



Heikki Kerava

Sähkö- ja hybridiautojen korjaaminen monimerkkikorjaamolla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

17.11.2021

Tiivistelmä

Tekijä:	Heikki Kerava
Otsikko:	Sähkö- ja hybridautojen korjaaminen monimerkkikorjaamolla
Sivumäärä:	30 sivua + 4 liitettä
Aika:	17.11.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Autosähkötekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Pasi Kovanen Yrittäjä Mikko Helander, Tehtaankadun Autohuolto Oy

Tämän insinöörityön tarkoituksena on kartoittaa vaatimukset, joita korkeajännitteisellä tekniikalla varustettujen sähkö- ja hybridautojen korjaaminen vaatii merkkiriippumattomalta yleiskorjaamolta. Asiakasyrityksenä on Riihimäellä toimiva täyden palvelun huoltokorjaamo Tehtaankadun Autohuolto Oy.

Työn alussa luodaan katsaus kansalliseen ensirekisteröintitilastoon ja tarkastellaan sähkö- ja hybridautojen markkinoille tuloa lukuina. Korjaamon näkökulma tulevaisuudesta tuodaan esille haastatteleamalla korjaamon yrittäjää. Kysymykset pureutuvat sähköistyvän autokannan saapumiseen monimerkkikorjaamolle ja sen vaikutukseen korjaamon talouteen.

Tavoitteen toteuttamiseksi on perehdytty sääntöihin ja standardeihin, joiden mukaisesti korkeajänniteautojen huoltokorjaamotoimintaa on toteutettava. Työssä tarkastellaan työkaluja ja varusteita, jotka soveltuvat ja ovat välttämättömiä kyseisten ajoneuvojen korjaamiseen. Lisäksi työssä esitellään vaadittavia ja hyödyllisiä koulutuksia, joita sähkö- ja hybridautojen korjaaminen vaatii.

Korjaamolle laadittiin suunnitelma sähkö- ja hybridautojen korjauspaikasta, jossa ajoneuvot tullaan huoltamaan ja korjaamaan. Tämän korjaamopaikan yhteen sijoitetaan kaikki sähkö- ja hybridautojen korjaamisessa tarvittavat työkalut ja välineet, jolloin ne ovat töitä tehdessä helpoiten saatavilla.

Avainsanat: sähköinen voimalinja, autokorjaamo, hybridautojen korjaaminen, sähköautojen koulutustarjonta, korjaamon kouluttaminen, sähkötyöturvallisuus

Abstract

Author:	Heikki Kerava
Title:	Repair of Electric and Hybrid Vehicles in an Independent Workshop
Number of Pages:	30 pages + 4 appendices
Date:	17 November 2021
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Automotive Engineering
Professional Major:	Automotive Electronics Engineering
Supervisors:	Pasi Kovanen, Senior Lecturer Mikko Helander, Entrepreneur, Tehtaankadun Autohuolto Oy

The purpose of this thesis was to find out the requirements for repairing high voltage electric and hybrid vehicles by a multi-brand vehicle workshop. This thesis was carried out in cooperation with Tehtaankadun Autohuolto Oy, which is located in Riihimäki.

At the beginning of the thesis, the statistics regarding the first registration and demand of electric and hybrid vehicles were examined. The workshop entrepreneur was interviewed to find out the workshop's perspective on the future prospects. The interview addressed the arrival of an electrified vehicle fleet at the multi-brand repair shop and its impact on the workshop's finances.

In order to find out the requirements, the laws and standards regulating the repair requirements of electric vehicles were studied. This thesis introduces the tools and equipment that are suitable and necessary for repairing electric and hybrid vehicles. In addition, the thesis presents the required and useful training that is needed for repairing battery electric vehicles.

As a result of this thesis, the workshop was provided with a plan for a workstation for repairing and servicing electric vehicles. The plan also includes all the tools and accessories required for repairing battery electric vehicles and making them easily accessible for the employees when working on repairing and servicing.

Keywords:	Electric powertrain, vehicle workshop, hybrid vehicle repair, electric vehicle trainings, electrical safety, training a repair shop
-----------	---

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Sähköautokannan laajentuminen	2
3	Yrittäjän haastattelu sähköautojen vaikutuksista korjaamoon	4
4	Vaatimukset ja lait	7
4.1	Työturvallisuuslaki 738/2002	7
4.2	Sähkötyöturvallisuuslaki 1135/2016	7
5	Vaadittavat koulutukset	11
5.1	SFS 6002 -standardi ja sähkötyöturvallisuuskoulutus	11
5.2	Koulutustarjonta Diagno Finland Oy	15
5.3	Koulutustarjonta Bosch	17
6	Suojavarusteet	20
6.1	Työntekijän suojavarusteet	20
6.2	Työkohteen suojaus	22
7	Työkalut ja korjaamolaitteet	23
7.1	Eristetyt käsityökalut	23
7.2	Eristysvastusmittari	24
7.3	Kaksinapainen jännitteenkoetin	24
8	Suunnitelma korkeajänniteautojen huoltokorjaamiseen asiakaskorjaamolla	24
9	Yhteenveto	27
	Lähteet	29

Liitteet

Liite 1: Yrittäjän haastattelun kysymykset

Liite 2: Sähkölaitteiden turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit

Liite 3: Sähköpostikeskustelu Tukes

Liite 4: Korjaamon pohjapiirros nosturipaikoin

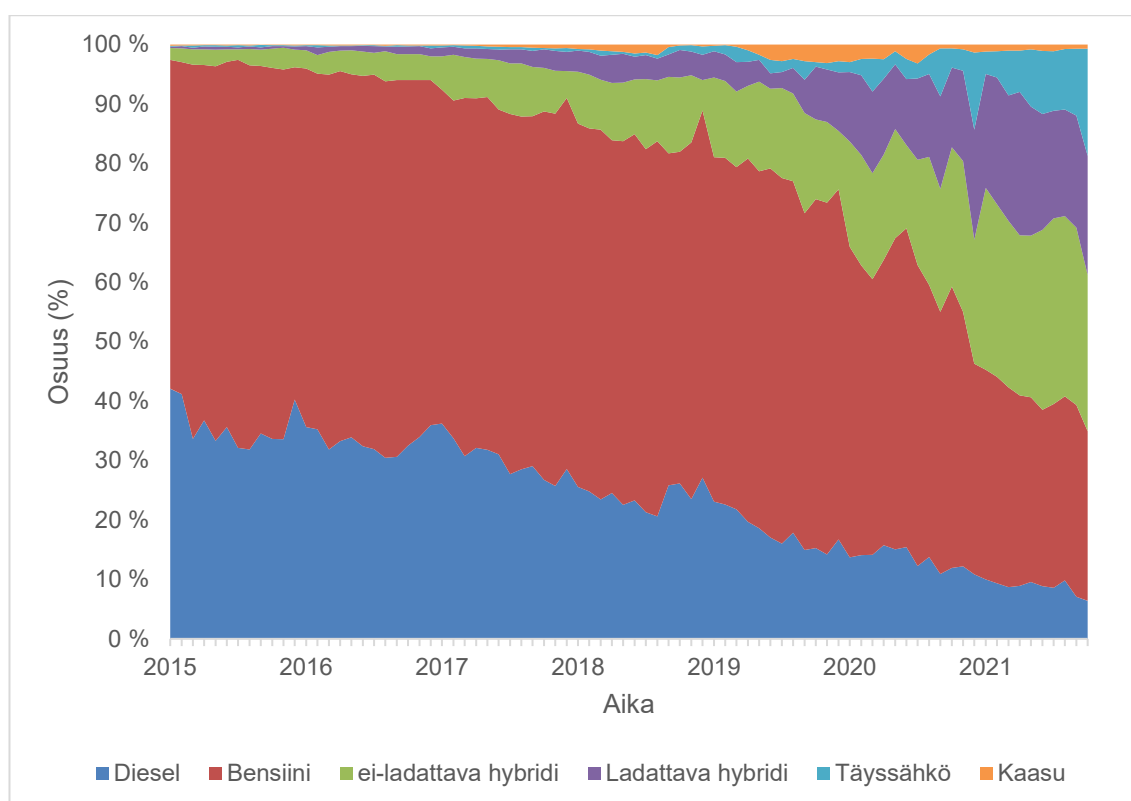
1 Johdanto

Tämän työn tarkoituksena on kartoittaa vaatimukset, joita korkeajännitteisellä tekniikalla varustettujen sähkö- ja hybridautojen korjaaminen vaatii merkkiriippumattomalta yleiskorjaamolta. Tavoitteen toteuttamiseksi tarkastellaan lakeja ja standardeja, jotka sääntelevät sähkö- ja hybridautojen korjaamista Suomessa. Nämä säädökset ohjaavat erilaisten koulutusten käymiseen, jotka esitellään työssä. Lisäksi työssä käydään läpi koulutustarjontaa, joka ohjeistaa sähköautojen korjauksessa. Työn lopuksi tehdään korjaamolle suunnitelma, jonka mukaan varustetaan yksi korjauspaikka vaadittavin työkaluin ja tarvikkein sähkö- ja hybridautojen korjaamista varten.

Työn tilaajana on Riihimäessä toimiva Tehtaankadun Autohuolto Oy. Yritys on keskittynyt henkilö- ja pakettiautojen huoltokorjaamotoimintaan ja heillä on alalta jo useamman vuoden kokemus. Alan murroksesta johtuen yritys on päättänyt laajentaa toimintaansa sähkö- ja hybridautojen korjaamiseen ja huoltamiseen. Tämä työ valmistelee asiakasyritykselle ratkaisuja, joiden mukaan edetä kohti toiminnan laajentamista. Tilaajayrityksestä ohjaajana toimii yrittäjä Mikko Helander.

