

Ilkka Määttä

SÄHKÖKUORMA-AUTOJEN KÄYTÖN HAASTEET TALVIOLOSUHTEISSA

Opinnäytetyö

Liiketalouden ammattikorkeakoulututkinto

Liiketoiminnan logistiikan koulutus

2025



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Tradenomi (AMK)
Tekijä/Tekijät	Ilkka Määttä
Työn nimi	Sähkökuorma-autojen käytön haasteet talviolosuhteissa
Toimeksiantaja	Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu
Vuosi	2025
Sivut	48 sivua, liitteitä 7 sivua
Työn ohjaaja(t)	Anssi Salmi

TIIVISTELMÄ

Vaihtoehtoiset polttoaineet ovat yleistymässä myös raskaissa ajoneuvoissa. Näistä erityisesti sähköiset ratkaisut ovat vahvasti tulleet esille viime vuosina. Henkilöautojen käyttövoiman sähköistyminen on osaltaan vaikuttanut myös raskaiden ajoneuvojen sähköisiin ratkaisuihin.

Talviset olosuhteet kuitenkin luovat erityispiirteensä sähköä käyttövoimanaan käyttäville ajoneuvoille. Säätyyppien sekä lämpötilan vaihtelut tuovat haasteita akkujärjestelmien komponenteille sekä ajoneuvon toimintasäteelle. Sähkökuorma-autoista on vielä tehty suhteellisen vähän tutkimusta ja erityisesti talviolosuhteiden käytön haasteista ei juurikaan löydy tutkimustietoa.

Tämän tutkimuksen tavoitteina oli saada selville, minkälaisia haasteita talviolosuhteet Suomessa tuovat sähkökuorma-autojen käytölle sekä ovatko ne aiheuttaneet sähköjärjestelmään mitään vikoja. Tutkimus suoritettiin laadullisena tutkimuksena. Aineiston keräys suoritettiin verkkokyselynä, joka lähetettiin sähkökuorma-autoja käyttäville yrityksille. Lisäksi tehtiin yksi haastattelu sekä saatiin muutamia kommentteja yrityksiltä sähköpostitse aiheeseen liittyen. Saatu aineisto analysoitiin laadullisena sisällönanalyysinä.

Saadusta aineistosta pystyttiin havaitsemaan, että talviolosuhteet eivät ole aiheuttaneet laiterikkoja. Sähkökuorma-autot ovat hankintahinnaltaan kalliita verrattuna perinteisiin polttomootorilla toimiviin kuorma-autoihin. Niillä ajetaan lähtökohtaisestikin niin varovaisesti, että mitään talviolosuhteista johtuvia onnettomuuksia ei pääse sattumaan. Raskaan kaluston julkisia latausasemia on vielä todella vähän. Tämä asia nousi useassa eri yhteydessä esille jollain tavalla. Tässä voidaan todeta olevan osasy, miksi sähkökuorma-autojen käyttö on tämän takia rajoittunutta Suomessa.

Latauksen tarve korostuu talviolosuhteissa, koska kylmät olosuhteet vievät ajoakun virtaa enemmän kuin lämpimät ja tarve lataukselle työvuoron aikana kasvaa. Olosuhteet maanteillä vaikuttivat myös negatiivisesti. Kun tiellä on paljon lunta tai loskaa, niin sähkökuorma-auton kulutus nousee ja toimintasäde pienenee.

Positiivisina asioina mainittiin liikkeellelähdön helppous liukkaalla alustalla portaattoman voimansiirron ansiosta. Sähkökuorma-autot ovat myös hiljaisia ja miellyttäviä ajaa.

Asiasanat: lataus, sähkökuorma-auto, logistiikka, kuljetus, talvikunnossapito

Degree title	Bachelor of Business Administration
Author (authors)	Ilkka Määttä
Thesis title	The challenges of using electric trucks in winter conditions
Commissioned by	South-Eastern Finland University of Applied Sciences
Time	2025
Pages	48 pages, 7 pages of appendices
Supervisor	Anssi Salmi

ABSTRACT

Alternative fuels are becoming increasingly prevalent in heavy-duty vehicles. Among these, electric powertrain solutions have emerged prominently in recent years. The electrification of passenger car propulsion has also contributed to the development of electric solutions for heavy vehicles.

However, winter conditions introduce specific challenges for vehicles powered by electricity. Variations in weather patterns and temperature fluctuations pose difficulties for both battery system components and the vehicle's operational range. To date, there is still relatively limited research on electric trucks, and particularly little is known about the challenges associated with their operation in winter environments.

The aim of this study was to investigate the specific challenges that Finnish winter conditions present for the operation of electric trucks and to determine whether these conditions have caused any failures in their electrical systems. The research was conducted using qualitative methods. Data collection was carried out through an online survey distributed to companies operating electric trucks. Additionally, one interview was conducted, and a few companies provided comments via email. The data was analysed using qualitative content analysis.

The findings indicated that winter conditions have not led to equipment failures. Electric trucks are significantly more expensive to acquire than traditional diesel-powered trucks. Consequently, they are operated with great caution, which contributes to the absence of winter-related accidents. Furthermore, there is a notable lack of public charging infrastructure for heavy-duty vehicles in Finland. This issue was repeatedly highlighted in various responses and appears to be one of the key factors limiting the broader adoption of electric trucks in the country.

Keywords: charging, electric freight truck, logistics, transport, winter maintenance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	AIEMPI TUTKIMUSTIETO.....	8
3	VÄHÄPÄÄSTÖINEN TIELOGISTIIKKA.....	8
3.1	EURO-päästöluokitukset.....	9
3.2	Ajoneuvokannan uusiutuminen.....	10
3.3	Ympäristövyöhykkeet.....	11
3.4	Latausinfrastruktuurin rakentaminen ja kehittyminen.....	13
4	LAIT JA SÄÄDÖKSET.....	14
4.1	Kotimainen lainsäädäntö.....	16
4.2	EU-säädöksiä.....	19
5	VALMISTAJIEN INNOVAATIOT SÄHKÖKUORMA-AUTOISSA.....	21
5.1	Volvon ja Scanian innovaatioita.....	21
5.2	Kiinalaisten valmistajien innovaatiot.....	23
6	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	23
6.1	Kyselyn toteutus.....	24
6.2	Kyselyn rakenne ja aikataulu.....	25
7	TUTKIMUSTULOKSET.....	26
7.1	Yleiset kysymykset.....	26
7.2	Käytettävyys talviolosuhteissa.....	28
7.3	Talviolosuhteiden aiheuttamat viat ja vauriot.....	31
7.4	Sääolosuhteiden vaikutukset.....	31
7.5	Sähkökuorma-autojen lisähankinnat ja avoimet kysymykset.....	33
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	36
8.1	Sähkökuorma-auto talviolosuhteissa.....	38
8.2	Käytettävyys talviolosuhteissa.....	39
8.2.1	Mitkä talviolosuhteet vaikuttavat negatiivisesti.....	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

8.3	Talviolosuhteiden aiheuttamat viat.....	40
9	POHDINTA.....	41
9.1	Luotettavuus ja eettisyys	42
	LÄHTEET.....	45

LIITTEET

Liite 1. Kysely yrityksille

Liite 2. Sähköposti yrityksille kyselyä varten

Liite 3. Muistutussähköposti kyselyyn

1 JOHDANTO

Talviolosuhteiden vaikutusten tutkimus on tärkeää, koska ammattikäytössä olevia sähkökäyttöisiä kuorma-autoja on viime vuosina vähitellen alettu valmistamaan yhä laajemmalle käyttäjäkunnalle. Suomen talviolosuhteet muun muassa lämpötilojen ja lumen määrän osalta vaihtelevat suuresti eri puolilla maata, joten on tärkeää saada tutkimustietoa, miten sähkökäyttöinen kuorma-auto soveltuu näihin olosuhteisiin. Tällaisia hyvin suuresti toimintakykyyn vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa komponenttien kestävyys ja akkujen käyttökapasiteetin muutokset ääriolosuhteissa.

Tavoitteena on saada ymmärrystä siitä, minkälaisia haasteita voidaan varautua kohtaamaan, kun sähkökuorma-autoa käytetään talviolosuhteissa. Lisäksi tarkastellaan, voidaanko ylipäätään tavoitella sitä, että kaikenlaiset sähkökäyttöiset raskaat ajoneuvot saadaan luontevasti käyttöön myös pohjoisemmassa Suomessa, jossa sään ääri-ilmiöt ovat talvella vielä rajumpia sekä välimatkat pidempiä kuin eteläisemmässä Suomessa, jonne sähkökuorma-autot nykyisin pääosin vielä sijoittuvat. Perustuen sähkökäyttöisiin henkilöautokokoluokan autoihin, voidaan jo varmuudella todeta, että todellinen toimintasäde pienenee talviolosuhteissa operoidessa (Sähköautoileva motoristi 2023). Kylmissä olosuhteissa joudutaan energiaa käyttämään muun muassa sisätilojen ja akuston lämmittämiseen.

Päätutkimuskysymyksiä on kaksi:

1. Voiko sähkökuorma-autoa käyttää tuottavasti pohjoisissa talviolosuhteissa?
2. Miten paljon talviolosuhteet vaikuttavat käytettävyyteen ja sähköjärjestelmän komponentteihin?

Tutkimuksen toteutustapa on laadullinen tutkimus, jolla pyritään saamaan kohteen eri ominaisuuksista ymmärrys kokonaisvaltaisesti. Tämä tutkimustapa on luonnollinen siksikin, että ajoneuvojen vähyyden vuoksi esimerkiksi määrällistä, eli kvantitatiivista tutkimusta on hyvin vaikea suorittaa. (Jyväskylän yli-

opisto s.a.) Lisäksi on otettava huomioon, että talvet ovat erilaisia, joten luotettavan datan saaminen määrälliseen tutkimusmenetelmään vaatisi useiden vuosien otantaa.

Tiedonkeruumenetelmänä käytettiin kyselyä. Kysymykset ovat samassa muodossa ja järjestyksessä jokaiselle haastateltavalle. Kysely lähetettiin sähköpostitse tietyille joukolle henkilöitä, joilla on käytössään, tai joiden alaiset ajavat sähkökäyttöisiä kuorma-autoja. Lisäksi yhden yrityksen osalta tehtiin puolistrukturoitu haastattelu, joka etenee kyselyn kysymysten pohjalta samassa järjestyksessä. Puusan & Juutin (2020, luku 6) mukaan etuna puolistrukturoidussa haastattelussa on myös, että tutkija saa kaikilta haastatelluilta heidän omine sanoineen annetut näkemykset määriteltyihin ja keskeisiin aiheisiin tutkimuksen kannalta.

Vastaukset tutkitaan laadullisena sisällönanalyysina, jossa keskitytään siihen mitä vastaajat kertovat. Tätä mallia voi käyttää analysoitaessa muun muassa haastatteluja ja tekstejä. Laadullinen sisällönanalyysi perustuu tutkijan aineistosta löytämille elementeille, jotka tarjoavat mahdollisuuden selittää selkeästi ilmiön, jota tutkitaan. (Vuori 2021.) Kyselyn vastauksista voidaan tällä tavalla analysoida yhteisiä tekijöitä, joita vastaajat haluavat tuoda esille. Sisällönanalyysin tarkoituksena on saada aineisto tulkittavaksi helppossa muodossa. Tähän päästään luokittelemalla ja tiivistämällä saatua aineistoa. (Hakala 2024, sisällönanalyysi.)

Tutkimus on rajattu vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävistä raskaista ajoneuvoista vain sähkökäyttöisiä koskevaksi. Muita vaihtoehtoisia polttoaineita ovat vety ja kaasu. Vetyautoja ei ole vielä juurikaan yleisessä käytössä ja kaasutankkausverkosto on jo paljon kehittyneempi ympäri Suomen verrattuna sähkölatausasemiin. Linja-autot kalustona on myös rajattu pois, koska ne kulkevat ennalta määriteltyjä reittejä pitkin lähiliikenteessä ja niiden voimalinja on valittu näiden reittien välimatkoja silmällä pitäen. Lisäksi rajausta on käytetty valmistajissa, koska Suomen markkinoilla on kaksi selvästi muita määrällisesti isompaa valmistajaa, kun puhutaan ensirekisteröinneistä.

2 AIEMPI TUTKIMUSTIETO

Suomesta aiempaa tutkimustietoa ei ole juurikaan saatavissa. Esimerkiksi opinnäytetyöt liittyvät pääasiassa sähkökuorma-autojen käyttöönottoon yleisellä tasolla ja niissä ei oteta kantaa talviolosuhteissa käyttöön. Tämä ei ole mikään yllätys, koska kuten edellisessä luvussa todettiin, on sähkökuorma-autojen määrä vielä vähäinen Suomessa.

Ulkomaillakin on tutkimustieto aiheesta hajanaista. Yleistä tutkimusta on tehty pohjoismaiden osalta Norjassa, joka on tunnetusti sähköautoilun edelläkävijä. Norjalaiset ovat jo vuonna 2019 todenneet samoja asioita, joita tässäkin tutkimuksessa tulee esille. Tällaisia ovat muun muassa pitkät latausajat ja toisaalta se, että autot ovat hauskoja ja miellyttäviä ajaa (Figenbaum ym. 2019, 9). Koska tekniikka kehittyy jatkuvasti isoin harppauksin, on jo yli viisi vuotta vanhaa tutkimustietoa pidettävä osin vanhentuneena. Mutta kuten edellä huomattiin, on joitakin asioita vieläkin ennallaan positiivisessa ja negatiivisessa mielessä.

Myös tuoreempaa tutkimustietoa on erilaisista lähtökohdista katsottuna, mutta nämä ovat joko hyvin spesifisti tehtyjä, kuten kuinka tehokas lämmönhallinta vaikuttaa energiatehokkuuteen kylmässä ilmanalassa, tai kuinka sähkökuorma-auto vertautuu polttomoottori kuorma-autoon Kiinassa. Kuitenkin käyttäjillä on paras tieto erilaisista haasteista ja tällaista tutkimustietoa ei ole käytännössä saatavissa ollenkaan.

3 VÄHÄPÄÄSTÖINEN TIELOGISTIIKKA

Ihmiset ovat tulleet koko ajan tietoisemmiksi siitä, miten paljon päästöjä liikenne aiheuttaa. Myös ympäristövastuullinen toiminta, sekä kestävä kehitys ovat yritystasoa myöten jo sisällytetty usein toimintastrategiaan. Olemassa olevien kuljetusmuotojen tekniikan saaminen entistäkin ympäristöystävällisemmäksi on yksi malleista, millä päästöjä voidaan vähentää. Aikaisemmin on kasvatettu raskaiden ajoneuvojen mittoja ja massoja, jolloin on mahdollista kuljettaa enemmän tavaraa yhdellä ajoneuvoyhdistelmällä. Tämä ratkaisu vähentää tarvittavien vetoautojen määrää, mikä osaltaan on auttanut päästöjen vähentämisessä. Mittojen ja massojen kasvattaminen kuitenkin aiheuttaa tarpeen tehdä muutoksia esimerkiksi nykyisiin risteysalueisiin ja kiertoliittymiin ja

mahdollisesti joissain tapauksissa myös siltarakenteisiin (Raskaan liikenteen erityisasiat 2025). Pidemmät yhdistelmät ovat vaikeuksissa vanhanaikaisissa risteysrakenteissa ja siltoja ei välttämättä ole suunniteltu nykyisille ajoneuvojen kasvaneille painoille.

Asiakkaat ovat entistä ympäristötietoisempia ja osaavat vaatia myös kuljetuksilta ekologista ja vähäpäästöistä toimintatapaa. He valitsevat myös yhä useammin ympäristöystävällisimmän kuljetusmuodon tarjoajan. Mahdollista on myös se, että asiakas vaatii ympäristöystävällisen kuljetustavan osaksi koko kuljetuspalvelua. (Tapaninen 2018, luku 11.2.) Tämän takia on myös ammattiliikenteen etsittävä aktiivisesti vähäpäästöisiä ja jopa täysin päästöttömiä ratkaisuja ammattikäytössä olevien ajoneuvojen käyttövoimaksi. Lisäksi lainsäädäntö velvoittaa yhä enemmän ottamaan ympäristönäkökulmat huomioon maantielogistiikassa. Suomessa on hallitus asettanut tavoitteeksi, että liikenteen ja logistiikan päästöt puolitetaan vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä (Palta 2020). Osana tätä tavoitetta täytyy autokantaa saada uusittua, jolloin voidaan siirtyä käyttämään erilaisia hiilineutraaleita voimanlähteitä myös raskaassa kalustossa.

