



Niko Myllylä

Perinteisen autokorjaamon muuttaminen sähköautokorjaamoksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

24.4.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Niko Myllylä
Otsikko:	Perinteisen autokorjaamon muuttaminen sähköautokorjaamoksi
Sivumäärä:	25 sivua
Aika:	24.4.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Autosähkötekniikka
Ohjaajat:	Yrittäjä Mika Myllylä Lehtori Sanna Heikkinen

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan perinteisen polttomoottoriautoihin keskittyneen korjaamon siirtymistä sähköajoneuvojen huoltoon ja korjaukseen. Työn toimeksiantajana toimi Japan Motors Oy, joka on erikoistunut japanilaisvalmisteisiin autoihin ja niiden voimansiirtokomponentteihin.

Työssä kartoitettiin sähköautohuollon tekniset, liiketoiminnalliset ja turvallisen työskentelyn vaatimukset, sekä tutkittiin henkilöstön koulutustarpeita. Työssä käydään läpi sähköautojen huoltojen erityispiirteitä ja tarkastellaan korjaamotilojen uudelleenjärjestelyä vaatimuksineen.

Tuloksena syntyi suunnitelma, jonka avulla Japan Motors Oy voi toteuttaa korkeajänniteajoneuvoihin siirtymisen vaiheittain ja hallitusti. Erityistä huomiota on kiinnitetty työntekijöiden turvallisuuteen ja paloturvallisuuteen. Työ osoittaa, että sähköautohuolto tarjoaa kannattavan kasvusuunnan korjaamoille, jotka uskaltavat investoida uuteen osaamiseen ja välineistöön.

Avainsanat: sähköautohuolto, korjaamo, korkeajännite

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Niko Myllylä
Title:
Number of Pages: 25 pages
Date: 24 April 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Electrics
Supervisors: Mika Myllylä, Entrepreneur
Sanna Heikkinen, Senior Lecturer

In this thesis, the transition of a traditional internal combustion engine-focused repair shop to the servicing and repairing of electric vehicles is examined. The commissioning company for the work was Japan Motors Oy, which specializes in Japanese-manufactured vehicles and their drivetrain components. The study mapped out the technical, business related, and safety requirements associated with electric vehicle servicing, as well as investigated the training needs of the personnel. The thesis discusses the specific features of electric vehicle maintenance and examines the necessary modifications to workshop facilities.

As a result, a phased and controlled plan was developed to assist Japan Motors Oy in adapting to the servicing of high-voltage vehicles. Particular attention was given to employee safety and fire protection measures. The work demonstrates that electric vehicle maintenance offers a profitable growth opportunity for repair shops willing to invest in new skills and equipment.

Keywords: electric vehicle maintenance, repair shop, high voltage

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköautojen vaikutus korjaamoalaan	1
2.1	Sähköautojen huoltojen erityispiirteet	1
2.2	Yleisimmät huoltokohteet sähköautoissa	2
3	Työkalut ja laitteet sähköautohuoltoon	2
3.1	Korkeajänniteajoneuvon jännitteettömyyden toteaminen	2
3.2	Eristetyt työkalut ja vaatimukset	4
3.3	Diagnostiikkatarpeet ja mittalaitteet	4
3.4	Nostolaitteet ja vaatimukset	6
3.5	Työ- ja suojarusteet korkeajännitetöissä	9
4	Korjaamotilojen turvallisuusvaatimukset	10
4.1	Korjaamotilojen rakenteelliset vaatimukset	10
4.2	Akkujen varastointi ja paloturvallisuus	12
4.3	Akkupaloriskin hallinta	14
5	Henkilökunnan koulutus ja osaamisvaatimukset	15
5.1	Sähkötyöturvallisuuskoulutus ja laki	15
5.2	Vakuutustarpeet sähköajoneuvokorjaamolle	17
6	Sähköajoneuvohuollon liiketoiminnallinen näkökulma	18
6.1	Sähköajoneuvojen markkinatilanne Suomessa	18
6.2	Kilpailutilanne ja mahdollisuudet	18
6.3	Lisäkustannuksia tuovat haasteet	19
7	Yhteenveto ja suositukset	20
	Lähteet	22

Lyhenteet

AC: Vaihtovirta

BMS: *Battery Management System*. Akunhallintajärjestelmä

DC: Tasavirta

HV: *High Voltage*. Korkeajännite

Tukes: *Turvallisuus- ja kemikaalivirasto*

1 Johdanto

Autoala on jatkuvassa murroksessa ja muutoksia tapahtuu nopealla tahdilla. Sähkö- ja hybridiajoneuvot yleistyvät ja näin korjaamo-olosuhteiden on myös mukauduttava niihin. Kaikki vanhat, yksinkertaiset menetelmät eivät enää toimi nykyteknologialla varustettuihin autoihin. Japan Motors Oy haluaa pysyä myös jatkossa kilpailukykyisenä ja näin ollen antoi toimeksiannon suunnitella korjaamotilat ja työolosuhteet sähköautoille sopivaksi. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada Japan Motors Oy:lle suunnitelma, jolla voi toteuttaa siirtymän korkeaajänitteisiin ja sähköautoihin liittyviin korjaamotoimenpiteisiin.

Japan Motors Oy on suomalainen uusien ja käytettyjen japanilaisten autojen vaihteistojen ja moottoreiden maahantuoja. Yritys myy, huoltaa ja rakentaa moottoreita, vaihteistoja ja tasaussyörästäjiä. Moottoreita ja vaihteistoja on varastossa yhteensä noin 300 kappaletta. Yrityksen toimipaikka sijaitsee Orimattilassa Mallusjoella. Japan Motors aloitti toimintansa nykyisessä toimipaikassaan vuonna 2009. Yrityksessä työskentelee kaksi henkilöä, joilla on laaja kokemus autoalasta ja korjaamotoiminnasta. Japan Motors on myös Suomen Autopurkaamoliitto Ry:n jäsen ja kuuluu Autopurkaamot.comiin. [1.]

2 Sähköautojen vaikutus korjaamoalaan

2.1 Sähköautojen huoltojen erityispiirteet

Sähköautojen huoltojen kustannukset ovat yleensä matalammat, sekä huoltojen tarve on vähäisempää verrattuna polttomoottoriautoihin. Sähkömoottorissa ja sen voimansiirrossa on huomattavasti vähemmän liikkuvia osia, mikä vähentää mekaanisten vikojen riskiä. Sähköautoissa ei ole tarvetta vaihtaa esimerkiksi moottoriöljyä, polttoainesuodattimia, sytytystulppia tai jakohihnaa. Tyypillisesti autonvalmistajat määrittävät huoltovälin, joko ajankohdan tai ajokilometrien perusteella. [2.]

