

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Autotekniikka

2014

Tomi Katvesoja

# SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOJEN MAAHANTUONTITARKASTUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma | Autotekniikka

Kevät 2014 | 41 sivua

Ohjaaja Markku Ikonen

Tomi Katvesoja

# SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOJEN MAAHANTUONTITARKASTUS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä sähkö- ja hybridiajoneuvojen tekniikkaa sekä niiden tuomia haasteita ja vaatimuksia. Sähkö- ja hybridiajoneuvot sisältävät paljon korkeajännitetekniikkaa, minkä kanssa työskentely voi olla hengenvaarallista, jos uusia vaatimuksia ei oteta huomioon.

Opinnäytetyö on tehty yhdessä uusille autoille maahantuontitarkastuksia tekevän Assistor Oy Ab:n kanssa. Opinnäytetyöstä on hyötyä sähkö- ja hybridiajoneuvoja korjaaville ja huoltaville yrityksille sekä kaikille, jotka ovat tekemisissä sähkö- ja hybridiajoneuvojen kanssa.

Hybridiajoneuvolla tarkoitetaan ajoneuvoa, jossa käytetään useampaa kuin yhtä voimanlähdettä ajoneuvon liikutteluun. Useimmiten hybridiajoneuvo on polttomoottorin ja sähkömoottorin yhdistelmä. Käyttämällä sähkömoottoria polttomoottorin rinnalla pyritään pienentämään polttomoottorin heikkouksia, kuten huonoa hyötysuhdetta osakuormalla ajettaessa ja pakokaasupäästöjä. Sähköajoneuvolla tarkoitetaan ajoneuvoa, jossa ajoneuvoa liikuttaa vain sähkömoottori. Sähköajoneuvon energiavarastona yleisin on akkuratkaisu, mutta energia voidaan ottaa myös polttokennosta.

Ajoneuvojen maahantuontitarkastuksella tarkoitetaan ajoneuvoon, heti maahantulon jälkeen, tehtävää tarkastusta, jossa ajoneuvon kaikkien sähköisten laitteiden, teknisten osien ja sisätilojen laatu ja kunto tarkastetaan. Näin rikkoutuneet ja puuttuvat osat voidaan korjata tai vaihtaa vielä, kun se on helppoa ja edullista.

Sähkö- ja hybridiajoneuvojen tulo maahantuontiyrityksille, korjaamoille ja huoltamoille edellyttää henkilökunnalta ja työntekijöiltä uusia koulutuksia ja vaatimuksia. Kun yritys aikoo korjata tai huoltaa sähkö- tai hybridiajoneuvoa, jossa on korkeajännitetekniikka, pitää sen tehdä ilmoitus Tukesille. Ilmoituksesta pitää ilmetä yrityksen sähkötöiden johtaja. Sen lisäksi, että yrityksellä pitää olla sähkötöiden johtaja, pitää sillä olla myös työnaikainen sähkötöiden johtaja, jonka pitää olla paikalla aina, kun korkeajännitetöitä tehdään. Tämän lisäksi kaikilla sähkötöitä tekevillä, heitä neuvovilla ja yrityksen esimiehillä pitää olla autoalalle suunniteltu SFS 6002 -standardin mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus suoritettuna.

ASIASANAT:

Sähköajoneuvot, hybridiajoneuvot, maahantuontitarkastus, sähkötyöturvallisuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering | Automotive Engineering

Spring 2014 | 41 pages

Instructor Markku Ikonen

**Tomi Katvesoja**

## **THE PRE-DELIVERY INSPECTION OF AN ELECTRIC AND A HYBRID VEHICLE**

The purpose of this Bachelor's thesis was to introduce different electric and hybrid vehicle technologies and the challenges and requirements created by the new technology. Working with new high voltage technology can be extremely dangerous without knowing the requirements.

This Bachelor's thesis was completed together with Assistor Oy Ab which carries out pre-delivery inspection for new cars. This thesis will be helpful for companies that repair and maintain electric and hybrid vehicles and for the employees and supervisors in the company.

A hybrid vehicle refers to a vehicle with more than one power source. Usually it is a combination of a combustion engine and an electric motor. The weaknesses of the combustion engine are aimed to be reduced by using an electric motor side by side with the combustion engine. An electric vehicle refers to a vehicle which uses only an electric motor. The most typical energy source is batteries but the energy can also be derived from a fuel cell.

The pre-delivery inspection of vehicles refers to the inspection which is performed to the vehicles immediately after they have arrived in the country. All electric devices, technical parts and interior parts are checked. This way the broken parts are easier to repair or change when it is still quite cheap.

The emergence of electric and hybrid vehicles requires new training and skills from the employees and supervisors of the import companies, repair shops and service stations. The company has to notify the Finnish Safety and Chemicals Agency (Tukes) when it starts repairing electric or hybrid vehicles. The name of the electric work manager must be reported in the notification. In addition, the company must have a work-time electric work manager who is present at the workplace every time when high voltage work is completed. Every employee who does electric work, as well as their supervisors and managers, must have electric work safety training completed.

### **KEYWORDS:**

electric vehicles, hybrid vehicles, pre-delivery inspection, electric work safety

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
1.1 Tavoite ja tausta	8
1.2 Assistor Oy	9
<b>2 SYITÄ SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOJEN KYSYNNÄLLE</b>	<b>10</b>
2.1 Ilmastonmuutos ja kasvihuoneilmiö	10
2.1.1 Ilmastonmuutoksen syyt	10
2.1.2 Ilmastonmuutoksen seuraukset	11
2.2 Fossiilisten polttoaineiden loppuminen	11
<b>3 HYBRIDIAJONEUVO</b>	<b>13</b>
3.1 Luokittelu voimansiirtolinjan toteutustavan mukaan	13
3.1.1 Sarjahybridi	13
3.1.2 Rinnakkaishybridi	14
3.1.3 Power split -hybridi eli jaetun tehon hybridi	16
3.2 Luokittelu hybridisointiasteen mukaan	17
3.3 Esimerkkejä markkinoilla olevista hybrideistä	18
<b>4 SÄHKÖAJONEUVO</b>	<b>19</b>
4.1 Sähköajoneuvon tekniikkaa	19
4.2 Esimerkkejä markkinoilla olevista sähköautoista	20
<b>5 MAAHANTUONTITARKASTUS ELI PDI</b>	<b>21</b>
<b>6 SÄHKÖTÖIDEN VAATIMUKSET JA VASTUUT</b>	<b>22</b>
6.1 Vaarat	23
6.1.1 Ensiapu	24
6.2 Koulutukset	24
6.2.1 Sähkötöiden johtaja ja työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja	25
6.2.2 Sähköpätevyudet	26
6.2.3 Sähköturvallisuustutkinto	27
6.2.4 SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutus	27
6.2.5 Ammattihenkilö, opastettu henkilö ja maallikko	28

6.2.6 Ensiapukoulutus	28
6.3 Varusteet ja välineet	29
6.3.1 Työkalut, varusteet ja laitteet	29
6.3.2 Henkilönsuojaimet	30
6.3.3 Kilvet ja kyltit	30
6.4 Sähkötyöskentely	31
6.4.1 Jännitetyö	31
6.4.2 Lähityö	32
6.4.3 Jännitteettömäksi tekeminen ja työskentely jännitteettömänä	33
6.5 Merkki- ja mallikohtaisia ohjeita	34
<b>7 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOJEN MAAHANTUONTITARKASTUKSEN MUUTOKSET</b>	<b>36</b>
<b>8 YHTEENVETO</b>	<b>38</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>40</b>

## LIITTEET

- Liite 1. ST-kortissa esitetyt ensiapuohjeet.  
 Liite 2. Ote Ford Focus Electricin pelastuskortista.

## KUVAT

Kuva 1. Sarjahybridin voimansiirto (Hietalahti 2011, 22).	14
Kuva 2. Rinnakkaishybridin voimansiirto, jossa yksi vaihteisto (Hietalahti 2011, 24).	15
Kuva 3. Rinnakkaishybridin voimansiirto, joka on nelivetoinen (Hietalahti 2011, 26).	15
Kuva 4. Jaetun tehon hybridin voimansiirtojärjestelmä (Hietalahti 2011, 27).	16
Kuva 5. Korkeajännitteen varoitussymboli (Linja-Aho 2013, 52)	22
Kuva 6. Tarvittava osaaminen sähkö- ja hybridiajoneuvotekniikassa (Autoalan keskusliitto ry 2012).	25
Kuva 7. Jännitetyökalun standardin SFS-EN 60900 mukainen merkintä (Mäkinen 2010, 20).	29
Kuva 8. Jännitetyöstä varoittava kilpi (Sähköinfo 2014).	30
Kuva 9. Jännitetyöalue ja lähityöalue (Mäkinen 2010, 55).	31

## TAULUKOT

Taulukko 1. Jännitetyöalueen, lähialueen ja maallikon turvallisen työskentelyn etäisyydet (Mäkinen 2010, 54, 65, 67).

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

PDI	Pre-delivery Inspection (Assistor 2013d)
Transito	Kauttakulkuliikennettä, jossa lähtö- ja määräpaikka ovat toisessa maassa tai maissa, liikenne kulkee transitomaan kautta ilman lastauksia tai purkauksia (Tilastokeskus 2014)
Barreli	Öljyalan tilavuusmittayksikkö, 1 barreli = 159 litraa (Öljyalan keskusliitto 2013a)
Generaattori	Energian muuntaja, joka syöttää virtaa sähköjärjestelmään ja lataa akkua kytketyn virtakuorman mukaan (Robert Bosch GmbH 2002, 926)
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes 2013)
Sähkövirta I (A)	$\frac{U}{R} = \frac{\text{Jännite (V)}}{\text{Resistanssi (\Omega)}}$ (Tammertekniikka 2010, 120)

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tavoite ja tausta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä sähkö- ja hybridiajoneuvojen tuomiin muutoksiin ja vaaroihin uutena maahan tuotavan ajoneuvon maahantuontitarkastuksessa. Aluksi esitellään yleisimpiä sähkö- ja hybridimalleja ja -sovelluksia ja syitä siihen, miksi niiden kysyntä on viime aikoina lisääntynyt huomattavasti. Lopuksi käsitellään maahantuontitarkastusta ja muutoksia, joita sähkö- ja hybridiajoneuvot tuovat yritykselle ja sen työntekijöille. Opinnäytetyö on tehty yhdessä Assistor Oy Ab:n Turun yksikön kanssa.

Assistor Oy Ab on logistiikkayhtiö, jonka toimialaa on ajoneuvo- ja varaosatoimitukset Suomessa, Baltian maissa ja Venäjällä. Suomessa Assistor hoitaa yli 20 automerkin toimitukset ja maahantuontitarkastukset, mikä tekee yrityksestä markkinajohtajan Suomessa. (Assistor 2013a.) Turun yksikön kautta kulkevia merkkejä ovat Ford, Opel, Jaguar, Land Rover ja Mercedes-Benz.

Ilmastonmuutos on ollut keskeisiä puheenaiheita jo vuosia ja sen vaikutus näkyy myös autoilussa. Valmistajat yrittävät jatkuvasti kehittää uusia tekniikoita, joilla voidaan pienentää ajoneuvojen polttoaineenkulutusta ja samalla CO<sub>2</sub>-päästöjä ja sitä kautta hidastaa ilmastonmuutosta. Tämä luo kysyntää sähkö- ja hybridiajoneuvoille. Toinen merkittävä vaikutus on myös fossiilisten polttoaineiden riittämättömyys. Tällä hetkellä arvioidaan fossiilisten polttoaineiden riittävän reiluksi 40 vuodeksi (Öljyalan keskusliitto 2013b).

Suomessa yli 90 % liikenteen kasvihuonepäästöistä syntyy tieliikenteestä ja näistä noin 60 % muodostuu liikenteessä olevista noin 2,5 miljoonasta henkilöautosta. On siis selvää, että jokainen voi omalla valinnallaan ja ajotavallaan vaikuttaa ympäristöhaittojen pienentämiseen. Tämän lisäksi se palkitsee myös kuljettajan pienemmillä polttoainekustannuksilla ja ajoneuvoverolla. (Trafi 2014a.)

Uusien tekniikoiden, kuten ajoneuvon sähköisen liikuttamisen tulo markkinoille, asettaa erilaisia haasteita ja uusia vaatimuksia maahantuojille ja korjaamoille.



Kun jatkossa tehdään töitä korkeajänniteosien kanssa, tarvitaan siihen lupa. Lisäksi työntekijän tulee olla suorittanut vaadittavan koulutuksen tai ainakin opastettu kyseiseen työtehtävään. Lisäksi työkohteena olevan ajoneuvon tulee olla selvästi merkitty ja työssä tulee käyttää hyväksytyjä työvälineitä.

