



Korkeajänniteautojen korjaustoiminnan käynnistäminen

Erkka Javanainen

Opinnäytetyö
Helmikuu 2015
Kone- ja tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio

ERKKA JAVANAINEN:
Korkeajänniteautojen korjaustoiminnan käynnistäminen

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Helmikuu 2015

Tämän opinnäytetyön tehtävänä on selvittää, mitä sähköautojen korjaustoiminnan käynnistäminen vaatii RS Huolto Oy:ltä ja minkälaisia haasteita ja vaikutuksia sillä on tälle korjaamolle, joka jo ennestään harjoittaa tavanomaista korjaustoimintaa.

Sähköautojen korjaaminen on varsin uutta autoalalla ja ohjeistukset vaihtelevat autonvalmistajasta toiseen ja lainsäädännön osalta. Siksi oli tarpeen kerätä riittävästi tietoa toiminnan pohjaksi. Tietoa hankittiin useasta eri lähteestä, muun muassa haastatteleamalla autoalan asiantuntijoita ja mekaniikoita. Selvitettäviä asioita olivat henkilökunnan ja mekaanikoiden tarvitsema koulutus, investointien tarve ja toiminnan lainsäädännölliset vaatimukset. Huomio kiinnitettiin myös korkeajänniteajoneuvojen tekniikkaan ja työturvallisuuteen.

Työn tuloksena syntyi joukko ehdotuksia koskien henkilöstön koulutusta, tarvittavia investointeja ja valmistelujen etenemisaikataulua. Tätä opinnäytetyötä voidaan käyttää jatkossa työkaluna korjaamon kehittämisessä ja työturvallisuusasioiden huomioon ottamisessa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Machinery and equipment automation

ERKKA JAVANAINEN:
High voltage vehicles.

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 2 pages
February 2015

This thesis focuses on requirements related to opening a service business for electric cars at RS Huolto Oy, whilst it as well conducts a study on how the use of electricity as a power source for vehicles can challenge a traditional workshop. As service business of electric cars is fairly new for the automotive industry, guidelines set by the manufacturers and the current legislation might still have some inconsistencies. The aim of this thesis is to prepare for commencing service business of electric cars determining in the process, what are the necessary investments for a company currently offering normal service functions, RS Huolto Oy.

Data acquisition was carried out in a number of different ways, including interviews with automotive industry experts and mechanics. Clarified topics were the necessary training of staff and mechanics, as well as regulatory requirements with attention paid to high voltage vehicle technology and health and safety. These new technologies have implications for the mechanics performing the work and for the way the entire workshop tasks are conducted.

As a result of this thesis, decisions have been made regarding the training of personnel, necessary investments and the schedule for the preparations. This thesis can be used as a tool in the future development of the workshop, and in how health and safety issues can be taken into account.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	AMMATTIKOULUTUS	8
3	LAINSÄÄDÄNTÖ.....	11
	3.1. Lyhyesti.....	11
	3.2. Koulutukset	11
	3.3. Sähköautopätevyys 3	12
	3.4. AKL-Sertifiointi Oy.....	14
	3.5. Pätevyysvaatimukset.....	14
	3.6. Ajoneuvokorjaamot.....	14
	3.6.1 Ammattihenkilö.....	15
	3.6.2 Maallikko	15
	3.6.3 Opastettu henkilö	15
	3.6.4 Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja	16
	3.6.5 Sähkötöiden johtaja.....	16
4	HAASTATTELUT	18
	4.1. Vesa Linja-aho	18
5	SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS	20
	5.1. Akku.....	21
	5.2. Suojavarusteet	22
	5.3. Työalue	23
	5.4. Kielto- ja varoituskilvet	24
	5.5. Erotuskytkin.....	26
	5.6. Matalajänniteakku.....	26
	5.7. Valvontapiiri	27
6	ENSIAPUKOLUTUS EA1	28
	6.1. Toimenpiteet tapaturman sattuessa	29
	6.2. Työsuojelu.....	32
7	HUOLTO JA VARAOSAT	33
	7.1. Sähköauto.....	33
	7.2. Hybridiauto	33
	7.3. Jäähdytysjärjestelmä	34
	7.4. Ilmastointijärjestelmä.....	34
	7.5. Korkeajännitekaapelit	36
8	HYVÄT KÄYTÄNNÖT	37
	8.1. Auton sammuttaminen	37
	8.2. Auton yleistarkastus.....	37

8.3. Pakokaasumittaus.....	37
9 TYÖKALUT	38
10 INVESTOINNIT	41
10.1. Mittaustyökalut	41
10.2. Korjaamolaitteet.....	41
10.3. Hinnoittelu.....	42
10.4. Koulutuskustannukset	43
11 TULEVAISUUDEN HAASTEET	44
11.1. Myynti ja verotus	44
12 PÄÄTÖKSET	45
13 TYÖN POHDINTA.....	46
LÄHTEET	47
LIITTEET	48

LYHENTEET JA TERMIT

S3	Autoalan rajattu sähköyöpätevyys 3
SFS6002	Sähkötyöturvallisuus standardi
POE	Polyoliesteri
PAG	Polyalkyleeniglykoli
EA1	Ensiavun peruskurssi
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
AKL	Autoalan Keskusliitto ry
KTM	Kauppa- ja teollisuusministeriö
Korkeajänniteauto	Hybridiauto, täyssähköauto tai pistokehybridiauto
OBD	On Board Diagnostic

1 JOHDANTO

Tällä hetkellä ajoneuvojen liikuttamiseen käytetään pääsääntöisesti fossiilisia polttoaineita, mutta ehtyvien luonnonvarojen ja ilman saastumisen kannalta pitää etsiä vaihtoehtoisia energialähteitä. Tuuli-, vesi- ja aurinkovoimaa ei voi suoraan hyödyntää ajoneuvon energiana. Näillä energiamuodoilla tuotettu sähkö taas sopii erinomaisesti ajoneuvojen liikuttamiseen. Laaja sähköverkko voi mahdollistaa sähköautojen lataamisen jopa jokaisen kotiseinästä. Nykyiset sähköä tehokkaasti hyödyntävät ajoneuvot ovat hybridi- tai täyssähköautoja. Suurin osa tällä hetkellä täysin tai osittain sähköllä liikkuvista ajoneuvoista on hybridejä, joissa on sähkömoottori polttomoottorin rinnalla. Hybridissä sähkömoottori avustaa liikkeelle lähdöissä ja sillä voidaan ajaa kaupunkiliikenteessä pelkällä sähköenergialla. Tällainen rakenne lisää auton toimintasädetä, eikä vaadi suurta akustoa. Täyssähköauto liikkuu pelkästään sähkömoottorien voimalla ja se vaatii suuren akuston, jotta toimintasäde olisi riittävä päivittäiseen liikkumiseen. Sähköllä toimivien autojen korjaaminen vaatii korjaamoilta ja henkilökunnalta uudenlaista toimintatapaa ja lisäkoulutusta. Sähkötyöturvallisuus korkeajännitteisen auton korjaamiseen edellyttää suurta huolellisuutta ja ammattitaitoa.

Kiitän kaikkia henkilöitä, jotka ovat osallistuneet haastatteluihin ja vaikuttaneet opinäytetyöhön asiantuntemuksellaan. Heidän mielipiteillään ja tarjoamallaan materiaalilla on ollut suuri merkitys tässä työssä.

Työssä on käytetty lähteinä myös Esa Koskelan muistiinpanoja Työtehoseura TTS:n sähkötyöturvallisuus-koulutuksesta ja omia muistiinpanoja vastaavasta koulutuksesta HVM Systems:in järjestämänä.

2 AMMATTIKOULUTUS

2.1. Autoalan kehitys

Sähköala.fi-sivustolta on luettavissa Toyotan ammattioppilaitoksen rehtorin Tuomas Martansaaren haastattelu vuodelta 2009. Alle on poimittu osia haastattelusta nykytilanteen pohdintaa silmällä pitäen.

Sähkötekniikkaa kaikille asentajille 6.8.2009

Hybridiautojen huolto ja korjaus tuo oman mielenkiintoisen lisän automekaanikkojen työhön ja koulutukseen.

Toyotan Ammattioppilaitoksen rehtorin Tuomas Martansaaren mukaan sähkömoottoreiden ilmestyminen autojen konepeltien alle on tuonut autoasentajien koulutukseen mielenkiintoisen lisäpuolen, mutta itse työn sisältöön tämä ei ole ainakaan vielä olennaisesti vaikuttanut. (Teksti Mikko Arvinen. 6.8.2009. sähköala.fi)

– Jos hybridiautojen korkeajännitepuolelle tulee vikoja, saamme me korjata ainoastaan mekaanisia vikoja, mutta emme saa koskea esimerkiksi ajomoottoriin. Jännitteen lisäksi se on erittäin tarkkaan tasapainotettu, sehän pyörii noin 6 000 kierrosta minuutissa, Martansaari kertoo. (Teksti Mikko Arvinen. 6.8.2009. sähköala.fi)

Ladattavat hybridit tulevat ennen sähköautoja. Toyota ja Lexus ovat esitelleet viime vuosina koko joukon sähkö- ja polttomoottorin yhdistäviä hybridimalleja, ja myös näiden ladattavia versioita odotetaan lähitulevaisuudessa markkinoille. Hybridiautot ovat yleistymässä suhteellisen nopeasti myös Suomessa. (Teksti Mikko Arvinen. 6.8.2009. sähköala.fi)

Sähköiset vianmääritykset ja työkalut

Autojen elektroniikan kehitys on johtanut sähköjohtojen ja ohjainlaitteiden valtavaan lisääntymiseen. Elektroniikka mahdollistaa tarkemman moottorinohjauksen ja päästöjen hallinnan. Korielektroniikka puolestaan pystyy vastaamaan asiakkaiden yhä lisääntyvään mukavuuden haluun. Avaimeton lukitus- ja käynnistysjärjestelmä, automaattinen kaksialue-ilmastointi, mukautuvat ajovalot ja automaattipysäköinti ovat vain pieni osa nykyisestä tekniikasta. Jokaisen valmistuvan asentajan on osattava sähkötekniikan li-

säksi yhä enemmän elektroniikan ja ohjelmoinnin perusteita. Automallikohtainen sähkötekniikka opitaan työssä ja valmistajan koulutuksista.

Testilaitte on tärkeä työkalu asentajalle. Testilaitte on ainoa tapa tutkia auton elektronisia järjestelmiä ja ajonaikaista informaatiota ohjainlaitteista. Testilaitteisiin voidaan nykyään kytkeä erillinen oskilloskooppi-mittarasia. Yleismittarilla voidaan mitata enimmäkseen jännitesyöttöjä, mutta oskilloskooppi helpottaa elektronisten laitteiden ja väyläjohdojen mittaamista.

Korkeajänniteautojen kasvavat markkinat asettavat autoalan uuden haasteen eteen. Kaikkien alalla toimijoiden on omaksuttava uusi korkeajännitteinen sähkötekniikka. Korkeajännitetekniikka lisää vastuukysymyksiä ja riskejä. Ammattikouluissa ollaan tulevaisuudessa entistä enemmän tekemisissä sähkötekniikan kanssa.