2.2 Yleisimmät huoltokohteet sähköautoissa

Täyssähköautoilla on kuitenkin auton valmistajan määrittelemä huolto-ohjelma, jota suositellaan noudatettavaksi, sillä se on normaalisti ehtona takuun säilymiselle. Sähköauton määräaikaishuoltoon sisältyy yhtä lailla polttomoottoriauton tapaan, lukuisia tarkastuksia ja huoltotöitä, jotka ovat tärkeitä toimintavarmuuden ja turvallisuuden kannalta. Yleisimmät huoltokohteet ovat jarrunesteen sekä raitisilmansuodattimen vaihto. Sähköauton jäähdytysjärjestelmän nestemäärä on polttomoottoriautoakin tärkeämpää tarkistaa. Siinä missä polttomoottoriautoissa moottori voi vaurioitua jäähdytyksen pettäessä, sähköautoissa moottorin lisäksi myös ajoakun lämpötilaa hallitaan nestejäähdytyksellä. [2.]

On myös tärkeää arvioida jarrujen ja alustan osien kuntoa. Sähköautot ovat usein painavampia akuston vuoksi, mikä aiheuttaa suurempaa rasiutusta jousituksille ja alustan rakenteille. Sähköauton jarruja käytetään normaaleissa jarrutuksissa polttomoottoriautoja vähemmän, koska sähköautot hyödyntävät energiantalteenottoa. Tämän takia jarrupalat ja -levyt kuluvat hitaammin, mutta samalla riski jarrujen jumiutumiseen lisääntyy vähäisen käytön vuoksi. [2.]

Sähköajoneuvojen järjestelmissä on korkeajännitekomponentteja, joiden käsittely vaatii erityisosaamista. Sähköauton huollossa tulee siis aina käännyä asiantuntijan puoleen, jotta turvallisuus voidaan taata. Ammattitaitoinen mekaanikko tuntee vaadittavat turvakäytännöt ja osaa työskennellä turvallisesti korkeajännitejärjestelmien parissa. [2.]

3 Työkalut ja laitteet sähköautohuoltoon

3.1 Korkeajänniteajoneuvon jännitteettömyyden toteaminen

Sähköauton korjaamiseen tarvitaan erityisiä työkaluja ja laitteita, jotka takaavat turvallisen ja tehokkaan työskentelyn korkeajännitejärjestelmien parissa. Työvälineiden tulee täyttää standardit ja niiden täytyy olla sähkötyöturvalliset. Monet autonvalmistajat edellyttävät erikoistyökalujen ja -laitteiden käyttöä ajoneuvojen

korkeajännite korjauksessa. Autonvalmistajat saattavat myös määrittää tarvittavat työkalut ajoneuvokohtaisesti omilla huoltosivuillaan. Tärkeitä työvälineitä ovat esimerkiksi eristetyt työkalut, jännitteenkoetin, milliohmimittari, eristysvastusmittari ja akkunostimet. [3.]

Standardi SFS 6002:n mukaan yleismittari ei ole enää pätevä korkeajänniteajoneuvon jännitteettömyyden toteamiseen. Ajoneuvon jännitteettömyys tulee todeta jännitteenkoettimen avulla (kuva 1). Ennen jännitteettömyyden toteamista on kuitenkin varmistettava, että jännitteenkoetin on sopiva odotetulle käyttöjännitteelle, taajuudelle ja ympäristöolosuhteille. Jännitteenkoettimien toiminta on kokeiltava ennen käyttöä ja jos mahdollista myös käytön jälkeen. Käyttöjännitteen poissaolo on todettava korkeajänniteajoneuvosta useammasta eri kohdasta ja niin läheltä työaluetta kuin on mahdollista. [4.]



Kuva 1. Fluke-jännitteenkoetin [5].

3.2 Eristetyt työkalut ja vaatimukset

Eristettyjä työkaluja tulee käyttää, kun työskennellään yli 60 voltin tasajännitteellä tai yli 25 voltin vaihtojännitteellä. Työkalut on yleensä pinnoitettu kaksikerroksisella muovilla tai komposiitilla. Jos ulkokerroksen alta näkyy varoitusväri, joka on yleensä punainen tai keltainen, on työkalu poistettava käytöstä. Suomessa ja EU:ssa käytettävien eristettyjen työkalujen tulee olla IEC 60900 -standardin mukaisia. Työkaluja käytetään osiin, joiden jännite on maksimissaan 1000V AC ja 1500V DC. Eristetyt työkalut tunnistaa kaksoiskolmio merkistä. [6.]

3.3 Diagnostiikkatarpeet ja mittalaitteet

Korkeajänniteajoneuvoja huollettaessa diagnostiikkalaitteiden tulee olla ammattikäyttöön sopivia. Nykyään uusissa autoissa on paljon elektroniikkaa, joka vaatii ohjelmointia ja päivityksiä. Ajoneuvovalmistajan määrittämiä koodauksien suorittamiseen korjaamo tarvitsee voimassa olevan lisenssin lisäksi Passthru- tai Softbridge-sovittimen. Japan Motors Oy käyttää Hella-Gutmann Solutions -merkin Mega Macs PC -diagnostiikkalaitteita. Näihin laitteisiin on yrityksessä oltu tyytyväisiä japanilaisiin autoihin saatavilla olevan hyvän tuen vuoksi. Nämä laitteet eivät kuitenkaan suoraan tue korkeajännite diagnostiikkaa. Hella Gutmann on suunnitellut erityisesti korkeajännite puolta ajatellen Mega Macs X -diagnostiikkalaitteen. Laitteen mukana on mahdollista hankkia lisävarusteena MT-HV-korkeajännitemoduuli, jonka ostamalla ja lisenssitasoon X⁵ päivittämällä korjaamo saa käyttöönsä oskilloskoopin ja korkeajänniteyleismittarin. MT-HV-mittausmoduulia myydään kolmessa eri varustetasossa. Pro version hankkiesaan korjaamo saa käyttöönsä kaikki mittajohtimet ja -pihdit (kuva 2). Korkeajänniteyleismittarin käyttöalue on 0-1000V ja sillä onnistuvat myös eristysvastusmittaukset, potentiaalitasausmittaukset ja HV-huoltopistokkeiden vastusmittaukset. [7.]



Kuva 2. Hella Gutmann MT-HV Pro. [8]

Jos aiotaan korjata korkeajänniteakkuja, täytyy työkaluihin investoida enemmän. Akkuja korjatessa täytyy testata mm. eristysvastusta, potentiaalintasausta sekä akuston vuotoja. Kaikkiin edellä mainittuihin on kehitelty omat työkalut, mutta ne on myös mahdollista ostaa samassa paketissa. Akun vuototesti tehdään valmistajan määrittämien asetusten mukaisesti yli- tai alipaineella. Yleensä käytetään ylipainetta, koska alipaineella on isompi riski saada akkuun likaa. Paineenmittaus on tarkkaa, sillä se ei saa nousta liian korkeaksi eikä se saa nousta liian nopeasti. Akussa on paineentasausventtiili, joka estää liiallisen paineen muodostumisen akkuun. Suomessa saatavilla on AVL Ditestin kehittämä HV Sat testilaite, joka tekee kaikki mittaukset automaattisesti. Testipaineet ovat yleensä 40–100 mbar ja testi kestää yleensä 120 sekuntia. [9.]