Jakeluliikenteessä sähkökäyttöisiä kuorma-autoja on ollut jo markkinoilla jonkin aikaa. Esimerkiksi Posti on ottanut ensimmäisen sähköllä toimivan kuorma-auton jakelukäyttöön jo vuonna 2021. Lisäksi he ovat ottaneet käyttöön keväällä 2023 sähköllä toimivan puoliperävaunun vetoauton (Posti 2023). Sähkökäyttöiset ajoneuvot ovat osana Postin tavoitetta olla fossiilivapaa tiekuljettaja vuoteen 2030 mennessä. Myös niin sanotut erikoisajoneuvot, kuten vaihtolavalaitteilla varustetut kuorma-autot ja pakkaavat jäteautot, joilla suoritetaan vain tiettyjä ammattiliikenteen suoritealoja, ovat myös saaneet jo Suomessa omat sähkökäyttöiset ajoneuvonsa (Lassila & Tikanoja 2022).

3.1 EURO-päästöluokitukset

Ajoneuvojen EURO-päästöluokitukset ovat jo pitkään säännelleet ajoneuvojen sallittuja päästömääriä pakokaasussa ja nämä luokitukset on valmistajien täytynyt alittaa uusia autoja tyyppihyväksyttäessä. Nykyisin käytössä oleva EURO 6- normi on ollut käytössä vuoden 2014 loppupuolelta alkaen. Vuosien saatossa nykyisin käytössä olevaan normiin on tullut erilaisia tarkennuksia

vaatimukseen. (Pakokaasupäästöjä koskevat normit EU:ssa s.a.) Euroopan unioni on jo hyväksynyt EURO 7- normin raskaille ajoneuvoille. Uusi normi pitää sisällään tiukennuksia nykyisiin pakokaasun päästöarvoihin, sekä lisäksi mukaan sääntelyyn otetaan päästöjä, joita ei ole ennen mitattu, kuten typpioksiduuli. Muita huomion arvoisia sääntelyn kohteita uudessa päästönormissa ovat jarrujen ja renkaiden aiheuttamat päästöt, sekä muun muassa akkujen kestävyyttä huomioivat vaateet. (Euro 7: Council adopts new rules on emission limits for cars, vans and trucks 2024.)

3.2 Ajoneuvokannan uusiutuminen

Ajoneuvokanta uusiutuu yleisesti ottaen luonnollista tietä, kun käytössä oleva kalusto tulee käyttöikänsä päähän. Tällöin ajoneuvo yleensä romutetaan valtuutetussa kierrätyspisteessä, joka antaa todistuksen siitä, että ajoneuvo otettu pois liikennekäytöstä ja kierrätetty asianmukaisesti (Kierrätä autosi s.a.). Joillekin tietyille ajoneuvomerkeille ja -malleille on myös olemassa kysyntää heikompikuntoisenakin, kuten esimerkiksi Afrikan maanosan valtioissa. Näihin viedään yleensä vanhempaa kalustoa, jonka korjaus helpompaa myös sellaisissa olosuhteissa, joissa ei välttämättä ole tarjolla korjaamopalveluita. (Suvanto Export s.a.) Jos ajoneuvo on jo käyttöikänsä loppupuolella, eikä korjauksia katsota enää kannattavaksi nykyisen omistajan laskelmissa, on mahdollista, että ajoneuvolla voi silti olla käyttöikää jäljellä jossain toisessa maassa.

Myös lakien ja säädösten kautta on mahdollista vaikuttaa ajoneuvokannan uusiutumiseen. Esimerkiksi urakkatarjouksissa on tilaajalla mahdollista säädellä, minkälaista kalustoa vaaditaan urakan voittajalta, että urakan ylipäättään saa hoitaakseen. Tällaiset kalustovaatimukset urakkaan sisällytettynä ovat olleet jo normaali käytäntö pidemmän aikaa.

	2024	2025	2027	2030
Maanteiden hoito	Euro IV Stage IIIB	Euro V* Stage IV	Ei päätetty	Ei päätetty
Päälystys- ja paikkausurakat	Euro IV** Stage IIIA**	Euro IV** Stage IIIB**	Ei päätetty	Ei päätetty
Tiementinnät	Euro IV Stage IIIA****	Euro V Stage IIIB****	Ei päätetty	Ei päätetty
Radan kunnossapito	Euro IV Stage IIIA***	Euro V*** Stage IIIB***	Ei päätetty	Ei päätetty

Kuva 1. Kunnossapitokaluston päästoluokkavaatimukset Väyläviraston urakoissa (Kuljetuskaluston ja työkoneiden ympäristökriteerit 2024)

Tilajilla voi olla erilaisia vaatimuksia kaluston päästoluokkien suhteen. Kuvasessa 1 on esimerkkinä Väyläviraston EURO-normien mukaiset päästoluokkavaatimukset eri urakoiden alkuvuosille. Urakan tilajalla voi olla myös tiukempia ehtoja päästoluokkien suhteen, tai jopa vaatimus biokaasua tai sähköä käyttövoimana käyttävän ajoneuvon hankinnasta. Tällaiset urakantarjoajan ehdot vaikuttavat myös ajoneuvokannan uusiutumiseen, kun suuripäästöisiä ajoneuvoja ei voi enää käyttää aktiivisesti työtehtävissä. Joskus urakoissa voi olla myös esimerkiksi rahallisia bonuksia vaihtoehtoisella polttoaineella toimivan kuorma-auton käytöstä.

3.3 Ympäristövyöhykkeet

Euroopan isommissa kaupungeissa on ollut jo pitkään ympäristövyöhykkeitä, joissa on erilaisia ajoneuvoihin kohdistuvia päästörajoituksia. Esimerkiksi Saksassa on jo 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen lopusta ollut olemassa päästövyöhykkeet, joiden alueelle on kiellettyä ajaa, jos ajoneuvo ei täytä määrättyjä päästönormeja.



Kuva 2. Saksan kaupungit ja alueet missä on ympäristövyöhykkeitä. (Overview of low-emission zones 2024)

Päästövyöhykkeet kattavat suurimman osan isommista kaupungeista ympäri Saksaa. Kuvassa 2 on esitetty kaupungit ja isommat alueet, joissa ympäristövyöhykkeitä on voimassa. Ruhrin ja Stuttgartin alueella on useita isompia asutuskeskittymiä ja teollisuutta pienellä alalla, joten näissä on otettu alueellinen vyöhyke käyttöön. Päästöraajat vaihtelevat alueittain, mutta esimerkiksi Berliinissä on alueita, joihin ei ole pääsyä, jos ajoneuvo ei ole EURO 6 -normin mukainen (Low-emission zone in Berlin 2024). Tällaisten vaatimusten yleistymisen luo myös oman paineensa uusia myös ajoneuvokantaa raskaalla puolella. Pohjoismaissa raskaan liikenteen rajoituksia on jo voimassa Ruotsissa Göteborgissa ja Tukholmassa. Ruotsissa on samantapaiset ympäristövyöhykkeet käytössä kuin Saksassa. Näille vyöhykkeille sallitut ovat yleisesti EURO 5- tai EURO 6 -normin täyttävä raskas ajoneuvo (Trafikförordningen 1998:1276,

luku 4, § 22–23). Ympäristövyöhykkeille peritään joissain maissa maksuja, toisissa taas on pelkkä kameravalvonta. Käytännöt valvomiseen ovat hyvin erilaisia. Suomessa on olemassa Helsingin ydinkeskustan alueella rajattu ympäristövyöhyke, jossa voi ajaa vain sellaisella raskailla ajoneuvoilla, jotka täyttävät EURO 5- normin.

3.4 Latausinfrastruktuurin rakentaminen ja kehittyminen

Yhtenä kehityksen esteenä Suomessa sähkökuorma-autojen kohdalla on vielä sopivan latausinfrastruktuurin puute tieverkoston varrella. Tätä asiaa on tutkittu liikenne- ja viestintäministeriön taholta, jossa on todettu myös, että sähköisten ratkaisuiden latausinfrastruktuuria on kehitettävä huomattavasti mentäessä kohti 2020-luvun loppua (Liikenne- ja viestintäministeriö 2023). Euroopan unionilla on myös erilaisia säädöksiä, joiden perusteella raskaan liikenteen latausinfraa tulee kehittää jo lyhyellä aikavälillä, vaikka itse kalustoa ei vielä Suomessa huomattavia määriä ole.

Suomessa ensimmäinen julkinen raskaiden sähkötoimisten ajoneuvojen latauspiste avattiin vasta lyhyen aikaa sitten, vuonna 2023 (Tanninen 2023). Julkisia latausasemia on avattu tämän jälkeen muutamia, lähinnä eri puolille eteläistä Suomea. Huomionarvoista kuitenkin on, kuinka kokonaisuudessaan pieni määrä julkisia sähkökuorma-autojen latausasemia vielä nykyäänkin on olemassa. Lisäksi ne sijoittuvat suhteellisen pienelle alueelle, Helsinki – Tampere – Turku-alueen sisään. Jo tälläkin perusteella on odotettavissa, ettei aivan lähitulevaisuudessa ole tapahtumassa kovin suurimääräisiä kalustoinvestointeja sähkökuorma-autojen osalta ainakaan pohjoisimpaan osaan Suomea. Kuljetusyritykset voivat toki parantaa tilannetta perustamalla latausasemia omiin toimipaikkoihinsa, mutta suuremmissa mittakaavassa on julkisten latausasemien puute vielä toistaiseksi iso ongelma.

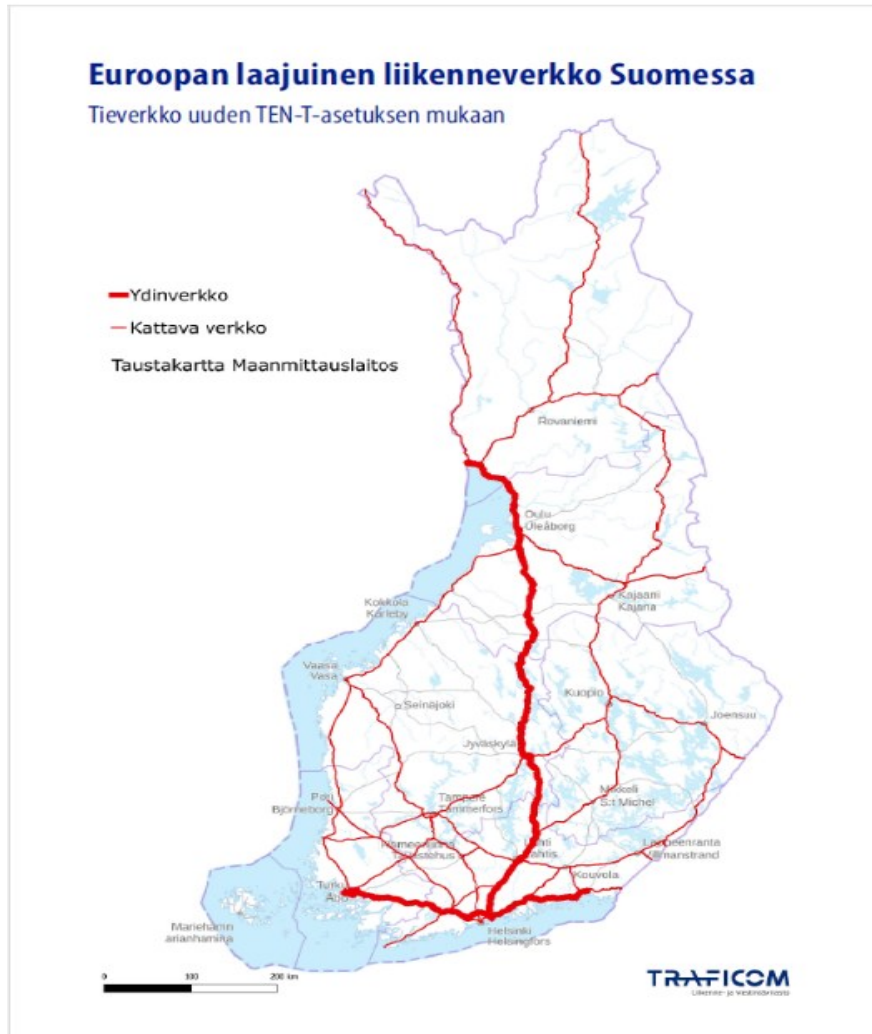
Euroopan komissiolla on olemassa erilaisia ohjelmia liikenteen kehitystä varten, josta maat voivat saada rahoitusta infran kehitykseen ja rakentamiseen. Yksi tällainen on Verkojen Eurooppa -välineen liikenneohjelma. Kaksi eri suomalaisyritysten hanketta on saanut tukea huomattavan summan tästä ohjelmasta. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2025.) Myönnetyn tuen avulla Suo-

meen rakennetaan tulevaisuudessa useita kymmeniä raskaan liikenteen latausasemia lisää. Tämä tulee helpottamaan huomattavasti puutteita julkisten latausasemien osalta.

4 LAIT JA SÄÄDÖKSET

Kansalliseen ja kansainväliseen lainsäädäntöön on tuotu viime vuosina erilaisia uusia säädöksiä ja lakeja, joilla on pyritty osaltaan sekä helpottamaan että kannustamaan vaihtoehtoisilla käyttövoimilla toimivan kaluston hankintaa. Laskipykälien avulla on myös pyritty sitouttamaan hankkivia tahoja pidemmäksi aikaa vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivan kuorma-auton käyttöön. Ajoneuvojen vaihtoehtoisista käyttövoimista lisääntyntä kokonaisuudessa on myös pyritty huomioimaan erilaisilla kompensoinneilla, kun lakeja on laadittu (Tielii-kennelaki 10.8.2018/729 liite 6.6).

Myös Euroopan unionilla on kovia tavoitteita myös sähkökäyttöisten kuorma-autojen osalta, muun muassa latausverkon kattavuuden osalta. Euroopan laajuinen TEN-T -liikenneverkko on Euroopan unionin säädösten pohjana. TEN-T on lyhenne sanoista Trans European Transport Network. Se on Euroopan laajuinen verkosto maa-, rauta- ja sisävesiteitä, multimodaali rahtiterminaaleja, meri- ja lentoreittejä. Suomessa on noin 6140 kilometriä TEN-T -tieverkkoa. (Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T 2025.) Verkostoon kuuluva tiestö Suomessa ulottuu Hangosta Kouvolaan, Raumalle ja pohjoisessa aina Norjan rajalle saakka, kuten kuvassa 3 on kartassa esitetty.



Kuva 3. TEN-T tieverkko Suomessa (Liikenne- ja viestintäministeriö 2024)

Ydinverkko tieverkon osalta kattaa suurimmat satamat ja päätiet aina Tornioon saakka, jossa ydinverkko jatkuu Ruotsin puolella yhdistäen tieverkoston liikennekäytäväksi aina Välimerelle saakka. Ydinverkko on painopistealue, jolle kohdistuu kovimmat vaatimukset. Näitä ovat muun muassa vastakkaisiin suuntiin kulkevien ajoratojen erotus toisistaan, sekä raskaalle kalustolle turvalliset pysäköintipaikat maksimissaan 150 kilometrin välein. Kattavalla verkolla vaatimukset voivat olla hieman löyhempiä, kuten normaalit levähdysalueet sadan kilometrin välein, joka toteutuu pääpiirteissään jo nykyään. (TEN-T-verkon asetus ja vaatimukset maantieverkolla 2024.) TEN-T-verkoston tavoitteena on saada tavaroiden ja ihmisten liikkuminen mahdollisimman sujuvaksi koko Euroopan unionin alueella.

