

Marko Laurén

Hybridi- ja sähköautojen koulutusaineisto pelastushenkilökunnalle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinööriytyö

14.5.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Marko Laurén Hybridi- ja sähköautojen koulutusaineisto pelastushenkilökunnalle 25 sivua + 1 liite 14.5.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Vesa Linja-aho UATP - Projektipäällikkö Markku Haikonen
<p>Tämä insinöörityö käsittelee hybridi- ja sähköautojen rakennetta ja ominaisuuksia sekä näiden asioiden huomioimista onnettomuustilanteeseen liittyvässä pelastustoiminnassa. Työn tarkoituksena on antaa pelastushenkilökunnalle lisää tietoa turvalliseen ja tehokkaaseen työskentelyyn hybridi- ja sähköautojen onnettomuuspaikalla.</p> <p>Insinöörityö on osa Metropolia Ammattikorkeakoulun UATP - 2014 -hankkeelle tehtyä projektityötä, jonka tarkoituksena on parantaa pelastushenkilökunnan tietotasoa uuden autotekniikan osalta.</p> <p>Insinöörityö jakautuu kolmeen osaan. Aluksi esitellään hybridi- ja sähköautoihin liittyvät käsitteet ja tehdään lyhyt katsaus kyseisten autojen tekniikkaan siltä osin, kuin on pelastustoiminnan kannalta oleellista tietoa. Lisäksi tarkastellaan Suomen sähköajoneuvokantaa ja sen kehitystä.</p> <p>Toiseen osaan kuuluvat hybridi- ja sähköauton tunnistamiseen sekä pelastusohjeiden ja -korttien hankintaan liittyvät asiat. Osiossa annetaan vinkkejä ajoneuvotyypin tunnistamiseksi ja esitellään lähteitä, joista voidaan hakea autojen pelastusohjeita.</p> <p>Viimeisenä tuodaan esiin hybridi- ja sähköauton ominaisuuksia sekä eroavaisuuksia käytännön onnettomuustilanteissa verrattuna polttomoottoriautoihin ja annetaan ohjeistuksia turvalliseen pelastustoimintaan kyseisissä tilanteissa.</p> <p>Työ on tehty siten, että sitä voidaan hyödyntää pelastushenkilökunnan koulutuksessa sekä oppimateriaalina.</p>	
Avainsanat	hybridiauto, sähköauto, onnettomuus, pelastustoimi

Author(s) Title Number of Pages Date	Marko Laurén Hybrid and Electric Vehicle Education Material for Rescue Personnel 25 pages + 1 appendix 14 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructor(s)	Vesa Linja-aho, Senior Lecturer Markku Haikonen, UATP - Project Manager
<p>This thesis deals with the structure and qualities of hybrid and electric passenger cars as well as consideration of these elements in rescue operation that relates to hybrid and electric vehicle accident situations. The purpose of this work is to give emergency personnel more information about working safely and efficiently in the accident scene of a hybrid and electric vehicle.</p> <p>The thesis is part of the project work made for Helsinki Metropolia University of Applied Sciences UATP - 2014 -project the purpose of which is to improve the level of knowledge of emergency personnel about the new car technology.</p> <p>The thesis is divided into three sections. First the hybrid and electric vehicle related terms are introduced and a short overview of the electric vehicle technology is given, concentrating on the points that are the most essential to know when performing rescue work. In addition, the Finnish hybrid and electric vehicle population and its development are discussed.</p> <p>The second part contains issues related to identification and acquiring emergency instructions for a hybrid or electric vehicle. This section gives tips for identifying the type of a vehicle and presents the sources from which to search for car emergency instructions.</p> <p>The last part introduces features of hybrid and electric vehicle as well as differences in the practical accident cases compared to vehicles equipped with internal combustion engine and provides guidelines for safe rescue work in such situations.</p> <p>The work was carried out in such a way that it can be used in training of the rescue personnel and as learning material.</p>	
Keywords	hybrid and electric vehicle, accident, emergency response

Sisällys

Lyhenteet ja määritelmät

1	Johdanto	1
2	Sähköajoneuvot	2
2.1	Hybridiauto	2
2.1.1	Voimalinjatyypit	2
2.1.2	Hybridisointiasteet	5
2.2	Sähköauto	5
2.3	Tekniikka	6
2.3.1	Akut	6
2.3.2	Korkeajännitejohtimet	6
2.3.3	Turvalaitteet	7
2.4	Sähköajoneuvojen ajoneuvokanta Suomessa	8
3	Sähkön vaarat	9
4	Sähköajoneuvojen tunnistaminen ja pelastusohjeiden haku	10
4.1	Ajoneuvotyypin tunnistaminen ulkoisista ominaisuuksista	10
4.2	Ajoneuvotyypin tunnistaminen sisustan ominaisuuksista	11
4.3	Rekisterinumeroon perustuva haku	12
4.4	Pelastuskortin ja -ohjeiden haku	13
4.4.1	Moditech Crash Recovery System	13
4.4.2	Hybrid and Electric Vehicle Emergency Field Guide	14
4.4.3	Rescue Sheet -verkkosivusto	14
4.4.4	QR-koodi	15
5	Palavan sähköajoneuvon sammuttaminen	16
6	Liikkeellelähdön estäminen	17
6.1	Liikkeellelähtövalmius	17
6.2	Seisontajarru	18
6.3	Vaihteisto	19
7	Jännitteettömäksi tekeminen	19
7.1	Ensisijainen tapa	20
7.2	Vaihtoehtoiset tavat	20

8	Korin leikkaaminen	21
9	Uponnut sähköajoneuvo	22
10	Jälkitoimenpiteet	22
10.1	Sähköajoneuvon hinaaminen ja siirtäminen	22
10.2	Sähköajoneuvon säilytys	23
11	Yhteenveto	23
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1. UATP - 2014 Nissan Leaf -rastikortti	

Lyhenteet ja määritelmät

Sähköajoneuvo	Tarkoitetaan sekä hybridi- että täyssähköautoa
Hybridiauto	Tarkoitetaan autoa, jonka voimanlähteenä voi toimia joko polttomoottori tai sähkömoottori, tai molemmat yhdessä
Sähköauto	Tarkoitetaan täyssähköautoa, jonka voimanlähteenä toimii ainoastaan sähkömoottori
V	Voltti. Jännitteen yksikkö
VDC	Volts, Direct Current eli tasajännite
Pelastuskortti	Sisältää ajoneuvon rakenne- ja turvalaitetietoa pelastustointa varten
CRS	Crash Recovery System, autojen pelastusohjeita sisältävä ohjelmisto
Huoltoerotin	Eroittaa korkeajänniteakut auton järjestelmästä ja puolittaa akkupaketin jännitteen
Käyttövirta	Vastaa polttomoottoriauton sytytysvirtaa. Käyttövirralla päällä ololla tarkoitetaan sähköajoneuvon tilaa, jolloin autoa voidaan liikuttaa sen käyttövoimaa hyväksikäyttäen

1 Johdanto

Sähkö- ja kaasuajoneuvojen yleistyminen liikenteessä tuottaa omat haasteensa pelastushenkilöstölle, sillä uusi autotekniikka tuo mukanaan uudenlaisia haasteita ja vaaroja. Sähköajoneuvojen sähköjärjestelmissä on paikoitellen vaarallisen korkea, jopa satojen volttien jännite, ja tämän lisäksi on usein hankala sanoa, onko sähköajoneuvo liikkeellelähtövalmiudessa, koska sähkömoottorit eivät käy tyhjäkäyntiä. Perinteisestä polttomoottorilla varustetusta autosta on sen sijaan liikkeellelähtövalmiuden päättelemiseksi verrattain helppo todeta, onko moottori käynnissä vai ei. Vastaavasti kaasuauton kohdalla yllättävänä vaaratekijänä voi olla esimerkiksi järjestelmän vuodosta aiheutuva leimahdusvaara, jos auton tyyppiä ei kyetä tunnistamaan ja vaaraa tiedostamaan etukäteen.

Nämä ja monet muut asiat on osattava ottaa huomioon sähkö- ja kaasuajoneuvojen onnettomuustilanteissa, kun aloitetaan sammutus- ja pelastustoimenpiteet. Tästä syystä Metropolia Ammattikorkeakoulu käynnisti alkuvuodesta 2013 valmistuneen CDIO-projektin tutkimustulosten pohjalta koulutushankeen UATP - Uusi autotekniikka tutuksi pelastustoiminnassa. Hanke aloitettiin syksyllä 2013, ja se toteutetaan yhteistyössä Suomen Palopäälystöliiton, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön ja Pelastusopiston kanssa, Palosuojelurahaston toimiessa hankkeen päärahoittajana. Hankkeen tavoitteena on kouluttaa vuoden 2014 aikana lähes 20 tilaisuudessa noin 300 pelastusalalla kouluttajan asemassa toimivaa tai koulutuksesta vastaavaa henkilöä turvalliseen toimintaan onnettomuustilanteissa, joissa on osallisena sähkö-, hybridi- tai maakaasuauto.