AVL HV SAT on hankintahinnaltaan kalliimpi kuin Hella Gutmannin MT-HV Pro, mutta siinä on selkeitä etuja, jotka perustelevat korkeampaa hintaa. Hella Gutmannin perusmittaukset korkeajänniteajoneuvoihin täytyy tehdä manuaalisesti, kun taas AVL HV SAT mittaa HV-järjestelmät automaattisesti, mikä vähentää virheiden mahdollisuutta. AVL Ditest on kehittänyt laitteelleen oman ohjelmiston

ja käyttölaitteen, kun Hella Gutmannin MT-HV Pro yhdistetään käyttöön Mega Macs diagnoosilaitteen kanssa.

Sähköajoneuvoja ja varsinkin korkeajänniteakkuja korjattaessa on myös tärkeitä jo sähköturvallisuuden kannalta dokumentoida mittaukset asianmukaisesti. Dokumentoinnilla korjaamo täyttää laatukriteerit ja pystyy myös todentamaan ajoneuvon olevan turvallisessa sähkötilassa, kun se luovutetaan asiakkaalle huollon jälkeen. Dokumentoinnilla työn laadun lisäksi tuetaan myös korjaamon oikeusturvaa mahdollisissa vastuukysymyksissä. Edellä mainitut diagnostiikkalaitteet dokumentoivat kaikki korkeajännite mittaukset automaattisesti.

3.4 Nostolaitteet ja vaatimukset

Sähkö- ja hybridi ajoneuvot painavat lähtökohtaisesti enemmän kuin polttomootoriajoneuvot ja se johtuu pääasiassa ajoakun tuomasta massasta. Myös sähköauton nostamisessa pitää olla huolellinen, koska ajoneuvon pohjassa sijaitseva suuri akusto rajoittaa nostokohtien kokoa. Hybridi autoissa akku on usein pienempi, mutta sähköautoissa akku on yleensä mahdutettu akseleiden väliin, jossa se vie suurimman osan pohjan pinta-alasta. Ajoneuvovalmistajat ovat määritelleet auton turvalliset nostokohdat. [10.]

Nostinvalmistajat ovatkin reagoineet muuttuneisiin ajoneuvon rakenteisiin, ja markkinoille on tullut erityisesti sähköautojen nostamiseen suunniteltuja nostimia. Esimerkiksi Diagno ja Suomen Työkalu myyvät kaksipilarinostimia sähköautoille. Kaksipilarinostimet ovat käteviä sähköautojen nostamiseen niiden säädettävien nostovarsien takia. Auton alla on myös hyvin tilaa akkuun liittyviin korjauksiin sen ollessa nostimella verrattuna nelipilarinostimeen tai saksinostimeen. Lisäksi lisävarusteena on saatavilla nostotallojen tilalle nostohaarukat, jotka nostavat auton ilmaan renkaasta käsin. Kuvassa 3 näkyvät nostohaarukat helpottavat työtä sähköautojen kanssa, koska auton alle jää enemmän tilaa akun irrotukseen. Esimerkiksi Teslan Model Y:n nostokorvat ovat osa akkua, joten nostohaarukat nopeuttavat työntekoa. Model Y:n saa nostettua ilmaan myös normaalilla nostimella, mutta se edellyttää sivuhelmojen irrotusta.

Japan Motors Oy:n yrittäjä on pohtinut yhden kaksipilarinostimen varaamista mahdollisille sähköauto korjauksille. Tällä hetkellä yrityksen nostimen nostokyky on 2500 kg, joka riittää pääosin hyvin nykyajan autoille. On myös paljon katu- maastureita ja pakettiautoja, jotka painavat yli 2500 kg. Suomessa myytävien sähköautoille suunniteltujen nostimien nostokyky on 3000–4000 kg ja niiden hinnat alkavat noin 5000 eurosta (kuva 4).



Kuva 3. Nostohaarukalla auton nostoa renkaasta [11].



Kuva 4. Sähköautoille suunniteltu kaksipilarinostin [12].

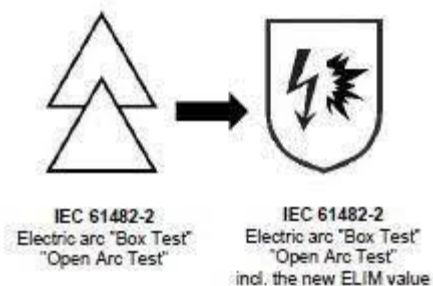
Akusto, joka painaa satoja kiloja, on saatava alas ajoneuvosta rauhallisesti ja turvallisesti. Akkuihin on rakennettu omat nostopisteet tai nostolenkit, riippuen siitä missä ajoakku sijaitsee. Akkujen nostamiseen ja laskemiseen on suunniteltu akkunostimet. Akkunostin on leveä hydraulisesti, sähköisesti tai paineilmalla toimiva pöytä, jolla on kantavuutta akun liikutteluun. Kuvan 5 tapaisia pöytänostimia myydään Suomessa useammassa eri yrityksessä noin 5000 € hintaan. Perinteisiin moottorinostimiin myydään myös akun nostokehikkoa. Suomessa myydään vain yhdenlaista kehikkoa ja niiden kiinnitykset tapahtuvat joko 4 tai 6 pisteestä ja nostokapasiteetti on 700 kg. Nostokehikon hinta on noin 4500 € yrityksestä riippuen.



Kuva 5. Hydraulinen akkunostin [13].

3.5 Työ- ja suojavaarusteet korkeajännitetöissä

Työ- ja suojavaarusteet ovat erittäin tärkeä osa korkeajännitetöitä tehdessä. Hyvin monelle työvaatteelle ja suojavaarusteelle löytyy oma standardinsa. SFS 6002 -standardin mukaan korkeajännitetöissä tulee olla jännitetyökäsineet ja suojavisiiri valokaaren varalta. [4.] Valokaarelle on oma standardinsa IEC-61482-2, joka työvaatteiden tulee täyttää [14]. Standardi SFS-EN ISO 11612 kertoo, minkä luokkien mukaan työvaatteiden pitää suojata lämmöltä ja tulelta [15]. Turvakengille on säädetty EN-50321-1:2018-standardi korkeajännitetöihin [16]. Määräykset vaihtelevat alakohtaisesti. Turvakenkien tehtävä korkeajännitteiden osalta on estää jännitteen maadoittaminen työskentelyn aikana. [17.] Lisäksi on myös huolehdittava, ettei korkeajännitetöitä tekevällä ole päällään mitään metallisia esineitä, kuten koruja tai sormuksia.