4.1 Kotimainen lainsäädäntö

Erilaisten lakien avulla on pyritty muodostamaan kannustimia vaihtoehtoisilla polttoaineilla toimivien kuorma-autojen hankintaan. Tällaisen kaluston hankkivalla taholla on mahdollista saada rahallista tukea joko nykyisen kaluston muuntamiseksi vaihtoehtoisella polttoaineella toimivaksi, tai uuden kaluston hankintaan. (Laki vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivan ajoneuvon hankinnan sekä ajoneuvon vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivaksi muuntamisen määräaikaudesta tukemisesta 22.12.2021/1289 1. luku 1. §.) Laki sisältää myös erilaisia edellyttäviä tekijöitä, joita tulee täyttää hankintatuen saamiseksi. Tällaisia edellytyksiä ovat sähkökäyttöisen kuorma-auton osalta, ettei muu käyttövoima ole sallittu. Eli sähkömoottorin rinnalla ei saa olla polttomoottoria.

Toisena tärkeänä nostona laissa on se seikka, että kyseinen hankittava ajoneuvo on pidettävä tuen hakijan nimissä vähintään vuoden ajan, tai jos kyseessä pitkäaikaisvuokrattava ajoneuvo, niin aika nimissä pitoon tuen hakijan nimiin liikenneasioiden rekisterissä on vähintään kolme vuotta. (Laki vaihtoehtoisella käyttövoimalla... 2. luku 5. §.) Lisäksi muun muassa määrä on rajoitettu kalenterivuoteen sidotusti, moneenko ajoneuvon tukea on mahdollista hakea. Myös tuen suuruus on sidottu porrastetusti ajoneuvon suurimpaan sallittuun massaan tieliikenteessä. Hankintatukea oli mahdollisuus saada vuosien 2022–2024 välillä ja siihen oli varattu kuusi miljoonaa euroa. Tämä määräraha loppui jo ennen määräajan päättymistä, syksyllä 2024 (Yrittäjät 2024).

Laki ohjaa myös hankintoja, sekä hankintayksiköitä energiatehokkaiden ja ympäristöystävällisen kaluston hankkimiseksi, kun kilpailutusta tehdään. Huikon ym. (2021) mukaan ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimukseen liikennöinnissä määräävä laki koskee kaikkia julkisia hankintayksiköitä, kuten esimerkiksi seurakuntia, valtion virastoja, kuntayhtymiä ja kuntia. Perimmäisenä tarkoituksena tällä lailla on täyttää Euroopan unionin maakohtainen minimiosuus kalustosta, kun puhutaan energiatehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä. (Laki ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista 15.7.2021/740 1. luku 1.–2. §.) Kuvissa 4 ja 5 on esitetty lakiin määritellyt vähimmäisosuudet kaupunkien ja maakuntien hankinnoissa, kun puhutaan kuorma-autojen osuudesta. Ensimmäinen hankinta-ajanjakso käsittää vuodet 2021–2025 ja toinen hankinta-ajanjakso vuodet 2026 ja eteenpäin.

Alueet	Ensimmäinen hankinta- ajanjakso	Toinen hankinta- ajanjakso
<i>Kaupunkien hankinnat</i>		
Espoo	15 %	21 %
Helsinki	15 %	21 %
Hämeenlinna	15 %	21 %
Joensuu	15 %	21 %
Jyväskylä	15 %	21 %
Kouvola	15 %	21 %
Kuopio	15 %	21 %
Lahti	15 %	21 %
Lappeenranta	15 %	21 %
Oulu	15 %	21 %
Pori	15 %	21 %
Rovaniemi	15 %	21 %
Seinäjoki	15 %	21 %
Tampere	15 %	21 %
Turku	15 %	21 %
Vaasa	15 %	21 %
Vantaa	15 %	21 %

Kuva 4. Kaupunkien vähimmäisosuudet energiatehokkaista ja ympäristöystävällisistä kuorma-autoista (Laki ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista)

Maakuntiin kuuluvien kuntien hankinnat		
Etelä-Karjala	5 %	10 %
Kanta-Häme	5 %	10 %
Keski-Suomi	5 %	10 %
Kymenlaakso	5 %	10 %
Pirkanmaa	5 %	10 %
Päijät-Häme	5 %	10 %
Satakunta	5 %	10 %
Uusimaa	5 %	10 %
Varsinais-Suomi	5 %	10 %
Etelä-Pohjanmaa	0 %	5 %
Etelä-Savo	0 %	5 %
Kainuu	0 %	5 %
Keski-Pohjanmaa	0 %	5 %
Lappi	0 %	5 %
Pohjanmaa	0 %	5 %
Pohjois-Karjala	0 %	5 %
Pohjois-Pohjanmaa	0 %	5 %
Pohjois-Savo	0 %	5 %

Kuva 5. Maakuntien vähimmäisosuudet energiatehokkaista ja ympäristöystävällisistä kuorma-autoista (Laki ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista)

Kuvista 4 ja 5 voi huomata varsinkin pohjoisempien maakuntien hyvin pieni prosentuaalinen osuus, eli laissakin on ennakoitu, että pohjoisen infrastruktuuri ei anna mahdollisuutta hyödyntää vaihtoehtoisia käyttövoimia vielä kovin suurella volyyymilla lähitulevaisuudessa.

Laki ei kuitenkaan määrittele kuorma-autoja pelkästään vaihtoehtoisilla käyttövoimilla toimiviksi, kun puhutaan energiatehokkuudesta ja ympäristöystävällisyydestä. Mahdollisuus on käyttää muun muassa uusiutuvista raaka-aineista tehtyä dieseliä, eli niin sanottua biodieseliä. Fossiilisesta polttoaineesta tehtyä dieseliä ei tähän lueta.

Joitain tiettyjä ajoneuvotyyppisiä, kuten pääsääntöisesti rakennustyömailla käytettävää tai lumen auraukseen tarkoitettua kalustoa ei lueta tämän lain pii-

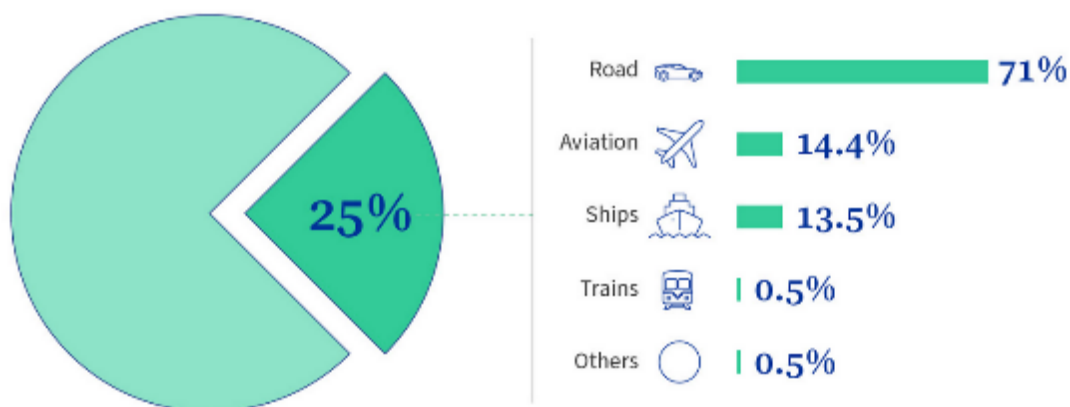
riin. Tästä kuitenkin pois luetaan julkisen toimijan itse hankkimat kuorma-autot, vaikka niitä käytettäisiinkin rakennustyömaiden piirissä. (Huikko ym. 2021.) Huomioitavaa on, että tämäkään laki ei ota kantaa siihen, kuinka toteuttaa tarvittava latausinfrastruktuuri.

4.2 EU-säädöksiä

Euroopan unionin AFIR-asetus velvoittaa, että raskaallekin kalustolle tulee olla TEN-T ydinverkon alueella latauspisteitä 60 kilometrin välein, sekä kaupunkisolmukohdissa vuoteen 2030 mennessä (Infografiikka – 55-valmiuspaketti: kohti kestävämpää liikennettä 2023). Vähemmän liikennöidyillä teillä sallitaan tästä lievennyksiä. Esimerkiksi kattavalla verkolla sallitaan latauspisteiden välimatkaksi sata kilometriä. Asetuksessa asetetaan myös raskaan liikenteen latausasemille minimilatausteho, joka on 350 kilowattia, sekä erilaisia ehtoja latauspaikkojen määrälle per latausasema ja aseman sijoitus turvallisille pysäköintialueille.

AFIR on lyhenne sanoista Alternative Fuel Infrastructure Regulations, joka tarkoittaa vaihtoehtoisten polttoaineiden jakeluverkoston infrastruktuuria. Tämä asetus antaa pakottavat tavoitteet vetytankkaus- ja sähkölatausinfrastruktuurin suhteen koko Euroopan unionin alueella. Tavoitteena on saada aikaan tarpeellisen kattava verkosto lataus- ja tankkausasemia. Tällä tavoin varmistetaan, ettei tapahdu sellaista tilannetta, että vaihtoehtoisilla käyttövoimilla kulkevilla ajoneuvoilla joutuisi huolehtimaan tarpeellisen tankkausinfrastruktuurin saavuttamisesta ennen käytettävän polttoaineen loppumista. (Euroopan vihreän kehityksen ohjelma: uusi kunnianhimoinen laki, jonka tavoitteena on taata riittävä vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuuri 2023.) Tämä asetus on yhtenä osana tavoitetta siirtyä tulevaisuudessa täysin päästöttömään liikenteeseen.

Suuremmassa kokonaisuudessa katsottuna Euroopan unionin tavoitteena on olla ilmastoneutraali vuoteen 2050 mennessä. Tämä tarkoittaa varsinkin tieliikenteen osalta suuria muutoksia juuri päästöjen osalta, kuten kuvasta 6 voidaan päätellä.



Kuva 6. Euroopan unionin kasvihuonepäästöt liikenteen osalta (Puhdas ja kestävä liikkuminen 2025)

Liikenteen kasvihuonepäästöt ovat 25 prosenttia kaikista päästöistä ja tästä neljänneksestä reilu 70 prosenttia tulee pelkästään tieliikenteestä. Tämä luku käsittää kaikki ajoneuvot. Henkilö- ja pakettiajoneuvojen osalta on jo linjattu, että vuodesta 2035 eteenpäin myytävät uudet ajoneuvot ovat päästöttömiä. Tämä vuosi koskee raskaiden ajoneuvojen osalta myös linja-autoja kaupunki-liikenteessä. Muun raskaan kaluston osalta tällaista linjausta ei ole vielä tehty, mutta päästöjä rajoitetaan erilaisilla sääntelyillä ja tiemaksuilla, joissa suositetaan vähäpäästöisiä ajoneuvoja. (Puhdas ja kestävä liikkuminen 2025.)

Euroopan unionissa on ollut eurovinjettidirektiivi voimassa jo vuodesta 1999. Eurovinjetti on aikaperusteinen tiemaksu, jota on kerätty yli 3,5 tonnin painoisilta ajoneuvoilta, joita käytetään tavarankuljetuksessa. Tiemaksun on ajoneuvon käyttäjä voinut lunastaa eri pituisiksi ajoiksi alkaen yhdestä päivästä aina vuoteen asti. Tämän direktiivin tarkoituksena on ollut infrastruktuurin ylläpidon ja siitä aiheutuvien sivukustannusten kattaminen sitä tieosuutta varten, jota tiemaksun maksaja käyttää. (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/62/EY.) Jokainen valtio on voinut päättää miten ja minkä suuruisena eurovinjettimaksua kerää. Suomessa tämä tiemaksu ei ole ollut koskaan käytössä.

Euroopan unioni on tarkastellut eurovinjettidirektiiviä ja muutoksia on tulossa siten, että aikaperusteisuus muuttuu matkaperusteiseksi todellisten ajettujen kilometrien mukaan. Lisäksi tiemaksun suuruuteen tulee vaikuttamaan hiilidioksidipäästöt. Nämä lasketaan Euroopan unionin kehittämällä laskentatyöka-

lulla, joka laskee päästöt valmistajan tietojärjestelmään ilmoittamalla parametreilla, joita ovat esimerkiksi ilmanvastus ja moottorin teho (Vehicle Energy Consumption calculation TOol – VECTO s.a.). Tätä päästöihin perustuvaa maksua käytetään ensisijaisesti raskaammille ajoneuvoille, mutta sitä voidaan laajentaa koskemaan myös kevyempiä ajoneuvoja teknologian kehityksen myötä. Uusi matka- ja päästöperusteinen eurovinjettimaksu tulee voimaan viimeistään vuonna 2030. (Revision of the Eurovignette Directive 2022.)

5 VALMISTAJIEN INNOVAATIOT SÄHKÖKUORMA-AUTOISSA

Suomessa kuorma-automarkkinoita ovat jo pitkään hallinneet pohjoismaiset merkit Volvo ja Scania. Niiltä on tullut myös eniten omia innovaatioita koskien sähkökuorma-autoja. Hallitsevan markkina-aseman näiden kahden edellä mainitun merkin osalta näkee selvästi kuvan 7 tilastosta, jossa näkyy ajoneuvomerkeittäin jaoteltuna kahdeksan eniten ensirekisteröityä valmistajaa aikavälillä 2015–2024.

Merkki / Make	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
SCANIA	791	947	967	922	1048	888	850	752	908	1126
VOLVO	775	843	950	944	979	735	904	1026	1181	898
MERCEDES-BENZ	330	417	541	583	464	423	394	286	479	408
DAF	45	78	70	82	87	74	61	102	106	85
MAN	60	112	93	106	78	61	48	62	65	54
RENAULT	29	51	48	61	74	47	45	86	56	42
SISU	38	65	108	122	115	32	51	23	44	41
IVECO	44	62	77	64	55	46	69	58	40	33

Kuva 7. Ensirekisteröintimäärät Suomessa raskaimmassa ajoneuvoluokassa (Yli 16 tonnin kuorma-autojen ensirekisteröinnit merkeittäin 2025)

Rekisteröintimäärät Volvolla ja Scanialla ovat vuosittain selvästi suuremmat kuin esimerkiksi Mercedes-Benzillä ja Dafilla. Samanlaisia innovaatioita löytyy eri merkeillä hieman eri tavoin toteutettuna. Lisäksi kiinalaisten valmistajien eri tuotantoon tulleet innovaatiot ovat myös huomioitavia seikkoja.

5.1 Volvon ja Scanian innovaatioita

Suuret autovalmistajat ovat myös jo pidemmän aikaa nostaneet profiiliaan sähkökäyttöisten kuorma-autojen markkinoilla innovoidessaan käyttömahdollisuuksia mitä erilaisimpiin kohteisiin. Pienemmistä jakelulogistiikan kuorma-autoista on jo siirrytty täysikokoisiin puoliperävaunun vetoautoihin sekä täysperä-

vaunuyhdistelmiin, jotka pääsevät jopa noin kuudensadan kilometrin mahdollisiin toimintasäteisiin. (Scania s.a.) Lisäksi valmistajat tarjoavat erilaisia ratkaisuja ja ylläpitoa sähköjärjestelmää varten. Scanian lisäksi muista valtamerkeistä esimerkiksi myös Volvo tarjoaa koko mallistonsa täyssähköisenä. Tarjolla on myös täyden palvelun ratkaisu, missä valmistajan edustaja yhdessä asiakkaan kanssa tutkii tarpeet aina latauspaikkojen kartoittamiseen saakka. Tällä tavoin on mahdollista saada käytettyä ajoneuvon potentiaali mahdollisimman tehokkaalla tavalla. (Volvo s.a.).

Suurimmilla valmistajilla on olemassa erilaisia vaihtoehtoja latauspalvelujen saavutettavuuden kartoittamiseen. Scanialla on tarjolla heidän kehittämänsä palvelu Scania Charging Access, josta käyttäjä voi nähdä ajantasaisen listauksen kuorma-autojen latauspalveluita tarjoavista asemista ja saada muita tähän liittyviä palveluita samasta portaalista. Toistaiseksi kuitenkin vielä samassa yhteydessä todetaan, ettei erityistä hyötyajoneuvojen latausverkostoa ole saatavilla (Scania Charging Access s.a.). Toisella hallitsevalla merkillä Volvolla ei varsinaista omaa palvelualustaa ole saatavilla. Volvo ilmoittaa, että he kartoittavat mahdollisimman tarkoin hankintavaiheessa ajoneuvon käyttöaluetta ja reittejä, joiden perusteella lasketaan missä ajoneuvon latausta on suoritettava. Tällä tavoin varmistetaan, että tarpeelliset vaatimukset kuljetuksen suhteen mahdollistuvat. (Akut ja lataus s.a.) Volvon ilmoittama tapa suhtautua lataukseen on hieman viitteellinen ja kertoo omalta osaltaan käytännössä samaa, minkä myös Scania toteaa, kun kyse on latausverkoston puutteellisuudesta.

