yli tapahtuvaan ajoneuvojen lataamiseen soveltuvia.

Taulukko 3. *Esimerkkejä latausasemien hankintahinnoista.*

Valmistaja	Malli	Teho	Hinta	Lähde
Schneider Electric	EVlink Wallbox	22 kW	1 499 €	Netrauta, 2021a
ABB	Terra AC-W11-G5-R-0	11 kW	1 089 €	Netrauta, 2021b
Ensto	Chago eFiller	11 kW	1 125 €	Netrauta, 2021c

Latausasemat eivät itsessään aiheuta merkittävää hankintakulua. Hintoja tarkastellessa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että yllä esitetyt hinnat eivät pidä sisällään asennuskuluja eikä mahdollisia sähköverkon vahvistamisen myötä aiheutuvia kuluja. Yön yli tapahtuvassa kuljetuskaluston lataamisessa on huomion arvoista, että jokainen sähköinen ajoneuvo vaatii oman latausasemansa. Laitehankintojen ohelle lisäkustannuksia aiheutuu myös latausasemien ylläpidosta ja huollosta (Pelletier et. al, 2018)

Jakeluajoneuvojen osalta on myös huomioitavaa, että päivittäisen ajosuoritteen kasvaessa lähelle ajoneuvokohtaista toimintasädettä, tulee lataamiseen olla mahdollisuus myös päivän liikennöinnin aikana, esimerkiksi lastaus ja purkupaikoissa. Sähköbussien osalta ratkaisu päivän aikana tapahtuvaan lataamiseen on toteutettu Suomessa pääosin päätepysäkkilataamisella, missä päätepysäkeille on rakennutettu suuritehoinen lataustavan 4 latausasema (Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys, 2019; Stenman et. al, 2014). Tällöin akustoon voidaan varata suuri määrä virtaa lyhyessä ajassa.

Latausasemien hankinta keskeisille purku ja lastauspaikoille vaatisi aiemmin mainitun lataustavan 4 mukaisen suuritehoisen latausaseman, jotta akustoon saataisiin nopean tavaran toimittamisen tai vastaanottamisen aikana varattua riittävästi virtaa. Pikalatausasemien hinnat ovat kuitenkin niin suuret, että yksittäisten yritysten ei ole kannattavaa investoida niiden hankintoihin. Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvityksen (2019) mukaan pikalatausaseman rakennuttaminen tulisi maksamaan noin 250 000 euroa.

Julkisten latausasemien käyttö jakeluajoneuvojen lataamiseen päivän aikana ei ole kannattavaa, sillä tämä heikentäisi työn tuottavuutta pakollisten ylimääräisten lataustaukojen merkeissä. (Pelletier, 2018) Toistaiseksi sähköisen raskaan kaluston määrän ollessa vähäistä, on niiden lataamisen osalta hyödynnetty yksityisiä latausverkkoja. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2019)

3.5 Epävarmuustekijät

Varsinkin sähköisen kaluston käyttöönoton alkuvaiheilla, voi erilaisista syistä aiheutua haasteita päivittäisessä toiminnassa. Yksi keskeinen syy vikatilanteille, mikä on huomattu sähköistyvän joukkoliikenteen osalta, on kuljettajien sekä ajojärjestelijöiden yleinen kokemattomuus sähköisiin ajoneuvoihin. Ongelmia on ilmentynyt esimerkiksi kaluston lataamisen osalta, jolloin kuljettaja on unohtanut laittaa ajoneuvon latautumaan. Toinen yleinen ongelma on tiedonkulku saman organisaation sisällä kuljettajien ja muun henkilökunnan välillä. (Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys, 2019)

Kuljetusliikkeiden osalta sähköisten ajoneuvojen käyttäminen aiheuttaa epävarmuutta kuljetusten suunnittelun osalta. Sähköisten ajoneuvojen energian kulutuksen epävarmuus voi vaikuttaa toimintasäteeseen. Joitakin vaikuttavia tekijöitä ovat ilman lämpötila, tuulisuus sekä päällysteen kunto. Samalla eri kuljettajien ajotyylit vaikuttavat energian kulutukseen, missä toinen ajaa rauhallisesti ja toinen taas enemmän kuluttavammin. Kuljetukset tulee voida suunnitella siten, että yhdellä ajoneuvolla saadaan yhden latauksen aikana ajettua vuoron kaikki ajot. (Pelletier et. al, 2019)

Kuljetusliikkeiden mielestä tämänhetkisen liikennejärjestelmän tilassa tulisi etenkin liikenneinfrastruktuurin. Kulkuyhteydet koetaan olevan hyvät, mutta tyytymättömyyttä herättää liikennejärjestelmän tekninen kunto sekä sen välityskyky. Näitä seikkoja parantamalla logistisen verkon tehokkuutta ja toimivuutta voitaisiin edesauttaa. (Solakivi et. al, 2018) Tieverkon teknisen kunnon ollessa heikko, tulisi se lisäämään toimintasäteen osalta epävarmuutta.