Kuva 6. Valokaareilta suojaava merkintä [18].

4 Korjaamotilojen turvallisuusvaatimukset

4.1 Korjaamotilojen rakenteelliset vaatimukset

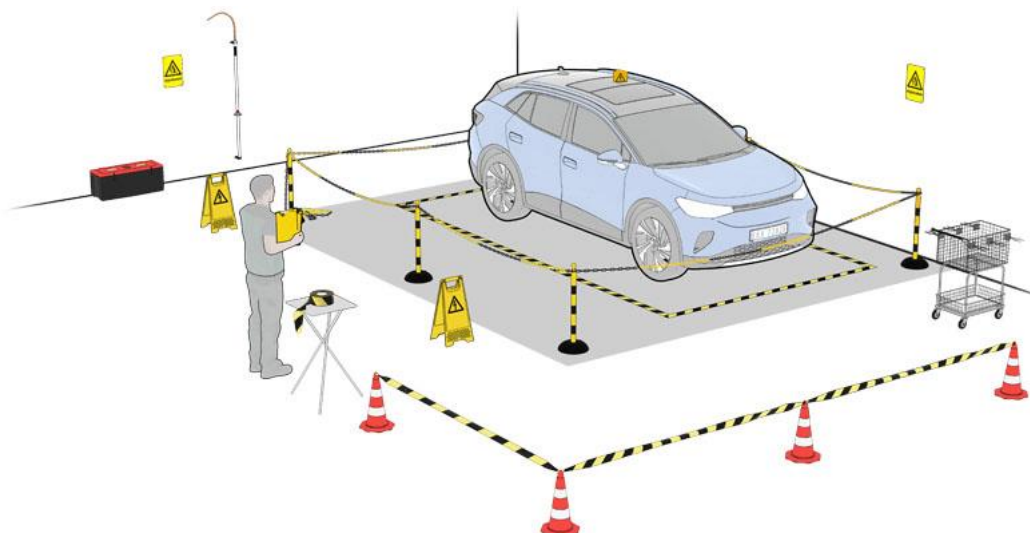
Sähköautojen korjaamista ei rinnasteta maallikkotyöksi, vaan se on ammatti- maista työskentelyä. Vuoden 2017 alussa voimaan tullut sähköturvallisuuslain muutos poisti S3-pätevyysvaatimuksen sähkö- ja hybridiajoneuvoihin liittyvästä työstä autoalalla. Nykyisin yritysten ei enää tarvitse ilmoittaa Tukesille nimettyä sähkötöiden johtajaa. Henkilöstön turvallisuuteen liittyvät asiat käsitellään luvussa viisi. [19.]

Kuvassa 7 näkyvä Japan Motors Oy:n suunnittelema tila sähköajoneuvo kor- jauksiin on avara ja helposti eristettävissä muusta työtilasta. Kuitenkin nostimen lähellä olevan hyllyjen ja työpöydän uudelleen sijoittamista tulee miettiä turvalli- sen työskentelyn saavuttamiseksi. Jo aikaisemmin mietittyä nostimen päivitystä suositellaan sähköajoneuvojen kasvavien painojen vuoksi.



Kuva 7. Sähköajoneuvokorjaukseen suunnitellut tilat.

Varoitus- ja merkitsemisvälineiden ohjeistukset ja säädökset ovat tarkentuneet uudessa SFS 6002:2025-standardissa. Sähköajoneuvossa tehtävä sähkötyö, on merkittävä selkeästi varoituskyltein ajoneuvon ympäriltä, esimerkiksi kuvan 8 tavalla. Korjaamo- ja sosiaalitilat tulee olla varustettu ensiapuhjetaululla. Korjaamotilan kaikki kulkuovet on merkittävä vaarallisen jännitteen kylteillä sekä asiattomilta pääsy kielletty -maininnalla. Jos korjaamotiloissa liikkuu henkilöitä, joilla ei ole sähköajoneuvokoulutusta, tulee ajoneuvo merkitä lippusiimalla tai vastaavalla tavalla. Kuvassa 8 näkyy esimerkki sähköajoneuvon merkinnästä korkeajännitetöiden aikana. [4.]



Kuva 8. Esimerkki merkintä korkeajännitetöiden ajaksi [20].

4.2 Akkujen varastointi ja paloturvallisuus

Ajoneuvojen akustoille tarvitaan omat säilytystilansa varastointia varten. Varastointiin liittyy kuitenkin paljon säädöksiä ja rajoitteita. Nykyisin yleisin sähköautojen akku on Li-ion eli litiumioni. Li-ion-akulla on hyvä energiatiheys, pitkä käyttöikä ja ne latautuvat nopeasti. Li-ion-akun valmistuksessa käytettävät materiaalit ovat kuitenkin herkkiä epäpuhtauksille ja kosteudelle, jotka akkukotelon sisälle päästessään nopeuttavat akun kulumista ja lyhentävät sen käyttöikää. [21.]

Litiumakuissa on aina tulipalon vaara. Suuri energiamäärä on pakattu pieneen tilaan, mikä voi johtaa liian suureen lämmön kehittymiseen, mikä taas voi johtaa tulipaloon tai jopa räjähdykseen. Akkupalon syttyessä lämpötila nousee helposti tuhanteen asteeseen. Akuissa käytettävä elektrolyytti on erittäin herkästi syttyvää ja palavaa nestettä. Litiumakkuja tuleekin säilyttää sopivassa lämpötilassa, kuivassa hyvällä ilmanvaihdolla olevassa tilassa ja auringonvalolta suojassa. Jos useita akkuja ollaan varastoimassa lähekkäin, on akkujen navat teipattava oikosulkujen varalta. Litiumakkuja kannattaa säilyttää paloturvallisella alustalla ja lain mukaan vähintään 2,5 m päässä palavista tai syttyivistä materiaaleista. Kuvassa 9 näkyvät Skodan akkujen säilytykseen rakennetut hyllyt.

Vaurioituneet tai muuten vialliset ajoakut, tulee säilyttää pienissä erissä erillään muista palavasta materiaalista ja ne pitää kuljettaa mahdollisimman nopeasti kierrätykseen. Kuljetuksissa vaurioituneisiin ja viallisiin akkuihin sovelletaan vaarallisia aineita koskevaa lakia. Akkujen varastointi ja säilytys edellyttää erityisiä turvallisuustoimenpiteitä. Henkilökunnan tulee olla tietoisia siitä, missä akkuja varastoidaan. Rakennusvalvontaviranomainen valvoo uudisrakennusten osalta akkujen säilytystä. Kun olemassa oleva rakennus halutaan ottaa käyttöön akkuvarastointia varten, se vaatii selvityksen rakennuksen käyttötarkoituksen muuttamisesta. Käytön aikaisesta paloturvallisuudesta vastaa pelastuslaitos palotarkastuksin. Riskinarvioinnin perusteella yritykselle tulee toteuttaa erilaisia palontorjuntakeinoja, kuten palohälyttimiä tai palonsammutusjärjestelmiä, jotka parantavat tilojen turvallisuutta mahdollisten akkupalojen syttyessä. [22.]



