



Vauriokorjaamon valmistelu sähkö- ja hybridiajoneuvojen korjausta varten

Samuli Pasanen

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2021

Ajoneuvotekniikka
Korjaamotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ajoneuvotekniikka
Korjaamotekniikka

PASANEN, SAMULI:

Vauriokorjaamon valmistelu sähkö- ja hybridautojen korjausta varten

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2021

Sähkö- ja hybridautojen yleistyminen tulevaisuudessa edellyttää vauriokorjaamoilla toimenpiteitä kilpailukyvyn säilyttämiseksi. Opinnäytetyön tavoitteena oli valmistella InCar Oy:n Ylöjärven toimipiste sähköajoneuvojen sähkötöitä varten. Valmistelu kattaa koulutustarpeiden selvityksen, tarvittavien välineiden hankinnan ja vauriokorjausprosessin muutosten tarkastelun.

Ylöjärven toimipisteen valmistelun lisäksi työssä laadittiin lyhyt ohjeistus, jonka avulla muut toimipisteet voivat arvioida valmiuksiaan sähköajoneuvojen korjauksen suhteen. Valmistelussa ja ohjeistuksessa otettiin huomioon lain edellyttämät vaatimukset ja autoalan yleisesti suositellut toimintatavat. Ohjeistus pyrittiin muodostamaan mahdollisimman helppolukuiseksi ja tiivistetyksi.

Merkittävimmät toimenpiteet työssä olivat koulutukset koko henkilökunnalle. Pelitiseppien ja työnjohdon ensiapukoulutukset, autoalan sähkötyöturvallisuus 6002 -koulutus ja valmistajien mallikohtaiset koulutukset mahdollistivat sähkö- ja hybridautojen vauriokorjauksen. Myös asianmukaisten turvallisuusvarusteiden ja työkalujen hankkiminen oli osa asianmukaista valmistelua, koska näiden avulla työ on turvallista sähkötyön suorittajalle ja muille työntekijöille.

Opinnäytetyössä tehtyjen toimenpiteiden avulla InCar Oy Ylöjärvi voi turvallisesti ja ammattitaitoisesti tehdä sähkö- ja hybridautojen vauriokorjauksia. Lyhyen ohjeistuksen avulla kelpoisuutta voidaan tarkkailla tulevaisuudessa ja ylläpitää koko InCar Oy:n valmiuksia laadukkaaseen korjaustyöhön auton käyttövoimasta riippumatta.

Asiasanat: vauriokorjaus, sähköauto, hybridauto, sähkötyö, työturvallisuus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Automotive Engineering
Garage Engineering

PASANEN, SAMULI

Preparation of a Repair Shop for the Repair of Electric and Hybrid Cars

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 2 page

April 2021

Due to increasing popularity of hybrid and electric cars, damage repair shops are required to take measures in order, to maintain competitiveness. The aim of the thesis was to prepare InCar Oy's workshop in Ylöjärvi to enable damage repair on electric vehicles. The preparation includes a review of training needs, acquisition of necessary equipment and a review of changes in the damage repair process.

In addition to the workshop preparation presented in the thesis, short guidelines were created to enable other workshops to assess their capabilities for the repair of electric vehicles. The preparation and guidelines are made by the basis of requirements of the law and the generally recommended practices in the automotive industry. The goal was to make the short guidelines as easy to read and concise as possible.

The most significant measures presented in the thesis were training for all staff members. The first aid training for tinsmiths and foremen, electrical work safety training and model specific training made it possible to perform damage repair on electric cars. The acquisition of proper safety equipment and tools was also part of the preparation, as these make the work safe.

With the help of this thesis, InCar Oy Ylöjärvi can safely and professionally perform damage repair to electric and hybrid cars. With the help of the guidelines, InCar Oy can prove their suitability in the future and maintain the capacity of high-quality repair work in every workshop.

Key words: damage repair, electric vehicle, electrical work, work safety

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	SÄHKÖISET AJONEUVOT SUOMEN TIELIIKENTEESSÄ.....	6
2.1	Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen yleisyys ja tulevaisuus	6
2.2	Avustavat- ja autonomiset järjestelmät.....	7
2.3	Vauriot ja onnettomuudet	8
2.4	Sähköinen voimalinja yleisesti	9
2.4.1	Hybridiauto	10
2.4.2	Täyssähköauto	11
2.4.3	Sähköisen voimalinjan tekninen toteutus.....	12
2.5	Tulevaisuus vauriokorjauksen näkökulmasta	13
3	VAURIOKORJAAMON VAATIMUKSET	14
3.1	Lainsäädäntö	14
3.2	Henkilöstön vaatimukset	14
3.3	Korjauksen muut vaatimukset	15
3.4	Korjaamoympäristön vaatimukset	16
3.4.1	Turvallisuustekijät.....	16
3.4.2	Työkalut.....	17
4	VAURIOKORJAUSPROSESSIN MUUTOKSET	20
4.1	Korjausprosessi yleisesti.....	20
4.1.1	Vahinkotarkastus	20
4.1.2	Korjauskustannuslaskelma	22
4.1.3	Varsinaiset korjaustyöt	22
4.2	Hankinnat.....	23
4.2.1	Varaosat	23
4.2.2	Erikoistyökalut	24
4.3	Ajoneuvojen säilytys ja korjaus	26
4.4	Työturvallisuus	26
5	VAURIOKORJAAMON VALMISTELU	28
5.1	Koulutustarpeiden selvitys	28
5.2	Tehtävät hankinnat.....	29
5.3	Kustannukset	29
6	POHDINTA	31
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	35
	Liite 1. Vaatimukset sähkö- ja hybridi autojen korjaukseen.....	35

1 JOHDANTO

Ajoneuvotekniikan eri osa-alueet kehittyvät ja muuttuvat jatkuvasti. Tällä hetkellä voidaan sanoa, että ajoneuvotekniikan ala on jatkuvassa murroksessa, koska esimerkiksi autonomiset järjestelmät ja aktiiviset turvallisuusjärjestelmät kehittyvät nopeasti. Yksi ehdottomasti suurimmista puheenaiheista on kuitenkin fossiilista polttoaineista luopuminen, johon on yritetty kehittää ratkaisuja eri syistä käytännössä niin kauan kuin polttomoottoreita on ollut olemassa.

Kuluneen kymmenen vuoden aikana ilmastonäkökulma on vaikuttanut merkittävästi muun muassa sähkö- ja hybridautojen kehitykseen, tuotantoon ja yleisty-miseen tieliikenteessä. Erilaisia energianlähteitä käyttäviä ajoneuvoja on markki-noilla, mutta voimalinjojen sähköistäminen on näistä selkeästi poikkeava, koska se ei itsessään sivua polttomoottoritekniikkaa käytännössä ollenkaan. Valmistajien lisäksi muutokset aiheuttavat haasteita myös jälkimarkkinointiin ja erityisesti huolto ja korjaus voi poiketa olennaisesti perinteisistä polttomoottoriautoista. Ajo-neuvon rakenteen ja komponenttien muuttuessa myös vauriokorjaustoiminnan on muututtava siten, että vauriokorjaustoiminta on edelleen luotettavaa, mahdollisimman kustannustehokasta ja ennen kaikkea turvallista kaikille osapuolille.

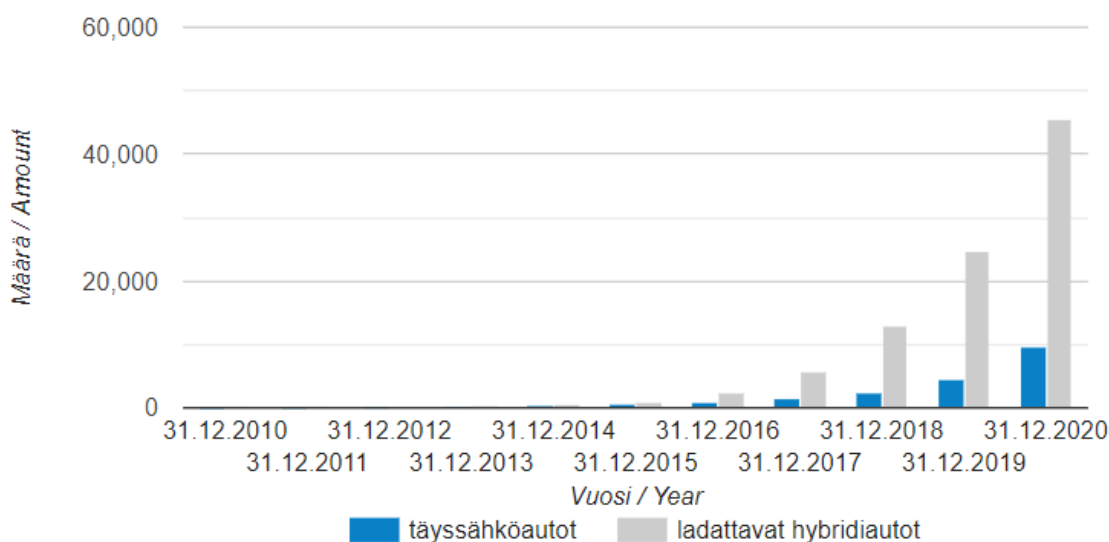
Opinnäytetyö tehdään toimeksiantona InCar Oy:lle ja valmisteltava vauriokor-jaamo on Ylöjärven toimipiste. InCar Oy Ylöjärvellä on vauriokorjauksen lisäksi tuulilasipalvelut ja Tampereen alueen keskusmaalaamo. Opinnäytetyön ohessa Ylöjärven toimipiste valmistellaan sähkö- ja hybridautojen korjausta varten. Opin-näytetyössä laaditaan myös ohjeistus, mitä voidaan hyödyntää yleisesti myös muissa toimipisteissä ja minkä avulla vauriokorjaamot voivat valmistella ja tarkis-taa kelposuuttaan sähkö- ja hybridautojen vauriokorjausta varten.

