



Olli Jyrkkiö

Sähköautojen vaikutus riippumattomaan varaosakauppaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

23.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Olli Jyrkkiö
Otsikko:	Sähköautojen vaikutus riippumattomaan varaosakauppaan
Sivumäärä:	40 sivua + 2 liitettä
Aika:	23.5.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Autosähkötekniikka
Ohjaajat:	Projektipäällikkö Tommi Salin, Broman Group Oy Lehtori Juho Vallivaara

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaiset vaikutukset sähköautojen yleistymisellä on riippumattomaan varaosakauppaan, mitkä ovat sähköisen voimalinjan vikaherkät komponentit ja miten riippumaton varaosaa myyvä taho voi varautua tulevaisuuden muuttuviin markkinoihin. Työ on rajattu käsittelemään henkilö- ja pakettiautojen varaosakauppaa.

Työssä kuvataan aluksi teorialähteiden perusteella, mitä sähköinen voimalinja sisältää ja mitkä ovat sen vikaherkät komponentit. Tämän lisäksi esitetään, miten huollot ja korjaukset eroavat polttomoottorin ja sähköisen voimalinjan välillä. Työssä tuodaan esiin myös sähköisen voimalinjan varaosien myyntiin liittyvät haasteet turvallisuus- ja vastuunäkökulmasta. Tilaajalle tarjottujen ratkaisujen tukena käytettiin tilastoja tämänhetkisestä myynnistä.

Työn teorian tiedon tueksi haastateltiin eri tahoja, joita olivat riippumattomat korjaamot, tilaajan osatoimittajat sekä sähköajoneuvoja käyttävät tahot. Haastattelujen avulla saatiin käsitys siitä, miten sähköajoneuvojen yleistymiseen on varauduttu ja miten tulevaisuudessa kannattaa toimia sekä miten sähköautot ovat toimineet ja millaisiin vikoihin oli törmätty.

Työn tuloksena havaittiin täyssähköautojen aiheuttavan huomattavia haasteita työn tilaajan varaosakauppaan tulevaisuudessa. Näihin haasteisiin vastaamiseksi valikoimaan tulisi ottaa tiettyjä sähköisen voimalinjan komponentteja sekä keskittää varaosamyyntiä tulevaisuudessa enemmän tietyn automallin vikaherkäksi tiedettyihin komponentteihin. Myös purkuosien myyntiä ehdotetaan yhtenä ratkaisuna.

Avainsanat: sähköauto, ladattava hybridi, varaosa, riippumaton varaosakauppa, korkeajänniteakku, Broman Group Oy, huolto

Abstract

Author:	Olli Jyrkkiö
Title:	Impact of Battery Electric Vehicles to Independent Spare Part Market
Number of Pages:	40 pages + 2 appendices
Date:	23 May 2023
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Automotive Engineering
Professional Major:	Automotive Electronics Engineering
Supervisors:	Project Manager Tommi Salin, Broman Group Oy Senior Lecturer Juho Vallivaara

The purpose of this thesis was to investigate the effects for the spare part market as the electric vehicles become more dominant in the market. The following questions are investigated: what are components that are fault-prone in electric vehicles, and how the spare part selling company can prepare for the needs of the future markets. The thesis is limited to passenger cars and vans.

The thesis examines, based on theoretical knowledge, what the key components of the electric powertrain are and furthermore, what its fault-prone components are. In addition, the differences in maintenance and repairs between the combustion engine equipped vehicles and electric vehicles are studied. In the thesis, the challenges related to the sale of spare parts for electric powertrain are also introduced from the perspective of safety and responsibility. Statistics on current sales were used to support the solutions provided to the client.

To support the theoretical knowledge of the thesis, various parties were interviewed, including independent repair shops, the client's parts suppliers, and electric vehicle users. Through them, an understanding was gained regarding how the transition to electric vehicles has been prepared for and how they plan to operate in the future.

The study results indicate that fully electric cars will pose significant challenges for the client's spare parts sales in the future. To respond to these challenges, the selection should include certain components of the electric powertrain, and spare parts sales should focus more on the components that are known to be prone to faults in a specific car model. Selling used parts will also be proposed as one solution.

Keywords: electric vehicle, EV, plug-in hybrid, PHEV, spare part, independent spare part market, high-voltage battery, Broman Group Oy, service

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Broman Group Oy	2
3	Riippumaton varaosakauppa	3
3.1	Tilaajan asiakasprofiili	3
3.2	Riippumattoman varaosakaupan toimintakenttä	4
3.3	Ryhmäpoikkeusasetus	6
3.4	Riippumattoman varaosakaupan ostologiikka	6
4	Täyssähköautot ja niiden vaikutus varaosakauppaan	8
4.1	Sähköisen voimansiirron edut	8
4.2	Sähköauton rakenne ja sen pääkomponentit	8
4.3	Erot ja yhtäläisyydet huollossa sekä korjauksessa	12
4.4	Korjausten ja huoltojen toteutettavuuden näkökulma	14
4.5	Turvallisuus- ja vastuunäkökulma	16
4.6	Oheistuotteiden myynti ja ajoneuvon muu elektroniikka	17
5	Haastattelututkimus	18
5.1	Riippumattomat korjaamot	19
5.2	Osatoimittajat	23
5.3	Sähköautojen käyttäjät	25
5.4	BatteriRetur	27
6	Tiedonhaku muista kanavista	29
6.1	Valmistajien esittämät tiedot	29
6.2	Tutkimus korkeajänniteakkujen kestävyydestä	31
6.3	Saksan katsastustilastot	32
6.4	Selvitys Teslan vikaherkimmistä komponenteista	32
6.5	Selvitys Nissan Leafin hylkäämisperusteista	33
7	Johtopäätökset	34
7.1	Sähköisen voimalinjan heikkouksista	34

7.2	Muut kuin itse voimalinjan komponentit	36
7.3	Varaosakaupan tulevaisuus	37
	Lähteet	40

Lyhenteet ja käsitteet

BEV	Battery Electric Vehicle. Täysin sähköinen ajoneuvo, jonka ainoana käyttövoimana on sähkömoottori.
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Ajoneuvo, jota on mahdollista ladata ulkoisesti. Täysin sähköinen ajo mahdollista.
ICEV	Internal Combustion Engine Vehicle. Pelkän polttomoottorin avulla liikkuva ajoneuvo.
Hyötysuhde	Suure, joka kertoo, kuinka suuri osa järjestelmään syötetystä energiasta, voidaan hyödyntää haluttua tarkoitusta varten.
Sähköauto	Nimitys, jota käytetään joko ladattavasta hybridi- tai täyssähköautosta.
SOC	State of Charge. Akun varaustila, joka antaa tiedon siitä, kuinka paljon tai kauan akku voi vielä luovuttaa tai vastaanottaa energiaa.
SOH	State of Health. Akun terveydentila. Tämän kriteerinä on esimerkiksi varauksen määrä, jonka kennot voivat vielä vastaanottaa. Iän myötä vastaanottokyky heikkenee.

1 Johdanto

Jatkuvasti tiukentuvien päästörajojen sekä sähköautojen suosion seurauksena Suomen autokanta on sähköistynyt merkittävästi viime vuosina ja jatkaa kasvuun koko ajan. Vuonna 2022 noin joka viides Suomessa ensirekisteröity tai käytettynä maahantuotu henkilöauto oli ladattava hybridi- tai täyssähköauto (Henkilöautojen ensirekisteröinnit muuttujina Maakunta, Merkki, Käyttövoima, Kuu-kausi ja Vuosi 2023). Tämä muutos on vaikuttanut jo nyt korjaamoihin sekä varaosamyyntiin ja tulee vaikuttamaan tulevaisuudessa yhä voimakkaammin. Täyssähköauton huolloissa vaihdetaan huomattavasti vähemmän komponentteja kuin polttomootoreiden. Sähköauton voimanlähde ja -siirto pitää sisällään täysin erilaisia komponentteja, joiden vaihtomahdollisuudet ja vikaantumisvälit ovat erilaisia. Sähköistä voimanlinjaa pidetään yleisesti myös kestävämpänä ja luotettavampana, mikä luo haasteita etenkin varaosakauppaan. Ajoneuvojen sähköistymistä vauhdittaa muun muassa EU:n päätös kieltää uusien polttomootoriajoneuvojen myynti vuoteen 2035 mennessä (Hiilamo & Heima 2022).

Tässä insinööriyössä tutkitaan täyssähköautojen ja ladattavien hybridien vaikutusta riippumattoman varaosakaupan tulevaisuuteen. Työn tavoitteena on saada kattava kuva siitä, mitkä ovat sähköisen voimalinjan vikaherkkiä komponentteja. Työssä esitellään sähköautojen avainkomponentteja ja niiden tehtäviä teorialähteisiin perustuen. Varaosamarkkinoiden tämänhetkistä tilaa ja näkemystä tulevaisuudesta selvitetään haastattelujen avulla. Työssä haastatellaan tahoja, joita ovat riippumattomat korjaamot, tilaajan varaosatoimittajat ja erilaisia sähköautoja käyttävät tahot. Näiden lisäksi haastatellaan yhtä korkeajänniteakkuja kierrättävää yritystä. Haastattelujen ja teorialähteiden lisäksi tietoa haetaan myös valmistajien näkemyksistä verkkojulkaisujen kautta, sekä käyttö- ja korjauskokemuksia edellä mainittujen tahojen lisäksi myös Trafín tilastoista, netin keskustelupalstoilta sekä esimerkiksi Youtube -videoiden kautta. Myös yhtä korkeajänniteakun kestävyysliittymää tutkimusta, sekä raporttia Saksan katsastustilaistoista tutkitaan.

Työ tehdään Broman Group Oy:lle, jonka tytäryhtiöitä ovat Motonet Oy, AD VaraosaMaailma Oy ja Finntest Oy. Työn tarkoitus on edistää edellä mainittujen tytäryhtiöiden varaosakauppaa. Työ on rajattu käsittelemään vain henkilö- ja pakettiautojen varaosakauppaa. Insinöörityön tekijä on itse työskennellyt yrityksessä ennen opinnäytetyön aloittamista noin kahden vuoden ajan varaosamyyjän tehtävissä.

2 Broman Group Oy

Broman Group Oy on suomalainen autojen ja moottoripyörien varaosakauppaan keskittynyt konserni. Konsernilla on yli 70 toimipistettä Suomessa sekä yksi Virossa, ja yksi on tulossa Ruotsiin syksyllä 2023. Yritys on perustettu vuonna 1965 ja saanut nykyisen nimensä vuonna 2002. Konsernissa toimii neljä tytäryhtiötä: Motonet Oy, VaraosaMaailma Oy, Finntest Oy, Broman Logistics Oy. (Vuosikertomus 2021: 4.)

Motonet Oy (jäljempänä Motonet) perustettiin Turussa vuonna 1990. Broman Group osti Motonetin itselleen vuonna 2007. Motonet-tavarataloja on tällä hetkellä yhteensä 41. Niistä 40 sijaitsee Suomessa ja yksi Virossa. Tämän lisäksi Motonetillä on myös verkkokauppa. Suomessa tavaratalojen verkosto ulottuu pääkaupunkiseudulta Rovaniemelle asti. Motonet myy pääasiassa autojen ja moottoripyörien varaosia sekä tarvikkeita, työkaluja, veneily- ja kalastustarvikkeita sekä kodin- ja vapaa-ajantuotteita. Yhtiössä työskentelee tällä hetkellä noin 1500 henkilöä. Motonetin liikevaihto vuonna 2021 oli 465 miljoonaa euroa, josta liikevoittoa oli 32 miljoonaa euroa. (Vuosikertomus 2021: 23.)

AD VaraosaMaailma Oy (jäljempänä VaraosaMaailma) on perustettu vuonna 2002. VaraosaMaailman myymälät ovat osa kansainvälistä AD-ketjua, johon kuuluu muita varaosaliikkeitä sekä autokorjaamoja. VaraosaMaailman valikoimaan kuuluu varaosat, autotarvikkeet sekä työkalut. VaraosaMaailma on keskittynyt palvelemaan erityisesti autokorjaamoja ja erikoisliikkeitä. VaraosaMaailman liikevaihto oli vuonna 2022 46,5 miljoonaa euroa, josta liikevoittoa oli 1,5 miljoonaa euroa. (Vuosikertomus 2021: 13.) Motonetin ja VaraosaMaailman

kivijalkaliikkeet ovat tyypillisesti samassa rakennuksessa, ja niiden valikoimat ovat tällöin lähes identtiset joitain pelkkiä VaraosaMaailman asiakkaille suunnattuja tuotteita, kuten ilmastoinnin kylmäaineita, lukuun ottamatta.

3 Riippumaton varaosakauppa

3.1 Tilaajan asiakasprofiili

Mietittäessä ratkaisuja tilaajan tulevaisuuden varaosakauppaan tulee ottaa huomioon sen tämänhetkinen myynti. Tilaajalta saatiin tilastot, joista ilmeni, millaisia osia ja kuinka paljon yritys myy. Motonetin myynti on pääasiassa kuluttajakauppaa, mutta se myy korjaamoille myös autoilutuotteitaan, ja niiden prosenttiosuus on laskettu näin ollen Motonetin myynniksi.

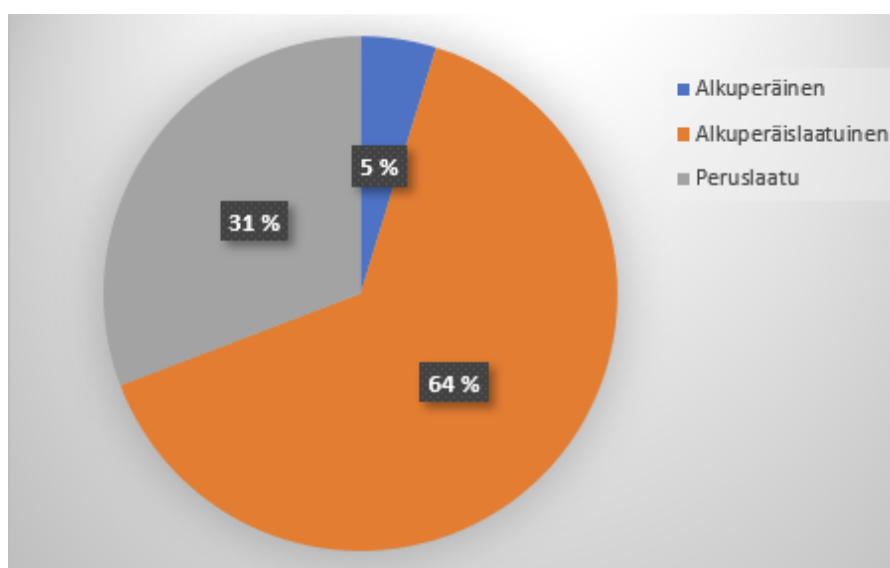
Tilastoista käy ilmi, että mitä teknisempi osa, sitä enemmän sitä myydään VaraosaMaailman puolella. Esimerkiksi kytkinpakettien myynti on suhteessa suurempi VaraosaMaailman puolella, kuin Motonetin. Sen sijaan esimerkiksi öljynsuodattimien osuus Motonetin kuluttajamyynnistä on suurempi kuin VaraosaMaailman. Tämä johtuu siitä, että mitä haastavammaksi työ menee, sitä todennäköisemmin sen suorittaa korjaamo.