Tämä insinööriyö on yksi UATP-hankkeeseen tehdyistä insinööritöistä, jonka tarkoituksena on tuottaa yleinen pelastushenkilökunnan koulutuksessa hyödynnettävä turvallisen työskentelyn tietopaketti hybridi- ja sähköautojen onnettomuustilanteisiin. Tietopaketti perustuu UATP-koulutuspäiville insinööriyön osana luotuun koulutuskalvosarjaan sekä hybridi- ja sähköauton rastikoulutusmateriaaliin (liite 1), jotka ovat vain koulutuspäiville osallistuvien käytettävissä. Koulutussisältö rajataan käsittämään henkilö- ja pakettiautokokoluokan sähkö- ja hybridiautoja. Työssä selostetaan, miten uusi autotekniikka toimii, sekä tuodaan esiin asioita ja apuvälineitä, joilla auto voidaan tunnistaa uutta autotekniikkaa hyödyntäväksi ajoneuvoksi, ja miten uusi autotekniikka tulee ottaa huomioon pelastustilanteessa.

Koulutussisällön suunnittelemista varten on kuultu yhteistyökumppaneiden toiveita ja käytetään hyväksi CDIO-projektin tutkimustuloksissa esille tuotuja asioita, jotka koskevat pelastushenkilöstön tietotasoa aiheesta. Koulutusmateriaalin tuottamista varten on käytetty avuksi hankkeen yhteistyökumppaneilta, automaahantuojuilta sekä muilta asiantuntijoilta hankittua kirjallista aineistoa sekä haastatteluja, CDIO-projektin tutkimusmateriaalia ja Internetistä etsittyä tietoa. Kerätystä aineistosta on luotu tämä pelastushenkilöstölle suunnattu tietopaketti, joka sisältää tietoa turvallisesta työskentelystä onnettomuuteen joutuneiden hybridi- ja sähköautojen parissa.

2 Sähköajoneuvot

2.1 Hybridiauto

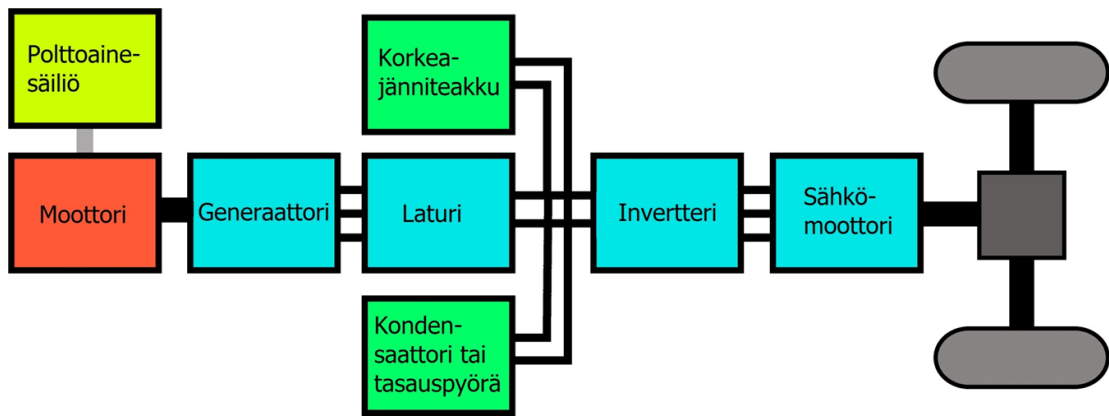
Hybridiautolla tarkoitetaan autoa, jonka voimanlähteenä voi toimia useampi erityyppinen moottori. Näin ollen esimerkiksi maakaasuautoa, joka toimii sekä bensiinillä että maakaasulla, ei voi kutsua hybridiksi, koska autossa on vain yksi moottori, jota käytetään kahdella eri polttoaineella.

Suomessa käytössä olevissa ja useimmissa ulkomailla rekisteröidyissä hybridiautoissa on voimanlähteeksi yhdistetty sähkö- ja polttomoottori. Moottorit tarvitsevat energiaa tuottaakseen voimaa, joten energialle täytyy autossa olla jokin säilytysmuoto. Polttomoottoria varten hybridiautossa on polttoainesäiliö bensiinin tai dieselin varastoimiseen sekä korkeajänniteakusto sähkömoottorin tarvitseman sähköön varastoimiseen.

2.1.1 Voimalinjatyypit

Hybridiautojen voimalinjatyypit voidaan tällä hetkellä jakaa pääasiassa kolmeen luokkaan: sarjahybridi, rinnakkaishybridi ja sarja-rinnakkaishybridi.

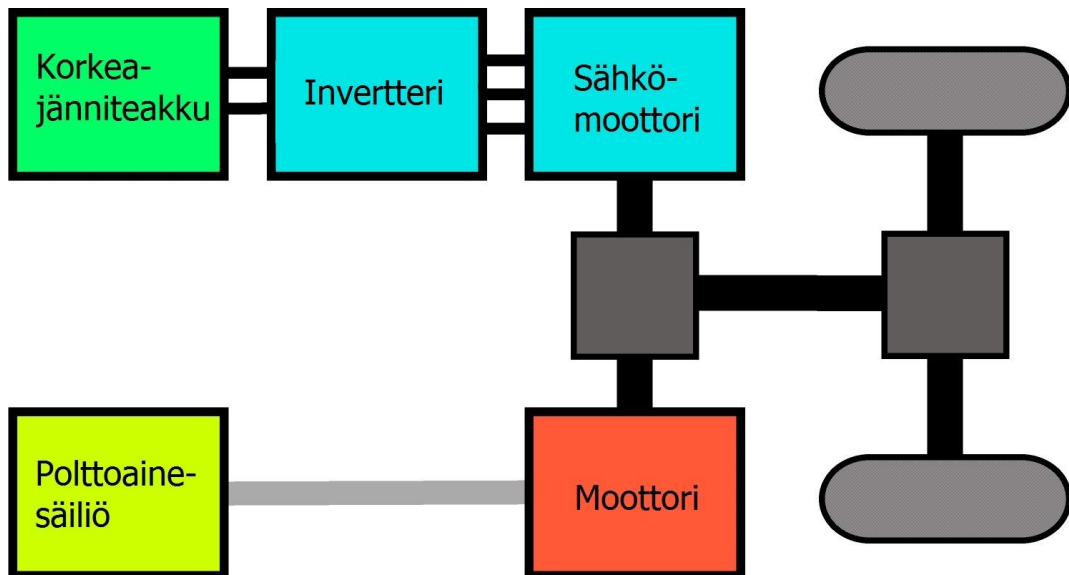
Sarjahybridissä polttomoottori on sijoitettu nimensä mukaisesti sarjaan sähkömoottorin kanssa ja sen tehtävänä on tuottaa generaattorin avulla ainoastaan sähköä, jolla ladataan korkeajänniteakustoa (kuva 1). Polttomoottori ei ole mekaanisessa yhteydessä auton voimansiirtoon, joten sen välityksellä ei siis pysty liikuttamaan sarjahybridä, vaan auto liikkuu pelkästään sähkömoottorin turvin.



Kuva 1. Sarjahybridin rakenne.

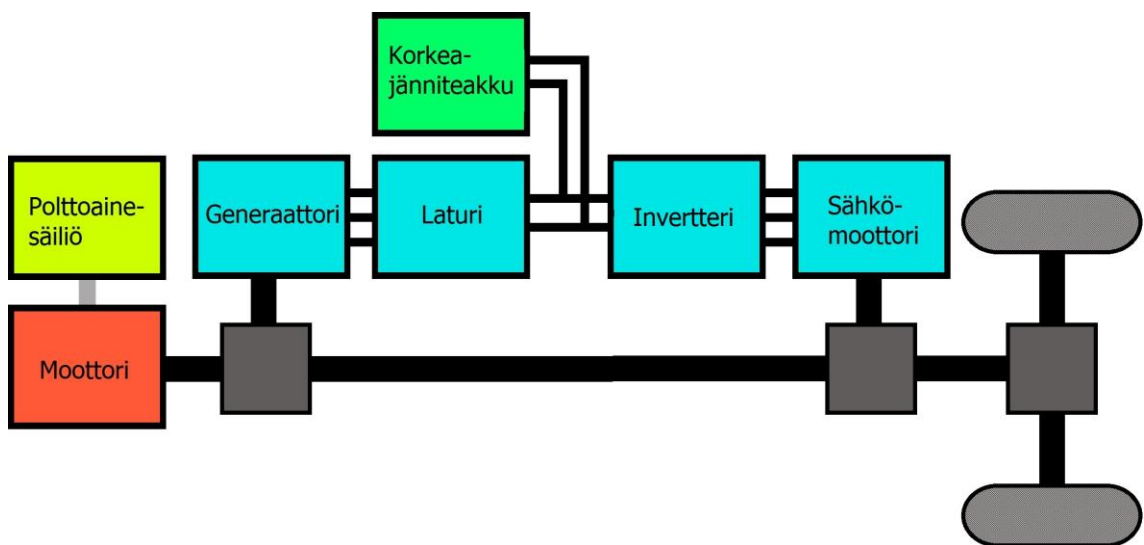
Rakenne vastaa sähköautoa, kun voimalinjasta jätetään pois polttoainesäiliö, polttomoottori ja generaattori. Sarjahybrideissä on sähköauton tavoin myös isompi korkeajänniteakusto ja niitä pystytään lataamaan ulkoisesta virtälähteestä, jotta autolla pystytään ajamaan pidempiä matkoja ilman polttomoottorin tuottamaa sähköä. Opel Ampera ja Chevrolet Volt ovat esimerkkejä sarjahybridistä.