2 SÄHKÖISET AJONEUVOT SUOMEN TIELIIKENTEESSÄ

2.1 Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen yleisyys ja tulevaisuus

Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen määrä on lisääntynyt viime vuosina Suomessa merkittävästi. Esimerkiksi vuoden 2015 lopussa liikennekäytössä olevia ladattavia hybridi autoja oli 973 kappaletta ja vuoden 2019 lopussa 24704 kappaletta (Liikennekäytössä olevat sähköautot 2020). Yleistymisen voi havaita kuka tahansa tarkkailemalla ohi kulkevia autoja. Ilman perinteisen polttomoottorin ääntä liikkuva auto ei enää ole kovin harvinainen.

Sähköiset voimalinjat ovat edelleen tuore ja keskustelua herättävä aihe, etenkin ympäristönäkökulmasta, vaikka määrät tieliikenteessä kasvavat jatkuvasti. Sekä sähkö- että hybridi ajoneuvojen määrä on kasvanut progressiivisesti vuosi vuodelta (kuvio 1), joten muutaman vuoden kuluttua sähköiset voimalinjat ajoneuvoissa ovat yhä yleisempiä. Samalla sähkö- ja hybridi autojen osuus koko suomen tieliikenteestä kasvaa, koska voidaan olettaa, että vanhoja polttomoottoriautoja poistuu liikenteestä ja uusista autoista yhä suurempi osa on varustettu sähköisellä voimalinjalla.



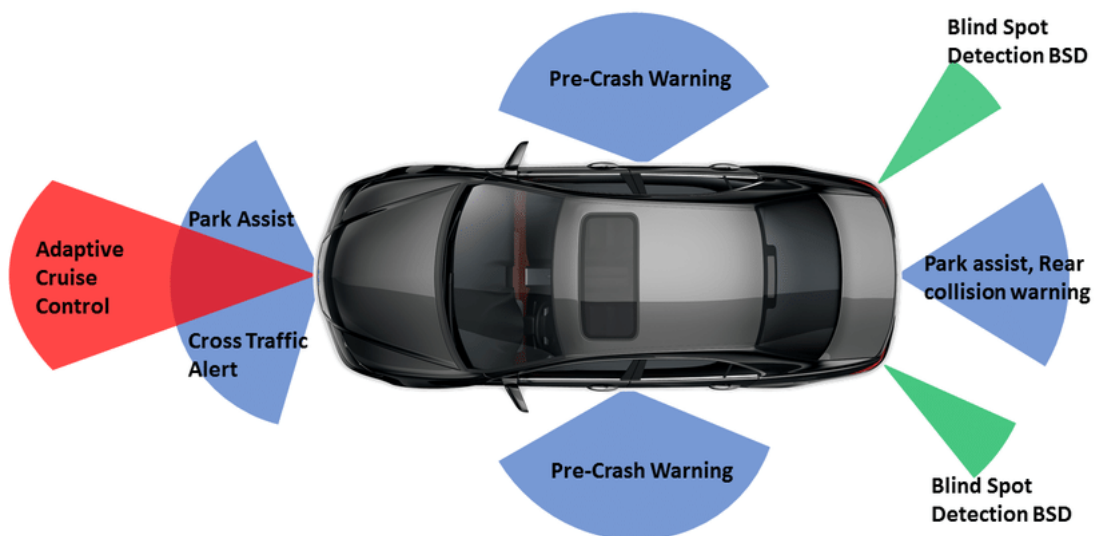
KUVIO 1. Liikennekäytössä olevat sähköautot (Autoalan tiedotuskeskus 2020)

Tällä hetkellä sähkö- ja hybridautojen tekniikka on verrattain uutta, mutta tulevaisuudessa nykypäivän sähköisellä voimalinjalla varustetut autot ovat tekniikaltaan vanhentuneita. On syytä olettaa, että tieliikenteessä olevien autojen keski-ikä pysyy noin kahdessatoista vuodessa (Autoalan tiedotuskeskus 2019), joten tieliikenteessä tulee olemaan polttomoottoriautojen rinnalla myös yli kymmenen vuotta vanhoja sähkö- ja hybridautoja. Tulevaisuuden tekniset läpimurrot, standardit ja ominaisuudet eivät näitä luonnollisestikaan koske, minkä takia Suomen tieliikenteessä tulee olemaan kymmeniä vuosia varsin paljon erilaisia ja -tyyppisiä ajoneuvoja, erityisesti yksityisautoja. Tietysti tämä näkyy myös vauriokorjaamolla ja korjaamon on pystyttävä korjaamaan perinteisiä polttomoottoriautoja, nykyisellä tekniikalla toteutettuja sähköautoja ja tulevaisuuden uusia sähkö- ja hybridautoja.

2.2 Avustavat- ja autonomiset järjestelmät

Tulevaisuudennäkymiä arvioitaessa on otettava huomioon myös muu ajoneuvo-tekniikan kehitys. Vauriokorjaamolla töitä riittää, koska vuosittaiset liikennesuoritteet yleisesti kasvavat jatkuvasti (Tilastokeskus 2020) ja vaurioita syntyy luonnollisesti enemmän ajokilometrien kasvaessa. Toisaalta vaurioiden määrä suhteessa autojen määrään pienenee autonomisten järjestelmien ansiosta. Todennäköisesti etenkin pienemmät niin sanotut parkkipaikkakolhut vähenevät, kun aktiiviset turvallisuusjärjestelmät yleistyvät ja ehkäisevät niiden syntymistä.

Aktiiviset turvallisuusjärjestelmät tarkkailevat ajoneuvon ympäristöä erilaisten kameroiden ja tutkien avulla. Aktiivisen vakinopeudensäätimen ja pysäköintitutkien lisäksi autossa voi olla esimerkiksi pysäköintiavustin, risteävän liikenteen varoitin, kuolleen kulman varoitin ja erilaisia törmäystilanteisiin liittyviä turvajärjestelmiä (kuva 1). Tietoa käsittelevä ohjainlaite pyrkii havaitsemaan vaaratilanteen mahdollisesti jo ennen kuljettajaa ja voi tarvittaessa varoittaa kuljettajaa tai jopa hallita autoa hetkellisesti vaurioiden välttämiseksi. Konkreettisena esimerkkinä auto voi havaita tutkajärjestelmän avulla risteävää liikennettä liikkeellelähdessä ja tekee tarvittaessa automaattisesti hätäjarrutuksen.



KUVA 1. Kuljettajaa avustavat järjestelmät (Researchgate 2018)

Aktiivisia turvallisuusjärjestelmiä esiintyy kuitenkin tällä hetkellä uusissa ja yleisesti kalliissa autoissa. Tekniset läpimurrot, myös aktiiviset turvallisuusjärjestelmät, esiintyvät yleisesti ensimmäisenä edustusluokan autoissa, joiden hinta ja kilpailu mahdollistavat kalliin kehitystyön. Ajan saatossa järjestelmiä otetaan käyttöön myös edullisemmissä automalleissa ainakin lisävarusteena. On selvää, että aktiiviset turvallisuusjärjestelmät tulevat myös Suomeen, samoin kuin esimerkiksi turvavyöt, turvatyyny, lukkiutumattomat jarrujärjestelmät ja erilaiset ajonvakautusjärjestelmät ovat yleistyneet. Suomen autokannan iäkkyuden vuoksi vaikutus nähdään Suomessa hitaasti, vuosien tai jopa vuosikymmenien saatossa.

2.3 Vauriot ja onnettomuudet

Vaurioita syntyy luonnollisesti kaiken ikäisille autoille vahinkotyyppistä riippumatta. Vahingot jakautuvat vahinkotyypeittäin kutakuinkin tasan uudemmille, alle viisi vuotta vanhoille ja vanhemmille, yli viisi vuotta vanhoille autoille. Suhteellisesti suurin ero vahinkotilastoissa on suistumisvahingoissa, mitä vanhoilla autoilla on jonkin verran enemmän. (Onnettomuustietoinstituutti 2018.) Suistumisvahinkojen väheneminen uudemmilla autoilla on selitettävissä kehittyneemmällä ajonvakau-

denhallintajärjestelmillä ja osittain myös paremmilla renkailla. Halvemman hintaluokan renkaita hankitaan useammin vanhempaan ja arvoltaan pienempään autoon.

Vanhempia autoja ei aina korjata, koska kaskovakuutukset eivät ole niissä yleisiä ja omistajat saattavat korjata niitä itse. Auton iän lisäksi auton muu yleiskunto ja arvo voi olla ratkaiseva tekijä sille, että kaskovakuutusta ei ole hankittu, eikä autoa haluta viedä ammattilaiselle korjattavaksi. Sen sijaan uusissa autoissa on tyypillisesti enemmän kaskovakuutuksia ja huomattavasti suurempi arvo, joten korjaaminen pienenkin vaurion takia on perusteltua arvonsäilyttämiseksi. Erityisesti suurempien vahinkojen kalliimmat vauriokorjaukset ovat usein kustannusten takia mahdollisia vain uudempiin autoihin. Korjauskustannuksien lähestyessä auton todellista arvoa, korjaus ei ole kovinkaan perusteltua, jolloin vanhempia autoja usein korjataan vain osittain omistajan toimesta tai auto yksinkertaisesti romutetaan ja hyödynnetään varaosina.

Toisin sanoen, laajoja vaurioita korjataan tyypillisesti vain muutaman vuoden vanhoista autoista. Tällöin todennäköisyys sille, että autossa jollakin tapaa sähköinen voimalinja, kasvaa vuosi vuodelta, koska jatkuvasti suurempi osa uusista autoista on sähköisellä voimalinjalla varustettu. Sähkö- ja hybridautojen arvo on tyypillisesti myös vastaavaa polttomoottoriautoa korkeampi, joten vakuutusyhtiön näkökulmasta näistä autoista myös korjataan suurempia vaurioita lunastuksen sijasta.