2 Sähköautokannan laajentuminen

Sähkö- ja hybridautokannan lisääntyminen on koko ajan jatkanut kasvamistaan Suomessa ja samalla perinteisten diesel- ja bensiiniautojen ensirekisteröintimäärät ovat vähentyneet [1]. Sähkö- ja hybridautojen suosion kasvu havaitaan hyvin kuvasta 1. Kuvassa on esitettyä eri voimanlähteillä varustettujen autojen rekisteröintiosuuksien kehitys vuodesta 2015 eteenpäin.



Kuva 1. Eri käyttövoimien osuus henkilöautojen ensirekisteröinneistä [1].

Taulukosta 1 havaitaan ensirekisteröidyt autot kappalemäärittäin käyttövoiman perusteella. Taulukosta voidaan tarkastella vuosittaisia vaihteluita rekisteröintimäärissä. Esimerkiksi täyssähköautojen lukumäärässä esiintyy voimakasta kasvua etenkin vuosien 2019 ja 2020 lähivuosien kohdalla, vaikkakin kaikkien autojen yhteinen rekisteröintimäärä onkin ollut laskussa.

Taulukko 1. Ensirekisteröidyt henkilöautot käyttövoimittain [1].

	Yhteensä	Ben- siini	Diesel	Ei-ladattava hybridi / HEV	Lataus- hybridi / PHEV	Täys- sähkö / BEV	Kaasu	Etanoli
2015	108812	66248	38797	2846	415	243	158	105
2016	118991	73251	39451	4679	1208	223	165	14
2017	118583	70520	36060	8514	2553	502	433	1
2018	120499	73065	28710	11855	4932	776	1161	0
2019	114199	67751	20871	15572	5966	1897	2142	0
2020	96408	45589	12777	18726	13231	4244	1841	0

Kasvava sähkö- ja hybridautojen määrä on lisännyt korjaamoiden kiinnostusta korkeajännitteisiä autoja kohtaan. Korkeajännitteisten autojen korjaamisesta on syytä hankkia kokemusta ja osaamista jo ennen kuin niiden osuus autokannasta kasvaa suuremmaksi kuin perinteisten polttomoottoriautojen. Tämä on korjaamon eduksi tulevaisuudessa, koska kasvava sähköautojen määrä ei tule lisäämään huolto- ja korjauskäyntien määrää. Sähköautojen huollon tarve on pienempi kuin polttomoottorikäyttöisten autojen, jolloin sähköautojen huoltokäyntien vähyys on katsottu vaikuttavan korjaamoiden toimintaan. [2]

3 Yrittäjän haastattelu sähköautojen vaikutuksista korjaamoon

Asiakasyrityksen korjaamon tulevaisuuden näkymien kartoittamiseksi pidettiin lyhyt haastattelu, jonka kysymyksissä haluttiin perehtyä sähköistyvän autokannan vaikutukseen kyseisellä korjaamolla. Haastattelun kysymykset ovat liitteessä 1. Haastattelu pidettiin, jotta voidaan rakentaa yksityiskohtainen ja räätälöity toimintasuunnitelma korkeajänniteautojen korjaamisen aloittamiseksi ja jotta saadaan yleiskuvaa tulevaisuuden näkymistä. Haastattelussa esitettiin yhdeksän kysymystä yrittäjä Mikko Helanderille ja samalla keskusteltiin autokannan muutoksista. Haastattelu tehtiin paikan päällä korjaamossa, jolloin jatkokysymysten esittäminen oli helppoa.

Haastattelulla perehdyttiin autokannan sähköistymisen haasteisiin autokorjaamolla. Kysymyksillä haluttiin saada tukea korjaamolle perustettavan sähkö- ja hybridautojen työskentelypisteen mitoittamiseen ja tuoda esiin korjaamon oma näkökanta tulevaisuudesta. Haastattelussa pureuduttiin lähitulevaisuudessa toteutuvan sähköautokannan laajentumiseen, sähköautojen käyntimäärään korjaamolla ja niiden vaikutuksista korjaamon talouteen. Kiinnostavaa oli myös selvittää, miten vähentyneiden huoltojen määrä heijastuu korjaamon toimintaan. Lisäksi Helanderilta haluttiin näkemys sähköautoilla ajavien asiakkaiden odotuksista ja vaatimuksista korjaamokäynneillä ja kuinka odotuksia voidaan ennakoita. Haastattelussa perehdyttiin myös henkilökunnan koulutustarpeen mitoittamiseen sekä korjaamon varustamiseen uusilla työkaluilla ja välineillä, joilla sähkö- ja hybridautoja korjaaminen mahdollistuu. Viimeiseksi haluttiin selvittää Helanderin oma näkemys korjaamolla vierailevien sähköautojen tilanteesta viiden, kymmenen ja 20 vuoden päästä.

Helanderin mukaan poliittiset päätökset ajavat autoilijoiden päätöksentekoa niin, että autokanta tulee sähköistymään etenevissä määrin. Erityisesti hybridien määrän odotetaan lisääntyvän tuontiautojen takia, jolloin merkkiliikkeen korjaamoon ei todennäköisesti synny asiakassuhdetta. Tällaiset tuontiautot ovat todennäköisimmin heti monimerkkiliikkeiden asiakaskuntaa. Lisäksi vanhempien hybridi- ja sähköautojen kohdalla tapahtuu luonnollinen siirtymä

monimerkkikorjaamoiden asiakaskunnaksi. Sähköistyvän autokannan vastaanoton on oltava korjaamolla kunnossa ajantasaisin laitteistoin ja ohjelmistoin, sekä tilojen ja varustuksen täytyy olla ajan tasalla, vakuuttelee Helander. Koulutuksistaan ei voi jättäytyä jälkeen sähkö- ja hybridautojen kanssa. Koronan vaikutukset heijastuivat koulutusten järjestämiseen, minkä johdosta korjaamolle syntyi koulutusvelkaa.

Huoltovälien ollessa nykyään todella pitkiä on öljyn ja huoltotarvikkeiden myynnin vaikutus pienentynyt vuosien saatossa. Nykyisin öljyn määrä pienessä henkilöautossa on jotakuinkin vähäinen verrattuna vanhempiin autoihin. Ennen saatettiin sama auto huoltaa parhaillaan kolme kertaa vuodessa ja moottoriöljyn tilavuus autossa saattoi hyvinkin olla yli puolet suurempi kuin nykyisin pienessä moottorissa. Helander arvioi korin ja alustan töiden pysyvän kuitenkin ennallaan ja toteaa niiden määrä olevan lisääntynyt. Sähköistyvän autokannan korjaaminen tulee todennäköisesti poistamaan kaikkein halvimmalla hinnalla huoltoja ja korjauksia tarjoavia korjaamoita, jolloin sähkö- ja hybridautojen huolto- ja korjaustöistä voi saada paremman korvauksen. Tällöin korjaamon kannattavuus tulee pysymään suurin piirtein ennallaan.

Asiakas tulee ehkä huoltojen osalta käymään harvemmin korjaamolla, mutta kuitenkin esimerkiksi renkaanvaihdon takia, suuri osa asiakkaista käy kaksi kertaa vuodessa korjaamolla. Asiakas ei tällöin vieraannu korjaamosta, vaan korjaamo pysyy tuttuna ja asiakas tuo autonsakin todennäköisimmin samaan paikkaan huoltoon. Vaikka huoltojen määrä putoaa sähköautoissa, sähköisiä vikoja, jotka eivät suoraan liity korkeajännitteeseen, tulee todennäköisesti olemaan yhtä paljon tai enemmän. Helander täsmentää tämän johtuvan siitä, että elektroniikan ja sähköjärjestelmien määrä autoissa on suuri ja jatkaa kasvuaan. Kaikilla korjaamoilla ei ole välttämättä intoa ryhtyä sähköautojen korjaustöihin, jolloin tavallisten vikojen korjaustyöt sähkö- ja hybridautoissa korjataan todennäköisemmin paikassa, jossa korkeajännitejärjestelmien korjaaminenkin onnistuu. Myös kouluttamattomien öljynvaihtoasentajien tarve ja määrä tulee putoamaan kilpailun kiristyessä.

Sähkö- ja hybridautojen korkeajännitetekniikan varaosien myymisen toivotaan olevan katteeltaan parempaa kuin tavanomaisten polttomoottoriin liittyvien vara- ja huolto-osien, kertoo Helander. Kilpailijoiden vähenemisen toivotaan tässäkin aiheuttavan enemmän myyntiä, jolloin kassaan ei tule suuria poikkeamia alas-päin. Latauspaikkoja autokorjaamoiden yhteydessä tullaan tulevaisuudessa pitämään itsestäänselvyytenä, joten niitä tulee olla asiakkaille saatavilla. Asiakkaiden luottamuksen toivotaan kasvavan, sillä vain ammattitaitoisimmat korjaamot taitavat uuden sähkötekniikan korjaamisen. Tulevaisuudessa asiakkaat todennäköisesti olettavat, että ajavatpa he mihin tahansa korjaamolle, on sähkö- ja hybridautojen korjaaminen siellä jo arkipäivää.

Korjaamolla tulee olla hallussaan sähköautojen korjaamista varten tarvittavat jännitetyökalut, suojavarusteet asentajille ja auton rajaamiseen. Tämän lisäksi diagnostiikkalaitteiden tulee toimia korjattavissa autoissa. Merkeistä riippumattomalla korjaamolla pitää olla Passthru-käyttöliittymät autovalmistajien diagnostiikkaan, jotta voidaan olla varmoja diagnostiikan luotettavasta toimivuudesta ja ennen kaikkea saadaan sähkö- ja hybridautojen korjaamiseen vaadittavat automerkkien omat korjausohjeet, painottaa Helander.