Rinnakkaishybridissä polttomoottori ja sähkömoottori voi olla sijoitettu samalle akselille rinnan (esimerkiksi Honda Insight), kuten kuvassa 2 on esitetty, tai vaihtoehtoisesti siten, että toisen akselin voimanlähteenä on polttomoottori ja toisen akselin voimanlähteenä sähkömoottori (esimerkiksi Volvo V60 Plug-in). Rinnakkaishybrideillä voidaan ajaa pelkästään joko polttomoottorilla tai sähkömoottorilla tai molemmilla samanaikaisesti. Useimmissa rinnakkaishybrideissä, Volvoa lukuun ottamatta, on melko pieni korkeajänniteakusto, minkä vuoksi pelkällä sähkömoottorilla ajettava matka jää lyhyeksi. Rinnakkaishybridin huono puoli on, että korkeajänniteakkua ei voida ladata auton ollessa pysähdyksissä, mikä on ainoa ero sarja-rinnakkaishybridiin verrattuna. Useimpia rinnakkaishybridejä ei voi ladata ulkoisesta virtälähteestä.



Kuva 2. Rinnakkaishybridi, moottorit yhdistetty saman akselin voimansiirtoon.

Sarja-rinnakkaishybridi eli power split -hybridi, jonka rakenne on esitetty kuvassa 3, toimii siis samoin kuin rinnakkaishybridi, mutta sen korkeajänniteakustoa voidaan ladata polttomoottorin avulla myös auton ollessa pysähdyksissä, koska polttomoottori on yhteydessä erilliseen generaattoriin ja moottorit voivat pyöriä planeettapyörästä toisiinsa nähden eri nopeuksilla. Tässä voimalinjatyyppissä on siis yhdistetty sarjahybridin ja rinnakkaishybridin hyvät ominaisuudet samaan kokonaisuuteen ja tätä tekniikkaa Toyota käyttää hybridautoissaan. Tiettyjä Toyota Priuksen malleja voidaan ladata ulkoisesta virtalähteestä, mutta suurin osa Toyotan hybrideistä ei ole ulkoisesti ladattavia.



Kuva 3. Sarja-rinnakkaishybridi.

2.1.2 Hybridisointiasteet

Hybridiautot voidaan luokitella viiteen eri luokkaan niiden hybridisointiasteen mukaan.

Mikrohybridi on käytännössä markkinointinimitys, sillä tällaisiksi jotkut autovalmistajat kutsuvat autojaan, jotka on varustettu jarrutusenergian talteenotolla ja pysäytys-käynnistysautomaatiikalla. Varsinaisesta hybridiautosta ei tässä tapauksessa ole kysymys, koska auto liikkuu ainoastaan polttomoottorin avulla eikä autossa ole korkeajännitekomponentteja.

Kevythybrideissä on pienehkö korkeajänniteakusto ja sähkömoottori, joka avustaa polttomoottoria kiihdytyksissä, mutta auto ei pysty liikkumaan pelkän sähkömoottorin voimalla. Kevythybrideissä polttomoottori käynnistyy viimeistään liikkeellelähdessä.

Täyshybrideissä on yleensä suurehko korkeajänniteakusto ja niillä voi liikkua pelkällä polttomoottorilla, pelkällä sähkömoottorilla tai käyttämällä molempia yhtä aikaa. Ajomatka pelkällä sähkömoottorilla on useimmiten joitain kilometrejä. Akusto latautuu jarrutusenergian tai generaattorin tuottaman energian avulla.

Plug-in-hybridi eli *pistokehybridi* on kuten täyshybridi, mutta sen akusto on suurempi ja ladattavissa sähköverkosta. Pistokehybridillä ajomatka pelkällä sähkömoottorilla on yleensä kymmeniä kilometrejä.

Range extender on sähköverkosta ladattava sarjahybridi. Auto liikkuu ainoastaan sähkömoottorin avulla ja polttomoottoria käytetään poikkeustapauksissa vain akkujen lataamiseen pidemmillä, satojen kilometrien ajomatoilla. Tällaisen hybridiauton korkeajänniteakusto on lähes samaa kokoluokkaa täyssähköauton kanssa. [1, s. 43 - 44.]

2.2 Sähköauto

Sähköautolla tai täyssähköautolla tarkoitetaan autoa, jonka voimanlähteenä toimii ainoastaan sähkömoottori. Sähköautossa ei siis ole polttomoottoria eikä polttoainesäiliötä, mikä on olennaisin ero hybridiautoon verrattuna. Polttoainesäiliön ja -moottorin puuttuminen vähentää helposti syttyvien ja haitallisten aineiden määrää mahdollisella onnettomuuspaikalla, koska sähköautossa ei tarvita moottoriöljyä eikä polttoainetta.

2.3 Tekniikka

2.3.1 Akut

Hybridi- ja sähköautoissa on aina vähintään kaksi tasajänniteakua: 12 V:n akku ja yli 60 V:n korkeajänniteakusto. 12 V:n akkuja voi olla autossa kaksi kappaletta, ja niiden sijainti vaihtelee automallista ja -valmistajasta riippuen. 12 V:n järjestelmään kuuluvat muun muassa valot, sähköikkunat ja turvalaitteet, joita 12 V:n akku ylläpitää, kun korkeajännitejärjestelmä ei ole kytkettynä.

Korkeajänniteakuston päätehtävänä on toimia sähkömoottoreiden virtalähteenä ja varastoida sähkömoottorien tarvitsema energia. Kun korkeajännitejärjestelmä on kytkettynä eli korkeajänniteakuston kontaktorit ovat kiinni, korkeajänniteakusto ylläpitää myös 12 V:n järjestelmää sekä lataa 12 V:n akkua DC/DC-muuntimen välityksellä, joka muuntaa korkeajännitteen 12 V:n järjestelmälle sopivaksi. Korkeajänniteakuston jännitetaso hybridi- ja sähköautoissa vaihtelee 60 - 650 VDC:n välillä. Useimmissa sähköajoneuvoissa jännitetaso akustossa on yli 200 VDC.

Sähköajoneuvoissa yleisimmät korkeajänniteakustotyypit ovat nikkeli-metallihydridi- eli NiMH-akku sekä litiumioni- eli Li-ion-akku. Akustot sijaitsevat yleensä kokonsa vuoksi auton pohjassa tai tavaratilan alueella, mutta joissain tapauksissa akusto voi löytyä myös moottoritilasta, kuten esimerkiksi Mercedes-Benz E-sarjan hybridissä.

Sähköajoneuvon akkuja ei saa missään tilanteessa leikata, lävistää tai avata, koska tällöin on olemassa sähköiskun, kennojen oikosulusta johtuvan purskahduksen ja tulipalon vaara.

2.3.2 Korkeajännitejohtimet

Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission sääntö numero 100 (UNECE R 100) on tärkein sähköajoneuvojen sähköturvallisuusratkaisu koskeva säädös, jonka mukaan esimerkiksi korkeajännitejohtimet on varustettava oranssilla kuorella. Tästä syystä EU-alueella rekisteröityjen tehdasvalmisteisten hybridi- ja sähköautojen korkeajännitejohtimet ovat oranssin väriset. Muualla maailmassa alun perin rekisteröidyissä ja mahdollisesti EU-alueelle tuoduissa autoissa saattaa esiintyä myös sinisellä tai keltaisella kuorella suojattuja johtimia, mutta ne eivät ole korkeajännitejohtimia vaan niin sanottuja keskijännitejohtimia, joissa jännitetaso on 34 - 42 VDC. [2, s. 25.]

Sähköiskujen ja tapaturmien välttämiseksi korkeajännitejohtimiin ei tule koskea, niitä ei tule saattaa puristuksiin eikä niitä saa katkaista.

2.3.3 Turvalaitteet

Turvatyyny ja -vyönkiristimet ovat turvalaitteita, joita käytetään samoin hybridi- ja sähköautoissa kuin missä tahansa muussakin henkilöautossa. Turvalaitteiden olemassaolon autossa ilmaisee yleensä merkinnät:

- SRS
- Airbag
- SIPS
- SIR.

Turvalaitteen laukaisu on useimmiten toteutettu kaasupanoksella, jonka laukaisua ohjaa turvalaitteiden ohjainyksikkö. Ohjainyksikkö toimii sähköajoneuvossa 12 V:n järjestelmän avulla, mikä tarkoittaa, että ainoastaan korkeajännitejärjestelmän kytkeminen pois toiminnasta ei katkaise 12 V:n järjestelmän toimintaa. 12 V:n järjestelmä voidaan kytkeä pois toiminnasta irrottamalla 12 V:n akun tai akkujen kytkennät jos korkeajännitejärjestelmä ei ole aktiivinen, eli autossa ei ole virrat päällä. Mikäli korkeajännitejärjestelmä on aktiivinen kun 12 V:n akun kytkennät irrotetaan, voi joissakin sähköajoneuvoissa akun kytkentöjen irrotuksesta huolimatta jäädä sekä 12 V:n järjestelmä että korkeajännitejärjestelmä aktiiviseksi. Tämä johtuu siitä, että korkeajänniteakusto ylläpitää 12 V:n järjestelmää syöttämällä järjestelmälle virtaa DC/DC-muuntimen välityksellä, jolloin 12 V:n akun irti kytkeminen ei avaa korkeajänniteakuston kontakteja, eikä katkaise korkeajänniteakuston virransyöttöä. Ennen 12 V:n akun irrottamista on siis suositeltavaa tarkistaa, että virrat ovat pois päältä ja tarvittaessa kytkeä ne pois päältä virtalukosta tai -napista mikäli mahdollista.