Kuva 9. Skodan akkuvarasto. Akkuja valvotaan lämpökameroilla [17].

Japan Motors Oy:n yrittäjä on pohtinut yhden piharakennuksen muuttamista akkuvarastoksi ja muillekin korkeajännite osille sopivaksi säilytyspaikaksi. Nykyisin rakennus toimii kylmänä varastona, mutta se olisi mahdollista tehdä korkeajännitekomponenteille sopivaksi tilaksi. Kuvassa 10 nähtävä rakennus on toki vanha ja vaatii remontointia ja päivityksiä, jotta siitä saataisiin säädösten

mukainen varastointila. Kuitenkaan ei ole poissuljettua rakentaa uutta varastoa pihaan.



Kuva 10. Akkuvarastolle mietitty rakennus.

4.3 Akkupaloriskin hallinta

Sähköautojen korjauksissa on tärkeää huomioida litiumioniakkujen aiheuttamat erityisriskit. SFS 6002-standardin mukaan sähköajoneuvon akkukorjauksia saa tehdä vain siihen soveltuvissa tiloissa. Yksi isoimmista vaarantekijöistä on akun hallitsematon lämpeneminen eli lämpöryntäys, joka voi käynnistyä esimerkiksi vääränlaisen kytkennän, mekaanisen vian tai muun teknisen ongelman seurauksena. Työtilojen suunnittelussa on otettava huomioon akun mahdollisen ylikuumentamisen lisäksi korkeajännitelaitteiden vaatimat puhtaus- ja

turvallisuusstandardit. On suositeltavaa, ettei akkujen käsittelyyn tarkoitettussa tilassa tehdä mitään ns. likaisia töitä, esimerkiksi jarruremontteja. Metallipölyn leijaillessa aukinaiseen akustoon se ei enää täytä valmistajan asettamia standardeja. Korkeajänniteakun syttyessä sisätiloissa se voi tuottaa hyvin lyhyessä ajassa suuren määrän erittäin haitallisia ja helposti syttyviä savukaasuja. Tämän takia työtilasta on löydyttävä helposti saavutettava varauloskäynti, jonne pääsee esteettä kaikista työpisteistä. Lisäksi tehokkaan savunpoistojärjestelmän suunnittelu on suositeltavaa, jotta vaaralliset savukaasut voidaan johtaa nopeasti ulos rakennuksesta. Jos akku pääsee syttymään tuleen, on sitä vaikea sammuttaa. Akkupalon saa parhaiten sammutettua jäähdyttämällä akuston vedellä. [24.]

5 Henkilökunnan koulutus ja osaamisvaatimukset

5.1 Sähkötyöturvallisuuskoulutus ja laki

Säköturvallisuuslain 56§ mukaan työn tekijän tulee olla tarpeeksi perehtynyt tai perehdytetty korjattavaan ajoneuvomalliin ja henkilön tulee olla tietoinen sähkön vaaroista. [25] Henkilön tulee olla suorittanut SFS 6002-sähkötyöturvallisuuskoulutus, mutta pelkkä SFS 6002-koulutus ei itsessään riitä kaikkien ajoneuvojen sähkötöihin. Työn tekijällä on oltava riittävä tietämys sähkötekniikasta ja sähköajoneuvo tekniikasta. Lisäksi jokainen ajoneuvomalli vaatii lisäksi erillisen perehdytyksen sen järjestelmään, esimerkiksi maahantuojan tarjoaman koulutuksen kautta. Standardi myös velvoittaa ensiaputaitojen opettelua ja niiden keräämistä. Erityisesti sähköstä johtuneen tapaturman hätäensiapu on erityisen tärkeä osa perehdytystä. [4.]

On myös huomioitava se, mitä sähköturvallisuuslaissa lukee, sillä sanamuoto ”tieliikennekäyttöön soveltuva” johtaa esimerkiksi siihen, että täysin saman korkeajännitejärjestelmän asentaminen moottoripyörään, veneeseen ja moottorikelkkaan ei olekaan sama asia. Moottoripyörässä korjaustöihin riittää aiemmin mainittu perehtyminen sähköjärjestelmään, mutta moottorikelkka ja vene eivät sovellu liikennekäyttöön. Niiden korjaamiseen vaaditaan sähkötöiden johtaja ja

työn tekijöiltä sähköturvallisuuslain mukainen koulutus ja työkokemus. Näiden lisäksi on tehtävä urakointi-ilmoitus Tukesille. [26.]

SFS 6002-sähköturvallisuuskoulutuksen soveltamisessa on kuitenkin hyvä muistaa, että jos ajoneuvon kuljettajan on mahdollista suorittaa toimenpide, esimerkiksi pyyhkijöiden vaihto, renkaan vaihto tai lasinpesunesteen lisäys, ei silloin mekaanikollekaan SFS 6002-koulutus ole tarpeen. Laki tai standardi ei kuitenkaan lopulta kiellä maalaisjärjen käyttöä. [26.]

Sähköajoneuvon korjauksessa edellytetään korjaajalta ammattitaitoa ja huolellisuutta. Korjaaja vastaa korjatun sähköajoneuvon vaatimuksenmukaisuudesta ja sähköturvallisuudesta. Juridinen vastuu turvallisuudesta on kuitenkin aina työnantajalla. Koulutuksia on kuitenkin saatavilla niin ajoneuvovalmistajilta kuin koulutuksiin erikoistuneilta yrityksiltä. Sähkötyöturvallisuus SFS 6002-koulutus on mahdollista käydä yrityksen sisäisellä koulutusjärjestelmällä, ulkopuolisen palveluntarjoajan tuottamana tai verkkokoulutuksina ja se on voimassa viisi vuotta kerrallaan. Standardin vaatima ensiapukoulutus on voimassa kolme vuotta. Korkeajänniteakun korjaamiseen tarvitsee jännitetyökoulutuksen. Sen käytyään henkilö tuntee korkeajänniteakkujen rakenteet ja komponentit sekä ymmärtää tarvittavat taidot ja tiedot korkeajänniteakkujen turvalliseen vianmääritykseen ja korjaukseen.