VaraosaMaailman korjaamoasiakkaiden kalusto on pääasiassa uudempaa. Tähän vaikuttaa muun muassa se, että uudempiin autoihin halutaan useammin merkintä huoltokirjaan ja tätä kautta säilytetään takuut ja parempi ajoneuvon jälleenmyyntiarvo. Tähän tilastoon tulee kuitenkin suhtautua tietyllä kriittisyydellä. Tilastoiden perusteella ei voi päätellä, kuinka moni kuluttaja tulee hakemaan osan korjaamolle vietäväksi.

Motonet sekä VaraosaMaailma myyvät erilaatuisia varaosia, joita ovat alkuperäinen, alkuperäislaatuinen ja peruslaatuinen. Broman Group luokittelee varaosat kolmeen laatuluokkaan. Jos myytävän tuotteen toimittaja on ensiasennusvalmistaja, kyseessä on alkuperäislaatuinen varaosa. Mikäli yritys ei toimita ensiasennusvaraosia, on se automaattisesti peruslaatuisten varaosien toimittaja.

Tämän lisäksi myydään myös täysin alkuperäisiä varaosia auton valmistajan omissa pakkauksissa.

Motonetin ja VaraosaMaailman myynti jakautuu laatuluokittain kuvan 1 mukaisesti. Laatuluokkien prosenttiosuuksiin vaikuttaa moni asia. Kuluttajamyynnissä asiakas tulee hakemaan varaosan useimmiten hinnan perusteella. Toisaalta asiakkaalle pystytään varaosatiskillä perustelemaan, miksi alkuperäislaatuinen osa kannattaa ostaa. Korjaamoille hankittaessa taas saatetaan ajatella liikaa asiakkaan lompakkoa ja ostaa useammin peruslaatu, vaikka asiakas olisi valmis ostamaan alkuperäislaatuista tai alkuperäisen varaosan.



Kuva 1. Myynnin jakautuminen laatuluokittain (liite 1).

3.2 Riippumattoman varaosakaupan toimintakenttä

Suomen autokanta koostuu noin 2,8 miljoonasta henkilöautosta, ja sen keski-ikä on noin 13 vuotta, mikä tekee siitä yhden Euroopan vanhimmista autokannoista (Autokannan kehitys ja autotiheys 2023). Autoala työllistää Suomessa yhteensä noin 50 000 henkilöä. Tästä määrästä ajoneuvon ja niiden osien valmistus työllistää noin 9400 henkilöä ja ajoneuvon osien ja renkaiden tukku- ja vähittäiskauppa lähes 10 000 henkilöä. (Autoalan työlliset toimialoittain 2023.) Autotarvikkeiden ja varaosien kokonaismarkkina Suomessa on noin 1,5

miljardia euroa. Tämä jakautuu karkeasti siten, että toinen 50 % osuudesta kuuluu merkkiorganisaatioille ja toinen 50 % riippumattomalle toimijalle. (Salin 2023.) Autoilutuotteet ovat suurin yksittäinen tuoteryhmä Broman Groupin valikoimista, ja näin ollen Broman Group on myös selkeä markkinajohtaja Suomen jälkimarkkinoilla.

Riippumattoman varaosakaupan toimintakenttä Suomessa koostuu tyypillisesti tukkureista, jotka toimittavat varaosia itse jälleenmyyville tahoille. Suomessa merkittävimmät tukkumyyjät ovat Oy Kaha Ab, Koivunen Oy ja Örum Oy Ab (liite 1). Tietyt jälleenmyyjät toimivat yhteistyössä näiden tukkureiden kanssa. Esimerkiksi Fixus-ketju toimii yhteistyössä Koivusen kanssa. Tämän lisäksi ketjut käyttävät myös omia kanaviaan varaosien hankkimiseksi. Esimerkiksi Broman Group käyttää 95-prosenttisesti omia kanaviaan.

Suomessa ja muualla Euroopassa varaosakauppa on suurimmilta osin yritysten välistä kauppaa. Esimerkiksi Ruotsissa Mekonomenin kuluttajamyynnin osuus on vain 13 % koko varaosamyynnistä (Vuosisraportti 2022: 73). Yleinen trendi lähi vuosina on ollut, että kauppa siirtyy yhä enemmän kuluttajalta korjaamolle. Myös Suomessa tyypilliset varaosia myyvät tahot myyvät suurimman osan yritykseltä yritykselle. Broman Group on tässä tapauksessa poikkeuksellinen toimija, koska merkittävä osa sen myynnistä on kuluttajamyyntiä.

Riippumaton varaosakauppa poikkeaa huomattavasti autovalmistajien jälleenmyyjien varaosamyynnistä. Valmistajaympäristössä kuluttajalla ei ole mahdollisuutta valita, mikä osa hänen autoonsa asennetaan, vaan siihen asennetaan aina alkuperäinen varaosa. Varaosan valmistajaa tuodaan näissä tilanteissa harvoin esiin. Riippumattomilla markkinoilla jälleenmyyjä päättää itse, minkä valmistajien osia ja miten se niitä myy. Jotkut riippumattomat varaosia myyvät tahot myyvät ”private label” -varaosia, jotka myydään esimerkiksi yrityksen logoilla varustetuissa paketeissa. Jotkut tahot taas kilpailevat osien valmistajien brändeillä, jolloin etuna on brändin tunnettavuus. Motonet ja VaraosaMaailma taas myyvät osiaan laatuluokittain.

3.3 Ryhmäpoikkeusasetus

Vuonna 2002 lokakuussa EU:n päätöksellä alettiin vapauttaa kilpailua autojen varaosakaupassa sekä korjaus- ja huoltopalvelujen alalla. Ryhmäpoikkeusasetus luo riippumattomille korjaamoille yhtäläiset mahdollisuudet korjata ja huoltaa autoja kuin valtuutetuille merkkikorjaamoille. Maksua vastaan tulee olla saatavilla tekniset tiedot, diagnosointi- ja testausvälineet, varaosat ja koulutus. Sen mukaan myöskään auton valmistaja ei saa rajoittaa takuun voimassaoloa, vaikka autoa korjataan muun merkkisillä osilla tai muualla kuin valtuutetussa korjaamossa. Edellytyksenä on kuitenkin, että käytettävien osien tulee olla laadultaan alkuperäisiä vastaavia. (Komission asetus 2010: § 17.)

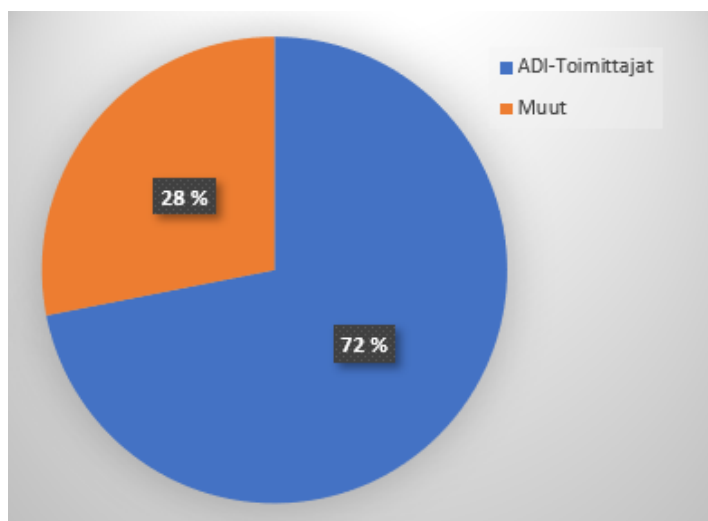
3.4 Riippumattoman varaosakaupan ostologiikka

Vapailla varaosamarkkinoilla varaosat ostetaan hyllyyn tietyn logiikan mukaan. Motonet Oy ja VaraosaMaailma noudattavat ostologiikkaa, jossa ostot tehdään tilastoihin perustuen. Tilastoja, joita käytetään ostojen apuna, ovat esimerkiksi rekisteröinti- sekä katsastustilastot. Käytännössä sitä mukaa kun tietty auto liikkuu Suomen teillä, siihen pyritään hankkimaan huolto-osat sekä yleisimmät varaosat. Myös kumppanikorjaamoilta saatuja varaosatarpeita kartoitetaan jatkuvasti. VaraosaMaailman kumppanikorjaamoja ovat Motonet-tavaratalojen yhteydessä olevat Motonet-korjaamot sekä tämän lisäksi AD-autokorjaamot. Nämä kumppanikorjaamot tekevät pyyntöjä tarvittavista varaosista, ja niiden perusteella lähdetään etsimään oikeaa toimittajaa. Näiden tietojen perusteella Broman Group tekee itsenäisesti päätökset myyntiin otettavista varaosista. Yritys kilpailuttaa tämän jälkeen varaosatoimittajansa ja valitsee niistä sopivimmat. (Salin 2023.)

Broman Group Oy omistaa pääkaupunkiseudulla kaksi suurta varastoa, joihin komponentti tilataan pienellä kynnyksellä. Mikäli varaosia aletaan asiakkaiden halusta tilamaan tavarataloihin enemmän, niitä aletaan tilamaan suoraan hyllyyn A-tavarataloihin. Näillä tarkoitetaan suurimpien kaupunkien tavarataloja, joita ovat esimerkiksi Helsingin, Vantaan, Tampereen ja Turun tavaratalot.

Mikäli kyseisen osan menekin huomataan kasvavan, tilataan sitä myös pienempiin tavarataloihin. (Salin 2023.)

Broman Group on osa ostokeskittymä AD-Internationalia, jonka tehtävänä on tukea aluetukkuliikkeitä toimittamaan korjaamoille ajoneuvojen varaosia. Broman Group on osa tätä ketjua VaraosaMaailman kautta. VaraosaMaailma on osa AD-Finland-ketjua, joka on itse AD-Internationalin jäsen. Kyseinen yritys esimerkiksi auttaa neuvottelemaan merkkien edustajien kanssa yhteistyösopimuksista. Yrityksen kautta saadaan myös tilastoja varaosatarpeiden kartoittamiseksi. (Salin 2023.) Kuvasta 2 nähdään, miten volyymi jakautuu AD-Internationalin sopimustoimittajien ja muiden toimittajien välillä. Kuvasta huomataan, että itse asiassa suurin osa varaosista saadaan AD-Internationalin sopimustoimittajilta.



Kuva 2. Volyymin jakautuminen AD-Internationalin ja muiden toimittajien välillä (liite 1).

4 Täyssähköautot ja niiden vaikutus varaosakauppaan

4.1 Sähköisen voimansiirron edut

Sähköiseen voimansiirtoon liittyy huomattavia etuja verrattuna polttomoottoriin. Sähkömoottorilla on huomattavasti polttomoottoria parempi hyötysuhde. Sähköautoissa päästään parhaimmillaan noin 72 %:n kokonaishyötysuhteeseen, kun vastaavasti bensiinikäyttöisessä polttomoottorissa päästään parhaimmillaan 27 %:n ja dieselikäyttöisessä 37 %:n. (Albatayneh, Assaf; Alterman & Jaradat 2020; 675–677.) Luonnollisesti pienemmän energiankulutuksen ansiosta sillä on myös pienemmät energiakustannukset. Sähköinen voimansiirto mahdollistaa irtautumisen fossiilista polttoaineista eikä sillä ole ollenkaan paikallisia päästöjä. Etuna on myös lisääntynyt ajomukavuus, koska sähkömoottorikäytössä saavutetaan tasaisempi ja katkottomampi vääntökäyrä. Sähköauto on myös hiljainen ja helpokäyttöinen.

4.2 Sähköauton rakenne ja sen pääkomponentit

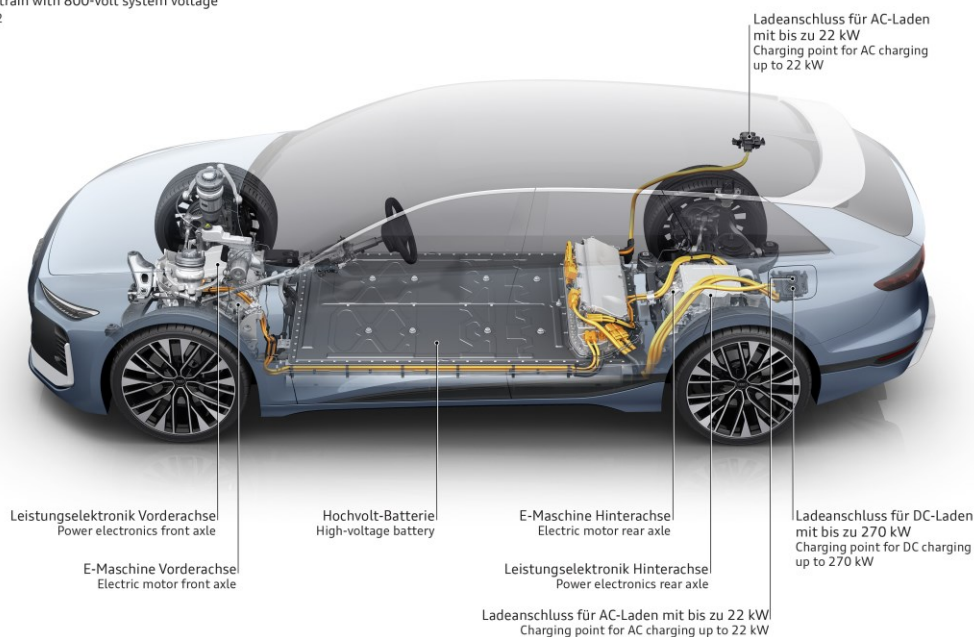
Nykyaikainen litiumioniakkutekniikalla varustettu sähköinen voimalinja tarvitsee toimiakseen tietyt pääkomponentit. Niitä ovat korkeajänniteakku, ajomoottori, latauslaite, taajuusmuuntajat ja 12 V:n akku. Tämän lisäksi tarvitaan akunhallintajärjestelmä (BMS), DCDC-muunnin ja lämmitys/jäähdytysjärjestelmä (HVAC). Auton valmistajan mukaan voimalinjan arkkitehtuuri vaihtelee, mutta pitää sisälleen kuitenkin edellä mainitut komponentit. Kuvassa 3 esitellään Audi A6 Avant e-tron- konseptiauton sähköisen voimalinjan rakenne.