Sähköpostitse haastateltu Tampereen ammattikoulun (TREDU) autotekniikan opettaja Tapio Hanhilampi kertoo SFS6002-koulutuksen sisältyvän uuteen opetussuunnitelmaan. Ensimmäiset tätä koulutusta saavat oppilaat aloittavat syksyllä 2015. Koulutus ja siihen liittyvä koe tullaan järjestämään paikallisesti ja siihen valikoituu muutama opettaja. Osaaminen tullaan varmistamaan myös käytännön tehtävillä. On tärkeätä varmistaa asian ymmärtäminen käytännössä, koska ollaan tekemisissä korkeajännitteen kanssa.

TREDU:lla on opetuskäytössä Toyota Prius ja sillä on hyvä harjoitella myös asentajan perustöitä. Opiskelijoille näytetään, kuinka auto tehdään jännitteettömäksi ja kuinka tämä on todettavissa mittaamalla. Kun opettajilta löytyy riittävästi osaamista, otetaan myös korkeajännitetyöt mukaan opetukseen. Ammatillisessa peruskoulutuksessa auton jännitteettömäksi tekeminen ja varmistaminen mittaamalla on jo kova tavoite, sillä perusteet on ymmärrettävä ensin.

TREDU:ssa on pohdittu käytännön ongelmia sähkötyöturvallisuuteen liittyen. Kysymyksiä ovat herättäneet seuraavat asiat. Pidetäänkö korkeajänniteauto jossain määrättyssä tilassa, jossa on tarpeelliset välineet, lippusiimat, kyltit, kumihanskat, mittarit jne.? Opettaako kurssia vain yksi aiheeseen syvällisesti perehtynyt opettaja? Korkeajännitteitä ei asiakastyönä tehdä vielä vuosiin ammattikouluissa, joten ainut keino on harjoitella koulun autoilla. Tulevaisuudessa pitää pohtia laajennetaanko aiheen opetusta am-

mattikoulussa vai sisältyykö se ammattitutkinto ja erikoisammattitutkintokoulutuksiin. Sähkötyöturvallisuusasiat ovat Hanhilammin mukaan hyvin hoidettu ja asian parissa toimivat henkilöt ovat korostetun varovaisia ollessaan tekemisissä korkeajänniteautojen kanssa.

Uudessa ammattikorkeakoulun opintosuunnitelmassa on jo SFS 6002 - sähkötyöturvallisuuskoulutus, mikä on hyvä asia. Ammattikoulututkintoon ei voi ihan mahdottomia mahduttaa, mutta koska hybridi- ja sähköajoneuvojen määrä kasvaa koko ajan, on tekniikan kehitys syytä huomioida tutkinnon sisällössä. (Vesa Linja-aho)

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

3.1. Lyhyesti

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksistä korjaamalla korjattavien sähköajoneuvojen osalta voi lukea Autoalan Keskusjärjestö ry:n (AKL) internet sivulta.

Korjaamoiden, joissa korjataan tai huolletaan käyttöjännitteeltään yli 50 voltin vaihtojännitteisiä tai 120 voltin tasajännitteisiä sähköajoneuvoja, on tehtävä Tukes:lle ilmoitus korjaustoiminnan aloittamisesta (KTMp sähköalan töistä 5.7.1996/516_26§). Korjaustoiminnan harjoittajan on ilmoituksessa nimettävä sähkötöiden johtaja, jolla on riittävä kelpoisuus. (www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002)

Kaikilla henkilöillä, jotka huoltavat tai korjaavat hybridi- ja sähköajoneuvoja, (myöhemmin korkeajänniteautot) tulee olla SFS 6002-standardin mukainen koulutus ja pätevyys. Koko henkilöstö pitää perehdyttää sähkön vaaroihin ja onnettomuustilanteisiin, jos he ovat tekemisissä korkeajänniteautojen kanssa. (www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002)

3.2. Koulutukset

SFS6002-standardi on sähkötyöturvallisuusstandardi. Standardin mukaan kaikille sähkötöitä tekeville on annettava yleinen sähkötyöturvallisuus koulutus, joka sisältää keskeiset säädökset, sähkötyöturvallisuusstandardin sisällön, sähkön aiheuttamat vaarat ja sähköstä aiheutuneet tapaturmat. Koulutuksessa pitää ottaa huomioon myös koulutettavien työtehtävät.

Autoala on neuvotellut Tukesin kanssa korkeajänniteautojen turvallisuusasioista ja ne ovat tarkentaneet alaan liittyviä turvallisuusasioita. Neuvotteluissa on päädytty suositukseen SFS6002-kokeen suorittamisesta, jota hallinnoi AKL-Sertifiointi Oy. Kokeen suorituksesta myönnetään todistus. Työnantaja huolehtii koulutuksen järjestämisestä tarvittaville korkeajännitteen kanssa työskenteleville henkilöille.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto on hyväksynyt AKL-Sertifiointi Oy:n hallinnoimaan hybridi- ja sähköajoneuvoihin rajoitetun S3:n sekä SFS 6002 -standardin mukaisia tutkintoja. Koulutuksen järjestäjät (esim. maahantuojat ja oppilaitokset) hakevat AKL-

Sertifiointi Oy:ltä erillisellä hakemuksella oikeutta tutkinnon järjestämiseen. (www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002)

Yleisesti voidaan todeta, että maahantuojien antamat sähköturvallisuuteen liittyvät koulutukset ovat pääsääntöisesti riittäviä autoalan S3:n pohjatiedoiksi. Osaaminen tullaan varmistamaan loppukokeella, jota kutsutaan sähköturvallisuustutkinnoksi. Koulutuksen lisäksi sähkötöiden johtajalta edellytetään riittävää kokemusta alan töistä. Riittävä työkokemuksen pituus vaihtelee pohjakoulutuksesta riippuen vuodesta kahteen vuoteen. Lopullinen sähköpätevyystodistus myönnetään sähköturvallisuustutkinnon ja työkokemuksen jälkeen. (www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002)

Autoala on laatinut oman suosituksen koulutukselle, jossa käsitellään tärkeimmät alan määräykset ja olennaisimmat sähkötekniikan perusasiat. Koulutus toimii valmennuksena autoalan S3-tutkintoon. Itse tutkinto on kaikille avoin ja siihen voi osallistua ilman koulutusta, mutta autoala suosittelee koulutukseen osallistumista ja tietojen päivittämistä. (www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002)

3.3. Sähköautopätevyys 3

Sähköautopätevyys 3 -todistus haetaan Seti Oy:ltä. Todistuksen myöntämiseen vaaditaan SFS6002-koulutuksen ja sähköautopätevyys 3 -koulutuksen lisäksi todistettu riittävä ammattitaito. Hakemuksessa pitää todistaa työkokemus autosähkötöistä ja soveltuvasta koulutuksesta. Kiinteistösähköalan tutkinnot eivät kelpaa sähköautopätevyys 3:n myöntämiseen.

Seti Oy myöntää sähkö- ja hybridi ajoneuvoihin rajoitetun S3-pätevyystodistuksen henkilölle, joka täyttää seuraavat kriteerit: henkilö on suorittanut koulutuksen, jossa käsitellään autoalan sähköturvallisuustutkinnossa vaadittava asiasisältö, ja todistusta hakeva henkilö on suorittanut hyväksytysti autoalan rajoitetun S3-sähköturvallisuustutkinnon, ja henkilöllä on riittävä ammattitaito sähkö- ja hybridi autojen korjaus- ja huoltotöihin. (Seti Oy, sähköautopätevyys 3)

Autosähkötöistä pitää olla vähintään kahden vuoden kokemus. Ammattitaito muodostuu joko soveltuvasta autosähköalan koulutuksesta ja vuoden pituisesta työkokemuksesta tai kahden vuoden pituisesta työkokemuksesta autosähkötöistä. (Seti Oy, sähköautopätevyys 3)

Rajoitetun S3 koulutuksen suositellaan sisältävän seuraavat asiat:

- Sähkötyöturvallisuuden keskeiset säädökset
- Sähkötekniikan perusteet
- Sähkön vaarat ja tapaturmat
- Suojausmenetelmät
- Sähköturvallisuuden organisointi
- Työskentelykäytännöt
- Käyttötoimenpiteet ja toiminnan tarkastukset
- Sallitut sähköasennukset
- Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen rakenne
- Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen kolariturvallisuus
- Työskentelyturvallisuus

(Seti Oy, sähköautopätevyys 3)

Edellä vaadittavaksi soveltuvaksi koulutukseksi hyväksytään seuraavat koulutukset/tutkinnot:

- autoalan perustutkinto (suuntautumisvaihtoehto: autosähkö)
- henkilöautomekaanikon ammattitutkinto, autosähkö
- raskaskalustomekaanikon ammattitutkinto, autosähkö
- autosähkömekaanikon ammattitutkinto
- automekaanikon erikoisammattitutkinto
- opisto- tai korkeakouluasteen tutkinto autoalalta

(Seti Oy, sähköautopätevyys 3)

Autoalalla työkokemukseksi hyväksytään 12V- tai 24V- sähköjärjestelmien työt, koska alalla ei ole ollut korkeajännitejärjestelmiä. Kun korkeajännitetyöt tulevaisuudessa lisääntyvät voidaan hakijalta edellyttää työkokemusta sähköautoista Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen (516/1996) 18 §:ssä mukaisesti.

3.4. AKL-Sertifiointi Oy

AKL-Sertifiointi Oy:n tehtäviin kuuluu:

- sopimusten laatiminen koulutuksen järjestäjien ja kokeen järjestäjien kanssa, sekä sopimuskopioiden toimittaminen Tukesille,
- tutkintojen puolueettomuuden toteutumisen ja koekysymyksien valvonta,
- tutkintokokeiden kysymyspankin palvelimen hallinnointi,
- oppimateriaali- ja tutkintomaksuhintojen määrittely ja niiden voimassaoloajan tiedottaminen
- tutkintomaksuista, oppimateriaalimaksuista ja palveluiden tuottajamaksuista vastaaminen.

3.5. Pätevyysvaatimukset

Sähkökäyttöisten autojen huolto- ja korjaustoiminnan pätevyysvaatimukset.

Taulukossa 1. on määritelty sähkötyöturvallisuusasiat, jotka pitää huomioida myynti-, huolto- ja korjaamotoiminnassa hybridi- ja sähköajoneuvojen yleistyessä.

TAULUKKO 1, Sähköturvallisuusasiat.

Tukesille tulee tehdä ilmoitus hybridi- ja sähköajoneuvojen huolto- tai korjaustoiminnasta.
Hybridi- ja sähköajoneuvoja huoltavissa tai korjaavissa yrityksissä tulee olla henkilö, jolla on sähkötyöturvallisuuden rajoitettu S3 –pätevyys.
Kaikilla hybridi- ja sähköajoneuvoja huoltavilla ja korjaavilla henkilöillä tulee olla SFS 6002 –standardin mukainen pätevyys.
Muu henkilöstö tulee perehdyttää sähkön vaaroihin ja onnettomuustilanteisiin.

3.6. Ajoneuvokorjaamot

Hybridi- ja sähköajoneuvoja huoltavissa/korjaavissa korjaamoissa tulee olla oheisen taulukon mukaisesti vähintään sähkötöiden johtaja ja työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja. Sähkötöiden johtajan tehtävänä on huolehtia siitä, että korjaamoissa noudatetaan sähköturvallisuuslakia. Korjaamoita koskevia vaatimuksia sovelletaan myös sähkötöissä ajoneuvoja purettaessa. Kriittisin vaihe on akkujen napojen irrottaminen ennen

akkupaketin irrottamista autosta. Tämän jälkeen auton purkaminen loppuun ei ole enää ns. sähkötyötä eikä vaadi pätevyyttä. Hybridi- ja sähköautoja käsiteltäessä suositellaan otettavan yhteyttä ko. merkin maahantuojan tekniseen neuvontaan turvallisen työtavan varmistamiseksi. (www.akl.fi)

3.6.1 Ammattihenkilö

Ammattihenkilö voi tehdä korkeajännitetöitä. Ammattihenkilöllä on autoalan S3-pätevyys ja SFS6002-koulutus. Ammattihenkilö voi perehdyttää toisen mekaanikon tiettyä työtä varten esimerkiksi määräaikaishuoltotyöhön. S3 -rajoitettu pätevyys on voimassa ainoastaan korkeajänniteautojen parissa. Esimerkiksi henkilö, joka on suorittanut talojen korkeajännitetöitä koskevan tutkinnon, on maallikko.