2.4 Sähköinen voimalinja yleisesti

Sähköisellä voimalinjalla tarkoitetaan voimansiirtojärjestelmää, joka on toteutettu kokonaan tai osittain sähköisesti. Sähköinen voimansiirtojärjestelmä käsittää yksinkertaisimmillaan jonkinlaisen latausjärjestelmän, akuston energian varastointia varten, ohjainlaitteet järjestelmän hallintaan ja voiman tuottavan sähkömoottorin. Kuluttajakäyttöön suunnitellut ajoneuvot ovat kuitenkin paljon monimutkaisempia, koska suorituskykyinen ja helppokäyttöinen järjestelmä sisältää usein

esimerkiksi jarrutusenergian talteenoton, lämpötilan mukaan optimoidun virran käytön, toimintamatkaa ja kuljettajan ajotapaa arvioivia järjestelmiä ja ohjelmistollisia muutoksia eri ajotilanteita varten.

Sähkömoottorin hyötysuhde on lähes poikkeuksetta merkittävästi parempi, kuin nykyaikaisen polttomoottorin. Keskeisin syy sähköisten voimalinjojen yleistymiselle viime vuosina on liikenteen päästöjen vähentäminen ja fossiilisista polttoaineista luopuminen. Pelkällä sähköenergialla liikkuva auto ei tuota paikallis päästöjä lainkaan, mutta välillisesti päästöjä syntyy auton valmistuksesta ja sähköenergian tuottamisesta.

2.4.1 Hybridiauto

Perinteisen polttomoottoritekniikan rinnalle voidaan kytkeä sähköjärjestelmä, joka toimii automaattisesti polttomoottorin kanssa kuljettajan ohjauksen mukaisesti. Autoa, jonka voimansiirto on toteutettu polttomoottorin ja sähköjärjestelmän avulla, kutsutaan yleisesti hybridiautoksi, vaikka käsitteellä voidaan tarkoittaa minkä tahansa kahden eri käyttövoiman yhdistelmää. Selkeästi yleisin tekniikka hybridiautojen markkinoilla on bensiinimoottorin ja sähkömoottorin yhdistelmä. Hybridiauton keskeisin periaate on käyttää ajoneuvon liikuttamiseen sähkömoottoria tilanteissa, missä polttomoottorin polttoaineenkulutus on suurin tai teho on pienin. Sähkömoottorilla ikään kuin poistetaan polttomoottorin epämieluisat ominaisuudet, kuten suuri polttoaineenkulutus tietyissä ajotilanteissa ja tehon painottuminen tietyille kierrosalueelle.

Hybridiauton tekniikka voidaan toteuttaa muutamilla eri tavoilla, vaikka periaatteena on sähköisen voimalinjan ja polttomoottorin yhdistäminen. Yksi perinteinen tapa on ladata akustoa polttomoottorin avulla, jolloin kyseessä on HEV (Hybrid Electric Vehicle) tyyppinen järjestelmä, eli kansankielellä itselataava hybridi. Tällaista hybridiautoa ei voi ladata, vaan se latautuu itsestään polttomoottorin käytössä. Toinen yleinen tapa hybridiautoissa on PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) tyyppinen järjestelmä, jonka akkua voidaan ladata erikseen. (Autotalo ampeeri 2018.) Kummankin tyyppinen auto toimii ajoittain pelkällä sähkömoottorilla,

mutta latausmahdollisuuden ansiosta PHEV tyyppinen hybridi voi tyypillisesti kulkea pidempiä matkoja ilman, että polttomoottoria täytyy käynnistää.

Erilaisia toimintaperiaatteita on lukuisia, mutta suurin osa niistä on kaupallisia nimityksiä tekniikoille, jotka ovat pohjimmiltaan kuitenkin HEV tai PHEV tyyppisiä. Oleellisesti näistä eroavat kuitenkin polttomoottoriautot, joiden yhteyteen on asennettu sähkömoottori, joka ei voi kuitenkaan toimia itsenäisesti. Vastaavat tehon lisäykseen ja jarrutusenergian talteenottoon kehitetyt järjestelmät ovat usein myös matalalla jännitteellä toimivia, eikä niitä käsitellä tässä työssä lainkaan.

2.4.2 Täyssähköauto

Täyssähköauto on nimensä mukaisesti ainoastaan sähköenergian avulla toimiva auto. Tämän tyyppisissä autoissa ei ole lainkaan polttomoottoria, ja niitä on ladattava erikseen akun varaustason ylläpitämiseksi. Etuina hybridautoon verrattuna täyssähköautossa on se, että tekniikkaa ei tarvitse suunnitella lainkaan polttomoottoritekniikan yhteyteen ja komponenttien sijoittelu on käytännössä vapaata, jolloin esimerkiksi matkustus- ja tavaratilat on mahdollista suunnitella tavanomaista suuremmiksi. Suunnittelussa isoin merkitys on suhteellisen suurella ja painavalla akkupaketilla, mikä puolestaan voi rajoittaa tilankäyttöä, erityisesti pienemmän kokoluokan autoissa.

Erityisesti täyssähköautoissa sähköinen voimalinja on yleensä massaltaan suuri, koska akun koko on käytännössä verrannollinen toimintamatkaan ja muihin ominaisuuksiin. Täyssähköautoissa sähköenergiaa yleisesti varastoidaan akkuun enemmän, kuin hybridautoissa, koska sähköenergia on ainut vaihtoehto auton käyttämiseen. Täyssähköauton akustossa voi siis olla huomattava määrä energiaa varastoituna, mikä tulee ottaa huomioon epätavallisissa tilanteissa, kuten onnettomuuksissa.

2.4.3 Sähköisen voimalinjan tekninen toteutus

Sähkö- tai hybridauton akusto koostuu jopa tuhansista pienistä akuista, jotka muodostavat moduuleita ja moduulit puolestaan muodostavat akuston. Tyypillisesti yksittäisen pienen akun jännite on noin 3,7 volttia, mutta erilaisilla kytkennöillä jännitteeksi saadaan satoja voltteja. Sähköisen voimalinjan käyttöjännite vaihtelee valmistajittain, mutta tyypillinen suuruusluokka on noin 300–400 volttia. (Circuit Digest 2018.) Tekniikan kehittyessä esimerkiksi akuston kustannukset ja massa eivät rajoita suunnittelua, ja markkinoilla on jo nyt jopa 800 voltin jännitteellä toimivia autoja, kuten Porsche Taycan (Porsche AG n.d. 29).

Sähköautoja tai PHEV tyyppisiä hybridautoja voidaan ladata erillisillä latausasemilla, kotiin asennetulla latausjärjestelmällä tai suoraan talouden sähköverkosta erillisellä latauskaapelilla. Latauksessa oleellisinta on yleensä latauksen kesto ajallisesti suhteessa latauksella saavutettuun toimintamatkaan. Varsinaisia latauspisteitä on tällä hetkellä lähinnä asutuskeskusten ja merkittävimpien liikenneväylien lähistöllä, joten kotona tai työpaikalla lataaminen on lähes välttämätöntä.

Sähkö- tai hybridautossa on yksi tai useampi sähkömoottori, jotka ovat yleensä asennettu käytettäväksi yhdellä akselilla. Sähkömoottorin laajan kierrosalueen ja tasaisen voimantuoton ansiosta vaihteisto ei ole välttämätön. Sähkömoottorin tarvitsema sähkö välitetään akustolta virtakaapeleilla, joten suunnittelu on melko vapaata. Markkinoilla onkin lukuisia erilaisia toteutuksia, kuten esimerkiksi etupyörille voiman tuottava polttomoottori yhdistettynä takapyörille voiman tuottavaan sähkömoottoriin. Täyssähköautoissa voi puolestaan olla esimerkiksi yksi moottori pelkälle taka-akselille tai jokaiselle neljälle pyörälle oma sähkömoottori. Sähkömoottorit ovat verrattain painavia ja sähkömoottorin koko on lähes suoraan verrannollinen saatavaan tehoon, joten suunnittelussa joudutaan tekemään kompromisseja.

2.5 Tulevaisuus vaurikorjauksen näkökulmasta

Lähitulevaisuudessa ihminen on tuttuun tapaan vastuussa ajoneuvosta ja kuljettaa sitä, vaikka auto ajaisikin itsekseen. Riippumatta kuljettavasta matkasta, auto ei voi ajaa täysin itsenäisesti, vaikka teknisesti se mahdollista olisikin. Ihminen tekee jatkuvasti virheitä, joten kaikenlaisia autoja päätyy vaurikorjaamoille, myös esimerkiksi edustusluokan kattavasti varusteltuja sähkö- ja hybridautoja.

Vaurikorjausala ei lähitulevaisuudessa todennäköisesti muutu määrällisesti juurikaan. Autojen lukumäärä kasvaa jatkuvasti, mutta kuljettajaa avustavat järjestelmät vähentävät vaurioiden syntymistä. Lopputuloksena vaurioiden tyyppi voi muuttua jatkossa hieman suurempien vaurioiden korjaukseen, koska yleiset pysäköintialueella syntyneet vauriot vähenevät erilaisten järjestelmien ansiosta, mutta suuremmat onnettomuudet ovat toistaiseksi harvoin täysin estettävissä avustavien järjestelmien avulla.

Tulevaisuuden ajoneuvotekniikan kehityksestä sähköiset voimalinjat ovat tällä hetkellä jo olemassa ja valmistajat muuttavat mallistoaan jatkuvasti entistä sähköistetyimmäksi. Tästä syystä vaurikorjauksessa täytyy ehdottomasti keskittyä ensisijaisesti sähköisten voimalinjojen tuntemukseen ja korjausvalmiuteen, mutta joissakin tapauksissa voimalinjalla ei ole merkitystä korjauksen kannalta. Esimerkiksi puskurin vaihto ja maalaus ei yleisesti muutu työnä mitenkään, olipa sitten voimalinja minkälainen tahansa. Myös tuulilasinvaihdot ovat suuri osa vaurikorjaustoimintaa, eivätkä nämäkään ole riippuvaisia voimalinjasta.