Sähkö- ja hybridautojen korjaamisen takia koulutustarve lisääntyy koko henkilökunnan osalta ja koulutusten säännöllisyys korostuu. Helander uskoo, että viiden vuoden kuluttua sähkö- ja hybridautot alkavat olla päivittäisiä asiakkaita korjaamon asiakasvirrassa. Niiden korjaustoimenpiteet ovat korjaamolla yleistyneet ja kymmenen vuoden päästä ne ovat täysin arkipäivää sekä kattavat suuren osan kalenterivarouksista. 20 vuoden kuluttua on korjaamon asiakkaana enää harvoin tavallinen polttomoottoriauto, jossa ei ole minkäänlaista korkeajännitetekniikkaa. [3]

Haastattelun perusteella tulevaisuus sähköisellä voimalinjalla varustettujen ajoneuvojen kanssa nähdään kuitenkin toiveikkaana korjaamolla, vaikka tutkittu tieto kertoo jossain määrin negatiivisista vaikutuksista korjaamoiden talouteen [2]. Varautuminen sähkö- ja hybridautojen tuloon on aloitettava hyvissä ajoin, laittamalla henkilöstö koulutus, tilat ja työkalut kuntoon tulevaa varten.

Sähköautot ovat osa tulevaisuutta eikä niiden tuloa voi enää jarruttaa. Muutos on otettava vastaan positiivisesti ja nähtävä siinä uusia mahdollisuuksia.

4 Vaatimukset ja lait

Sähkö- ja hybridautojen korkeajännitejärjestelmien korjaamiselle ei ole säädetty omaa lakia, joten niiden korjaaminen vaatii sähkötyöturvallisuuslain noudattamista [5]. Lisäksi korkeajännitteisten järjestelmien korjaaminen vaatii työturvallisuuslain ja SFS 6002 -standardin noudattamista [8]. Lait ja standardit luovat edellytykset turvalliseen ja laadukkaaseen toimintaan työpaikalla.

4.1 Työturvallisuuslaki 738/2002

Turvallisen työn tekemisen lähtökohtana on työturvallisuuslaki. Työturvallisuuslakia tulee noudattaa kaikissa työtehtävissä, kuten myös sähkö- ja hybridautojen korjaamisessa. Työturvallisuuslain ensimmäisessä pykälässä mainitaan lain tarkoituksesta näin:

Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä *terveys*, haittoja. [4]

Laki on tehty työpaikan turvallisuuden varmistamiseksi. Sen noudattaminen auttaa ehkäisemään esimerkiksi työtapaturmia ja ammattitauteja.

4.2 Sähkötyöturvallisuuslaki 1135/2016

Sähkötyöturvallisuuslain tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteiden turvallinen käyttö ja estää sähkömagneettisten säteilyiden haittavaikutuksia, sekä turvata sellaisen henkilön oikeudet, johon on kohdistunut sähkölaitteen aiheuttama vahinko [5]. Sähkötöiden tekemisen edellytyksiä on avattu lain pykälissä 54 ja 55 seuraavasti:

54 §

Perusvaatimus sähkötyölle ja käyttötyölle

Sähkötöitä tai käyttötöitä tekevän henkilön tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu.

55 §

Sähkötöiden tekemisen edellytykset

Toiminnanharjoittaja saa tehdä sähkötyötä seuraavilla edellytyksillä:

- 1) töitä johtamaan on nimetty henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (sähkötöiden johtaja);
- 2) itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito;
- 3) toiminnanharjoittajan käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset;
- 4) toiminnasta on tehty ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle ennen kuin sähkötöitä koskeva toiminta aloitetaan.

Edellä 1 momentin 4 kohdassa tarkoitetussa ilmoituksessa on selvitettävä, että 1 momentissa ja 58 §:ssä asetetut vaatimukset täyttyvät. Ilmoituksesta on käytävä ilmi sähkötöiden johtajan suostumus tehtävänsä. Ilmoituksessa on myös mainittava rekisteriin merkitsemistä varten 86 §:n 2 momentin 1–3 kohdassa tarkoitetut tiedot. Rekisteriin merkittyjen tietojen muutoksista on kuukauden kuluessa ilmoitettava kirjallisesti sähköturvallisuusviranomaiselle. Ilmoituksen voi tehdä myös sähköisesti. [5]

Pykälässä 56 esitetään kuitenkin poikkeuksia, joista ensimmäinen momentti koskettaa autojen korjaamotoimintaa:

56 §

Sähkötöiden tekemisen edellytyksiä koskevat poikkeukset

Edellä 55 §:ssä säädetyistä vaatimuksista voidaan poiketa:

1) tieliikennekäyttöön soveltuvan sähköajoneuvon voimajärjestelmän sähkötöissä, jos henkilö on riittävästi perehtynyt tai perehdytetty kyseisen ajoneuvomallin sähköjärjestelmään ja sähköön vaaroihin;

Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin 1 ja 2 momentissa tarkoitetuista sähkötöistä ja töiden kohteista. [5]

Autojen korkeajännitteisten sähköjärjestelmien korjaustöissä ei siis tarvitse erikseen nimetä sähkötöiden johtajaa, eikä toiminnasta tarvitse tehdä ilmoitusta sähköturvallisuusviranomaiselle (Tukes). Tällaisessa tilanteessa sähkötyöntekijän on kuitenkin itse huolehdittava työnaikaisesta sähkötyöturvallisuudesta [6]. Sähköön vaaroihin perehtyminen katsotaan luetuksi, mikäli sähkötöiden tekijä on hyväksytysti suorittanut jäljempänä tässä työssä läpikäytävän SFS 6002 -koulutuksen.

Sähkötyöturvallisuudesta annetaan määräyksiä pykälissä 82, 83 ja 84. Näistä 82 § antaa vaatimukset turvallisuudesta, 83 § kertoo, kuinka aiemmassa pykälässä mainitut vaatimukset täytetään ja 84 § esittää standardit ja julkaisut. Näiden lisäksi 85 § esittää, millä tavoin standardeista on mahdollista poiketa.

82 §

Sähkötyöturvallisuuden vaatimukset

Sähkötyössä, käyttötyössä ja sähkölaitteiston lähellä tehtävässä työssä, jossa voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara, noudatetaan työturvallisuuslakia. Lisäksi työssä on noudatettava tämän lain olennaisia turvallisuusvaatimuksia, jotka koskevat työkohteen turvallisuudesta huolehtivan henkilön nimeämistä, ohjeita ja opastusta, työssä käytettäviä välineitä, työmenettelyjä, varoitusmerkintöjen käyttöä sekä työntekijöiden ja sivullisten vaaralliselle alueelle joutumisen estämistä.

Edellä 1 momentissa tarkoitettuja olennaisia turvallisuusvaatimuksia noudatetaan 56 §:n 2 momentissa tarkoitettussa maallikkotyössä soveltuvin osin siten, että voidaan riittävästi varmistua sähkötyöturvallisuudesta.

Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin 1 momentissa tarkoitetuista olennaisista turvallisuusvaatimuksista.

83 §

Turvallisuusvaatimusten täyttäminen

Työn katsotaan täyttävän 82 §:ssä tarkoitetut olennaiset turvallisuusvaatimukset, jos se tehdään soveltaen 84 §:ssä tarkoitettuja standardeja tai julkaisuja.

Turvallisuusvaatimusten täytyminen on tarvittaessa 1 momentista poiketen mahdollista osoittaa noudattaen, mitä 85 §:ssä säädetään.

84 §

Sovellettavat standardit ja julkaisut

Sähköturvallisuusviranomainen julkaisee luettelon niistä standardeista, joita noudattaen katsotaan sähkötyöturvallisuuden täyttävän tämän lain olennaiset turvallisuusvaatimukset.

Jos standardeja ei tiettyjen työmenetelmien tai sähkölaitteistojen osalta ole laadittu, voidaan soveltaa standardeihin verrattavia julkaisuja, joiden vastaavuus olennaisiin turvallisuusvaatimuksiin on vahvistettu 1 momentin mukaisesti.

85 §

Standardeista poikkeaminen

Standardeista voidaan tarvittaessa poiketa, jos vastaava turvallisuustaso voidaan muutoin saavuttaa.

Poikkeamisesta on laadittava kirjallinen selvitys ennen sähkötyön tai käyttötyön aloittamista. Selvityksen tulee olla siten laadittu, että sen perusteella voidaan todeta vaatimusten täytyminen. Poikkeamisen käyttöönottoon on oltava sähkötöiden johtajan tai käytön johtajan kirjallinen vahvistus.

Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin standardista poikkeamismenettelyn yksityiskohdista. [5]

Sähköturvallisuusviranomainen eli tutummin Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) julkaisee tasaisesti, yleensä vuosittain, luettelon sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevista standardeista. Tämän hetken tuorein versio on päivitetty 23.1.2019. Luettelosta käytetään nimeä S10-2019

päivitysvuotensa veroisesti. Luettelossa (liite 2) on mainittuna SFS 6002 -standardi, jota täytyy lain mukaan noudattaa, jotta turvallisuusvaatimukset täyttyvät [7].

5 Vaadittavat koulutukset

Seuraavissa luvuissa käydään läpi koulutuksia, joita sähkö- ja hybridautojen korkeajännitejärjestelmiä korjaavan henkilön tulee käydä. Koulutuksilla hän saa tarvittavat tiedot ja taidot korkeajännitteestä, sen vaaroista ja auton mallikohtaisista toimintatavoista.