3.6.2 Maallikko

Maallikoksi korjaamalla luetaan ne, jotka eivät ole saaneet sähköalankoulutusta, perehdytystä tai eivät ole muuten päteviä sähkötöihin. Asiakas on maallikko, joka saa tehdä autoon sen ohjekirjassa mainitut toimenpiteet.

3.6.3 Opastettu henkilö

Opastettu henkilö on mekaniikko, joka on saanut ammattihenkilöltä perehdytyksen suorittamaansa työtehtävään ja on suorittanut sähkötyöturvallisuuskoulutuksen hyväksytysti. Opastettu henkilö työskentelee korkeajänniteautojen parissa sähkötöiden johtajan ja työnaikaisen valvojan valvonnassa.

Tällainen henkilö on oikeutettu tekemään korkeajänniteauton normaaleja huoltotoimenpiteitä, kuten vuosihuollot, renkaanvaihdot ja sähkötyöt 12 voltin järjestelmässä. Opastetun henkilön tulee olla hyväksytysti koulutettu vähintään SFS6002-sähkötyöturvallisuus standardin mukaan, ja hänen on pitänyt suorittaa maahantuojan korkeajänniteautomallikurssi. Opastettu henkilö voi tehdä myös korkeajänniteosien vaihtotöitä ammattihenkilön ohjeistamana, esimerkiksi sähkökäyttöisen sisätilanlämmittimen vaihdon.

Kaikkien huoltotöitä suorittavien pitää olla koulutettuja maahantuojan ja kansallisen standardin mukaan. Opastettu henkilö voi tehdä normaaleja huoltotöitä. Kun tehdään töitä korkeajänniteosien parissa tai niiden läheisyydessä, pitää auto tehdä korkeasta jännitteestä jännitteettömäksi. Jännitteettömyys pitää tarkastaa ennen töiden aloittamista.

Jännitteettömäksi tekemisen ja palauttamisen takaisin jännitteelliseksi tekee ammattihenkilö. Korjaustyön voi suorittaa opastettu henkilö. Valmistajan ohjeita on noudatettava korjauksia tehdessä.

3.6.4 Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja

Jokaiseen korjaamon toimipisteeseen suositellaan vähintään yhtä työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaa, sähkötöiden johtajaa ja ammattihenkilöä. Sähkötöiden johtajan on oltava aina paikalla kun sähkötöitä tehdään. Valvojan tehtävässä voi toimia hallityönjohtaja tai muu korjaamolla paikalla oleva tehtävään nimetty henkilö. Työnaikaisen sähkötöiden valvoja tekee korkeajänniteisiin liittyvät työt itse tai valvoo työn suorittamista. Sama henkilö voi toimia jokaisessa edellä mainitussa tehtävässä ja valvoa omaa työtään. Työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja antaa luvan sähkötöiden aloittamiseen, keskeyttämiseen ja lopettamiseen.

3.6.5 Sähkötöiden johtaja

Sähkötöiden johtaja on ammattihenkilö jolle SETI Oy on myöntänyt pätevyyden. Sähkötöiden johtaja on nimettävä jokaiseen sähkötöitä sisältävään työmääräykseen ja hän on vastuussa sähkötöiden turvallisuudesta.

Sähkötöiden johtaja opastaa ja ohjeistaa mekaniikoita korjaamolla. Sähkötöiden johtaja vastaa laitteista ja henkilöstön koulutuksen voimassa olemisesta. Sähkötyönjohtaja varmistaa ja tarkastaa asiakkaalle luovutettavan auton kunnan.

Sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että

- 1) sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia (410/96) sekä sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä,*
- 2) sähkölaitteet ja -laitteistot ovat sähköturvallisuuslaissa sekä sen nojalla annetuissa säännöksissä ja määräyksissä edellytetyssä kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista sekä*
- 3) sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastetut tehtäviinsä.*

(KTMp 516/1996)

Korjaamon henkilöstön pätevyudet voidaan jakaa neljään osaan. (Taulukko 2.)

TAULUKKO 2. Henkilöstön pätevyudet.

	Nimike	Henkilöstöryhmä esim.
1.	Tavallinen työntekijä	Siivooja, varaosapäällikkö tai sihteeri.
2.	Opastettu työntekijä	Huoltoneuvoja tai asentaja, joka tekee korkeajänniteauton huoltotöitä.
3.	Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja	Koulutettu mekaanikko, joka vastaa myös opastetun henkilön työstä
4.	Sähkötöiden johtaja	Koulutettu mekaanikko, joka vastaa korjaamonsähkötyöturvallisuusasioista

Taulukossa 3. on listattu valmistajan ja kansalliset vaatimukset taulukon 2. ryhmille. Autonvalmistajalla on omat vaatimukset korkeajänniteauton parissa työskenteleville.

TAULUKKO 3. Valmistajan vaatimukset

1.	-----
2.	Perehdytys korjaus/huoltotyöhön
3.	Maahantuojaan koulutus
4.	Maahantuojaan koulutus

Taulukossa 4. on Suomen kansalliset vaatimukset kyseisille henkilöstöryhmille.

TAULUKKO 4. Kansalliset vaatimukset henkilöstölle.

1.	SFS6002, varaosamyymä tarvitsee tämän koulutuksen jos hän lisää lasinpesunestettä korjaamolla.
2.	SFS6002, ja perehdytys kyseiseen automalliin. Lähinnä sellaiset asiat mihin ei kosketa.
3.	SFS6002, perehdytys työhön, EA1 ja S3 pätevyys.
4.	SFS6002, perehdytys työhön, EA1 ja S3 pätevyys.

SFS 6002 on voimassa 5 vuotta samoin kuin autoalanrajoitettu S3 tutkinto.

4 HAASTATTELUT

4.1. Vesa Linja-aho

Vesa Linja-aho on autoelektroniikan lehtori Metropolia Ammattikorkeakoulussa. Hänellä on kokemusta korkeajänniteautotekniikasta, lain vaatimista asetuksista ja standardeista. Linja-aho pitää aiheesta myös nettisivustoa, jossa on linkkejä aiheeseen liittyvään materiaaliin ja sähköautotietoa sisältäviin internetsivuihin. Haastattelin Linja-ahoa 26.1.2015 Sähköpostitse SFS6002 -koulutuksen järjestämiseen liittyvistä asioista. Haastattelussa nousi esille seuraavat asiat:

Vaikka turvallisuus asiat pitää ottaa vakavasti ja laadukkaita alan koulutuksia on hyvin saatavilla, koulutuksesta syntyy kuitenkin yrityksille kuluja. Yritys voi kouluttaa sisäisesti SFS 6002 -koulutuksen sekä korkeajänniteauton huoltotehtävien perehdytyksen. SFS 6002 -standardin mukaisen sähkötyöturvallisuuskoulutuksen voi pitää kuka tahansa autosähköalan ammattihenkilö. Lakiin kirjattuja pätevyysvaatimuksia kouluttajalle ei ole, sillä koko koulutusvaatimus perustuu standardiin eikä lakiin.

Standardissa ei ole määritelty SFS6002 kouluttajan pätevyysvaatimuksia. Kuitenkin alalla ollaan KTMP 516 11 § -linjalla. Sähkötyötä tekevän on oltava mainittuihin töihin opastettu ja sen, joka antaa 1 momentissa tarkoitettun opastuksen, tulee täyttää 1 ja 2 momentissa mainitut pätevyysvaatimukset. Tällöin sähkötyöturvallisuuskoulutuksen katsotaan olevan osa edellä mainittua opastusta, joten sähkötyöturvallisuuskouluttajan on oltava autosähköalan ammattihenkilö.

Valmistajan tai maahantuojan erillistä mallikoulutusta ei vaadita, mutta tarvittavat ohjeet on oltava käytössä.

Lakiin perustuvassa KTMP 516:ssa sanotaan ainoastaan (työkokemus- ja tutkintovaatimusten lisäksi), että henkilön on oltava mainittuihin töihin opastettu. Eli varsinaista mallikoulutusta ei tarvita, jos henkilö on ammattihenkilö ja hänellä on käytössään ajoneuvomallikohtaiset huolto- ja korjausohjeet, koska KTMP 516:sta vaaditaan että:

- *Ennen kuin sähköalan työ tai muu työ sähkölaitteiston läheisyydessä aloitetaan, on selvitettävä luotettavasti sähkölaitteiston rakenne, arvioitava työhön liittyvät vaaratekijät ja ryhdyttävä sähkötyöturvallisuuden kannalta tarvittaviin toimenpiteisiin. (29 b §)*

- *Työssä sovellettavat voimassa olevat standardit ja ohjeet on pidettävä työntekijän käytettävissä. (29 § d)*

Eli mitään kurssilla istumista ei vaadita, mutta ohjeet on oltava käytössä.

(Vesa Linja-aho)

Pitäisikö autoalalle kehittää täysin oma sähkötyöpätevyyskoulutus, rajatun S3 -pätevyyden tilalle?

Tässä on puolensa ja puolensa: toisaalta nykykäytäntö toimii hyvin, toisaalta on selkeämpää, jos ajoneuvoalalla olisi omat määräyksensä mm. tutkinnossa vaadittavasta sisällöstä. Toisaalta monessa EU-maassa sähköautoja saa korjata ihan ilman mitään pätevyksiä ja homma toimii ihan hyvin (normaalin työturvallisuuslainsäädännön puitteissa). (Vesa Linja-aho)

5 SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS

Työturvallisuuteen liittyvien sähkötapaturmariskien arviointia varten, riskit täytyy jaotella ensin ammattilaisten ja maallikoiden tekemiin töihin. Ammattilaisillakin ilmenee piittaamattomuutta säännöistä normaaleissa työtehtävissä. Huolimattomuus johtuu usein kiireestä tai tietämättömyydestä. Toinen asentaja saattaa työskennellä saman korkeajänniteauton parissa, ja auto on voinut jäädä jännitteelliseksi, eikä jännitteettömyyttä ole tarkastettu ennen työn aloittamista. Maallikkojen tapaturmariskeihin kuuluu merkittävästi tietämättömyys järjestelmästä tai huolto-ohjeista. Maallikko sortuu helposti tee-se-itse -töihin, jolloin väärät kytkennät tai korkeajänniteosiin koskeminen jännitteellisenä on mahdollista.

Sähkötapaturmat voidaan ehkäistä tehokkaasti noudattamalla tarkasti ohjeita, koulutuksella ja asianmukaisilla työmenetelmillä. Tosin työkyky vaikuttaa suuresti riskeihin, edellisen illan alkoholin käyttö tai liiallinen valvominen ei paranna suorituskkyä seuraavana työpäivänä. Ammattilaisellekin tapahtuu virheitä myös normaalina työpäivänä.