Tekniikka autoissa kehittyy yleisesti ja voimalinjasta riippumatta autoissa on tulevaisuudessa ominaisuuksia, joita ei tällä hetkellä ole. Ominaisuuksia varten autoissa tulee olemaan entistä enemmän teknologiaa, mikä puolestaan vaikuttaa korjaukseen merkittävästi. Korjaukset ovat todennäköisesti kalliimpia tulevaisuudessa ja korjauksiin vaaditaan nykyistä enemmän koulutuksia, erikoistyökaluja ja mallikohtaisia ohjeita. Tulevaisuudessa peltisevät todennäköisesti koulutautuvat entistä enemmän ja laajaa ammattitaitoa arvostetaan. Osa töistä tai vähintään työvaiheista on käytännössä pakko teettää yhteistyökumppaneilla ja oleellista onkin laatia kattava tukiverkosto oman osaamisen tueksi.

3 VAURIOKORJAAMON VAATIMUKSET

3.1 Lainsäädäntö

Sähkö- ja hybridautot ovat edelleen suhteellisen uusi ilmiö, joten lainsäädäntö on pitkälti sovellettu sähköturvallisuuslaista, jossa käytännössä vain sivutaan korkeajännitteellisiä ajoneuvoja, vauriokorjauksesta tarkemmin puhumattakaan. Sähköajoneuvojen korjaus on kuitenkin sähkötyötä, josta aiheutuu sähköiskun tai valokaaren vaara ja työ edellyttää SFS 6002 -sähkötyöturvallisuusstandardin noudattamista.

Sähköturvallisuuslain 1.1.2017 tehdyssä muutoksessa hybridi- ja sähköajoneuvojen rajoitettu S3 vaatimus poistettiin, eikä yritysten tarvitse enää ilmoittaa nimettyä sähkötöiden johtajaa turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (Autoalan keskusliitto 2020). Tällä hetkellä laissa vaaditaan muun muassa, että työn suorittajan on oltava riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kulloinkin kyseisen ajoneuvon sähköjärjestelmään ja sähkön vaaroihin (Sähköturvallisuuslaki 56§).

Vastuu sähkötyöturvallisuudesta korjaustöissä on aina työnantajalla tai tämän edustajalla. Työnantaja vastaa siitä, että käytössä on tarvittavat mittalaitteet ja muut työvälineet, henkilöstö on sähkötyöturvallisuuskoulutettu ja perehdytetty ajoneuvon mallikohtaiseen sähköjärjestelmään. Mikäli näin ei ole, korjaamolla ei saa korjata sähköajoneuvoja. (Autoalan keskusliitto 2020.)

3.2 Henkilöstön vaatimukset

Kaikilla sähkötöihin osallistuvilla henkilöillä tulee olla voimassa oleva ensiapukoulutus. Vaatimus koskee myös työnjohtoa. Henkilöille, jotka eivät osallistu sähkötöiden tekemiseen, riittää ohjeistus toimintaan onnettomuustilanteissa. Sähkön vaaroista ja erityisesti onnettomuustilanteissa toimimisesta voidaan kouluttaa toimipisteen sisäisesti, mutta varmin ja helpoin tapa on pyrkiä järjestämään ensiapukoulutus kaikille työntekijöille riippumatta siitä, tekevätkö he sähkötyötä vai eivät.

Työturvallisuuslain vaatimuksena on myös sähkötyön tekijälle riittävä perehdytys sähköön vaaroihin. Paras tapa varmistua tästä on autoalan sähkötyöturvallisuuskoulutus, joka on SFS 6002 -standardin mukainen. Koulutuksen käytyään sähkötyön tekijä on riittävästi perehdytetty sähköön vaaroihin. Ilman sähkötyöturvallisuuskoulutusta sähkö- ja hybridiajoneuvoja ei saa korjata riippumatta työn laadusta. Suositeltavaa on, että työnjohdolla ja kaikilla peltisepillä olisi myös vastaava koulutus, koska tällä tavalla voidaan varmistaa edelleen paras mahdollinen turvallisuus eri tilanteissa.

Sähkötyöntekijän perehdyttäminen sähköön vaaroihin ei riitä sähkötöiden tekemiseen, vaan työn suorittajan täytyy olla myös perehtynyt kyseisen ajoneuvon sähköjärjestelmään. Käytännössä tämä tarkoittaa yleisesti valmistajan omaa korkeajännitemekaanikon koulutusta. Koulutuksen lisäksi työn suorittajan tulee saada ohjeet työhön. Mikäli koulutusta tai ohjeita ei ole saatavilla, työn suorittajalla tulee olla riittävä kokemus ja ammattitaito sähkötöihin liittyen.

3.3 Korjauksen muut vaatimukset

Sähkötöihin tulee aina nimetä työsuorituksesta vastaava henkilö, riippumatta siitä, onko työtä tekemässä yksi tai useampi henkilö. Tämän vastuulla on varmistaa, että työ tehdään turvallisesti ja asianmukaisesti. Nimettyä henkilöä ei tarvitse ilmoittaa eteenpäin, mutta tämä täytyy olla aina tiedossa. Henkilölle ei ole lakiin kirjattuja vaatimuksia, mutta henkilöllä on oltava riittävä kokemus ja ammattitaito. Tyypillisesti yhtä ajoneuvoa kohti työskentelee yksi peltiseppä, joka on luonnollisesti työsuorituksesta vastaava henkilö. (Autoalan keskusliitto 2020.)

Sähkötöiden tekijällä täytyy olla käytössä mallikohtaiset ohjeet sähkötöihin, kuten korkeajännitepiirin jännitteettömäksi tekemiseen. Nämä ovat usein valmistajan laatimia ja ne täytyy hankkia erikseen. Tilaisuuden tullen ohjeita on hyvä hankkia etukäteen varastoon tai ainakin selvittää, että mistä niitä on saatavilla. Tämä ei ole välttämätöntä, mutta se nopeuttaa korjausprosessia.

Työntekijöillä tulee aina olla työtä vastaava ammattitaito ja kokemus. SFS 6002 -standardin mukaan sähkötyön vaativuus on arvioitava ennen työn aloittamista ja työn suorittaja on valittava sen perusteella. Perusteena sopivan henkilön valinnassa käytetään kokemusta sähkötoista, sähköalan yleistä perustuntemusta ja vaaratekijöiden tuntemusta. Oleellisin osa työn suorittajan valinnassa on kuitenkin se, että sähkötyön tekijän täytyy pystyä arvioimaan, onko työn aloittaminen tai työn jatkaminen turvallista. (Autoalan keskusliitto 2020.)

3.4 Korjaamoympäristön vaatimukset

Korjaamolla sähkötoille täytyy olla sopiva tila, mikä mahdollista turvallisen työskentelyn. Sopivan tilan lisäksi sähkötyö täytyy merkitä näkyvästi, jotta se ei aiheuta vaaraa muille työntekijöille tai muille sivullisille. Työntekijän täytyy panostaa turvallisuuteen käyttämällä asianmukaisia suojavarusteita ja työhön sopivia työkaluja. Koulutettu, ammattitaitoinen ja kokenut työntekijä ei voi tehdä sähkötoita turvallisesti ilman sopivia tiloja, tarvikkeita ja varusteita.

Käytännössä aina sähkötoita tehdään korjaamohallissa, jonka suunnittelussa tätä ei ole otettu huomioon. Varsinaista työtä ja varusteiden säilytystä varten täytyy valita paikka, joka on mahdollisimman turvallinen ja haittaa mahdollisimman vähän muun korjaamon toimintaa. Hyvä vaihtoehto sähkötoiden paikalle on korjaamohallin syrjäinen nurkka, jossa ei ole säilytyksessä työkaluja tai tarvikkeita. Tällä tavalla paikalta ei ole läpikulkua, eikä toisaalta muiden työntekijöiden tarvitse kiertää sitä. Sähkötoille voidaan tietysti varata paikka aina työkohtaisesti, mutta tämä voi aiheuttaa ongelmia järjestelmällisyyden ja yhtenäisten toimintatapojen ylläpitämisessä.

3.4.1 Turvallisuustekijät

Sähkötyö on merkittävä näkyvästi, jotta siitä ei aiheudu vaaraa muille. Käytännössä tämä voidaan toteuttaa ympäröimällä huomiovärisellä siimalla ja erillisellä kyltillä, missä varoitetaan korkeajännitteisestä sähkötyöstä (kuva 2). Merkintöjen

tarkoituksena on estää vaaralliselle alueelle kulkeminen epähuomiossa ja tällä vähentää huomattavasti onnettomuusriskejä.



KUVA 2. Sähköauton rajaus ja varoituskyltit (Kangas 2020)

Korjaamolla täytyy myös olla sähkötyöhön tarvittavat suojavaarusteet. Suojavaarusteet suojaavat käytännössä enimmäkseen valokaarelta ja tärkeimpiä suojavaarusteita ovat hanskat, koska käsien ja kynnärvarsien alue on kaikista alttiimpana valokaaren aiheuttamille vammoille (Finnelectric n.d.). Sähkötyöhön tarkoitettujen hanskojen lisäksi asianmukaiseen suojavaarustukseen kuuluu kasvosuojallinen kypärä, takki ja housut.

3.4.2 Työkalut

Sähkötyöhön tarvittavat perustyökalut täytyy löytyä korjaamolta. Eristämättömiä, sähköä johtavia työkaluja ei saa käyttää, koska ne aiheuttavat oikosulkuvaaran. Työkalut ovat lähes kauttaaltaan eristettyjä, jolloin esimerkiksi ruuvimeisselin varsi ei voi aiheuttaa oikosulkuja. Työkalut tulee pitää erillään muista työkaluista ja niiden kuluessa tai vaurioituessa, ne täytyy uusia välittömästi, ettei viallinen työkalu aiheuta vaaraa.

Yksinkertaisinta on hankkia korjaamolle kattava valmis lajitelma erilaisia sähkö- ja hybridautojen korjaukseen soveltuvia käsityökaluja. Markkinoilla on lukuisia valmiita työkalulajitelmia, jotka on pakattu säilytystä varten käytännölliseen salkkuun (kuva 3). Oleellisin työkalujen ominaisuus on eriste, joka on mitoitettu 1000 voltin jännitteen eristämiseen. Erityisesti hybridi- ja sähköautojen korjaukseen valmistetut työkalut eivät merkittävästi eroa muista samalle jännitteelle suunnitelluista työkaluista, mutta näiden muotoilu ja muut ominaisuudet voivat olla paremmin vauriokorjaukseen soveltuvia.