Volvo ja Scania ovat kehittäneet sähkökäyttöisten kuorma-autojen toimintasädetä koko ajan suuremmaksi. Luvun alussa mainitun Scanian lisäksi myös Volvo lupaa uuden sukupolven raskaimman painoluokan FH-mallin autoille saman, jopa kuudensadan kilometrin toimintamatkan. Tämä on mahdollista entistäkin suuremmalla akkukapasiteetilla, joka on mahdollistettu uusilla kehitetyillä alustaratkaisuilla. (Breakthrough: Volvo to launch electric truck with 600 km range 2024.) Täytyy muistaa, että toimintamatkat mahdollistuvat vain tietyillä kokonaispainoilla. Lähestymistapa tässä asiassa on eurooppalaisilla valmistajilla kuitenkin toimintamatkan kasvattaminen akun kokoa kasvattamalla. Asiaan on olemassa myös toisenlainen näkökulma Euroopan ulkopuolella, joka käsitellään seuraavaksi.

5.2 Kiinalaisten valmistajien innovaatiot

Kiinalaisvalmisteisia sähkökuorma-autoja on myös saanut usean vuoden ajan sarjavalmisteisena. Kiinalaisvalmistajat myös panostavat koko ajan uusiin tuotantolaitoksiin, joista yhtenä uusimmista ja suurimmista on Deepway-merkin vuonna 2025 alkupuolella käynnistynyt rakennustyömaa (Deepway starts building new truck plant in Huzhou 2025). Tämän tehtaan on tarkoitus valmistuttuaan tuottaa 50000 kuorma-autoa vuodessa.

Deepway on tuonut henkilöautomaailman innovaatioita raskaiden ajoneuvojen käyttöön. Valmistaja on yksi ensimmäisistä, joka on esimerkiksi tuonut autonomisen ajamisen kuorma-autoihin. Heidän sähkökuorma-autonsa on varustettu neljännen tason ajon automaatiolla. Automaattisen ajamisen standardi määrittelee eri tasot. Neljäs taso tarkoittaa, että kuljettajan ei tarvitse tehdä aktiivisia toimia, kun ajoneuvo liikkuu. (Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles J3016_202104 2021.) He ovat saaneet luvan myös testata järjestelmää yleisellä tieverkolla Kiinassa yhdellä tietyllä tieosuudella. (Deep-Way permitted to conduct cross-provincial autonomous heavy-duty truck pilot operations 2024.)

Deepway on kehittänyt vaihdettavan akuston kuorma-autoihin. Akuston vaihto mainitaan onnistuvan vain kuudessa minuutissa (DeepWay is Now Coming, Leading the Future is No Longer a Dream 2023). Myös akuston latauksen tyhjästä täyteen valmistaja mainitsee tapahtuvan jopa yhdessä tunnissa. Tämänkaltaiset kehitysaskleet voivat tuoda todella paljon lisää käytettävyyttä sähkökäyttöisille kuorma-autoille, jos lataustapahtuma on nopea, tai akkujen vaihto mahdollista ilman mitään lisälaitteita.

6 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimuksen aineiston keräys toteutettiin yhtä yritystä lukuun ottamatta kyselyinä. Kysely on yksi laadullisen tutkimuksen yleisimmistä aineistonkeräystavoista (Sarajarvi & Tuomi 2018, Luku 3: Aineiston hankinta ja määrä laadullisessa tutkimuksessa). Kyselyn vastaanottajat valikoitiin osin valmistajien internetsivuilta löytyvien aiheeseen liittyvien uutisten perusteella. Näistä poimittiin

yrietykset, joilla on sähkökuorma-autoja käytössään. Tämä oli toimiva väylä yritysten löytämiseen, koska sekä valmistaja, että autoja käyttävä yritys haluavat näkyvyyttä sähkökuorma-autoille ja niiden käytölle. Lisäksi apuna käytettiin Googlen hakukonetta, jolla etsittiin eri sähkökuorma-autoon liittyvillä hakusanoilla potentiaalisia kyselyyn vastaajia. Hakusanoina oli muun muassa sähkökuorma-auto, vaihtoehtoiset polttoaineet ja sähkökuorma-autojen lataus.

Seuraavassa vaiheessa etsittiin yrityksen sopivan yhteyshenkilön sähköposti, joko yrityksen internetsivujen avulla, tai erilaisia hakukoneita hyväksikäyttäen. Osassa tapauksista on käytetty henkilökohtaisia väyliä ja kontakteja oikean vastaanottajan selvittämiseen. Kyselyn saaneiden yritysten määrä on pieni, koska sähkökuorma-autoja ylipäättään on rekisteröity vielä vähäinen määrä. Esimerkiksi vuonna 2024 rekisteröityjen sähkökuorma-autojen määrä oli 63 kappaletta. Vastaavana aikana dieselkäyttöisiä kuorma-autoja on rekisteröity 3119 kappaletta. (Uutena ensirekisteröidyt ja käytettynä maahantuodut kuorma-autot – käyttövoimajakauma 2025.) Lisäksi näistäkin rekisteröidyistä sähkökuorma-autoista suuri osa on keskittynyt muutamalle toimijalle, mikä vielä entisestään vähentää potentiaalisten vastaajien määrää.

6.1 Kyselyn toteutus

Kysely tapahtui Webropol-alustalle muodostettuna verkkokyselynä, johon lähetettiin sähköpostitse vastauskutsu yrityksille, joilla on käytössään sähkökuorma-autoja yksi tai useampi. Sähköpostissa kerrottiin taustaa, miksi tätä kyselyä tehdään ja mikä on tutkijan oma tausta (Liite 2). Vastaaminen tapahtui täysin anonymisti, minkä avulla madallettiin vastaamiskynnystä. Yhden yrityksen kohdalla saatiin toteutettua Teams-haastattelu, jossa käytettiin pohjana samoja kysymyksiä kuin kyselyssä. Sähköpostin saaneista yrityksistä kaksi vastasi sähköpostitse takaisin, että heillä ei ole vielä käytössä sähkökuorma-autoa. Tämä asia tuli hieman yllätyksenä, koska näitä yrityksiä koskeneiden uutisten mukaan sähkökuorma-autot olisivat tulleet heidän käyttöönsä vuoden 2024 aikana. Heiltä saatiin kuitenkin sähköpostitse kommentteja liittyen odotuksiin sähkökuorma-autojen tulevasta käytöstä. Kyselyn toteuttaminen keväällä, heti talvisen vuodenajan loppupuolella palveli siinäkin mielessä, että kuluneen talven tapahtumat ovat vastaajilla tuoreessa muistissa. Vastauksissa

ei pääse tapahtumaan niin sanottua aika kultaa muistot- efektiä verraten siihen, jos kysely olisi toteutettu esimerkiksi syksyllä.

Tutkimusaineiston keräys verkkokyselyllä oli aiheellista, koska sopivien aikataulujen löytäminen haastattelujen aikaansaamiseksi kaikkien kanssa olisi muodostunut lähes mahdottomaksi. Loppujen lopuksi vastaajien määrä tuskin olisi kovin paljoa muuttunut muillakaan aineistonkeräystavoilla. Oikeiden henkilöiden löytäminen vastaajiksi on varsinkin isommissa yrityksissä haastavaa. Kyselyn vastaanottajiksi valikoitui pääasiassa yritysten kalusto- tai kuljetuspäällikkö, tai toimialan johtaja. Pienemmissä yrityksissä kyselyn vastaanottaja oli yleensä yrityksen omistaja, jos kalustosta vastaavaa ei ollut erikseen nimetty. Valtakunnallisia yrityksiä lukuun ottamatta yritykset sijaitsevat Etelä-Suomessa.

6.2 Kyselyn rakenne ja aikataulu

Kysely toteutettiin pääosin strukturoituna verkkokyselynä, joissa on valmiit vastausvaihtoehdot. Kyselyn kaavamaisuutta vähennettiin lisäämällä muutamia avoimia kysymyksiä. Avoimet kysymykset ovat jossain määrin riskitekijä, koska se saattaa antaa tutkimuksen kannalta odotusten vastaisia vastauksia (Kyselylomakkeen laatiminen s.a.). Avoimiin kysymyksiin saatiin kuitenkin vastaajilta hyviä vastauksia, jotka osaltaan vahvistivat kyselyn tuloksia. Lisäksi tiettyihin kysymyksiin vastaaja pystyi kommentoimaan omin sanoin tarkennuksia, jos he vastasivat esimerkiksi myöntävästi kysymykseen tietyistä ongelmista.

Vaikka kyselyn sisältö käsitti kaikkiaan 24 vastattavaa kohtaa, oli kysymykset muodostettu siten, että vastausaika oli noin kymmenen minuuttia (Liite 1). Kohtuullinen pituus onkin kyselyssä tärkeää jo vastaamisen mielekkyyden kannalta sekä se ei karkota potentiaalisia vastaajia (Kyselylomakkeen laatiminen s.a.). Lisäksi vastaamista helpottamaan oli käytössä mahdollisuus välitalennukselle, jota käyttämällä oli vastaamista mahdollista jatkaa myöhemmin.

Kysely suoritettiin vuonna 2025, noin maaliskuun puolesta välistä alkaen ja vastaanottajille oli annettu aikaa kaksi ja puoli viikkoa vastata kyselyyn. Puolella välissä vastausaikaa lähetettiin kaikille muistutusviesti kyselystä (Liite

3). Vastauksia tuli pitkin vastausaikaa, kylläkin selvästi väheten kohti loppua, eikä muistutusviestistä ollut mainittavaa hyötyä vastausaktiivisuuteen. Tästä voikin päätellä, että vastausajan pidentäminen tuskin olisi tuonut mainittavaa muutosta vastausaktiivisuuteen.

7 TUTKIMUSTULOKSET

Kysely oli jaoteltu kolmeen erilliseen osioon. Kyselyn lopussa oli myös kaksi avointa kysymystä, joissa tiedusteltiin positiivisia kokemuksia sähkökuorma-autoista sekä mahdollisia muita seikkoja mitä vastaajat haluaisivat tuoda vielä ilmi liittyen sähkökuorma-autoihin talviolosuhteissa.

Verkkokyselyyn linkin saaneiden kokonaisjoukko oli 17 kappaletta (N=17). Täähän kyselyyn vastanneita oli yhteensä kuusi kappaletta. Vastausprosentti verkkokyselyyn on täten 35,29 %. Lisäksi järjestyi yksi erillinen Teams-haastattelu. Myös kaksi verkkokyselyyn linkin saanutta, joilla ei vielä sähkökuorma-autoa ollut ajossa, antoivat kommentteja sähköpostitse. Haastattelun ja sähköpostien kommentteja kerrotaan tuloksissa niiltä osin, kuin ne kysymyksiin liittyvät.

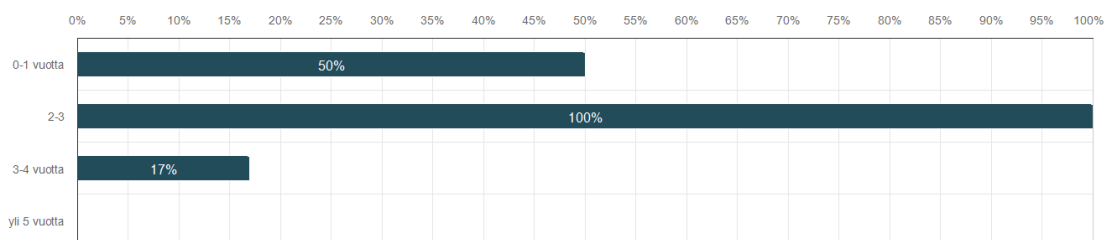
7.1 Yleiset kysymykset

Kyselyn alussa kartoitettiin vastaajien käytössä olevien sähkökuorma-autojen määrää yrityksessä, käyttötarkoitusta, ikää sekä onko käytössä omaa latausasemaa.

Koska sähkökuorma-autoja on rekisteröity vielä verrattain vähän, ovat ajoneuvojen määrät yritystä kohden pienet. Vastanneista 50 % ilmoitti sähkökuorma-autojen määräksi 1–2 kappaletta. Myös Teams-haastateltu yritys sekä yritykset, joilla ei autoja vielä ollut käytössä ilmoittivat tulevien ajoneuvojen määrän tähän vastausvaihtoehtoon kuuluvaksi. Huomionarvoista on kuitenkin myös se, että yksi vastaaja ilmoitti ajoneuvojen määräksi yli kuusi kappaletta. Eli joillakin yrityksillä on otettu myös Suomen mittakaavassa isoja askelia kohti päästötöntä tavaraliikennettä. Myös kaksi muuta vastausvaihtoehtoa kyselyssä saivat yhden vastauksen (3–4 kappaletta ja 5–6 kappaletta).

Käyttötarkoitusta kysyttäessä oli samalla vastaajalla mahdollisuus valita useampi vaihtoehto. Ennako-odotusten mukaisesti jakelu- ja runkoliikenne ovat pääasialliset käyttötarkoitukset, molempien saadessa kolme vastausta. Lisäksi sähköpostitse vastanneet ilmoittivat heille tulevien autojen sijoittuvan runkoliikenteeseen. Myös jätteenkeräilyssä on sähkökuorma-autoja käytössä useammalla yrityksellä.

Sähkökuorma-autojen keski-ikä on todella matala. Tässäkin kysymyksessä sama vastaaja pystyi valitsemaan tarvittaessa useamman vaihtoehdon. Kaikki vastanneet (100 %) ilmoittivat, että heidän käytössään on ainakin yksi kappale 2–3 vuotta vanhoja ajoneuvoja. Lisäksi 50 % vastasi myös käytössään olevan 0–1 vuotta vanha ajoneuvo. Vain yksi vastaaja ilmoitti käytössään olevan 3–4 vuotta vanhan ajoneuvon ja kenelläkään ei ole käytössä yli viisi vuotta vanhoja sähkökuorma-autoja. Haastateltu yritys ilmoitti, että heillä on käytössään sekä 0–1 vuotta, että 2–3 vuotta vanha sähkökuorma-auto.



Kuva 8. Sähkökuorma-autojen ikä

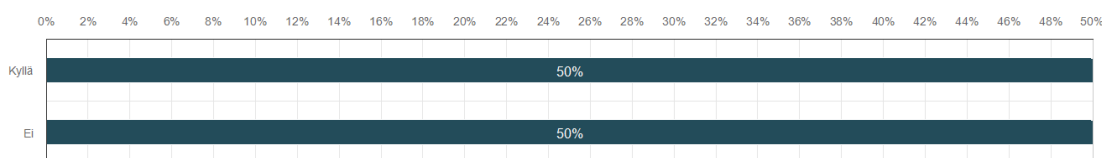
Tämä toimii indikaattorina sille, että rekisteröintien määrä on tasaisesti kasvussa. Myös aiemmin luvussa 4.1 mainittu hankintatuki näkyy selkeästi näissä luvuissa, koska se oli saatavilla vuosien 2022–2024 välillä. Kuten kuvasta 8 voi nähdä, sattuvat kyselyyn vastanneiden sekä haastatellun yrityksen ajoneuvojen iät lähes poikkeuksetta tähän samaan aikaväliin.

Kaikilla vastaajilla on sähkökuorma-auton asemapaikassa käytössään latausasema. Samoin vastasi myös haastateltu yritys ja toinen sähköpostitse kommentoinneista yrityksestä. Tämä sikäläkin hyvin yksiselitteistä, koska ajoneuvoa ladataan aina työvuorojen välissä ja autoilla on selkeä asemapaikka. Ajo alkaa ja päättyy aina samaan pisteeseen.