Audi A6 Avant e-tron concept

Antriebsstrang mit 800-Volt-Systemspannung

Drivetrain with 800-volt system voltage

03/22



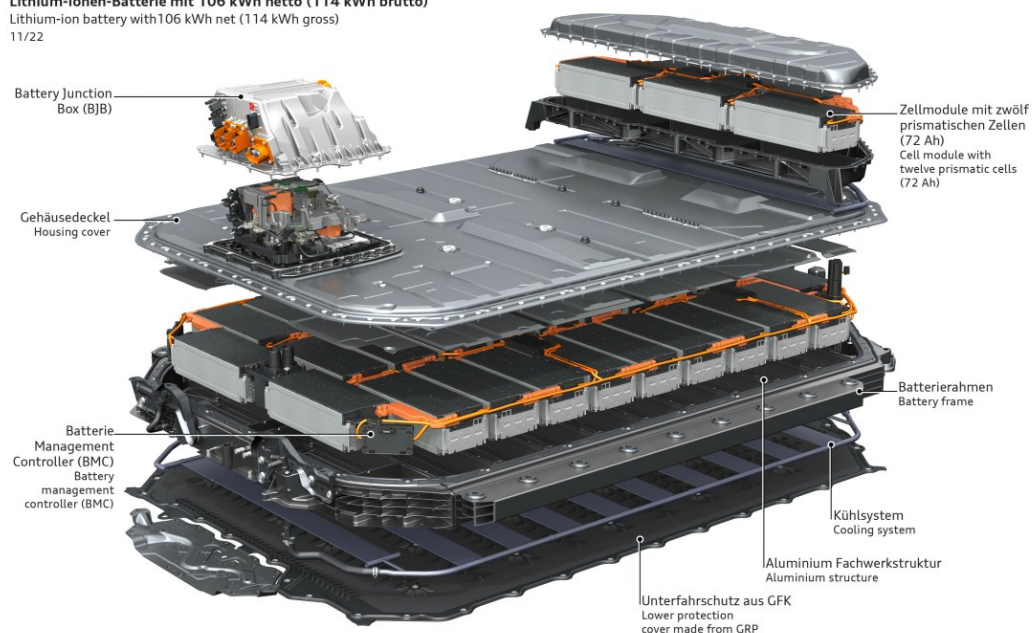
Kuva 3. Tyypillinen nykyaikaisen sähköauton rakenne. Korkeajänniteakku on sijoitettu matalalle auton keskiosaan, ajomoottori taka-akselille ja tehoelektronikka sen läheisyyteen. (Audi Technology Portal 2023.)

Ajoneuvon korkeajänniteakku on korjauksen kannalta mielenkiintoinen komponentti. Se on nykyisissä sarjavalmisteisissa sähköautoissa lähes poikkeuksetta litiumioniakku. Se koostuu yleensä yksittäisistä joko sylinteri-, kantti- tai pussikennoista, jotka ovat toisiinsa sarjaan kytkettyinä. Tämän lisäksi akkupaketin sisällä on erillinen yleensä vaihdettava akunhallintayksikkö (BMS), joka vastaa muun muassa kennojännitteiden ja lämpötilan valvonnasta.

Kuvassa 4 esitettynä Audi Q8 55 e-tronin korkeajänniteakun rakenne. Akun päällä on liitântärasia (engl. battery junction box), joka sisältää tyypillisesti BMS-Master-yksikön, virtamäärätunnistimen, esilatausvastuksen ja -kontaktorin sekä pääkontaktorit, kondensaattorit ja sulakkeet. Akkua ympäröi yleensä metallinen suojalevy, joka pitää sisällään moduulit, akkupaketin rungon ja kennojen jäähdytysputket.

Audi Q8 55 e-tron quattro

Lithium-Ionen-Batterie mit 106 kWh netto (114 kWh brutto)
Lithium-ion battery with 106 kWh net (114 kWh gross)
11/22



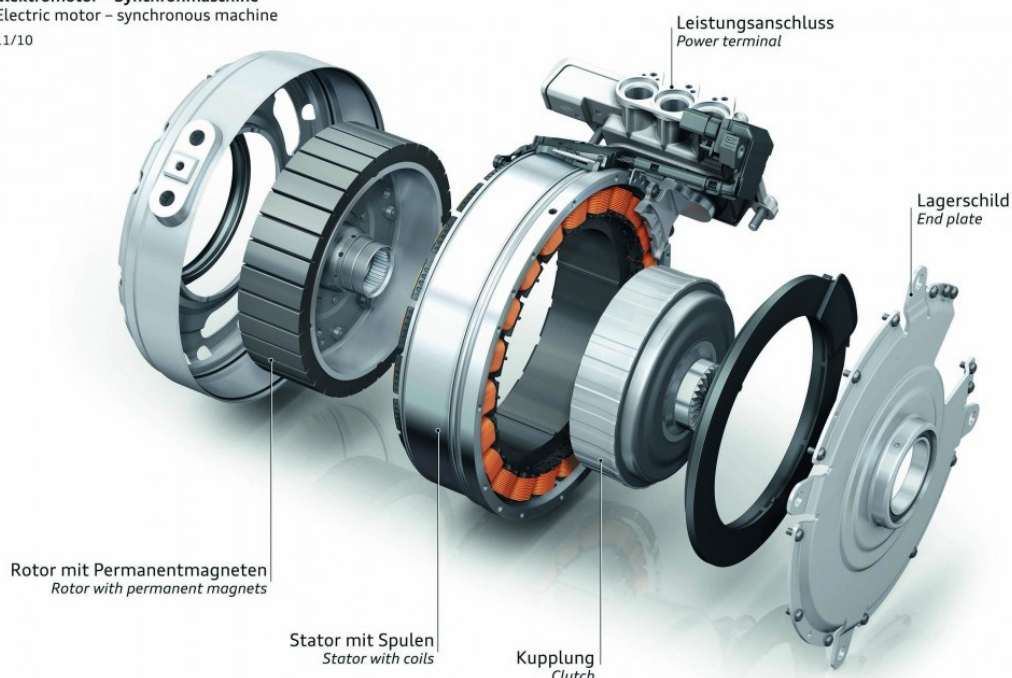
Kuva 4. Audi Q8 55 e-tron quattro korkeajänniteakun rakennetoteutus. Kyseisen akun koostuu 36 moduulista. (Audi Technology Portal 2023.)

Korkeajänniteakun varastoima energia siirretään pyörille sähkömoottorin avulla. Sähkömoottori on yleensä sijoitettu tasauspyörästön yhteyteen sarjavalmisteisissa sähköautoissa. Sähkömoottorin tehtävänä on tämän lisäksi toimia generaattorina. Yleisimmät sähköautoissa käytetyt sähkömoottorit ovat tyypiltään vaihtovirralla toimivia asynkroni- tai synkronimoottoreita. (Schmidt 2023: 92-93.) Kuvassa 5 esitetään Audi Q5 hybridin kestopagnetoitu synkronimoottori.

Audi Q5 hybrid quattro

Elektromotor – Synchronmaschine
Electric motor – synchronous machine

11/10



Kuva 5. Audi Q5 hybridin kestopäällytetty tasasähköajomoottori (Audi Technology Portal 2023).

Sähköverkosta saatu vaihtovirta muutetaan tasavirraksi invertterin avulla, jonka kautta korkeajänniteakkaa ladataan. Tämä tapahtuu tyypillisesti ajoneuvon sisänsäätöjärjestelmän avulla. Tämän lisäksi tyypillisesti toinen invertteri muuttaa tasavirran korkeajänniteakulta ajomoottorille sopivaksi vaihtovirraksi. Kyseinen invertteri on avainasemassa, koska se säätelee myös tehoa, jota sähkömoottorilta pyydetään. Sen lisäksi tätä invertteriä tarvitaan tasasuuntaamaan vaihtovirtaa, joka syntyy sähkömoottorin regenerointitilassa. Sähköajoneuvossa on myös DC/DC-muunnin, jolla muutetaan jännitetaso sopivaksi auton 12 V:n järjestelmälle. (Schmidt 2023: 97–99).

Sähköautojen 12 V:n järjestelmä sisältää esimerkiksi valaistukseen, turvallisuuteen ja mukavuuslaitteisiin liittyvät komponentit. 12 V:n järjestelmän jännitelähteenä toimii perinteisesti 12 V:n lyijy- tai litiumioniakku. Tämä akku vastaa myös

sähkömoottorin käynnistyksestä, joten sillä on yhtä tärkeä tehtävä kuin polttomoottoriautossakin.

4.3 Erot ja yhtäläisyydet huollossa sekä korjauksessa

Sähköauton huoltotoimenpiteet eroavat selvästi polttomoottoriin tehtävistä huolloista. Vaihdeettavia komponentteja on huomattavasti vähemmän, kun esimerkiksi öljynvaihtohuolto, sytytystulppien vaihto sekä imuilmansuodattimen ja polttoainesuodattimen vaihto jäävät kokonaan pois. Tämä luo selkeitä haasteita varaosakauppaan, kun otetaan huomioon niiden myynnin määrä tällä hetkellä.

Otetaan esimerkiksi Tesla Model S:n huolto-ohjelma (vuosimallit 2012–2020). Tesla kertoo sivuillaan, että autoa on huollettava tarpeen mukaan. Teslalla on kuitenkin huoltokohteita, joita se suosittelee. Näitä ovat muun muassa jarrunesteiden tarkastus ja tarvittaessa niiden vaihto kahden vuoden välein. Sen lisäksi suositellaan vaihdettavaksi kahden vuoden välein ilmastointilaitteen kuivauspussi ja sisätilan ilmansuodatin. (Huoltovälit 2023.) Vastaavasti Volkswagenin sivuilla kerrotaan, että e-Golf ja e-up tulisi huoltaa 30 000 km:n tai kahden vuoden välein. Joka toisella kerralla tehtäisiin pieni tarkastushuolto ja joka toisella laaja tarkastushuolto. Valmistajien välillä on siis eroja, millaisia huoltoja niihin tehdään. Yhteistä on kuitenkin niiden huolloissa käytettyjen komponenttien vähyys.

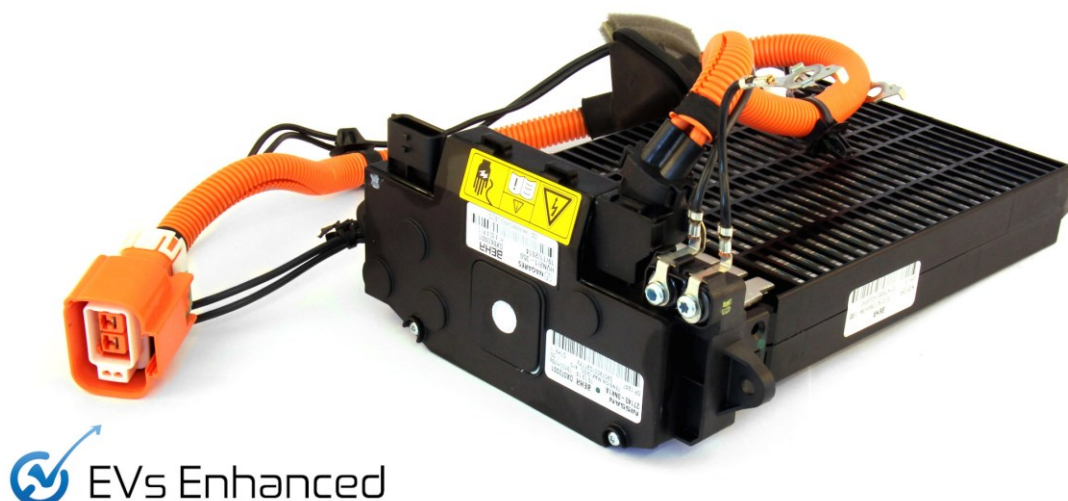
Korjausten näkökulmasta tilanne on erilainen. Voimalinjaa lukuun ottamatta sähköautolla ja polttomoottoriautolla ei ole kovin suuria eroja. Kuluvia osia on edelleen paljon, kuten jouset, iskunvaimentimet, jarrut, tukivarret, pyöränlaakerit jne. Jos otetaan huomioon sähköisen voimansiirron kautta tuleva lisääntynyt paino, on selvää, että alusta on entistäkin kovemman rasituksen alaisena. Myös renkaat altistuvat suuremmalle kulutukselle sähköisen voimalinjan suuremman painon ja sen tarjoaman korkeamman vääntömomentin vuoksi liikkeellelähdössä.

Tribologisesti kriittisimmät komponentit sähköautoissa ovat sähkökone, voimansiirto, ohjausjärjestelmä, renkaat, pyörän laakerit, vetonivelet, energian talteenottoon käytettävä vauhtipyörä, mukavuus- ja turvallisuuslaitteet, jousitus ja mikrosähkömekaaninen järjestelmä. (Farfan-Cabrera 2019).

Myöskään polttomootoreista tuttua monella vaihteella varustettua vaihteistoa ei tarvita sähkömoottorin parempien ominaisuuksien vuoksi. Tarvitaan vain yksi tai mahdollisesti kaksi vaihdetta eteenpäin, sekä yksi taakse. (Schmidt 2023: 30) Mitä tulee sähköautojen ajomoottorien vaurioitumiseen, varhaisimpien sähkömoottoreiden vaurioitumisista on lähteestä riippuen noin 40–60 prosenttia johtunut laakereiden hajoamisista. (Walther & Holub 2014).