KUVA 3. KS Tools 26-osainen korkeajännitetyökalusarja 1000V (Suomentyökalu n.d.)

Mallikohtaisesti valmistajan ohje voi vaatia käyttämään erikoistyökaluja tai testilaitteita, mitkä työn suorittamiseksi tulee olla käytössä. Näiden hankkiminen on monimerkkikorjaamolla käytännössä tehtävä työkohtaisesti, ellei voida tavalla tai toisella ennustaa, että tietyn merkkisiä autoja tulee varmasti korjaamolle. Ennen työn aloittamista täytyy varmistaa, että tarvittavat työkalut ovat käytettävissä ja

asianmukaisessa kunnossa. Käytännöllisintä on hankkia ohjeet työhön niin pian kuin mahdollista, jolloin myös erikoistyökaluvaatimukset selviävät heti, eikä niiden hankkiminen aiheuta turhaa seisonta-aikaa auton korjauksessa.

Kuten kaikki muutkin laitteet ja työkalut, tarve selviää tarkemmin töiden edetessä, kun saadaan kokemusta töistä. Työkalujen hankintaan tulee varautua jatkossa, kun sähkötyöntekijät ilmaisevat tarpeen tietyille työkaluille. Tässäkin tapauksessa luotettava, asiantunteva ja nopea toimittaja on merkittävä etu, koska tarvittaessa työkaluja saadaan hankittua nopeasti, jopa auton korjauksen aikana.

4 VAURIOKORJAUSPROSESSIN MUUTOKSET

4.1 Korjausprosessi yleisesti

Vauriokorjausprosessi alkaa ennen varsinaista korjausta ja huonossa tapauksessa vaurion syntymisestä auton korjauksen valmistumiseen voi kestää viikkoja. Prosessin kestoon vaikuttaa polttomoottoriautoissa eniten korjaamon työtilanne ja työsuunnittelu. Käytännössä korjaamolla voi olla varauksia kahden viikon ajalle ja vaikka esimerkiksi peltisepälle purku ja kasaus voitaisiin suunnitella aiemmin, ei maalausta voida suunnitella täyden kalenterin takia, joten työ siirtyy entistä kauemmaksi.

Korjausprosessi vauriotarkastuksesta korjauksen valmistumiseen voi siis kokonaisuudessaan kestää vaikkapa 21 päivää, mutta varsinaisen korjauksen osuus on usein korkeintaan 5 työpäivää. Työn sujuvuuden ja asiakastyytyväisyyden kannalta onkin siis erittäin tärkeää, että prosessi sujuisi suunnitellusti, eikä viivästyksiä tulisi mistään syystä. Mahdollisimman tarkalla vahinkotarkastuksella, huolellisesti tehdyllä korjauskustannuslaskelmalla ja realistisella työsuunnittelulla viivästyksiä voidaan välttää, mutta sähkö- tai hybridauton tapauksessa prosessi voi olla hieman haasteellisempi. Koko tilanteen tulee tietysti olla turvallinen kaikille osapuolille ja tämä vaatii erityishuomiota sähkö- ja hybridautojen vauriokorjauksessa.

4.1.1 Vahinkotarkastus

Huolelliseen vahinkotarkastukseen vaaditaan vahinkotarkastajalta paljon kokemusta, ammattitaitoa ja tekniikan tuntemista. Ensimmäisenä täytyy tunnistaa, jos kyseessä on sähkö- tai hybridauto ja ottaa tämä huomioon vahinkotarkastuksessa. Tekniikan tunteminen on tärkeää siksi, että mahdolliset vaarat voi tunnistaa jo pintapuolisesti. Usein pintapeltien ja puskureiden alla on vaurioita, mitä suoraan ei voi nähdä. Vauriot täytyy esittää selvästi esimerkiksi kuvilla tai mittapöytäkirjoilla, mutta tuntemalla rakenteen ja tekniikan, voi vahinkotarkastuksessa

tarkastaa tehokkaasti tietyt kohteet. Tämä korostuu erityisesti, jos vahinkotarkastuksessa tehdään purkutöitä, koska purkutyt voidaan toteuttaa tehokkaammin ja todennäköisemmin ne paljastavat vaurioita.

Vahinkotarkastuksessa auto sijoitetaan johonkin seuraavista luokista: ajokelpoinen, väliaikainen korjaus, ajokelvoton, hinaus tai lavakuljetus. Toisinaan ajoneuvoihin tehdään väliaikaisia korjauksia ja tällä tavalla alun perin liikennekelvoton auto voidaan antaa asiakkaalle käyttöön ennen korjausta, mutta sähkö- tai hybridi-auton tapauksessa tätä vaihtoehtoa tulee harkita tarkasti. On ensisijaisen tärkeää, että auton käyttö ennen korjausta on asiakkaalle turvallista ja vaurioituneella autolla ajaminen ei aiheuta mitään lisävahinkoa. Polttomootoriautoissa moottorin, voimansiirron ja pyöräntuennan vauriot voidaan yleensä havaita melko helposti, jolloin auto voidaan tarvittaessa määritellä ajokelvottomaksi.

Sähkö- ja hybridi-autoissa akkupaketin tai sähkömoottorin tarkistaminen silmämääräisesti on kuitenkin yleensä todella hankalaa. Akkupaketti voi myös vaurioitunut ja pahimmassa tapauksessa syttyä itsestään tuleen vasta usean päivän kuluessa. Ajokelpoisuutta arvioitaessa onkin ensisijaisen tärkeää havaita sähköinen voimalinja ja varmistua siitä, että se on vahingoittumaton. Vikadiagnostiikan käyttäminen vahinkotarkastuksessa on entistä tärkeämpää ja jos sähköisen voimalinjan epäillä olleen vaurioitunut, tulee auto merkitä ajokelvottomaksi matalalla kynnyksellä. Ylimääräinen seisonta-aika on kaikkien osapuolien kannalta huono asia, mutta turvallisuustekijät ovat huomattavasti merkittävämpiä arviointitilanteissa.

Vahinkotarkastajan asiantuntemus on turvallisuuden kannalta tärkeää ja tarvittaessa asiakkaalle täytyy perustella näennäisesti pienten vaurioiden takia valittu ajokelvottomuus. Korjauskustannuslaskelmaa ajatellen on myös syytä tarvittaessa ottaa auto vaikkapa yhdeksi päiväksi korjaamolle, purkaa tarvittavat kohteet ja varmistaa vauriot. Vaikka vaurioita ei löytyisikään, ajokelpoisuus ja turvallisuus voidaan varmistaa ja korjauskustannuslaskelma on todennäköisemmin lähempänä toteutuneita kustannuksia.

4.1.2 Korjauskustannuslaskelma

Vahinkotarkastuksessa tehdyt havainnot, otetut valokuvat ja vikadiagnostiikan tiedot ovat pohjana korjauskustannuslaskelmalle. Käytännössä valokuvilla perustellaan suurin osa vaurioista ja osoitetaan vaurioiden laajuus. Vikadiagnostiikan käyttö kuitenkin tulee entistä tärkeämmäksi, koska sähköinen voimalinja on tarkoin suojattu, eikä kaikkia syntyneitä vaurioita voi havaita ulkoisesti tutkimalla.

Korjauskustannuslaskelman tekeminen sähkö- tai hybridautosta on osittain erilaista, kuin polttomoottoriauton. Cabas -korjauskustannuslaskentaohjelmiston ohjelman kuvat ja työajat eivät aina kata harvinaisempia tai uusimpia malleja, joten tietoa täytyy etsiä manuaalisesti muualta ja lisätä laskelmalle. Jos sähkö- tai hybridautossa on laajat vauriot vaikkapa ulosajon seurauksena, voi korjauskustannuslaskelman tekeminen viedä moninkertaisen ajan verrattuna polttomoottoriauton korjauskustannuslaskelmaan.

Toisaalta sähkö- tai hybridauton komponentit ovat yleisesti suurempia osakokonaisuuksia ja niitä ei voi, eikä kannata korjata. Korjauskustannuslaskelman tekeminen voi siis olla huomattavasti helpompaa ja tarvittaessa sähköiseen voimalinjaan liittyvät voidaan teettää alihankintana, joten korjausprosessi voi olla myös tavanomaista yksinkertaisempi.

4.1.3 Varsinaiset korjaustyöt

Käytännössä vauriokorjaamalla tehtävät toimenpiteet ovat korkeajännitepiirin osalta yksinkertaisia. Varsinaista akkupakettia tai sähkömoottoria ei käytännössä koskaan korjata tai vaihdeta, vaan työ teetetään tarvittaessa alihankintana. Sen sijaan esimerkiksi korkeajännitepiirin johtosarja voi vaurioitua ja se joudutaan vaihtamaan tai esimerkiksi korityöt ovat niin laajoja, että auto täytyy tehdä virrattomaksi korjausta varten.

Virrattomaksi tekeminen on yleisin korkeajännitepiiriin liittyvä sähkötyö sen tarkastuksen lisäksi. Korkeajännitepiiriin irtikytkentä voi olla tarpeellista esimerkiksi

latauspistokkeen vaihdon takia. Vastaavasti latauspistokkeen irrottamisen vaativa peltikorjaus edellyttää korkeajännitepiirin erottamisen. Myös johtosarjojen vaihto voi vaatia sähköauton virrattomaksi tekemisen, vaikka johtosarjassa itsessään ei olisikaan kuin 12 voltin jännite.

4.2 Hankinnat

Vauriokorjaamalla tehdään paljon ostoja liittyen tarvikkeisiin ja varaosiin. Maalaa-
mon käyttökulut ovat melko suuret ja valtaosaan korjattavista autoista tarvitaan varaosia. Hankinnat ja ostot pienentävät tietysti voitto-osuutta ja ne tulisi tehdä mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Välillisenä vaikutuksena esimerkiksi virheellisesti tilattu väärä osa voidaan tarvittaessa palauttaa ja siitä saadaan hyvitys, mutta asian selvittelyyn, uudelleen pakkaamiseen ja lähetykseen kuluu aikaa, mikä myös maksaa työnantajalle. Yleisesti ottaen harkitut ja huolellisesti tehdyt tilaukset ovat edullisimpia.