7.2 Käytettävyys talviolosuhteissa

Kyselyn toisessa osiossa kartoitettiin tarkemmin vaikuttavatko talviolosuhteet sähkökuorma-auton toimintamatkaan, lataukseen ja muihin näihin liittyviin toimintoihin. Lisäksi tiedusteltiin olisiko sähkökuorma-autolla mahdollista hoitaa yrityksen muitakin ajoja, kuin sitä mihin se on määritelty.

Ensimmäisenä tiedusteltiin, joudutaanko talviolosuhteissa muuttamaan sähkökuorma-auton ajoreittiä toimintasäteen muuttumisen takia. Tässä tuli jo selkeä hajonta, kun 50 % vastaajista ilmoitti toimintasäteen muuttumisen vaikuttavan ajoreittiin.



Kuva 9. Joudutaanko ajoreittiä muuttamaan toimintasäteen muuttumisen takia

Kuvan 9 kaltaiseen täysin kahtiajakautuneeseen vastaajajoukkoon voi olla yhtenä syynä luvussa 7.1 mainittu käyttötarkoituksen jako runko- ja jakeluliikenteeseen. Runkoliikenneajo on yleensä kahden saman pisteen välistä ajoa. Tähän käyttöön hankitun ajoneuvon akkukapasiteetti ja lataukset on hankintavaiheessa mietitty tätä silmällä pitäen, jolloin talviolosuhteet on myös otettu huomioon. Jakeluliikenteessä reitit ovat yleensä epäsäännölliset, jolloin toimintasäteen muutos tulee näkyville selvemmin ja välttämättä samaa määrää toimituspaikkoja ei saada ajettua talviolosuhteissa. Tähän kysymykseen saatiin muun muassa seuraavanlainen kommentti.

Ajoreitit suunniteltu siten, että myös talvikäyttö onnistuu. Autojen akkukapasiteetti myös talvikäyttöön sopiva. (Kyselyyn vastaaja.)

Haastateltu yritys ei kokenut tarvetta muuttaa ajoreittejä. Heidän toinen autonsa joutuu joka tapauksessa käymään toimipaikassa välilatauksessa, oli kesä tai talvi. Kuljettaja pitää samalla lakisääteisen taukonsa. Toisella autolla riittää, kun kuljettaja hieman optimoi ajotapaansa, niin toimintasäteen muutoksella ei ole muuta vaikutusta.

Toimintasäteen pienentymisen talviolosuhteissa koettiin joidenkin vastaajien kohdalla vaikuttavan negatiivisesti sähkökuorma-auton tuottavaan ajoon. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että joudutaanko käyttämään toisia ajoneuvoja apuna, että saadaan suoritettua samat ajot, kuin kesällä. Kyselyyn vastanneista 33,3 % koki, että toimintasäteen vaikutus talviolosuhteissa vaikuttaa negatiivisesti. Haastateltu yritys myös totesi, että jonkinlainen vaikutus voi olla toimintasäteen muutoksella talviolosuhteissa, mutta se on minimaalinen.

Myös sähköpostitse kommentoinut yritys totesi, että he odottavat on samanlaisia haasteita kuin kevyemmällä sähkökäyttöisillä ajoneuvoilla, eli toimintamatka on selkeästi pienempi, jolloin negatiivinen vaikutus tuottavaan ajoon on otettava huomioon.

Latauksessa itsessään ei juurikaan ole koettu ongelmia, vain yksi vastaaja toi ilmi ongelmia talviolosuhteissa tapahtuvassa latauksessa. Lisäksi latauksessa on huomioitava myös tiettyjä toimenpiteitä, mitä kuuluu tehdä kylmissä olosuhteissa. Nämä toimenpiteet liittyvät siihen, kuinka akku ottaa varausta vastaan. Kylmä akku ei ole optimaalinen latauksen kannalta, joten akkukennoston lämmitys tai lämmin ympäristö on talviolosuhteissa tärkeää.

Ei ongelmia mutta akkujen esilämmitys pitää hoitaa kunnialla kuntoon (Kyselyyn vastaaja).

Ammattiliikenteessä tehokkaan käytön aikaansaamiseksi akun esilämmitys on erittäin tärkeä ominaisuus ja mikäli mahdollista, autojen säilyttäminen sisällä lämpimässä hallissa lisää niiden käytettävyyttä jopa 20–30 %. (Sähköpostitse kommentoinut yritys.)

Ajoreitillä tapahtuvan välilataukseen 33,3 % vastaajista antoi myöntävän vastauksen. Lisäksi myös haastateltu yritys vastasi, että välilataus pitäisi tehdä, mutta yleinen latausinfra on vielä niin heikko, ettei siihen ole reitillä mahdollisuutta. Toinen auto ladataan tauolla ja toisen ajoa optimoidaan tarpeen vaatiessa. Latausinfrale on siis tarve, johon aiemmin luvussa 4.2 mainittu AFIR-säätely tuo tulevaisuudessa parannusta. Kyllä-vastauksen antaneet antoivat seuraavia vapaita kommentteja.

Ei aiheuta ajoreitiltä poikkeamista (Kyselyyn vastannut).

Yhden auton (runko) osalta tarvitaan välilataus. Matkalla olevassa xx-paikassa on mahdollisuus lataukseen eli poikkeama hyvin pieni ja samalla kuljettaja viettää tauon. (Kyselyyn vastannut).

Vastauksista voi päätellä, että mahdolliset välilataukset pyritään saamaan kuljettajan lakisääteisen tauon ajaksi, jolloin ajanhukka on minimaalinen. Toisaalta voidaan myös ajatella, että ajoreitit täytyy vielä nykyisin suunnitella siten, että niissä on tarvittaessa latausmahdollisuus matkan varrella, jos ajetaan pidempää matkaa.

Sähkökuorma-autojen päällirakenteet käyttävät myös ajoakun virtaa. Tällaisia ovat esimerkiksi perälauta jakoautoissa ja pakkaavissa jäteautoissa jätteen puristustoiminto. Yllättävästi tämän ei koettu juurikaan vaikuttavan toimintasäteeseen edes talvella. Kyselyyn vastanneista 66,7 % ilmoitti, että vaikutusta ajoneuvon toimintasäteeseen ei ole ja loputkin vastasivat, että vaikutus toimintasäteeseen on vain 1–50 kilometrin välillä. Haastateltu yritys kertoi myös, että päällirakenteiden käytön vaikutus on yllättävän vähäinen toimintasäteeseen. He ovat huomanneet, että yli kuudenkymmenen kilometrin tuntinopeus vaikuttaa kyllä huomattavasti toimintasäteen pienenemiseen. Noissa nopeuksissa ilmanvastus kasvaa radikaalisti verrattuna pienempään nopeuteen. Eli ennemminkin käytettävät nopeudet vaikuttavat akunkestoon, kuin päällirakenteiden käyttö.

Kysymykseen, voisiko muitakin yrityksen muitakin ajoja hoitaa tuottavasti, jos puhutaan talviolosuhteista, tuli vastauksissa hajontaa. Kysymys ei ollut pakollinen vastattava, koska usein päätös mitä ajoja autolla ajetaan, eivät ole yhden ihmisen päätettävissä, jos puhutaan isommasta yrityksestä. Vastauksia kysymykseen tuli viisi kappaletta, joista kolme ilmoitti kyllä-vastauksen, ja kaksi vastaaja valitsi Ei-vaihtoehdon. Haastateltu yritys totesi myös vaihtoehdoksi kyllä-vastauksen. Vastausten hajonnasta voidaan päätellä, että aivan kaikkiin ajosuoritteisiin ei sähkökuorma-auto ole vielä paras ratkaisu. Lisäksi esimerkiksi seuraavan luvun vastauksista voidaan tehdä huomioita, että luotettavuuden puute voi olla syynä ei-vastaukseen. Joka tapauksessa aivan aukottomasti ei talviolosuhteissa luottoa sähkökuorma-autoihin vielä löydy.

7.3 Talviolosuhteiden aiheuttamat viat ja vauriot

Tässä osiossa kysyttiin, onko talvinen olosuhde aiheuttanut mitään vikoja, tai onko tällaisissa olosuhteissa sattunut mitään olosuhteista johtuvaa kalusto- vaurioita. Yleisesti voi todeta, että ehkä kaluston tavallista isompi hankinta- hinta tätä kautta ajoneuvon varovaisempi käyttö varmasti vaikuttavat osaltaan siihen, ettei vaurioita ole tapahtunut.

Yksikään vastaaja, eikä haastateltu yritys ole kohdannut talviolosuhteista joh- tuvia vaurioita. Myöskään talviolosuhteet itsessään eivät kenenkään vastaajan mielestä tuo lisähaasteita ajamiseen. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi lumen kertyminen akuston rakenteisiin ja komponentteihin. Koska vaurioita ei ole sat- tunut, niin siten ei ole ollut näistä johtuvia korjaamokäyntejäkään.

Ongelmia sähköjärjestelmän, ajoakun, tai niiden komponenttien kanssa oli ol- lut yhdellä vastaajalla. Vastaaja antoi seuraavanlaisia kommentteja.

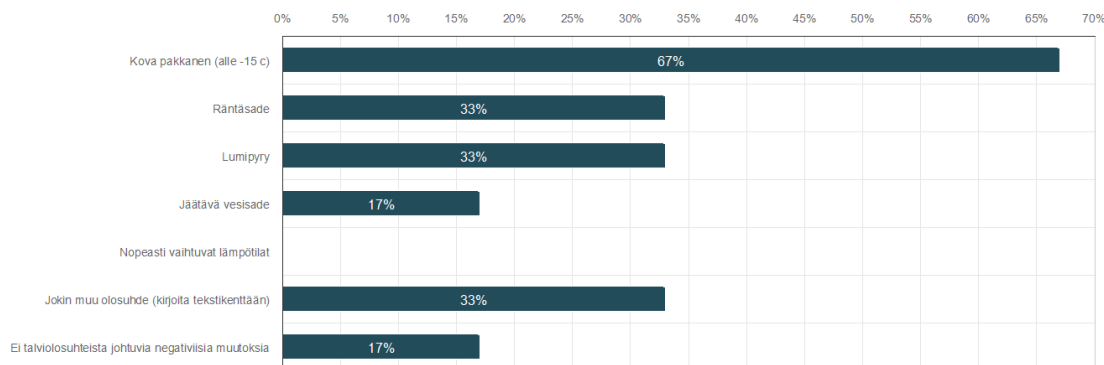
Pikkuakkujen(24V) laturi on kärehtänyt pari kertaa, ajoneuvon val- mistajan ohjeet ovat vaihtuneet.

Paikkakunnan ainoa sähkö kuorma-auto aiheuttaa sen, että kaikki "ongelmat" ovat uusia ja mystisiä... korjaaminen/ huoltaminen kestää (Kyselyyn vastaaja)

Vaikka sähkökäyttöisiä kuorma-autoja on ollut jo jonkin aikaa yleisesti saata- villa, eivät edellä mainitut kommentit tulleet yllätyksenä. Tekniikka kehittyi kui- tenkin koko ajan, jolloin välttämättä kaikki korjaamot eivät pysy ajan tasalla nopeasti kehittyvän tekniikan huoltamisessa ja korjaamisessa. Yleisesti voi kuitenkin todeta, että merkkikorjaamot ovat hyvin ajan tasalla ja tekniikka on luotettavaa, koska negatiivisia huomioita ei tullut tämän enempää.

7.4 Sääolosuhteiden vaikutukset

Talviolosuhteiden vaikutuksista kysyttäessä, pystyi vastaaja valitsemaan useita vaihtoehtoja, millä he ovat kokeneet olevan vaikutusta, lisäksi yhteen vaihtoehtoon pystyi laittamaan oman näkemyksensä, jos ei muut annetut vaih- toehdot olleet sopivia.



Kuva 10. Mitkä talviolosuhteet vaikuttavat negatiivisesti sähkökuorma-auton toimintaan

Vastaajista vain 17 % koki, että mikään talvinen olosuhde ei tuo negatiivisia muutoksia sähkökuorma-auton toimintaan. Kuten kuvasta 10 voi huomata, niin vaihtoehdot keräävät muuten suhteellisen tasaisesti vastauksia. Selvästi eniten kuitenkin 67 % osuudella tuo kova pakkasen eniten negatiivisia seikkoja sähkökuorma-auton toiminnasta esille. Kovan pakkasen rajaksi valikoitui -15 astetta, koska se on määritelty kovan pakkasen rajaksi maan eteläosissa (Ilmatieteen laitos s.a.). Maan eteläosan kovan pakkasen raja otettiin myös sen takia, että tiedossa oli autojen pääasiallinen sijainti siellä.

Rantäsade ja lumipyry valikoituvat myös molemmat 33 % vastausmäärällään vastaajien joukossa. Tämä oli ennakoitavissa, koska nämä olosuhteet kasvattavat huomattavasti vierintävastusta, mikä vaatii taas enemmän voimaa koneelta ja tätä kautta vie enemmän ajoakun virtaa. Lisäksi jokin muu-vastausvaihtoehto nousi samaan 33 % osuuteen. Tässä vaihtoehdossa tuli esille ilmiö, mikä ei liity pelkästään vain talveen, eli kova tuuli. Kovat tuulet kasvattavat ilmanvastusta. Ilmanvastuksen vaikutuksen toi haastateltu yritys esille aiemmin luvussa 7.2. Ilmanvastus kasvaa huomattavasti yli kuudenkymmenen kilometrin tuntinopeudella, niin mahdollinen kova vastatuuli lisää ilmanvastuksen vaikutusta radikaalisti, mikä vaikuttaa muun muassa kulutukseen negatiivisesti.

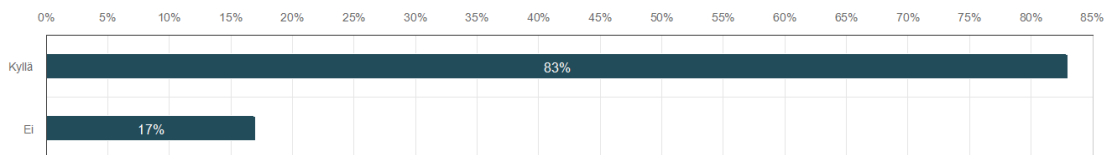
Yksi vastaaja koki jäätävän sateen vaikuttavan sekä myös yksi vastaaja koki, ettei talviolosuhteista johtuvia negatiivisia vaikutuksia ole ollenkaan. Haastateltu yritys vastasi myös, ettei heillä ole mitään varsinaisia negatiivisia kokemuksia erilaisten talviolosuhteiden vaikutuksista. Tässä voi olla osaltaan vai-

kutusta sillä, missä sähkökuorma-autolla ajetaan. Taajama-alueella keliolosuhteiden vaikutukset jäävät varmasti marginaaliseksi, koska ajonopeudet ovat pieniä ja autolla pysähdytään usein. Pidemmällä matkalla alkavat eri olosuhteiden vaikutukset näkymään selvemmin.

Lisäksi tiedusteltiin, onko sähkökuorma-auton valmistaja, tai autoja käyttävä yritys itse asettanut mitään pakkasrajoja käytölle. Näitä ei yksikään vastaaja tuonut esille. Eli luotettavuus myös äärimmäisissä lämpötilaolosuhteissa sähkökuorma-auton käytölle on tämän perusteella hyvällä tasolla. Valmistajat usein mainostavatkin talviolosuhteissa testauksia uusien mallien lanseerauksen yhteydessä, joten tälle yksimielisyydelle on olemassa perusteita.

7.5 Sähkökuorma-autojen lisähankinnat ja avoimet kysymykset

Lopussa kysyttiin mielipidettä sähkökuorma-autojen lisähankinnoista ja kaksi muuta avointa kysymystä. Avoimiin kysymyksiin vastaaminen oli vapaaehtoista.



Kuva 11. Ottaisiko kyselyyn vastaaja lisää sähkökuorma-autoja käyttöönsä

Lähes yksimielisesti kyselyyn vastaajat vastasivat kysymykseen, ottaisivatko he lisää sähkökuorma-autoja käyttöönsä, jos saisivat päättää. Kuten kuva 11 kertoo, niin 83 % vastaajista ottaisi niitä lisää. Lisäksi haastateltu yritys oli ehdottomasti sitä mieltä, että he hankkivat lisää sähkökuorma-autoja.