Kuljetusten suunnittelu tulee huomioida myös siten, että yhdellä ajoneuvolla voitaisiin suorittaa koko vuoron kestävä jakelu yhdellä latauksella. Yhdellä latauksella suoritettu ajoreitti auttaa alentamaan kustannuksia, sillä kesken päivää ei ole tarvetta pysähtyä lataamaan ajoneuvoa. Lataamisessa ja sen suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon akuston kesto ja ylläpito. (Pelletier, 2019; Pelletier, 2018) Kesken päivän suoritettava lataaminen ei toisaalta oikeanlaisen reittisuunnittelun myötä välttämättä koituisi ongelmaksi, sillä kuorma-auton kuljettajien on noudatettava heiltä vaadittuja ajotaukoja, joten lataamisen suunnittelu tauon yhteyteen ei siten aiheuttaisi lisätauoille tarvetta. Tällöin olisi kuitenkin oltava pääsy pikalatausasemalle.

Sähköisiä kuorma-autoja valmistava Volvo arvioi, että heidän akustonsa kestää käytöstä riippuen 8–10 vuotta (Volvo, 2021). Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys (2019) taas ennakoi, että aktiivisella käytöllä linja-autojen akustot tulisi uusia noin viiden vuoden välein. Akuston uusiminen aiheuttaa merkittävän menoerän, sillä akustojen hinnan oletetaan käyttövoimaselvityksen mukaan olevan 500 €/kWh.

4. KULJETUSYRITYSTEN KANNATTAVUUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Neljännessä luvussa tarkastellaan kuljetusliikkeiden kannalta kaluston käyttöön oleellisesti vaikuttaviin kustannuksiin sekä tutkitaan liikenteen kustannusrakennetta. Samalla pohditaan vihreiden arvojen vaikutusta kilpailukykyyn.

4.1 Liikenteen hintataso ja kaluston käyttöaste

Vuonna 2021 helmikuussa dieselöljyn hinta oli keskimäärin 1,44 euroa litralta (Rönkkö, 2021). Suomen Kuljetus ja Logistiikka ry (2019) suhtautui kriittisesti silloin valmisteltuihin polttoaineen veronkorotuksiin, mitkä myöhemmin astuivat voimaan vuonna 2020. SKAL arvioi, että suunnitellut veronkorotukset nostaisivat kuorma- ja pakettiautojen kustannuksia noin 1,2 % dieselveron noustessa 5,89 senttiä litralta. (SKAL, 2019) Dieselöljyn ollessa suosituin käyttövoima kuljetuskalustossa, sen hinnalla ja hintakehityksellä on suuri vaikutus kuljetusliikkeiden kannattavuuteen.

Raskaan liikenteen kustannusindeksin mukaan perävaunuttomien kuorma-autojen verolliset käyttökustannukset ovat 51,26 senttiä kilometriä kohden. Käyttökustannusten lukuarvo sisältää polttoainekustannukset sekä muut käyttökustannukset, joihin sisältyy huolto-, rengas- ja korjauskustannukset. (Liikennevirasto, 2015)

Sähköisten raskaiden ajoneuvojen käyttökustannusten osalta työssä hyödynnetään Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvityksen (2019) kustannusarvioita, sillä sähköiset linja-autot ovat akustonsa sekä massansa puolesta verrattavissa sähköisiin kuorma-autoihin. Käyttövoimaselvityksessä arvioitiin huoltokustannusten olevan 20 senttiä kilometriä kohden ja vastaavasti energiakustannusten 8 senttiä kilometriä kohden. Näin ollen käyttökustannukset kokonaisuudessaan ovat 28 senttiä kilometriä kohden. (Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys, 2019)

Tilastokeskuksen (2019) tekemän selvityksen mukaan, keskiverto ajosuorite vuonna 2018 kuorma-autoilla oli 68 412 kilometriä vuodessa, mikä sisältää jokaisen ajoneuvoyhdistelmän tyypin. Kuorma-autojen ajosuorite ilman perävaunua oli samalla tarkastelujaksolla keskimäärin 22 670 kilometriä. Perävaunuttomien kuorma-autojen osalta kuitenkin alle 4 vuotta vanhoilla ajoneuvoilla ajettiin keskimäärin 40 240 kilometriä vuodessa. Tätä lukua voidaan pitää tutkimuksen kannalta tärkeimpänä ajosuoritetta kuvaavana lukuarvona.

4.2 Investointeihin vaikuttavia tekijöitä

Suomalaiset kuljetusyritykset investointeja tehdessään painottaa päätöksenteossaan eniten hankintojen taloudellisia vaikutuksia. Hankintojen vaikutuksia keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä kuljetusliikkeen toimialasta riippumatta tarkasteltiin ensisijaisesti taloudellisin edellytyksin. Päätöksenteko rakentuu 64 prosenttisesti taloudellisiin tekijöihin, kun sosiaaliset tekijät vaikuttivat 21 prosenttisesti ja ympäristötekijät noin 15 prosenttia. (Solakivi et. al, 2018) Päätöksenteosta noin 34 prosenttia ollessa sosiaalisten sekä ympäristötekijöiden yhdistelmää, on selvää, että kuljetusliikkeet ottavat myös hankintoja tehdessään huomioon mahdolliset imagovaikutukset sekä ympäristönäkökulman. Sähköiset ajoneuvohankinnat voisivat siten avustaa näiden osa-alueiden merkittävyyttä vastuullisuuden ja kestävän kehityksen näkökulmista tarkasteltuna.