Eräs keskeinen komponentti sähköautossa on myös sähköinen ilmastointikompressori. Sen tehtävänä on viilentää auton sisätiloja mutta myös akkupakettia. Ilmastointikompressori on osa korkeajännitejärjestelmää, eikä se toimi polttomootoreista tuttuun tapaan hihnavetoisesti. Akun jäähdytys on käyttöalueesta riippumatta täysin välttämätöntä, joten sen toimivuus on avainasemassa toisin kuin esimerkiksi polttomootoriautossa.

Luonnollisesti sisätilojen ja myös akuston lämmittämiseen tarvitaan oma komponenttinsa. Polttomootorin kohdalla on pystytty hyödyntämään palotapahtumasta saatua hukkalämpöä, mutta sähköautojen kohdalla hukkalämpöä ei pystytty hyödyntämään yhtä hyvin. Lämmitysratkaisujen kohdalla autonvalmistajat ovat tehneet erilaisia ratkaisuja. Yksi ratkaisu on käyttää korkeajännitekompressoria ilmastoinnin kanssa lämmitysjärjestelmänä. Sarjatuotantoajoneuvoissa on käytetty PTC-lämmitys elementtejä. Nämä elementit on sijoitettu tuulettimen luomaan ilmavirtaan suoraan. Myös vedenlämmittimiä on käytetty etenkin hybridien kohdalla, mutta sisätilojen lämmitys HV-PTC-ilmalämmittimen (kuva 6) kautta on todettu sähköautojen kohdalla tähän asti parhaaksi ratkaisuksi. (Schmidt 2023: 128) Myös lisälämpöpumppuja on tarjottu lisävarusteena kylmän ilmaston maihin, kuten esimerkiksi VW Golf VII:n ja VW ID.3:n. Tämän lisäksi lämmitysratkaisuksi on tarjottu polttoainekäyttöisiä lisälämmittimiä, mutta ne eivät ole kovin tyylikkäitä ratkaisuja sähköajoneuvossa.



 EVs Enhanced

Kuva 6. Nissan Leafin HV-PTC-ilmalämmitin (Nissan Leaf PTC Heater – AZE0 – Genuine Part 2023).

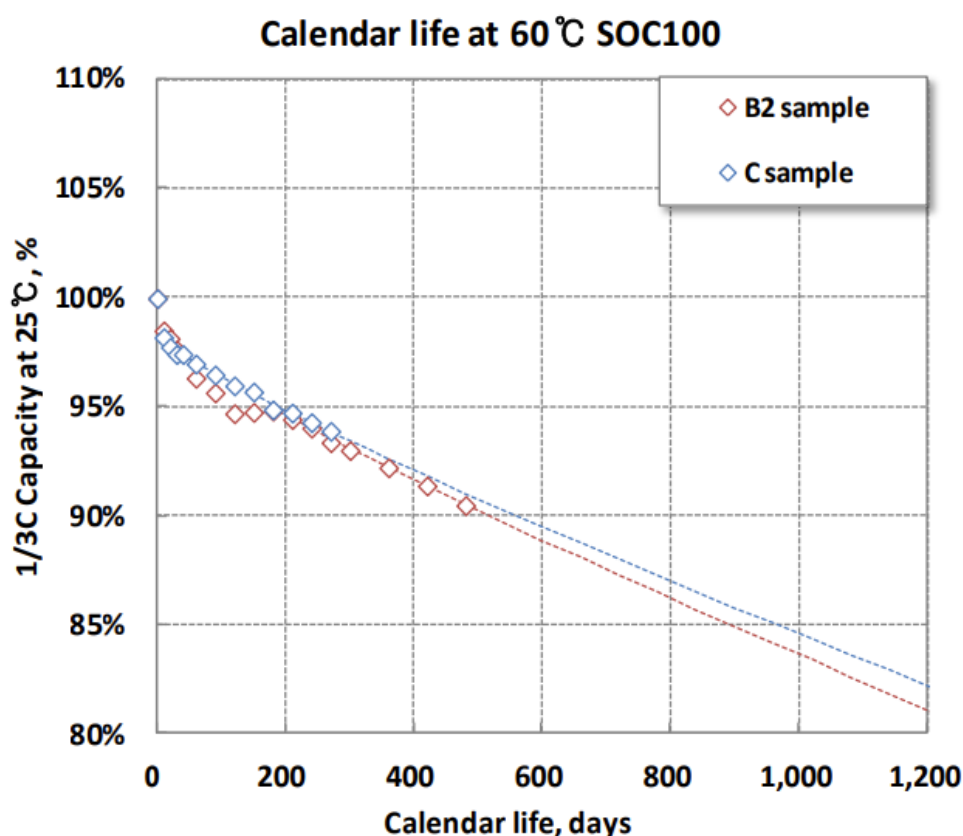
4.4 Korjausten ja huoltojen toteutettavuuden näkökulma

Otettaessa huomioon tilaajan asiakasprofiili täytyy miettiä myös, miten korjaus tai huolto on tehtävissä riippumattoman korjaamon tai itse kuluttajan näkökulmasta. On siis turhaa yrittää myydä komponenttia, jota on käytännössä mahdollista vaihtaa, tai tilata hyllyyn mielin määrin osia, jotka ovat tietyn ajan jälkeen lähes käyttökelvottomia. Myöskään komponenttia, joka hyvin todennäköisesti toimii koko auton elinajan, ei kannata valikoimaan ottaa.

Aiemmin mainitut sähköauton huollot ja alustan korjaukset ovat lähes samaan tapaan yksinkertaisesti tehtävissä, joten niiden osalta on odotettavissa, että niitä tullaan myös entiseen tapaan tekemään. Sen sijaan korkeajännitetyöt rajaavat tekijöitä. Korkeajännitetoilla tarkoitetaan siis tässä tapauksessa sellaisia töitä, joissa ollaan millään tasolla tekemisissä ajoneuvon korkeajännitepuolen kanssa.

Ottamatta huomioon yksittäisten kennojen saatavuutta on niiden myymisessä myös muita haasteita. Litiumionikennot nimittäin menettävät kapasiteettiaan ajan kuluessa. Ikääntymisestä ei ole saatavilla niin kattavaa dataa kuin purkusklien vaikutuksesta kennon kuntoon. Kennojen kalenteri-ikäntymisen on

kuitenkin todettu nopeutuvan korkeissa lämpötiloissa. Näin ollen kennojen valmistajat ovat simuloineet ikääntymistä lyhyemmässä ajassa mutta korkeammassa lämpötilassa. (Linja-Aho 2022: 52.) Tästä esimerkkinä 94 Ah:n Samsung SDI -kenno, jonka datalehdessä (kuva 7) on kapasiteetin aleneman kuvaaja kalenteri-ikäntymiselle 60 asteen lämpötilassa. Kuvaajasta nähdään, että kapasiteetin alenema on kolmen vuoden kohdalla noin 27 %. Kapasiteetin alenemassa on eroja eri litiumioniakkutyypin välillä.



Kuva 7. Kapasiteetin alenema 60 celsiusasteen varastointiolosuhteissa SOC-arvon lähtiessä arvosta 100 (Introduction of Samsung SDI's 94Ah cells 2015).

Tällä hetkellä suurin osa sähköautoista ovat vielä akkutakuun alaisina, joten kuluttajan ei ole tarvinnut miettiä akuston korjaamista omakustanteisesti. Se on kuitenkin tulevaisuudessa todennäköisesti arkipäivää monelle riippumattomalle korjaamolle.

4.5 Turvallisuus- ja vastuunäkökulma

Myytäessä korkeajännitepuolen komponentteja sähköautoihin täytyy ottaa huomioon myös turvallisuus ja vastuullisuus. On säädetty, että mikäli akun nimelliskäyttöjännite ylittää 120 voltia, täytyy korjaustyön toiminnanharjoittajan kuulua Tukesin urakoitsijarekisteriin. Tämän lisäksi on nimettävä sähkötöiden johtaja, jolla on vähintään Sähköpätevyys 3. Vaatimukseen on kuitenkin tehty poikkeus tieliikennekäyttöön soveltuvan sähköajoneuvon voimajärjestelmän sähkötöissä. Sen mukaan riittää, että henkilö on riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään sekä sähköön vaaroihin. Sähköön vaaroihin perehdytys toteutetaan käymällä SFS 6002 -standardin mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus. Perehdytys kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään on sen sijaan löyhemmin säädelty käsite. Se voi olla esimerkiksi ajoneuvomaahan-tuojan mallikohtainen koulutus. (Linja-Aho 2022: 126.)

Säköturvallisuuslain 1135/2016 83 §:n nojalla on noudatettava SFS 6002:2015:n mukaisia vaatimuksia sähkötyöturvallisuuskoulutuksesta. Tämän standardin mukainen sähkötyöturvallisuuskurssi sisältää perehdytyksen sähköön vaaroihin. Kurssin voi suorittaa verkossa päivässä ja sen hinta on 159 € (Sähkötyöturvallisuuskortti SFS 6002 | Suorita koulutus netissä 2023). Perehdytyksestä kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ei sen sijaan ole säädetty sen tarkemmin. Tämä mahdollistaa käytännössä siis Motonet Oy:n asiakasprofiiliin sisältyvälle tee-se-itse-henkilölle mahdollisuuden päästä korjaamaan ja huoltamaan sähköajoneuvoja itse.

Säköturvallisuuslain 1135/2016 82 §:ssä mainitaan, että sähkölaitteiston lähellä tehtävässä työssä, jossa voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara, noudatetaan työturvallisuuslakia. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että myös kaikki sähköautoon tehtävien huoltojen tulisi olla SFS 6002 -standardin mukaisen kurssin käyneen henkilön suorittamia. Terveen järjen käyttäminen on tässä tapauksessa kuitenkin sallittua. Esimerkiksi pyyhkimien ja renkaiden vaihto ovat sellaisia pieniä huoltotoimenpiteitä, joita voi suorittaa ilman tämän kurssin käymistä. (Työntekijät koulutettava ja perehdytettävä 2023.)

Yllä esitetyt vaatimukset sähköauton korjaustöille tuovat varaosia etenkin kuluttajalle jälleenmyyvälle taholle tiettyjä haasteita. Motonet Oy:n asiakasprofiiliin sisältyy paljon edellä mainittuja niin sanottuja tee-se-itse-henkilöitä, jotka tekevät vaativia korjauksia itse esimerkiksi omassa kotitallissa. Polttomoottoriautoihin on pystynyt tekemään lähes kaiken itse, mutta sähköautojen kohdalla tarvitaan erilaista osaamista ja siihen liittyy erilaisia riskejä. Mikään laki ei velvoita kertomaan asiakkaalle osan vaarallisuudesta, mutta jotta vakavilta onnettomuuksilta välttyttäisiin, tulisi näitä osia myytäessä kertoa asiakkaalle selkeästi, että kyse on sähköauton osasta. Tämän lisäksi paketit tulisi merkitä esimerkiksi keltaisella korkeajännitetarralla siten, että asiakkaalle ei jää epäselväksi, mistä osasta on kyse. Samanlaista ongelmaa korjaamoille myytäessä ei ole, koska korjaamot ottavat itse vastuun tekemästään työstä.

4.6 Oheistuotteiden myynti ja ajoneuvon muu elektroniikka

Sähköautoiluun liittyy myös oheistuotteita, kuten kotilatureita ja latauskaapeleita. Näiden tuotteiden myynnin kasvua voidaan odottaa sähköautokannan vanhetessa. Tämän lisäksi ajoneuvoissa on ohjainlaitteita, joiden määrä kasvaa jatkuvasti. Tämän lisäksi niistä löytyy enenevissä määrin erilaisia tutkia. Näistä yksi tyypillinen on ultraääneen perustuva tutka, joita nähdään perinteisesti pus-kureissa ja lokasuojissa. Nämä tutkat ovat herkkiä rikkoutumaan esimerkiksi ki-veniskusta.

Sähköautojen parissa työskentelemiseen tarvitaan myös paljon erikoistyökaluja. Näitä ovat muun muassa korkeasti eristetyt perustyökalut, kuten pihdit sekä kiinto- ja räikkäävaimet. Tämän lisäksi diagnostitöissä tarvitaan usein tark-koja eristysvastusmittareita ja testereitä. Akkujen irrotuksessa tarvitaan hyd-raulisia nostovaunuja ja -pöytiä. Myös asentaja tarvitsee erityisiä suojavälineitä, joita ovat esimerkiksi korkeajännitetöihin tarkoitetut suojamaskit ja hanskat.

5 Haastattelututkimus

Tutkimustyön tueksi haastateltiin kolmea eri tahoa niille suunnatuilla kysymyksillä. Näitä tahoja olivat riippumattomat korjaamot, tilaajan osatoimittajat sekä sähköautojen käyttäjät. Tämän lisäksi haastateltiin myös norjalaista korkeajänniteakkuja kierrättävän yrityksen toimitusjohtajaa. Haastatteluilla pyritään luomaan kuva nykyhetken korjaamotoiminnasta ja varaosakaupasta. Osa haastatteluista toteutettiin Teams-videopuheluina sekä osa normaalisti puhelimitse. Haastattelukysymykset on esitetty seuraavissa alaluvuissa.

Riippumattomille korjaamoille ohjattuja kysymyksiä esitettiin myös eri sähköauton korjaamista kouluttaville tahoille sekä erilaisille sähköautojen parissa työskenteleville asiantuntijoille. Tämän lisäksi haastateltiin kahta sähköautoihin erikoistunutta yrittäjää Suomesta. Toinen heistä on erikoistunut Teslan korkeajänniteakun korjauksiin ja toinen korjaamaan kaikkien merkkien sähköisiä voimalinjoja. Korjaamojen haastatteluihin vastattiin seuraavilla titteleillä:

- korjaamopäällikkö
- tekninen kouluttaja
- kenttäpäällikkö
- yrityksen omistaja ja osaomistaja.

Haastattelupyyntöihin suhtauduttiin erittäin myönteisesti kaikkien tahojen osalta. Haastattelujen kautta saatiin huomattavasti lisää näkökulmia sekä käytännön kokemuksia sähköautoista.

5.1 Riippumattomat korjaamot

Millaisia vikoja on tullut vastaan?

Haastatteluissa tuli esiin yllättävän paljon erilaisia sähköiseen voimalinjaan liittyviä vikoja. Kaikki tahot mainitsivat korkeajänniteakkujen heikkoudet. Niiden korjausten tämänhetkinen kalleus huoletti monia.