Ensimmäisessä avoimessa kysymyksessä tiedusteltiin positiivisia kokemuksia sähkökuorma-autoista. Tähän kysymykseen vastauksia tuli viisi kappaletta. Kommentit olivat muun muassa seuraavanlaisia.

Imago juttu (Kyselyyn vastannut).

Kuljettajat pitävät sähkökäyttöisistä kuorma-autoista, koska melutaso on pieni ja auton suorituskyky on hyvä. (Kyselyyn vastannut).

Näkyvyys mainoksena liikenteessä (Kyselyyn vastannut).

Teho ja vääntö heti käytettävissä. (Kyselyyn vastannut).

Samansuuntaisia kommentteja tuli myös haastatellulta yritykseltä. Yleisesti positiivisena jokaisella tuli esille alhainen melutaso ja auton suorituskyky. Suorituskyky ja sitä myötä käytettävyys ovat varmasti hyvällä tasolla, koska polttomoottorille ominaista viivettä voimantuotossa ei sähköllä toimivalla ajoneuvolla ole.

Kyselyn viimeisessä kysymyksessä vastaaja pystyi jättämään vapaan kommentin, jos jotain seikkaa ei tullut kyselyssä esille, mutta vastaaja haluaisi tuoda asian esille. Tähän saatiin neljä vastausta, joista muutamat sisälsivät pidempiä kommentointeja ja varsin mielenkiintoisia yksityiskohtia. Eräs kommentti kuului seuraavasti.

Range on nyky akkutekniikalla aika vaatimaton, jota pakkaneen ja maantienopeudet verottaa erityisesti (Kyselyyn vastannut).

Tämä on ollut jonkinasteinen kompastuskivi sähkökuorma-autojen yleistymisessä, yhdessä vaatimattoman latausinfraan kanssa. Sekä akkujen teknologia että latausinfra kehittyvät kiihtyvällä tahdilla, joten on odotettavissa, että tällaiset ongelmat ovat tulevaisuudessa vähäisempiä.

Myös kaksi eri virtajärjestelmää tuottavat omanlaisiaan haasteita, koska ajoakku on erillinen järjestelmä ja lisäksi autoissa on omat akkunsuunnitelmille kuin ajoon tarvittavalle virralle. Nämä aiheuttavat sen, että autoa pitää ladata useammalla kaapelilla.

Haasteena (ei pelkästään talvella) on ollut muiden kuin ajoakkujen lataaminen, koska ajoa tulee vähän. Yleisesti ottaen siis autojen täytyy olla kahden eri kaapelin latauksessa. (Kyselyyn vastannut.)

Koska normaalisti polttomoottori tuottaa latausvirtaa lisälaitteiden akustolle, muodostuu tämä ongelmaksi tietyissä tapauksissa sähkökuorma-autoissa, missä näin ei tapahdu.

Haasteena sähkökuorma-autoissa on myös eri lisälaitteiden samanaikainen käyttö. Esimerkiksi tavaratilan lämmittimen ja perälaudan käyttö ei onnistu samanaikaisesti, koska virta ei riitä. (Kyselyyn vastannut.)

Nämä ovat haasteita mitä pitää vielä tulevaisuudessa ottaa huomioon ja kyetä tuottamaan lisälaitteiden virtaa siten, että ajoakun kapasiteetti ei siitä huomattavissa määrin kärsi. Vastauksista voi päätellä, että kehitystä täytyy vielä tapahtua.

Vastauksissa tuotiin myös taloudellista puolta esille. Hankintahinnan kalleus ja sitä kautta kalliit laskennalliset kilometrit tuotiin esille. Kannattavaa yritystoimintaa ajatellen nämä ovat tärkeitä lukuja. Kaluston hankintahinta on kuitenkin vielä niin paljon korkeampi, kuin perinteisen polttomoottorikaluston.

Kalusto on kallista ja sen ajattaminen yhdessä vuorossa on suhteettoman kallista. (Kyselyyn vastaaja).

Edellä mainitun kommentin yhdessä vuorossa ajaminen liittyy siihen, ettei työvuorojen välissä ehdi lataamaan akustoa tarpeeksi, että virta riittäisi myös toiseen työvuoroon päivässä. Lisäksi tähän vaikuttaa myös edelleen latausinfraheikko kattavuus, mikä on suuri este sähkökuorma-autojen yleistymiselle. Talvi vaikuttaa tähän myös, koska lämmitys nostaa kulutusta, joka taas pienentää toimintasädetä.

Auto toimii ok talvella, mutta energiankulutus nousee merkittävästi ilmalämpöpumpun käytön vuoksi. Se vähentää ajosuoritemäärää ja pois sulkee auton käyttämistä esim. paikkausajossa. Akusto ei kestä kahta 8 h vuoroa ja pikalatausinfra on vaikeasti saatavilla. Vuorovaihtoväli on alle tunti, jonka aikana akusto tulisi saada ladata lähes täyteen ja se vaatii kykyä latauskapasiteetilta, mutta myös autolta. (Kyselyyn vastannut.)

Akkukapasiteetin lisäys koettiin myös tärkeänä, että käytettävyys paranee. Lisäksi esille nousi myös tulevaisuus sähkökuorma-autojen kanssa, kuten akuston mahdollinen uusimistarve ja kuinka ne kestävät.

Isona kysymysmerkkinä on myös akuston kestävyys ja uusimistarve. Akusto muodostaa noin kolmanneksen auton hankintahinnasta, joka on jo lähtökohtaisesti polttomoottoriajoneuvoihin nähden 2–2,5 kertainen. (Kyselyyn vastannut.)

Aiemmin luvussa 7.2 mainittiin myös haastatellun yrityksen toimesta, että yli kuudenkymmenen kilometrin tuntinopeudet alkavat näkymään selvästi virran- kulutuksessa kasvaneen ilmanvastuksen vuoksi. Näitä kommentteja tuli esille myös avoimien kysymysten kautta.

Kalusto ei sovellu myöskään ajoreiteille, jossa siirtymä varikolta keräysalueelle on pitkä, koska maantieajo kuluttaa merkittävän määrän energiaa akustosta. (Kyselyyn vastannut)

Kaiken kaikkiaan vastaajajoukko pienuudestaan huolimatta tarjosi paljon hyvää informaatiota ja avoimien kysymysten avulla saatiin myös sellaista tietoa, mitä kysymyksillä ei välttämättä huomattu tiedustella.

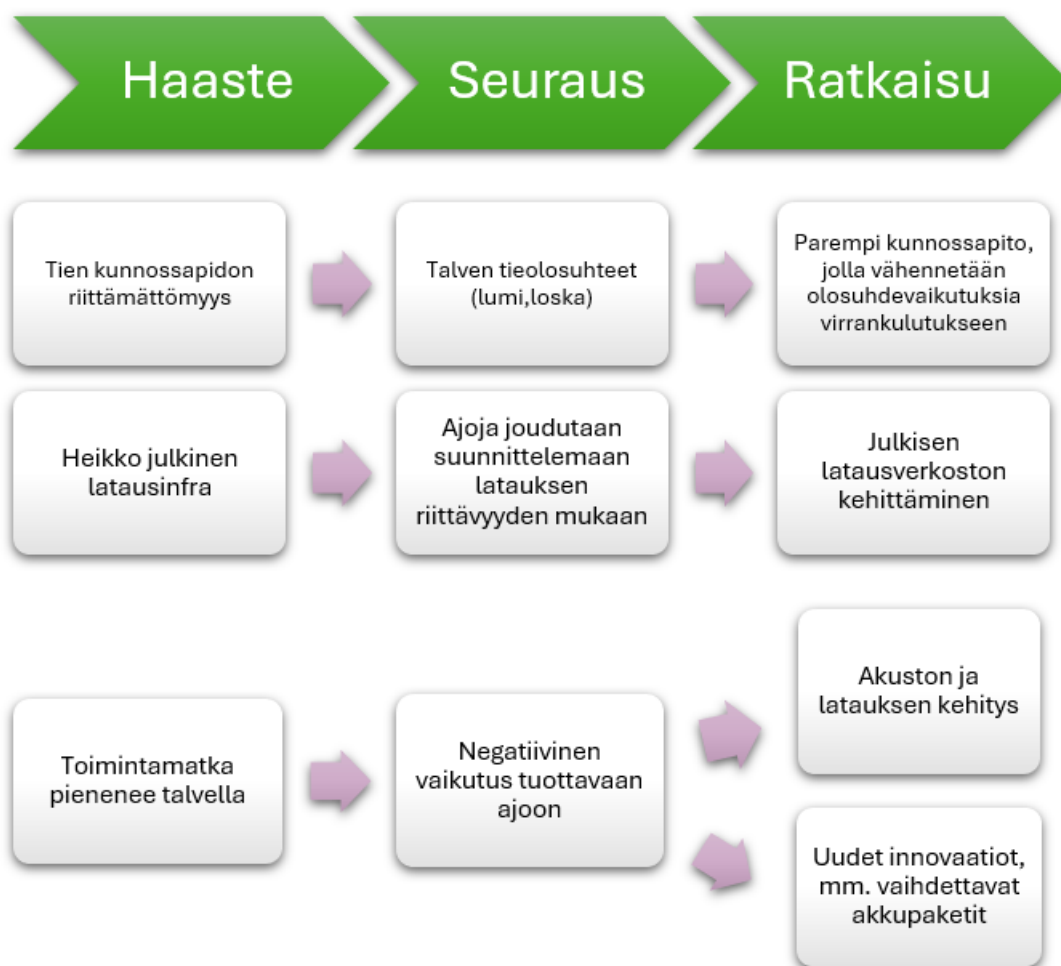
8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää vastauksia kahteen päätutkimuskysymykseen. Voiko sähkökuorma-autoa käyttää tuottavasti pohjoisissa talviolosuhteissa? Miten paljon talviolosuhteet vaikuttavat käytettävyyteen ja sähköjärjestelmän komponentteihin? Koska aiheesta ei vielä juurikaan ollut saatavilla riippumatonta tutkimustietoa, ei tässä tutkimuksessa haluttu pureutua mihinkään kovin eksaktiin teemaan. Tarkastelu haluttiin pitää yleisemmällä tasolla, jolloin vastausjoukosta pystyttiin seulomaan erilaisia teemoja, mitkä nousivat esille.

Yleisesti puhuttaessa sähkökuorma-autoista voidaan todeta, että kyseiset ajoneuvot ovat Suomessa vasta yleistymässä pikkuhiljaa. Ajoneuvojen keski-ikä

on todella matala ja myös tämän takia ei kaikkia sähkökuorma-autojen ominaisuuksia ja vikaantuvia komponentteja ole vielä tullut ilmi. Kuten eräs avoimeen kysymykseen vastannut totesi, että on vielä hämärän peitossa, miten ajoakus-
tot tulevat kestäämään pidemmällä aikavälillä.

Kuvassa 12 on koostettu haasteita, jotka nousivat kyselyssä esille. Nämä kohdat ovat sellaisia, joihin ei pelkästään sähkökuorma-autojen käyttäjä voi vaikuttaa, vaan niissä vaadittaisiin muitakin osapuolia vastaamaan haasteisiin. Kyseiset seikat nousivat eri vastauksissa ja vastauskohdissa selkeimmin esiin ja kuvasta voikin havaita, että nämä olisivat verraten helposti ratkaistavissa. Seuraavissa luvuissa näihin haasteisiin poraudutaan tarkemmin.



Kuva 12. Kyselyssä esille nousseita haasteita

Tiedossa olevat ongelmat ennen tutkimusta liittyivät julkisen latausinfrastruktuurin vähyyteen ja tämä asia kyselyssä tuotiin esille myös vastaajien toi-

mesta. Latausinfraalle olemassa olevat EU-säädökset pitäisivät tuoda parannusta tähän suhteellisen nopealla aikataululla, mutta todellinen lopputulos jää nähtäväksi. Lisäksi kylmät ilmasto-olosuhteet ja mahdolliset tienhoidosta johtuvat haasteet vaikuttavat negatiivisesti toimintasäteeseen.

8.1 Sähkökuorma-auto talviolosuhteissa

Kyselyn vastauksissa ei tullut varsinaista yhtä teemaa esille, mikä rajoittaisi huomattavasti tuottavaa ajoa sähkökuorma-autolla talviolosuhteissa. Tuottavalla ajolla tarkoitetaan kaikkea sitä ajoa, mistä yritys saa tuloja. Tämä näkökohta on tärkeä siksi, että tutkimuksella haluttiin selvittää osaltaan, tuleeko ilmi sellaisia seikkoja, mitkä muihin käyttövoimiin verraten olisivat rajoittavia tekijöitä.

Yleisesti kolmannes kyselyyn vastanneista koki, että talviolosuhteissa tapahtuva toimintasäteen pienentyminen vaikutti negatiivisesti ajoneuvon tuottavuuteen. Vaikka sähkökuorma-autoja on rekisteröity vielä verrattain vähän, ovat niiden käyttötarkoitukset hyvin erilaisia. Ajoneuvoja käytetään alkaen jätteenkeräilystä ja kappaletavaranjakelusta, ulottuen toisessa päässä täysimittaisilla ajoneuvoyhdistelmillä suoritettaviin runkoliikennekuljetuksiin asti. Variaatioita ajoneuvoissa on niin paljon, että väistämättä jollain suoritealalla tulee negatiivisia kokemuksia toimintasäteen pienentymisen takia. Tähän kun yhdistetään heikolla tasolla oleva latausinfra, niin negatiivinen vaikutus talvella on varma.

Juuri julkisen latausinfran heikko saatavuus oli seikka mikä nousi useamassa eri kohdassa esille. Latauksen hitaus oli myös tähän liittyen seikka, mihin vastaajilta tuli kommentteja. Tämä ongelma korostuu silloin, kun sähkökuorma-autolla ajetaan kahdessa vuorossa. Vuoronvaihto kestää normaalia pidempään, koska lataus kestää perinteistä polttomoottorin tankkausta kauemmin. Latausasemat kehittyvät jatkuvasti sekä määrällisesti että latausominaisuuksiltaan. Voidaan odottaa, että tulevaisuudessa tämä ongelma ei ole niin merkittävässä roolissa.

Luvussa 5.2 mainittu kiinalaisen valmistajan innovoima akkupaketin vaihtojärjestelmä voisi toimia käänteentekijänä, jos se todetaan toimivaksi ja käyttövar-

maksi. Jos näin käy, tulee se varmasti eurooppalaistenkin valmistajien käyttöön. Tällä tavalla saataisiin myös ratkaistua ongelmat toimintasäteen riittävyyden ja latauksen keston kanssa varsinkin lähijakeluliikenteessä sekä kahdessa vuorossa ajaessa.

8.2 Käytettävyys talviolosuhteissa

Talviolosuhteiden käytettävyys sähkökuorma-autoissa on kyselyn perusteella hyvällä tasolla. Yksi sähköpostitse kommentoinut sekä kyselyyn vastaajat korostivat avoimissa kysymyksissä esivalmistelun tärkeyttä latauksen osalta. Akkujen esilämmitystoiminnon käyttäminen, tai auton säilyttäminen lämpimässä ovat tärkeitä huomioita, kun akkujen varaus pyritään saamaan täyteen. Ajoneuvon perehdytysvaiheessakin täytyy olla tarkkana edellä mainittujen asioiden suhteen, että kuljettaja tietää käyttää kaikkia ominaisuuksia, mitä lataus vaatii.

Ajamisen kannalta oli lähes pelkästään positiivisia huomioita. Voimansiirron viiveettömyys ja voimantuotto koettiin talviolosuhteisiin sopiviksi. Viiveettömyys helpottaa liikkeellelähtöä liukkaalla, koska kuljettaja voi säätää käytännössä portaattomasti vääntöä.