## 1.2 Assistor Oy

Assistor Oy on vuonna 1966 Hankoon perustettu logistiikkayritys, jonka toimialoja ovat auto- ja varastologistiikka. Tällä hetkellä yritys toimii 6 eri palvelupisteessä Suomessa ja Eestissä, ja ne palvelevat yli 20 automerkkiä. Autologistiikkayksiköt sijaitsevat Hangossa, Turussa, Nurmijärvellä ja Paldiskissa, ja varastologistiikkayksiköt sijaitsevat Vantaalla ja Espoossa. Asiakkaina ovat muun muassa autonvalmistajat, maahantuojat, jälleenmyyjät, rahoitusyhtiöt ja suuryritysasiakkaat. (Assistor 2013b.)

Assistor Oy:n tärkeimpiä palveluita ovat PDI ja laadunvalvonta, autojen lisävarustelu, transito- ja autokuljetukset, autoverotus- ja tullauspalvelut, varastologistiikka ja myyntikunnostukset. Vuonna 2012 Assistor Oy toimitti markkinoille noin 140 000 uutta ajoneuvoa ja noin 1 500 000 varaosanimikettä. Yhtiön liikevaihto oli 38,7 miljoonaa euroa ja työntekijöitä oli 313. (Assistor 2013b & Assistor 2013c.)

Vuonna 2011 Assistor Oy osti Turussa ja Nurmijärvellä sijaitsevat autojen maahantuontipalvelut ja kunnostustoiminnot Avelon Autologistics Oy:ltä (News Cision 2011). Turussa yhtiö keskittyy PDI:n lisäksi autojen lisävarusteluun, varastointiin ja autoverotus- ja tullauspalveluihin. Lisäksi yksikössä on autokorjaamo ja -maalaamo, missä voidaan korjata havaitut viat ja puutteet. Turun yksikön kautta kulkevia merkkejä ovat Ford, Opel, Land Rover, Jaguar ja Mercedes-Benz.

## 2 SYITÄ SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOJEN KYSYNNÄLLE

Jo vuosikymmeniä on puhuttu ilmastonmuutoksesta ja sen vaikutuksista nykyiselle elämälle. Mitä vaikutuksia tällä on elämälle maapallolla ja kuinka nopeasti ilmasto muuttuu? Ihminen kuluttaa fossiilista polttoainetta suuria määriä vuodessa. Kuinka kauan sitä on käytettävänä?

### 2.1 Ilmastonmuutos ja kasvihuoneilmiö

Kun aurinko paistaa kasvihuoneen sisälle, siellä on huomattavasti lämpimämpi kuin ulkoilmassa. Tämä johtuu siitä, että kasvihuoneen katto päästää auringon lämmittävän säteilyn sisään, mutta pitää sisällään säteilystä johtuvan energian. Maapallon ilmakehä toimii samoin tavoin, se päästää auringon säteilyn sisälle, mutta ilmakehässä olevat vesihöyry ja hiilidioksidi -kaasut estävät kaiken lämpösäteilyn karkaamisen avaruuteen. (Ilmasto-opas 2014a.)

Tämä luonnollinen kasvihuoneilmiö on suotuisan elämän ehto ja ilma sitä moni asia olisi huomattavasti hankalampaa. Nykyään maapallon pintalämpötila on keskimääräisesti +14 °C, mutta ilman kasvihuoneilmiötä pintalämpötila olisi -18 °C. Tällä hetkellä ihminen on omilla toimillaan vahvistamassa kasvihuoneilmiötä ja ilmaston lämpenemistä. (Ilmasto-opas 2014a.)

#### 2.1.1 Ilmastonmuutoksen syyt

Jos ihminen jatkaa fossiilisten polttoaineiden käyttöä kuten tähänkin asti, ilmakehän kasvihuonepäästöt kaksinkertaistuvat alkuperäisestä lukemastaan 50 vuoden kuluessa. Nykyään kasvihuonekaasujen määrä on noin 30 % suurempi kuin ennen teollista aikaa. Vasta vuonna 1997 säädettiin ensimmäiset päästörajoitukset teollisuusmaissa. Vuonna 2006 Kiina ohitti Yhdysvallat maailma suurimpana kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttajana. Kun asiaa tarkastellaan pääs-

töjä henkeä kohden, kärkisijoja pitävät hallussaan monet Lähi-Idän maat, joiden päästöt ovat jo melkein 70 tonnia henkilöä kohden. (Kanninen 2012.)

Metsissä olevat kasvit ja puut käyttävät ilmakehässä olevaa hiilidioksidia yhteyttämiseen, mikä vähentää hiilidioksidin määrää ilmakehässä. Tällöin maankäytöllä, erityisesti metsien hävittämisellä, on negatiiviset vaikutukset ilmastonmuutokseen, koska hiilidioksidia kuluttava maa-ala pienenee. Tutkijoiden mukaan viidennes kasvihuonepäästöistä syntyy maankäytön muuttumisen vuoksi. Suurimmat vaikutukset ovat trooppisten sademetsien tuhoamisella. (Kanninen 2012.)

### 2.1.2 Ilmastonmuutoksen seuraukset

EU, G8-maat ja kehittyvistä maista koottu ryhmä on määrittänyt lämpenemiselle kahden asteen rajan, jota ei saa ylittää, jos halutaan välttää katastrofaaliset seuraukset. Tämä raja tulee vastaan jo hyvin pian, koska jo vuonna 2012 keskimääräinen lämpötila on noussut 0,8 °C. (Greenpeace 2012.)

Lämpötilan nousu olisi voimakkainta maa-alueilla ja pohjoisen pallonpuoliskon korkeilla leveysasteilla. Ilmaston lämmitessä myös trooppisten myrskyjen voimakkuus kasvaisi. Ilmakehän lämmitessä sinne mahtuu enemmän vesihöyryä, jolloin veden kiertokulku voimistuu ja keskimääräinen sademäärä kasvaisi. Tämä ei tapahtuisi kuitenkaan koko maapallolla, vaan korkeilla leveysasteilla. Subtrooppisilla manneralueilla sademäärä näyttäisi vähenevän jopa viidenneksen. Ilmaston lämpeneminen vaikuttaa myös jäätiköiden sulamiseen ja osa vuoristo-jäätiköistä on alkanut sulaa. Jäätiköiden sulaminen nostaisi vedenpintoja ja esimerkiksi Grönlannin mannerjäätikön sulaminen nostaisi veden pintaa lähes seitsemän metriä. (Ilmasto-opas 2014b.)

## 2.2 Fossiilisten polttoaineiden loppuminen

Fossiiliset polttoaineet ovat muodostuneet miljoonia vuosia sitten, kun muinaiset eliöt ovat fossiloituneet maan alle. Ne sisältävät suuria määriä hiiltä ja hiilivetyjä.

Tärkeimmät ovat öljy, kivihiili, maakaasu ja turve. Niiden energiantuotanto tapahtuu polttamalla, jolloin niistä vapautuu lämpöä. Ongelmana fossiilisten polttoaineiden käytössä on, että ne tuottavat suuret määrät haitallisia kasvihuonekaasuja ja niiden käyttövarastot eivät ole loputtomat. (Energiatuotanto 2010.)

Fossiilisista polttoaineista käytetyin on öljy ja sitä tuotetaan noin 89 miljoonaa barreilia päivässä. Tuotannon odotetaan nousevan 99 miljoonaan barreiliin päivässä vuoteen 2035 mennessä. Syitä tähän on nousevien talouksien talouskasvu ja liikenteen lisääntyminen. Maailman suurimmat öljyn tuottajamaat ovat Saudi-Arabia, Venäjä, Yhdysvallat ja Kiina. Suurimmat kuluttajat ovat puolestaan Yhdysvallat, jossa kulutetaan 20 % maailman käytetystä öljystä, Kiina (12 %) ja Japani (5 %). (Öljyalan keskusliitto 2013a.)

Yli puolet maailman tunnetuista öljyvaroista sijaitsee Lähi-Idässä. Myös Keski- ja Etelä-Amerikassa on merkittäviä öljyesiintymiä ja Venäjällä on omat varastonsa. Useimpien arvioiden mukaan nykyiset öljyvarat riittävät noin 40 vuotta. Uusien hyödyntämis- ja etsimisteknologioiden myötä uusia hyödynnettävissä olevia öljyvaroja löydetään jatkuvasti. Nämä löydetyt öljykentät ovat pääosin pienempiä ja kalliimmin hyödynnettäviä. Tärkeä ryhmä on todennetut käytettävissä olevat öljyvarat. Tämä tarkoittaa jo löydettyjä öljyvaroja, jotka ovat hyödynnettävissä nykyisellä teknologialla, tietämyksellä ja vallitseville olosuhteilla. Ne ovat kasvaneet niin, että niiden on arvioitu riittävän yli 46 vuodeksi. (Öljyalan keskusliitto 2013b.)

## 3 HYBRIDIAJONEUVO

Ajoneuvoa, jossa on enemmän kuin yksi voimalähde, kutsutaan hybridiajoneuvoksi. Voimanlähteinä voidaan käyttää erilaisia energialähteitä ja tehonmuuntimia. Useimmiten yhdistelmänä on polttomoottori ja sähkömoottori. Polttomoottori on vielä paras ratkaisu ajoneuvoihin, jos katsotaan sen tarvitsemaa tehoa ja ajomatkaa. Hybridikäytöllä pyritään parantamaan polttomoottorin haittapuolia, kuten hyötysuhteen laskemista osakuormalla ajettaessa ja pakokaasupäästöjä. (Robert Bosch GmbH 2002, 645.)

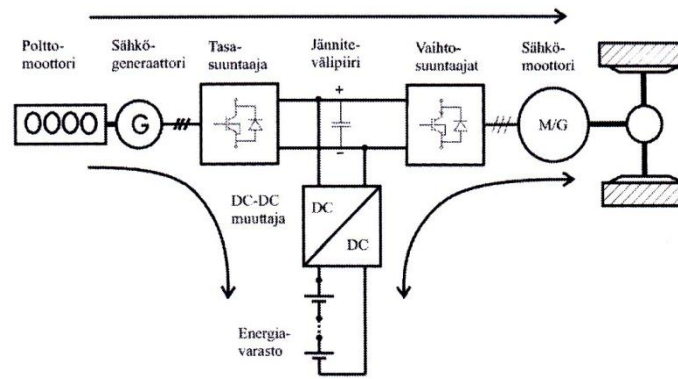
Sähkömoottorilla on monia etuja polttomoottoriin verrattuna. Näitä ovat muun muassa tasainen vääntökäyrä koko kierrosalueella nollassa alkaen, hiljaisempi äänitaso, lähes olematon huoltotarve, jarrutusenergia voidaan kerätä talteen ja hyötysuhde huomattavasti suurempi. Suurimpia haittapuolia ovat puolestaan sähköenergian vaikea varastoitavuus ja akkuteknologian kehittymättömyys. (Linja-aho 2013, 41.)

Hybridiajoneuvot voidaan luokitella kahdella eri tavalla, niiden voimansiirtolinjan toteutuksen tai niiden hybridisointiasteen perusteella (Linja-aho 2013, 42).

### 3.1 Luokittelu voimansiirtolinjan toteutustavan mukaan

#### 3.1.1 Sarjahybridi

Sarjahybridissä polttomoottori ei ole mekaanisessa yhteydessä vetäviin pyöriin. Siinä polttomoottori käyttää generaattoria, jonka tuottama sähköenergia ohjataan sähkömoottorille. Sähkömoottorista saatava teho ja voima ohjataan vetäville pyörille. (Kuva 1.) Koska polttomoottori ei ole yhteydessä vetäviin pyöriin, voidaan polttomoottori-generaattoriyhdistelmä sijoittaa minne päin ajoneuvoa tahansa. Tällöin sähkömoottorit voidaan sijoittaa myös vetävien pyörien yhteyteen, koska perinteistä vaihteistoa ja voimansiirtolinjaa ei tarvita. (Linja-aho 2013, 42.)