Autosähkömekaanikko kohtaa joskus työssään maallikkoasentajan omia korjauksia. Niistä on vaikea tehdä vianmäärityksiä. Varsinkin jos kytkentöjä on muutettu vastoin tehtaan suunnittelua tai kytkentöjä on oikaistu. Korkeajännitemekaanikko saattaa joutua samanlaisen ongelman eteen, ja se voi aiheuttaa vakavan tapaturmariskin. Tällaiset asiat kannattaa ottaa vakavasti, varsinkin jos auton korjaus- ja huoltohistoria ei ole selvillä tai auto on tuontiauto.

Olosuhteet vaihtelevat Suomessa laidasta laitaan ja ne ovatkin oma riskinsä auton rakenteelle. Suola, vesi, pakkanen, erilaiset värinät tai vaikka kuoppaan ajaminen saattaa vaurioittaa auton korkeajänniteosia.

Lievä kolarointi tai ulosajo tieltä ei välttämättä aiheuta henkilövahinkoja, mutta voi olla autolle vakavaa. Erityisesti auton akku ja korkeajännitekaapelit altistuvat kolarissa raskuudelle.

Korkeajänniteakkua ei saa missään tapauksessa korjata itse tai edes korjaamolla. Korkeajännite akkua saa huoltaa, korjata tai vaihtaa vain siihen tehtävään koulutuksen ja jännitettyöluvan saanut henkilö.

Muita rakenteellisia riskejä liittyy korkeajänniteosien purkamiseen tai vaihtamiseen. Sähkömoottorin tai latausgeneraattorin vaihto vaatii korjausohjeiden noudattamista. Moottoreissa on voimakkaat kestopagneetit joiden kanssa pitää olla erityisen varovainen. Moottorin voimakas kestopagneetti saattaa myös rikkoa joitain herkkiä sähkölaitteita tai tuhota luottokortteja, joten osien säilytykseen pitää kiinnittää huomiota. Sähkömoottorin voi joutua purkamaan joidenkin korjauksien yhteydessä esim. hybridissä, joissa sähkömoottori on yhteydessä polttomoottoriin tai voimansiirtoon.

Akkuun liittyviä riskejä on kolaroinnista tai kolhusta johtuva oikosulku tai vuoto, johtaa helposti tulipaloon. Akun sisäinen resistanssi on hyvin pieni, jotta se luovuttaisi helposti suuren määrän virtaa. Akun oikosulussa, virta voi pienestä resistanssista johtuen siis nousta jopa tuhanteen ampeeriin.

Akkuvaurioitunut auto on sijoitettava ulos mahdollisimman kauaksi muista autoista ja rakennuksista. Hinausliikkeitä on informoitu käytännöstä, jotta autoa ei jätettäisi vaarallisesti säilytettäväksi korjaamon alueella. Kun on tehty päätös auton jännitteettömäksi tekemisestä, työlle nimetään sähkötyönjohtaja ja työnaikainen valvoja. Nämä merkitään työmääräykseen samoin kuin jännitteettömäksi tekeminen ja kytkentä. Jännitteettömäksi tekemisestä täytetään pöytäkirja ja sen liitteeksi mittauspöytäkirja. Mekaanikko voi vaihtaa kaikki korkeajännitekomponentit lukuun ottamatta korkeajänniteakkuja. Jos akku vaurioituu tai sen kapasiteetti on huono, auto tehdään tarvittaessa jännitteettömäksi. Akun saa vaihtaa vain pätevyudet omaava valmistajan edustaja, joka saapuu ulkomailta korjaamolle uuden akun kanssa ja palaa vanhan akun kanssa takaisin. (Timo Tuominen, Veho Autotalot Oy)

5.1. Akku

Metallihydridiakku on yleinen akkutyyppejä hybridiautoissa, ei pelkästään sen hinnan vuoksi, vaan koska NiMH -akku kestää useita latauskertoja, se kestää myös pakkasta, se ottaa ja luovuttaa helposti suuren virran ladattaessa ja kuormitettaessa.

Vaurioitunut akku voi vuotaa akkunesteet, elektrolyytin, akun ulkopuolelle. Elektrolyytti on hyytelömäistä ja erittäin emäksistä, sen pH-arvo on yli 13.

Koska emäksinen elektrolyytti syövyttää vakavasti, on sen roiskeet pestävä runsaalla vedellä välittömästi. Elektrolyytin neutralisoimiseen käytetään jauhemaista boori-happoa, jonka pH on arvoltaan alle neljän. Sitä on säilytettävä myrkyllisyyden vuoksi

asianmukaisesti. Sen lisäksi boorihappoa hävitettäessä, sitä on käsiteltävä ongelmajätteenä.

Litiumioni-akkua käytetään tällä hetkellä pääsääntöisesti täyssähköautoissa kuten Ford e-Focus ja uusimmissa plug-in hybrideissä suuremman akkukapasiteetin vuoksi. Tällaisissa autoissa vaadittava suurempi akkukapasiteetti johtaa akun painon nousuun ja Li-Ion-akku onkin huomattavasti kevyempi kuin NiMH akku.

Litiumioniakku ei kestä juurikaan ylilatausta. Muita Li-Ion-akun huonoja puolia on palamisherkyys. Oikosulun vaurioittama akku voi syttyä tuleen pitkänkin ajan kuluttua. Koska akku on koteloitu, niin yhden kennon syttyessä palo leviää helposti toisiin kennoihin. Akun sammuttaminen on vaikeaa ja syntyvät kaasut ovat hyvin myrkyllisiä.

Niin kauan kuin akun koteloitu on ehjä ja kolhuton, voidaan akkua käsitellä vaurioittomana. Jos kotelossa on edes pieniä painumia, vaaditaan huolellisuutta ja on syytä varautua esimerkiksi elektrolyyttivuotoon.

Ladattu akku on vaarallinen, koska varausta ei pystytä purkamaan. Akkua ei voi kytkeä pois päältä, kuten muita sähkölaitteita. Akun navat tulee suojata aina käsitellessä ja kuljetettaessa.

Koska akkua ei pysty tekemään jännitteettömäksi, akun korjaaminen on aina jännitetyötä. Jännitetyötä saa tehdä vain ammattihenkilö, jolla on erikoiskoulutus kyseiseen jännitetyöhön. Akkujen valmistajan tai valmistajan edustajan koulutus on paras vaihtoehto akkujen jännitetyökoulutukseksi. – (Vesa Linja-aho, luku 2, s 26, Sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus)

5.2. Suojavarusteet

Uusi korkeajännitetekniikka vaatii erityistä varovaisuutta. Korkean jännitteen lisäksi, akkujen elektrolyytin myrkyllisyys ja syövyttävyys asettaa uusia vaatimuksia.

Näitä vaaroja varten pitää olla oikeanlaiset turvavarusteet, työkalut ja henkilökohtaiset suojaimet. Korkeajännitteeltä suojaavien hansikkaiden on oltava ilmatiiviit ja ne on tarkastettava ennen käyttöä. Jokaisella korjaamalla saattaa olla sellaisia henkilöitä, jotka eivät ilmoita sattuneista yhteisten suojavälineiden vaurioista tai puutteista. Työturvalli-

suuslaissa on määrätty ilmoittamisvelvollisuudesta suojaimissa olevista vioista ja puutteista työnantajalle.

Työntekijän on viipymättä ilmoitettava työnantajalle ja työsuojeluvaltuutetulle työolosuhteissa tai työmenetelmissä, koneissa, muissa työvälineissä, henkilönsuojaimissa tai muissa laitteissa havaitsemistaan vioista ja puutteellisuuksista, jotka voivat aiheuttaa haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle. Työntekijän on kokeuksensa, työnantajalta saamansa opetuksen ja ohjauksen sekä ammattitaitonsa mukaisesti ja mahdollisuuksiensa mukaan poistettava havaitsemansa ilmeistä vaaraa aiheuttavat viat ja puutteellisuudet. Työntekijän on tehtävä edellä tarkoitettu ilmoitus myös siinä tapauksessa, että hän on poistanut tai korjannut kyseisen vian tai puutteellisuuden. (TTL 738/2002)

Suojavarusteet, jotka sisältävät muun muassa maskin suojaamaan mahdollisilta valokaa-riroiskeilta, tarkastetaan ennen käyttöä. Vaatetuksena käytetään mielellään pitkähihaista palosuojattua vaatetta, yleensä haalaria. Henkilökohtaiset 1000v eristävät pitkät eristehanskat, on suojattava säilytyksen aikana UV-säteilyltä ja testattava tiiveys joka käyttökerralla puhaltamalla ilmaa sisälle. Umpinaiset turvakengät estävät ja suojaavat happea ja emäroiskeilta. Akkuvaurioituneen auton käsittelyssä suositellaan käytettäväksi kumisaappaita ja sadevaatetusta, jopa kypärää suojaamaan päälakea.

Korkea lämpötila on vaarallista auton akustolle. Mahdollisten korikorjausten tai maalauksen yhteydessä lämpötila ei saa nousta liian korkeaksi. Litium akku on erityisen herkkä syttymään. Sitä varten on suunniteltava etukäteen, kuinka ajoneuvon saa nopeasti korjaamosta ulos ja millä toimenpiteillä. Autoa voidaan säilyttää siirrettävien alustojen päällä, jolloin liikuttelu korjaamossa on helpompaa. Ennakointi ja turvallinen toiminta on tärkeää lisävahinkojen välttämiseksi.

5.3. Työalue

Työskentelyalue on merkittävä siten, etteivät asiattomat henkilöt joudu kosketuksiin auton kanssa tai joudu varaan. Esimerkiksi siivoaja tai vartija saattaa liikkua korjaamolla iltaisin tai aamuisin, kun korjaamo on suljettu. Alue on merkittävä ymmärrettävästi, ja helpoimmin sen voi toteuttaa puomeilla ja narulla sekä asettamalla korkeajännitettä osoittavat vaarakyltit näkyvästi auton katolle. Mahdollisimman korkea lippusiima tai aita on hyvä ratkaisu, koska sen ylittäminen vaatisi harkintaa. Työkohteen merkitsemi-

seen suositellaan käytettäväksi yleisiä varoitusmerkkejä. Työalueella ei kannata säilyttää myöskään mitään yhteisiä työkaluja, joita muut käyttävät. Korjaamolla saattaa syntyä päivittäin tarvetta mennä merkitylle alueelle hakemaan esimerkiksi yhteisiä työkaluja, korjaamokirjallisuutta tai pelkästä uteliaisuudesta. Näin poiketaan helposti myös muista turvallisuusasioista. Tämän alueen suunnitteluun kannattaa käyttää aikaa ja järjestellä yhteiset tavarat uudelleen, jos muuta mahdollisuutta työpisteelle ei ole. Pääsy työalueelle on tarvittaessa estettävä ja työalue on lukittava.

Ford maahantuojalla suosittelee korjaamolle hankittavaksi kiinteän latausaseman. (Kuva 1) Latausaseman luonteva paikka on korkeajänniteautojen työalueella. Työalue on todennäköisesti myös muussa käytössä ennenkuin korkeajänniteautot yleistyvät jokapäiväiseksi työkohteeksi.



KUVA 1. Korjaamon sisäseinään on asennettu kiinteä latausasema sähköautoille.

(Mika Karjalainen)

Jos autojen pesupaikka on korjaamotiloissa, pitää pesualue ympäröidä soveltuvilla verhoilla. Kosteus tai roiskevesi ei saa päästä kosketuksiin sähköjärjestelmän tai latausaseman kanssa.