8.3 Negatiivisesti vaikuttavat talviolosuhteet

Varsinaiset talven ilmastolliset olosuhteet tuovat eniten haasteita ja nämä vaikuttavat eniten kulutukseen. Jokainen kyselyyn vastaaja oli todennut usean eri talvisen olosuhteen vaikuttavan negatiivisesti. Näistä useimmin valittuna vastauksena on kova pakkanen, joka vaikuttaa eniten toimintasäteeseen, koska akkujen kapasiteettia joudutaan käyttämään lämmittämiseen huomattavissa määrin. Pakkanen toki vaikuttaa myös siihen, kuinka hyvin ajoneuvo rullaa. Samat ongelmat ovat todettavissa muillakin käyttövoimilla kulutuksen nousun suhteen, joten tämä voi olla sellainen asia mihin ei juurikaan voida vaikuttaa.

Huomionarvoista on tässä tapauksessa myös se, että lähes kaikkien kyselyyn vastanneiden ajoneuvot sijaitsevat eteläisessä Suomessa, joten pohjoisemman Suomen vielä ankarammat pakkasjaksot ja niiden vaikutukset eivät ole todennettavissa.

Lumipyry, räntäsade ja kova tuuli olivat myös vastausten joukossa. Sade ker-tyessään tienpintaan vaikuttaa huomattavasti siihen, kuinka auto rullaa. Kun tiellä on paljon lunta, niin se vaikuttaa huomattavasti kulutukseen. Tuuli lisää ilmanvastuksen vaikutusta. Ilmanvastus on jo itsessään suurin kulutuksen nousun aiheuttaja, kun puhutaan maantienopeuksista.

Millä tavoin voidaan näitä asioita parantaa? Yksin käyttäjä tai valmistajakaan ei kaikkeen voi suoraan vaikuttaa. Tienpinnan vaikutuksia voidaan vähentää tien kunnossapidolla, jolloin ei väylille kerry lunta tai loskaa. Rengasvalmistajat kehittävät koko ajan vierintävastukseltaan pienempiä renkaita ja autonvalmis-tajat kehittävät muun muassa autojen aerodynamiikkaa, joka vähentää esi-merkiksi tuulen vaikutusta. Yksin näistä ei mikään välttämättä ole ratkaiseva, mutta yhdessä nämä tekijät muodostavat ison osan siitä, miten negatiivisia vaikutuksia voidaan vähentää.

8.4 Talviolosuhteiden aiheuttamat viat

Yksikään vastaaja ei tuonut esille varsinaisesti talviolosuhteista aiheutuneita vikoja. Tämä tarkoittaa sitä, että sähkökuorma-autojen tekniikassa ei ylipää-tään ole niin sanottuja lastentauteja, eli tekniikka sinänsä perusvarmaa ja siinä ei ole suunnitteluvirheitä. Nämä voivat toki tavallaan peittyä siten, että huolto toimii niin mutkattomasti, että kaikkia vikoja ei edes tule yritysten tietoon, kun korjaukset eivät aiheuta mitään viiveitä ajoihin. Korjaamojen laadussakin voi olla alueellisia eroja. Yksi vastaaja kertoi, että paikallisella merkkihuollolla ei välttämättä ole aina tarvittavaa tieto/taitoa. Tämä voisi olla kuitenkin erillisen tutkimuksen paikka, kuinka korjaamot saavat sähkökuorma-autojen viat korjat-tua.

Toisaalta voidaan myös päätellä, että kuljettajatkin ajavat ajoneuvoilla huolelli-sesti ja varovaisuutta noudattaen. Talvella kuitenkin on mahdollista, että esi-merkiksi jääpaakut voivat iskeä alustan rakenteisiin, missä akut yleensä sijait-sevat. Mitään tällaisia asioita ei kyselyssä tullut esille. Kuljettajatkin varmasti tiedostavat, että heillä on vielä paljon normaalia arvokkaampi ajoneuvo ajetta-vana, niin varovaisuus tulee myös alitajuisesti. Myös ajoneuvoon perehdytys on omalta osaltaan tärkeä.

9 POHDINTA

Vaikka vastaajajoukko oli pieni, niin tutkimuksella saatiin vastauksia kysymyksiin. Kyselyn kysymykset oli suunniteltu siten, että niissä ei pyritty menemään kovin tarkkoihin yksityiskohtiin. Rakenne oli toimiva, koska sillä saatiin esille asioita, mitkä nousevat esille talviolosuhteissa. Kysymysten yleisluontoisuus mahdollisti myös vastaajien vastaukset, vaikka heillä ei olisi sähkökuorma-autojen tekniikasta kovin tarkkaa tuntemusta. Myös muutamat avoimet kysymykset auttoivat saamaan tarkempaa kuvaa tutkimukseen sekä tuomaan myös vastaajien omia mielipiteitä tarkemmin esille.

Tutkimus tällä tavoin toteutettuna oli riskialtis, koska potentiaalinen vastaajajoukko ei lähtökohtaisesti ole iso. Tätä taustaa vasten noin 35 % vastausprosentti oli huomattavan hyvä. Tämä kertoo, että vastaajillakin on motivaatiota kertoa mahdollisista haasteista ja omista kokemuksistaan. Jotkut kyselyyn vastaajista myös oma-aloitteisesti vastasivat sähköpostiin ja tarjosivat mahdollisuutta kysyä mitä tahansa lisätietoa heillä käytössään olevista sähkökuorma-autoista. Tämä osaltaan kertoo, että yrityksillä on halu jakaa ja ehkä myös saada tietoa sähkökuorma-autojen käytöstä. Näitä saatuja tietoja käytettiin soveltuvilta osin tässä tutkimuksessa.

Yksittäisinä isompina asioina esille nousivat Suomen todella heikko latausinfrastruktuuri ja talvelle ominaisten keliolosuhteiden vaikutus ja sen torjunta. Molemmat vaativat kenties myös joidenkin isompien liittojen kannanottoa, että näihin voitaisiin vaikuttaa. Yksittäisten yritysten vaikutusmahdollisuus näihin asioihin on pieni. Kun nämä asiat saadaan paremmalle mallille, on sähkökuorma-autoille ylipäätään paremmat edellytykset toimia.

Hieman yllättäen kyselystä tuli ilmi, etteivät talviolosuhteet ole aiheuttaneet mitään isompia vikoja sähköjärjestelmään ja ajoakkuihin tai niiden yksittäisiin komponentteihin. Tämä on tietenkin todettava vain positiivisena asiana käyttäjien kannalta. Polttomoottoriajoneuvoissa on nykyisin esimerkiksi todella paljon päästöjen vähennykseen liittyviä laiteongelmia talvella, niin olisi ollut oletettavissa jollain tasolla olevan sähkökuorma-autoissakin jotain yksittäisiä ongelmia, mitkä olisivat nousseet laajemmin esille. Näin ei kuitenkaan ole. Toki

sähkökuorma-autoissa ei olekaan tarvetta esimerkiksi päästöjä vähennyslaitteille.

Lisätutkimukselle sähkökuorma-autoissa on varmasti potentiaalia. Kun käyttäjäjoukko kasvaa voi tutkimusta suorittaa laajemmin. Kunhan kyseisiä ajoneuvoja saadaan pohjoisempaan Suomeen, voidaan myös keliolosuhteiden vaikutusta tutkia vielä paremmin ja kokemuksia on mahdollista saada vielä erilaisemmista olosuhteista. Tämän tutkimuksen vastaajajoukko ja heidän sähkökuorma-autonsa sijoittuvat käytännössä kokonaan eteläisempään Suomeen. Myös esimerkiksi akuston kestävyydestä olisi kannattavaa tehdä tulevaisuudessa tutkimusta. Tällä hetkellä kalusto on vielä niin uutta, että kestävyysasioihin on lähes mahdoton ottaa kantaa.

9.1 Luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen luotettavuutta on aina pyrittävä arvioimaan, koska lähtökohtaisesti tutkimus ei saa sisältää virheitä. Luotettavuutta ei voida mitata millään yksittäisellä mittarilla, vaan on aina pyrittävä katsomaan kokonaisuutta. Tämä tutkimus käsitti määrällisesti pienen joukon tutkintaa laadullisin menetelmin. Sarajarvi & Tuomen (2018, luku 7) mukaan laadullinen tutkimus perustuukin määrän sijasta laatuun ja pyrkimyksenä on ymmärtää ilmiöitä juuri tutkittavien näkökulmasta. Tutkimuksen laadullinen tekotapa lisää luotettavuutta juuri tämän seikan takia.

Määrällisen tutkimuksen tekeminen näin pieneen joukkoon ei olisi ollut millään tapaa soveliasta. Pieni vastaajajoukko voi aiheuttaa tutkimuksen luotettavuuteen epäilyksiä. Vastaukset kyselyyn kuitenkin olivat pääosin samansuuntaisia ja myös avoimien kysymysten vastauksissa oli samankaltaisuutta, joten näistä voi päätellä, että vastaajat olivat tosissaan vastauksissaan, eikä tahallista vääristelyä voi olettaa esiintyvän.

Lähteet tutkimukseen tulivat suurelta osin virallisilta tahoilta, koska lait ja säädökset määrittelevät perustan sähkökuorma-autojen käytölle. Lisäksi käytettiin muun muassa valmistajien antamia tietoja, jotka voidaan katsoa myös luotettaviksi, koska niissä annetut lukuarvot esimerkiksi toimintasäteestä perustuvat

lakien määrittelemiin menetelmiin. Lähteet on myös julkaistu aivan viime aikoina, joten tieto ei ole vanhentunutta. Tosin pitää myös ottaa huomioon, kuinka nopeasti kehitystä tapahtuu, eli jo muutaman vuoden kuluttua tämä tutkimus ei välttämättä ole enää relevantti kaikilta tiedoiltaan.

Kysely aineiston saamiseksi suoritettiin täysin anonymisti. Aineiston keräystapaa on kuvailtu luvuissa 5 ja 5.1. Tutkimuksessa kerrotuista tuloksista ei voi päätellä vastaajien edustamia yrityksiä. Muutamissa avoimissa vastauksissa olleita paikannimiä tai muita tunnistusta helpottavia sanoja on poistettu tutkijan toimesta, että täydellinen anonymiteetti säilyy. Näillä poistetuilla sanoilla ei ole vaikutusta tutkimuksen luotettavuuteen, tai lopputulokseen.

Kyselyn saaneet vastaanottajat määräytyivät täysin sen perusteella, kenen yhteystiedot olivat mahdolliset saada. Näin rajatun joukon ollessa kyseessä, ei vastaajia ollut kannattavaa valikoida. Positiivista oli kuitenkin se, että vastaajissa oli hyvin erikokoisia yrityksiä ja joilla oli eri määriä ajoneuvoja. Tällä tavalla ei vastaajajoukko ollut yksipuolinen, vaan vastauksia saatiin monesta eri lähtökohdasta ja näkökulmasta.

Eettisyyttä ja sen oikeellisuutta voidaan arvioida eri lähtökohdista. Mahdolliset väärinkäytökset eettisestä näkökulmasta tulee arvioida tarkkaan. Nykyisin mahdollisuus käyttää tekoälyä väriin tarkoituksiin ja tätä kautta myös muiden tutkimusten plagiointi ovat huomioon otettavia seikkoja. (Hakala 2024, laadullisen tutkimuksen luotettavuudesta ja eettisyydestä.) Tämä tutkimus on eettiseltä kannalta katsottuna hyvinkin luotettava, koska mahdollisuutta plagiointiin ei käytännössä ole. Aiempaa tutkimustietoa on hyvin minimaalisesti. Tekoälyn käyttöä on kokeiltu koemielessä tutkimusta tehdessä, mutta tekoäly kykeni vain referoimaan valmistajien internetsivuja. Niiden käyttö tutkimuksessa ei olisi tuonut mitään lisäarvoa, koska materiaali ei olisi ollut puolueetonta.

Eettisyyttä voidaan arvioida myös hyvän tieteellisen käytännön kannalta, jossa vastuu on myös tutkijalla itsellään muiden tutkimuksen tarkastelijoiden lisäksi. Vastoin hyvää tieteellistä käytäntöä on muun muassa harhaanjohtava raportointi ja tulosten puutteellinen säilyttäminen. (Sarajärvi & Tuomi 2018, luku 5.3.) Tutkimustulosten tarkka läpikäyminen on ehkäissyt tässä tutkimuksessa sen, että lukija voi olla varma, ettei olennaisia asioita ole jätetty tahallaan pois.

Vastausten säilyttäminen on toteutettu siten, että muilla kuin tutkijalla ei ole pääsyä kyselyn vastauksiin ja kyselyyn liittyviin sähköposteihin sekä haastattelun tallenteeseen. Pääsy on suojattu henkilökohtaisilla tunnistustiedoilla ja salasanoilla, jotka ovat ainoastaan tutkijalla. Vastaukset poistetaan kokonaan, kun tutkimus on valmis.

LÄHTEET

Akut ja lataus. s.a. Volvo trucks. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/trucks/electric/faq/faq-batteries-charging.html#accordion-53c9f9fcc0-item-99a7ece75c> [viitattu 3.2.2025].

Breakthrough: Volvo to launch electric truck with 600 km range. 2024. AB Volvo. WWW-dokumentti. Julkaistu: 3.9.2024. Saatavissa: <https://www.volvogroup.com/en/news-and-media/news/2024/sep/breakthrough--volvo-to-launch-electric-truck-with-600-km-range.html> [viitattu 13.2.2025].

DeepWay is Now Coming, Leading the Future is No Longer a Dream. 2023. Chinatrucks.org. WWW-dokumentti. Julkaistu 20.4.2023. Saatavissa: https://www.chinatrucks.org/news/2023/0420/article_10425.html [viitattu 13.2.2025].

DeepWay permitted to conduct cross-provincial autonomous heavy-duty truck pilot operations. 2024. Shanghai Metals Market. WWW-dokumentti. Julkaistu 8.3.2024. Saatavissa: <https://news.metal.com/newscontent/102654027/deepway-permitted-to-conduct-cross-provincial-autonomous-heavy-duty-truck-pilot-operations> [viitattu 13.2.2025].

Deepway starts building new truck plant in Huzhou. 2025. JustAuto. WWW-dokumentti. Julkaistu 12.2.2025. Saatavissa: <https://www.just-auto.com/news/deepway-starts-building-new-truck-plant-in-huzhou/?cf-view> [viitattu 13.2.2025].

Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T. 2025. Väylävirasto. WWW-dokumentti. Päivitetty 7.1.2025. Saatavissa: <https://vayla.fi/vaylista/liikennejarjestelma/tent> [viitattu 27.1.2025].

Euroopan vihreän kehityksen ohjelma: uusi kunnianhimoinen laki, jonka tavoitteena on taata riittävä vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuuri. 2023. Euroopan komissio. WWW-dokumentti. Julkaistu 28.3.2023. Saatavissa: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/ip_23_1867 [viitattu 6.2.2025].

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/62/EY.

Euro 7: Council adopts new rules on emission limits for cars, vans and trucks. 2024. Council of the EU. WWW-dokumentti. Julkaistu 12.4.2024. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/04/12/euro-7-council-adopts-new-rules-on-emission-limits-for-cars-vans-and-trucks/> [viitattu 29.1.2025].

Figenbaum, E., Hovi, I., Pinchasik, D. & Thorne, R. 2019. Experiences from Battery-Electric Truck Users in Norway. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://doi.org/10.3390/wevj11010005> [viitattu 7.5.2025].

Hakala, J. 2024. Laadullisen tutkimuksen ABC. Gaudeamus. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.231231?sid=5004077018> [viitattu 23.4.2025].

Huikko, K., Peltola, V., Viikuna, J. 2021. Laki ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista ("laki puhtaista ajoneuvoista"). Kuntaliitto. WWW-dokumentti. Julkaistu 29.9.2021. Saatavissa: <https://www.kuntaliitto.fi/yleiskirjeet/2021/laki-ajoneuvo-ja-liikennepalveluhankintojen-ymparisto-ja> [viitattu 4.2.2025].

Ilmatieteen laitos. s.a. Kovat pakkaset ja talven kylmimmät. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kovat-pakkaset-ja-kylmimmat-talvet> [viitattu 14.4.2025].

Infografiikka – 55-valmiuspaketti: kohti kestävämpää liikennettä. 2023. Euroopan unioni. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/fi/infographics/fit-for-55-afir-alternative-fuels-infrastructure-regulation/> [viitattu 27.1.2025].

Jyväskylän yliopisto. s.a. Laadullinen tutkimus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://sites.app.jyu.fi/mehu/fi/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus> [viitattu 17.2.2025].