5.1 SFS 6002 -standardi ja sähkötyöturvallisuuskoulutus

SFS 6002 -standardin perusta juontuu CENELECin EN 50110 -sarjan standardeihin. Suomalainen standardi sisältää käännöksen eurooppalaisesta EN 50110-1 -standardista sekä Suomen kansalliset lisäykset. SFS 6002 -standardi määrittelee vaatimuksia sähkölaitteistojen käytölle sekä työskentelystä sähkölaitteistoissa tai niiden lähellä. Standardia sovelletaan käytössä oleviin sekä uusiin laitteistoihin kaikilla jännitealueilla. Standardin perusteella ei voi antaa sähkölaitteiston rakenteelle vaatimuksia, vaan työskentelyn sekä sähkölaitteiston käytön tulee olla standardin turvavaatimusten mukaista. [8]

SFS 6002 -standardin liite U

SFS 6002 -standardiin lisättiin vuonna 2014 uudistuksen yhteydessä liite U. Kyseisessä liitteessä määritellään sähkö- ja hybridauto sellaiseksi, jossa akku tai vastaava energialähde syöttää ajovoimajärjestelmään energiaa nimellisjännitteeltään yli 120 V:n tasajännitettä tai 50 V:n vaihtojännitettä. Nämä jänniterajat on annettu koskevaksi autoja ja sähköratajärjestelmiä. Sen vuoksi nämä jänniterajat eroavatkin standardissa muuten käytössä olevista jänniterajoista. [8]

Sähköajoneuvoissa käytetään yleisesti termiä matalajännite (en low voltage) tarkoittamaan alle 60 V tasajännitettä ja 30 V vaihtojännitettä eli tavallisesti ajoneuvojen 12 V ja 24 V akkujännitteitä.

Ajovoimajärjestelmissä käytettäviä suurempia jännitteitä kutsutaan ajoneuvotekniikassa korkeajännitteiksi (en high voltage). [8]

Tehtäessä sähkö- tai hybridautossa sähkötyötä, täytyy auto standardin mukaan merkitä selkeästi ja kertoa korkeasta jännitteestä. Sähkö- ja jännitetyö-termit on määritelty standardissa seuraavasti:

Sähkötyö:

Työ sähkölaitteistossa tai sen läheisyydessä kuten testaus ja mitaus, korjaus, vaihtaminen, muuttaminen, laajentaminen, asentaminen ja tarkastaminen.

Jännitetyö:

Työ, jossa työn tekijä tarkoituksellisesti joko koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu jännitetyöalueelle joko kehonsa osilla tai käsiteltävillä työkaluilla, varusteilla tai laitteilla. [8]

Jännitetyön voidaan sanoa pitävän sisällään esimerkiksi akun korjaamisen, jolloin työkohteesta eli akusta ei voida kytkeä jännitettä pois. Tästä syystä akun sisäiset korjaustoimenpiteet vaativat jännitetyökoulutuksen. Akkujen valmistajan tai valmistajan edustajan pitämä koulutus on suositeltu vaihtoehto akkujen jännitetyökoulutukseksi. [9] Työ luetaan jännitetyöksi vielä silloinkin, kun sähkö- tai hybridauto erotetaan akustaan irrottamalla tai avaamalla huoltoerotin ja toteamalla jännitteettömyys. Jännitteettömyyden toteamisen jälkeen voidaan työn sanoa olevan sähkötyötä.

Liitteessä U mainitaan, että korjaamotila ja työntekijöiden sosiaalitila on varustettava ensiapuohjetauluilla. Kaikki korjaamotilan kulkuväylät on varustettava vaarallisesta jännitteestä varoittavilla kilvillä sekä pääsy asiattomilta -maininnoilla. [8]

Standardin liite U määrittelee edelleen, että sähkö- ja hybridautoja korjattaessa tai huollettaessa täytyy työntekijällä olla aina käytettävissään auton mallikohtaiset huolto- ja korjausohjeet. Ohjeiden tulee sisältää ohjeistus auton jännitteettömäksi tekemiseen. [8] Tämä on erityisen tärkeä asia ottaa huomioon, sillä

korjaamolla on oltava jokin tietolähde, josta he saavat näitä mallikohtaisia ohjeistuksia. Standardissa ei kuitenkaan mainita viitettä siitä, että ohjeiden pitäisi olla suoraan valmistajien portaaleista, joten ohjeiksi kelpaa myös toimijat, jotka keräävät ja välittävät ohjeita.

SFS 6002 -sähkötyöturvallisuuskoulutus

Standardin mukaan kaikki työhön osallistuvat henkilöt tulee opastaa yrityksen ohjeisiin, työtä koskeviin säädöksiin ja vaatimuksiin. Henkilöiltä pitää vaatia näiden noudattamista, ja heidän on käytettävä työssään asianmukaisia työvaatteita, jotka sopivat työskentelyolosuhteisiin ja -paikkaan. [8]

Kuten sähkötyöturvallisuuslaissa aikaisemmin mainittiin, on hybridi- tai sähköautojen korkeajännitejärjestelmiä korjaavan henkilön oltava perehtynyt tai perehdytetty riittävästi kyseisen automallin sähköjärjestelmään ja sähköön vaaroihin. Sähköön vaaroihin perehtyminen katsotaan täyttyneeksi, jos henkilö käy läpi SFS 6002 -koulutuksen. Koulutuksen sisältöä ei ole tarkasti rajoitettu, vaan se tulee soveltaa opiskelevan kohderyhmän ammattitehtäviin ja ammatissa esiintyviin vaaroihin [8]. SFS 6002:n mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus on standardin mukaan annettava kaikille sähköalan töitä tekeville, mukaan luettuna työnjohto ja asiantuntijatehtävissä työskentelevät henkilöt [9, s. 89]. Näiden perusteella työn tilaajan korjaamolla olisi käytännöllisintä kouluttaa sähkötyöturvallisuuskoulutus koko henkilökunnalle, mukaan lukien kaikki asentajat, varaosa-henkilöt ja työnjohtajat.

SFS 6002 -standardissa vaaditaan, että auton korkeajännitejärjestelmiä korjaavalla henkilöllä tulee olla tarvittava kyseistä automallia koskeva koulutus. Tämän opinnäytetyön yhteydessä lähetettiin Tukesille kysymys, kohdan ”tarvittava” tarkentamiseksi. Tukesilta saadussa vastauksessa kerrotaan, että standardin kohta edellyttää merkki- ja mallikohtaista perehtymistä tai perehdyttämistä. Koulutustahoa ei ole sidottu maahantuojaan tai merkkiorganisaatioon, vaan kouluttajana voi toimia esimerkiksi oppilaitos. Viime kädessä toiminnanharjoittaja on vastuussa toiminnan turvallisuudesta, jotta töiden aikana ei

esimerkiksi synny sähköiskun vaaraa ja että tulipalon vaara on minimoitu. [10] Tämän perusteella kaikkiin automalleihin tarvittaisiin lähtökohtaisesti oma koulutus tai perehtyminen. Viestikeskustelu on liitteessä 3.

Ensiapukoulutus

Ensiapuvalmiutta koskeva yleissäädos on ilmoitettuna työturvallisuuslain 36 §:ssa. Sen mukaan työnantajan on huolehdittava työntekijöiden ja muiden työpaikalla olevien henkilöiden ensiavun järjestämisestä työn luonteen, työntekijöiden lukumäärän ja työolosuhteiden vaatimalla tavalla. Työntekijöille on annettava ohjeet toimenpiteistä, joihin pitää ensiavun saamiseksi ryhtyä tapaturman tai sairastumisen sattuessa. Työpaikalla on tämän lisäksi oltava saatavilla ensiapuvälineitä riittävästi [4]. SFS 6002 -standardin liitteessä X annetaan tarkennuksia työturvallisuuslain määritelmiin:

Sähköalan töissä on erityisesti huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähköön aiheuttamien tapaturmien varalta. Sähkötöitä tehdään usein vaihtuvissa työpaikoissa yksin tai pienessä työryhmässä. Tämän takia kaikille ammattitaitoa vaativiin sähkötöihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille työnjohdon ja käytönjohdon henkilöt mukaan luettuna sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille pitää antaa ensiapukoulutus, joka käsittää ainakin palovammoihin sekä ruhje- ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painantaelvytyksen opettamisen ja niitten käytännön harjoittamisen. [8]

Ensiaputaitoja tulee ylläpitää jatkuvasti. Elvytystoimenpiteitä tulee harjoitella enintään kolmen vuoden välein [8]. Ensiapuohjetauluja on hyvä sijoittaa sähkö- ja hybridautoja korjaaviin korjaamoihin, vaikkei standardi näin suoraa vaadikaan. Niiden on erityisen hyvä kertoa sähkötapaturmien ensiavun antamisesta. [9]

5.2 Koulutustarjonta Diagno Finland Oy

Diagno Finland Oy on yritys, joka tarjoaa autokorjaamoille korjaamolaitteita, korjaamosuunnittelua, huoltoa, teknistä tukea, sekä koulutuksia. Diagnon koulutuskalenterista löytyy tällä hetkellä kaksi kurssia, jotka liittyvät auton korkeajännite-tekniikkaan. Ensimmäinen kurssi on nimeltään sähkö- ja hybridautojen tekniikka ja sähkötyöt ja toisen kurssin aiheena on korkeajänniteakun korjaaminen.

Sähkö- ja hybridautojen tekniikka ja sähkötyöt -kurssi on pituudeltaan kaksipäiväinen. Koulutukseen osallistuvilta vaaditaan pohjakoulutuksena autoalalle painottuva SFS 6002 -koulutus. Tavoitteena koulutuksessa on varmistaa asentajalle riittävä osaaminen sähkö- ja hybridautojen korjaus- ja vianmäärittäytöihin, sekä antaa edellytykset toimia työsuorituksesta vastaavana henkilönä korjaamolla.