Teslojen akkukorjauksiin erikoistunut taho kertoi, että viat ovat johtuneet tyypillisesti kosteuden pääsemisestä piirilevyille ja muihin elektronisiin komponentteihin. Tämän lisäksi Teslan kontaktoreita oli rikkoutunut korkeajänniteakun sisältä. Itse kennovikoihin Teslan kohdalla ei sen sijaan toisen korjaamon kohdalla vielä törmätty. Sen lisäksi tyypillisiä vikoja Tesloissa oli ollut ovenkahvoissa, lasinpyyhkijöiden moottorissa ja käsijarrun moottorissa. Tesloissa oli sen lisäksi törmätty ongelmiin sisätilan ja akun lämmittimissä.

Tähän asti kaikkia merkkejä korjaava yrittäjä oli sähköautoissa törmännyt vikoihin, joita olivat akkumoduulien vauriot sekä moottoriin, antureihin, sisäiseen laturiin, lämmitysvastuksiin, ilmastointikompressoriin sekä latauspistokkeisiin ja -luukkuun liittyvät viat. Myös lähes jokainen haastateltava nosti esiin sen, kuinka paljon alustan osia on rikkoutunut sähköautoista. Tyypillistä oli muun muassa vetoakselien hajoaminen sekä tukivarsien puslien väljistyminen. Myös joitain ajomoottoreiden rikkoontumisia oli tullut vastaan muillakin haastateltavilla. Moottoreista oli esimerkiksi hajonnut laakereita, ja jotkut olivat alkaneet vuotamaan jäähdytysnestettä.

Myös muihin sähköautoihin erikoistuneilta tahoilta saatiin hyvinkin yksityiskohdaisia vastauksia. Haastatteluissa tuotiin esiin ohjelmistoihin liittyviä vikoja, jotka saatiin usein kuntoon erilaisilla päivityksillä. On ilmennyt myös latausportteihin liittyviä vikoja, kun esimerkiksi niiden kumitiivisteet ovat päässeet hapertumaan ja kosteuden seurauksena hapettumaan. Latausluukkujen rikkoutumisia oli tullut vastaan lähes kaikilla vastaajista. Eräs haastateltava kertoi, että myös akun tilaa valvovia kokonaisia BMS-yksiköitä on vaihdettu.

Miten viat ovat olleet korjattavissa?

Vikojen korjaamiseksi nostettiin esiin diagnosointilaitteiden ajantasaisuuden tärkeys sekä koulutettu ja osaava henkilökunta. Passthrough-lisenssit pitää olla hankittuna valmistajalta, jos haluaa saada vikoja diagnosoitua. Diagnosoinnin apuna sähköauton korjaamiseksi tarvitaan muun muassa eristysvastusmittaria. Teslan akkuja korjaava taho kertoi, että tähän asti kaikki autot oli saatu kuntoon, mutta uudemmissa Tesloissa korkeajänniteakku on täytetty massalla, joka tekee korjauksesta vähintään vaikeamman. Moduulien kerrottiin olevan vaihdettavissa, mutta moduulit ovat suurempia ja täten myös kalliimpia. Teslan kohdalla nostettiin esiin, että akkua ei ole tehty yhtä helposti korjattavaksi kuin joillain muilla valmistajilla. Erikoistyökalut on pitänyt tehdä itse ja etsiä tietoa netistä ”epävirallisia” teitä pitkin. Eri merkkien sähköautojen korjauksiin keskittynyt yrittäjä kertoi, että kaikki autot on saatu kuntoon, mutta välillä on jouduttu vaihtamaan isoja kokonaisuuksia, koska tiettyä vikaantunutta osaa ei ole saanut ostettua yksittäin.

Mistä varaosat on saatu?

Haastateltavien mukaan varaosien saatavuudessa sähköisen voimalinjaan liittyen on ollut tiettyjä haasteita. Monet haastateltavat kertoivat, että yksittäisiä kennoja ei ole oikeastaan saatavilla ja se on ollut esimerkiksi syynä siihen, miksi kokonaisia akkupaketteja on jouduttu vaihtamaan. Eräs haastateltava kertoi, että heidän mielestään Kiinan markkinat ovat tällä hetkellä valmiimpia vastaamaan komponenttien saatavuudesta. Korkeajänniteakkujen osia on tilattu Kiinasta esimerkiksi Kavo Partsilta. Perinteiset toimittajat eivät pysty hänen mukaansa toimittamaan korkeajänniteakkujen sisäisiä osia tai muita voimalinjan osia. Yksi haastateltava kertoi, että jos vain yksittäisiä kennoja olisi saatavilla, niin niitä kyllä vaihdettaisiin. Monet haastateltavat totesivat, että esimerkiksi Teslan alustan osia on ollut hyvin saatavilla verkosta. Niitä on tilattu tarvikkeena esimerkiksi Autodoc-verkkokaupasta.

Myös purkamoilta saatuja osia oli hyödynnetty arvokkaampien osien, kuten esimerkiksi ajomoottorin, kohdalla. Tiettyjä alustan osia, kuten ilmajousia, ei ole saanut tarvikkeina. Niitä on silloin saatu tilattua suoraan ajoneuvon

valmistajalta. Teslan akkuja korjaava taho kertoi, että korkeajänniteakkuun on saanut hyvin osia suoraan valmistajalta lukuun ottamatta itse moduuleita. Esimerkiksi kontaktoreita oli tilattu suoraan valmistajalta. Tyypillisesti siis sähköautojen osia on saatu kolmesta eri lähteestä: suoraan valmistajalta, tarvikkeena tai purkamolta. Purkamotuotteiden käyttö on siis kasvanut merkittävästi vastaajien keskuudessa.

Onko tunnistettu jo nyt tiettyjä tyypillisiä osia, jotka hajoavat sähköajoneuvoissa?

Kaikki haastateltavat kertoivat korkeajänniteakun olevan sellainen komponentti, johon liittyviä vikoja on tullut paljon vastaan. Kennojen kuluminen nostettiin esiin, mutta myös muita akuston osia kerrottiin hajoavan. Näitä olivat muun muassa esilatausvastukset ja -releet sekä sulakkeet ja virtaa mittavat tunnistimet. Myös jo aiemmin mainitut alustan osat olivat tyypillisiä heikkoja paikkoja. Suomessa sähköautojen korjauksiin keskittyvä taho kertoi, että yhteisenä tekijänä akku- ja moottorikorjauksiin on yleensä ollut veden pääseminen tavalla tai toisella elektroniikkaan tai kennoihin. Haastatteluissa nousi esiin myös se, että jarrut ovat kovilla, vaikka ne eivät ole yhtä suurella käytöllä kuin polttomoottorilla varustetuissa autoissa. Jarrulevyt ruostuvat nopeasti käyttämättömyyden takia ja ovat tämän takia usein vaihdon kohteena. Hyvin tyypillisiä olivat kaikilla tässä haastattelussa edustetuilla merkeillä myös latausporttiin liittyvät ongelmat.

Mikä on näkemyksenne tulevaisuuden korjaamotoiminnasta?

Haastateltavat totesivat, että autokannan sähköistyessä korjaamojen riippumattoman toimijan tulee olla koko ajan valmis muuttumaan. Korjaamojen on jatkuvasti koulutettava henkilöstöään vastatakseen sähköautojen tuomiin haasteisiin. Tarvitaan ymmärrystä sähkölaitteista, ja perinteiset yksinkertaiset työt tulevat jäämään vähemmälle. Eräs taho huomautti, että toisaalta täytyy osata erottaa toisistaan korjaaminen ja vaihtaminen. Jos vain vaihdetaan esimerkiksi ohjainlaite, niin se on yleensä yksinkertaisesti tehtävissä, mutta korjaaminen vaatii enemmän. Tämän lisäksi nostettiin esiin erikoistyneiden työkalujen lisääntyvä tarve. Korjaamoilla on oltava yhä enemmän mallikohtaisia työkaluja sekä esimerkiksi akuston korjaukseen tarvittavia suojavarusteita.

Moni toi esille sen, kuinka varaosien myynti tulee vähentymään. Eräs haastateltava kertoi, että heidän myynnistään 50 % on työmyyntiä ja toiset 50 % varaosamyntiä. Tulevaisuudessa varaosamyynnin osuuden odotetaan supistuvan huomattavasti. Monen haastateltavan mielestä tietyt alihankintaketjut tulevat todennäköisesti lisääntymään, koska erikoisosaaminen tulee olemaan yhä tärkeämpää.

Minkälaisena koette yleisen suhtautumisen sähköautoihin organisaatiossanne?

Suhtautuminen sähköautoihin vaihteli jonkin verran. Eräs organisaationsa koulutuksista vastaava henkilö kertoi, että monet korjaamot suhtautuvat sähköautoihin varauksella. Riippumattomalla puolella on hänen mukaansa edelleen paljon toimijoita, jotka suhtautuvat polttomoottoriin ainoana oikeana voimanlähteenä. Jotkut eivät ole alkaneet kouluttamaan henkilöstöään sähköautoja varten, mutta haastateltavan mukaan koulutettavia tulee kuitenkin koko ajan lisää. Hänen mukaansa moni kokee, että vielä ei kannata hätäillä, vaikka syytä olisi jo alkaa valmistautumaan. Eräs taho kertoi, että heidän yrityksessään jokainen työntekijä sähköautoilee itse. He kokevat, että sähköauto on heidän nykyisyytensä eikä polttomoottoria enää tule.

Sähköautoihin erikoistuneissa korjaamoissa suhtauduttiin luonnollisesti poikkeuksetta positiivisesti sähköautoihin. Yksi haastateltava oli espanjalainen sähköautojen erikoisasiantuntija, joka kertoi, että heidän maassaan sähköautokanta on vain noin 4 % koko autokannasta. Varaosamarkkinat Espanjassa eivät ole lähelläkään valmiit pitämään autoja kunnossa. Hän korosti kuitenkin, että on erittäin tärkeää olla valmistautunut tulevaisuuteen ja valmiita samanlaiseen muutokseen kuin muissa Euroopan maissa. Yksi haastateltavista vertasi tämän hetken asentajien osin ennakkoluuloista asennetta samanlaiseen tilanteeseen, kun siirryttiin imusarjasuihkutteisesta polttoaineensyötöstä suorasuihkutukseen. Aluksi suhtaudutaan epäilevästi, minkä jälkeen tekniikkaan tutustuu ja siihen tottuu.

Millaisia haasteita sähköautot tulevat luomaan tulevaisuudessa?

Tulevaisuuden haasteena nousi esiin etenkin henkilöstön jatkuvan kouluttamisen tarve. Työkaluvalikoimaa on monen mielestä päivitettävä koko ajan. Näiden lisäksi haastateltavat nostivat esiin, kuinka tärkeää on, että varaosatoimittajat päivittävät valikoimiaan sähköisen voimalinjan osalta. Jos korjaamo ei ole valmis vastaamaan näihin haasteisiin, on selvää, että se jää tulevaisuudessa kilpailun ulkopuolelle. Kokonaisuudessaan korjaamoyrittäjät eivät olleet huolissaan työn vähentymisestä sähköautojen suhteen. Huoltojen ohjeajat ovat olleet samanlaisia, ja sähköautoista on rikkoutunut komponentteja tasaiseen tahtiin. Toisaalta yksi vastaaja nosti esiin, että vaikka tällä hetkellä sähköinen voimalinja näyttää vikaantuvan ja tuovan tätä kautta työtä, niin tulevaisuudessa tilanne ei välttämättä ole sellainen. Sähköautojen tämän hetken ”tyyppiviat” voidaan saada kuntoon, ja välttämättä tulevaisuudessa tällaisia vikoja ei enää ole. Huoltojen ollessa vähäisiä vaarana on töiden ja varaosien tarpeen vähentymisen romahdusmaisesti.

5.2 Osatoimittajat

Osatoimittajista haastateltiin tilaajalle merkityksellisiä toimijoita. Haastatteluihin osallistuttiin seuraavilla tittleillä:

- koulutuspäällikkö
- projektijohtaja
- tuote- ja teknologiakehityksen pääjohtaja
- myyntiedustaja.

Millaisiin varaosiin panostetaan tällä hetkellä?

Lyhyen aikavälin tavoitteena eräs yritys mainitsi, että se aikoo panostaa osien ”sähköistämiseen”. Yritys aikoo lisätä lähitulevaisuudessa esimerkiksi sähköisten vesipumppujen ja ilmastointikompressorien valmistusta. Tämän lisäksi tarkoitus on lisätä erilaisten anturien tuotantoa. Toinen haastateltu yritys keskittyi

laakerien valmistukseen. Se kertoi myyvänsä suurimmaksi osaksi pyörän laakereita sekä jakohihna- ja -ketjuserjoja. Tämän lisäksi yritys valmistaa ohjaukseen ja jousitukseen liittyviä osia, kuten jousia, iskuvaimentimia sekä vetoakselien ja hammastankojen suojakumeja. Tarkoituksena on lähitulevaisuudessa aloittaa jarrupalojen sekä -levyjen valmistus. Kolmas yritys keskittyi voimansiirron ja korin osiin. Näitä olivat muun muassa kytkimet ja moottorin tukikumit. Neljäs yritys keskittyi voimansiirtokomponentteihin, kuten vetoakseleihin, tasauspyörästöihin ja kardaaneihin. Kyseinen yritys valmistaa ensiasennusvetoakseleita esimerkiksi VW Groupille, FCA-konsernille ja Volvolle. Tämän lisäksi se valmistaa sähkömoottoreita ja inverttereitä sähköajoneuvoihin.

Mikä on näkemyksenne tulevaisuuden varaosakaupasta?

Haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että sähköajoneuvot tulevat muuttamaan varaosakauppaa huomattavasti. Eräs yritys esitti mielenkiintoisen osien vertailun sähkö- ja polttomoottoreiden välillä. Haastateltu nosti esiin, kuinka paljon samoja komponentteja löytyy sähköisestä voimalinjasta ja polttomoottorista. Toisaalta yksi vastaajista sanoi, että he eivät aio vielä hätäillä, koska vastaavanlaisia trendejä oli nähty aikaisemminkin.

Tyypillinen vastaus oli, että komponenttivalikoimaa tulee muuttaa, jotta pystytään valmistautumaan sähköautojen yleistymiseen. Eräs vastaaja totesi, että huoltojen vähentymistä nähtiin myös 10 vuotta sitten jakohihnojen ja -ketjujen kohdalla, kun niiden huoltovälit kasvoivat. Tällöin ratkaisuna oli kasvattaa muiden tuotekategorioiden osuutta myynnistä. Ongelma ei siis tavallaan ole heidän kohdallaan uusi.