Kierrätä autosi. s.a. Suomen Autokierrätys. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://autokierratys.fi/kierratysohje/> [viitattu 29.1.2025].

Kuljetuskaluston ja työkoneiden ympäristökriteerit. 2024. Väylävirasto. WWW-dokumentti. Päivitetty 15.11.2024. Saatavissa: <https://vayla.fi/ymparisto/kuljetuskaluston-ja-tyokoneiden-ymparistokriteerit> [viitattu 29.1.2025].

Kyselylomakkeen laatiminen. s.a. Tietoarkisto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/kyselylomake/laatiminen/> [viitattu 9.4.2025].

Laki ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista 15.7.2021/740.

Laki vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivan ajoneuvon hankinnan sekä ajoneuvon vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivaksi muuntamisen määräaikaista tukemisesta 22.12.2021/1289.

Lassila & Tikanoja. 2022. L&T:n Lahden yksiköstä löytyy Suomen ensimmäinen sähköinen jäteauto. WWW-dokumentti. Julkaistu 10.11.2022. Saatavissa: <https://lassikko.lt.fi/ltn-lahden-yksikosta-loytyy-suomen-ensimmainen-sahkoisen-jateauto> [viitattu 20.1.2025].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2023. Raskaan liikenteen ajoneuvojen latausinfra – tarveselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2023:1. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-917-8> [viitattu 27.1.2025].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2024. TEN-T-kartat. PDF-dokumentti. Julkaistu 10.4.2024. Saatavissa: <https://lvm.fi/o/yja-generic-portlet/yja-api/vahva/documents/6533547> [viitattu 3.2.2025].

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2025. Suomalaisyrityksille 5,3 miljoonaa euroa EU-rahoitusta jakeluinfran rakentamiseen. WWW-dokumentti. Julkaistu

10.2.2025. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410829/suomalaisyrityksille-5-3-miljoonaa-euroa-eu-rahoitusta-jakeluinfran-rakentamiseen> [viitattu 19.2.2025].

Low-emission zone in Berlin. 2024. The German Emissions Sticker. WWW-dokumentti. Päivitetty 18.10.2024. Saatavissa: <https://www.germanemissionssticker.com/low-emission-zone-in-berlin/> [viitattu 31.1.2025].

Overview of low-emission zones. 2024. The German Emissions Sticker. WWW-dokumentti. Päivitetty 1.3.2024. Saatavissa: <https://www.germanemissionssticker.com/zones/> [viitattu 31.1.2025].

Pakokaasupäästöjä koskevat normit EU:ssa. s.a. Autotuoajat ja -teollisuus ry. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.autotuoajat.fi/uutishuone/autolan-termistoa/euro-paastoluokat> [viitattu 29.1.2025].

Palta. 2020. Tuore selvitys: Liikenteen ja logistiikan päästöjen puolitus vuoteen 2030 mennessä on mahdollista – tehokkaita toimia tarvitaan välittömästi. WWW-dokumentti. Julkaistu 16.6.2020. Saatavissa: <https://www.palta.fi/tiedotteet/tuore-selvitys-liikenteen-ja-logistiikan-paastojen-puolitus-vuoteen-2030-menessa-on-mahdollista-tehokkaita-toimia-tarvitaan-valittomasti/> [viitattu 27.1.2025].

Posti. 2023. Posti siirtyi sähköön myös rekkakuljetuksissa – ensimmäinen sähköinen ajoneuvoyhdistelmien vetäjä käyttöön. WWW-dokumentti. Julkaistu 11.5.2023. Saatavissa: <https://www.posti.com/posti-siirtyi-sahkoon-myo-rekkakuljetuksissa--ensimmainen-sahkoinen-ajoneuvoyhdistelmien-vetaja-kayttoon> [viitattu 20.1.2025].

Puhdas ja kestävä liikkuminen. 2025. Eurooppa-neuvosto. WWW-dokumentti. Päivitetty 31.1.2025. Saatavissa: <https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/clean-and-sustainable-mobility/> [viitattu 6.2.2025].

Puusa, A. & Juuti, P. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Gaudeamus. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.225650?sid=4934238263> [viitattu 18.2.2025].

Raskaan liikenteen erityisasiat. 2025. Traficom. WWW-dokumentti. Päivitetty 20.1.2025. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/raskaan-liikenteen-erityisasiat> [viitattu 29.1.2025].

Revision of the Eurovignette Directive. 2022. European Parliament. PDF-dokumentti. Julkaistu 10.5.2022. Saatavissa: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/614625/EPRS_BRI\(2017\)614625_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/614625/EPRS_BRI(2017)614625_EN.pdf) [viitattu 10.2.2025].

Sarajärvi, A., Tuomi, J. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Tammi. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.227168?sid=5004116111> [viitattu 23.4.2025].

Scania. s.a. Sähkökuorma-autojen kantama – optimoitu vai maksimoitu? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.scania.com/fi/fi/BEV.html#accordion-3e40258737-item-443cf25d7a> [viitattu 27.1.2025].

Scania Charging Access. s.a. Scania. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.scania.com/fi/fi/home/products/attributes/electrification/charging/scania-charging-access.html> [viitattu 3.2.2025].

Suvanto Export. s.a. Wetteri Trucks. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://wetteritrucks.fi/myydaan/suvanto-export/> [viitattu 29.1.2025].

Sähköautoileva motoristi. 2023. Vihjeitä uudelle sähköautoilijalle ensimmäiseen talveen varautumiseksi. Blogi. Julkaistu 26.10.2023. Saatavissa: <https://www.autotie.fi/tien-sivusta/sahkoautoileva-motoristi/vihjeita-uu-delle-sahkoautoilijalle-talveen> [viitattu 14.2.2025].

Tanninen, J. 2023. Raskaan sähköisen liikenteen latausasema avattiin Tampereen Viinikassa. YLE. WWW-dokumentti. Julkaistu 14.11.2023. Saatavissa: <https://yle.fi/a/74-20060245> [viitattu 31.1.2025].

Tapaninen, U. 2018. Logistiikka ja liikennejärjestelmät. Gaudeamus. E-kirja. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 27.1.2025].

TEN-T-verkon asetus ja vaatimukset maantieverkolla. 2024. Traficom. WWW-dokumentti. Päivitetty 27.1.2025. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilas-tot/ten-t-verkon-asetus-ja-vaatimukset-maantieverkolla> [viitattu 3.2.2025].

Tieliikennelaki 10.8.2018/729.

Trafikförordning 1998:1276.

Uutena ensirekisteröidyt ja käytettynä maahantuodut kuorma-autot – käyttövoimajakauma. 2025. Traficom. WWW-dokumentti. Päivitetty 28.2.2025. Saatavissa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/uutena-ensirekisteroidyt-ja-kaytettyna-maahantuodut-kuorma-autot-kayttovoimajakauma?toggle=L%C3%A4hteet%20ja%20lis%C3%A4tiedot> [viitattu 17.3.2025].

Vehicle Energy Consumption calculation TOol – VECTO. s.a. Euroopan komissio. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/vehicle-energy-consumption-calculation-tool-vec-to_en [viitattu 10.2.2025].

Volvo. s.a. Syitä valita sähkökuorma-auto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/trucks/electric/why-electric-trucks.html> [viitattu 27.1.2025].

Vuori, J. 2021. Laadullinen sisällönanalyysi. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/metelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/laadullinen-sisallonanalyysi/> [viitattu 19.2.2025].

Yrittäjät. 2024. Sähkökuorma-autojen määrä pomppasi – Taustalla tuki, jota ei enää saa. WWW-dokumentti. Julkaistu 8.11.2024. Saatavissa: <https://www.yrittajat.fi/uutiset/sahkokuorma-autojen-maara-pomppasi-taustalla-tuki-jota-ei-ena-a-saa/> [viitattu 10.2.2025].

Sähkökuorma-autojen haasteita talviolosuhteissa**YLEISET KYSYMYKSET****1. Kuinka monta sähkökuorma-autoa on käytössä? ***

1–2 kpl

3–4 kpl

5–6 kpl

yli 6 kpl

2. Minkälaisessa käytössä sähkökuorma-autonne ovat? (voitte valita tarvittaessa useamman vaihtoehdon) *

Jakeluliikenteessä

Keräilyliikenteessä

Runkoliikenteessä

Joku muu (kerro tekstikenttään)

3. Minkä ikäisiä sähkökuorma-autonne ovat? (voitte valita tarvittaessa useamman vaihtoehdon) *

0–1 vuotta

2–3

3–4 vuotta

yli 5 vuotta

4. Onko sähkökuorma-autojen asemapaikassa latausasema? *

Kyllä

Ei

KÄYTETTÄVYYS TALVIOLOSUUTEISSA**5. Joudutteko muuttamaan sähkökuorma-autojen ajoreittejä talvella toimintasäteen muuttumisen takia? ***

Kyllä

Ei

6. Koetteko, että talviolosuhteissa toimintasäteen muutos vaikuttaa negatiivisesti ajojen tuottavuuteen? (esimerkiksi, joudutteko käyttämään talvella apuna muita ajoneuvoja, jotta samat ajot saadaan suoritettua kuin kesäisissä olosuhteissa) *

Kyllä

Ei

Toimintasäteen muutos niin vähäinen, ettei sillä ole merkitystä

7. Ovatko talviolosuhteet aiheuttaneet ongelmia sähkökuorma-auton latauksessa? *

Kyllä

Ei

8. Jos vastasitte edelliseen kysymykseen kyllä-vaihtoehdon, kuvailkaa lyhyesti aiheutuneita ongelmia. 9. Tarvitseeko sähkökuorma-autoa ladata myös jossain kohtaa ajoreitin varrella talviolosuhteissa? *

Kyllä

Ei

10. Jos vastasitte edelliseen kysymykseen kyllä-vaihtoehdon, niin aiheuttaako tämä ajoreitiltä poikkeamista sopivalle latausasemalle? Kuinka pitkä ylimääräinen matka tästä aiheutuu normaaliin ajoreittiin verrattuna?

11. Jos sähkökuorma-autossanne on ajoakkujen sähköä käyttäviä päällirakenteita, osaatteko arvioida kuinka paljon päällirakenteiden käyttö mahdollisesti vähentää ajoneuvon toimintasädettä talviolosuhteissa?

ei vaikutusta toimintasäteeseen

1–50 kilometriä

51–100 kilometriä

101–150 kilometriä

Yli 151 kilometriä

12. Olisiko talviolosuhteissa mahdollista hoitaa tuottavasti muitakin yrityksenne ajoja sähkökuorma-autoilla?

Kyllä

Ei

TALVIOLOSUHTEIDEN AIHEUTTAMAT VIAT JA VAURIOT

13. Oletteko kohdanneet ongelmia sähköjärjestelmän, ajoakun tai niiden komponenttien kanssa talvella? *

Kyllä

Ei

14. Jos vastasitte edelliseen kysymykseen kyllä-vaihtoehdon, kuvailkaa lyhyesti kohdattuja ongelmia.

15. Onko sähköjärjestelmä ja ajoakusto rakenteeltaan sellainen, että se tuo lisähaasteita talviolosuhteissa? (Esimerkiksi painon jakautuminen, lumen kertyminen alustan rakenteisiin ym.) *

Kyllä

Ei

16. Onko sähkökuorma-autollenne sattunut talviolosuhteista johtuvia vaurioita ajoneuvon sähköjärjestelmään tai ajoakustoon tai niiden suojarakenteisiin? *

Kyllä

Ei

17. Jos vastasitte edelliseen kysymykseen kyllä-vaihtoehdon, kuvailkaa lyhyesti tapahtuneita vaurioita.

18. Jos talviolosuhteista johtuvia vaurioita on tullut, kuinka pitkiä korjaamokäyntejä ne ovat aiheuttaneet? *

Ei vaurioista johtuvia korjaamokäyntejä

0–1 päivää

2–5 päivää

Yli 6 päivää

19. Oletteko huomanneet sähkökuorma-auton toiminnassa negatiivisia muutoksia tai negatiivisia ominaisuuksia jossakin tietyssä talviolosuhteessa? (voitte valita useamman vaihtoehdon) *

Kova pakkanen (alle -15 c)

Räntäsade

Lumipyry

Jäätävä vesisade

Nopeasti vaihtuvat lämpötilat

Jokin muu olosuhde (kirjoita tekstikenttään)

Ei talviolosuhteista johtuvia negatiivisia muutoksia

20. Onko teillä määritelty jokin tietty pakkasraja, jonka jälkeen sähkökuorma-autolla ei lähdetä ajoon? *

Kyllä

Ei

21. Jos vastasitte edelliseen kysymykseen kyllä-vaihtoehdon, kertokaa lyhyesti mikä pakkasraja on ja miksi, ja kenen toimesta tällainen raja on päätetty?

22. Ottaisitteko lisää sähkökuorma-autoja käyttöönne, jos saisitte päätää? *

Kyllä

Ei

23. Kertokaa lyhyesti minkälaisia positiivisia kokemuksia yrityksessänne on sähkökuorma-autosta?

24. Tähän voitte kirjoittaa vapaan kommentin, jos mielestänne jotain tärkeää asiaa ei tullut kyselyssä esiin liittyen sähkökuorma-autoon talviolosuhteissa.

Hei,

teen Kaakkois-Suomen ammattikorkeakouluun, XAMKiin opinnäytetyötä liittyen sähkökäyttöisten kuorma-autojen haasteisiin talviolosuhteissa. Itselläni on taustaa eri kuljetusalan ajotehtävistä noin 20 vuotta ja nykyisin työskentelen opiskelun ohella työnjohtajana logistiikka-alalla.

Paine polttomoottoristen ajoneuvojen vaihtamiseksi vaihtoehtoisilla käyttövoimalla toimiviin versioihin ammattiliikenteessä kasvaa. Toistaiseksi tutkimustietoa vaihtoehtoisilla polttoaineilla toimivien raskaiden ajoneuvojen toimivuudesta talviolosuhteissa ei juurikaan ole. Opinnäytetyössäni haluan keskittyä nimenomaan sähkökäyttöiseen raskaaseen kalustoon, koska niiden rekisteröinti on ollut tasaisessa kasvussa viime vuosina.

Opinnäytetyöhön liittyvän kyselyni tarkoituksena on kerätä tietoa siitä, millaisia haasteita sähkökäyttöisten kuorma-autojen toimivuudessa voi pohjoisen talviolosuhteissa olla. Käyttäjäkokemusten kerääminen tähän työhön on tärkeää ja toivonkin teidän vastaavan tähän lyhyeen kyselyyn, jolla näitä haasteita kartoitetaan.

Koska sähkökäyttöisiä kuorma-autoja on rekisteröity vielä verrattain vähän, kaikki vastaukset merkitsevät todella paljon ja auttavat minua opinnäytetyöni tutkimusosiossa. Kyselyä saa myös välittää eteenpäin. Kysely on täysin anonyymi ja kyselyyn vastaaminen vie noin 10 minuuttia. Kysely on auki maaliskuun loppuun saakka.

Linkki kyselyyn (QR-koodilla pääsee myös samaan kyselyyn):

<https://link.webpolsurveys.com/S/EA06CB8796B35BC2>



Mikäli haluatte lisätietoja kyselystä tai opinnäytetyöstä, olettehan yhteydessä vastaamalla tähän viestiin.

terveisin,
Ilkka Määttä

Hei,

Lähestyin teitä 13.3. sähköpostiviestillä liittyen kyselyyn sähkökuorma-autojen haasteista talviolosuhteissa. Kyselyllä kerään tutkimustietoa opinnäytetyöhöni.

Olen saanut jo vastauksia kyselyyn, kiitos kaikille vastanneille. Lisää vastauksia tarvittaisiin kuitenkin vielä, että tutkimukseen saadaan tarpeeksi laajasti tietoa.

Kyselyyn voi vastata 31.3. klo 23.59 saakka. Alla vielä linkki kyselyyn, QR-koodi vie myös samaan kyselyyn.

<https://link.webropolsurveys.com/S/EA06CB8796B35BC2>



Mikäli olet jo vastannut kyselyyn, tämä muistutus on aiheeton.

Keväisin terveisin,

Ilkka Määttä