Korjattaessa sähkö- tai hybridautoa, tulee hankintoihin kiinnittää erityistä huomiota, koska komponentit ovat verrattain kalliita. Osat ovat yleisesti suurempia kokonaisuuksia ja ne ovat huomattavasti harvinaisempia, kuin polttomoottoriauton yksittäiset osat. Kaikkien töiden kanssa hankinnat on tehtävä harkiten, mutta sähköiseen voimalinjaan liittyvät hankinnat tulee tehdä vielä erityistä huolellisuutta ja tarkkuutta noudattaen.

4.2.1 Varaosat

Varaosien tilauksissa on otettava huomioon monta eri seikkaa. Ensimmäkin korjauskustannuslaskelma tulee olla huolellisesti laadittu, jotta luettelo korjaukseen tarvittavista varaosista on todenmukainen. Jos ajoneuvoon joudutaan tekemään lisätilauksia kesken korjauksen, on todennäköistä, että työ viivästyy suunnitelmasta. Varaosaluettelo on hyvä käydä läpi peltiseipän kanssa, jos kyseessä on

tavanomaista laajemmista vaurioista. Peltiseppä voi havaita jonkin osan puuttuvan listalta, ehdottaa jonkin osan korjaamista vaihdon sijasta tai kokemuksen myötä esittää tilattavaksi esimerkiksi kiinnikkeitä, jos ne ovat herkästi hajoavia.

Sähkö- ja hybridautojen tapauksessa korostuu käytännössä samat seikat, kuin minkä tahansa harvinaisemman auton tapauksessa. Joillakin osilla voi olla yllättävän pitkä toimitusaika ja tämä täytyy tietysti ottaa huomioon työn suunnittelussa. Pitkän toimitusajan merkitys korostuu huomattavasti, jos kyse on lisätilauksesta, koska siinä tapauksessa korjauksen kesto muuttuu todella paljon tai vähintään työlle täytyy sopia toinen korjausaika. Ennen korjausajan sopimista on lähes poikkeuksetta varmistettava osien toimitusaika.

Varaosatilauksissa sattuu väistämättä virheitä ja väärinkäsityksiä aika ajoin, mutta näitäkin voidaan välttää, mikäli tilauksen ottaa vastaan asiantunteva varaosamyymyjä. Varaosamyymyjä voi vielä varmistaa onko jokin osa varmasti tarpeellinen tai ehdottaa tilaukselle lisäyksiä kokemuksensa pohjalta. Asiantunteva varaosamyymynti parhaimmillaan siis korjaa virheen ennen kuin se pääsee tapahtumaan, joten toimittajien kilpailutuksessa on otettava huomioon kustannusten lisäksi myös asiantuntevuus ja asiakaspalvelu.

4.2.2 Erikoistyökalut

Sähkö- ja hybridautojen vauriokorjauksessa yleisesti tarvitaan hieman enemmän erikoistyökaluja verrattuna polttomootoriautojen vauriokorjaukseen. Riippumatta käyttövoimasta, merkkikohtaisia diagnostiikkalaitteistoja ja muita erikoistyökaluja tarvitaan tietyissä korjausvaiheissa, kuten järjestelmien kalibroinneissa ja komponenttien asennuksessa. Mallikohtaisia tai muuten rajallisesti käytettäviä käsityökaluja vauriokorjauksessa tarvitaan melko vähän, mutta diagnostiikka- tai ohjelmointilaitteita tarvitaan lähes jokaisessa työssä.

Diagnostiikkalaitteilla voidaan tarkastella auton ohjainlaitteiden tallentamia vika-koodeja, testata eri järjestelmien toimintaa, tarkkailla reaaliaikaisesti anturitietoja ja suorittaa vianhakua. Yksinkertaisena esimerkkinä kannettavalle tietokoneelle

asennetulla diagnostiikkaohjelmistolla voidaan selvittää vikaantunut pysäköintijärjestelmän anturi, vaikka ohjaamon näytöllä olisi ainoastaan tieto koko pysäköintijärjestelmän viasta. Ohjelmointilaitteilla puolestaan voidaan syöttää erilaisia tietoja auton ohjainlaitteille, kalibroida antureita ja muuttaa ohjainlaitteiden toimintaa. Tyypillisin esimerkki ohjelmointilaitteen käytöstä on auton tuulilasin aktiivisten tutkajärjestelmien kalibrointi tuulilasin vaihdon yhteydessä.

Diagnostiikka ja ohjelmointilaitteet ovat jatkuvasti entistä tärkeämpiä vauriokorjauksessa, olipa auton käyttövoima mikä tahansa. Näiden laitteiden hankintahinnat ovat kuitenkin usein merkittävän suuria ja lisäksi niistä tyypillisesti peritään vuosittaista lisenssimaksua. Testilaitteiden hankinnassa on hyvä käyttää asiantuntijapalveluita hyödyksi, koska yhdellä järjestelmällä olisi hyvä saada tehtyä mahdollisimman paljon erilaisia töistä. Toimipistekohtaisesti tehdyt hankinnat ovat tehokkaita ja diagnostiikkalaitteistot vastaavat parhaiten käyttötarpeita.

Suuremmissa töissä korjaus voi vaatia merkkikohtaisen laitteiston, jota monimerkkikorjaamolla ei käytännössä ole. Tässä tapauksessa työvaiheen voi ulkoistaa asiantunnevalle taholle ja teettää työn alihankintana. Tämä on usein myös edullisempaa, kuin laitteiston hankkiminen satunnaiseen käyttöön. Esimerkiksi vaurioituneen akkupaketin korjauksessa koko akkupakettiin liittyvä työ voi olla järkevää ulkoistaa, mutta päätös on tehtävä aina tapauskohtaisesti.

InCar Oy kehittää järjestelmää, jolla yhdestä paikasta voitaisiin tehdä diagnostiikka- ja ohjelmointityöt kaikkiin toimipisteisiin. Käytännössä tietokoneet yhdistetään internetin välityksellä ja ohjelmaa käytetään toisesta paikasta. Järjestelmän kehittyessä ja yleistyessä tämä tietysti vähentää ulkoistamisen tarvetta, koska nykyistä vaativampia töitä voidaan toteuttaa järjestelmän avulla. Esimerkiksi merkkikohtaisen testilaitteen hankkiminen usealle toimipisteelle ei usein ole järkevää, mutta yhden testilaitteen hankkiminen kaikkia InCar Oy:n toimipisteitä varten sen sijaan on. Järjestelmä ei vielä ole yleisesti käytössä, mutta sitä testataan ja kehitetään jatkuvasti.

4.3 Ajoneuvojen säilytys ja korjaus

Sähköajoneuvojen akustot voivat syttyä palamaan useita kertoja peräkkäin ja niiden sammuttaminen on vaikeaa. Palokuntaa koulutetaan toimimaan kolaripai- kalla asianmukaisesti, jolloin korjaamolle tullessa auton ei pitäisi enää syttyä itsestään palamaan. Jos kuitenkin korjaamon henkilökunta epäilee itsesyttymistä jostain syystä, paikalle täytyy hälyttää pelastuslaitos tarkastamaan tilanne. Mikäli automalli ei ole tuttu, on joka tapauksessa suositeltavaa pyytää maahantuojaan edustaja tarkastamaan auto.

Ennen varsinaisen korjauksen aloittamista sähkötyölle täytyy nimetä työsuoritukselta vastaava henkilö. Hänen vastuullaan on varsinainen toiminnallinen työ ja sen turvallisuus. Työsuorituksesta vastaava henkilö voi olla työn suorittaja itse ja riittää, että työsuorituksesta vastaava henkilö on aina tiedossa.

Korjausprosessi voi kestää viikkoja esimerkiksi osien toimitusajan takia, joten auto voi olla korjaamolla säilytyksessä pitkiäkin aikoja. Missään vaiheessa auto ei saa aiheuttaa vaaraa kenellekään. Ulkopuolisten henkilöiden pääsy autolle on estettävä ja tarvittaessa auto on merkittävä varoituskylteillä.

4.4 Työturvallisuus

Laissa määriteltyjen ensiapukoulutuksen, sähkön vaaroihin perehtymisen ja mal- likohtaisen tietämyksen lisäksi työturvallisuutta voidaan parantaa monilla eri ta- voilla. Tärkeintä on, että sähkötyötä tekevä peltiseppä on varma omista taidois- taan ja yllättävissä tilanteissa tarvittaessa keskeyttää työn, jonka jälkeen sen jat- kamista voidaan harkita uudelleen. Ylimääräiset häiriötekijät, kuten meteli, muut peltiseppät, kiire tai esimiehen painostus eivät saa vaikuttaa työhön. Sähkötyössä turvallisuus on aina etusijalla ja työn tulee vastata työn suorittajan ammattitaitoa ja kokemusta.

Korkeajännitteisissä sähkötyöissä on aina riskejä, joten korjaamotiloissa tulisi olla aina muita työntekijöitä, jotka osaavat toimia mahdollisessa onnettomuustilan-

teessa. SFS 6002 -standardin mukaiset varoitusmerkinnät takaavat sen, että ulkopuoliset eivät vahingossa päädy ajoneuvon lähelle, mutta ulkopuolisia henkilöitä ei tule missään tapauksessa päästää korjaamotiloihin. Koulutettu ja ammattitaitoinen henkilökunta osaa toimia vaaratilanteissa ja omalla toiminnallaan ehkäistä niiden syntymistä.

On tärkeää pitää mielessä, että työpaikalla työntekijöiden turvallisuudesta vastaa aina työnantaja ja työntekijän velvollisuus on noudattaa annettuja ohjeita. Erityisesti alkuvaiheessa, kun sähkö- ja hybridautojen vauriokorjaus on kummallekin osapuolelle uudehko ala ja siitä on vähän kokemusta, on tärkeää kannustaa keskustelemaan havainnoista aktiivisesti ja välittömästi. Tällä tavalla työturvallisuutta voidaan parantaa mahdollisimman tehokkaasti myös eri osapuolien kokemusten avulla.