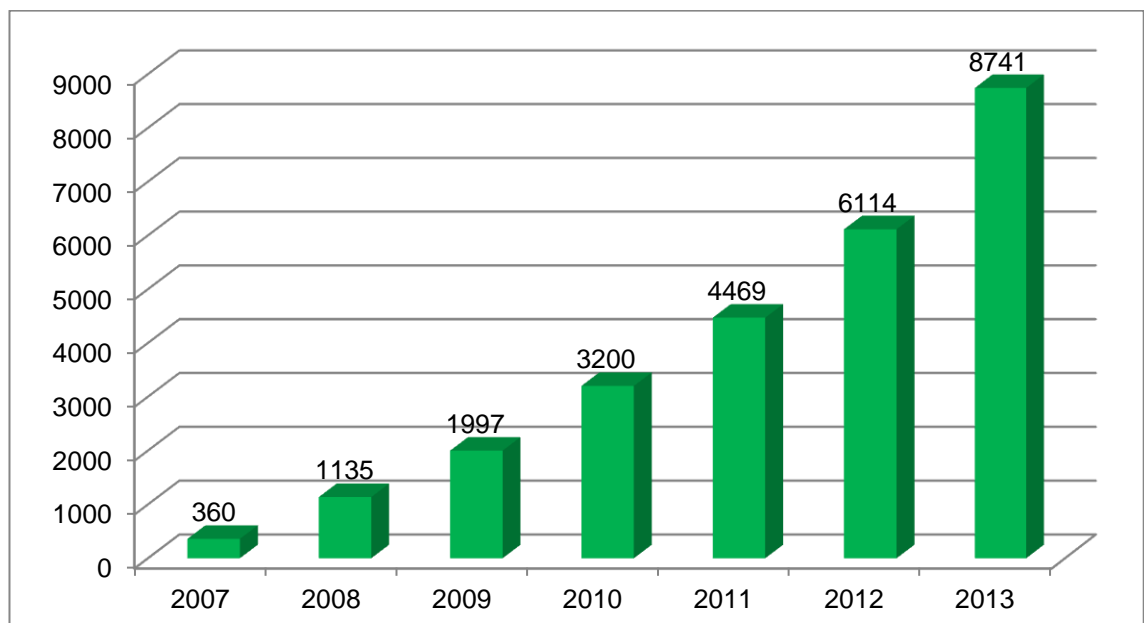
12 V:n akun kytkentöjen irrotus estää turvatyynyjen ja kiristimien laukeamisen sähköisesti. Turvalaittejärjestelmä on vielä kuitenkin aktiivinen joitakin minutteja kytkentöjen irrottamisen jälkeen, ja kyseistä aikaa kutsutaan turva-ajaksi. Turva-aika vaihtelee eri autovalmistajien ja -mallien mukaan, mutta suurimmassa osassa autoista turva-aika on enintään 10 minuuttia. Turva-ajan jälkeen turvatyynyjen ja kiristimien kaasupanokset saattavat silti edelleen räjähtää, jos itse kaasupanokset joutuvat puristuksiin tai niitä yritetään leikata. On siis syytä muistaa, että turvatyyny sekä turvavyönkiristimet ovat

vaarallisia niin kauan kuin ne ovat laukeamattomia ja niiden lähellä on työskenneltävä varoen.

Sähköajoneuvot on varustettu turvajärjestelmällä, joka katkaisee korkeajännitejärjestelmän avaamalla akun kontaktorit, kun turvatyynyjä tai turvavyönkiristimiä laukaistaan. Jos onnettomuuspaikalla olevassa sähköajoneuvossa havaitaan lauenneita turvalaitteita, on auton korkeajännitejärjestelmä kytketty irti, mutta 12 V:n järjestelmä on oletettavasti vielä toiminnassa ja laukeamattomat turvalaitteet voivat lauaa oikosulun tai turvalaitteiden ohjainlaitteeseen kohdistuvan iskun seurauksena. Auton 12 V:n akun kytkentöjen irrotus tulee aina varmistaa turvalaitteiden laukaisun estämiseksi. [3, s. 24.]

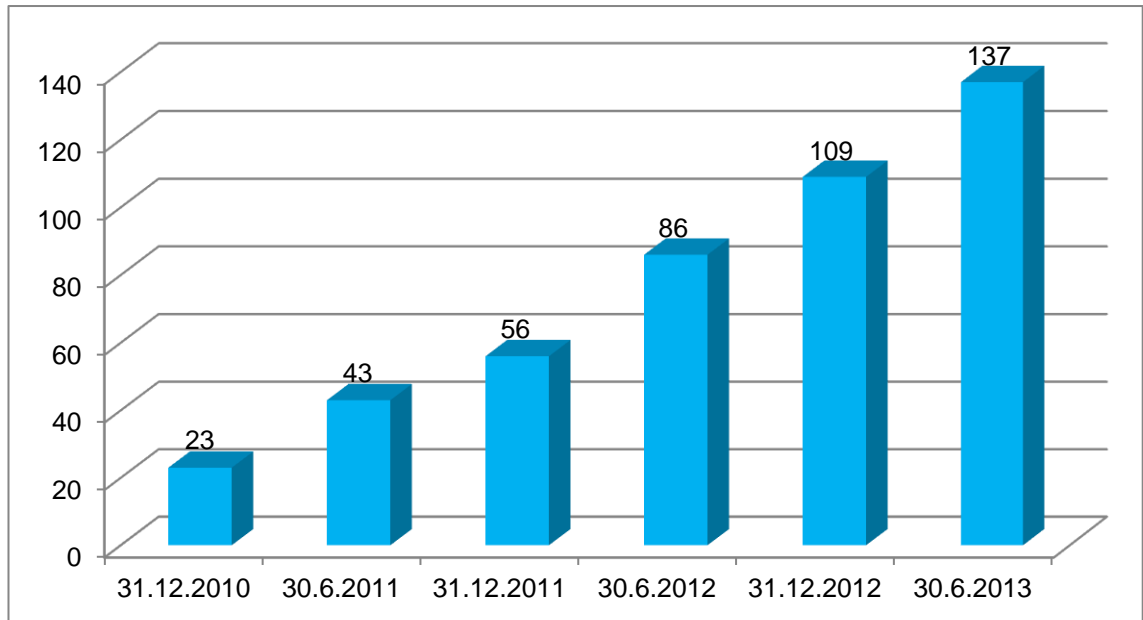
2.4 Sähköajoneuvojen ajoneuvokanta Suomessa

Hybridihenkilöautoja on Suomessa ollut jo 2000-luvun alusta alkaen, mutta varsinainen hybridiautokannan kasvu on alkanut 2007 - 2008, kun kanta kolminkertaistui vuoden 2008 loppuun mennessä edeltävän vuoden lukemista (kuva 4). Vuoden 2008 jälkeen hybridihenkilöautokannan vuosittainen kasvu on ollut pelkästään nousuluonteista, ja sama suuntaus jatkuu suurella todennäköisyydellä, kun nykyään yhä useampi autovalmistaja tarjoaa uusia hybridiautomallejaan markkinoille ja päästöperusteiset pakotteet ohjaavat ihmisiä hankkimaan vähäpäästöisempiä ja vähänkuluttavia autoja.



Kuva 4. Liikennekäytössä olevat hybridihenkilöautot Suomessa [4, s. 25].

Sähköhenkilöautojen ajoneuvokanta Suomessa on vielä pieni, ja käytännössä sen hidas kasvu on alkanut vuoden 2010 jälkeen, kuten Trafim tuottamiin tilastoihin perustuvasta kuvasta 5 voidaan nähdä. Sähköautojen kasvua kuitenkin hillitsevät Suomen pitkät välimatkat sekä latausverkoston ja valtion sähköautoille myöntämien etujen suppeus.



Kuva 5. Liikennekäytössä olevat sähköhenkilöautot Suomessa [4, s. 25].

3 Sähkön vaarat

Ihmiskeho reagoi sähkövirtaan monin eri tavoin. Koska hermoston toiminta perustuu sähköimpulsseihin, voi sähköiskun aiheuttama sähkövirta kehossa häiritä hermoston sähköimpulsseja ja tätä kautta aiheuttaa lihaskouristuksia, lamaannuttaa hengityksen ja johtaa tajuttomuuteen. Erityisen herkkä sähkövirran vaikutuksille on sydän, jossa sähkövirta voi aiheuttaa sydänkammiovärinän tai sydänpysähdyksen. Lisäksi sähkövirran lämpövaikutus voi aiheuttaa kehossa palovammoja.

Sähkövirran laatu, voimakkuus ja kestoaika ovat ratkaiseva tekijä sähkön vaarallisuutta arvioidessa. Vaihtovirrasta puhuttaessa jo 30 mA:n suuruinen sähkövirta kehossa voi olla hengenvaarallinen. Tasavirtasähköiskussa on sen sijaan helpompi irrottautua jännitteisistä osista ja kammiovärinän syntyyn vaaditaan huomattavasti vaihtovirtaa suurempi tasavirta. Voimakas tasavirta, esimerkiksi akusta, voi toisaalta aiheuttaa peruut-

tamattomia kehon sisäisiä kemiallisia reaktioita, eikä tasavirtavalokaari sammu yhtä herkästi kuin vaihtovirtavalokaari. [1, s. 57 - 59.]

Sähköiskujen välttämiseksi tulee kaikkia sähkölaitteita käsitellä harkiten, turvallisia työtapoja noudattaen sekä asianmukaisia työkaluja käyttäen.