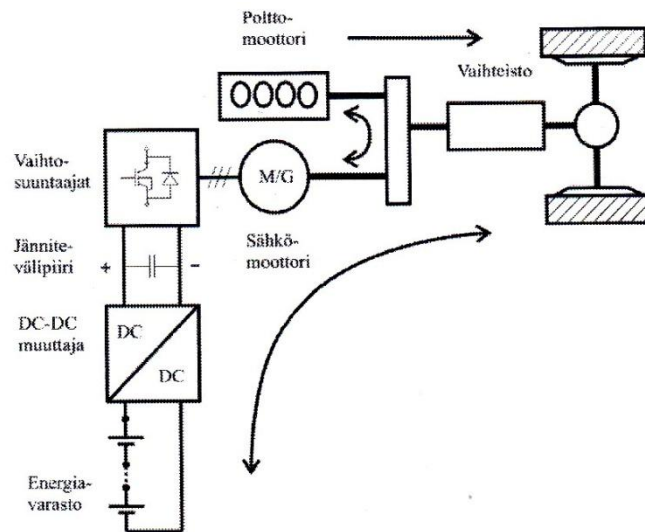
Kuva 1. Sarjahybridin voimansiirto (Hietalahti 2011, 22).

Sarjahybridin käyttö on kaikkein tehokkainta kaupunkiajossa, joka sisältää paljon pysähdyksiä ja liikkeellelähtöjä. Tässä tapauksessa polttomoottori voidaan suunnitella käytettäväksi kapealla kierrosalueella, jolloin polttoaineenkulutus pienenee. Tämän kääntöpuoli puolestaan on tasainen maantieajo, jossa hyötysuhde voi olla jopa heikompi kuin pelkän polttomoottorilla kulkevan ajoneuvon. Tämä johtuu siitä, että energian vieminen generaattorin ja sähkömoottorin läpi pyörille tuottaa enemmän häviöitä kuin energian vieminen suoraan polttomoottorilta pyörille. Lisäksi pitää suunnitella polttomoottori, generaattori ja sähkömoottori käsittelemään ajoneuvon maksimiteho. (Linja-Aho 2013, 42.)

### 3.1.2 Rinnakkaishybridi

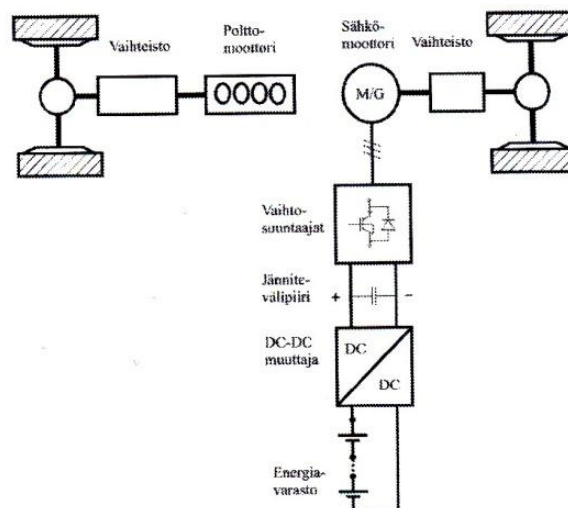
Rinnakkaishybridissä sähkömoottori ja polttomoottori voivat molemmat tuottaa tehoa ajoneuvon voimansiirtolinjassa. Sähkömoottorin mekaanisessa kytkennässä käytetään yleensä vaihdetta, hihna- tai hammaspyörävälitystä. Sähkömoottori voidaan sijoittaa myös polttomoottorin vauhtipyörän yhteyteen, tällöin molemmat moottorit pyörivät samaan tahtiin. Sähkömoottori voidaan kytkeä ajoneuvon voimansiirtoon monella tavalla. Usein sähkömoottori sijoitetaan omalle akselilleen, josta sen tuottama momentti yhdistetään polttomoottorin tuottamaan momenttiin momentintasaajalla. Polttomoottorilla ja sähkömoottorilla voi olla kummallakin oma vaihdelaatikko, tai niillä voi olla yksi yhteinen vaihdelaatikko, kuten kuvassa 2 on esitetty. Järjestelmää voidaan käyttää pelkällä

sähkömoottorilla, pelkällä polttomoottorilla tai hybriditilassa, jolloin molemmat tuottavat tehoa.



Kuva 2. Rinnakkaishybridin voimansiirto, jossa yksi vaihteisto (Hietalahti 2011, 24).

Rinnakkaishybridijärjestelmä voidaan toteuttaa myös eri akseleille, jolloin ajo-neuvosta tulee molempia voimantuottotapoja käyttäen nelivetoinen (kuva 3). (Hietalahti 2011, 24–26.)



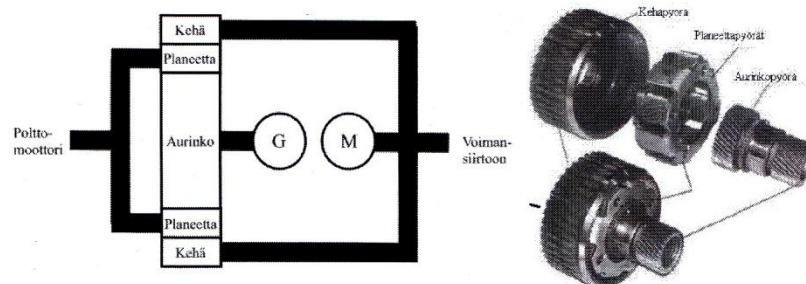
Kuva 3. Rinnakkaishybridin voimansiirto, joka on nelivetoinen (Hietalahti 2011, 26).

Rinnakkaishybridissä sähkömoottori ja polttomoottori voidaan mitoittaa pienemmiksi kuin sarjahybridissä ja lisäksi tarvitaan vain yksi sähkömoottori-generaattori yhdistelmä. Tämän takia järjestelmässä ei tarvita ylimääräisiä komponentteja, jotka kuluttaisivat energiaa. Järjestelmässä voidaan käyttää maantieajossa pelkästään polttomoottoria, jolloin hyötysuhde on korkeampi kuin sähkömoottorilla ajettaessa. (Linja-Aho 2013, 43.)

Rinnakkaishybridin huonona puolena on taas järjestelmän monimutkainen rakenne ja ohjaus. Koska polttomoottori on mekaanisessa yhteydessä vetäviin pyöriin, pitää polttomoottori mitoittaa käytettäväksi koko pyörimisnopeusalueella, eikä sitä voida mitoittaa käytettäväksi vain parhaalla alueella kuten sarjahybridissä. Jos ajoneuvosta on tehty rakenteellisesti nelivetoinen, pitää molemmille järjestelmille olla omat voimansiirtojärjestelmät, jolloin se pienentää ajoneuvon hyötykuorman tiloja. (Hietalahti 2011, 24–26.)

### 3.1.3 Power split -hybridi eli jaetun tehon hybridi

Power split- eli jaetun tehon hybridi yhdistää sarja- ja rinnakkaishybridin tekniikoita. Tyypillisesti se koostuu polttomoottorin, planeettavaihteen ja kahden sähkökoneen, generaattorin ja sähkömoottorin, järjestelmästä. Järjestelmässä planeettavaihte yhdistää polttomoottorin ja sähkökoneet toisiinsa. (Kuva 4.) Generaattorilla säädellään polttomoottorin pyörimisnopeutta ja sähkömoottorilla tuotetaan kuorman tarvitsema lisämomentti. Planeettavaihteen ja sähkökoneiden välinen yhdistelmä toimii portaattomana voimansiirtona, jonka etuja ovat vääntömomentin ja pyörimisnopeuden vapaa säädettävyys. (Hietalahti 2011, 26–27.)



Kuva 4. Jaetun tehon hybridin voimansiirtojärjestelmä (Hietalahti 2011, 27).



Jaetun tehon hybridissä saadaan käyttöön sekä sarja- että rinnakkaishybridin hyödyt. Myös jaetun tehon hybridissä voidaan ajaa pelkällä polttomoottorilla, pelkällä sähkömoottorilla tai molemmilla samanaikaisesti. (Linja-Aho 2013, 43.)

Järjestelmän huonona puolena pidetään sen monimutkaista rakennetta ja kalleutta. Tämän lisäksi järjestelmä on haavoittuvainen. Toisin kuin rinnakkaishybridissä, tässä koko järjestelmä lakkaa toimimasta, jos generaattori tai sen elektroniikka menettää toimintakykynsä. Generaattori pitää myös mitoittaa yhtä suureksi kuin polttomoottorin huippuvääntömomenti. (Hietalahti 2011, 27.)

### 3.2 Luokittelu hybridisointiasteen mukaan

Mikrohybridiajoneuvot eivät oikeastaan ole hybridiajoneuvoja, koska ajoneuvossa ei ole sähkömoottoria. Valmistajat kutsuvat ajoneuvoja, joissa on jarrutusenergian talteenotto ja/tai käynnistys-sammutusautomaatiikka, mikrohybrideiksi kaupallisessa tarkoituksessa. (Linja-Aho 2013, 43.)

Ajoneuvoja, joissa sähkömoottori avustaa polttomoottoria kiihdytyksissä, mutta pelkästään sähkömoottorin avulla ei pysty liikkumaan, kutsutaan kevythybrideiksi (Linja-Aho 2013, 43).

Täyshybridiajoneuvo voi liikkua joko pelkän sähkömoottorin, pelkän polttomoottorin avulla tai käyttämällä molempia samaan aikaan (Linja-Aho 2013, 43). Suurin osa tämän päivän hybrideistä on täyshybridejä.

Plug-in-hybridi on täyshybridi, mutta sen akusto on suurempi ja se voidaan ladata sähköverkosta. Tämä mahdollistaa ajamisen pelkällä sähköllä pidempään. Range extender on plug-in-hybridi, jossa on vielä isompi akusto. Tämän takia ajoneuvolla kuljetaan suurimmaksi osaksi pelkällä sähköllä ja polttomoottori avustaa vain useamman sadan kilometrin matkalla. Range extender -ajoneuvoa voidaan kutsua myös täyssähköajoneuvoksi, koska suurin osa ajasta kuljetaan pelkän sähköä avulla. Teknisesti ajoneuvo on kuitenkin sarjahybridi, koska siinä on polttomoottori, joka ei ole yhteydessä pyöriin. (Linja-Aho 2013, 43–44.)

### 3.3 Esimerkkejä markkinoilla olevista hybrideistä

Hybridiajoneuvojen myynti Suomessa on vielä kovin pientä verrattuna muuhun Eurooppaan, USA:n tai Aasiaan. Maailmassa on myyty vuoden 2011 loppuun yli 4,5 miljoonaa hybridiajoneuvoa, joista yli 3,5 miljoonaa on Toyota- ja Lexus-merkkisiä. Kolmanneksi eniten on myyty Honda-merkkisiä hybridiautoja, joita on myyty 0,8 miljoonaa. (Linja-Aho 2013, 54.)

Vuoden 2013 loppuun mennessä Suomessa oli myyty yhteensä 37 eri hybridiajoneuvomallia. Pelkästään vuonna 2013 myytiin 8741 hybridiajoneuvoa. Kasvua edelliseen vuoteen on yli 2000 autoa. Eniten myyty malli Toyota Prius, jota myytiin 3088 kappaletta. Toiseksi myydyin malli oli Toyota Auris, jota myytiin 2009 kappaletta. (Trafi 2014b.)

Yksi uusimmista hybrideistä on Mitsubishi Outlander PHEV, jota on ennakkomyyty jo 79 kappaletta. Auton lanseeraus tapahtuu huhtikuussa 2014. (Lamminpää 2014.) Outlander PHEV on Power split -ajoneuvo, jossa käytetään sekä sarja- että rinnakkaishybridin ominaisuuksia. Autossa on sijoitettu etu- ja taka-akselille 60 kW:n sähkömoottori ja lisäksi siinä on 2.0-litrainen 89 kW:n bensiinimoottori. Koska autossa on sähkömoottorit kummallakin akselilla, se on nelivetoinen vaikka ajettaisiin pelkällä sähköllä. Pelkällä sähköllä liikuttaessa suurin nopeus on 120 km/h ja toimintasäde on 52 km. Sarjahybriditilaa käytetään, kun ajoakun varaustila on heikko tai kun autoa kiihdytetään voimakkaasti. Tällöin bensiinimoottori lataa akkuja ja toimii generaattorina sähkömoottoreille. Rinnakkaishybriditilaa käytetään pidemmässä maantieajossa, jolloin bensiinimoottori vetää etupyöriä ja sähkömoottorit avustavat tarvittaessa. Auton kokonaistoimintasäde on 880 km ja huippunopeus 170 km/h. Autossa on 12kWh Litium-Ioni-ajoakku, joka voidaan ladata täyteen tavallisesta pistorasiasta viidessä tunnissa tai pikalatausasemalla 80 % täyttöasteeseen 30 minuutissa. (Mitsubishi 2013.)