5 VAURIOKORJAAMON VALMISTELU

5.1 Koulutustarpeiden selvitys

InCar Ylöjärven toimipisteellä on tällä hetkellä kaksi työnjohtajaa, joista toisella on autoalan sähköturvallisuuskoulutus SFS 6002 suoritettuna. Kummallakaan työnjohtajalla ei ole ensiapukoulutusta. Vähintään toiselle työnjohtajalle hankitaan ensiapukoulutus ja tämän jälkeen yhdellä työnjohtajalla on asianmukaiset valmiudet toimia työnjohtajana sähkötöissä, kun vaadittava ensiapukoulutus on suoritettu ja tämän lisäksi suositeltu SFS 6002 -sähkötyöturvallisuus on voimassa. Suositeltavaa on, että myös toinen työnjohtaja suorittaa ensiapukoulutuksen, jotta mahdollisissa sairastapauksissa sähkötöitä ei tarvitse keskeyttää.

InCar Ylöjärvellä on pääsääntöisesti kaksi peltiseppää, jotka suorittavat parhailaan sähkötyöturvallisuus SFS 6002 -koulutusta. Kummallakaan ei ole ensiapukoulutusta, mutta ensiapukoulutus järjestetään kummallekin peltiseppälle. Kun kumpikin peltiseppä on suorittanut sähkötyöturvallisuus SFS 6002 -kurssin ja ensiapukoulutuksen hyväksytysti, on kummallakin peltiseppällä valmiudet tehdä sähkötöitä.

Mallikohtaisia koulutuksia ja työhjeita hankitaan tapauskohtaisesti. Tämä on otettava huomioon työn suunnittelussa, koska vaadittavan tuntemuksen hankkiminen voi viedä jonkin aikaa. Myöhemmin, kun töistä on enemmän kokemusta, voidaan hankkia joitain koulutuksia valmiiksi ja tutkia mahdollisuuksia aluekohtaisesti. Työhjeita suositellaan hankittavan järjestelmällisesti ja siten, että ne ovat kaikilla toimipisteillä käytössä.

Koulutuksista pidetään kirjaa ja ne uusitaan määräaikoihin mennessä. Ensiapukoulutus on voimassa kolme vuotta kerrallaan ja sähkötyöturvallisuus SFS 6002 -koulutus on voimassa viisi vuotta kerrallaan. Mahdollisten henkilöstövaihdosten yhteydessä koulutukset on käytävä läpi ja tarkastettava, että koulutusten puolesta valmiudet sähkötöiden tekemiseen ovat riittävät.

5.2 Tehtävät hankinnat

Tällä hetkellä InCar Ylöjärvellä ei ole sähkötöihin vaadittavia varusteita ja tarvikkeita. InCar kuitenkin tulee hankkimaan ketjutasolla varoituskyltit, tarvikkeet tilan rajausta varten ja tarvittavat suojavaarusteet. Kun nämä on hankittu, voidaan sähkötöitä tehdä tarvikkeiden puolesta. InCar Ylöjärvellä korjaamohallista voidaan helposti rajata paikka sähkötöitä varten ilman, että vierestä on läpikulkua muualle tai tilan rajaus on muutoin hankala toteuttaa.

Tarvittavat työkalut hankintaan tarpeen mukaan ja tapauskohtaisesti. Toimituskanavat ovat laajat ja nopeat, joten työkaluja voidaan hankkia tarpeen mukaan. Suositeltavaa on, että sähkötöitä varten hankitut työkalut säilytetään erillisessä työkaluvaunussa ja niitä ohjeistetaan käytettäväksi vain sähkötöissä, jotta ne pysyvät mahdollisimman hyväkuntoisina ja hyvässä järjestyksessä.

5.3 Kustannukset

Kustannukset koostuvat koulutuksista ja hankinnoista. Suurin osa hankinnoista toteutetaan yhteisesti kaikkiin InCar Oy:n toimipisteisiin, jolloin kustannukset voivat olla hieman pienemmät, mutta kustannusten suuruusluokka on kuitenkin sama. Ylöjärven toimipisteellä sähkö- ja hybridautojen korjausta varten koulutetaan kaksi peltiseppää ja yksi työnjohtaja, mutta tulevaisuudessa voidaan tarvittaessa kouluttaa lisää henkilökuntaa.

Ensiapukurssi on pakollinen sähkötöitä tekeväille peltisepälle ja työn työnjohtajalle. Ylöjärven toimipisteellä koulutetaan kaksi peltiseppää ja yksi työnjohtaja, jolloin ensiapukoulutusten puolesta sähkö- ja hybridautojen vauriokorjaus on mahdollista. Esimerkiksi Punaisen ristin järjestämän ensiapukurssin hinta on noin 165 € ilman arvolisäveroa (Punainen risti 2020). InCar Oy voi kuitenkin hankkia tarjouksia koulutuksista, mikäli koulutettavia työntekijöitä on useita, jolloin kustannukset hieman pienenevät. Ylöjärven toimipisteellä ensiapukoulutukset työnjohtajalle ja kahdelle peltisepälle kustantavat noin 495 € ilman arvolisäveroa.

Autoalan sähkötyöturvallisuuskoulutus SFS 6002 -standardin mukaisesti tulee olla sähkö- ja hybridautoja korjaavalla peltiseppällä. Ylöjärven toimipisteellä koulutetaan kaksi peltiseppää ja yksi työnjohtaja. Sähkötyöturvallisuuskoulutuksen kustannukset ovat noin 155 € koulutettavaa kohti (SFS6002-koulutus.fi n.d.), joten peltiseppien ja työnjohtajan koulutukset kustantavat noin 465 € ilman arvolisäveroa.

Valmistajan ohjeet virrattomaksi tekemiseen löytyvät usein lisenssimaksulla toimivalta verkkosivustolta. InCar Oy Ylöjärvellä on käytössä useita palveluita, kuten esimerkiksi Alldata, jonka lisenssimaksu on noin 95 € vuodessa ilman arvolisäveroa (Automotive Solutions Nordic Oy n.d.). Jos valmistaja vaatii erillisen koulutuksen työntekijälle, tämä täytyy hankkia tapauskohtaisesti. Tällä hetkellä mallikohtaisia koulutuksia ei hankita, koska tietoa korjaamalla käyvästä autokannasta ei ole.

Eristetyt ja hyväksytyt työkalut kannattaa hankkia lajitelmana, koska tämä kattaa tärkeimmät työkalut ja yleensä mukana tuleva salkku on paras tapa säilyttää työkaluja. Työkalulajitelmien hinnat vaihtelevat paljon, mutta esimerkiksi KS-Toolsin korkeajännitetyökalusarja maksaa 636 € ilman arvolisäveroa (Suomentyökalu n.d.). Kokemuksen ja yhteistyökumppaneiden avulla voidaan jatkossa koota työkalulajitelma, joka on tarkoin valittu ja kustannustehokkaampi. Perustyökalujen hankintahinta on kuitenkin useita satoja euroja.

6 POHDINTA

Sähkö- ja hybridautojen aikakausi on alussa, eikä tulevaisuutta voida aukottomasti ennustaa. Lähitulevaisuudessa voidaan kuitenkin olettaa, että yhä suurempi osa uusista autoista ja koko valmistajien mallivalikoimasta on jollakin tapaa sähköistettyjä. Korkeajännite- ja akkutekniikka kehittyy jatkuvasti, joka vaikuttaa alentavasti valmistuskustannuksiin myyntivolyymien kanssa. Yksi seuraavista askeleista sähkö- ja hybridautojen osalta onkin hankintahintojen aleneminen ja ominaisuuksien paraneminen, jolloin sähköisten voimalinjojen voidaan olettaa yleistyvän yhä enemmän. Sähköisellä voimalinjalla varustettu auto tulee yksinkertaisesti olemaan kokonaisuutena järkevin vaihtoehto yhä useammalle autoilijalle.

Aktiivisten turvalaitteiden kehittyminen on myös osa kokonaisuutta, mikä vaikuttaa vauriokorjaamoiden toimintaan. Tämän vaikutukset näkyvät kuitenkin sähköisiä voimalinjoja hitaammin, koska lähitulevaisuudessa näistä tuskin tulee vielä pakollisia. Kaikkiaan voidaan kuitenkin olettaa, että autokannan keski-ikä pysyy kutakuinkin samana ja yhä useampi tieliikenteestä on jollakin tapaa sähköistetty. Uudemmat autot ovat myös lähes poikkeuksetta turvallisempia, mutta vaurioiden syntymistä ei voida täysin välttää vielä pitkään aikaan. Vauriokorjaamoille on lähitulevaisuudessa asiakkaita, vaikka autot kehittyvät.

Sähkö- ja hybridautojen vauriokorjaus ei prosessina ole merkittävästi erilainen verrattuna perinteiseen polttomoottoriautoon, eikä käyttövoimalla suurimassa osassa tapauksia ole juurikaan merkitystä. Suuremmissa onnettomuuksissa tai esimerkiksi auton alustaan kohdistuneissa vaurioissa kuitenkin korjaamon työnjohdon ja muun henkilökunnan tulee olla tietoisia tekniikasta muuttaa prosessia tarvittaessa. Merkittävin osa koko sähkö- ja hybridautojen vauriokorjausta on turvallisuus ja tämä tulee huomioida alusta alkaen. Auton käyttö tulee olla asiakkaalle turvallista ennen varsinaista korjausta, tai vaihtoehtoisesti ajoneuvon säilytys tulee olla turvallista odotusaikana. Varsinainen korjaus tulee olla henkilökunnalle turvallista, myös niille, jotka eivät osallistu korjaukseen. Lopulta korjauksen valmistuttua täytyy pystyä takamaan, että auto on korjattu asianmukaisesti, eikä normaali käyttö tai mahdollinen uusi kolaritilanne aiheuta vaaraa.