5.4. Kielto- ja varoituskilvet

Sähkötyöturvallisuuteen liittyvät kilvet perustuvat periaatteille, jotka on annettu valtioneuvoston päätöksessä työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä (976/1994). Päätöksessä on esitetty sähköiseen vaaraan liittyvänä varoitusmerkkinä kuvan mukainen

kulmanuoli, joka yleisesti varoittaa sähköiskun vaarasta kuva 1. Varoitusmerkkejä voidaan täydentää selventävällä tekstillä tilanteen mukaisesti. Eri tilanteissa on tarpeellista käyttää myös muita kilpiä, kuva 2 ja 3. Muut varoituskilvet eivät saa olla nykyisiin vaatimuksiin verrattuna harhaanjohtavia. (SFS 6002, s.40, liite V)



KUVA 1. Yleinen vaarallisesta jännitteestä varoittava kilpi (SFS 6002)



KUVA 2, Asiattomilta pääsyn kieltävä kilpi (SFS 6002)



KUVA 3, Ei saa koskea kieltokilpi (SFS 6002)

Työalueella on oltava riittävästi tilaa ja hyvä valaistus. Kaikki riskitekijät on otettava huomioon. Alueella ei saa olla kulkua estäviä tavaroita kaatumisvaaran vuoksi. Palavia materiaaleja ei saa säilyttää työalueella.

5.5. Erotuskytkin

Erotuskytkin erottaa korkeajänniteakun mekaanisesti auton muista järjestelmistä ja kosta. Erotuskytkimessä on erillinen valvontapiiri, joka valvoo, onko kytkin oikein paikoillaan. Kun erotuskytkin on irrotettu, se on hyvä lukita turvavyön solkeen tai laittaa lukittuun kaappiin. Silloin kukaan ei voi vahingossa kytkeä sitä takaisin.

Se, joka irrottaa erotuskytkimen, kiinnittää sen myös takaisin. Tätä pidetään hyvänä käytäntönä. On olemassa autoja, joissa on kaksi korkeajänniteakua ja silloin järjestelmässä on myös kaksi erotuskytkintä. Tästä voi aiheutua vaaratilanne, jos toinen kytkin unohdetaan irrottaa, vaikka tarkoituksena on työskennellä korkeajänniteosien parissa. Pelkästään erotuskytkimen irrotus ei riitä jännitteettömäksi tekemiseen.

5.6. Matalajänniteakku

Matalajänniteakku on perinteinen 12V –lyijyakku, joka ohjaa auton normaalia sähköjärjestelmää ja hybridissä moottorin ohjausta. 12V-jännitteellä ohjataan myös korkeajänniteakun kontaktoreita. Siksi akku on huoltoerottimen lisäksi kytkettävä irti jännitteettömäksi teossa. 12V -akun jännitetaso on tarkistettava, ennen kuin se kytketään irti. Näin voidaan varmistua, ettei akussa ole korkeajännitettä.

Asiakkaan tai asentajan näkökulmasta, korkeajännite vuoto 12V-akkuun voi vaikuttaa vialliselta akulta tai tyhjältä akulta. Siksi jännitemittaus on hyvä tehdä jännitekoettimella aina kun epäillään 12V-akun vikaa.

Jos 12V-akku on tyhjentynyt, on kiinnitettävä huomiota seuraaviin asioihin ennen apuvirran antamista. Onko akku vuotanut tai ulkoisesti vaurioitunut? Tiedetäänkö akun tyhjentymisen syy varmasti? Akun jännite on tarkastettava, jottei aiheudu lisävahinkoja ja vaurioita.

Myös 12V-akun irrotuksen jälkeen tehdään jännitemittaus. Mahdollisessa vikatapauksessa kontaktorit ovat saattaneet hitsautua kiinni, jolloin ne eivät avaudu ja korkeajännitepiiri ei katkeakaan.

5.7. Valvontapiiri

Valvontapiiri valvoo korkeajännite kaapeleiden, liittimien, suojakansien ja muiden irrottavien korkeajänniteosien kiinnitystä. Piiri toimii 12V-jännitteellä ja piirin katketessa akun kontaktorit avautuvat. Tällaiset johtimet voivat kulkea myös kaapeleiden sisällä ja niiden leikkautuessa esimerkiksi kolarissa, vaurioitunut piiri katkaisee korkean jännitteen.

6 ENSIAPUKOLUTUS EA1

Työnantajan on huolehdittava työntekijöiden ja muiden työpaikalla olevien henkilöiden ensiavun järjestämisestä työntekijöiden lukumäärän, työn luonteen ja työolosuhteiden edellyttämällä tavalla. Työn ja työolosuhteiden mukaisesti työntekijöille on annettava ohjeet toimenpiteistä, joihin tapaturman tai sairastumisen sattuessa on ensiavun saamiseksi ryhdyttävä. Työpaikalla tai sen välittömässä läheisyydessä, huomioon ottaen työpaikan laajuus ja sijainti, työntekijöiden lukumäärä sekä työn luonne ja muut työolosuhteet, on sopivissa ja selvästi merkityissä kohdissa oltava saatavilla riittävä määrä asianmukaisia ensiapuvälineitä. (TTL 738/2002)

Tämän lisäksi on erityisesti huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähkön aiheuttamien tapaturmien varalta. Tämän takia kaikille sähkötöihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille työnjohdon ja käytönjohdon henkilöt mukaan luettuna sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille on tarpeen antaa ensiapukoulutus, joka voidaan järjestää esim. seuraavasti:

- Suomen Punaisen Ristin hätäensiapukurssi, joka sovelletaan erityisesti sähkötapaturmien ensiapuun
- Suomen Punaisen Ristin järjestämä laajempi ensiapukurssi, esim. ensiavun peruskurssi EA1
- muu ensiapukoulutus, joka käsittää ainakin palovammoihin sekä ruhje- ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painantaelvytyksen opettamisen ja niitten käytännön harjoittamisen.

Ensiapuvalmiuksia on tarpeen pitää yllä jatkuvasti. Tämän takia elvytystoimenpiteitä on syytä harjoitella korkeintaan kolmen vuoden välein. (SFS6002, s.44)

EA1-kurssin kesto on 16 tuntia ja se järjestetään yleensä neljänä iltana tai viikonloppuisin. EA1-kurssin hinta SPR:n järjestämänä on 150 euroa. Kurssimaksusta on mahdollisuus saada ryhmälennusta. Koulutuksen järjestämisestä kannattaa kysyä myös työterveyshuollosta, sillä koulutuksen sisältö on sama järjestäjästä riippumatta.

Vaarallisia jännitteitä ovat yli 25V-vaihtojännite ja 60V-tasajännite. Maksimi kosketusjännitteet ovat 50V (AC) ja 150V(DC). Ihminen tuntee n. 5 mA:n virran ja vaaralliseksi luokitellaan yli 10 mA:n virta.

Vaihtosähkö aiheuttaa suuremman riskin, vaikka sen tehollinen arvo on pienempi. Matalataajuinen vaihtosähkö on vaarallista, koska lihakset häiriintyvät siitä aina. Vaihtosähkön aiheuttama kammiovärinä tappaa ilman asianmukaista hoitoa nopeasti. Tasasähkön elimistöön aiheuttama kemiallinen myrkytystila voi olla kuolettava useiden päivien kuluttuakin.

Sähkövirran aiheuttamat vammat ja seuraukset riippuvat kosketusjännitteestä, virrasta, virran vaikutusajasta, virran tyypistä, taajuudesta ja erityisesti virran kulkemasta reitistä.

Sähköalan kansainvälisen ja autoalan jännitetasojen nimitystavat eroavat toisistaan. Lähinnä nimi matalajännite (low voltage) voi sekoittua englannin kielellä kirjoitetuissa korjausohjeissa. TAULUKKO 5.

TAULUKKO 5. Low voltage jännitteet.

	Kansainvälinen		Autoala
Low voltage	AC 50-1000V	DC 120-1500V	AC/DC 12/24V

6.1. Toimenpiteet tapaturman sattuessa

Hätänumeroon soitetaan heti kun tapaturma havaitaan ja tehdään tilanearvio. Häätunmeropalvelijan ohjeita on kuunneltava ja puhelin suljetaan vasta kun on saatu lupa. Kun epäillään tapaturman johtuneen sähköstä, on tarkistettava ensin, ettei autettava ole jännitteisenä. Mikäli autettava on jännitteisenä, katkaistaan ensin sähköt tai irrotetaan loukkaantunut jollain sähköä johtamattomalla välineellä. Jos korjaamolla ei ole jännitteestä irrotuskoukkuja, kelpaa irrottamiseen puhdas laudankappale. Öljyistä tai jäähdystysnesteen kyllästämää laudankappaletta ei saa käyttää autettavan irrottamiseen. Tämän jälkeen on turvallista herätellä ja puhutella autettavaa. Jos henkilö ei herää tai ei hengitä, käännetään hänet selin elvytys asentoon ja tarkistetaan hengitys. Mikäli autettava ei ala hengittää, aloitetaan elvyttäminen. Elvytystä jatketaan kunnes ammattiapu saapuu paikalle tai elvytystä on jatkunut yli puolituntia.

Sokkivaikutus ilmenee sähkötapaturmassa, jossa virran voimakkuus ylittää 50 mA, mutta sen kestoaika on lyhyempi kuin sydänjakso. Sokin oireet kehittyvät nopeasti:

- huimaus
- jano
- nopea ja pienenä tuntuva syke
- kalpea ja kylmänhikinen iho. (Tukes, Sähkötapaturmien ensiapu)

Ilman ensiapua, sokki kehittyy vaikeammaksi ja saattaa johtaa jopa tajuttomuuteen. Sokin elimistölle tuomat haitalliset vaikutukset estetään oikealla ensiavulla:

- aseta autettava makuulle
- nosta jalat koholle
- sokkipotilas palelee - pidä hänet lämpimänä huovalla, takilla tai lämpöpeitteellä
- esiinny rauhallisesti
- huolehdi avun hälyttämisestä
- älä jätä sokissa olevaa yksin, ellei se ole välttämätöntä esimerkiksi avun hankkimiseksi. (Tukes, Sähkötapaturmien ensiapu)

Sähkötapaturmassa onnettomuuden uhri saa usein myös palovammoja. Iholla näkyvän pinnallisen palovamman lisäksi sähkö aiheuttaa elimistöön myös sisäisiä palovammoja, jotka voivat olla vaikeita, eivätkä ne ole silmin havaittavissa. Tavallisen, pinnallisen palovamman ensiapuna on jäähdyttäminen, mutta sähkötapaturmassa palovamma jää toiselle sijalle uhrin elintoimintojen turvaamisen jälkeen. Jos kyseessä on elvytys, palovammalle ei ensiavussa tehdä mitään. Silmien joutuessa alttiiksi voimakkaalle valokäärille voi seurauksena olla äkillinen häikäisy. Kosteaa kylmää kääre lievittää kipua. Tarvittaessa on hakeuduttava jatkohoitoon. (Tukes, Sähkötapaturmien ensiapu)

Työalueelle sijoitettava sähkötapaturmataulun (Kuva 4.) sisältö kannattaa kerrata ajoittain kuten muutkin ensiapuohjeet. Puhallus-painallus elvytystä pitäisi harjoitella useammin kuin kolmen vuoden välein.