## 4 SÄHKÖAJONEUVO

### 4.1 Sähköajoneuvon tekniikkaa

Kun ajoneuvossa on vain sähköisiä toimilaitteita, sitä kutsutaan sähköajoneuvoksi. Se sisältää paljon samanlaisia osia kuin hybridiajoneuvojen sähköinen voimansiirtojärjestelmä. Järjestelmä sisältää sähköisen energiavaraston ja sähkökäytön, mikä muuttaa energian mekaaniseksi energiaksi eli pyörimiseksi. Koska sähköajoneuvossa ei ole polttomoottoria eikä perinteistä voimansiirtoa, voidaan sähkömoottori sijoittaa minne päin ajoneuvoa tahansa. Sähkömoottori voidaan sijoittaa normaaliin paikkaan konepellin alle, kummallekin akselin oma tai vaikka pyörän navan läheisyyteen riippuen käyttötarkoituksesta. Useimmiten sähköautojen energiavarastona käytetään akkuratkaisuja, mutta energia voidaan ottaa myös polttokennosta. (Hietalahti 2011, 29.)

Yksinkertaisuudessaan polttokenno on laite, joka tuottaa vedystä sähköä ja lämpöä. Laitteessa tapahtuu reaktio, jossa kemiallinen energia muuttuu sähköenergiaksi. Polttokennossa on lukuisia etuja, siinä ei ole liikkuvia osia, se on hiljainen ja hyötysuhde on hyvä. Polttokenno ei myöskään tyhjene samalla lailla kuin tavallinen akku. Suurimpina haittoina ovat valmistuskustannukset ja vedyn vaikea käsiteltävyys. (Hietalahti 2011, 127.)

Polttokennotyyppejä on monenlaisia ja niistä parhaaksi ajoneuvokäyttöön on osoittautunut elektrolyytti-polymeerikalvo eli PEM (Polymer Electrolyte Membrane) -kenno. Se toimii tankista otetulla vedyllä, joka reagoi hapen kanssa. Reaktiosta syntyy vettä. PEM-kenno toimii 1,16 V:n jännitteellä, joten kun halutaan suurempi jännitetaso, pitää kennoja asentaa sarjaan. PEM-kennojen etuja ovat mm. pieni tilavuus, alhainen toimintalämpötila ja nopea käynnistyminen. Sähköntuotannon hyötysuhde on noin 50 %. Suurimpana haittana voidaan pitää huonoa pakkasenkestävyyttä ja järjestelmä pitääkin rakentaa niin, että reaktiossa syntyvä vesi ei jäätyessään tuhoa kennoa tai järjestelmän muita osia. (Hietalahti 2011, 128–131.)

## 4.2 Esimerkkejä markkinoilla olevista sähköautoista

Täyssähköautoja on liikenteessä vielä vähän. Syitä tähän ovat muun muassa ajoneuvojen kallis hankintahinta, lyhyt toimintasäde ja kunnollisen latausverkon puuttuminen. Sähköauton hinta voi olla useita tuhansia euroja kalliimpi kuin vastaavan polttomoottorisen auton. Yhdellä latauksella täyssähköautolla pääsee 100–200 km, riippuen lämpötilasta ja ajotyylisestä. Sähköauton voi ladata kotona olevasta normaalista pistokkeesta, mutta se kestää useimmiten yli kuusi tuntia. Julkisia pikalatauspaikkoja on vielä kovin vähän verrattuna polttoaineen tankkauspaikkoihin. Sähköautojen lukumäärä kasvaa kuitenkin koko ajan. Teknologiaa parannetaan koko ajan ja uusia malleja tulee myyntiin vuosittain.

Liikennekäytössä Manner-Suomessa oli vuoden 2013 kesäkuuhun mennessä yhteensä 137 sähköhenkilöautoa. Vuonna 2013 ensirekisteröitiin yhteensä 50 sähköhenkilöautoa, mikä on suurin piirtein sama kuin vuonna 2012. Suosituin sähköauto Suomessa on Nissan Leaf, jota rekisteröitiin vuonna 2013 41 kappaletta. (Trafic 2014c & Trafic 2014d.)

Uusimpia tulokkaita sähköautomarkkinoille on Hyundaiin vetyauto ix35 Fuel Cell, mikä on ensimmäinen sarjavalmistettu vetyauto. Auton vetytankkiin mahtuu 5,6 kg vetyä, mikä on puristettu tankkiin 700 bar:n paineella. Se riittää 594 km:n toimintamatkaan. Auton polttokennojärjestelmä tuottaa 100 kW tehon ja se riittää 160 km/h huippunopeuteen. Polttokennon tuottama energia varastoidaan 24 kWh:n litium-polymeeri-akkuun. (Hyundai 2014.)

## 5 MAAHANTUONTITARKASTUS ELI PDI

Maahantuontitarkastuksella varmistetaan, että ajoneuvon tekninen ja visuaalinen kunto ovat autonvalmistajan ja maahantuojan standardien mukaiset (Assistor 2013d). Samalla PDI on sekä autotehtaan viimeinen että maahantuojan ensimmäinen laadunvalvontapiste. PDI:ssä ajoneuvo tutkitaan läpikotaisesti ja mahdollisille vioille saadaan nopea korjaus. (Ammattiautot 2014.)

Ennen varsinaista PDI:tä ajoneuvo pestään hyvin, jotta mahdolliset maalipinnassa olevat vauriot ja naarmut tulevat näkyviin. Tämän jälkeen ajoneuvo ajetaan nosturille ja varsinainen tarkastus alkaa.

Ensimmäisenä tarkastetaan silmämääräisesti ajoneuvon sisätilojen kunto eli penkkien ja ohjaamon muiden verhoiltujen osien viimeistely ja kunto. Tämän jälkeen autosta testataan kaikki sähköiset laitteet, asetetaan kellon aika ja päi väys, tarkistetaan valot sekä niiden suuntaus.

Kun nämä ovat valmiit, avataan ajoneuvon konepelti ja tarkastetaan moottoriti lan kunto silmämääräisesti. Moottoriti lasta tarkistetaan akun kiinnitys, öljyt, jäähdytinneste ja tuulilasinpesuneste ja lisätään tai vaihdetaan tarvittaessa.

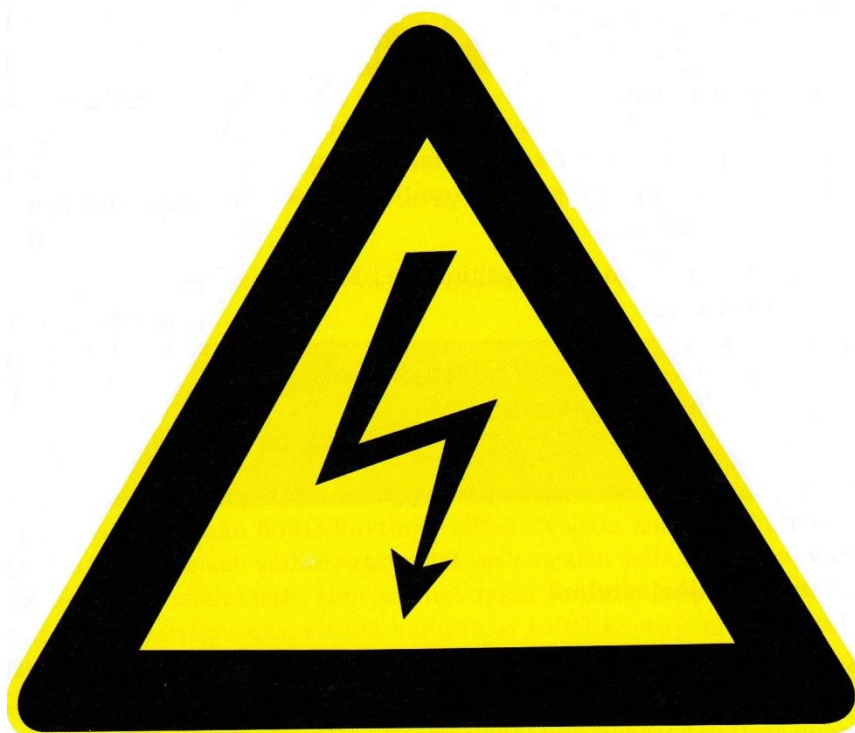
Kun kaikki edellä mainitut asiat on tarkastettu, nostetaan ajoneuvo ylöspäin ja tarkistetaan maalipinnan kunto vaurioilta ja naarmuilta. Samalla tarkistetaan pyörien ja vanteiden kunto sekä niiden kiinnitys. Lopuksi ajoneuvo nostetaan kokonaan ylös ja tarkistetaan ajoneuvon alusta.

Jos ajoneuvo on PDI:n jälkeen kunnossa ja siihen ei ole tulossa lisävarustelua, on se valmis kuljetettavaksi jälleenmyyjälle tai varastointiin. Jos ajoneuvoa tarkistettaessa ilmenee pieniä puutteita tai vaurioita, jotka tarkastaja voi korjata itse tarkistuksen yhteydessä, voi hän ne siinä tehdä. Jos tarkistuksessa ilmenneet viat ovat niin suuret, että ajoneuvo tarvitsee korjausta, viedään se tarkistuksen jälkeen odottamaan korjausta tai maalausta.

## 6 SÄHKÖTÖIDEN VAATIMUKSET JA VASTUUT

Sähkö- ja hybridiajoneuvot yleistyvät liikenteessä jo kovaa vauhtia, kuten kerroin luvuissa 4.3 ja 5.1. Tästä johtuen korjaamoille tulee myös entistä useammin ajoneuvo, missä käytetään korkeajännitetekniikkaa, josta voi aiheutua korjaajalle hengenvaarallinen sähköisku tai valokaari. Termi korkeajännite, yli 30 V:n vaihtojännite tai yli 60 V:n tasajännite, on käytössä vain autotekniikan puhekielessä ja sillä tarkoitetaan sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajänniteakkuja ja niiden virtapiiriä. Sähkö- ja hybridiajoneuvojen korkeajänniteakut voivat olla usean sadan voltin suuruisia.

Sähköalan terminä korkeajännite vastaa suurjännite-termiä. Suurjännitteellä puolestaan tarkoitetaan yli 1000 V:n vaihtojännitettä tai yli 1500 V:n tasajännitettä. Korkeajännitekomponenteista pitää varoittaa aina kun niihin pääsee käsi ilman työkaluja. Kuvan 5 mukainen varoitussymboli pitää löytyä niin energiavarastojärjestelmästä kuin koteloista ja suojuksista, joiden poistaminen toisi jännitteellisiä osia esiin. (Linja-Aho 2013, 18–19.)



Kuva 5. Korkeajännitteen varoitussymboli (Linja-Aho 2013, 52)

## 6.1 Vaarat

Sähkövirran vaikutukset ihmiskehoon ovat monenlaisia, sillä hermoston toiminta perustuu sähköimpulsseihin ja jostain ulkopuolisesta lähteestä peräisin oleva sähkövirta voi häiritä näitä impulsseja. Seurauksia voivat olla lihaskouristukset, sydänkammiovärinä, sydämenpysähdys tai eriaisteiset palovammat. (Linja-Aho 2013, 57.)

Vaarallisena työkohteena voidaan pitää kaikkea, missä kulkee sähköä. Tavallisesta matalajänniteakusta, 12 V, ei ihminen saa vaarallista sähköiskua. Kuitenkin aiheuttamalla akkuun oikosulun, voi ihminen aiheuttaa itselleen palovamman. Kun tarkastellaan ihmisessä tapahtuvia vaurioita ja vammoja, tärkeimpinä vaikuttavina asioina ovat sähkövirran voimakkuus ja sen kestoaika, myös tajuudella on väliä. Vaarallisinta sydämelle on alle 100 Hz:n vaihtojännite. Vaihtojen ja tasavirran vaikutukset poikkeavat toisistaan jonkin verran.

Tasavirran aiheuttamasta sähköiskusta on helpompi päästä irti ja sitä tarvitaan huomattavasti enemmän kuin vaihtovirtaa, ennen kuin se on vaarallista ihmiselle. Tasavirrasta puolestaan syntyy helpommin kemiallisia reaktioita ihmiskehon sisällä ja tasavirtavalokaari kestää pidempään kuin vaihtovirtavalokaari. Jo 30 mA:n vaihtovirrasta, mikä kestää sekunneista minuutteihin, voi aiheutua voimakkaita kouristuksia. Sydänkammiovärinä voi aiheutua jo 30 mA:n vaihtovirrasta, mikä kestää kauemmin kuin sydänjakson. Sydänjakson pituus on noin 1 sekunti. (Linja-Aho 2013, 57–60.)