Millainen asema liikkeellänne tulee olemaan tulevaisuudessa sähköautojen varaosakaupassa?

Laakereita toimittava yritys aikoo myydä polttomoottoreiden osia myös tulevaisuudessa. He uskovat, että vaikka 2035 lopetettaisiin polttomoottoriautojen valmistus, niin polttomoottoreilla ajaminen ei tule loppumaan ja niiden varaosia kannattaa edelleen valmistaa. Tulevaisuudessa kuitenkin suhde polttomoottorin varaosien ja alustan osien välillä tulee kasvamaan. Yritys haluaa olla

tulevaisuudessakin laadukkaiden varaosien toimittaja eikä tule jäämään kiinni vanhoihin osiin. Tulevaisuudessa yritys aikoo keskittyä toimittamaan osakokonaisuuksien sijaan yksittäisiä osia, esimerkiksi sähkömoottorin laakereita. Heidän mukaansa tämä eroaa trendistä, jonka mukaan varaosavalmistajat pyrkivät nykyään myymään kokonaisia osia, kuten ajomoottoreita. Voimansiirtokomponentteihin keskittynyt yritys aikoo nostaa osuuttaan hybridi- ja täyssähköajoneuvojen voimansiirron komponenteissa. Tavoitteena on, että jo vuonna 2030 yli puolet yrityksen valmistamista osista olisi sähköajoneuvoihin tarkoitettuja.

Millaisia haasteita sähköautot tulevat luomaan tulevaisuudessa?

Kaikki vastaajat olivat sitä mieltä, että tulevaisuudessa koulutuksen tärkeys tulee korostumaan. Perinteiset mekaaniset työt tulevat vähentymään, ja elektronikan ymmärrys korostuu. Esiin nousi myös huoli huolloissa täyssähköautojen kohdalla käytettävien varaosien vähyyden vuoksi. Yksi vastaaja mainitsi erään keskeisen ongelman varaosamyynnin kannalta etenkin laakerien kohdalla. Autovalmistajat käyttävät yhä enemmän vähempikitkaisia laakereita, joiden hintakin on luonnollisesti kalliimpi. Ongelma tulee vastaan, kun jälkimarkkinoilla kulluttaja vaihtaa laakerin ja se onkin huomattavasti kalliimpi kuin hänen entisessä autossaan. Hinta saattaa olla jopa kolminkertainen verrattuna aikaisempaan. Siinä vaiheessa mieleen tulee ostaa laakeri, joka ei täytä samoja vaatimuksia, ja menetetään asiakas. Tämä siis luo nimenomaan alkuperäislaatuista osia myyvälle taholle ongelmia myyntitilanteessa.

5.3 Sähköautojen käyttäjät

Sähköautojen käyttäjähaastatteluun pyrittiin löytämään sellaisia käyttäjiä, joilla on kertynyt autoihinsa paljon kilometrejä. Tavoitteena oli saada lisätietoa nimenomaan kilometrien vaikutuksesta vikaantumiseen. Näitä olivat tässä tapauksessa taksiyrittäjät ja -yritysten edustajat sekä sähköautoja jakelussa käyttävät tahot. Haastateltavia oli yhteensä neljä. Työn kannalta oleellisia kysymyksiä olivat, millaista kalustoa yritys omisti ja minkälaisiin vikoihin oli törmätty.

Millaista kalustoa teiltä löytyy?

Haastateltavilta löytyi kalustoa hieman laidasta laitaan. Yhdellä haastateltavalla oli Tesla Model S vuodelta 2014, johon oli kertynyt taksikäytössä peräti 950 000 kilometriä. Toiselta taksiyrittäjältä löytyi vuoden 2021 Volkswagen ID.4 GTX, johon kilometrejä oli kertynyt 85 000. Eräs sähköautoilla operoiva pääkaupunkiseudulla toimiva taksiyritys omisti kaksi Hyundai Ioniq -täyssähköautoa. Yritys oli aloittanut toimintansa kolmella Nissan Leafilla, jotka oli jo myyty. Ensimmäiseen Hyundaihin oli kertynyt kilometrejä 110 000 ja toiseen 65 000. Tämän lisäksi haastateltiin tamperelaista pelkästään sähköautoja kuljetuksissaan käyttävää yritystä. Siltä löytyi kaksi Tesla Model Y:tä, BMW iX3 ja kaksi MB-EQ EQE 300:aa.

Onko tullut vastaan vikoja? Jos on, niin millaisia?

Teslaan, jolla oli ajettu 950 000 kilometriä, oli vaihdettu korkeajänniteakku kokonaisuudessaan 600 000 kilometrin kohdalla. Tämän lisäksi auton omistaja kertoi, että johtosarja latauspistokkeelta akustolle vaihdettiin, kun auto oli noin 1,5 vuotta vanha. Hän totesi myös, että tukivarsia oli vaihdettu useaan otteeseen edestä sekä takaa. Mitään muita sähköisen voimalinjan vikoja autossa ei ole ollut. VW ID.4:n omistaja kertoi, että minkäänlaisia vikoja ei ollut tullut vastaan 85 000 kilometrin kohdalla. Hyundai Ioniqista toiseen oli jouduttu vaihtamaan lämmitysvastus, joka oli rikkoutunut jo ennen luovutusta. Muita vikoja yrityksen autoihin ei ollut tullut. Tamperelaisen taksiyrityksen Tesloista oli molemmista hajonnut lämmitysvastukset, sekä niihin oli vaihdettu alustan tukivarsia. BMW:ssä vastaan oli tullut vikoja, jotka eivät liittyneet sähköiseen voimalinjaan millään tavalla. EQE:t olivat pysyneet toistaiseksi viattomina.

Minkälaisena koette yleisen suhtautumisen sähköautoihin organisaatiossanne?

Paljon ajetun Teslan omistaja kertoi, että hänen mielestään sähköauto on toiminut erittäin hyvin sen kilometreihin nähden, ja aikoo jatkossakin ostaa käyttöönsä sähköauton. Hän kuitenkin kertoi, että taksialalla autoista tietyn määrän on pakko olla päästöttömiä, joten tämä ajaa alalla väistämättä sähköautohankintoihin. Taksiryrittäjä kuitenkin korostaa, että hän valitsisi joka tapauksessa mieluummin sähköauton. Hyundailla operoivan taksiryityksen edustaja kertoi, että yksi kuljettaja ei pitänyt auton lataamisesta kesken vuoron ja vaihtoi tämän takia työpaikkaa. Muut työntekijät ovat pysyneet ja pitäneet autoista. Tampereella operoivan taksiryityksen mukaan suhtautuminen oli ollut kaksijakoista. Toisaalta uutta tekniikkaa ihannoitiin, mutta autojen toteutuneet kilometrisuoritteet ja saavutettu liikevaihto eivät ole vastanneet odotuksia.

5.4 BatteriRetur

Viimeisenä haastateltavana oli norjalainen korkeajänniteakkuja kierrättävän yrityksen toimitusjohtaja. Hänen haastattelunsa avulla pyrittiin saamaan lisää tietoa nimenomaan korkeajänniteakkujen kestävydestä.

Mitkä ovat korkeajänniteakun vikaherkimmät komponentit?

Haastateltava totesi, että tällä hetkellä korkeajänniteakun tiivistys on suurin ongelma. Korkeajänniteakun sisään pääsee kosteutta, joka tuhoaa elektroniikkaa sen sisällä. Esiin nousi myös joidenkin akkujen koteloiden kestävyys. Jotkut akkujen kotelot ovat liian herkkiä iskuille, ja vaurioituvat sen takia. Sen sijaan 10 vuotta sitten ongelmana on ollut itse kennojen kestävyys, mutta niistä ongelmista on hänen mukaansa päästy jo paremmin yli.

Mikä on näkemyksenne tulevaisuuden varaosakaupasta?

Haastateltavan mielestä tulevaisuuden näkymät varaosakaupan suhteen eivät ole kovin valoisat. Hän vertasi polttomoottorin 1200 liikkuvaa osaa sähköauton vastaavaan lukuun, joka on noin 80 % vähemmän.

Millä sähköautojen osilla on tällä hetkellä suurin kysyntä?

Tällä hetkellä suurin kysyntä sähköautojen kohdalla hänen mukaansa on jarrupaloissa ja -levyissä. Tämän lisäksi eräs liian usein unohdettu komponentti on 12 V:n akku, joita sähköautoihin vaihdetaan hänen mukaansa jopa useammin kuin polttomoottoreihin.

Oletteko tunnistaneet osia, joita on tällä hetkellä vaikea saada?

Hänen mukaansa tällä hetkellä vaikeasti saatavilla olevia osia ovat vanhimpien sähköautojen korkeajänniteakkujen osat niin käytettyinä kuin uutenakin. Toisaalta jos osa löydetään, niin usein sen hinta on niin korkea, ettei sen ostamisessa ole järkeä. Tästä hän kertoi esimerkin, jossa vaurioitunut korkeajänniteakun pohjalevy piti vaihtaa uuteen. Tämä kyseinen pohjalevy maksoi enemmän kuin koko auto, joten se jäi ostamatta.

Millaisia haasteita sähköautot tulevat luomaan tulevaisuuden varaosakauppaan?

Hänen mukaansa varaosamyynti tulee määrällisesti vähentymään huomattavasti, mutta yksittäisten komponenttien hinnat tulevat nousemaan. Tämä muutos ei kuitenkaan riitä kompensoimaan tulojen menetystä. Hän nosti esiin myös, että todennäköisesti varaosien myynti tulee siirtymään perinteisiltä eurooppalaisilta toimittajilta yhä enemmän aasialaisille toimittajille. Tämä luo hänen mukaansa Euroopassa todennäköisesti varaosien saatavuusongelmia.

Näettekö tulevaisuutta käytettyjen akkumoduulien tai muiden sähköautojen osien myynnissä?

Haastateltavan mukaan hän näkee siinä ehdottomasti tulevaisuuden korkeajänniteakkujen kunnostuksen suhteen. Mitä tulee niiden jälleenmyyntiin, on siinä omat haasteensa. Hän nosti esiin uuden EU:n asetuksen, joka lisää käytettyjä kennoja myyvän tahon vastuuta.

6 Tiedonhaku muista kanavista

Käyttö- ja korjauskokemuksia haettiin edellisessä luvussa mainittujen tahojen lisäksi myös Trafin tilastoista, netin keskustelupalstoilta sekä esimerkiksi YouTube-videoiden kautta. Verkko on täynnä erilaisia sähköautojen käyttäjäkokemuksia. Tähän lukuun on poimittu verkosta löydettyjä käyttäjäkokemuksia, komponenttien rikkoontumisia ja ajoneuvoihin tehtyjä osien vaihtoja. Internetistä saatuihin tietoihin tulee kuitenkin suhtautua tietyllä kriittisyydellä. Tämän lisäksi tutkittiin kahta erilaista auton valmistajaan liittyvää artikkelia sekä yhtä korkeajänniteakkujen kestävyysliittymää tutkimusta. Myös saksan katsastustilastoihin liittyvää raporttia tutkittiin.

6.1 Valmistajien esittämät tiedot

Autoalan ranskalaisessa Zepros-lehdessä Renault'n jälkimarkkinoinnin pääjohtaja esittelee näkemyksensä strategiasta, jolla saadaan valloitettua jälkimarkkinoiden ala yleisesti ja erityisesti riippumattomat jälkimarkkinat. (Blancheton 2023). François Delion kertoo yrityksen edistävän vaihtoehtoja tuotevalikoimaa, joka on sijoitettu alkuperäisten ja Motrion-varaosien välimaastoon. Tämä valikoima on suunnattu Renault'n ja Dacian malleihin, jotka ovat yli neljä vuotta vanhoja. Tällä pyritään tarjoamaan kilpailukykyinen hintaluokka valmistajaympäristössä. Myös ylläpitosopimuksien määrää pyritään kasvattamaan. Delionilta kysytään, tuleeko tämä tuotevalikoima olemaan jälleenmyyjien avain uusien asiakkaiden löytämiseen. Hänen mukaansa se on mahdollisuus jälleenmyyjille, mikäli ne haluavat lähteä mukaan vanhempien autojen huoltoihin ja korjauksiin. Hän kertoo, että Motrio-korjaamoja on perustettu jo muun muassa Sloveniaan, Kroatiaan ja Serbiaan.

Toinen artikkeli on Stellantiksen verkkosivuilla, jossa kerrotaan yrityksen uudesta liiketoimintayksiköstä, joka tulee keskittymään täysin jälkimarkkinoinnin datan käsittelyyn (New 'Mobilisights' Business Unit Advances Stellantis' Growing Data and Connected Services Offer 2023). Stellantiksen alla toimivat automerkit, jotka kuuluvat FCA- ja PSA- konserniin. Mobilisights tulee jatkossa

hyödyntämään tietoa Stellantiksen ajoneuvoista, joiden määrän odotetaan olevan 34 miljoonaa vuoteen 2030 mennessä. Uusi liiketoimintayksikkö on yhdenmukainen Stellantiksen Dare Forward 2030 -suunnitelman kanssa, jossa tavoitteena on saada aikaan noin 20 miljardin euron lisätulot vuosittain ohjelmistoihin liittyvistä palveluista vuoteen 2030 mennessä.

Yhteinen tavoite kummallakin taholla on pitää kuluttaja sidottuna valtuutettuun toimijaan pidempään. Tämä tuo luonnollisesti lisähaasteen riippumattomalle toimijalle. Vastaavanlaisen palvelun tarjoaminen tilaajan näkökulmasta on kuitenkin hieman ongelmallista. Motonetin asiakasprofiilin perusteella kohderyhmä on hyvin tee-se-itse-henkistä, ja todennäköisesti testerit löytyvät jo omasta takaa. Siispä Motonetin asiakkaille tämän palvelun tarjoaminen ei ole välttämättä kovin kannattavaa. Toisaalta VaraosaMaailman asiakkaiden kohderyhmälle tällaisen palvelun tarjoaminen voisi olla järkevää.