KUVA 4. Sähkötaturman ensiaputaulu (Sähköinfo)

TUKES on tilastoinut sähkötöistä aiheutuneet tapaturmat ja niihin johtaneita syyt. Seuraavia taulukoita tarkastelemalla voidaan nähdä suurimpana syytä onnettomuuksiin oma huolimattomuus ja määräysten vastainen toiminta.

TAULUKKO 6. Sähkötöiden vaarat.

Sähkötöiden vaarat	
Osuus	Syy
11 %	Aikaisempi työvirhe
11 %	Yhteinen työvirhe
78 %	Oma työvirhe

Suurin vaara on syntynyt omasta työvirheestä, jotka on eritelty taulukossa 2.

TAULUKKO 7. Oman virheen syyt

Oman virheen syyt:	
Osuus	Syy
2 %	Työ on väärin suunniteltu
9 %	Osaamattomuus
9 %	Oletus jännitteettömyydestä
10 %	Kiire
70 %	Määräysten vastainen toiminta

70% omasta virheestä johtuvasta vaarasta on määräysten vastaisen toimintaa.

TAULUKKO 8. Määräysten vastainen toiminta.

Määräysten vastainen toiminta	
Osuus	Syy
8 %	Työskentely liian lähellä jännitteisiä osia
15 %	Muu
18 %	Työskentely jännitteisten osien kanssa
25 %	Jännitteettömyyden tarkastamattomuus
34 %	Jännitteisten osien suojaamattomuus

Jännitteettömyys on tarkistettava aina, olettaa ei saa. Keskeytyneen työn jatkamisessa-kin jännitteettömyys täytyy todeta uudelleen.

6.2. Työsuojelu

Ennen toiminnan aloittamista riskeihin liittyvät asiat ja korjaamon käytännön asiat käsitellään työsuojelutoimikunnassa. Korjaamoon liittyviä asioita ovat henkilöstön koulutus ja informointi, työpisteen järjestäminen, työkalujen tarve, yhteisten työkalujen järjestäminen ja muiden työpisteiden järjestäminen. Uusien työntekijöiden perehdyttämiseen pitää sisällyttää toimintaohjeet korkeajänniteautojen kanssa.

Työsuojelutoimikunnassa käsitellään myös vastuuasiat päivittäisessä työssä ja vahingon sattuessa. Keiden pitää olla aina paikalla korkeajänniteautoja korjattaessa, menettelytavat jännitteettömäksi kytkemisessä ja takaisin kytkennässä.

Työnantajan ja työntekijöiden on yhteistoiminnassa ylläpidettävä ja parannettava työturvallisuutta työpaikalla. Työnantajan on huolehdittava siitä, että työpaikan turvallisuuden vaikuttavia asioita käsitellään yhteistoiminnassa työntekijöiden kanssa. Työntekijöiden on noudatettava työnantajan antamia määräyksiä ja ohjeita sekä työn edellyttämää huolellisuutta ja varovaisuutta. Myös yhteisellä työpaikalla kunkin toimijan on huolehdittava siitä, että toiminta ei vaaranna työntekijöiden turvallisuutta. (TTL 738/2002)

7 HUOLTO JA VARAOSAT

7.1. Sähköauto

Sähköauton huollon osalta jää monta työvaihetta pois. Kaikki otto-moottoriin tai diesel-moottoriin liittyvät huoltotoimenpiteet ovat tarpeettomia kuten,

- moottorin öljynvaihto,
- öljynsuodatin,
- ilmansuodatin,
- polttoainesuodatin,
- hehkujen ja tulppien vaihto,
- hammashihnat ja vesipumppu.
- apulaitehina
- kytkin
- lataus ja starttimoottori vaihto.

Myös pakokaasujen käsittelyn komponentit, katalysaattorit, hiukkassuodattimet ja egr-venttiilin puuttuminen helpottaa mekaanikon vianetsintää.

Polttoainejärjestelmä puuttuu kokonaan, jolloin suuttimien huoltaminen, polttoaine suodattimien vaihto ja polttoainepumpun viat jäävät tulevaisuudessa pois mekaanikon päivistäisestä työstä. Tällä hetkellä mekaanikon perustyö, huoltojen lisäksi, liittyy juuri näihin pois jääviin komponentteihin.

Huollettavat kohteet sähköautossa ovat.

- Jarrunesteet
- Jäähdytinnesteet
- Ilmastointilaite
- 12V-akku
- Valot ja pesunesteet
- Alustan osat
- renkaat
- katsastuspalvelut

7.2. Hybridiauto

Hybridiautoissa on edelleen samoja huoltokohteita kuin tavallisessa autossa, mutta niitäkin vähemmän. Hybridin ilmastointikompressori toimii korkeaajännitteellä, eikä moot-

torissa ole erillistä vaihtovirtalaturia tai starttimoottoria. Vesipumppu on myös sähköinen jolloin apulaitehinnaa ei tarvita.

Jarrujen kitkapintojen kuluminen on vähäisempää, koska korkeajänniteautoissa hidastettaessa, liike-energia otetaan talteen lataamalla akkuja. Vähäinen mekaanisten jarrujen käyttö voi aiheuttaa niiden jumiutumista. Suomen oloissa huollossa kannattaa asiakkaalle tarjota jarrujen herkistystä lisätyönä kerran vuodessa.

Ohjaustehostin toimii nykyaikaisesti oikosulkusähkömoottorilla. Sähkötoiminen tehostin säästää muutaman prosentin polttoainetta, eikä sen käyttöä varten tarvita erikseen apulaitehinnaa.

Vaihteistoöljyt on suunniteltu kestämään koko ajoneuvon elinkaaren ajan.

7.3. Jäähdytysjärjestelmä

Focus Electricissä on kaksi nestejäähdytettyä akkua. Lämpötilan noustessa korkealle ilmastointijärjestelmää käytetään jäähdyttämään matkustamon lisäksi myös akkujen jäähdytyksen lämmönvaihdinta. Korkeassa lämpötilassa akunvalvontalaite ei pysty suorittamaan akkujen kennojen kompensointia. Kompensointi on välttämätöntä koska akku ei lataudu tasaisesti. Latauksessa syntyvät lämpöhäviöt ovat pienemmät jäähdytyksen toimiessa oikein ja tehokkaasti. Suuret lämpöhäviöt ja epätasaisesti latautunut akku lyhentävät auton toimintasädettä ja hyötysuhdetta.

Jäähdytysnestekierrossa on oma suodatin, joka vaihdetaan 10v/240000km välein tai jos korkeajänniteakku joudutaan vaihtamaan. Korkeajännite on kytkettävä pois tiettyjen jäähdytysjärjestelmään kuuluvien töiden yhteydessä, esim. vaihdettaessa matkustamon ptc-lämmitin, tehoelektroniikan vaihdon yhteydessä tai jäähdytysjärjestelmää huuhdellaessa. Ford Mondeo Hybridissä on kolme eri nestekiertoa ja sähkötoiminen vesipumppu, joka kierrättää nestettä myös pakosarjassa hukkalämmön talteenottoa varten.

7.4. Ilmastointijärjestelmä

Tavallisessa henkilöautossa ilmastointihuollon huoltoväliksi on vakiintunut 2-3vuoden käytäntö. Sähköautossa ilmastoinnin huoltoväli on 3 vuotta, mutta on arvioitava kannattaisiko ilmastointi tarkistaa tai huollattaa kerran vuodessa, jotta akkujen jäähdytys toimisi mahdollisimman tehokkaasti. Näin akku pysyy hyvässä kunnossa, sen kestoikä pitenee ja toimintasäde ei pienene ennenaikaisesti. Kompressoria joudutaan käyttämään suuremmalla teholla, jos kylmäainemäärä on vähentynyt. Tämä lyhentää auton toimintasädettä.

Sähkökäyttöisessä ilmastoinnissa käytetään öljynä POE-öljyä. Sitä ei saa sekoittaa tavallisen PAG-ilmastointiöljyn kanssa. POE-öljyä käytetään sen sähkönjohto ominaisuuksien vuoksi. Öljy on kosketuksissa kompressorin sähköisiin osiin ja se eristää mahdollisessa oikosulussa sähkövirran joutumisen koriin tai ilmastoinnin muihin osiin. Korjaamolle on hankittava oma ilmastointihuoltolaite sähköautoille, jotta sekaantumista ei aiheutuisi. Koska ilmastoinnin huoltoliittimet ovat samanlaiset kuin tavallisessa autossa, on suuri mahdollisuus käyttää erehdyksessä samaa huoltolaitetta tavalliseen ja korkeajännitekompressoriin. Väriainetta ei tarvitse lisätä ilmastointihuollossa, sillä se on lisätty jo tehtaalla järjestelmään. Väriainetta ei ole tarvetta lisätä myöskään korjauksien tai suurten vuotojen yhteydessä.

Edellinen ilmastoinnin huolto-ohje pätee myös hybridiautoissa. Hybridissä akkuja jäähdytetään ajonaikana matkustamosta otetulla ilmavirralla, jolloin paras jäähdytys saadaan oikein toimivalla ilmastointilaitteella.

Autosähkömekaanikko Mika Karjalainen Tampereen Vehosta kertoi puhelinhaastattelussa korkeajänniteautojen töiden olleen vähäistä. Fordilla on toistaiseksi vasta täysähköautoja myynnissä, mutta myytyjä autoja on vain muutamia. Ford esittelee pian hybridiversiot Mondeosta ja C-max tila-autosta. Nämä varmasti lisäävät kyseisten autojen läpimenoa korjaamalla, mutta määräaikaishuoltoihin kuuluu lähinnä valojen ja rengaspaineiden tarkastusta. Korjaamalla on korkeajänniteautoja varten latausasema, mutta työkaluja on vielä hankittava lisää. Investointeihin kuuluu ainakin erillinen ilmastointihuoltolaite. Fordin osalta vikatapauksia on ollut vain tyhjentyneissä 12V-matalajänniteakuissa. Fordin matalajänniteakku ei lataudu samanaikaisesti kun korkeajänniteakun latauspistoke on kiinni autossa. Tästä syystä matalajänniteakku on ladattava erikseen tai autolla on ajettava sen lataamiseksi. Useaan kertaan tyhjentyneet lyijyakku menettää nopeasti varauskykynsä.

7.5. Korkeajännitekaapelit

Ajoneuvon nostamisessa tai ajokelvottoman auton liikuttamisessa pitää kiinnittää huomiota nostokohtiin, jotta auton alla kulkevia korkeajännitekaapeleita ei puristeta tai vahingoiteta. Auton alla kulkevat kaapelit on tarkastettava huollossa mahdollisten vaurioiden varalta. Talvella kaapeleita rasittaa kylmyyden lisäksi kelin vuoksi muodostuneet tai aurauksen yhteydessä muodostuneet jääkokkareet. Jos korkeajännite kaapeleita vaihdetaan, pitää irrotetut kaapelit merkitä oranssilla teipillä kosketuksen välttämiseksi ja jotta kaikki tulee kiinnitettyä takaisin.

8 HYVÄT KÄYTÄNNÖT

8.1. Auton sammuttaminen

Sähköllä liikkuva auto jää helposti valmiustilaan. Valmiustilassa oleva auto saattaa käynnistyä tai lähteä liikkeelle itsestään. Korkeajännite ei katkea valmiustilassa ja aiheuttaa sähköiskuvaaran. Auton sammuminen on varmistettava valmistajan ohjeita noudattaen. Jos 12v akun varaustila laskee riittävästi, hybridi auto saattaa käynnistyä korjaamalla itsestään akun lataamista varten. Tästä syystä auton käynnistysavainta kannattaa huollon aikana pitää omassa työkalupakissa tai työkalutaulussa. Käynnistyminen esimerkiksi kesken öljynvaihdon tai jakohihnan vaihdon, aiheuttaa moottorivaurion.