Vaarallisen jännitteen määrittelemisen on vaikeampaa kuin vaarallisen virran. Tämä johtuu siitä, että ihmisen läpi kulkevaan virtaan vaikuttaa jännitteen lisäksi ihmiskehon impedanssi, sähköä vastustava suure. Tähän vaikuttavat puolestaan monet asiat kuten kosketuspinta-ala, ihon kosteus, puristusvoima ja kosketuspaikkojen sijainti. Jännitteen kasvaessa ihmiskehon impedanssi pienenee. Jos jännite kaksinkertaistuu, niin virta enemmän kuin kaksinkertaistuu. (Linja-Aho 2013, 59.)

Valokaari syntyy esimerkiksi kun akun navat koskevat toisiinsa ja metalli alkaa sulaa. Virta kasvaa suureksi, varsinkin jos sisäinen resistanssi on pieni, ja siitä johtuva korkea lämpötila ionisoi ilman johtavaksi. Valokaari säteilee myös infra-puna- ja ultraviolettisäteilyä ja sen lämpötila voi olla useita tuhansia asteita. (Linja-Aho 2013, 60.)

### 6.1.1 Ensiapu

Koska sähkötöissä on aina vaara saada sähköisku, on ensiaputaitojen osaaminen tarpeellista. Lisäksi ensiapuohjeita on oltava nähtävillä korjaamoissa paikoissa, joissa tehdään sähkötöitä. Suositeltavaa on pitää niitä esillä myös työntekijöiden taukotiloissa. Sähkötyötaturmien ensiapuohjeet on esitetty ST-kortissa. ST-kortteja ja ensiaputauluja Suomessa myy Sähköinfo Oy. Liitteessä 1 on ST-kortissa esitetyt ensiapuohjeet. (Tukes 2012.)

### 6.2 Koulutukset

Suomessa on käytössä sähköturvallisuusstandardi SFS 6002, joka on tehty kansainvälisen EN 50110-1 -standardin pohjalta. Vaikka tätä kansainvälistä standardia ei ole suunniteltu sovellettavaksi ajoneuvojen sähkölaitteissa, Suomessa Tukes on todennut, että SFS 6002 -standardia sovelletaan autoalalle, koska ei ole olemassa sopivampaa standardia. (Linja-Aho 2013, 62.)

Tämän standardin mukaan kaikkien korjaamoiden, joissa huolletaan tai korjataan käyttäjännitteeltään yli 50 V:n vaihtojännitteisiä tai yli 120 V:n tasajännitteisiä ajoneuvoja, tulee tehdä Tukesille ilmoitus korjaustoiminnasta. Tämä ilmoitus tehdään vain kerran. Ilmoituksesta tulee olla nimettynä sähkötöiden johtaja, jolla on riittävä koulutustaso. (Autoalan keskusliitto ry 2012.)

Standardin SFS 6002 mukaisia sähkötöitä tehtäessä pitää kaikilla työskentelijöillä olla jonkinlainen sähköturvallisuuskoulutus (kuva 6).



Sähkötöiden johtaja (1)	Työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja (2)	Opastettu henkilö (3)	Muu henkilö
Ammattihenkilö (4)	Ammattihenkilö	Tiettyyn työhön opastettu henkilö (esimerkiksi korimekaanikko)	Henkilöt, jotka voivat joutua tekemisiin tuotteen kanssa (esim. automyyjät, varaosamyyjät, auton käyttäjät, siivotat.)
	Aina paikalla		
SFS 6002 sovellettuna autoalalle + koe (5)	SFS 6002 sovellettuna autoalalle + koe (5)	SFS 6002 sovellettuna autoalalle + koe (5)	Perehdytys: Sähkön vaarat ja toiminta onnettomuustilanteessa (SFS 6002)
Ensiapukoulutus	Ensiapukoulutus	Ensiapukoulutus	
Mallikohtainen tuotetuntemus	Mallikohtainen tuotetuntemus	Mallikohtainen tuotetuntemus	
Valtakunnallinen rajoitettu S3-koe ja rajoitettu S3 sähköpätevyys (6)	Suositus: Valtakunnallinen rajoitettu S3-koe		

Kuva 6. Tarvittava osaaminen sähkö- ja hybridi ajoneuvotekniikassa (Autoalan keskusliitto ry 2012).

### 6.2.1 Sähkötöiden johtaja ja työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja

Jokaisessa yrityksessä, jossa tehdään töitä korkeajännitekomponenttien kanssa, tulee olla nimetty sähkötöiden johtaja. Tämän päätehtävänä on huolehtia siitä, että yrityksen töissä noudatetaan sähköturvallisuusmääräyksiä. Lisäksi sähkötöiden johtajan on huolehdittava, että töitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja heitä on riittävästi opastettu, käytettävät sähkölaitteet ovat sellaisessa kunnossa, että niitä on turvallista käyttää ja että työnaikaista sähköturvallisuutta valvotaan. Sähkötöiden johtajalla pitää olla voimassa oleva sähköpätevyys. (Linja-Aho 2013, 77.)

Kauppa- ja teollisuusministeriö on tehnyt päätöksen vuonna 1996, minkä mukaan jokaiseen sähkötyökohteeseen on nimettävä työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja. Henkilön on kyettävä tekemään oman alansa sähkötöitä itsenäisesti ja hänen pitää olla aina paikalla kun sähkötöitä tehdään. Ollessaan työnaikaisena sähkötöiden valvojana henkilö voi osallistua työhön tai suorittaa sen kokonaan itse. Samalla hän valvoo työn turvallisuutta. Kun töitä tehdään ja työkohteessa on enemmän kuin yksi työntekijä, pitää jokaisella olla selvillä kuka on työnaikainen sähköturvallisuuden valvoja. Koska henkilön pitää pystyä tekemään valvomiaan töitä, täytyy hänellä olla vähintäänkin tarvittava sähkötyö- turvallisuuskoulutus suoritettuna. (Linja-Aho 2013, 65–66.)

## 6.2.2 Sähköpätevyudet

Sähköpätevyudet jaetaan kolmeen eri luokkaan ja oikeuttavat toimimaan kyseisen työn sähkötöiden johtajana:

- Sähköpätevyys 1 (S1) - yleispätevyys, kaikki sähkötyöt
- Sähköpätevyys 2 (S2) - enintään 1000 V vaihtojännitteiset tai enintään 1500 V tasajännitteiset sähkötyöt
- Sähköpätevyys 3 (S3) - enintään 1000 V vaihtojännitteiset tai enintään 1500 v tasajännitteiset verkkoon liitettävät sähkötyöt

Lisäksi S1 voidaan myöntää rajoitettuna ja S3 voidaan myöntää rajoitettuna tietyille toimialueille, esimerkiksi autoalalle. Sähköpätevyystodistusta haetaan Suomessa henkilö- ja yritysarviointi Seti Oy:ltä. Pätevyys voidaan myöntää vain, jos hakijalla on riittävästi koulutusta ja työkokemusta ja tarvittava sähköturvallisuustutkinto suoritettuna. S1:seen tarvittava koulutus on soveltuva tekniikan alan korkeakoulututkinto, sähkövoima-alan insinöörin tai sähkövoima-alan tekniikon tutkinto ja lisäksi työkokemusta 2 vuotta tutkinnon suorittamisen jälkeen. S2:seen tarvittava koulutus ja kokemus ovat samat kuin S1:seen tai soveltuva ammatillinen perustutkinto, ammattitutkinto tai erikoisammattitutkinto ja 3 vuotta työkokemusta. S3:seen tarvittavat vaatimukset on säädely erikseen Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 516 pykälässä 11. (Linja-Aho 2013, 77–78.)

Autoalalle rajoitetun S3-pätevyyden vaatimaksi koulutukseksi kelpaa henkilöauto- tai raskaskalustomekaanikon ammattitutkinto autosähköpuolelta, autosähkömekaanikon ammattitutkinto, automekaanikon erikoisammattitutkinto tai opisto- tai korkeakouluasteen tutkinto autoalalta. Lisäksi pitää olla suoritettuna vähintään toinen seuraavista: autoalan sähköpätevyystutkintoon valmentava koulutus tai autoalan sähköturvallisuustutkinto. Jos henkilöllä ei ole sopivaa tutkintoa, pitää työkokemusta olla 2 vuotta ja suoritettuna vähintään toinen seuraavista: autoalan sähköpätevyystutkintoon valmentava koulutus tai autoalan sähköturvallisuustutkinto. (Linja-Aho 2013, 83.)

### 6.2.3 Sähköturvallisuustutkinto

Sähköturvallisuustutkintoja on myös kolme luokkaa:

- Sähköturvallisuustutkinto 1 (STT1) - yleistutkinto
- Sähköturvallisuustutkinto 2 (STT2) - pienjänniteasennukset
- Sähköturvallisuustutkinto 3 (STT3) - sähkölaitekorjaus

Tutkinto koostuu kyseisen luokan kannalta tärkeistä määräyksistä. Suoritettava sähköturvallisuustutkinto valitaan sen mukaan, minkä sähköpätevyyden haluaa saada. Jos haluaa suorittaa S1, pitää myös suorittaa STT1. Laajemmalla sähköturvallisuustutkinnolla voi hakea suppeampaa sähköpätevyyttä, mutta liian suppealla sähköturvallisuustutkinnolla ei voi hakea laajempaa sähköpätevyyttä. Tutkinnot laatii Tukes ja niitä järjestävät yleensä erilaiset oppilaitokset. (Linja-Aho 2013, 79.)

Autoalalle on tehty oma sähköturvallisuustutkinto, jota tarvitaan kun haetaan autoalan S3-pätevyyttä. Se koostuu kolmesta aihealueesta: sähkötöitä koskevista säädöksistä, sähkötyöturvallisuudesta ja yleisestä sähkötekniikasta. Tutkinnossa ei saa olla mukana mitään materiaalia, päinvastoin kuin muissa sähköturvallisuustutkinnoissa. Autoalan sähköturvallisuustutkintojen järjestämistä varten tarvitaan lupa Autoalan keskusliiton AKL-Sertifiointi Oy:ltä, jota haetaan kirjallisella hakemuksella. Hakemuksessa ilmenee ehdot, jotka vaaditaan tutkinnon järjestäjältä. Myös tämän tutkinnon koe löytyy AKL-Sertifiointi Oy:n verkkosivuilta. (Linja-Aho 2013, 84–85.)

### 6.2.4 SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutus

Sähköalan töitä tekeville, mukaan lukien myös työnjohto-, käyttö- ja asiantuntija-tehtävissä toimivat, on annettava SFS 6002 -standardin mukainen sähkötyöturvallisuuskoulutus. Koulutusta ei vaadita henkilöiltä, jotka tekevät yksinkertaisia toimenpiteitä hybridi- tai sähköajoneuvoille. Esimerkiksi renkaanvaihtoja sähköajoneuvoon suorittava henkilö ei tarvitse koulutusta, mutta mekaanikot, jotka

tekevät sähkötöitä, samoin kuin asiakkaita puhelimesta opastavat asiantuntijat tarvitsevat koulutuksen. Hybridi- ja sähköajoneuvojen neuvottelukunta kuitenkin suosittelee, että sähkötyöturvallisuuskoulutus annetaan kaikille, jotka työskentelevät hybridi- ja sähköajoneuvoja korjaavassa korjaamossa. Jos henkilöllä ei ole sähkötyöturvallisuuskoulutusta, on hänelle annettava opastus, mikä sisältää ainakin seuraavat asiat: sähkön vaarallisuus, toimenpiteet sähkötapaturman sattuessa ja korjattavaan ajoneuvoon pääsyä ja laitteiden käyttöä koskevat kiel- lot. (Linja-Aho 2013, 63–64.)

Sähkötyöturvallisuuskoulutuksen tiedot varmistetaan kuulustelulla tai muulla tavalla, esimerkiksi kokeella. Tästä on saatava todisteeksi todistus tai doku- mentti. Koulutus on uusittava viiden vuoden välein. AKL-Sertifiointi Oy:n verk- kosivuilta löytyy yrityksen ylläpitämä autoalalle sovitettu SFS 6002 -koe, jota koulutusta järjestävät tahot voivat käyttää maksua vastaan. (Linja-Aho 2013, 63.)

#### 6.2.5 Ammattihenkilö, opastettu henkilö ja maallikko

Sähkötöitä tekevät henkilöt voidaan jakaa neljään ryhmään: ammattihenkilöihin, opastettuihin henkilöihin (sähköala ja maallikko) ja maallikoihin. Ammattihenki- löksi kutsutaan henkilöä, jolla on riittävästi koulutusta tai työkokemusta. Opaste- tut henkilöt jaetaan kahteen alaryhmään. Sähköalan opastettu henkilö (s) on henkilö, joka on parhaillaan hankkimassa ammattihenkilön pätevyyttä, mutta häneltä puuttuu vielä koulutusta ja kokemusta, esimerkiksi autosähköalan opis- kelija. Opastetulle maallikolle (m) on opastettu, kuinka joku tietty toimenpide tehdään. Maallikko puolestaan on henkilö, jolla ei ole koulutusta, kokemusta eikä häntä ole opastettu mihinkään. (Linja-Aho 2013, 62–63.)