Päätöksenteon ei kuitenkaan katsota olevan pelkästään kuljetusyritysten omien intressien mukaista. Kuljetusyrityksen päätöksentekoon vaikuttaa myös sääntely. Yritykset arvioivat, että sääntelyn ollessa oikeanlaista, voi sillä vaikuttaa tapahtuvaan päätöksentekoon. Oikeanlaisen sääntelyn koetaan vaikuttavaan etenkin ympäristötekijöihin. (Solakivi et. al, 2018)

5. LIIKENNEPOLITIIKAN VAIKUTUS AJONEUVO-HANKINTOININ

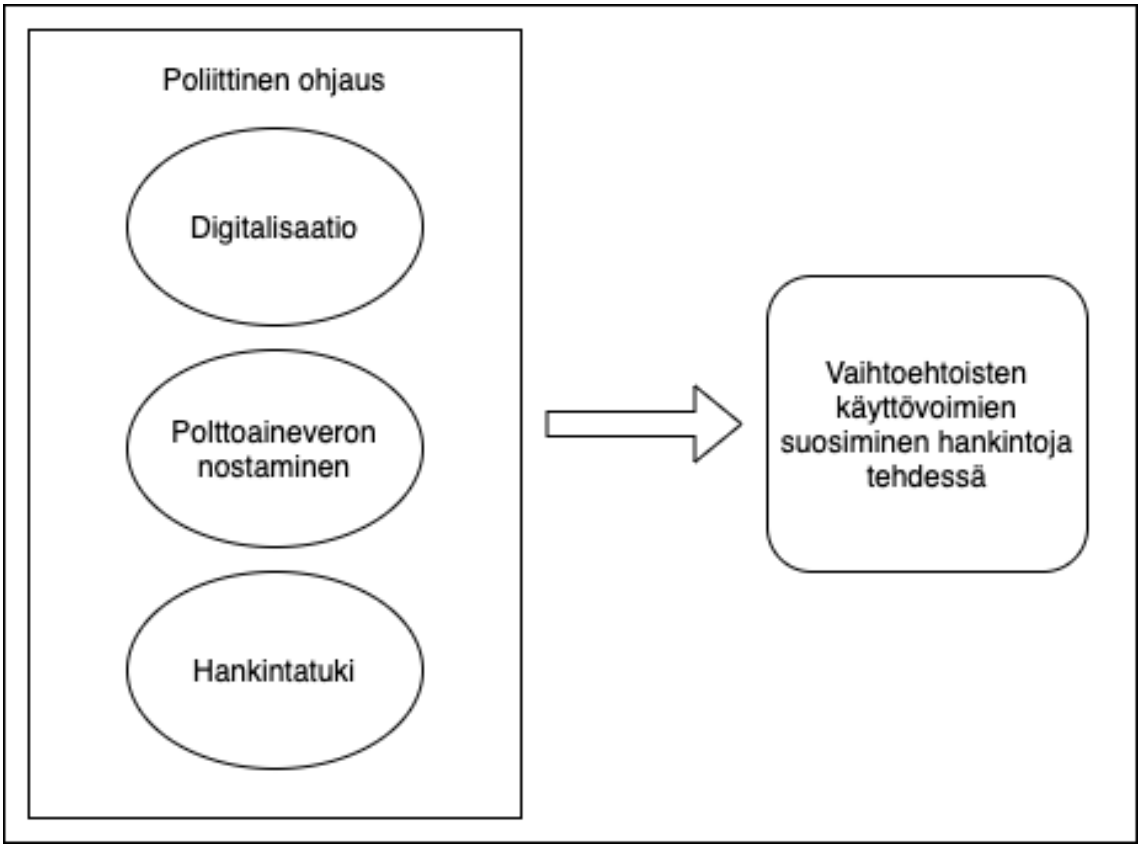
Liikenne ja viestintäministeriön (2018) mukaan tavoitteena on saada Suomeen vuoteen 2030 mennessä 7 000 sähköistä raskasta ajoneuvoa käyttöön. Vastaava luku vuonna 2045 on tavoitteena saada 42 000 kappaleeseen. Tavoitteisiin pääseminen vaatii vaihtoehtoisten käyttövoimien tekemistä houkuttelevammiksi. Keino, miten houkuttelevuutta voitaisiin parantaa, on kuluttajien ja yritysten päätöksenteon ohjaaminen erilaisin liikennepoliittisin keinoin. Ohjaus pohjautuu pääasiallisesti liikenteen päästövähennystavoitteisiin.