Koulutuksessa käsiteltävät aiheet ovat

- sähköajoneuvojen korkeajännitejärjestelmän työt ja töihin liittyvät vaatimukset autokorjaamolla
- sähkötyöturvallisuus sähköajoneuvojen kanssa työskenneltäessä
- sähkö- ja hybridaajoneuvojen rakenne ja komponentit
- akkutekniikka
- sähköisen voimansiirron vianmäärittäys ja korjaaminen
- vaurioituneen sähkö- tai hybridaajoneuvon käsittely.

Korkeajänniteakkujen korjaaminen on myös pituudeltaan kahden päivän mittainen kurssi. Koulutuksessa perehdytään akkupakettien korjaustöihin, kuten sulakkeen ja kontaktorien vaihtamiseen, yksittäisten akkukennojen vaihtamiseen ja akkuhallintajärjestelmän vaihtamiseen. Koulutuksen kuvauksessa painotetaan erityistä tarkkuutta ja huolellisuutta, sillä akuston korjaustöissä vallitsee aina korkeajännite akun sisällä.

Kurssiselosteen mukaan akustossa vallitsevien korkeajännitteiden vuoksi akuston korjaustöiden tekeminen vaatii kansallisen jännitetyökoulutuksen. Jännitetyökoulutus tulee kerrata aina viiden vuoden välein. Lisäksi jos henkilö ei ole kolmeen vuoteen tehnyt jännitetöitä, pitää koulutus kerrata ennen töiden aloitusta. Korkeajänniteakkujen korjaaminen -kurssi perustuu SFS 6002 -standardiin ja se täyttää jännitetyökoulutuksen vaatimukset.

Koulutuksen sisältönä on

- sähkötyöturvallisuuden keskeiset säädökset ja standardit sekä niiden toteuttaminen autokorjaamolla
- jännitetyön määritelmät
- jännitetyön tekemisen edellytykset
- jännitetöiden tekeminen ja niissä käytettävät työohjeet
- ajoneuvojen akkutekniikkaa
- akun ikääntyminen ja siihen vaikuttavat tekijät
- akkuturvallisuus
- ajoneuvon korkeajänniteakun rakenne ja komponentit
- korkeajänniteakun vianmääritys ja korjaaminen.

Edellä mainittuja koulutuksia järjestetään koulutuskalenterin mukaan aina tarvittaessa silloin, kun ilmoittautuneita on tarpeeksi. [11] Koulutusten sisällöt tuntuvat laajoilta, joten niistä saa todennäköisesti kattavat valmiudet otsikon mukaisiin töihin.

5.3 Koulutustarjonta Bosch

Bosch on tunnettu ja suuri toimija autoalalla toimintaketjun alkupäästä loppupäähän asti. Suomessa Bosch järjestää asiakkailensa koulutuksia, myy korjaamolaitteita ja autojen varaosia, sekä pitää yllä teknistä tukea. Boschin verkkosivuilta koulutustarjonnasta löytyvät kaksi ensimmäistä kurssia, ja niihin voi ilmoittautua odotuslistalle. Verkosta löytyvästä koulutustarjonnan esitteestä löytyy myös kolmas kurssi, mutta sen sisältö ja tiedot ovat päivitetty viimeksi helmikuussa 2016, eikä sitä löydy verkkosivujen koulutustarjonnasta, joten sen saatavuudesta ei ole ajantasaista tietoa. Boschille lähetettiin sähköpostilla tiedustelu sähköautoihin liittyvistä koulutuksista ja niiden sisällöistä, mutta siihen ei keretty vastata ennen tämän työn saattamista valmiiksi.

High Voltage Awareness -koulutus on tason 1 koulutus, ja se kestää kaksi päivää. Kaikkien kolmen koulutuksen kohderyhmään kuuluvat automekaanikot, huoltoasentajat, autosähkömekaanikot ja sähköajoneuvoja työstävät korimekaanikot. Koulutuksen vaatimuksena on käydä ensin Troubleshooting with KTS ja Measurement with FSA-koulutukset. Koulutuksessa opitaan turvalliset toimintatavat ja niiden merkitys sähköautojen käsittelyssä. Koulutuksessa tutustutaan erilaisiin hybridi-, polttokenno- ja sähköautojärjestelmiin. Kurssin jälkeen kyetään eristämään suurjänniteakku, työstämään jännitteettömiä järjestelmiä ja ohjeistamaan muita työntekijöitä. Koulutuksen sisältö on

- perustiedot sähköstä autojen energialähteenä
- vaihtoehtoisten käyttövoimien voimajärjestelmät
- sähköautojen rakenne, toimintatapa ja toiminnot
- turvallisuusohjeet
- turvallisuustoimenpiteet sähköiskujen ja kipinäinnin estämiseksi
- sähköön liittyvät vaarat ja ensiapu

- jännitteettömän auton määritelmä
- tekniset vastuukysymykset
- sisältää SFS 6002 -sähkötyöturvallisuuskoulutuksen loppukokeineen.
[12; 13]

High Voltage Technician on toisen tason kolmipäiväinen koulutus. Koulutukseen pääseminen edellyttää ensimmäisen koulutuksen suorittamisen. Koulutus oikeuttaa sähkötyöskentelyn jännitteettömissä korkeajännitejärjestelmissä. Koulutuksessa opitaan jännitteettömäksi kytkentä, toteamaan jännitteettömyys ja työstämään jännitteettömiä osia. Tyyppihyväksymättömät, prototyyppiautot tai jälkeinpäin sähköiselle voimalinjalle muutetut autot eivät kuulu kurssin aiheisiin.

Koulutuksen sisältönä on

- sähkö autojen energialähteenä
- autojen suurjännitekonseptit
- korkeajännitekomponenttien rakenne ja toiminta
- invertteriohjaus ja tehoelektroniikka
- sähkömoottorit ja -voimansiirtojärjestelmät
- sähkötoimiset AC-kompressorit ja PTC-lämpövastukset
- DC/DC-muuntajat
- polttokennojärjestelmät
- energian varastointi ja akkujen hallinta: litiumioni, nikkeli-metallihydridi ja superkondensaattorit

- regeneratiivinen jarrutus
- sähköön liittyvät vaarat ja riskit
- henkilösuojaimet
- turvallisuuden varmistaminen
- tekniset ja työnjohdolliset vastuukysymykset, työntekijöiden pätevyys
- käytännön harjoitukset. [12; 13]

Viimeinen Boschin järjestämä kurssi on nimeltään High Voltage Expert, jonka kesto on kaksi päivää. Se on kolmannen tason koulutus, ja pääsyvaatimuksena on käydä tason kaksi koulutus. Koulutuksen käyminen oikeuttaa työskentelyn korkeajännitejärjestelmissä sekä mahdollisten jännitteisten korkeajännitekomponenttien läheisyydessä. Koulutuksen sisältönä on

- alueen kuvaus
- sähköteknisen työskentelyn vaatimukset korkeajännitejärjestelmissä
- korkeajänniteasentajan pätevyys
- työn suunnittelu
- henkilösuojaimet ja muu sovellettava suojaus
- lakisääteiset periaatteet, säännöt ja määräykset
- sähköön liittyvät vaarat ja tapaturmat
- tapaturmien vastuukysymykset

- korkeajännitetyöskentelyssä käytettävien henkilösuojainten, turvalaitteiden, työkalujen ja mittausvälineiden käyttäminen, käsittely ja tarkastaminen
- jännitteisissä järjestelmissä tehtävien töiden suunnittelu, valmistelu, toteutus ja päättäminen
- jännitteisten järjestelmien mittaaminen ja tarkastaminen
- varaosien vaihtaminen jännitteisissä järjestelmissä. [13]

Koulutusten esitteistä nousee esille huolellisen työskentelyn ja turvallisuuden korostaminen. Boschin koulutusten avulla sähkö- ja hybridautojen korkeajännitejärjestelmiä korjaavalle asentajalle muodostuu kattavat tietotaidot ja pätevyöityminen vaativiin tehtäviin.

6 Suojavarusteet

6.1 Työntekijän suojavarusteet

Työntekijän on syytä suojautua korkeita jännitteitä ja valokaaria kestäväällä työvaatetuksella ja henkilösuojaimilla, kuten esimerkiksi suojakäsineillä, -visiirillä ja -kypärällä. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi auton jännitteettömäksi tekeminen, akun korjaus ja kolaroidun auton parissa työskentely silloin, kun ei vielä olla varmistuttu auton jännitteettömyydestä mittauksin.

Eristettyjen jännitetyökäsineiden vaatimuksista säädetään SFS-EN 6093 -standardissa. Standardissa määritellään erilaisia jännitekestoja suojakäsineille. Auton korkeajännitesähköttöissä tulee käyttää luokan 0 mukaisia suojakäsineitä. Luokan 0 mukaisia käsineitä voidaan käyttää korkeintaan 1500 V:n tasajännitteissä ja 1000 V:n vaihtojännitteissä. Suojakäsineistä tulee löytyä kuvan 2 mukainen kaksikolmioinen merkintä. Se kertoo suojakäsineen sopivan jännitetyöhön. Kyseistä merkintää käytetään jännitetyöhön sopivissa työkaluissa ja

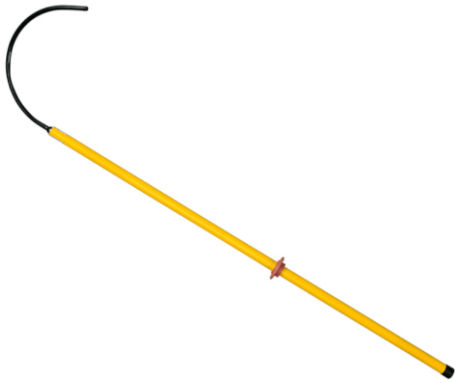
muissa henkilösuojaimissa. [14] Käsineiden tulee olla ehjät käytettäessä, mikä on varmistettava ennen käyttöä.