Koulutuksia on tarjolla kattavasti mm. Diagon ja Boschin kautta. Bosch tarjoaa sähkö- ja hybridiajoneuvoihin liittyviä koulutusohjelmia, joissa keskitytään korkeajännitteisiin. Bosch on määritellyt HV-pätevyysohjelman avulla osaamistasot 1–3 korkeajännitekomponenttien kanssa työskentelyyn. Ensimmäinen tason koulutuksen jälkeen osallistuja ymmärtää sähköauton perusrakenteen perusteet, niiden turvatoimet ja vaarantekijät. Taso 1 ei oikeuta kuitenkaan sähkötekniisiin töihin, mutta se sisältää SFS 6002-sähkötyöturvallisuuskoulutuksen. Taso 2 oikeuttaa työskentelyyn jännitteettömiksi tehdyissä järjestelmissä, jotka on tyyppihyväksynnällä taattu turvalliseksi. Tällä tasolla koulutuksessa käydään läpi mm. invertteriohjaus, tehoelektroniikka, DC/DC-muuntajat, sekä voimansiirtojärjestelmät. Asentaja pystyy tekemään ajoneuvosta jännitteettömän ja osaa

itse huoltaa, mutta myös kykenee neuvomaan kollegoitaan jännitteettömien osien kanssa. Taso 3 kertoo alkeet korkeajännitekomponenttien korjauksesta jännitteisenä. Kuitenkin vahvasti suositellaan tason 4 koulutusta, jos aiotaan korjata korkeajänniteakustoja. [27.]

Taso 4 on suunniteltu mekaanikoille, jotka erikoistuvat korkeajänniteakkujen korjaukseen. Koulutus menee pidemmälle kuin yleisesti käytetyt HV-osaamistason 1–3, jotka liittyvät lähinnä turvallisuusvaatimuksiin ja työskentelylupiin. Taso 4 vaatii jo syvällisempää ymmärrystä sähköstä ja sen toiminnasta, sillä koulutuksessa keskitytään mm. akkumoodulien rakenteeseen ja kennotekniikoihin, BMS:n toimintaan ja tarkastuksiin, moduuleiden kapasiteetin määritykseen ja kennojen balansointiin. Boschin koulutukset ovat valmistajavaatimusten mukaisia ja maksavat noin 700–1100 € per koulutus. Lain mukaan akkukorjauksiin ei kuitenkaan tarvitse pakollista erityiskoulutusta, mutta työnantajalla on kuitenkin velvollisuus varmistaa työturvallisuuslain (738/2002) mukaan, että työntekijällä on riittävä osaaminen tehtävään työhön. [25]

5.2 Vakuutustarpeet sähköajoneuvokorjaamolle

Sähköautojen yleistyessä myös korjaamoiden vakuutustarpeet muuttuvat. Sähköautojen huolto tuo mukanaan uudenlaisia riskejä, jotka edellyttävät laajempaa vakuutusta esimerkiksi toiminnan vastuuvakuutukseen, kone- ja laitevakuutukseen ja asiakasajoneuvojen säilyntävakuutukseen. Toiminnan vastuuvakuutus kattaa tilanteet, joissa korjaamo aiheuttaa vahinkoa asiakkaan ajoneuville tai asiakkaalle itsessään esimerkiksi virheellisen korjauksen seurauksena. Korkeajännitejärjestelmissä pienetkin virheet voivat johtaa kalliisiin vahinkoihin, kuten akkupaloon. Tämän vuoksi on ensiarvoisen tärkeätä dokumentoida autolle tehtävät mittaukset ja toimenpiteet asianmukaisesti. Vahingon sattuessa vakuutuskorvauksista on paljon helpompi neuvotella, kun on dokumentoinut koko tehdyn työn.

Kone- ja laitevakuutuksien tarkastelu on tärkeätä ottaa huomioon, kun käytetään sähköautohuoltoon suunniteltuja laitteita, kuten diagnostiikkatyökaluja ja

korkeajännitelaitteita. Nämä laitteet voivat olla uutena merkittävä sijoitus, joten niiden korjaus tai uusiminen voi olla kallista. Kone- ja laitevakuutus suojaa korjaamo taloudellisilta tappioilta esimerkiksi tulipalojen, vikatilanteiden tai varkauksen varalta. Asiakasajoneuvojen säilytysvakuutus kattaa ajoneuvon pysäköinnissä tulleet vauriot. Vakuutuksessa voi olla eritelty, missä korkeajännite vikaantuneita ajoneuvoja tulee säilyttää, etteivät ne ole yhteydessä muihin toimiviin ajoneuvoihin. Mahdolliselle akkuvarastolle tarvitsee oman vakuutuksen, mutta se tulee arvioida vakuutusyhtiön riskienhallinnan työntekijän kanssa paikan päällä. Myös keskeytysvakuutuksen tarpeellisuutta kannattaa tarkastella. Tällainen vakuutus kattaa tilanteet, joissa korjaamon toiminta keskeytyy esimerkiksi tulipalon tai tärkeän laitteen rikkoutumisen seurauksena.

6 Sähköajoneuvohuollon liiketoiminnallinen näkökulma

6.1 Sähköajoneuvojen markkinatilanne Suomessa

Vuonna 2024 Suomeen rekisteröitiin 74 072 uutta henkilöautoa. Noin puolet ensirekisteröidyistä autoista oli sähkö- ja hybridiajoneuvoja. Täyssähköautojen osuus ensirekisteröinneissä on kuitenkin noussut, sillä 2024 täyssähköisiä henkilöautoja rekisteröitiin 26 prosenttia enemmän kuin vuonna 2020. Käytettynä maahantuoduista reilusta 43 000 henkilöautoista noin 76 prosenttia oli ladattavia hybridejä tai täyssähköisiä. [28.]

6.2 Kilpailutilanne ja mahdollisuudet

Tämä kehitys luo perustaa sähkö- ja hybridiajoneuvojen huoltopalveluiden kynnälle. Suurin osa sähköautoista on kuitenkin valmistajan takuun piirissä, jolloin huolto tapahtuu usein merkkiliikkeessä. Tämä voi nostaa kynnystä lähteä sähköautohuoltoon mukaan, kun korjaamo joutuu tekemään kuitenkin merkittäviä investointeja ennen varsinaisen huoltotoiminnan aloittamista. Sähköauto kannan vanhentuessa ja takuuajojen päättyessä, korjaamotoiminta tulee kuitenkin yleistymään monimerkkikorjaamoilla. Tilanne tarjoaa siis mahdollisuuden korjaamoille, jotka ryhtyvät ennakoivasti kouluttamaan henkilöstöään ja

kehittämään huoltovalmiuksia. Orimattilassa, jossa Japan Motors sijaitsee, ei ole vielä yhtään korkeajänniteajoneuvoihin erikoistunutta korjaamoa.