Liikenteen päästöleikkaustavoitteisiin päästäkseen on raskas liikenne otettu huomioon suunnitelmien tekemisvaiheessa. Raskaan liikenteen aiheuttaessa noin kolmasosan tieliikenteen päästöistä suomessa, on mahdollisilla leikkauksilla suuria vaikutuksia kokonaisuuden kannalta. Merkittävin Liikenne- ja Viestintäministeriön (2018) ehdottama toimi raskaan liikenteen päästöjen leikkaamisen osalta lienee polttoaineveron nostaminen etenkin dieselin osalta. Nostamalla polttoaineveroa pyrittäisiin ohjaamaan kuljetusliikkeitä sekä uusien raskaiden ajoneuvojen hankkijoita pohtimaan mahdollisia ympäristöystävällisempiä käyttövoimia. Nykyisessä mallissa on käytössä alennettu dieselin verokanta, joka ympäristönäkökulmasta ohjaa ajoneuvohankintoja väärään suuntaan. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2018)

Polttoaineveron nostaminen ei kuitenkaan kuljetettuihin hyödykkeisiin nähden olisi kovinkaan suuri. Liikenne- ja viestintäministeriön (2018) raportissa arvioitiin, että 6 sentin polttoaineen veronkorotuksen noston aiheuttamat kustannukset vuosien 2020 ja 2029 välillä vastaisi noin promillea vuonna 2017 Uudellamaalla liikkuneiden hyödykkeiden kokonaisarvosta.

Kuljetuksien tehostaminen osaltaan voisi mahdollistaa sähköisten jakeluajoneuvojen laajemman käytön. Kuljetuksia voitaisiin tehostaa korkeammalla täyttöasteella sekä jakelureittien optimoinnilla, jolloin ajosuoritteen määrä laskisi. Lastaus- ja purkupaikat voitaisiin myös perustaa alueellisesti keskeisille paikoille, jolloin jakelureittien paikkojen saavutettavuus olisi vähennetyn matkan päässä. Pienemmän ajosuoritteen mahdollistaminen voisi osaltaan kannustaa sähköisten jakeluajoneuvojen hankintaa, sillä yhdellä latauksella saavutettavan toimintasäteen puitteissa pysyminen yhden päivän ajojen aikana olisi realistisempaa. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2018)

Vaihtoehtoisilla käyttövoimilla toimivien ajoneuvojen hankintatukea pidetään myös merkittävänä toimena liikenteen päästöjen leikkaamisen osalta. Tämä auttaisi ajoneuvoja hankkivia yrityksiä tai toimijoita, sillä esimerkiksi sähköisten kuorma-autojen hankintahinnat ovat korkeampia kuin perinteisten dieselkäyttöisten kuorma-autojen hankintahinnat. Liikenne- ja viestintäministeriö arvioi, että sähköisten kuorma-autojen hankintahinnat tulisivat olemaan noin 1,5 tai 2 kertaa suurempia kuin dieselverrokkien. Hintaa on hankalaa vielä arvioida kunnolla, sillä sähköisten kuorma-autojen määrä markkinoilla on rajoittunut. Sähköiselle kuorma-autolle kuitenkin ehdotetaan hankintatuen määräksi noin 50 000 euroa ajoneuvoa kohden. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2018)



Kuva 2. *Hankintoja ohjaavat tekijät.*

Kuvassa 2 on esitetty keskeisimpiä ohjauskeinoja, millä toimitusketjujen sähköistäminen voitaisiin tehdä osapuolille houkuttelevammaksi. Digitalisaatio mahdollistaa kaluston tehokkaamman käytön, jolloin rajoittuneen toimintasäteen omaavien sähköiset kuorma-autojen reitit ja kuormat voitaisiin optimoida paremmin. Polttoaineveron nostaminen ja hankintatuen käyttöön ottaminen aiheuttaisi taloudellisia kannustimia.

Ohjaavaa päätöksentekoa sekä kannustimia suunnitellessa on myös hankintojen vaikutukset kuljetusliikkeiden kannattavuuteen pohdinnan arvoisia. Ihmiset arvostavat enemmän ja enemmän kestäviä sekä vihreitä arvoja, joten toimitusketjuissa osallisena olevat

yritykset joutuvat vastaamaan näihin arvoihin omalla toiminnallaan. Sähköisten ajoneuvojen hankinta voisi siten auttaa kuljetusliikkeitä vakiinnuttamaan asemaansa valittavana tavarantoimittajana tai auttaa saamaan uusia asiakkaita kestävän kehityksen arvojen pohjalta.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