#### 6.2.6 Ensiapukoulutus

Kaikille sähköalan ammattihenkilöille ja sähkötöihin opastetuille henkilöille on suositeltavaa antaa ensiapukoulutus. Näitä ovat muun muassa Suomen Punai-

sen Ristin hätäensiapukurssi ja laajempi EA1 ensiavun peruskurssi. Lisäksi hyviä koulutuksia ovat muut ensiapukoulutukset, jotka sisältävät palovammoihin, ruhje- ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painantaelvytyksen opettelun. (Linja-Aho 2013, 64–65.)

### 6.3 Varusteet ja välineet

Korkeajännitetöissä käsitellään osia ja komponentteja, jotka sisältävät suuria jännitteitä, joten riskit ovat suuret. Tämän takia pitää käyttää oikeanlaisia työvälineitä, jotka suojaavat käyttäjää sähköisiltä vaaroilta, kuumuudelta ja tulelta ja varoituskilpiä, jotka varoittavat jännitetyön olevan käynnissä ja estävät muita henkilöitä käyttämästä ajoneuvoa (Mäkinen 2010, 23).

#### 6.3.1 Työkalut, varusteet ja laitteet

Kaikkien käytettävien jännitetyökalujen, -varusteiden ja -laitteiden on täytettävä joko eurooppalaiset (EN), kansalliset, esimerkiksi suomalaiset (SFS) tai kansainväliset (IEC) standardit. Valmistajan antamia ohjeita käyttämiseen, huoltamiseen ja säilyttämiseen tulee noudattaa. Työkalujen pitää löytyä läheltä jännitetyöpaikkaa. Varusteet ja välineet on pidettävä käyttökunnossa ja ne tulee tarkastaa ennen jokaista käyttökertaa. Lisäksi niihin tulee suorittaa tietyin väliajoin laajempia tarkastuksia työvälineen kunnan toteamiseksi. Vaurioituneilla välineillä ei saa tehdä töitä, vaan ne tulee vaihtaa ennen seuraavaa työtapahumaa. Ajoneuvojen korkeajännitetöissä, sähkötekniikan termein pienjännitetöissä, tulee käyttää SFS-EN 60900 -standardin mukaisia jännitetyövälineitä. Nämä merkinnät (kuva 7) pitää löytyä kyseisistä välineistä. (Mäkinen 2010, 18–20.)



Kuva 7. Jännitetyökalun standardin SFS-EN 60900 mukainen merkintä (Mäkinen 2010, 20).

### 6.3.2 Henkilönsuojaimet

Henkilönsuojaimia ovat muun muassa erilaiset käsineet, vaatteet ja kengät, silmien ja kasvojen suojaimet. Näissä tulee olla CE-merkintä ja niiden pitää olla tyyppitarkastettuja. Lisäksi niiden on hyvä olla varustettu merkinnällä sallitusta käyttöjännitteestä. Töissä, missä vaarana on vaatteiden syttyminen, esimerkiksi valokaarivaarallisissa töissä, tulee käyttää tulelta ja kuumuudelta suojaavaa vaatetusta. Suojaimia on säilytettävä valmistajan antamien ohjeiden mukaan ja niiden kunto tulee tarkastaa ennen jokaista käyttökertaa. Esimerkiksi jännitetyöhanskojen altistaminen UV-valolle pilaa ne käyttökelvottomiksi. Lisäksi jännitetyövälineet tulee pitää ehjinä, puhtaina ja kuivina. Pienjännitetyössä on käytettävä SFS-EN 60903 -standardin mukaisia jännitetyökäsineitä ja merkintä pitää löytyä käsineistä. (Mäkinen 2010, 19–20.)

### 6.3.3 Kilvet ja kyltit

Jotta voitaisiin välttyä muiden henkilöiden onnettomuuksilta, on jännitetyöstä varoitettava tarpeen mukaisilla kilvillä tai kylteillä (kuva 8). Ne voivat liittyä tekeillä olevaan työhön, sähkölaitteiston käyttöön tai sähkölaitteen rakenteen aiheuttamiin vaaroihin. (Mäkinen 2010, 20–21.)



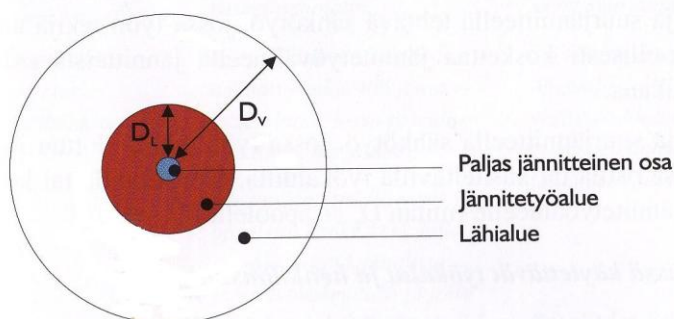
Kuva 8. Jännitetyöstä varoitettava kilpi (Sähköinfo 2014).

## 6.4 Sähkötyöskentely

### 6.4.1 Jännitetyö

Jännitetyöstä puhuttaessa tarkoitetaan työtä, jossa työntekijä koskettaa jännitteistä osaa tai osa hänestä tai hänen käyttämistään työkaluista, varusteista tai laitteista ulottuu jännitetyöalueelle (kuva 9). Ajoneuvon korkeajännitepiirissä näitä töitä saa tehdä vain jännitetyöhön erikoistunut ammattihenkilö. Korkeajännitetöihin kuuluu myös korkeajänniteakun korjaus, koska akussa on aina käytännössä jännite. (Linja-Aho 2013, 68–69.)

Jännitetyöstä tulee laatia ohje ennen työn aloittamista ja se pitää hyväksyttää sähkötöiden johtajalla. Ohjeen voi laatia jännitetyöntekijä itse. Jos jännitetyötä tekee suurempi ryhmä, on suositeltavaa laatia ohjeet yhteistyössä ryhmän kesken. Jännitetyössä on käytettävä eristettyjä tai eristysaineisia käsityökaluja ja henkilönsuojaimia. (Mäkinen 2010, 54–56.)



$D_L$  on etäisyys, joka määrittelee jännitetyöalueen ulkoreunan

$D_V$  on etäisyys, joka määrittelee lähialueen ulkoreunan

Kuva 9. Jännitetyöalue ja lähityöalue (Mäkinen 2010, 55).

Jännitetyöalueeksi kutsutaan paljaan jännitteisen osan ympäröivää 3-ulotteista aluetta. Sen ulkorajan etäisyyden määrittää jännitteisen osan nimellisjännite. Etäisyydet on määritelty taulukossa 1. (Mäkinen 2010, 53.)

Taulukko 1. Jännitetyöalueen, lähialueen ja maallikon turvallisen työskentelyn etäisyydet (Mäkinen 2010, 54;65;67).

Työkohteen nimellijännite (kV)	Jännitetyöalueen ulkorajan mitta $D_L$ (m)	Lähialueen ulkorajan mitta $D_V$ (m)	Maallikon turvallisen työskentelyn vähimmäisetäisyys (m)
1	0,20	0,70	2,00
3	0,22	1,20	3,00
6	0,25	1,20	3,00
10	0,35	1,40	3,00
20	0,40	1,40	3,00
30	0,56	1,60	3,00
45	0,63	1,60	3,00
110	1,00	2,00	5,00
220	1,60	3,60	5,00
400	2,50	4,50	5,00

#### 6.4.2 Lähityö

Lähityöllä tarkoitetaan kaikkea työtä, mitä tehdään lähialueen sisällä (kuva 9) tai hänen kehonsa tai käyttämänsä työkalu, varuste tai väline ulottuu lähialueelle, mutta ei jännitetyöalueelle. Lähityöalueelle töitä tekeville henkilöille on annettava opastus, jonka voi antaa korjaamon esimies. Varsinainen sähkötekninen opastaminen kuuluu sähkötöiden johtajan vastuulle. (Mäkinen 2010, 61–62.)

Lähityöt voidaan jakaa kahteen osaa:

1. Lähialueella tehtävä sähkötyö, jonka suorittaa sähköalan ammattihenkilö tai riittävän opastuksen (s) saanut henkilö. Alue ulottuu tällöin jännitetyöalueen ulkoreunasta lähialueen ulkoreunalle.
2. Maallikoiden tai opastuksen saaneiden henkilöiden (m) tekemä rakennustyö tai muu työ, kuten siivous, nosto ja kuljetus lähialueella. Tämän alueen vähimmäisraja on esitetty taulukossa 1.

Lähialue on jännitetyöaluetta ympäröivä alue, jonka ulkoreuna ilmoitetaan paljaasta jännitteisestä osasta. Myös lähialueen ulkoreunan etäisyys riippuu työ-



kohteen nimellisjännitteestä (taulukko 1). Se tulee määrittää ennen työn aloittamista ja tarvittaessa rajattava, esimerkiksi lippusiimalla. Jos lähialueella työskentelee muita töitä tekeviä maallikoita, tulee sähköalan ammattilaisen kertoa heille lähialueen minimietäisyys. (Mäkinen 2010, 63–65.)

#### 6.4.3 Jännitteettömäksi tekeminen ja työskentely jännitteettömänä

Turvallisuuden takia kaikki sähkötyöt pyritään tekemään jännitteettöminä. Ajoneuvon korjauksessa tämä tarkoittaa korkeajänniteakun erottamista ajoneuvon virtapiireistä. SFS 6002 -standardin mukaan tämä tapahtuu ensin erottamalla korkeajänniteakku täydellisesti, sen jälkeen estetään jännitteen kytkeytyminen ja lopuksi tarkastetaan laitteiston jännitteettömyys. (Linja-Aho 2013, 66.)

Täydellisellä erottamisella tarkoitetaan sähkönsyötön estämistä kaikista suunnista. Ajoneuvoissa tämä tapahtuu irrottamalla latauspistoke sähköverkosta ja erottamalla korkeajänniteakku muusta ajoneuvosta kytkinlaitteella eli huoltoerotimella. Kun erotetaan korkeajänniteakkua muusta ajoneuvosta, tulee aina noudattaa valmistajan antamia mallikohtaisia ohjeita. (Linja-Aho 2013, 66–67.)

Jotta vältetään vaaratilanteilta ja inhimillisiltä virheiltä, pitää jännitteen kytkeminen estää huollon ja korjauksen ajaksi. SFS 6002 -standardissa edellytetään, että se estetään lukitsemalla erotuskytkin tai tila, missä se sijaitsee. Joissain ajoneuvoissa erotuskytkimessä on tila riippulukolle, millä sen saa lukittua. Joissain huoltoerotin on irrotettavaa mallia ja se tulee laittaa lukittuun tilaan tai lukita kiinni kiinteään kohteeseen, esimerkiksi ajoneuvon turvavyöhön, työn ajaksi. Lisäksi paikkaan, missä huoltoerotin sijaitsee, on laitettava kuvan 8 mukainen kieltokilpi ja kirjoitettava siihen kilven asettajan nimi ja asettamispäivämäärä. (Linja-Aho 2013, 67.)

Viimeiseksi on todettava, että järjestelmä on jännitteetön. Tämä tapahtuu yleismittarilla tai kaksinapaisella jännitteenkoettimella. Suositeltavampaa on kaksinapaisen jännitteenkoettimen käyttö, koska sitä on lähes mahdoton kytkeä väärin, se ilmaisee jännitteen, oli kyseessä sitten tasa- tai vaihtojännite ja jännitteenkoettimen toiminnan testaus on helppoa. Käytettävän mittalaitteen toiminta

on tarkastettava aina ennen laitteen käyttöä. Jos työ keskeytetään ja työkohde jää valvomatta, on jännitteettömyys todettava uudelleen ennen työn jatkamista. Kun työ on suoritettu loppuun, tulee asiasta ilmoittaa työnaikaiselle sähkötyöturvallisuuden valvojalle, joka antaa luvan jännitteiseksi tekemiseen. Tämä tarkastaa, että työ on todella tehty loppuun ja ettei kukaan enää työskentele kohteessa. (Linja-Aho 2013, 67–68.)