Kuva 2. Jännitetyöhön sopiva. Standardin mukainen kaksoiskolmiomerkintä. [14]

Kasvoja peittävän suojavisiirin vaatimuksista säädetään SFS-EN 166 -standardissa. Visiirin tulee olla jännitetyöhön soveltuva ja siinä tulee olla kuvan 2 mukainen kaksoiskolmiomerkintä [15]. Töissä käytettävän suojakypärän tulee täyttää standardin SFS-EN 50365 vaatimukset. Standardissa käsitellään jännitteenkestoltaan 1000 V:n vaihtojännitteen ja 1500 V:n tasajännitteen kestäviä päänsuojaimia. [16]

Suojavarusteiden lisäksi tärkeä varuste korjaamolla on kuvan 3 mukainen pelastussauva. Pelastussauvalla pystytään pelastamaan sähköiskun saanut henkilö, joka ei itse pysty irrottautumaan virtapiiristä. Pelastussauvan päässä on eristetty koukku, jonka avulla pelastava henkilö ei altistu jännitteelle.



Kuva 3. Eristetty pelastussauva, jolla pelastetaan sähköiskun saanut henkilö [17].

6.2 Työkohteen suojaus

Sähkö- tai jännitetyön kohteena oleva auto, jossa on mahdollista altistua korkeajännitteen vaikutukselle, on suojattava standardin SFS 6002 mukaisesti. Työkohte on rajattava lippusiimalla tai muulla vastaavalla keinolla, jolla estetään asiattomien henkilöiden pääsy työkohteen läheisyyteen ja herätetään huomiota työkohteen vaarallisuudesta. Lisäksi työkohte on selkeästi merkittävä vaarallisesta jännitteestä kertovalla varoituskyltillä. [8] Varoituskyltin voi laittaa näkyvälle paikalle, esimerkiksi auton katolle.

Työkohteen suojauksessa käytettäviä välineitä ja varoituskylttejä voi hankkia työkaluja myyviltä tahoilta. Varoituskylttien tekstien on oltava työpaikalla käytettävän kielen mukaisia. Suomessa on oltava kohteesta riippuen joko suomen- tai ruotsinkieliset kyltit. Lisäksi kyltit on hyvä olla englannin kielellä, mikäli korjaamotiloissa on henkilöitä, jotka eivät ymmärrä kotimaisia kieliä. [8]

7 Työkalut ja korjaamolaitteet

7.1 Eristetyt käsityökalut

Eristetyt käsityökalut ovat tarpeen, kun ollaan korkeajännitteisen komponenttien kanssa tekemisissä. Tällaisia tilanteita tulee vastaan auton jännitteettömäksi tekemisessä, kun jännitteettömyys pitää todeta. Jännitetyökaluja ei kannata käyttää korjaamon muissa töissä, sillä eristeen kunnosta tulee pitää huolta ja on vaarana, että eriste kuluu tai heikkenee kovassa rasituksessa. Työkalujen eristeen kunto tuleekin tarkastaa ennen kuin työtä jännitteellisten osien läheisyydessä aletaan tekemään ja työkaluja on säilytettävä huolellisesti. Kuvassa 4 on eristetyt sähköasentajan pihdit.



Kuva 4. Eristetyt jännitetyökalupihdit kaksoiskolmiomerkinnällä, joiden kesto on 1000 V. Työkalut ovat yleensä väritykseltään punaisia tai punakeltaisia. [18]

Eristetyistä työkaluista tulee löytyä kuvan 2 mukainen kaksoiskolmiomerkintä ja riittävä jännitteenkesto. Tämän merkinnän lisäksi monet työkalut ovat VDE-tarkastus- ja sertifiointi-instituutin hyväksymiä työkaluja. Näistä työkaluista löytyy VDE-merkintä.

7.2 Eristysvastusmittari

Eristysvastusmittari on tarpeen, jotta voidaan taata työkohteen eristeen kunto. Mittaus on tarpeen esimerkiksi kolariautoja käsiteltäessä, sillä onnettomuuden seurauksena korkeajännitekomponenttien tai -johtojen eristys on voinut heiketä. Eristysvastusmittarit käyttävät korkeaa jännitettä vastuksen mittauksessa, sillä autoissa käytettävät jännitteet ovat satojen volttien suuruisia. Tämän vuoksi työssä ei voida käyttää perinteistä yleismittaria eristysvastuksen mittaamiseen, sillä yleismittari ei kykene tuottamaan tarpeeksi suurta mittajännitettä eikä yleismittarilla siksi saada luotettavaa tulosta. Eristysvastusmittareita on saatavilla useista työkaluja ja elektroniikkatuotteita myyvistä kaupoista.

7.3 Kaksinapainen jännitteenkoetin

Kaksinapainen jännitteenkoetin on erityisen tärkeä työkalu sähkö- ja hybridautojen korkeajännitejärjestelmiä korjattaessa. Jännitteenkoetinta tarvitaan, jotta voidaan luotettavasti todentaa auton korkeajännitejärjestelmän olevan varmasti jännitteetön. Mittariksi on suositeltava hankkia koetin, jolla ei voida esimerkiksi yleismittarin tapaan tehdä muita mittauksia. Näin voidaan välttyä mittausvirheeltä tilanteelta, jossa yleismittarin valitsin on asetettuna väärään asentoon. Yleismittari toimii jännitteenmittauksessa silti yhtä luotettavasti kuin jännitteenkoetin, kunhan mittauksessa on erityisen huolellinen. Mittalaitteeksi ei tosin käy missään tilanteessa yksivaiheinen jännitteenkoetin eli vaihekyinä.

8 Suunnitelma korkeajänniteautojen huoltokorjaamiseen asiakaskorjaamolla

Tässä luvussa esitetään suunnitelma sähkö- ja hybridautojen korjauspaikasta korjaamolla. Suunnitelma pohjautuu tässä työssä aiempaan tehtyyn selvitykseen työturvallisuudesta, työkaluista ja tarvittavista varustuksista korjaamolla.

Korjaamon yksi nosturipaikka pyhitetään sähkö- ja hybridautojen korjaus- ja huoltotöihin. Liitteessä 4 esitetään korjaamon pohjapiirros, jossa nosturit on

merkitty numeroilla. Pohjapiirroksessa punaisella rajattu nosturipaikka 8 varustetaan korkeajänniteautojen korjaamiseen vaadittavilla työkaluilla, suojaimilla ja välineillä. Korjauspaikka varustetaan lisäksi kuvan 3 kaltaisella eristetyllä pelastussauvalla, jolla voidaan pelastaa ihminen sähköiskusta kuitenkin itse altistumatta sähköiskulle.

Nosturipaikan viereen perustetaan korjaustöissä tarvittaville varusteille oma kaappi, jolloin kaikki tarvittavat suojavarusteet ja työkalut löytyvät helposti samasta paikasta. Kaapista tulee löytymään eristetyt korkeajännitetyökalut, sähköiset mittalaitteet, henkilösuojaimet, työkohteen eristämisvälineet, varoituskyltit ja latauskaapeli. Työkalujen ja tarvikkeiden tarpeellinen määrä selvenee korjaustoiminnan lähtiessä käyntiin. Alussa kaappi varustetaan tarpeellisilla perustyökaluilla ja niitä voidaan myöhemmin hankkia lisää tarpeen kasvaessa.

Korjaamolle on kannattavaa hankkia hybridi- ja sähköauton latauslaitteita, joihin korjaamon asiakkaalle voidaan autot jättää lataukseen työn valmistuttua. Eri-tyyppisiä latauslaitteita valmistavia ja myyviä tahoja on jo laajasti markkinoilla. Korjaamon ulkopuolelle asiakkaiden käytettäväksi on hyvä vaihtoehto hankkia ainakin aluksi latauslaite, jossa on kaksi latauspistorasiaa tai vaihtoehtoisesti ja tarpeen mukaan kaksi latauslaitetta yhdellä pistorasialla. Tämä mahdollistaa jokaisen automallin lataamisen asiakkaan omalla latauskaapelilla ja latauskapasiteettiä on tällöin enemmän kuin yhden asiakkaan autolle. Korjaamon sisälle sähkötyökaappiin on kannattavaa hankkia esimerkiksi kuvan 5 mukainen kaapelimallinen latauslaite, joka kiinnitetään tavanomaiseen voimavirtapistorasiaan. Tällaisen kaapelin avulla voidaan diagnosoida auton latausta ja pitää autoa latauksessa tarvittaessa myös korjaamohallissa.



Kuva 5. NRGkick sähkö- ja hybridauton latauslaite, joka liitetään esimerkiksi voimavirtapistorasiaan [19].

Yllä olevassa NRGkick-latauslaitteessa voidaan pistokkeen päähän vaihtaa adapteri, jolla saadaan latauslaite sopimaan erilaisiin talosähkön pistorasioihin. Adaptereita löytyy voimavirta-, suko- ja karavaanipistorasialle. Sähkö- ja hybridautojen korjaaminen voi aiheuttaa haastetta työnjohdossa. Työnjohtajien on oltava tarkkana autojen käyttövoiman suhteen, sillä uutta korjausaikaa varattaessa ja autoa perustettaessa korjaamojärjestelmään (esimerkiksi AutoFutur tai AutoMaster DMS) eivät järjestelmät välttämättä huomaa auton korkeajännitteellisyyttä eikä siitä tule erikseen varoitusilmoitusta ohjelman käyttäjälle eli työnjohtajalle. Työnjohtajien tulee osata varata korkeajännitejärjestelmiin liittyvät työt asentajalle, jolla on vaadittavat koulutukset työn tekemiseen. Työnjohdon tietoisuus asentajien koulutuksista nousee tämän myötä tärkeään rooliin. Lisäksi on huomattava, ettei kalenteriin tule päällekkäisiä varauksia kyseisille töille, jotta korjauspaikat, varusteet ja työkalut riittävät töihin. Korkeajännitejärjestelmien korjauksiin on varattava tarpeeksi aikaa, ettei työn kuluessa muodostu liiallista kiirettä sillä se voi heikentää työturvallisuutta.