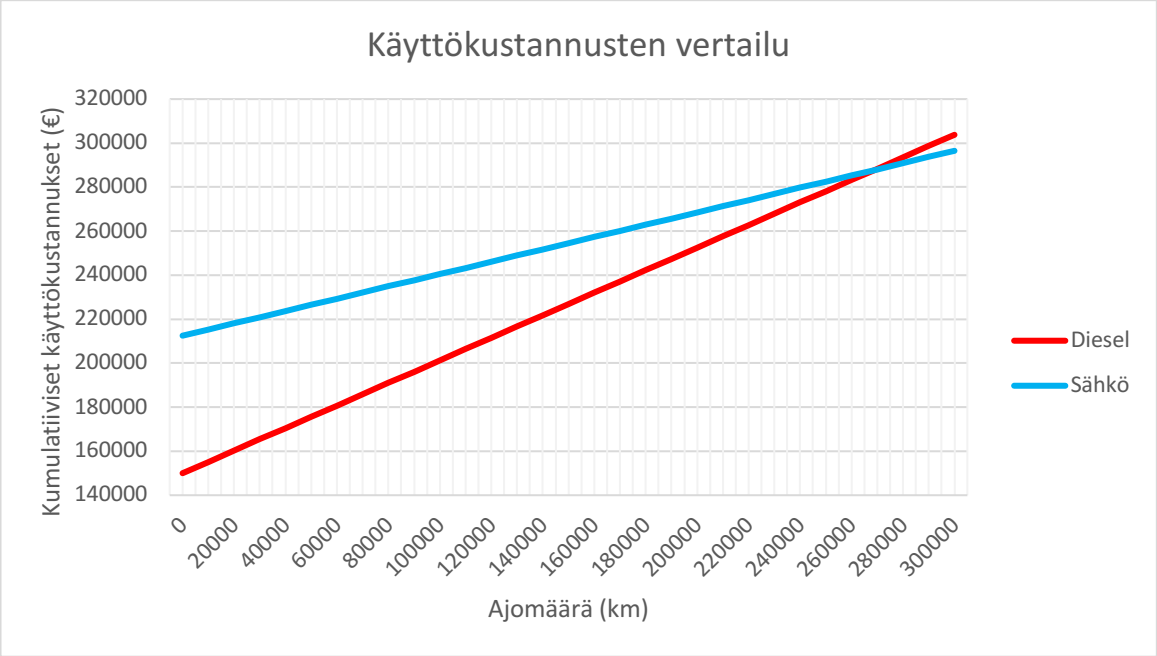
Käyttökustannusten vertailussa on otettu huomioon aikaisemmin työn aikana esille tulleita arvoja, joiden pohjalta on laadittu yksinkertaistettu malli auttamaan kustannusten havainnoinnissa. Laskennassa käytettyjä arvoja on koottu taulukkoon 4.

Taulukko 4. *Ajoneuvotyyppien käyttökustannukset*

Kustannuksen aiheuttaja	Diesel	Sähkö
Hankintahinta	150 000 €	262 500 €
Hankintatuki	0 €	50 000 €
Käyttökustannukset	0,51 €/km	0,28 €/km

Hankintahinnan osalta sähkökäyttöisen ajoneuvon hinta on arvioitu 1,75 kertaiseksi diesel verrokkiin nähden. Dieselkäyttöisen kuorma-auton hintataso arvioitiin Nettikone.com sivustolta löytyneistä myyntiin listatuista kuorma-autoista. Tarkan hankintahinnan tietäminen ei tutkimuksen kannalta ole relevanttia, sillä tarkoituksena on luoda kuva keskimääräisestä hintatasosta tutkimuksen kirjoittamishetkellä. Käyttökustannusten osalta laskennassa käytettiin kappaleessa 4.1 esille tuotuja arvoja. Laskennassa ei ole otettu huomioon eri käyttövoimiin liittyviä epävarmuustekijöitä, kuten polttoaineen hinnan nousemista, akustojen vaihtamista tai latausasemien rakennuttamista.

Kuvassa 3 on esitetty laskennan perusteella saadut eri käyttövoimien kumulatiivisen kokonaiskustannukset ajomäärään nähden.



Kuva 3. *Käyttökustannusten vertailu käyttövoimien välillä.*

Kuvan 3 perusteella voidaan havaita, että aina noin 270 000 kilometriin saakka dieselkäyttöinen kuorma-auto on edullisempi kokonaiskustannustensa osalta verrattuna sähköiseen kuorma-autoon. Tämä suhteutettuna keskiverto ajosuoritteeseen perävaunuttomalla kuorma-autolla vuodessa tarkoittaa, että kalustoa tulisi käyttää 6,75 vuotta, jotta kokonaiskustannukset laskentatapauksen esimerkissä olisivat yhtä suuret.

Laskennan ulkopuolelle jätettiin latausinfran aiheuttamat kustannukset. Luvun 3 havaintojen perusteella voidaan todeta, että ensimmäisten sähköisten ajoneuvojen hankinnat pakottaisivat kuljetusliikkeitä investoimaan tehokkaan kaluston käytön ja ylläpidon osalta vaadittaviin latausasemiin sekä todennäköisesti myös kiinteistöjen sähköverkkojen uudistamiseen. Lataustavan 3 latausasemien hintojen ollessa taulukon 3 mukaisesti noin tuhat euroa, tulisi se olemaan investoinnin kannalta minimihinta. Huomioon tulee ottaa myös mahdollisen maaurakoinnin sekä sähköverkon vahvistamisen kustannukset.