Korjaamon ei kuitenkaan tarvitse ottaa koko sähköautohuoltoa haltuun kerrallaan, vaan se voi aloittaa siirtymisen vaiheittain alkaen henkilökunnan kouluttamisesta ja diagnostiikasta. Korkeajännitekorjaukset vaativat erityyppistä osaamista ja koulutusta. Tämän vuoksi sähköajoneuvojen korjaustyön tuntihinta on usein korkeampi verrattuna perinteisiin polttomoottoriautoihin. Koska ammattilaisia on vielä vähän, niin markkina sietää korkeampia hintoja.

6.3 Lisäkustannuksia tuovat haasteet

Lisäkustannuksia kuitenkin aiheuttavat sähkö- ja hybridi-ajoneuvojen valmistajien erilaiset akkutyypit. Hyvin monet valmistajat käyttävät omia akkujaan eri jännitteillä ja kennoformaateilla (pussikenno, prismakenno, sylinterikenno). Valmistajilla on omat valmistustapansa ja standardinsa: aasialaisissa autoissa on esimerkiksi korkeajännitepuolella hyvinkin erilaisia ratkaisuja verrattuna esimerkiksi eurooppalaisiin autonvalmistajiin. Tämä tarkoittaa, että välineistöä, joka kävisi kaikkiin autoihin, ei ole olemassa. Akun diagnostiikkaan tarvitsee ostaa ajoneuvon mallikohtaisesti tarvitsemat adapterit ja liitinsarjat, jotka maksavat halvimmillaan satoja euroja. Myöskään akun kennot ja moduulit eivät yleensä sovi ristiin. Moduulit ovat mallikohtaisia ja jopa saman merkin eri vuosimallit voivat käyttää eri rakennetta. Varastointiin tulee siis varautua, sillä korkeajännitekomponentteja olisi hyvä olla varastossa, jotta päästään reagoimaan mahdollisimman nopeasti asiakkaan tarpeisiin.

Joidenkin korkeajännitekomponenttien toimitusajat ja saatavuudet voivat olla myös pitkiä. Osa ajoneuvovalmistajista on siirtymässä käyttämään kiinteäakustoja, joita ei ole tarkoitettu ollenkaan avattaviksi. Tämä on asia, jota kannattaa seurata, jotta korjaamo osaa reagoida kysyntään ajoissa. Myös uudet akkukemiat tuovat oman haasteensa alalle. Perinteisten litiumioniakkujen rinnalle on jo tullut uusia akku teknologioita kuten LFP (litium-rautafosfaatti) ja NMC (nikkeli-mangaani-koboltti). Tulevaisuudessa tulossa ovat vielä solid state -akut, jotka

ovat turvallisempia, koska niissä ei ole palavaa liuotinta. Uudet akkukemiat tuovat mukanaan erilaiset jännitealueet ja uudenlaiset lämmönhallinta- ja jäähdytysjärjestelmät, jotka vaativat henkilökunnalle lisäkoulutuksia.

Osa ajoneuvovalmistajista on siirtymässä käyttämään ajoneuvoissa ilmastointilaitteen kylmäaineena R744-hiilidioksidia. Tämä kylmäaine on ympäristöystävällinen ja toimii korkean paineen avulla. Erityisesti hiilidioksidia kylmäaineena käytetään sähköajoneuvoissa, joissa on lämpöpumppu. Japan Motors Oy:n ilmastointilaitteella onnistuu R134a-kylmäaineella toimivien ajoneuvojen huollot, joten R744-hiilidioksidilla toimivien ilmastointien huoltaminen vaatisi lisää investointeja. Uudet R744-ilmastoinninhuoltolaitteet maksavat merkistä riippuen 8 000–11 000 €. Ilmastointilaitteiden huoltoja tekevät mekaanikot tarvitsevat myös uuden pätevyyskoulutuksen laitteeseen. Moniurahinnan puuttuessa sähköajoneuvojen ilmastoinninkompressorit toimivat korkeajännitteen avulla. Korkeajännitteen takia kompressorissa ei voi käyttää normaalin ilmastointikompressorin öljyä, vaan siihen täytyy olla sähköä johtamatonta kompressorioiljyä ja väriainetta.

7 Yhteenveto ja suositukset

Opinnäytetyössä tarkasteltiin sähkö- ja hybridi-ajoneuvojen yleistymisen vaikutuksia autokorjaamojen toimintaan, erityisesti Japan Motors Oy:n näkökulmasta. Työssä perehdyttiin erityisesti korkeajännitejärjestelmien turvallisuusnäkökohtiin ja niihin liittyviin toimintatapoihin, kuten riskienhallintaan, pelastussuunnitteluun ja työskentelytilojen vaatimukseen. Huomiota myös kiinnitettiin akkupalon riskeihin, henkilökunnan koulutukseen ja huolellisen dokumentoinnin tärkeyteen.

Työssä kävi ilmi, että korkeajännitteitä omaavien ajoneuvojen huolto vaatii korjaamolla uudenlaista osaamista ja siihen täytyy perehtyä ja koulutautua huolella. Lisäksi työskentelytilojen vaatimukset ovat tarkkoja ja Japan Motors Oy:n tiloja on muokattava, jotta korkeajännitekorjauksiin vaativiin säädöksiin päästään. Sähköautojen markkinatilannetta tarkastellessa todettiin, että vaikka suurin osa sähköautoista on vielä takuun piirissä, kysyntä monimerkkikorjaamoille on kasvamassa. Sähköajoneuvohuolto voi tulevaisuudessa muodostaa

erikoistumisen liiketoiminta-alueen, jossa asiantuntemus ja laatu korostuisivat volyymin sijaan. Korkeajännitekorjaukseen perustuva palvelu mahdollistaa myös korkeampia tuntihintoja. Kuitenkin akkuteknologian nopean kehityksen takia sähköajoneuvojen huollettavuus saattaa vähentyä, mutta vaikka akkujen elinkaari pitenisi ja huoltotarve vähenisi, on ammattilaisille edelleen kysyntää. Japan Motors Oy:n sijaintia tarkastellessa huomattiin, ettei Orimattilassa ole yhtään sähkö- ja hybridi ajoneuvoille tarkoitettua korjaamo, joten markkinarakoa voisi olla sijainnillisesti.

Siirtymä ei ole vielä välttämätöntä, mutta tutkimuksien perusteella on selvää, että sähkö- ja hybridi ajoneuvojen määrän kasvaessa myös huoltopalveluiden kysyntä tulee lisääntymään. Ajoissa tehty suunnitelma ja maltillinen kehitys voivat tarjota kilpailuetua tulevaisuudessa.