Sähkö- ja hybridautojen korjaustoiminnan lähtiessä käyntiin osataan varaosavarastossa pidettävien sähkökomponenttien tarpeellista määrää tarkastella paremmalla kokemuksella. Näissä autoissa on osia, jotka pitää vaihtaa

esimerkiksi silloin kun auto tehdään jännitteettömäksi. Tällaisten varaosien pitäminen hyllyssä on järkevää silloin, kun juuri kyseistä automallia käy tasaisin väliajoin korjaamalla. Korjaamalla tulevaisuudessa käyvää autokantaa ei pystytä vielä tarkkaan ennustamaan, mutta autokannassa tulee todennäköisesti näkymään ainakin saksalaismerkkejä ja Volvoja. Varaosahenkilön tulee olla aktiivisessa vuorovaikutuksessa työnjohtajien kanssa, jotta usein käytettyjen varaosien saatavuudessa ei ilmene ongelmia.

9 Yhteenveto

Tämän työn tarkoituksena oli kartoittaa vaatimukset, joita korkeajännitteisellä tekniikalla varustettujen sähkö- ja hybridautojen korjaaminen vaatii merkkiriippumattomalta yleiskorjaamolta. Työssä tutkittiin, millaisia koulutuksia, varusteita ja työkaluja tarvitaan sähkö- ja hybridautojen korjaamiseen. Korjaamolle tehtiin oma suunnitelma sähkö- ja hybridautojen korjauspisteestä, jonka läheisyydestä löytyvät kaikki tarpeelliset välineet turvalliseen työskentelyyn kyseisten autojen parissa.

Työn perusteella saatiin selville, että sähkö- ja hybridautojen korjaamisen aloittaminen vaatii yritykseltä ensinnäkin SFS 6002 -sähkötyöturvallisuuskoulutuksen kouluttamista sähkö ja hybridautoja korjaaville asentajille. Tämän lisäksi kyseinen koulutus on hyvä antaa kaikille korjaamossa työskenteleville, jotta kaikki työntekijät tuntevat sähkön vaarat ja osaavat toimia hätätilanteessa. Henkilökunnan ensiaputaidoista on myös pidettävä huolta, sillä työturvallisuuslaki määrittelee ensiapukoulutuksen järjestämisen enintään kolmen vuoden välein henkilökunnalle ja tarvittavien ensiapuvälineiden ja ohjekylttien järjestämisen työpaikalle.

SFS 6002 -standardissa vaaditaan, että asentajalla tulee olla käytettävissään huolto- ja korjausohjeet kyseiseen automalliin ja korjauksen kohteena olevan automallin koulutus. Sähkö- ja hybridautojen sähköjärjestelmien koulutuksia järjestäviä tahoja löydettiin tähän työhön kaksi, joilla molemmilla löytyy kattavat koulutukset korjaamisen aloittamiseksi. Hybridi- ja sähköautojen huolto- ja

korjausohjeet tullaan korjaamalla saamaan korjaamojärjestelmistä ja valmistajien autovalmistajien portaaleista.

Insinööriyön pohjalta voisi tutkimuksia jatkaa akkukorjauksen vaatimuksista, siihen tarvittavista tiloista ja työkaluista sekä akkukorjauksen markkinanäkymistä. Tämän työn valmistumisen jälkeen koulutusten aloittaminen sekä työkalujen ja tarvikkeiden hankinta voidaan aloittaa asiakkaan korjaamalla korjaamoprosessin käynnistämiseksi.

Lähteet

- 1 Ensirekisteröityjen henkilöautojen käyttövoimatilastot. Verkkoaineisto. Autoalan tiedotuskeskus. <https://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoimittain/henkilöautojen_kayttovoimatilastot>. Luettu 30.9.2021.
- 2 Perhoniemi, Kimmo. 2020. Täyssähköautojen vaikutus korjaamotoimintaan. Insinööri työ, ylempi AMK. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 3 Helander, Mikko. Yrittäjä, Tehtaankadun Autohuolto Oy, Riihimäki. Haastattelu 27.10.2021.
- 4 Työturvallisuuslaki. 2002. 738/23.8.2002.
- 5 Sähkötyöturvallisuuslaki. 2016. 1135/2016.
- 6 Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä. 2016. 1435/2016.
- 7 Luettelo S10-2019 Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja työturvallisuutta koskevat standardit. Turvallisuus ja kemikaalivirasto.
- 8 SFS 6002:2015 + A1:2018. Sähkötyöturvallisuus. 2018. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 9 Linja-aho, Vesa. 2021. Sähkö- ja hybridi-autojen sähkötyöturvallisuus. Turun: Hansaprint Oy.
- 10 Törmälä, Juha-Pekka. Ylitarkastaja, sähkölaitteistot, Tukes, Helsinki. Sähköposti 18.10.2021.
- 11 Kurssitarjotin kesä ja syksy 2021. Diagno Finland Oy. <<https://pages.diagno.fi/koulutus.html>>. Luettu 12.10.2021.
- 12 Koulutustarjonta. Verkkoaineisto. Bosch. <<https://fi.bosch-training-solutions.com/Courses>>. Luettu 1.11.2021.
- 13 Training program. Verkkoaineisto. Bosch. <https://www.boschaftermarket.com/xrm/media/images/country_specific/fi/services_5/download_cernter/bosch-training-program-fi-2018_1.pdf>. Luettu 1.11.2021.
- 14 SFS-EN 60903. Jännitetyöt. Eristysaineiset käsiineet. 2005. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto.

- 15 SFS-EN 166. Henkilökohtainen silmiensuojaus. Vaatimukset. 2002. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto.
- 16 SFS-EN 50365. Electrically insulating helmets for use on low voltage installations. 2003. Helsinki. Sesko.
- 17 Pelastussauva 45 kV. Verkkoaineisto. Parel Oy. <<https://www.parel.fi/tuote/v124637960/sfe-tp1245kv/pelastussauva-45-kv/122642699>>. Luettu 15.10.2021.
- 18 VDE- ja yleiset sähköasentajan työkalut. Verkkoaineisto. KS TOOLS. <<https://www.kstools.com/fi/tuotteet/ajoneuvojen-erikoistyoekalut/hybridisuurjaennitetyoekalut/pihdit/442/1000v-lattapihdit-pitkaet-leuat-160-mm?c=1061737213>>. Luettu 14.10.2021.
- 19 Charging. Verkkoaineisto. NRGkick. <<https://www.nrgkick.com/en/>>. Luettu 21.10.2021.

Yrittäjän haastattelun kysymykset

1. Miten odotatte sähköautokannan laajentuvan tulevina vuosina ja miten niiden määrän odotatte näkyvän korjaamolla?
2. Mitä haasteita tuo sähköistyvä autokanta korjaamon toimintaan?
3. Kuinka arvioit sähköautojen vaikutuksen korjaamon kannattavuuteen ja tuottavuuteen?
4. Miten vähentynyt huoltojen määrä tulee näkymään korjaamolla?
5. Mitä keinoja on taklata vähentyneestä varaosien (esim. öljy) myynnistä aiheutunut lovi korjaamon kassaan?
6. Miten arvioit sähköistyvän autokannan vaikutuksen asiakkaiden odotuksiin ja vaatimuksiin korjaamoa kohtaan (esim. latauspaikat)?
7. Minkälaisia erikoisvarusteita ja työkaluja sähköistyvän autokannan ylläpito vaatii korjaamolta?
8. Miten sähköautot vaikuttavat korjaamon henkilökunnan kouluttautumiseen?
9. Minkälainen tilanne on korjaamolla viiden, kymmenen ja kahden kymmenen vuoden kuluttua?

Luettelo S10-2019**SÄHKÖLAITTEISTOJEN TURVALLISUUTTA JA SÄHKÖTYÖ-
TURVALLISUUTTA KOSKEVAT STANDARDIT**

Päivitetty 23.1.2019, korvaa Tukes-ohjeen S10-2018

Säköturvallisuuslain (1135/2016) 33§ ja 84§ mukaan Turvallisuus- ja kemikaa-
liverasto julkaisee luettelon

niistä standardeista, joita noudattaen katsotaan lain vaatimusten täyttyvän säh-
kölaitteiston rakenteelle ja

säkötyöturvallisuudelle. Luettelo päivitetään tavallisesti kerran vuodessa.