## 6.5 Merkki- ja mallikohtaisia ohjeita

Fordilta, kuten myös useimmilta muilta maahantuojilta, saa koulutuksia sekä SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksiin että sähköpätevyys 3:seen (S3). Lisäksi Fordilla on tuotekoulutus Focus Electric -ajoneuvoon niille henkilöille, joilla on jo SFS 6002 -koulutus ja S3-pätevyys saaneille on ajoneuvojen korkeajännitejärjestelmien kurssi. Maahantuontitarkastusten osalta Fordilla ei ole muita ohjeita kuin noudattaa lainsäädännöllisiä asioita. Jos sähköajoneuvon akut pääsevät tyhjiksi ja lähellä ei ole latausmahdollisuutta, ajoneuvoa ei saa käynnistää apuvirtakaapeilla vaan se pitää hinata lähimmän sähköpistorasian luokse ja ladata se mukana olevalla 8 A:n tilapäislaturilla. (Eriksson Tomi, 29.4.2014.)

Autoliitto suosittelee, että jokainen sähkö- tai hybridiajoneuvon omistaja tulostaa autoonsa pelastuskortin (rescue sheet) ja laittaa se kuljettajan aurinkolipan taakse. Pelastuskorttiin on tiivistetty ajoneuvon vaarallisten osien, kuten korkeajännitejärjestelmän, polttonestejärjestelmän ja pyropanosten sijainnit. Liitteessä 2 on ote Ford Focus Electricin pelastuskortista.

Pelastuskortista löytyvät lisäksi mallikohtaiset ohjeet sähkö- ja hybridiajoneuvojen jännitteettömäksi tekemiseksi. Näistä ohjeista on hyötyä esimerkiksi onnettomuustilanteissa, joissa sähköajoneuvon koria joudutaan leikkaamaan ihmisen saamiseksi ulos ajoneuvosta. Kansainvälinen autoliitto FIA ylläpitää palvelua, josta löytyvät kaikkien ajoneuvojen pelastuskortit. Pelastuskortti ei ole vielä pakollinen ajoneuvoissa, mutta saattaa muuttua siksi hyvinkin pian. (Linja-Aho 2013, 70–71.)

Fordin ohjeet korkeajännitejärjestelmän erottamiseksi muusta ajoneuvosta ovat:

1. Kaada kuljettajan takana oleva istuin alas.
2. Poista muovinen suojus, jotta näet ylemmän huoltokatkaisimen.
3. Paina vapautuspainiketta huoltokatkaisimen yläosassa ja käännä kahvaa noin 45 astetta alaspäin.
4. Paina vapautuspainiketta uudelleen ja käännä kahvaa toiset 45 astetta, jotta se on täysin vapautettu. Tämän jälkeen irrota huoltokatkaisin vetämällä kahvasta.

Jos takapenkin kaataminen on mahdotonta, voidaan korkeajännitejärjestelmä erottaa toisellakin tavalla:

1. Nosta ajoneuvon oikea takakulma ylös tunkilla.
2. Poista seisontajarruvaijerin kannatin ja aseta vaijeri ja kannatin sivuun.
3. Paina huoltokatkaisimen yläosassa olevaa vapautuspainiketta ja käännä kahvaa noin 45 astetta alaspäin.
4. Paina vapautuspainiketta uudelleen ja käännä kahvaa toiset 45 astetta. Tämän jälkeen irrota huoltokatkaisin vetämällä kahvasta.

Jotta näiden toimenpiteiden tekeminen olisi turvallista, on toimenpiteitä tehtäessä käytettävä asianmukaisia henkilönsuojaimia ja riisuttava kaikki metallikorut, kellot ja sormukset. Lisäksi ajoneuvon sytytysvirta pitää olla kytketty pois päältä. (FordEtis 2014.)

## 7 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAJONEUVOJEN MAAHANTUONTITARKASTUKSEN MUUTOKSET

Sähkö- ja hybridiajoneuvojen tulo maahantuojille, korjaamoille ja huoltamoille, aiheuttaa monia muutoksia työskentelytavoissa ja koulutuksissa. Maahantuontitarkastukseen nämä eivät kohdistu niin paljon kuin ajoneuvon huoltoon ja korjaukseen. Lähinnä muutoksia aiheuttavat koulutusvaatimukset ja ilmoitusvelvollisuus Tukesille. Toki kaikki mahdolliset vaarat ja onnettomuudet pitää ottaa huomioon myös maahantuontitarkastuksessa.

Sähkö- ja hybridiajoneuvojen maahantuontitarkastuksessa pitää olla erityisen varovainen kun tarkastetaan moottoritilassa olevia komponentteja ja osia, näin erityisesti hybridiajoneuvoissa, joissa moottoritilassa on polttomoottori- ja korkeajännitetekniikka. Näissä pitää tarkastaa tavallisen 12 V:n akun kiinnitys sekä polttomoottorin öljyt ja jäähdytinnesteet. Tällöin on varottava koskettamasta korkeajänniteosia. Turvallisinta olisikin käyttää SFS-EN 60903 -standardin mukaisia jännitetyökäsineitä aina kun tarkastaa ajoneuvon moottoritilaa.

Jos sähköajoneuvo on päässyt seisomaan kauan laivasta ulosajon jälkeen ja siihen on vahingossa jäänyt valot tai jokin sähköinen laite päälle, voi akku olla päässyt tyhjentymään. Tällöin pitää muistaa, että ajoneuvoa ei saa yrittää käynnistää apuvirralla, vaan se pitää hinata latauspistokkeen luokse, jossa se voidaan ladata täyteen.

Maahantuontitarkastuksen suurimmat muutokset koskevat työntekijöiden koulutuksia. Sähkö- ja hybridiajoneuvoihin maahantuontitarkoituksia saa tehdä vain SFS 6002 sähkötyöturvallisuuskoulutuksen käyneet henkilöt. Tämän lisäksi heidän esimiehillään pitää olla SFS 6002 -koulutus suoritettuna. Työpaikalla pitää olla myös yksi sähkötöiden johtaja. Hänen pitää olla suorittanut autoalalle suunniteltu S3-pätevyys. Sähkötöiden johtaja vastaa siitä, että työt tehdään turvallisesti ja kaikilla työntekijöillä on riittävä koulutus ja tietotaito. Hän myös määrittää työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan, jos joudutaan tekemään korkeajännitetöitä. Työnaikaiselle sähköturvallisuuden valvojalle riittää SFS 6002 -

koulutus suoritettuna. Suositeltavaa olisi myös autoalalle suunnitellun S3-pätevyuden olevan suoritettuna.

Maahantuontitarkastus ei ole itsessään jännitetyötä sisältävää työtä, joten sen ajaksi ajoneuvoa ei tarvitse ympäröidä erikseen lippusiimalla eikä siitä tarvitse varoittaa kylteillä tai kilvillä. Jos työn aikana tulee kuitenkin eteen tilanne, jolloin pitää työskennellä korkeajännitekomponenttien kanssa, pitää toimia kuten ajoneuvon korkeajänniteosia korjattaisiin. Tällöin on määritettävä jännitetyö- ja lähi-työalue ja rajattava se ja ilmoitettava siitä asianmukaisilla kilvillä. On käytettävä jännitetyökaluja ja henkilösuojaimia. Ja ennen työn aloittamista on tehtävä ajoneuvo jännitteettömäksi, estettävä sen kytkeytyminen ja todettava jännitteettömyys.

Jotta korkeajännitetöitä saa tehdä, on niistä tehtävä Tukesille ilmoitus ennen ensimmäisen työn aloittamista. Tämä ilmoitus on hyvä tehdä jo ennen kuin ensimmäinen sähkö- tai hybridiajoneuvo tulee yritykselle. Tällöin kaikki on valmiina ja työ voidaan aloittaa heti, eikä tarvitse odottaa lupia. Saatu lupa on voimassa toistaiseksi, joten ilmoitusta ei tarvitse aina tehdä Tukesille kun sähkö- tai hybridiajoneuvo tulee yritykselle. Ilmoitusta tehtäessä on kuitenkin huolehdittava, että yrityksellä on sähkötöiden johtaja, joka on suorittanut autoalalle suunnitellun S3-pätevyuden.

Vaikka sähkö- ja hybridiajoneuvot tuovat monia muutoksia ja väärin tehtynä vaaroja yrityksille ja työntekijöille, on niiden tarkastaminen, korjaaminen ja huoltaminen vaaratonta ja melko samanlaista kuin polttomoottorikäyttöisen ajoneuvonkin. Pitää muistaa vain varmistaa ajoneuvon jännitteettömyys ennen työn aloittamista, käyttää oikeanlaisia suojavarusteita ja mielellään käyttää niitä liian usein kuin liian harvoin ja olla varovainen.

## 8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli esitellä uusia sähkö- ja hybridi ajoneuvo-tekniikoita, maahantuontitarkastusta ja sähkö- ja hybridi ajoneuvojen tuomia vaatimuksia ja vastuita sekä lopuksi muutoksia, joita uusien tekniikoiden tulo aiheuttaa yrityksille, niiden työntekijöille ja maahantuontitarkastukseen.

Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen myynti on kasvanut rajusti viime vuosina. Hybridi ajoneuvojen myynnin kasvu vuonna 2013 oli edelliseen vuoteen verrattuna yli 2000 ajoneuvoa ja osittain sitä kertoo myös Mitsubishi Outlander PHEV:n kysyntä. Sitä on ennakkomyyty jo lähemmäs 80 kappaletta ja luultavasti yli sen tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa. Uusia sähkö- ja hybridi ajoneuvoja tulee markkinoille vuosittain, mikä edesauttaa niiden yleistymistä.

Maahantuontitarkastus on tärkeä osa ajoneuvon laadunvalvontaa. Se on tehtaan viimeinen laadunvalvontapiste ja samalla maahantuojan ensimmäinen. Siinä ajoneuvo käydään tarkasti läpi mahdollisten tehtaalla tai ajoneuvoa kuljettettaessa tulleiden vikojen ja vaurioiden varalta. Tässä vaiheessa havaitut viat ja vauriot on nopea ja edullinen korjata tai vaihtaa.

Yrityksille sähkö- ja hybridi ajoneuvojen tulo aiheuttaa eniten muutoksia. Yrityksen pitää tehdä Tukesille ilmoitus sähkö- ja hybridi ajoneuvojen korjaustoiminnan aloittamisesta. Tässä ilmoituksessa pitää ilmetä, kuka on yrityksen sähkötöiden johtaja.

Sähkötöiden johtaja vastaa yrityksen sähkötöistä, niiden työturvallisuudesta ja siitä, että työntekijöillä on riittävät koulutukset. Sähkötöiden johtajalla pitää olla autoalalle suunniteltu S3-pätevyys voimassa. Sähkötöiden johtaja määrittää jokaiselle sähkötyölle työnaikaisen sähköturvallisuuden johtajan, jonka pitää olla aina paikalla. Tällä pitää olla vähintään SFS 6002 -koulutus suoritettuna, mutta suositellaan autoalan S3-pätevyyden suorittamista.

Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen maahantuontitarkastusta suoritettaessa ei tarvitse ajoneuvoa tehdä jännitteettömäksi ja rajata ja siitä varoittaa. Vasta kun ajoneu-

voon tehdään korkeajännitetöitä maahantuontitarkastuksen yhteydessä, pitää ajoneuvo rajata ja siitä tulee varoittaa. Tällöin ajoneuvo tulee myös tehdä jännitteettömäksi, estää jännitteen kytkeytyminen ja todeta jännitteettömyys ennen työn aloittamista. Tällöin tulee käyttää asianmukaisia ja oikeanlaisia jännitetyövälineitä ja -varusteita. Jännitetyökäsineitä olisi suositeltavaa käyttää myös sähkö- ja hybridiajoneuvon moottoritilaa tarkastettaessa.