4 Sähköajoneuvojen tunnistaminen ja pelastusohjeiden haku

Onnettomuuspaikalle saapuessa on riskienhallinnan kannalta tärkeää saada selville nopeasti auton käyttövoima, jotta autotyypin ominaisuuksiin perustuviin riskeihin voidaan varautua. Tunnistaminen olisi suotavaa tehdä korkeimman riskin ja pois sulkevan tavan mukaan, jotta voidaan välttää ylimääräisiä vaaratilanteita. Auton tulisi esimerkiksi olettaa kykenevän lähteä liikkeelle äänettömästi ja toimivan muulla vaihtoehtoisella käyttövoimalla kuin tavallisella polttomoottorilla ennen kuin toisin voidaan todistaa. [5, s. 9.]

4.1 Ajoneuvotyypin tunnistaminen ulkoisista ominaisuuksista

Sähköajoneuvoissa on usein merkintöjä ja merkkitunnuksia, jotka vihjaavat auton liikuvan sähkön avulla. Esimerkkejä tällaisista merkinnöistä ovat

- Hybrid
- Hybrid Synergy Drive
- Plug-In Hybrid
- Zero Emission
- Blue Efficiency.

Lisäksi ainakin Toyota, Lexus, Nissan ja Volkswagen käyttävät 2010 jälkeen valmistamissaan sähköajoneuvoissaan sinisellä rajauksella tai -tehosteella varustettuja merkkitunnuksia kuten kuvassa 6 on esitetty. Merkinnät ja merkkitunnukset on yleensä sijoitettu keulaan, etulokasuojiin, ovien alareunaan tai auton perään.



Kuva 6. Toyotan, Nissanin ja Volkswagenin käyttämät sähköajoneuvojen merkkitunnukset.

Sähköajoneuvon voi tunnistaa myös muista ulkoisista ominaisuuksista. Jos on mahdollista nähdä auton pohjaan, sieltä voi joissain tapauksissa nähdä korkeajännitejohtimia, varoitusmerkintöjä tai akkupaketin. Jos alustassa ei ole näkyvillä pakoputkea ollenkaan, on se merkki siitä, että autossa ei ole polttomoottoria, joten kyseessä on sähköauto. Tarkasteltaessa pyörillään olevaa autoa ulkoapäin on kuitenkin muistettava, että vaikka takapuskurin läheisyydessä pakoputken päätä ei näkyisikään, voi se olla piilotettu takapuskurin taakse tai pakoputki voi loppua auton taka-akselin etupuolelle, kuten useissa tehdasvalmisteisissa kaasuautoissa.

Sähköauton ja ladattavan pistokehybridin tunnistaa ulkopuolelta löytyvästä latauspistokkeesta joka sijaitsee useimmissa automalleissa keulassa tai etulokasuojassa. Toinen yleinen latauspistokkeen sijoituspaikka on auton takakyljessä tavanomaisen polttoaineen täyttöluukun tavoin.

4.2 Ajoneuvotyypin tunnistaminen sisustan ominaisuuksista

Sähköajoneuvoa voi olla hankala tunnistaa sisustan perusteella, koska siellä on yleensä vähän käyttövoimaan liittyviä merkintöjä. Useimmiten sisustasta löytyy viittaavia merkintöjä vain auton turvalaitteisiin liittyen, jotka eivät kerro auton käyttövoimasta mi-

tään. Tavallisesta poikkeavat mittaristot ja näytöt ovat lähes ainoat käyttövoimasta viijaavat tietolähteet. Tietyissä automalleissa mittaristokaan ei näytä mitään, jos autossa ei ole virrat päällä, mutta toisissa malleissa kierroslukumittaristosta voidaan havaita esimerkiksi akuston lataamista osoittava alue (kuva 7) tai akuston varaustilaa havainnollistava asteikko.



Kuva 7. VW Jetta Hybridin mittaristo.

Moottoritalasta löytää helposti käyttövoimaan liittyviä asioita, jos sinne päästään käsiksi ja jos sitä voidaan tarkastella turvallisesti. Sähköajoneuvoissa on yleensä jossain kohti moottoritilaa selkeästi näkyvissä huomiovärillä päällystettyjä korkeajännitejohtimia sekä varoitustarroin merkittyjä korkeajännitekomponentteja. Varoitustarroja voi sijaita myös moottoritalan reunoilla sekä etuosassa, ja niiden lisäksi moottoritalasta saattaa löytyä automallista riippuen myös samoja merkintöjä ja merkkitunnuksia kuin auton ulkopuoleltakin.

4.3 Rekisterinumeroon perustuva haku

Useimmiten luotettavin tapa selvittää auton merkki, malli ja vuosimalli kenttäolosuhteissa on rekisterinumeroon perusteella esimerkiksi Trafín tietokantaan perustuvan teksti-

viestipalvelun kautta, jos muuta tiedonlähdettä ei ole käytettävissä. Tällaisia tekstiviestipalveluita ovat esimerkiksi

- viesti ”XXX-123” numeroon 020202
- viesti ”AUTO XXX-123” numeroon 16100.

Kummallakin palvelulla saadaan selville suomen rekisterissä olevan auton merkki, malli, käyttöönottopäivämäärä sekä mahdollisen polttomoottorin tilavuus. Käyttöönottopäivämäärä ei kuitenkaan kaikissa autoissa tarkoita suoraan auton vuosimallia, sillä se ilmaisee ainoastaan auton rekisteröintiajankohdan. Esimerkiksi Suomeen rekisteröidyn tuontiauton käyttöönottopäivämääräksi merkitään päivä ja vuosi, jolloin kyseinen auto on ensimmäisen kerran rekisteröity Suomeen. Lisäksi jotkut autot on voitu myydä niin sanotusti ylivuotisina, jolloin auton todellinen vuosimalli voi olla yhtä numeroa pienempi kuin käyttöönottopäivämäärään merkitty vuosiluku.

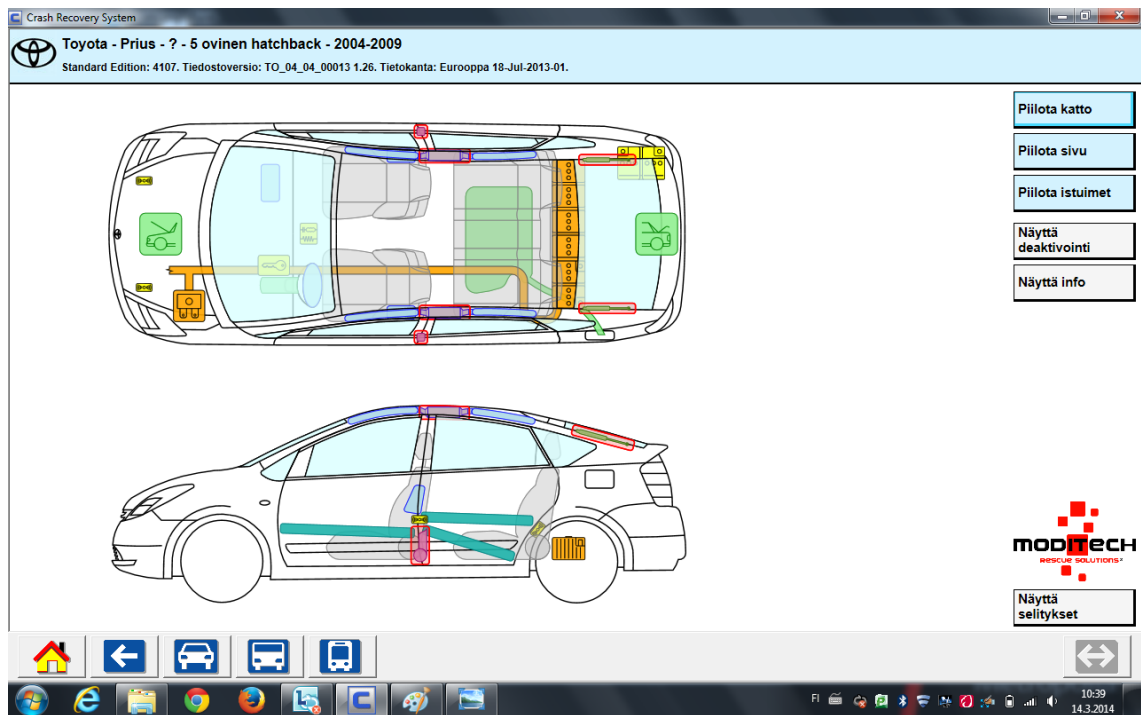
4.4 Pelastuskortin ja -ohjeiden haku

Pelastuskortti on A4-kokoinen kaavakuva autosta, joka ilmaisee kyseessä olevan auton korkeajännitekomponenttien, turvalaitteiden, akkujen ja korin vahvisteosien sijainnit. Eri komponentit on merkitty eri väreillä sekä symboleilla, ja kortista selviää nopealla silmäilyllä, missä sijaitsevat pelastustyöhön vaikuttavat osat.

Pelastuskortin oikeaoppinen säilytyspaikka autossa on kuljettajan puoleisessa häikäisysuojassa. Kesäkuusta 2013 eteenpäin Autoliitto, K1-Katsastajat ja Glassdrive-ketju jakavat auton tuulilasiin, kuljettajan puoleiseen alareunaan kiinnitettäviä tarroja, jotka ilmaisevat, että kyseisessä autossa on pelastuskortti [6, s. 25].

4.4.1 Moditech Crash Recovery System

Hollantilainen Moditech Rescue Solutions B.V. on kehittänyt Crash Recovery System -ohjelman, joka sisältää ajoneuvojen pelastusohjeet sekä rakennekuvat, joista selviää esimerkiksi turvalaitteiden, akkujen ja korin vahvisteosien sijainnit (kuva 8). Lisenssistä riippuen pelastusohjeet ja rakennekuvat ovat saatavilla kaikkiin henkilö-, paketti, kuorma- ja linja-autoihin auton käyttövoimasta riippumatta. CRS:n neljästä maanosakohtaisesta tietokannasta löytyy kaikki massatuotannossa olevat ajoneuvot, jotka ovat olleet saatavilla vähintään yhdellä turvatyynyllä kyseisessä maanosassa. [7, s. 25.]