Säkölaitteistot

SFS 6000 (2017)	Pienjännitesähköasennukset (Standardisarja, joka sisältää 39 kpl erillisiä standardeja)
SFS 6001 (2018)	Suurjännitesähköasennukset
SFS-EN 60079-14 (2015) + AC (2016)	Räjähdyksenvaaralliset tilat. Osa 14: Sähköasennusten suunnit- telu, laitevalinta ja asentaminen

SFS-käsikirja 604-2 (2017) Luku 3	Räjähdysvaaralliset tilat. Osa 2: Sähköasennukset, tarkastus ja huolto, Luku 3: Räjähdetilat
SFS-EN 50107-1 (2003)	Valomainokset ja valopurkausputkien asennukset yli 1 kV mutta alle 10 kV tyhjäkäyntijännitteellä. Osa 1: Yleiset vaatimukset
SFS-EN 50191 (2011)	Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö
SFS-EN IEC 62485-2 (2018)	Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Paikallisakut (Vastaa tekniseltä sisällöltään standardia SFS-EN 50272-2 (2001
SFS-EN 50119 (2010) +A1 (2013)	Railway applications. Fixed installations. Electric traction overhead contact lines
SFS-EN 50122-1 (2011) + A1 (2011) +	Railway applications. Fixed installations. Electrical safety, earthing and bonding. Part 1: Protective provisions against electric shock

A2 (2016) + A3 (2016) + A4 (2017)	
SFS-EN 50122-2 (2011)	Railway applications. Fixed installations. Electrical safety, earthing and the return circuit. Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems
SFS-EN 50124-1 (2017)	Railway applications. Insulation coordination. Part 1: Basic requirements. Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
SFS-EN 50341-1 (2014) + SFS-EN 50341-2-7 (2015)	Vaihtosähköilmajohtot yli 1 kV jännitteillä. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Yhteiset määrittelyt, Osa 2-7 Suomen kansalliset velvoittavat määrittelyt (Standardeja sovelletaan myös enintään 1 kV:n ilmajohtoihin osan 2-7 soveltamisalan mukaisesti)

Sähkötyöturvallisuus

SFS 6002 (2015) + A1 (2018)	Sähkötyöturvallisuus (Lisäys A1 2018 ei varsinaisesti muuta standardin asiasisältöä)
-----------------------------------	---

Standardin painoksen vaihtuminen

Lain (1135/2016) 33§:ssä on säädetty seuraavasti sähkölaitteistojen turvallisuusvaatimusten osalta:

"Standardin tai sen painoksen vaihtuessa sähköturvallisuusviranomainen päivittää standardiluettelon. Luettelon päivityshetkellä rakenteilla oleva sähkölaitteisto voidaan rakentaa valmiiksi ja ottaa käyttöön edellisen standardin mukaisena kolmen vuoden kuluessa päivityksestä"

Lain ns. perustelumuistiossa (HE 116/2016) on asiasta seuraava täydentävä selitys:

"Rakenteilla olevaksi sähkölaitteistoksi katsotaan tilanne, jossa konkreettinen rakentaminen on jo aloitettu tai sähkösuunnitelman perusteella on jo ryhdytty konkreettisiin toimenpiteisiin, kuten urakatarjouskierrokseen. Sen sijaan pelkkää sähkösuunnitelman olemassaoloa ei lasketa tällaiseksi, koska suunnitelmia voi olla hyvin vanhoja ja hyvin eritasoisia varalle tehtyinä."

Luetteloitujen standardien suhde määräyksiin

Ohjeessa luetteloituja standardeja noudattamalla katsotaan sähköturvallisuuslain 1135/2016 31§ ja 82§ nojalla annettujen olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttyvän. Tämä koskee niitä standardeissa esitettyjä vaatimuksia, jotka kuuluvat sähköturvallisuuslain kyseisten pykälien soveltamisalaan. Luetteloituissa standardeissa saattaa olla myös yksittäisiä vaatimuksia, jotka eivät liity näihin lain kohtiin tai jotka liittyvät jonkin toisen lain soveltamisalan määräyksiin.

Luettelon muutokset Tukes-ohjeeseen S10-2018 nähden

Luetteloon on lisätty seuraavat standardien uudet painokset tai muutokset:

- SFS 6001 (2018) Suurjännitesähköasennukset
- SFS-EN 50122-1 A2 (2016), A3 (2016), A4 (2017) Railway applications...
- SFS-EN 50124-1 (2017) Railway applications...

Lisäksi luetteloon on lisätty standardi SFS-EN IEC 62485-2 (2018) sekä muutos SFS 6002 A1 (2018), jotka eivät varsinaisesti muuta edeltäjiensä asiasisältöä.

Sähköpostikeskustelu Tukes

Otsikko:

Sähkö- ja hybridauton korjaamiseen vaadittavan "tarvittava ajoneuvomallia koskeva koulutus" määrittäminen.

Viesti:

Hei,

Kuinka määritellään standardissa SFS 6002, liitteessä U, kohdassa 3, mainittava "tarvittava ajoneuvomallia koskeva koulutus" sähkö- ja hybridautoja korjattaessa? Kuinka kattavasti asentaja tulee kouluttaa saman merkin eri automalleille? Entä koulutusvaade eri merkkeihin, jos halutaan korjata useaa merkkiä?

Koko kysymyskokonaisuus koskee siis monimerkkikorjaamoa. Merkkiliikkeessä olisi tietenkin helppoa kouluttaa asentajat merkin omilla materiaaleilla ja käydä koulutuksissa läpi jokainen automalli erikseen ja näin täytyisi standardin ehto. Mutta minkälainen on tilanne vapaassa monimerkkiliikkeessä, jossa tulee käymään kaikkia eri automerkkejä ja niiden kaikkia eri sähkö- tai hybridimalleja?

Katsotaanko esimerkiksi jonkin koulutuksia järjestävän tahon (ei automerkin tai maahantuojaan oma koulutus) koulutukset riittäviksi, jos niissä käsitellään usean merkin autoja niin, että eri automallien eroavaisuudet kriittisissä asioissa käsitellään, mutta ei käsitellä jokaista automallia erikseen?

Teen opinnäytetyötä sähkö- ja hybridautojen korjaamisen aloittamisesta monimerkkikorjaamolla ja kysymys on erittäin suuresti esillä työssä, eikä kysymykseen ole löytynyt täysin yksiselitteistä vastausta lähteistä.

Kiitän vastauksistanne etukäteen.

Vastaan mielelläni kysymyksiin, jos vaikka kysymyksissäni esiintyy tarkennettavaa.

Vastaus:

Hei

Standardin kohta edellyttää merkki- ja mallikohtaista perehtymistä tai perehdyttämistä. Koulutuksia järjestävää tahoa ei ole sidottu maahantuojaan tai merkki-liikkeeseen vaan kouluttajana voi toimia muukin taho. Esimerkiksi alan, asiantunteva oppilaitos.

Toiminnanharjoittaja on kuitenkin viime kädessä vastuussa toiminnan turvallisuudesta esimerkiksi siten, että töiden tekemisen aikana ei aiheudu sähköiskun vaaraa työntekijöille ja tulipalon vaara on minimoitu yms.

Terveisin

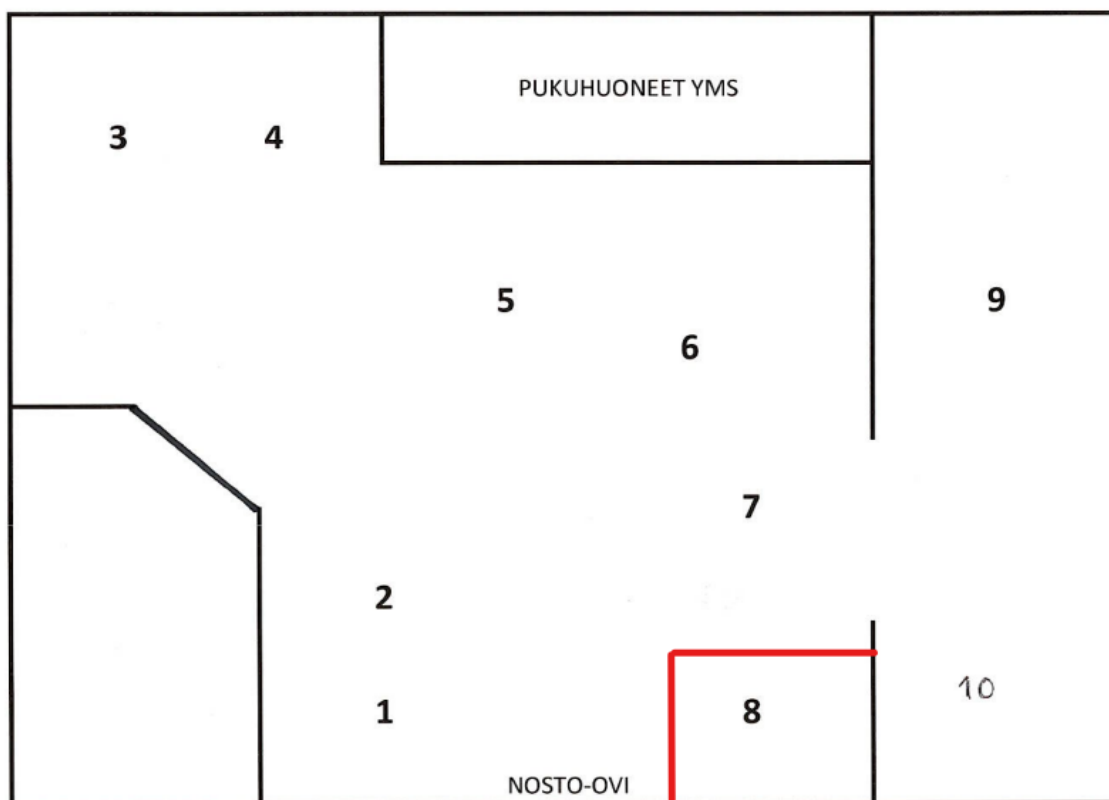
Juha-Pekka Törmälä

Ylitarkastaja, Sähkölaitteistot

Korjaamon pohjapiirros nosturipaikoin. Tehtaankadun Autohuolto Oy.

NOSTURIT

Tehtaankadun Autohuolto Oy



NOSTURIT ON NUMEROITU POHJAKUVAAN
TIEDOT NOSTUREISTA LÖYTYY MAPISTA NUMEROITTAIN