6.1 Päätelmät

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko kuljetusliikkeiden kannattavaa investoida sähköisiin jakeluajoneuvoihin tutkimuksen tekohetkellä. Aikaisemmin esitetyn laskennallisen esimerkin perusteella voidaan päätellä, että investoinnit eivät ole kannattavia lyhyellä aikavälillä tarkastellessa. Kannattavuuteen vaikuttaa oleellisesti kaluston sähköistämisen alkuvaiheessa vaadittavat investoinnit kaluston tehokkaan käytön osalta. Vaadittavan latausinfran toteuttaminen voi aiheuttaa kymmenien tuhansien eurojen arvoiset investointitarpeet, kun taas perinteiset dieselkäyttöiset ajoneuvot eivät sitä vaadi. Myös

polttoaineen nykyhintatasolla ajokustannusten kertyminen on sen verran hidasta, että kustannukset kuroutuvat kiinni hitaasti.

Tutkimus kuitenkin osoittaa, ettei sähköistyvän jakeluliikenteen esteenä ole kaluston rajoittunut toimintasäde. Kaluston tehokas hyödyntäminen vaikuttaa oleellisesti sen käytön kannattavuuteen. Keskiverto perävaunuttoman kuorma-auton ajomäärän ollessa noin 40 000 kilometriä vuodessa, tulee arkipäiville kohdistuvaa ajoa ajoneuvoa kohden noin 150 kilometriä päivässä. Taulukon 2 perusteella voidaan todeta, että päivittäinen ajosuorite jää valmistajien ilmoittamien toimintasäteiden alapuolelle. Julkisen latausinfrastruktuurin kehittäminen ei näin ollen ole kaluston käytön kannalta oleellisessa roolissa sen käytön kannattavuuden parantamisen osalta. Jotta päivittäisellä tasolla sähköisten ajoneuvojen käyttämisestä tulisi kannattavaa, olisi kuljetusliikkeiden itse tehtävä vaadittavat latausinfran investoinnit. Tämä aiheuttaa lyhyellä aikavälillä investointitarpeen. Voidaan siis todeta, että sähköisiin ajoneuvoihin ei ole kannattavaa investoida taloudellisista syistä, mutta niiden päivittäinen käyttö ei muuta toiminnallista kannattavuutta.

Taloudellisen kannattavuuden parantamiseksi tehokkain keino on ohjaus vaihtoehtoisten käyttövoimien käyttöön. Ohjaus voi ilmetä joko taloudellisella ohjaamisella tai toiminnallisen kannattavuuden parantamisella. Tehokkaaksi taloudelliseksi keinoksi on arvioitu polttoaineen verotuksen nostamista. Tämä vaikuttaisi perinteisten dieselkäyttöisten kuorma-autojen käyttökulujen nousuun, jolloin kuvan 3 mukaiset elinkaaren kokonaiskustannukset leikkaisivat toisensa aikaisemmin. Toinen taloudellista kannattavuutta parantava kannustin on ajoneuvojen hankintatuki. Digitalisaation myötä toiminnallista kannattavuutta voitaisiin parantaa, jolloin ajoreittien sekä kuormien suunnittelu olisi tehokkaampaa. Kattava latausinfra tekisi myös sähköisten ajoneuvojen käytöstä houkuttelevampaa.

Tutkimuksen tulokset voisivat auttaa kuljetusliikkeitä hahmottamaan liikenteen hintatasoa paremmin sekä arvioimaan, onko kaluston sähköistäminen vielä tässä vaiheessa tai lähitulevaisuudessa kannattavaa. Päätöksenteon pohjautuessa pääosin taloudellisiin seikkoihin, ovat ajoneuvojen elinkaarikustannukset tärkeässä roolissa hankintoja tehdessä. Tuloksien osalta on kutenkin otettava huomioon, että varsinkin laskujen osalta tuloksen ovat yksinkertaisen laskennallisen esimerkin pohjalle rakennettu, jonka tavoitteena oli antaa lukijalle enemmänkin suuntaa antava kuva eri käyttövoimilla toimivista jakeluajoneuvoista ja niiden hintatasosta, eikä tarkkaa elinkaarikustannusten mallia. Tulokset auttavat hahmottamisessa, mutta sillä laskuissa ei ole otettu huomioon epävarmuustekijöitä, ei laskennan tuloksia voi pitää absoluuttisen luotettavina elinkaarikustannusten arvioinnissa.

Tutkimusta voisi jatkaa erilaisilla sidosryhmien haastatteluilla. Sidosryhmillä tässä tarkoitetaan kuljetusliikkeitä sekä alueellisia liikennepolitiikasta vastaavia toimijoita, kuten kuntia. Haastatteluiden perusteella saisi kuvan siitä, mitä kuljetusliikkeet voisivat odottaa päätöksenteolta, jotta vaihtoehtoisilla käyttövoimilla toimivat ajoneuvot olisivat hankkimisen arvoisia. Kunnilta voisi puolestaan selvittää, onko heillä olemassa alueellisia suunnitelmia, miten jakeluliikenteen sähköistymistä voisi tukea.