Jos MIL-valo palaa, pitää syy selvittää ennen huollon aloittamista. Häiriövalo voi liittyä vikaan, joka estää korkeajännitteen poiskytketymisen, vaikka käynnistysavain olisi poistettu.

8.2. Auton yleistarkastus

Auton korin kunto on tarkastettava ennen huoltoa. Jos korkeajännitejohdot tai akkukotelo on vaurioitunut, on auto tehtävä jännitteettömäksi ennen tarkempaa tutkimusta. Vaurioitunutta autoa ei saa kytkeä lataukseen ennen tarkastusta.

Merkkikohtaisia työohjeita on noudatettava huollossa ja korjauksissa. Työohjeet on luettava ennen kyseisen työaloittamista. Jos ohjeita ei löydy, otetaan yhteys ammattihenkilöön tai työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan.

8.3. Pakokaasumittaus

Pakokaasumittaus koskee käytännössä hybridiajoneuvoja. Hybridiajoneuvojen päästömittaus perusteet on samat kuin normaalilla otto- tai dieselmoottori ajoneuvolla. Katsastuksessa päästöjen lisäksi tarkistetaan vikamuisti OBD- järjestelmästä. P-alkuinen vikakoodi aiheuttaa hylkäyksen katsastuksessa, vaikka se ei liity suoraan päästöihin. Katsastusasemalla käytettävällä vikamuistinlukijalla ei välttämättä pysty todentamaan obd järjestelmän ulkopuolelle kuuluvia valmistajan vikakoodeja. Päästöjenvalvonnan osajärjestelmätestien suorittamattomuus ei aiheuta katsastuksessa hylkäystä. Sen puuttuessa voidaan suorittaa lambda-testi. Sillä tarkastetaan seoksensäädön toiminta. Päästömittauksessa on noudatettava valmistajan ohjeita.

9 TYÖKALUT

Korkeajännitetyökalujen on pitää täyttää SFS-EN-60900 VDE 1000v standardin mukaiset vaatimukset. Tavallisten suojaamattomien työkalujen käyttö korkeajänniteosissa on hengenvaarallista. Jännitteen mittaamiseen ja eristysvastuksen mittaukseen ei kannata käyttää yleismittaria. Virhekytkennän mahdollisuus on suuri.

Jännitekoetin (kuva 5.) on turvallisempi koska sitä ei voi käyttää väärin kuten yleismittaria. Näin toimitaan myös normaalin sähköverkon mittauksissa.



KUVA 5. Jännitekoetin, Fluke T90, hinta 49e. alv. 0% (Fluke)

E100-sääntö edellyttää, että ajoakun virtapiirin on oltava eristetty rungosta. Näin yksittäisen eristyksen pettäminen ei vielä saa aikaan oikosulkua tai muuta vaaraa. Tästä huolimatta ajoakun koko virtapiirin pitää olla kosketussuojattu. Ajovirtapiirin kelluvuutta tulee valvoa (vähintäänkin tarkistuksilla määrävälein). Kelluvuuden takia ajovirtapiirin vikoja ei voida valvoa perinteisten vikavirtasuojien avulla. Ajoneuvon kaikkien metallikoteloiden, joiden sisällä on ajovirtapiirin osia, tulee olla maadoitettuja auton runkoon. Tämä takaa että useamman vian tapauksissa sulakkeet palavat, eivätkä kotelot pääse vaaralliseen jännitteeseen suhteessa toisiin koteloihin. Yhteinen maadoitus antaa myös

mahdollisuuden valvoa ajovirtapiirin kelluvuutta yksittäisellä eristysvastusmittauksella. (sähköautot.fi)

Eristysvastusta ei voida mitata yleismittarilla, joka toimii pienellä jännitteellä. Se ei anna oikeata tulosta vastuksesta. Tähän käyttöön suunniteltu eristysvastusmittari antaa mittaamista varten riittävän korkean jännitteen, joka vastaa akun jännitettä. Näin voidaan olla varmoja siitä että auton eristys on kunnossa. On olemassa myös eristysvastus/yleismittari-yhdistelmiä, mutta ne ovat hinnaltaan kalliimpia ja osaamaton voi tehdä sillä virhe kytkennän.

Eristysvastusmittarin korkeanjännitteen vuoksi myös mittarista voi saada suuren sähköiskun. Mittarit on luokiteltu ja luokittelemattomia mittareita ei saa käyttää. Sopiva luokitus on CAT III 600V. (KUVA 6) Fluke eristysvastusmittari T1503.



KUVA 6. Eristysvastusmittari Fluke T1503, 383 alv. 0% (YEint)

Kaikki tarvittavat työkalut voidaan sijoittaa pyörillä kulkevaan kaappiin tai vaunuun. Työkalut on helpompi varastoida ja siirtää, jos työaluetta ei ole kiinteästi määritelty korjaamolla tai jos korjaamolla on useampi korkeajänniteauto yhtä aikaa huollettavana. Kuvassa 7 on malli työkalujen säilytysratkaisusta. Kaapissa on kahdet eristetyt työkalut. Ainakin yleisimmin tarvittavia työkaluja kannattaa olla varalla, jos työkalu putoaa tai katoaa. Tällöin työ voidaan suorittaa loppuun eristetyllä varatyökalulla. Irrotuskoukku-kin kulkee kaapin mukana työalueelle, välittömään läheisyyteen, missä sitä voidaan tarvita.



KUVA 7. Sähkötyökalukaappi.

10 INVESTOINNIT

10.1. Mittaustyökalut

Jännitekoetin, Fluke T90, hinta 49e. alv. 0% (Fluke)

Eristysvastusmittari Fluke T1503, 383 alv. 0% (YEint)

10.2. Korjaamolaitteet

Työnantajan on valittava työntekijän käyttöön kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin sopiva ja turvallinen työväline. Työvälineen mitoituksen ja lujouden on vastattava työn vaatimuksia. Työvälinettä ei saa kuormittaa tai rasittaa vaaraa aiheuttavasti. Työvälinettä käytettäessä on otettava huomioon sitä käyttävän työntekijän työskentelypaikka ja työasento sekä ergonomiset periaatteet. Työväline on sijoitettava siten, että sitä voidaan käyttää turvallisesti. Erityisesti on otettava huomioon, että työvälineen käyttämiseen on riittävästi tilaa ja että työvälineen käyttämä tai tuottama energia tai aine voidaan siirtää turvallisesti. Vaaraa aiheuttava kaatuminen, putoaminen ja liikahtaminen on estettävä kiinnityksellä tai muilla keinoin. (VNa työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008)

Ilmastointilaitteen huoltolaite.

- Huoltolaitteena voidaan käyttää yhdistelmä konetta, jossa on erilliset öljypiirit POE- ja PAG-öljyille tai erillistä huoltolaitetta ilmastointeihin joissa käytetään POE-öljyä. Ilmastoinnin kylmäaineen vaatimukset ovat muuttumassa ja nykyisin käytössä olevaa R134a-kylmäainetta ei saa käyttää uusissa henkilöautoissa. Useat autonvalmistajat ovat valinneet uudeksi kylmäaineeksi R1234 yf.

Jännitetyökalut

- 1000V-työkalusarjoja hybridi- ja sähköautoasennuksiin on myynnissä monella työkalutoimittajalla, ja ne sisältävät usein kaikki tarvittavat työkalut, suojavaarusteet, kyltit ja sulkunauhan. Tietyin varauksin tällaisella sarjalla voi aloittaa ja täydentää sitä tarpeen mukaan. Usein tällaiset keskivertoa halvemmat työkalusarjat kuitenkin sisältävät joitakin ylimääräisiä tai laadultaan heikkoja työkaluja. Hyvälaatuiset ja työtehtävään soveltuvat, täsmällisesti valitut työkalut ovat sarjaa edullisempi investointi.

Latauslaite

- Latauslaitteena voidaan käyttää auton omaa laturia tai hankkia korjaamolle kiinteä latausasema. Latausasema lataa auton akut nopeammin. Akkujen lataus huollon yhteydessä varmistaa asiakkaan vaivattoman ajon kotiin. Tulevaisuudessa korkeajänniteautojen yleistyessä, kannattaa investoida latausaseman hankintaan korjaamon pysäköintialueelle.

Työkalukaappi

- Liikuteltava työkalukaappi helpottaa korkeajänniteauton huoltamista ja korjaamista, jos työalue vaihtelee päivittäin. Kuvan 5. mukainen työkalukaappi sisältöineen on hankala varastoida korjaamolla. Joustavana vaihtoehtona kaapille on kannettava työkalupakki.

Henkilökohtaiset suojavälineet

- Suojavälineet kannattaa säilyttää säilytyskassissa, joka suojaa liialta kosteudelta ja UV-säteilyltä. Korjaamolla kannattaa olla varasuojavälineet esimerkiksi hanskaiden puhkeamista tai kastumista varten.

Tolpat, köydet ja kyltit.

- Sijoitetaan työalueelle tai liikuteltavaan työkalukaappiin.

Irrotuskoukku ja ensiapuvälineet.

- Jännitteestä irrotuskoukku ja ensiapuvälineet on sijoitettava työalueelle tai muuten sen välittömään läheisyyteen. Nämä välineet voidaan säilyttää myös liikutettavassa työkalukaapissa.

10.3. Hinnoittelu

Korkeajänniteauton korjaaminen luo uusia työvaiheita korjaamolle, esimerkiksi jännitteettömäksi tekeminen, korkeajänniteakun lataus, ilmastoinnin työt tai korkeajänniteosien vaihdot.

Normaalien huoltotöiden osalta tuntihinta on sama kuin muissakin ajoneuvoissa, mutta autonvalmistajat määrittelevät suuremman työnhinnan korkeamman vaatimustason mukaan. Hinnoittelun tason päättää korjaamo.

10.4. Koulutuskustannukset

Koulutuksen ja tutkintojen hintaesimerkkejä on taulukossa 9.

TAULUKKO 9.

SFS6002 sähkötyöturvallisuus koe	15e
Säköturvallisuustutkinto	150e
Autoalan s3 sähköpätevyytödistus	250e

Mikäli korjaamolle haetaan AKL-Sertifiointi Oy:ltä koulutuslupa, korjaamon sähkötöiden johtaja, korjaamon työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja tai ammattihenkilö, voi kouluttaa sisäisesti SFS6002-koulutuksen ja perehdyttää mekaanikon tarvittavaan työtehtävään. Henkilöstön koulutus on välttämätöntä ja tärkeää varsinkin työturvallisuuden näkökulmasta. Koulutuksesta aiheutuu kuitenkin myös kuluja ja koulutuspäivän hinta nousee reilusti kurssimaksua suuremmaksi.

Koulutuspäivän kulut taulukossa 10.

TAULUKKO 10.

Kurssimaksu/vrk	150e
Hotelli/yö (Scandic)	117e
Vuokra-auto(RS Rent)	49e/vrk
Polttoaineet TRE-HEL-TRE	40e
Poissaolokulut (palkka/varaosat/työmyynti)	n.1000e

Karkeasti yksi koulutuspäivän kustannus työnantajalle on kymmenkertainen kurssimaksuun verrattuna. Näitä koulutuskuluja voidaan vähentää sisäisellä kouluttamisella. Korjaamon kannalta on järkevää kouluttaa yksi ja sama henkilö ammattihenkilöksi, sähkötöiden johtajaksi ja työnaikaisen valvojaksi työtehtävään. Tämä vähentää osaltaan koulutuskustannuksia huomattavasti, toisaalta SFS6002-koulutus sisältyy tulevaisuudessa jo ammattikoulun opintosuunnitelmaan.