6.2 Tutkimus korkeajänniteakkujen kestävyydestä

Recurrent-verkkosivusto julkaisi korkeajänniteakkujen kestävyydestä tutkimuksen. Kyseinen yhdysvaltalainen yritys tarjoaa palvelua sähköautojen käyttäjille ja jälleenmyyjille. Käyttäjät voivat yhdistää autonsa heidän palveluunsa ja saada ajantasaista tietoa ajoneuvonsa korkeajänniteakun kunnosta. Jälleenmyyjät voivat taas tarkistaa myytävien autojensa kunnan palvelun avulla. Tutkimus oli tehty näiden tietojen pohjalta. Tutkimuksessa mukana oli yhteensä noin 15 000 autoa. Yksi tutkittava asia oli se, kuinka moneen autoon oli jouduttu vaihtamaan korkeajänniteakku. Tieto vaihdosta perustui ajoneuvon omistajan ilmoitukseen. Jos jätetään laskuista tehtaiden takaisinkutsukampanjat, seuraavat mallit olivat vaihtojen kärjessä:

- 2013 Tesla Model S (8,5 %)
- 2014 Tesla Model S (7,3 %)
- 2015 Tesla Model S (3,5 %)
- 2011 Nissan Leaf (8,3 %)
- 2012 Nissan Leaf (3,5 %).

Tilastoista nähdään, että odotetusti akkuvauriot osuvat vanhimpiin automalleihin. Lisäksi mainitaan, että puutteellisten telematiikkasopivuuksien takia esimerkiksi Nissan Leafin tilastoista saattaa puuttua joitain vauriotapauksia. Kokonaisuudessaan Recurrentin kalustosta 1,5 %:iin autoista oli jouduttu vaihtamaan korkeajänniteakku. (Najman 2023.) Tutkimuksessa ei kerrota, millaisessa ympäristössä autoilla ajetaan, mutta se on silti suuntaa antava.

6.3 Saksan katsastustilastot

Saksalaisen tutkimusorganisaatio Technischer Überwachungsverein Verbandin (TÜV) julkaisemassa artikkelissa käsitellään vuoden 2023 TÜV-raporttia, jossa muun muassa asetetaan ajoneuvot järjestykseen niiden hylkäämisprosentin perusteella. Raportti on kerätty lähes 9,6 miljoonan saksalaisen ajoneuvon määräaikaikatsastustiedoista.

Ensimmäistä kertaa tilastossa on mukana myös täyssähköauto. Kyseessä on Renault Zoe, koska sen autokanta Saksassa oli tarpeeksi suuri tullakseen tilastoiduksi raporttia varten. Automallin hylkäysprosentti 2–3-vuotiaiden autojen kohdalla oli 5,3, jolla se sijoittuu tilaston keskelle. Sen sijaan 4–5-vuotiaiden autojen kohdalla sen hylkäysprosentti on 10,6, jolla se sijoittuu ikäryhmänsä heikoimpaan kolmannekseen. Yleisimmät hylkäysperusteet Zoen kohdalla ovat liittyneet jousitukseen ja jarruihin. (Shahd 2022.)

6.4 Selvitys Teslan vikaherkimmistä komponenteista

Trafin henkilöautojen määräaikaikatsastuksen vuositilastoista vuodelta 2021 käy ilmi, että yleisimpiä Teslojen hylkäyspäästöksiä (käyttöönottovuodet 2014–2016) on tullut liittyen etu- ja taka-akselistoon. Huomiota kiinnittää myös varsin korkea hylkäysprosentti. Vuonna 2016 käyttöön otettujen Tesla Model S:ien hylkäysprosentti on ollut jopa 18,6 %. (Katsastustilastot 2022.)

Netin keskustelupalstojen perusteella eräänä muita yleisempänä kulumisen kohteena on noussut esiin alustan osat ja 12 V:n käynnistysakku. Käyttäjien mukaan myös renkaat kuluvat paljon nopeammin verrattuna polttomootoriautoon. (Tesla Motors Club 2023.)

Tämän lisäksi on mainittu seuraavia vikoja:

- ylätukivarsien palloniveliä väljistyminen
- vetoakselien nopea kuluminen

- latausportin rikkoontumien.

Eräs YouTube-käyttäjä listaa 483 000 kilometrin aikana tulleet ongelmat. Kyseessä oli vuoden 2013 Tesla Model S. Auton ollessa kuuden vuoden ikäinen, vastaan oli tullut 12 V:n akun ja latausportin rikkoutuminen. Seuraavana vuonna autosta oli rikkoontunut näyttöyksikkö. Auton ollessa kahdeksan vuoden ikäinen, oli auton sisäinen laturi rikkoontunut. Heti seuraavana vuonna myös ajomoottori oli hajonnut. (Mitchell 2022.)

Suomesta löytyy jo joitakin Tesloja, jotka eivät ole enää akkutakuun piirissä. Näitä varten Suomeen on perustettu jo joitain korjaamoja, jotka ovat erikoistuneet nimenomaan Teslan akustojen korjaamiseen. Näistä yksi on Forssassa toimiva Akkuauto, jonka edustajaa on haastateltu kohdassa 5.1.

6.5 Selvitys Nissan Leafin hylkäämisperusteista

Nissan Leaf -merkkisiä ajoneuvoja katsastettiin vuonna 2018 yhteensä 358 kappaletta. Niistä hylättiin 10,9 %. Yleisimmät hylkäysperusteet ovat olleet etuakselistoon liittyviä. (Katsastustilastot 2022.) Monet käyttäjät tuoneet esille akun SOH-arvon selkeän alenemisen. Suomessa on jo tiettyjä korjaamoja, jotka suorittavat näiden ajoneuvojen korkeajänniteakkujen vaihtoja. Näistä yksi on Vaasan lähellä Norra Vallgrundissa toimiva Dala's EV Repair -korjaamo. Kyseisen yrityksen omistaja kertoo sivuillaan, että korkeajänniteakkujen vaihdon lisäksi yritys tarjoaa kapasiteetiltaan suurempia akkuja vanhojen tilalle. Nissan Leafin vuosimallien alkupäästä (2010–2013) löytyi korkeajänniteakun lisäksi joitain ohjelmistopuoleen liittyviä vikoja.

7 Johtopäätökset

Haastattelujen ja selvitystyön tuloksena saatiin paljon tietoa sähköautojen voimansiirron heikkouksista sekä varaosia myyvän tahon tarpeista päivittää valikoimaansa. Tässä luvussa tuodaan esille uudet varaosatarpeet ja annetaan konkreettisia neuvoja, miten varaosia myyvän tahon kannattaa varautua tulevaan.

7.1 Sähköisen voimalinjan heikkouksista

Sähköiseen voimalinjaan liittyy paljon heikkouksia, joita tämän selvityksen perusteella ainakin tällä hetkellä liittyy eniten korkeajänniteakkuun. Korkeajänniteakulla ei tarkoiteta pelkästään siinä olevia litiumionikennoja vaan myös eri komponentteja sen ympärillä. Näitä ovat BMS-yksikkö, pää- ja esilatauskontaktorit, sulakkeet, paineentasaajat, virtamäärätunnistimet, eri parametreja mittaavat anturit, esilatausvastukset sekä kondensaattorit. Etenkin antureita on paljon sähköisessä voimalinjassa. Lämpötila-antureita löytyy esimerkiksi inverttereistä, korkeajänniteakun valvontaelektroniikasta, ajomoottoreista ja latauspistokkeista. Korkeajänniteakun valvontaan liittyy tämän lisäksi virran, kosteuden, paineen ja jännitteen mittaus. Tämän lisäksi esimerkiksi ajomoottoreissa on asentoantureita. Näiden saaminen valikoimaan olisi riippumattomalle toimijalle ehdottomasti tavoittelemisen arvoista.

Etenkin kun otetaan huomioon tilaajan asiakasprofiili ja yrityksen halu löytää edullisia ratkaisuja ajoneuvojen korjaamiseksi, tulisi yrityksen harkita myös tiettyjen käytettyjen osien myyntiä. Kuten Teslan akkuja korjaava yrittäjä kertoo luvussa 5, Tesla ei myy eikä vaihda yksittäisiä moduuleja korkeajänniteakkuun. Merkkikorjaamo vaihtaa sen sijaan koko akun, jonka hinta on noin 20 000 euroa. Luvun 5 korjaamohaastatteluissa mainitaan myös, että käytettyjen osien käyttö sähköautojen korjauksissa on tällä hetkellä suurempaa kuin polttomoottoreiden kohdalla. Yksittäiset moduulit ovat kuitenkin osaavissa käsissä vaihdettavissa, joten riippumattoman toimijan tulisi tarjota tähän ratkaisu. Sen tulisi tarjota moduuleja sellaisiin autoihin, joihin vaihto on tehtävissä ja tyypillisesti tarpeen. Käytettyjen moduulienkin hinnat ovat usein 1000 euron luokkaa, joten

tietysti tarvitaan harkintaa, minkä verran ja minkä autojen moduuleja valikoidaan kannattaa ottaa. Myös autoihin, joihin moduulit ovat valmistajankin puolesta vaihdettavissa, tulisi luonnollisesti tarjota samanlaista ratkaisua. Näistä seuraavat ovat sellaisia arvokkaita osia, joiden saaminen edullisempaan vaihtoehtona (joko käytettynä tai tarvikkeena) olisi kannattavaa:

- akkumoduulit
- ajomoottorit
- sisäiset laturit
- invertterit (sekä AC/DC että DC/DC).

Haastatteluissa tuli myös esiin, että monissa sähköautoissa latausportit ovat olleet tyypillisiä hajoamaan. Riippumattoman toimijan kannattaisi ottaa valikoimaansa ainakin yleisimpiä tarvike- ja mallikohtaisia tyyppin 2 sähköautojen latauspistokkeita sekä latausluukkujen solenoideja. Esimerkiksi Tesloista näitä on tiedetty rikkoutuvan, joten niiden ottaminen valikoimaan joko käytettynä tai mahdollisuuksien mukaan uutena olisi järkevää. Tämän lisäksi latauksen ohjainlaitteiden vikaantumisia on nähty esimerkiksi BMW:n lataushybrideissä.

Kuten luvun 4.3 viimeisessä kappaleessa todetaan, ovat myös sähköajoneuvojen lämmitys- ja ilmastointiratkaisut muuttuneet. Enää ei pystytä hyödyntämään polttomoottorista saatua hukkalämpöä, vaan lämmitys joudutaan suorittamaan erillisellä komponentilla. Tämä on yksi kuluva osa korkeajännitejärjestelmässä, johon varaosia myyvän tahon tulee pystyä tarjoamaan valikoimaa. Yleisimpiin sähköautomalleihin tulisi olla saatavilla niiden lämmittävät komponentit, jotka ovat tyypillisesti PTC-vastuksia. Luvussa 4.3 nostetaan esille myös, kuinka paljon tärkeämpi toimiva ilmastointi on sähköautossa. Tyypillinen ratkaisu on korkeajännitteellä toimiva sähköinen ilmastointikompressori, joiden ottaminen valikoimaan kannattaa.

7.2 Muut kuin itse voimalinjan komponentit

Kuten on jo aiempaan mainittu, sähköisen voimalinjan suurempi massa luo huomattavasti suurempaa kulumaa auton alustalle. Muun muassa luvussa 6.3 esitetty TÜV-raportti osoittaa tämänhetkiset sähköauton alustan heikkoudet. On siis selvää, että varaosia myyvän tahon pitää tarjota kattavasti eri komponentteja sähköautojen alustoihin. Sähköautot vaativat erilaiset renkaat kuin polttomoottoriautoissa, ja tällaisten renkaiden ottaminen valikoimaan kannattaa. Tämän lisäksi esimerkiksi vetoakselit ovat kovemman rasituksen alaisena sähkömoottorin tarjoaman korkeamman vääntömomentin takia. Vaikka jarrut ovat vähemmällä käytöllä sähköautoissa, on niihin liittyvät viat kuitenkin kasvussa. Tästä seuraa korroosio-ongelmia, jotka esimerkiksi aiheuttavat jarrusatuloiden jumiutumista. Muut alustan komponentit, joiden vaihtovälien odotetaan lyhentyvän, ovat seuraavat:

- jouset ja iskunvaimentimet
- kallistuksenvakaajan yhdystangot
- raidetangonpäät
- pyörän laakerit
- tukivarret
- pallonivelet.

Valikoimaan kannattaa ottaa myös sähköautojen korjauksiin tarvittavia erikoistyökaluja ja varusteita. Näitä ovat jännitetöihin soveltuvat:

- suojavisiirit
- akkujen nostovaunut

- rajausketjut
- eristetyt perustyökalut
- eristysvastusmittarit
- jännitetyöhanskat
- lattiatelineet varoituskilville
- eristysmatot
- ajoakuston balansointilaitteet
- vuototestilaitteet.

7.3 Varaosakaupan tulevaisuus

Täyssähköautot tulevat muuttamaan tulevaisuudessa riippumatonta varaosakauppaa suuresti. Tämän työn perusteella on odotettavissa, että tilaajan varaosamyyni painottuu tulevaisuudessa yhä enemmän korjaamojen suuntaan, mikäli se aikoo panostaa sähköauton varaosien myyntiin. Tämä siksi, että huollot ja etenkin sähköiseen voimalinjaan liittyvät korjaukset eivät ole enää samalla tavalla toteuttavissa.

Joka tapauksessa myynti tulee ainakin määrältään vähenemään väistämättä huollossa tarvittavien komponenttien vähenemisen myötä. Siksi kaikilta varaosapuolen toimijoilta, jotka haluavat pärjätä tulevaisuuden kilpailussa, tarvitaan uudenlaisia toimintatapoja. Esimerkiksi aktiivinen ”tyyppivikoihin” vastaaminen voisi olla tapa menestyä näillä markkinoilla. Sen lisäksi sähköautot sisältävät yhä enemmän yksittäisiä vikaherkkiä osia (esimerkiksi PTC-vastukset). Tällaiset osat ovat ainakin tällä hetkellä kalliimpia kuin vastaavat polttomoottoriautossa käytettävät komponentit. Myös aiemmin mainittu purkuosien myynti voisi olla tapa pärjätä tulevaisuudessa.

Perinteinen tee-se-itse-kulttuuri ei ole kuitenkaan häviämässä. Korkeajännitepuolen komponentit ovat edelleen kenen tahansa vaihdettavissa, mikäli luvussa 4.5 mainitut turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Kuluttajalle siis pitäisi olla saatavissa myös samat komponentit, kunhan luvussa 4.5 mainitut kohdat täyttyvät myös varaosien myynnin kannalta.