LÄHTEET

DB Schenker. (2020). Vihreät toimitusketjut Eurooppaan: DB Schenker lisää sähköautojen määrää 36 uudella FUSO eCanter -ajoneuvolla. Saatavissa (viitattu 6.2.2021): https://www.dbschenker.com/fi-fi/tietoja-meista/ajankohtaista/vihreaet-toimitusketjut-eurooppaan--db-schenker-lisaeae-saehkoeautojen-maeaeraeae-36-uudella-fuso-ecanter--ajoneuvolla-664708

European Automobile Manufacturers Association. (2020) Fuel types of new trucks: diesel 97.9%, electric 0.2%, hybrid 0.1% market share in 2019. Saatavissa (viitattu 3.3.2020): https://www.acea.be/press-releases/article/fuel-types-of-new-trucks-diesel-97.9-electric-0.2-hybrid-0.1-market-share-i

Helsingin kaupungin Kaupunkisuunnitteluvirasto. (2016). Sähköautojen julkinen ja yksityinen latauspistetarve. Saatavissa (viitattu: 28.3.2021): https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/los_2016-6.pdf

Kesko. (2020). Suomen ensimmäiset sarjavalmisteiset Man-täyssähkökuorma-autot jakelukäyttöön K-ryhmässä. Saatavissa (viitattu 4.2.2021): https://kesko.fi/media/uutiset-ja-tiedotteet/uutiset/2020/suomen-ensimmaiset-sarjavalmisteiset-man-tayssahkokuorma-autot-jakelu-kayttoon-k-ryhmassa/

Liikennevirasto. (2015). Tie- ja rautatieliikenteen hankearvioinnin yksikköarvot 2013. Saatavissa (viitattu 12.4.2021): https://vayla.fi/documents/25230764/0/Tie-+ja+rautatieliikenteen+hankearvioinnin+yksikk%c3%b6arvot+2013.pdf/5f165edd-c827-4f2a-95a6-5b17649340d4

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2019). https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162100/LVM_2020_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2018). https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161210/LVM_13_18_Toimenpideohjelma%20hiilettomaan%20liikenteeseen%202045%20Liikenteen%20ilmastopolitiikan%20tyoryhman%20loppuraportti.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Liimatainen, H. van Villet, O. Aplyn, D. The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis. Applied Energy 236 (2019) 804–814. Saatavissa (viitattu 17.4.2021): https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.017

McKinsey & Company. (2017). What's sparking electric-vehicle adoption in the truck industry? Saatavissa (viitattu 3.3.2020): https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/whats-sparking-electric-vehicle-adoption-in-the-truck-industry

Man. (2021). Man eTGM. Saatavissa (viitattu: 1.4.2021): https://www.man.eu/de/en/truck/models/man-etgm/etgm.html

Mercedes Benz. (2021a). eMobility. The future will drive electrically. Saatavissa (viitattu 1.4.2021): https://www.mercedes-benz-trucks.com/en_GB/buy/e-mobility/electric-trucks.html

Mercedes Benz. (2021b). eSprinter-pakettiauton tekniset tiedot, mitat ja paino. Saatavissa (viitattu 1.4.2021): https://www.mercedes-benz.fi/vans/fi/sprinter/e-sprinter-panel-van/technical-data

Mercedes Benz. (2021c). Hinnastot ja esitteet. Sprinter ja eSprinter pakettiauto, hinnasto. Saatavissa (viitattu 1.4.2021): https://www.mercedes-benz.fi/vans/fi/Hinnastot-ja-esitteet

Netrauta. (2021a). Sähköauton latauslaite Schneider Electric EVlink Wallbox 22kW T2 rasiamalli, avainlukitus. Saatavissa (viitattu: 14.4.2021): https://www.netrauta.fi/sahkoauton-lataus-

laite-schneider-electric-evlink-wallbox-22kw-t2-rasiamalli-avainlukitus?utm_source=google&utm_term=&utm_campaign=&utm_medium=cpc&utm_content=s%7Cpcrid%7C458034426409%7Cpkw%7C%7Cpmt%7C%7Cpdv%7Cc%7C&gclid=Cj0KCQjwpdqDBhCSARIsA-EUJ0hP4K6mDywSyz8YaHBFEH_6swwMz6eZ4GBj0D8VxKh1Qg4PdTccOHpEaAiPdEALw_wcB#

Netrauta. (2021b). Sähköauton latauslaite ABB Terra AC-W11-G5-R-0, kiinteällä 5m type2 kaapelilla, max. 11 kW (3x16A), RFID. Saatavissa (viitattu: 14.4.2021): https://www.netrauta.fi/sahkoauton-latauslaite-abb-terra-ac-w11-g5-r-0-kiintealla-5m-type2-kaapelilla-max-11-kw-3x16a-rfid