Lähteet

- 1 Japan Motors Oy. Verkkoaineisto. Japan Motors Oy. <https://www.japan-moottorituonti.fi/>. Luettu 15.4.2025.
- 2 Sähköauton huolto ja katsastus. Verkkoaineisto. Motiva.fi. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/sahkoautoillen - arjen alykas sahkoautoilu/sahkoauton huolto ja katsastus/](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/sahkoautoillen_-_arjen_alykas_sahkoautoilu/sahkoauton_huolto_ja_katsastus/). Luettu 23.4.2025.
- 3 Working with high voltage vehicles: Special tools and equipment. Verkkoaineisto. Automotive Industries Association of Canada. <https://www.aiacanada.com/news/working-with-high-voltage-vehicles-special-tools-and-equipment/>. Luettu 23.4.2025.
- 4 Suomen Standardisoimisliitto SFS. Sähkötyöturvallisuus. SFS 6002:2025. Helsinki: SFS; 2025.
- 5 Fluken kaksinapaiset jännite- ja jatkuvuustesterit. Verkkoaineisto. Fluke. <https://www.fluke.com/fi-fi/tuote/sahkotestaus/perustesterit/fluke-t90-t110-t130-t150>. Luettu 23.4.2025.
- 6 Sähköasentajan työkalut. Verkkoaineisto. Wiha. <https://wiha.com/fi/fi/tuotetietoa/saehkoeasentajan-tyoekalut/>. Luettu 3.5.2025.
- 7 Mega macs X. Verkkoaineisto. Hella Gutmann. https://hella-gutmann.fi/CustomerData/Files/Folders/49-mega-macs-x/1571_hgs102203-bro-mmx-mthv-fi-20220328.pdf. Luettu 25.4.2025.
- 8 Mega macs X plus MT-HV Pro korkeajännitemittausmoduuli sisältää MT77 oskilloskoopin. Verkkoaineisto. Diagno. <https://www.diagno.fi/korjaamolaitteet/diagnoosilaitteet-ja-ohjelmistot/hella-gutmann/11541/mega-macs-x-plus-mt-hv-pro-korkeajannitemittausmoduuli-sisaltaa-mt77-oskilloskoopin>. Luettu 25.4.2025.

- 9 Korkeajänniteakkujen asianmukainen käsittely ajoneuvokäytössä. Verkkoaineisto. SATL. <https://satl.fi/wp-content/uploads/2023/01/Sahko-ja-hybridiajoneuvotekniikka-kirjan-lukunayte.pdf>. Luettu 27.4.2025
- 10 Malmari, Frans. 2024. Korkeajänniteakkujen korjaaminen. Verkkoaineisto. Automediat RVK Uutiset. <https://automediat.com/korkeajanniteakkujen-korjaaminen/>. Luettu 24.4.2025.
- 11 Consul 2.40 Premium EL® 2-pilarinosturi nostohaarukat + tallat 3.500 Kg sähkömekaaninen. Verkkoaineisto. Diagno. <https://www.diagno.fi/korjaamolaitteet/autonostimet-ja-varusteet/2-pilarinostimet/3929/consul-240-premium-elR-2-pilarinosturi-nostohaarukat-tallat-3500-kg-sahkomekaaninen>. Luettu 24.4.2025.
- 12 Consul 2-pilarinostin Premium EL® 2.35 EV. Verkkoaineisto. Diagno. <https://www.diagno.fi/korjaamolaitteet/autonostimet-ja-varusteet/2-pilarinostimet/11800/consul-2-pilarinostin-premium-elR-235-ev>. Luettu 24.4.2025.
- 13 Nostopöytä Diag1000PRO 1.000 kg jalkapolkimella MB-hyväksytty. Verkkoaineisto. Diagno. <https://www.diagno.fi/korjaamolaitteet/sahko-ja-hybridiautojen-huolto/tyokalut-jannitetoita-varten/10292/nostopoyta-diag1000pro-1000kg-jalkapolkimella>. Luettu 24.4.2025.
- 14 International Electrotechnical Commission. Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc. IEC 61482-2. Geneva: IEC;2018.
- 15 International Organization for Standardization. Protective clothing – Clothing to protect against heat and flame. SFS-EN ISO 11612. Geneva: ISO; 2015.
- 16 European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). Electrically insulating footwear for working on low voltage installations. EN 50321-1:2018. Brussels: CENELEC; 2018.

- 17 High voltage (dielectric) testing. Verkkoaineisto. Workmaster™. <https://www.workmasterboots.com/en/technical/high-voltage-testing>. Luettu 24.4.2025.
- 18 Arc Flash Standards. Verkkoaineisto. ArcFlash.ie. <https://www.arcflash.ie/arc-flash-standards/>. Luettu 24.4.2025.
- 19 Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen korjaukset. Verkkoaineisto. Autoalankeskusliitto. <https://akl.fi/palvelut/sahko-ja-hybridiajoneuvojen-korjaukset/>. Luettu 3.5.2025.
- 20 Sähköautojen turvallisuus korjaamoissa. Verkkoaineisto. Formac. https://www.formac.fi/module/pw_presentproducts/pwpresentproducts?rewrite=sahkoautojen-turvallisuus-korjaamoissa&id=13. Luettu 24.4.2025.
- 21 Akut. Verkkoaineisto. Motiva.fi. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kes-tava-liikenne-ja-liikkuminen/valitse-auto-viisaasti/ajoneuvotek-niikka/akut>. Luettu 24.4.2025.
- 22 Litiumakkujen varastointi ja käsittely. Verkkoaineisto. Zarges. <https://www.zarges.com/fi/ratkaisut/litiumakkulaatikot/>. Luettu 23.4.2025.
- 23 Battery production: how the heart of an electric car is made. Verkkoaineisto. Skoda. <https://www.skoda-storyboard.com/en/skoda-world/innovation-and-technology/technology/battery-production-how-the-heart-of-an-electric-car-is-made/>. Luettu 23.4.2025.
- 24 Kinnunen, Antti & Suosalo, Joonatan. 2022. Toimintamallin luonti sähköautopaloon. Verkkoaineisto. Suomen palopäällystiitto. <https://sppl.fi/palvelut/asiantuntijatoiminta/menneet-hankkeet/toimintamallin-luonti-sahko-autopaloon/>. Luettu 5.5.2025.
- 25 Työturvallisuuslaki 738/2002. 2002. Finlex.

- 26 Linja-aho, Vesa. 2021. Mitä vaaditaan sähkö- ja hybridautojen korjajalta? Verkkoaineisto. <https://etn.fi/index.php/13-news/12938-mitae-vaaditaan-saehkoe-ja-hybridautojen-korjaajalta>. Luettu 24.4.2025.
- 27 High Voltage Technician. Verkkoaineisto. Bosch. <https://www.bosch-training-solutions.com/course/fi/12061>. Luettu 3.5.2025.
- 28 Uusia henkilöautoja rekisteröitiin Suomessa ennätyksellisen vähän vuonna 2024. Verkkoaineisto. Traficom. <https://traficom.fi/fi/ajankoh-taista/uusia-henkiloautoja-rekisteroitiin-suomessa-ennatyksellisen-vahan-vuonna-2024>. Luettu 24.4.2025