11 TULEVAISUUDEN HAASTEET

11.1. Myynti ja verotus

Korkeajänniteautot ovat edelleen hyvin mitättömässä asemassa suomessa. Myyntimäärä on kuitenkin hyvässä kasvussa. VTT on arvioinut korkeajänniteautojen osuuden myytävistä autoista olevan 10-15 % vuonna 2020. Tällainen osuus tarkoittaa noin 15000 autoa. Ajoneuvoverotus ei ainakaan suosi korkeajänniteautojen myyntiä. Dieselhybridi autoja rasittaa ajoneuvoveron lisäksi myös käyttövoimavero. Tällä hetkellä hybridejä rekisteröidään n. 2200 kappaletta vuosittain, niistä suurin osa on Toyotoja. Trafi:n rekisteröintilistassa vuonna 2013 oli ladattavien hybridien osuus vuosittaisesta tasosta 168 kpl ja täyssähköautojen osuus vain 50 kpl. Vuonna 2014 täyssähköautoja rekisteröitiin 183 kpl ja ladattavia hybridejä 256 kpl.

12 PÄÄTÖKSET

Ensivaiheessa keskitytään Ford-valmistajan vaatimuksiin tarvittavista merkkikohtaisista työkaluista ja vaatimusten aikataulusta. Päätöksien täytäntöönpanossa otetaan huomioon markkinoiden kehitys ja investointien järkevyys. Liikkeen autokanta on hieman vanhempi kuin suurten autotalojen huollettava autokanta. Odotettavissa on kuitenkin myös Skodan korkeajänniteautomallin julkaisu, mutta suurempia investointeja on odotettavissa vasta muutaman vuoden kuluttua. Tämän työn ja sen perusteella, että liikkeen huollettavista automerkeistä korkeajänniteautoja on toistaiseksi vain Fordilla, on päätetty seuraavat asiat:

Sähkötoidenjohtajaksi, työnaikaiseksi sähköturvallisuuden valvojaksi ja ammattihenkilöksi koulutetaan kokenut autoalan ammattitutkinnon suorittanut Ford Master -mekaanikko. Koulutus kyseisiä tehtäviä varten on jo alkanut. Muulle henkilöstölle järjestetään tarvittava SFS6002-sähköturvallisuuskoulutus.

Korkeajännitetyöpiste ja työkalut pidetään toistaiseksi liikuteltavana, mikä mahdollistaa joustavuuden korjaamalla ja toisen toimipisteen tilojen hyödyntämisen. Työkalut valitaan ja tilataan alkuvaiheessa valmistajan vaatimusten mukaan tarvittaessa suoraan autojen maahantuojalta.

Korkeajänniteautojen ilmastonin huoltolaitteeseen ei ole taloudellisesti järkevää investoida. Korkeajänniteautoja on vielä vähän markkinoilla, joten ilmastonin huollot korkeajänniteautoihin tullaan ulkoistamaan.

13 TYÖN POHDINTA

Kirjallisen aineiston hankinta tätä työtä varten on ollut hankalaa. Kokemukseen ja työtapoihin liittyvää kirjallista materiaalia on varsin vähän saatavilla. Korkeajänniteautoista on tehty joitakin opinnäytetöitä. Opinnäytetyöt luettiin ja tutkittiin, sen selvittämiseksi, voisiko niistä koota työhön sopivaa aineistoa, mutta käytännössä niistä ei ollut paljoa apua. Monessa opinnäytetyössä kerrottiin sähköautojen tekniikasta yleisesti, mikä ei ollut tämän työn tarkoitus. Myös korkeajänniteautoja käsitteleviä kirjoja on melko vähän. Tampereen kaupungin kirjastosta löytyi yksi, Vesa Linja-ahon kirjoittama, sähkö- ja hybridautojen sähkötyöturvallisuuden liittyvä kirja. Muita vaihtoehtoja ei oikeastaan ollut tai ne sisälsivät vanhaa tietoa.

Varsinaiseen korjaamiseen liittyvät tekniset asiat ja työn ohessa käytetyt ja vakiintuneet käytännöt tuntee parhaiten korjaamon sähköautomekaanikko, työnjohtaja ja sähkötyönjohtaja. Tämän tiedon saanti on tärkeää, jotta voidaan varautua tuleviin haasteisiin ja ongelmatilanteisiin. Veho autotalot Oy myy Tampereella Ford-sähköautoja, sekä muiden merkkien hybridautoja. Veholla on jo jonkin verran kokemusta korkeajänniteautoista. Näillä liikkeillä on varmasti erilaiset toimintamallit ja käytännöt eri maahantuojien toimesta.

Nämä kokemukseen perustuvat tiedot hankittiin haastattelemalla henkilökohtaisesti tai kirjallisella kysymyslomakkeella alan asiantuntijoita. Puhelinhaastattelu osoittautui antoisimmaksi tavaksi tiedonsaannissa. Kirjalliset kysymykset muotoiltiin täsmällisesti kysyttävää asiaa varten. Haastattelujen yhtenä näkökulmana oli tarkoitus selvittää myös näkemys tulevasta tekniikasta ja näkemyksiä tulevaisuudessa ammattikoulutuksen kehittymisestä. Mitä asioita tulevilta mekaanikoilta vaaditaan ja miten korjaamo voisi kouluttaa mekaanikkoja korkeajänniteautojen tekniikkaan. Tämä on tärkeä asia, jotta työn jatkuvuus voidaan säilyttää korjaamalla henkilövaihdoksien vuoksi ja lomien aikana. Haastattelupyyntöjä lähetettiin kymmenelle alan henkilölle ja haastatteluihin vastasi neljä henkilöä.

LÄHTEET

Toimintatapavaatimukset ja siihen liittyvä käytäntö. Luettu 8.1.2015.

http://www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002/toimintatapavaatimukset

Hybridi- ja sähköajoneuvojen rajoitettu sähköpätevyys 3 (S3) koulutus ja tutkintojen vastaanottaminen. Luettu 10.1.2015. http://www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002/koulutus_ja_tutkintojen_vastaanottaminen

Sähkökäyttöisten autojen huolto- ja korjaustoiminnan pätevyysvaatimukset. Luettu 29.3.2011. http://www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002

Sähköautopätevyys 3. Seti Oy. Luettu 18.1.2015.

<http://www.seti.fi/index.php?k=20805>

VNa työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008) Luettu 10.2.2015

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. Luettu 6.1.2015

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L3P17>

Kelluva ajovirtapiiri. Luettu 2.2.2015

<http://www.sahkoautot.fi/wiki:sahkoeautojen-sahkoeturvallisuus#toc5>

Tukes, Sähkötaturmien ensiapu. Luettu 12.2.2015

<http://www.tukes.fi/fi/toimialat/sahko-ja-hissit/sahkolaitteistot/sahkotaturmien-ensiapu/>

Sähkötaturman ensiaputaulu. Sähköinfo. <http://kauppa.sahkoinfo.fi/product/949>

Sähkötaturmat. Tukes. <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/asia-tieto-onnettomuustietoja/>

Linja-aho Vesa. 2012, Sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus. Luettu 13.1.2015.

LIITTEET

Vesa Linja-ahon sähköpostihaastattelu 26.01.2015

1. Voidaanko korjaamalla kouluttaa sisäisesti SFS 6002 koulutus sekä korkeajänniteauton huoltotehtävien perehdytys?

Kyllä voidaan, SFS 6002 -standardin mukaisen sähkötyöturvallisuuskoulutuksen voi pitää kuka tahansa (auto)sähköalan ammattihenkilö. Lakiin kirjattuja pätevyysvaatimuksia kouluttajalle ei ole (koko koulutusvaatimuskin on standardista, ei laista).

2. Minkälainen koulutus SFS 6002 kouluttajalla pitäisi olla vai voiko kuka tahansa tehdä sen kun noudatetaan standardin sisältöä? Esim. korjaamon sähkötyönjohtaja tai ammattihenkilö.

Standardissa ei ole vaatimuksia kouluttajan pätevyydelle. Alalla kuitenkin katsotaan (esim. Seti Oy:n toimitusjohtaja Vitikka on tätä mieltä) että koska KTMP 516 11 § mukaan:

- sähkötyötä tekevän on oltava mainittuihin töihin opastettu JA
- Sen, joka antaa 1 momentissa tarkoitetun opastuksen, tulee täyttää 1 ja 2 momentissa mainitut pätevyysvaatimukset.

niin sähkötyöturvallisuuskoulutuksen katsotaan olevan osa em. opastusta joten sähkötyöturvallisuuskouluttajan on oltava (auto)sähköalan ammattihenkilö. Mielestäni tulkinna on mielekäs.

3. Entä ajoneuvon mallikoulutus tai mekaanikon perehdytys huoltotehtäviin jotta lainpykälät täyttyvät?

Lakiin perustuvassa KTMP 516:ssa sanotaan ainoastaan (työkokemus- ja tutkintovaatimusten lisäksi) että henkilön on oltava mainittuihin töihin opastettu. Eli varsinaista mallikoulutusta ei tarvita, jos henkilö on ammattihenkilö ja hänellä on käytössään ajoneuvomallikohtaiset huolto- ja korjausohjeet, koska KTMP 516:sta vaaditaan että:

- Ennen kuin sähköalan työ tai muu työ sähkölaitteiston läheisyydessä aloitetaan, on selvitettävä luotettavasti sähkölaitteiston rakenne, arvioitava työhön liittyvät vaaratekijät ja ryhdyttävä sähkötyöturvallisuuden kannalta tarvittaviin toimenpiteisiin. (29 b §)
- Työssä sovellettavat voimassa olevat standardit ja ohjeet on pidettävä työntekijän käytettävissä. (29 § d)

Eli mitään kurssilla istumista ei vaadita, mutta ohjeet on oltava käytössä.

4. Kuinka toisen asteen ammattikoulutusta tulisi kehittää korkeajänniteautojen osalta, pitäisikö kaikille antaa valmiudet sähköautojen korjaukseen jo nyt.

Uudessa ammattikoulun OPSissa on jo SFS 6002 -sähkötyöturvallisuuskoulutus, mikä on hyvä asia. Ammattikoulututkintoon ei voi ihan mahdottomia mahduttaa, mutta hybridi- ja sähköajoneuvojen määrä kasvaa koko ajan ja tekniikan kehitys on syytä huomioida tutkinnon sisällössä.

5. Pitäisikö autoalalle kehittää täysin oma sähkötyöpätevyys koulutus, rajatun s3 pätevyiden tilalle.

Tässä on puolensa ja puolensa: toisaalta nykykäytäntö toimii hyvin, toisaalta on selkeämpää jos ajoneuvoalalla olisi omat määräyksensä mm. tutkinnossa vaadittavasta sisällöstä. Toisaalta monessa EU-maassa sähköautoja saa korjata ihan ilman mitään pätevyksiä ja homma toimii ihan hyvin (normaalin työturvallisuuslainsäädännön puitteissa).

Muut haastatteluihin vastanneet henkilöt:

Tapio Hanhilampi, sähköpostihaastattelu.

Mika Karjalainen, puhelinhaastattelu

Timo Tuominen, puhelinhaastattelu