Jos korjaamalla aiotaan tehdä sähkötöitä, tulee tilat ja varusteet olla asianmukaiset ja henkilökunta koulutettu työhön. Sähkötöihin valmistautuminen tuo väistämättä kustannuksia ja erityisesti monimerkkikorjaamoille tämä luo haasteita, koska pelkkä yhden merkin hallitseminen ei riitä. Voidaan jopa ajatella, että sähköautojen voimakas yleistyminen uhkaa monimerkkikorjaamoiden tulevaisuutta. Järjestelmien ollessa erilaisia, toiminta voi keskittyä nykyistä voimakkaammin merkkikorjaamoille. Monimerkkikorjaamo voi tietysti valmistautua laajalti eri automerkkien ja -mallien korjaamiseen, mutta kustannukset ovat todennäköisesti liian suuria verrattuna töistä saataviin voittoihin.

Korkeajännitepiiriin liittyvien sähkötöiden osuus kaikista töistä on tällä hetkellä pieni, mutta tulevaisuudessa korkeajännitepiirit yleistyvät autoissa ja seurauksena myös vauriokorjaamoilla. Kustannustehokkain tapa valmistautua näiden korjaamiseen on todennäköisesti kouluttaa henkilökunta yleisimpiä automerkkejä ja -malleja varten ja hankkia yhteistyökumppaneita, joilla harvinaisemmat tapaukset voidaan teettää alihankintana. Valmiudet ja erityisesti koulutukset täytyy ajatella toimipistekohtaisesti ja esimerkiksi pääkaupunkiseudulla voidaan kouluttaa henkilökuntaa laajaltikin eri automalleja varten, koska tarvittaessa työ voidaan siirtää toimipisteeltä toiselle kohtuullisilla kustannuksilla.

Kilpailukykyisin ja kustannustehokkain malli onkin siis kouluttaa henkilökuntaa tehokkaasti eri automalleja varten toimipisteittäin, jakaa osaamista alueittain toimipisteiden kesken ja hankkia yhteistyösopimuksia merkkiliikkeiden kanssa. Tällä tavalla voidaan vastata asiakkaiden tarpeisiin hyvin laajasti, mutta kohtuullisin kustannuksin suhteessa voittoihin.

LÄHTEET

Autoalan keskusliitto. 2020. Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen korjaukset. Luettu 14.3.2021. <https://akl.fi/palvelut/sahko-ja-hybridiajoneuvojen-korjaukset/>

Autoalan keskusliitto. 2020. Sähkötyöturvallisuudesta vastuu on työnantajalla. Luettu 14.3.2021. <https://akl.fi/palvelut/sahko-ja-hybridiajoneuvojen-korjaukset/sahko-ja-hybridiajoneuvojen-korjaamiseen-liittyvat-muutokset/>

Autoalan tiedotuskeskus. 2021. Henkilöautokannan keski-ikä eräissä Euroopan maissa. Luettu 5.2.2021. https://www.aut.fi/tilastot/kansainvaliset_tilastot/henkiloautojen_keski-ika_eraissa_euroopan_maissa

Autoalan tiedotuskeskus. 2020. Liikennekäytössä olevat sähköautot. Luettu 28.9.2020. https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahkoautojen_maa-ran_kehitys

Automotive Solution Nordic Oy. n.d. ALLDATA Repair -sopimus. Luettu 20.4.2021. <http://asnoy.fi/tilaus/>

Autotalo ampeeri. 2018. Mitä eroa on mikrohybridillä, itselataavalla hybridillä ja pistokehybridillä? Yleistietoa sähköautoista. Luettu 10.4.2021. <https://www.autotaloampeeri.fi/blogi/hybridityypit/>

Circuit Digest. 2018. All you want to know about Electric Vehicle Batteries. Luettu 10.4.2021. <https://circuitdigest.com/article/all-you-want-to-know-about-electric-vehicle-batteries>

Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG. n.d. The technology behind the new Porsche Taycan. Luettu 10.4.2021. https://newsroom.porsche.com/dam/jcr:93483663-c12b-43ca-98f5-b1b8b845e321/PAG_Taycan_Technology_PM_EN.pdf.PDF

Finnelectric. n.d. Dehncare sähkötoiden suojarusteet ja valokaarisuojaus. Luettu 7.4.2021. https://media.klinkmann.fi/catalogue/content/data_fe/Dehn/DEHncare_protects_fi_0514.pdf

Kangas, S. 2020. Sähköauton korjaaminen vaatii erikoisosaamista ja -työkalut —Virhe korkeajännitekomponenttien asennuksessa voi olla jopa hengenvaarallinen. Luettu 20.4.2021. <https://www.kalajokilaakso.fi/uutinen/593395>

Onnettomuustietoinstituutti. 2019. Vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilasto. Luettu 14.3.2021. <https://www.lvk.fi/tilastot-ja-raportit/otin-liikennevahinkotilasto/>

Punainen risti. 2020. SPR Ensiapukurssi EA 1 Webinaari. Luettu 17.4.2021. <https://rednet.punainenristi.fi/node/58759>

Researchgate. 2018. Advanced driver assistance systems (ADAS) for active/passive safety/comfort functionality in today's vehicles. Luettu 20.4.2021. https://www.researchgate.net/figure/Advanced-driver-assistance-systems-ADAS-for-active-passive-safety-comfort-functionality_fig1_328920450

SFS6002-koulutus.fi. n.d. Sähkötyöturvallisuus SFS 6002 –verkkokurssi. Luettu 17.4.2021. <https://sfs6002-koulutus.fi/tuote/yleinen-sahkotyoturvallisuus-sfs-6002-verkkokurssi/>

Suomen työkalu. n.d. KS Tools 26-osainen VDE korkeajännitetyökalusarja 1000V. Luettu 17.4.2021. <https://www.suomentyokalu.fi/korjaamolaitteet/sahko-ja-hybridiautot/ks-tools-26-osainen-vde-korkeajannitetyokalusarja-1000-v-p-9597.html>

Säköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135

Tilastokeskus. 2020. Vuonna 2019 henkilöautoilla ajettiin saman verran kuin vuotta aiemmin – raskaan liikenteen kilometrit vähenivät. Luettu 5.3.2021. http://www.stat.fi/til/tiet/2019/tiet_2019_2020-04-15_tie_001_fi.html

LIITTEET

Liite 1. Vaatimukset sähkö- ja hybridautojen korjaukseen



Vaatimukset sähkö- ja hybridautojen korjaukseen

Sähkö- ja hybridautojen korkeajännite on hengenvaarallinen ihmiselle. Sähkö- ja hybridautojen vauriokorjauksessa turvallisuus on aina ensimmäinen prioriteetti. Työhön ei saa vaikuttaa kiire tai muu ulkopuolinen tekijä, josta aiheutuu vaaraa työntekijälle itselleen tai ulkopuolisille.

Sähkötöihin on aina valittava työntekijä siten, että työntekijän taidot ja kokemus vastaavat työn vaativuustasoa. Tärkeintä on harkita jatkuvasti, onko työn aloittaminen tai työn jatkaminen turvallista.

Alle on koottu keskeisimmät vaatimukset sähkö- ja hybridautojen vauriokorjaukseen. Lisätietoa sähkö- ja hybridautojen turvallisuusvaatimuksista löytyy esimerkiksi Autoalan työsuojeluoppaasta.

Henkilöstö: 1. Ensiapukoulutus

- Sähkötyötä tekeville peltisepille.
- Sähkötyön työnjohtajalle.
- Muille hallityöntekijöille riittää perehdytys sähkön vaaroihin ja toimintaan onnettomuustilanteissa. Suositeltavaa on järjestää ensiapukoulutus kaikille peltisepille ja työnjohtajille.

2. SFS 6002 standardin mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus

- Kaikille sähkö- ja hybridautoja korjaaville peltisepille työstä riippumatta.
- Muille hallityöntekijöille riittää perehdytys sähkön vaaroihin ja toimintaan onnettomuustilanteissa. Suositeltavaa kaikille peltisepille.
- Suositeltavaa myös työnjohdolle.

3. Perehdytys kyseisen automallin sähköjärjestelmään

- Työtä tekeväille peltisepälle. Käytännössä tämä on usein valmistajan järjestämä koulutus.

(jatkuu seuraavalla sivulla)



Korjaamo: 1. Varoitusmerkinnät

- Lippusiima tai vastaava tilan rajausta varten.
- Korkeasta jännitteestä varoitettava kyltti esimerkiksi auton katolle.

2. Suojavarusteet

- Hanskat, kasvosuojallinen kypärä, kengät ja asu.
- Ehjat, oikean kokoiset ja korkeajännitteellisiin sähkötöihin hyväksytyt.

3. Työkalut

- Hyväkuntoiset ja hyväksytyt eristetyt perustyökalut.
- Erikoistyökalut tapauskohtaisesti.

Korjaus: 1. Sähkötyön johtaja

- Vastaa siitä, että varsinainen työ tehdään turvallisesti ja ohjeistuksien mukaisesti.
- Nimettävä erikseen ja oltava aina tiedossa, suositeltavaa kirjata työmääräykselle.
- Tyypillisesti sähkötyölle nimetty johtaja on työn suorittava peltiseppä.

2. Ohjeet työhön

- Sähkötyöhön on oltava aina ohjeet.
- Ohjeet esimerkiksi virrattomaksi tekemiseen on tyypillisesti valmistajan laatimia.

3. Turvallisuus

- On ensisijaisen tärkeää
- Vahinkotarkastuksessakin on harkittava tarkasti, onko auto tieliikennekelpoinen.
- Auto ei saa aiheuttaa vaaraa kenellekään ja turvallisuus täytyy pystyä takaamaan.

4. Erikoistapaukset

- Jos työhön sopivaa työntekijää ei ole, tulee harkita työn siirtämistä muulle toimipisteelle.
- Jos alueen toimipisteiltä ei löydy työhön sopivaa työntekijää, täytyy harkita sähkötöiden teettämistä alihankintana esimerkiksi merkkikorjaamolla.