Kuva 8. Toyota Prius rakennekuva CRS-ohjelmassa.

CRS on saatavilla tietokoneelle Windows-käyttöjärjestelmään sekä Applen ja Androidin tabletteihin ja puhelimiin.

4.4.2 Hybrid and Electric Vehicle Emergency Field Guide


















Yhdysvaltojen markkinoilla saatavissa olevista hybridi- ja sähköhenkilöautojen pelastuskorteista sekä ohjeista on koottu National Fire Protection Association Quincyn toimesta kierrelehtityyppinen kirja Hybrid and Electric Vehicle Field Guide, joka soveltuu onnettomuuspaikalle mukaan otettavaksi oppaaksi. Kirjassa on esitelty monia sellaisia henkilöautoja, joita ei ole ollut saatavilla Euroopan markkinoilla, mutta joukosta löytyy myös Suomen suosituimmat hybridi- ja sähköhenkilöautot, kuten esimerkiksi Toyota Prius, Honda Insight, Chevrolet Volt (Euroopassa Opel Ampera) ja Nissan Leaf.

4.4.3 Rescue Sheet -verkkosivusto

Internetistä löytyy kansainvälisen autoliiton säätiön FIA Foundationin ylläpitämä sivusto (www.rescuesheet.info), johon on koottu suorat linkit lähes kaikkien yleisimpien autovalmistajien sivuille kohtaan, josta saa ladattua kyseisen autovalmistajan tuottamat pelastuskortit eri automalleihin. Suurimmassa osassa pelastuskorteista symbolien seli-

tykset ovat saksaksi, mutta sivustolle on koottu selitykset myös kuudelle muulle kielelle mukaan lukien englanti. Kuvassa 9 oleva suomenkielinen selite on ladattavissa Autoliiton Internet-sivuilta.

PELASTUSKORTIN SYMBOLIT SUOMEKSI

 Turvatyyny	 Korin vahvistus	 Ohjainyksikkö	 Kaasunkehitin
 Kaasujousi	 Akku	 Aktiivinen kierähdys-suoja	 Turvavyön esikiristin
 Turvavyön esikiristin	 Polttoainesäiliö	 Kaasusäiliö (Maakaasu/Nestekaasu)	 Turvaventtiili (Maakaasu-/Nestekaasujärjestelmä)
 Korkeajänniteosat	 Korkeajännitejohdot/-osat	 Korkeajännitevirran poiskytkentä	 Korkeajänniteakku
 Mekaaninen sensori			

Kuva 9. Autoliiton Internet-sivuilta ladattava symboliselite kuva [8, s. 25].

Pelastuskorttien haku suoraan autovalmistajien sivuilta soveltuu huonosti kenttätilanteisiin, koska kyseiset sivustot ovat yleisesti melko raskaita ja vaativat kunnolla toimiaukseen nopeat yhteydet ja laitteistot. Sivustoilta on kuitenkin mahdollista hakea pelastuskortit ennakkoon esimerkiksi tablet-tietokoneeseen, jolloin ne ovat käytettävissä onnettomuuspaikalla suoraan mukaan otettavasta tabletista.

4.4.4 QR-koodi

Mercedes-Benz on ottanut käyttöön kaikissa uusissa automalleissaan polttoainelukussa tai B-pilarissa (kuva 10) sijaitsevan QR-kooditarran, jonka lukemalla voi noutaa sähköisesti suoraan kyseisen auton pelastuskortin. Koodin avaamiseen tarvitaan matkapuhelin tai tabletti varustettuna nettiyhteydellä ja kameralla sekä QR-koodisovellus. Sovellus lukee tarran kameran avulla ja muodostaa linkin, jolla voi noutaa kyseisen

auton pelastuskortin Internetistä. QR-kooditarra on saatavissa maahantuojalta myös 1990 jälkeen valmistettuihin Mercedes-Benz -merkkisiin autoihin. Tulevaisuudessa myös hybridi- ja sähköautoja tullaan todennäköisesti varustamaan QR-koodeilla. [9, s. 25.]



Kuva 10. QR-koodi B-pilarissa.

5 Palavan sähköajoneuvon sammuttaminen

Hybridi- ja sähköautopalon sammuttamisessa ei tarvita mitään tavanomaisesta poikkeavia varusteita. Kuten tavallisen polttomoottorilla varustetun auton palossakin, käy hybridi- ja sähköautopalossa varusteiksi paloasu sekä paineilmalaitteet. Sammutusaineena toimii parhaiten vesi, jota suositellaan käytettävän reilusti, etenkin jos sähköajoneuvon korkeajänniteakusto on tulossa, koska palava akusto muodostaa myrkyllisiä kaasuja. Runsaalla veden käytöllä voidaan hillitä muodostuvien kaasujen määrää. Kor-

keajänniteakuston palaessa on varauduttava siihen, että akusto voi halkeilla ja osittain poksahdella palon sekä kuumuuden seurauksena.

Palavaa korkeajänniteakustoa voi olla hankala saada sammumaan, koska akuston kotelon sisällä olevat kennot palavat aggressiivisesti ja vettä on hankala saada tiiviin kotelorakenteen vuoksi suoraan palaviin kennoihin. Akkukotelo ei saa yrittää avata kennojen esille saamiseksi, koska tilanteessa on sähköiskun vaara. Vaikka akustopalo saataisiinkin sammumaan, vaarana on, että palamattomat akkukennot syttyvät uudelleen palamaan tuntien tai jopa päivien päästä lämmölle altistumisen vuoksi. Tästä syystä suositeltavin tapa on antaa akuston palaa loppuun ja hallita kaasujen muodostumista sekä palon leviämistä ympäristöön, jos se on tilanteen rajoissa mahdollista. Kun akuston tai akuston läheisyydessä oleva palo on sammunut, on korkeajänniteakustoa jäähdytettävä vielä vedellä jälkepäin, jotta voidaan pienentää akuston itesytyttymisen riskiä.

Jos sähköauton korkeajänniteakusto on vahingoittunut tai palanut, sitä ei saa siirtää alle 15 metrin päähän rakennuksesta tai toisesta ajoneuvosta akuston uudelleensyttymisvaaran vuoksi. [5, s. 15 - 16; 3, s. 26.]

6 Liikkeellelähdön estäminen

6.1 Liikkeellelähtövalmius

Useat hybridautot ja etenkin sähköautot voivat lähteä liikkeelle lähes äänettömästi sähkömoottorien avulla, ja ne voivat olla liikkeellelähtövalmiudessa, vaikka moottorin ääntä ei kuuluisikaan auton ollessa paikoillaan. Tapaturmien välttämiseksi on turvalisinta välttää työskentelyä auton edessä ja takana, ennen kuin auton liikkeellelähtö on estetty luotettavasti. Sähköajoneuvoissa liikkeellelähtövalmius käyttövoiman avulla ilmaistaan mittaristoon sijoitetulla READY-merkkivalolla, joka voi olla symbolilla tai kirjaimin toteutettu, kuten kuvassa 11 on esitetty.



Kuva 11. Liikkeellelähtövalmiuden ilmaiseva merkkivalo Nissan Leafissa ja VW Jetta hybridissä.

Liikkeellelähdön estäminen turvallisesti tapahtuu kiilaamalla vähintään yksi rengas etu- ja takapuolelta tarkoitukseen sopivilla välineillä, kytkemällä seisontajarru ja asettamalla pysäköintivaihte tai manuaalivaihteiston vaihte päälle. Seisontajarrun ja pysäköintivaihteen kytkeminen voi olla toteutettu eri tavoin riippuen autovalmistajasta ja -mallista.

6.2 Seisontajarru

Seisontajarru voi toimia kahvan avulla, polkimella tai sähköisellä katkaisimella. Kahvamalli on yleensä sijoitettu keskikonsoliin, ja se toimii vetämällä kahvaa. Seisontajarrun vapautus toimii tässä tapauksessa kahvan päässä sijaitsevasta napista.

Polkimella toimivan seisontajarrun poljin sijaitsee kuljettajan jalkatilassa lähimpänä ovea. Seisontajarru kytketään tällöin päälle painamalla poljinta. Vapautus voi poljinmallissa toimia joko painamalla poljinta uudelleen, jolloin poljin vapautuu ja palautuu ylös, tai erillistä polkimenvapautuskahvaa vetämällä, joka sijaitsee kojelaudassa polkimen läheisyydessä ja on merkitty seisontajarrun symbolilla.

Sähköinen seisontajarrun katkaisin sijaitsee yleensä vaihteenvalitsimen läheisyydessä ja sen tunnistaa seisontajarrun symbolista (kuva 12). Tällöin seisontajarru kytketään vetämällä tai painamalla katkaisinta, riippuen autovalmistajasta ja -mallista. Seisontajarrun vapautus toimii käyttämällä katkaisinta vastakkaiseen suuntaan kuin kytkettäessä. Sähköinen seisontajarru toimii 12 V:n järjestelmän avulla, joten auton 12 V:n akun kytkennät tulee olla kiinni jos seisontajarrua halutaan kytkeä tai vapauttaa.



Kuva 12. Sähköisen seisontajarrun katkaisin ja symboli [10, s. 25].