Yksi tärkeä seikka sähköautoista puhuttaessa on se, puhutaanko täyssähköautosta vai lataushybridistä. Lataushybridi on varaosia myyvälle taholle myynnin kannalta jopa optimaalisempi kuin täyssähköauto. Se sisältää täysin samat komponentit kuin perinteinen polttomoottoriauto, ja tämän lisäksi vielä sähköisen voimalinjan. Ongelmat ja suurimmat muutospaineet tulevat vastaan nimenomaan täyssähköautojen yleistyessä.

Tulevaisuudessa varaosia myyvän tahon tulee olla siis aiempaa valmiimpi jatkuvasti muuttuviin varaosatarpeisiin. Sen on pystyttävä tarjoamaan entistä teknisempiä kokonaisuuksia ja oltava valmis kouluttamaan henkilökuntaansa ymmärtämään myös sähköisen voimalinjan toimintaa. Yksittäisen varaosan korkeamman hinnan vuoksi itse myyntitilanteen tärkeys korostuu. Toisaalta myös tuotteen löytyminen suoraan hyllystä on yhä tärkeämpää, koska yksittäisen asiakkaan päätös ostaa varaosa muualta on kriittisempi. On myös huomioitava osatoimittajien mainitsema ilmiö, jonka takia alkuperäislaatuinen ja tarvikevaraosan välinen hintaero tulee kasvamaan. Tämä pystytään huomioimaan kertomalla varaosamyyjille ne syyt, joiden takia alkuperäislaatuinen varaosa on aiempaa kalliimpi. Näin varaosamyyjä pystyy perustelemaan asiakkaalle, minkä takia alkuperäislaatuinen varaosa kannattaa kuitenkin hankkia.

Vaikka sähköautot tuovat myös mahdollisuuksia varaosakauppaan, yhteinen näkemys korjaamoilla on kuitenkin se, että sähköautoissa on ollut paljon vähemmän vikoja voimalinjassa verrattuna polttomoottoriautoon. Tällä hetkellä töitä ja varaosien kysyntää riittää, mutta pelkona luvussa 5.1 tuodaan esiin huoli sähköisen voimalinjan kehittymisestä ”liian” luotettavaksi. Polttomoottoriautojen varaosamyynti on vielä pitkään suurta tilaajan kannalta, mutta tilanne tulee olemaan esimerkiksi 10 vuoden päästä täysin erilainen. Tällä hetkellä suurin osa

sähköautoista on vielä akkutakuun alaisia, joten kuluttajan ei ole tarvinnut miettiä akuston korjaamista omakustanteisesti. Se on kuitenkin tulevaisuudessa todennäköisesti arkipäivää monelle korjaamolle.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarjota tilaajalle työkalut ja osavalikoima, jolla aloittaa sähköajoneuvojen komponenttien myynti. Tilaajan on tarkoitus aloittaa sähköautojen varaosien myynti keskitetysti tietyissä pääkaupunkiseudun toimipisteissä.

Lähteet

Albatayneh, Aiman; Assaf, Mohammad; Alterman, Dariusz & Jaradat, Mustafa. 2020. Comparison of the Overall Energy Efficiency for Internal Combustion Engine Vehicles and Electric Vehicles. *Journal of Environmental and Climate Technologies*. Vol. 24, s. 669–680.

Audi Technology Portal. 2023. Audi MediaCenter. Verkkoaineisto. <<https://www.audi-mediacenter.com/en/electromobility-slash-audi-e-tron-2>>. Luettu 1.3.2023.

Autoalan työlliset toimialoittain. Verkkoaineisto. Autoalan Tiedotuskeskus. <https://www.aut.fi/autoala/autoalan_tyolliset_toimialoittain>. Luettu 2.3.2023.

Autokannan kehitys ja autotiheys. Verkkoaineisto. Autoalan Tiedotuskeskus. <https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/liikennekaytossa_olevat_autot>. Luettu 2.3.2023.

Blancheton, Muriel. 2023. F. Delion, Renault: “Everything will depend on our ability to move forward faster than the independent aftermarket”. Verkkoaineisto. <<https://auto.zepros.fr/constructeurs/f-delion-renault-everything-will-depend-our-ability-move-forward-faster-independent>>. 4.1.2023. Luettu 20.3.2023.

Farfan-Cabrera, Leonardo Israel. 2019. Tribology of electric vehicles: A review of critical components, current state and future improvement trends. *Journal of Tribology International*. Vol. 138, s. 473–486.

Henkilöautojen ensirekisteröinnit muuttujina Maakunta, Merkki, Käyttövoima, Kuukausi ja Vuosi. 2023. Tilastohaku. Traficom. <https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Ensirekisteroinnit/010_ensirek_tau_101.px/>. Luettu 9.3.2023.

Hiilamo, Elli-Alina & Heima, Timo-Pekka. 2022. EU:ssa syntyi sopu: Uusien polt-tomoottoriautojen myynti kielletään vuodesta 2035 alkaen. Verkkoaineisto. Yle. <<https://yle.fi/a/3-12669595>>. 28.10.2022. Luettu 13.3.2023.

Huoltovälit. Verkkoaineisto. Tesla. <https://www.tesla.com/ownersmanual/2012_2020_models/fi_fi/GUID-E95DAAD9-646E-4249-9930-B109ED7B1D91.html>. Luettu 19.3.2023.

Introduction of Samsung SDI's 94Ah cells. 2015. Samsung. Datalehti. <https://files.gwl.eu/inc/_doc/attach/Stoltem/7213/30118_Introduction%20of%20SDI%20EV%2094Ah%20cell_V9-2.pdf>. 31.12.2015. Luettu 16.3.2023.

Katsastustilastot. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/katsastustilasto>>. Luettu 10.4.2023.

Komission asetus (EU). 2010. 461/27.5.2010.

Linja-Aho, Vesa. 2022. Sähkö- ja hybridautojen sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen Autoteknillinen Liitto ry.

Mitchell, Sean. 2022. Do I recommend Tesla after 300,000 miles (483K km)? YouTube -video. Sean Mitchell - All Things EV. <<https://www.youtube.com/watch?v=YB8vpwjngDE&t=472s>>. 23.3.2021. Katsottu 4.4.2023.

Najman, Liz. 2023. New Study: How Long Do Electric Car Batteries Last? Verkkoaineisto. Recurrent. <<https://www.recurrentauto.com/research/how-long-do-ev-batteries-last>>. Luettu 1.4.2023.

New 'Mobilisights' Business Unit Advances Stellantis' Growing Data and Connected Services Offer. Verkkoaineisto. Stellantis. <<https://www.stellantis.com/en/news/press-releases/2023/january/new-mobilisights-business-unit>>.

advances-stellantis-growing-data-and-connected-services-offer>. 5.1.2023. Luettu 20.3.2023.

Nissan Leaf PTC Heater – AZE0 – Genuine Part. Verkkoaineisto. EVs Enhanced. <<https://evsenhanced.com/product/nissan-leaf-ptc-heater-aze0-genuine-part/>>. Luettu 20.3.2023.

Salin, Tommi. 2023. Yhteyshenkilö. Broman Group. Sähköposti- ja Teams-keskustelut 3.1.–28.4.2023

Schmidt, Torsten 2023. Hybridi- ja sähköajoneuvot. Helsinki: Suomen Autoteknillinen Liitto ry.

Sähtöturvallisuuslaki. 2016. 1135/16.12.2016.

Sähköturvallisuuskortti SFS 6002 | Suorita koulutus netissä. Verkkoaineisto. Koulutusmaailma. <<https://koulutusmaailma.fi/fi/courses/26/58/sahkotyoturvallisuuskortti/sahkotyoturvallisuuskortti-suorita-koulutus-netissa>>. Luettu 13.3.2023.

Tesla Motors Club. 2023. Verkkoaineisto. Tesla Vehicles. <<https://teslamotorsclub.com/tmc/forums/-/list>>. Luettu 3.3. 2023.

Työntekijät koulutettava ja perehdytettävä. Verkkoaineisto. Autoalan keskusliitto. <<https://akl.fi/palvelut/sahko-ja-hybridiajoneuvojen-korjaukset/tyontekijat-koulutettava-ja-perehdytettava/>>. Luettu 10.3.2023.

Shahd, Maurice. 2022. TÜV-Report 2023: Jeder fünfte Pkw fällt durch – Mängelquoten steigen. Verkkoaineisto. TÜV Verband. <<https://www.tuev-verband.de/pressemitteilungen/tuev-report-2023-jeder-fuenfte-pkw-faellt-durch-maengelquoten-steigen>>. 10.11.2022. Luettu 28.4.2023.

Vuosikertomus 2021. Verkkoaineisto. Broman Group. <<https://www.bromangroup.fi/files/BromanGroupVuosikertomus2022-FI.pdf>>. Luettu 23.3.2023

Vuosiraportti 2022. Verkkoaineisto. Meko. <<https://meko.com/investors/reports-and-presentations/annual-reports/>>. Luettu 13.3.2023.

Walther, H. Carl & Holub, Richard. 2014. Lubrication of electric motors as defined by IEEE standard 841-2009, shortcomings and potential improvement opportunities.

Tilaaajalta saadut markkinatiedot

Markkinatietoa autotarvikkeet ja varaosat:

- Suomen autokanta n. 2,8 miljoonaa autoa
- keski-ikä n. 13 vuotta, yksi Euroopan vanhimmista autokannoista
- kokonaismarkkina Suomessa n. 1,5 mrd. €
- jakautuu n. 50 % merkkiorganisaatiot (OES) ja n. 50 % vapaa jälkimarkkina (IAM) n. 750 milj. €
- sisältää varaosat, lisävarusteet, autotarvikkeet, voiteluaineet, kemikaalit

Muita toimijoita:

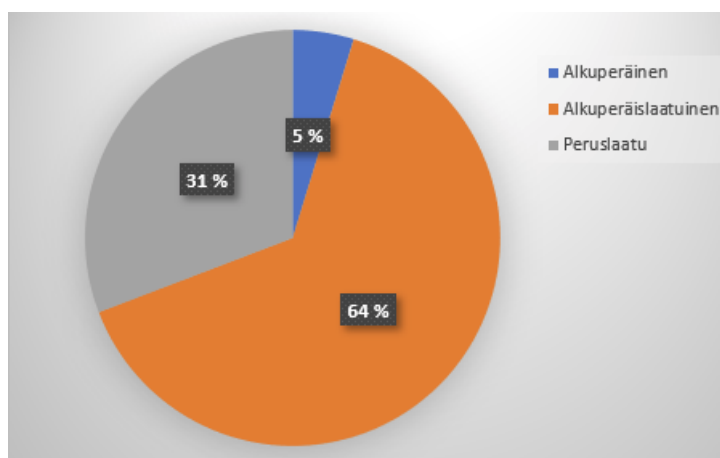
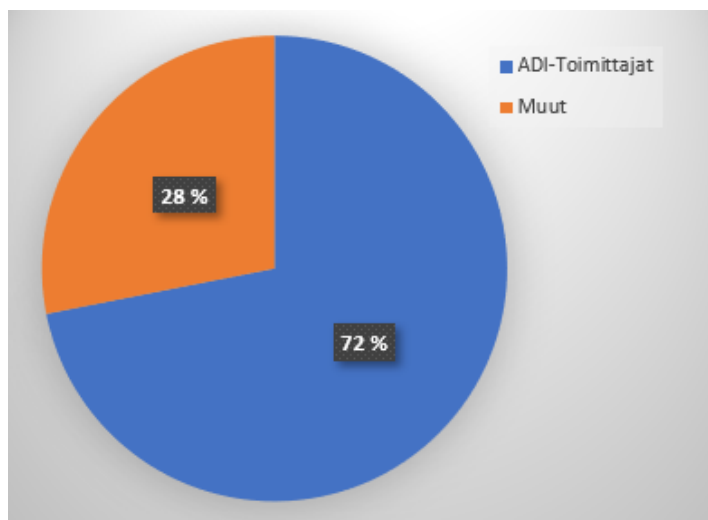
- Koivunen (Meko Group): maahantuonti ja Fixus-ketju
- Kaha: maahantuonti, ketjuna KL-varaosat. (ATR)
- Startax: maahantuonti, (Nexus)
- Örum: maahantuonti ja jakeluketju
- Atoy: maahantuonti ja Osaset-ketju, (Temot)
- HL Group: maahantuonti. (Nexus)
- Mekonomen. (ATR)
- Biltema: pieni toimija autovaraosissa.

International trading & buying groups:

AD international, Temot, ATR, Nexus, Global One, GroupAuto

AD International:

- osakkaina yli 30 maata Euroopassa
- AD Finland mukana vuodesta 1986
- LV Euroopassa n. 7 mrd. €
- keskitetyt sopimukset merkittävien toimijoiden kanssa
- aktiivinen yhteistyö ja tietojen vaihto



Haastateltavien tiedot

Andersen, Fredrik. Toimitusjohtaja, Batteriretur. Teams -keskustelu. 4.5.2023.

Sääksjärvi, Arto 2023. Koulutuspäällikkö, AD-Finland. Teams -keskustelu.
27.2.2023.

Nissen, Lars 2023. Myyntipäällikkö, GKN Automotive. Sähköpostikeskustelu.
29.3.2023

Rasmussen, Steen 2023. Myyntipäällikkö, Nissens Automotive. Teams -keskustelu. 1.3.2023.

Martos, Alberto 2023. Tekninen kouluttaja, Grup Eina. Teams -keskustelu.
1.3.2023.

Voss, Volker 2023. Koulutuspäällikkö, AB SKF. Teams -keskustelu. 15.3.2023.

Nyyssönen, Ari 2023. Yrittäjä, Taksi Ari Nyyssönen. Puhelinkeskustelu.
2.3.2023

Pohjonen, Pekka 2023. Yrittäjä, Autotalo Ampeeri. Puhelinkeskustelu. 1.3.2023.

Jaakkola Heikki 2023. Yrittäjä, Suomen Akkuauto Oy. Puhelinkeskustelu.
8.3.2023.

Linden, Kristian 2023. Yrittäjä, Taxi 144 Oy. Sähköpostikeskustelu. 9.3.2023.

Haapala, Jesse 2023. Yrittäjä, Kokkolan Autohuolto Oy. Puhelinkeskustelu.
17.3.2023.

Penttilä, Aarto 2023. Kalustopäällikkö, Tatsilla Oy. Sähköpostikeskustelu.
21.3.2023.