## LÄHTEET

Assistor 2013a. Aloitussivu. Viitattu 2.4.2014 <http://assistor.fi/fi>

Assistor 2013b. Yritys. Viitattu 27.3.2014 <http://assistor.fi/yritys>

Assistor 2013c. Palvelut. Viitattu 27.3.2014 <http://assistor.fi/palvelut>

Assistor 2013d. Laadunvalvonta & PDI. Viitattu 27.3.2014 & 15.4.2014  
<http://assistor.fi/palvelut/laadunvalvonta-pdi>

Ammattiautot 2014. Assistor Oy - varustelusta lisäkasvua (kuva 2). Viitattu 15.4.2014  
<http://www.ammattiautot.fi/uutiset/assistor-oy-varustelusta-lisakasvua/>

Autoalan keskusliitto ry 2012. Sähkökäyttöisten autojen huolto- ja korjaustoiminnan pätevyysvaatimukset. Viitattu 29.4.2014 [www.akl.fi](http://www.akl.fi) > AKL-Sertifiointi Oy > Sähköautot (S3)

Energiantuotanto 2010. Fossiiliset polttoaineet. Viitattu 31.3.2014  
<http://www.energiantuotanto.info/uusiutumaton-energia/fossiiliset-polttoaineet>

FordEtis 2014. Pelastuskortit. Viitattu 8.5.2014  
<http://www.etis.ford.com/fordservice/rescuecards.do;jsessionid=CFF305295BC417F3E7B9024E4DAD5491.eccvas503>

Greenpeace 2012. Ilmastonmuutoksen seuraukset. Viitattu 31.3.2014  
<http://www.greenpeace.org/finland/fi/kampanjat/ilmastonmuutos/Seuraukset/>

Hietalahti, L. 2011. Sähkökäyttö- ja hybriditekniikka ajoneuvo- ja työkonetyöhön. 1. painos. Tampere: Amk-Kustannus Oy Tammertekniikka

Hyundai 2014. Suomen ensimmäinen vetykäyttöinen Hyundai ix35 luovutettiin kaasuntuottaja Woikoskelle. Viitattu 10.4.2014 [www.hyundai.fi](http://www.hyundai.fi) > Hyundai tietoa > ajankohtaista > 24.1.2014 Suomen ensimmäinen vetykäyttöinen ix35

Ilmasto-opas 2014a. Kasvihuoneilmiö ja ilmakehän koostumus. Viitattu 28.3.2014  
[www.ilmasto-opas.fi](http://www.ilmasto-opas.fi) > Muutoksen syyt ja seuraukset > Ilmastonmuutosilmiönä > Kasvihuoneilmiö

Ilmasto-opas 2014b. Maapallon ilmasto tulevaisuudessa. Viitattu 31.3.2014  
[www.ilmasto-opas.fi](http://www.ilmasto-opas.fi) > Muutoksen syyt ja seuraukset > Ilmastonmuutos ilmiönä > Maapallon ilmasto tulevaisuudessa

Kanninen, J. 2012. Ilmastonmuutoksen syyt ja seuraukset. YLE uutiset. Viitattu 28.3.2014  
[http://yle.fi/uutiset/ilmastonmuutoksen\\_syyt\\_ja\\_seuraukset/5965702](http://yle.fi/uutiset/ilmastonmuutoksen_syyt_ja_seuraukset/5965702)

Linja-aho, V. 2013. Sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus. 2. painos. Saarijärvi: Autoalan koulutuskeskus.

Lamminpää, S. 2014. Mitsubishi Outlander PHEV menee suomessa kuin kuumille kiville. Plugit Finland Oy. Viitattu 8.4.2014 <http://www.plugin.fi/mitsubishi-outlander-phev-menee-suomessa-kuin-kuumille-kiville/>

Mitsubishi 2013. Mitsubishi Outlander PHEV ladattava hybridi. Viitattu 8.4.2014  
[http://www.uusioutlander.fi/PHEV\\_tietopaketti.pdf](http://www.uusioutlander.fi/PHEV_tietopaketti.pdf)

Mäkinen, P. 2010. SFS 6002 käytännössä. 10., uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy



News Cision 2011. Avelon Autologistics Oy myy autojen maahantuontipalvelut ja kunnostustoiminnot Assistor Oy Ab:lle. Viitattu 27.3.2014

<http://news.cision.com/fi/veho-group/r/avelon-autologistics-oy-myy-autojen-maahantuontipalvelut-ja-kunnostustoiminnot-assistor-oy-ab-lle.c9170759>

Robert Bosch GmbH 2002. Autoteknillinen käsikirja. 6. painos. Jyväskylä: Gummerus.

Sähköinfo 2014. Tuotteet ja palvelut. Viitattu 5.5.2014 [www.sahkoinfo.fi](http://www.sahkoinfo.fi) > tuotteet ja palvelut > muut tuotteet > kilvet, tarrat, logot, taulut > kilpi: älä kytke, työ käynnissä

Tammertekniikka 2010. Tekniikan kaavasto. 9. painos. Tampere: Amk-Kustannus Oy Tammer-tekniikka

Tilastokeskus 2014. Käsitteet ja määritelmät. Viitattu 27.3.2014

<http://www.stat.fi/til/tran/kas.html>

Trafi 2014a. Ekoautoilu. Viitattu 2.4.2014 [www.trafi.fi](http://www.trafi.fi) > tieliikenne > ekoautoilu

Trafi 2014b. Hybridikäyttöiset henkilöautot. Viitattu 8.4.2014 [www.trafi.fi](http://www.trafi.fi) > palvelut > tilastot > tieliikenne > ajoneuvokanta > Lk-ajoneuvojen käyttövoimatilastot > hybridikäyttöiset ajoneuvot merkeittäin ja malleittain aikasarja 31.12.2006–31.12.2013

Trafi 2014c. Ajoneuvokanta, liikennekäytössä olevat sähköhenkilöautot. Viitattu 10.4.2014 [www.trafi.fi](http://www.trafi.fi) > palvelut > tilastot > tieliikenne > ajoneuvokanta > Lk-ajoneuvojen käyttövoimatilastot > sähkökäyttöiset henkilöautot merkeittäin ja malleittain 30.6.2013

Trafi 2014d. Sähkökäyttöiset henkilöautot ensirekisteröinnit 1.1.2013–31.12.2013. Viitattu 10.4.2014 [www.trafi.fi](http://www.trafi.fi) > palvelut > tilastot > tieliikenne > ensirekisteröinnit > ensirekisteröinnit käyttövoimittain > sähkökäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröinnit 2013

Tukes 2013. Etusivu. Viitattu 29.4.2014 <http://www.tukes.fi/>

Tukes 2012. Sähkötapaturmien ensiapu. Viitattu 29.4.2014

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteistot/Sahkotapaturmien-ensiapu/>

Öljyalan keskusliitto 2013a. Öljyn tuotanto. Viitattu 31.3.2014

<http://www.oil.fi/fi/oljyvarat/oljyn-tuotanto>

Öljyalan keskusliitto 2013b. Öljyvarojen määrä. Viitattu 31.3.2014

<http://www.oil.fi/fi/oljyvarat/oljyvarojen-maara>

## ST -kortissa esitetyt ensiapuhjeet (Tukes 2012)

1. **Tee nopea tilannearvio.**
2. **Katkaise virta ja irrota loukkaantunut vaarantamatta itseäsi.**
  - Katkaise virta kytkimellä, irrottamalla pistotulppa tai vastaavalla tavalla.
  - Ellei virtaa saada nopeasti katkaistua, irrota loukkaantunut eristävällä välineellä, esim. kuivalla laudanpätkällä, narulla tai vaatteella.
  - Älä koskaan käytä irrottamiseen kosteaa tai metallista esinettä.
  - Suurjännitetaaturmissa, et voi aloittaa varsinaisia pelastustoimia ennen kuin sähköalan ammattihenkilö on katkaissut virran.
3. **Tarkista autettavan tila**
  - Kun henkilö menettää äkillisesti tajuntansa tai näyttää elottomalta, selvitä heti, onko hän herätettävissä puhuttelemalla tai ravistelemalla
4. **Hälytä apua...112**
  - Jos hän ei herää eikä reagoi käsittelyyn, huuda apua ja pyydä joku paikalla olevista tekemään hätäilmoitus numeroon 112. Jos olet yksin, tee hätäilmoitus itse. Noudata hätäkeskuksen ohjeita.
5. **Anna ensiapua**
  - Avaa hengitystiet ja tarkista hengitys: Kohota toisen käden kahdella sormella leuan kärkeä ylöspäin ja taivuta päätä taaksepäin toisella kädellä otsaa painaen. Katso liikkeuko rintakehä, kuuluuko normaali hengityksen ääni tai tuntuuko poskellasi ilman virtaus.
  - Jos henkilö hengittää normaalisti, käännä hänet kylkiasentoon hengityksen turvaamiseksi. Valvo hengitystä ammattiavun tulloon saakka.
  - Jos hengitys ei ole normaalia, aloita paineluelvytys. Aseta toisen käden kämmenen tyvi keskelle rintalastaa ja toinen käsi sen päälle. Painele 30 kertaa käsivarret suorina rintalastaa mäntämäisellä liikkeellä painelutajuudella 100 kertaa minuutissa. Anna rintakehän painua noin 4-5 cm.
  - Jatka puhalluselvytyksellä. Avaa hengitystiet uudestaan. Kohota toisen käden kahdella sormella leuan kärkeä ylöspäin ja taivuta päätä taaksepäin toisella kädellä otsaa painaen. Sulje sieraimet peukalolla ja etusormella. Paina huulet tiiviisti henkilön suulle ja puhalla 2 kertaa ilmaa keuhkoihin, seuraa samalla rintakehän liikkumista.
  - Jatka painelu-puhalluselvytystä vuorottelemalla rytmiä 30 painelua, 2 puhallusta, kunnes vastuu siirtyy ammattihenkilölle, hengitys palautuu tai et enää jaksa elvyttää.

*ELVYTYKSEN TOIMENPITEET ONNISTUVAT, JOS NIITÄ ON HARJOITELTU ASiantuntevassa opastuksessa.*

### Sokin ensiapu

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

- huimaus
- jano
- nopea ja pienenä tuntuva syke
- kalpea ja kylmänhikinen iho.

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.

### **Sähkötapaturmien palovammat**

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.

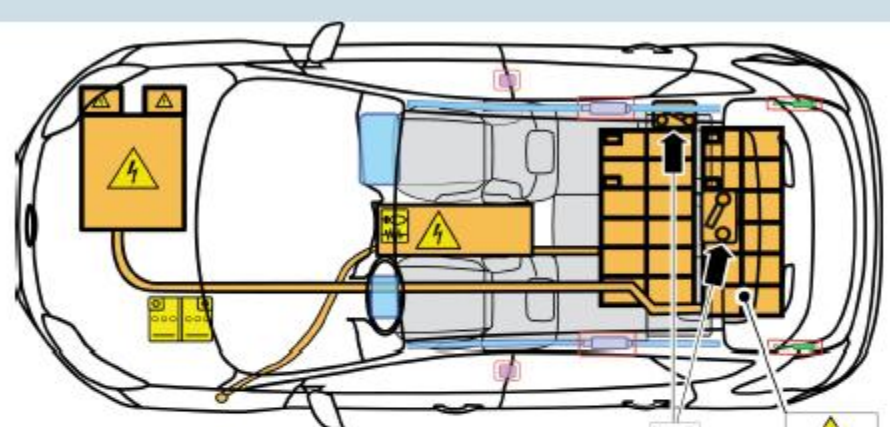
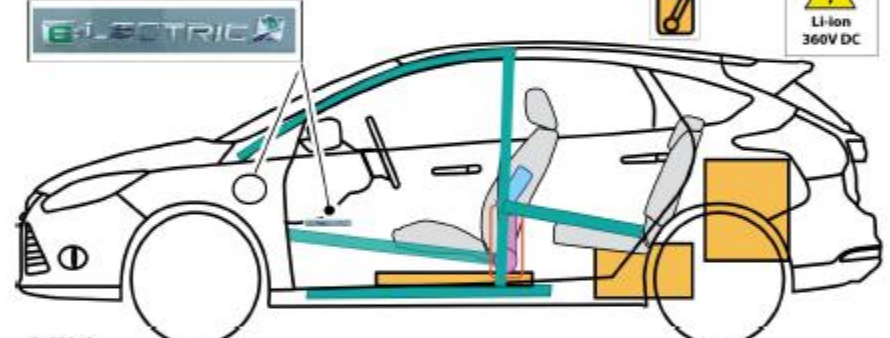
Silmien joutuessa alttiiksi voimakkaalle valokaarelle voi seurauksena olla äkillinen häikäisy. Kosteaa kylmää kääre lievittää kipua. Tarvittaessa on hakeuduttava jatkohoitoon.

Ensiavussa tarvitaan hätäkeskuksen, ensiapua antavan auttajan ja ammattiauttajan yhteistyötä. **PIDÄ YLLÄ OPPIMASI ELVYTYSTAITO!**













## Ote Ford Focus Electricin pelastuskortista (FordEtis 2014)

### FordFocus E=LECTRIC



E169613

Selitys						F	
	Turvatyyny		Vahvikkeet		Ohjauksikkö		Korkeajänniteakku
	Kaasupanos		Aktiivinen ympärysrähdysuoja		Korkeajännitekomponentit		Korkeajännitejohto / -komponentit
	Turvavyön esikristimen		Kaasujousti		Mekaaninen anturi		Korkeajännitteen polskyntäpiste

Julkaisupäivämäärä 05/2014. Ford Motor Company