6.3 Vaihteisto

Lähes kaikissa sähköajoneuvoissa on automaattivaihteisto tai automaattivaihteistoa muistuttava liikesuunnanvalintajärjestelmä. Vain harvoissa hybridautoissa on manuaalivaihteisto. Auton liikkeellelähtöä estettäessä manuaalivaihteistosta kytketään vaihde päälle, kun auton moottori on sammutettu, ja muissa järjestelmissä kytketään vaihteiston pysäköinti- eli P-asento, kun autossa on virrat päällä. Pysäköintiasennon kytkeminen voi olla toteutettu joko siten, että vaihteenvalitsinta liikutetaan P-asentoon tai painetaan vaihteenvalitsimen välittömässä läheisyydessä sijaitsevaa pysäköintivaihteen nappia. Pysäköintivaihteen nappi voi olla integroitu vaihteenvalitsimeen, kuten esimerkiksi Nissan Leafissa on tehty.

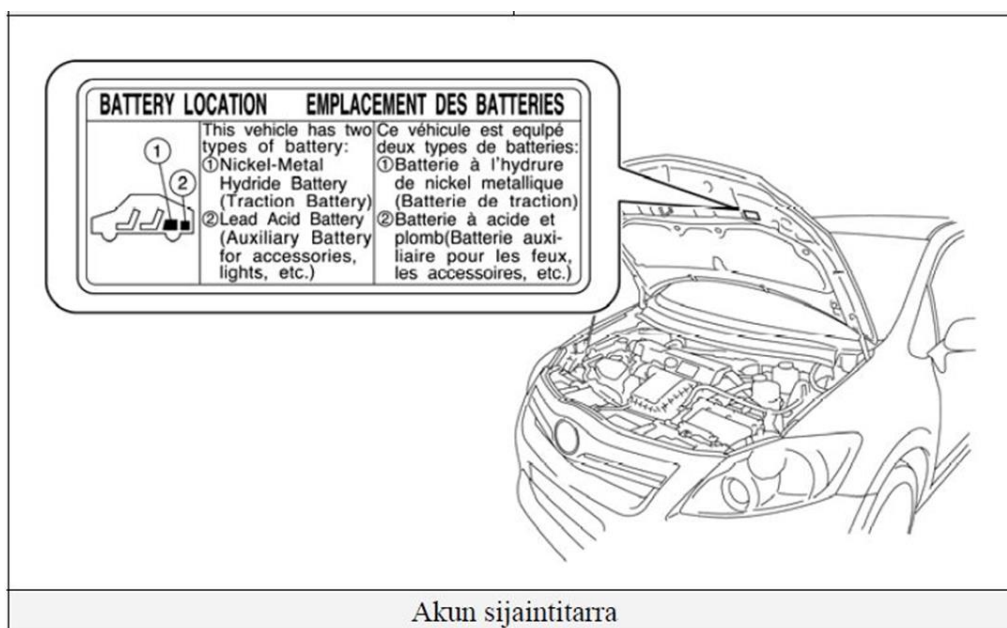
7 Jännitteettömäksi tekeminen

Onnettomuuspaikalla on tärkeää saada auto jännitteettömäksi, jotta auton parissa voidaan työskennellä turvallisesti ja pienentää tilanteeseen liittyviä riskejä. Useimmat sähköajoneuvot on varustettu turvajärjestelmällä, joka on suunniteltu katkaisemaan auton käyttövirrat automaattisesti onnettomuustilanteessa. Näin ollen suurimassa osassa onnettomuuteen osallisissa sähköajoneuvoissa on jo onnettomuuspaikalle saavuttaessa käyttövirrat pois päältä. Auton tila tulee aina tarkistaa mittaristoista ja näytöistä, ennen kuin virta-avainta tai virtanappia käytetään, jottei autoon vahingossa laiteta käyttövirtoja uudelleen päälle. [5, s. 10.]

7.1 Ensisijainen tapa

Sähköajoneuvojen jännitteettömäksi tekemisessä voi olla mallikohtaisia eroja, mutta useimpiin autoihin toimii ensisijaisena yleisohjeena, että ensin katkaistaan auton käyttövirta virta-avaimesta tai -napista ja sen jälkeen irrotetaan 12 V:n akun kytkennät, miinuskaapeli ensin. Kytkenneiden irrottamisessa olisi suotavaa käyttää jännitetyöhön suunniteltuja eristettyjä työkaluja tai suojakäsineitä.

Tämä toimintatapa katkaisee virrat sekä 12 V:n järjestelmästä että korkeajännitejärjestelmästä. 12 V:n akun sijainti vaihtelee autovalmistajasta ja -mallista riippuen, mutta sijainti selviää auton pelastuskortista tai joissain tapauksissa myös konepeltiin kiinnitystä akkujen sijainnin osoittavasta tarrasta kuten kuvassa 13 on esitetty. Ennen virtojen katkaisua on muistettava tehdä kaikki pelastustoimenpiteitä helpottavat toiminnot, kuten avata sähkökäyttöiset ikkunat ja keskuslukitus sekä siirtää sähköiset istuimet ja ohjauspylväs pois tieltä tarpeen mukaan.



Kuva 13. Toyota Auris hybridin akun sijaintitarra [11, s. 13].

7.2 Vaihtoehtoiset tavat

Jos käyttövirtaa ei saada katkaistua virtalukosta tai -napista, tai 12 V:n akkuun ei päästä käsiksi, on käytettävä vaihtoehtoista toimintatapaa sähköajoneuvon jännitteettömäksi tekemiseksi.

si tekemisessä. Yleispätevää vaihtoehtoista toimintatapaa on mahdoton muodostaa autojen erilaisten ominaisuuksien vuoksi. Joissakin autoissa suositellaan otettavan irti sulakkeita, kun taas toisissa autoissa katkaistaan korkeajännitejärjestelmä katkaistamalla valvontapiiriin kuuluva johto tai käyttämällä huoltoerotinta

Huoltoerottimen käyttäminen on yleensä viimeinen vaihtoehto ja kaikissa sähköajoneuvoissa sitä ei edes suositella käytettäväksi pelastustoiminnassa, vaikka sellainen autosta löytyisikin. Jos huoltoerotinta aiotaan käyttää, on toimenpiteen aikana käytettävä jännitetyöhön suunniteltuja, eristettyjä kumisia suojakäsineitä sähköiskuvaaran vuoksi. Oikea vaihtoehtoinen toimintatapa tulisi kuitenkin aina tarkistaa kyseisen auton pelastusohjeista.

8 Korin leikkaaminen

Hybridi- ja sähköautoja voidaan käytännössä leikata samoin kuin tavallisiakin autoja yleisimmistä leikkauskohdista, kuten esimerkiksi katon tukipilareista ja kyljestä sillä korkeajännitejohtimet kulkevat auton pohjassa, keskikonsolissa tai kynnyskotelon vieressä auton sisällä. Kuten tavallisten polttomoottoriautojenkin kanssa myös hybridi- ja sähköautojen kanssa on kuitenkin varottava katossa ja tukipilareissa sijaitsevia laukeamattomia turvalaitteita sekä mahdollisia korin vahvikeosia, joiden sijainti ilmenee auton pelastuskortista. Auton kattoverhoilua voi olla myös tarpeellista avata ja raottaa varoen, jotta voidaan varmistua turvalaitteiden sijainnista ja vältetään leikkaamista niiden kohdalta. [5, s. 12 - 13.]

Jos sähköajoneuvon keulaa joudutaan leikkaamaan ja taittamaan, moottorilasta voi paljastua korkeajännitejohtimia näköesteiden takaa. Tällöin on vältettävä paljastuvien johtimien leikkaamista ja puristuksiin saattamista sähköiskujen välttämiseksi. Sähköajoneuvon keulassa voi joissain tapauksissa sijaita myös korkeajänniteakusto, johon ei saa kohdistaa minkäänlaisia leikkaus- tai puristustoimenpiteitä.

Sähköajoneuvon takaosaa muualta kuin pilareista leikattaessa tulee olla erityisen varovainen mahdollisen polttoainesäiliön sekä korkeajänniteakuston ja -johtimien sijoittelun vuoksi. Esimerkiksi Honda Civic Hybrideissä korkeajänniteakusto on sijoitettu pystyyn takapenkin selkänojan taakse.

9 Uponnut sähköajoneuvo

Sähköajoneuvot on suunniteltu turvallisiksi, vaikka ne joutuisivat kosketuksiin veden kanssa. Auton kori ei muutu jännitteelliseksi veden vaikutuksesta, eikä ympäröivästä vedestä saa sähköiskua, joten sähköajoneuvojen kanssa voidaan käyttää samoja toimintatapoja matkustajien pelastamiseksi ja auton siirtämiseksi pois vedestä kuin tavallisten autojenkin kanssa. Sähköajoneuvojen järjestelmät on varustettu toiminnolla, joka katkaisee korkeajännitejärjestelmän toiminnan mahdollisen oikosulun havaitessaan. Suoraa kosketusta korkeajännitteisten osien, -johtimien ja huoltoerotimen kanssa tulee kuitenkin välttää. Upoksissa olevaa huoltoerotinta ei saa käyttää mahdollisen sähköiskuvaaran vuoksi.