Netrauta. (2021c). Sähköauton latauslaite Ensto Chago eFiller EVH050.02H 11kW T2, kiinteällä 4m kaapelilla. Saatavissa (viitattu 14.4.2021): https://www.netrauta.fi/sahkoauton-latauslaite-ensto-chago-efiller-evh050-02h-11kw-t2-kiintealla-4m-kaapelilla

Niinivirta. Päästötön jakeluliikenne. Saatavissa (viitattu 6.2.2021): https://niinivirta.fi/paastoton-jakeluliikenne/

Oulun linja-autoliikenteen käyttövoimaselvitys. (2019). Saatavissa (viitattu: 14.4.2021): https://www.ouka.fi/documents/6584597/0/Oulu+k%C3%A4ytt%C3%B6voimaselvitys+20190109.pdf/4e482613-fec1-4ce8-8f04-cc634fa75c0d

Paakkinen, M. (2020). Syytä optimismiin - sähköautojen akkujen tulevaisuus on vasta alussa. VTT. Saatavilla (viitattu: 18.4.2021): https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/syyta-optimismiin-sahkoautojen-akkujen-tulevaisuus-vasta-alussa

Pelletier, S. Jabali, O. Laporte, G. (2019) The electric vehicle routing problem with energy consumption uncertainty. Transportation Research Part B: Methodological. Volume 126, August 2019, Pages 225-255. Saatavilla (viitattu: 2.4.2021): https://doi.org/10.1016/j.trb.2019.06.006

Pelletier, S. Jabali, O. Laporte, G. (2018) Charge scheduling for electric freight vehicles. Transportation Research Part B: Methodological. Volume 115, September 2018, Pages 246-269. Saatavilla (viitattu: 2.4.2021): https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.07.010

Renault. (2021). Renault Trucks D All-Electric. Saatavissa (viitattu: 1.4.2021): https://www.renault-trucks.co.uk/renault-trucks-d-ze

Rönkkö, P. (2021). Bensan hinta noussut alkuvuonna reilusti – asiantuntija kertoo, mistä se johtuu. Tekniikka & Talous. Saatavissa (viitattu: 12.4.2021): https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/bensan-hinta-noussut-alkuvuonna-reilusti-asiantuntija-kertoo-mista-se-johtuu/ca9d9817-7cbd-47b3-837e-5b35b3b6d585

Sesko. (2021). Sähköajoneuvojen lataussuositus 2021. Saatavissa (viitattu: 9.4.2021): https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus

Sesko. (2019). Sähköajoneuvojen lataussuositus 2019. Saatavissa (viitattu 1.4.2021): https://www.sesko.fi/sesko-akatemia/uutiset/sahkoajoneuvojen_lataussuositus_2019_julkaistu.1845.news

Skal. (2019). Hallitus esittää dieselin polttoaineveroon korotusta - tulossa on korotusta korotuksen päälle. Saatavissa (viitattu: 12.4.2021): https://www.skal.fi/fi/ekuljetusyrittaja/hallitus-esittaa-dieselin-polttoaineveroon-korotusta-tulossa-korotusta-korotuksen

Solakivi et. al, (2018). Logistiikkaselvitys 2018. Turun Yliopisto. Sarja E-2:2018. Saatavissa (viitattu 28.3.2021): https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/146609/TSE_Logistiikkaselvitys_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Stenman et. al. (2014). Tampereen Kaupungin Sähköisen Liikenteen Strategia – Käyttöönottoselvitys. Ramboll. Saatavissa (viitattu: 25.3.2021): https://carbonn.org/uploads/tx_carbonndata/sahkoisen%20liikenteen%20strategia.pdf

Tilastokeskus. (2019). Tieliikenteen suoritelaskenta. Saatavissa (viitattu: 12.4.2021): https://vayla.fi/documents/25230764/0/Raportti_tieliikenteen_suoritelaskenta_2018.pdf/4079997f-549e-4f99-b2cd-e697681a371c

Traficom. (2020). Liikennejärjestelmän nykytila ja toimintaympäristön muutokset. Saatavissa (viitattu 6.2.2021): https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Liikennej%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20nykytila%20ja%20toimintaymp%C3%A4rist%C3%B6n%20muutokset.pdf

Valtioneuvosto. (2020). Liikenteen päästöt puoleen 2030 mennessä – tarvitaan laaja keinovalikoima. Saatavissa (viitattu 4.2.2021): https://valtioneuvosto.fi/-/liikenteen-paastot-puoleen-2030-mennessa-tarvitaan-laaja-keinovalikoima#:~:text=Liikenteen%20kasvihuonekaasup%C3%A4%C3%A4st%C3%B6jen%20perusennusteen%20mukaan%20liikenteen,p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t%20puolittuisivat%20vuoden%202005%20tasosta.

Volvo. (2021). Volvo FL Electric. Saatavissa (viitattu: 1.4.2021): https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/trucks/trucks/volvo-fl/volvo-fl-electric.html

Väylävirasto. (2020). Tieverkon sähköistämisen mahdollisuudet ja haasteet Suomessa. Helsinki. Saatavissa (viitattu 4.2.2021): https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2020-40_tieverkon_sahkoistamisen_web.pdf