Korkeajänniteakun joutuminen veden varaan voi aiheuttaa mikrokuplintaa, jonka tunnistaa sihisevästä ja kuplivasta äänestä sekä pienistä kaasukuplista, jotka muodostuvat korkeajänniteakuston suunnasta. Mikrokuplinta ei ilmaise sähköiskun vaaraa. Se on akun sisäisen elektrolyysin tulos, jossa virta kulkee akun positiivisen ja negatiivisen navan välillä sekä hajottaa vesimolekyylejä erittäin helposti syttyväksi vety- ja happikaasuksi. Kaasun muodostuminen voi aiheuttaa autossa leimahdusvaaran, mikäli kaasua pääsee kerääntymään auton sisälle. Muodostuneen vetykaasun voi tunnistaa hengitysteiden ärtymisestä ja pistävästä hajusta. Jos autossa epäillään olevan vetykaasua, on vältettävä kipinöiden tuottamista ja auto on tuuletettava. [5, s.17.]

10 Jälkitoimenpiteet

Kun sähköajoneuvoon kohdistuvat pelastus- ja palon sammutustoimenpiteet on suoritettu, on vielä varmistettava sähköajoneuvon turvallinen jälkikäsitteleminen. Palaneen sähköajoneuvon tapauksessa on tärkeää muistaa korkeajänniteakkujen jälkijäähdytys akuston itsesyttymisriskin pienentämiseksi, josta on kerrottu tarkemmin luvussa 5.

10.1 Sähköajoneuvon hinaaminen ja siirtäminen

Sähköajoneuvoissa oleva sähkömoottori toimii myös generaattorina, eli se muodostaa virtaa, kun moottori pyörii. Hinattaessa pyörillään olevaa sähköajoneuvoa pyörät pyörittävät sähkömoottoria, joka muodostaa sähköä järjestelmään, vaikka auto olisi tehty jännitteettömäksi, ja tällöin on vaarana, että korkeajännitejärjestelmän osat kuumene-

vat ja voivat syttyä palamaan. Tästä syystä sähköajoneuvoa ei saa hinata tai työntää pitkiä matkoja, jos kaikki pyörät ovat maassa.

Kaikki hybridi- ja sähköautot tulisi kuljettaa pois onnettomuuspaikalta lavalla siten, etteivät sen pyörät koske maahan. Jos lavakuljetusta ei ole saatavilla, pitää ehdottomasti varmistaa, ettei sähkömoottoriin yhteydessä oleva akseli ole maassa. Esimerkiksi Volvo V60 Plug-in -hybridiautossa etuakseli toimii polttomoottorin voimalla ja taka-akseli sähkömoottorin voimalla, jolloin kyseinen auto tulisi hinauttaa pois vähintään taka-akseli ilmassa.

10.2 Sähköajoneuvon säilytys

Sähköajoneuvoa, joka on palanut, saanut osuman korkeajänniteakustojen läheisyyteen tai on muuten pahoin vaurioitunut, ei saa siirtää alle 15 metrin päähän tulelle alttiista kohteista, kuten esimerkiksi puista, rakennuksista ja muista autoista, akuston itsesyttymisriskin vuoksi. Sähköajoneuvon siirtoon ja säilytykseen liittyvät asiat tulisi antaa tiedoksi myös hinausauton kuljettajalle. [5, s. 14.]

11 Yhteenveto

Työ tehtiin osana Metropolia Ammattikorkeakoulun käynnistämää koulutushanketta, UATP - Uusi autotekniikka tutuksi pelastustoiminnassa. Sen tavoitteena oli kouluttaa vuonna 2014 lähes 20 tilaisuuden aikana noin 300 pelastusalaalla kouluttajan asemassa toimivaa tai koulutuksesta vastaavaa henkilöä turvalliseen toimintaan onnettomuustilanteissa, joissa on osallisena sähkö-, hybridi- tai maakaasuauto.

Keskeisimpiä vaaroja pelastustoiminnan kannalta hybridi- ja sähköauton onnettomuustilanteissa on useimmissa tapauksissa auton äänetön liikkeellelähtömahdollisuus, laukeamattomat turvalaitteet, sähköiskun saaminen korkeajännitekomponenteista ja korkeajänniteakuston aggressiivinen palaminen. Jotta vaaroihin voidaan varautua, täytyy auton tyyppi osata tunnistaa mahdollisimman nopeasti. Auton tyyppin voi tunnistaa sekä ulkopuolisista että sisäpuolisista ominaisuuksista, kun osaa kiinnittää huomiota oikeisiin asioihin ja yksityiskohtiin. Auton tunnistamiseen on myös olemassa palveluita, joiden avulla saa suoraan auton tarkat tiedot esimerkiksi rekisterinumeron avulla. Hybridi- ja sähköautojen onnettomuustilanteisiin sopivat suurimmalta osin samat pelastustekniikat

kuin tavallisiinkin autoihin, minkä vuoksi hybridi- tai sähköautoa ei tule turhaan pelätä, kun sellainen onnettomuuspaikalta löydetään.

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia henkilöautokokoluokan hybridi- ja sähköautojen onnettomuustilanteisiin pelastustoiminnan kannalta liittyviä riskejä ja toimintatapoja sekä luoda yleinen pelastushenkilöstön koulutuksessa hyödynnettävä tietopaketti aiheesta. Työ perustuu UATP-koulutuspäiville insinööriyön osana tehtyyn koulutuskalvosarjaan sekä hybridi- ja sähköautojen rastikoulutusmateriaaliin, josta on esimerkkinä liitteenä (liite 1) oleva Nissan Leaf -rastikortti. Tätä insinööriyötä tehdessä, huhtikuussa 2014, koulutuspäiviä varten tehdyt kalvosarjat ja rastikoulutusmateriaalit olivat käyneet läpi kolme koulutustilaisuutta, joista saatiin positiivista palautetta. Aineisto tuli odotetusti tarpeeseen, ja palautteen perusteella voidaan päätellä sen myös sisältäneen pelastushenkilökunnan kaipaamia vinkkejä ja tietoja sähköajoneuvojen onnettomuustilanteisiin.

Voidaan siis olettaa, että tästä insinööriyöstä on hyötyä esimerkiksi itseopiskelumateriaalina sellaisen vapaapalokuntien ja pelastuslaitosten henkilöstön keskuudessa, joka ei pääse osallistumaan itse UATP-koulutuskierroille. Koulutuskierroille osallistuneille työ toimii kertausmateriaalina hybridi- ja sähköautojen osalta. Tätä kautta insinööriyö voi edistää tehokasta pelastustoimintaa, parantaa henkilöstön työturvallisuutta sekä pienentää onnettomuuskustannuksia.

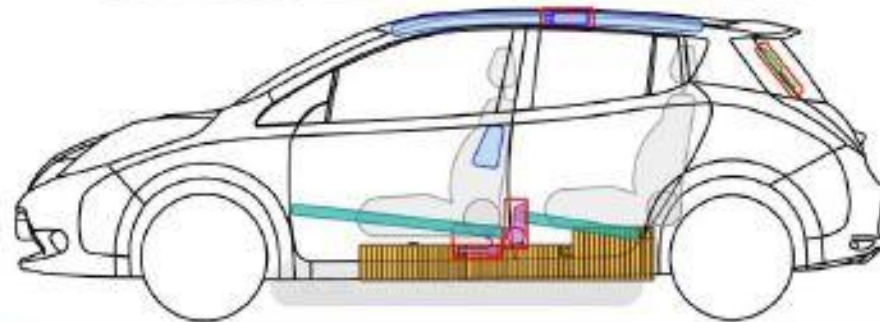
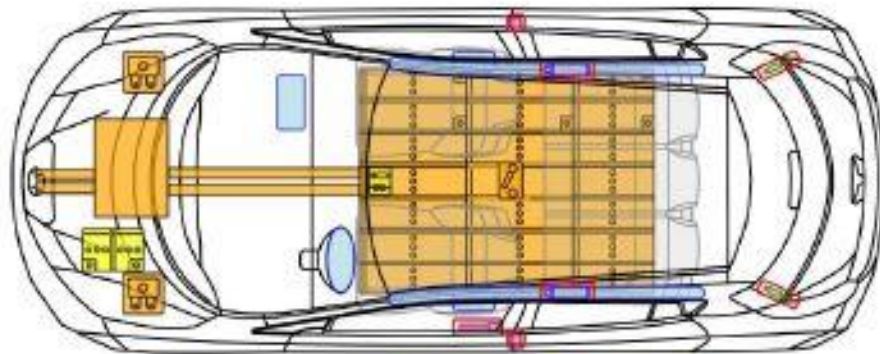
Lähteet

- 1 Linja-aho, Vesa. Sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus. 1. painos 2012. Helsinki: Autoalan Koulutuskeskus Oy.
- 2 Hybrid Vehicles: Separating Fact from Fiction. Verkkodokumentti. Fire Engineering. <<http://www.fireengineering.com/articles/print/volume-162/issue-7/features/hybrid-vehicles-separating-fact-from-fiction.html>>. Luettu 2.4.2014.
- 3 Moditech Rescue Solutions B.V. Kurssitoteutus: Emergency response to incidents involving vehicles with alternative propulsion, kurssimateriaali. Kevät 2014.
- 4 Sähkökäyttöiset henkilöautot merkeittäin ja malleittain. Verkkodokumentti. Trafi. <http://www.trafi.fi/palvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/lk-ajoneuvojen_kayttovoimatilastot>. Luettu 8.4.2014.
- 5 National Fire Protection Association Quincy. 2013 Edition. Electric Vehicle Emergency Field Guide. Massachusetts: National Fire Protection Association.
- 6 Pelastuskortti. Verkkodokumentti. Autoliitto. <<http://www.autoliitto.fi/tietopankki/pelastuskortti/>>. Luettu 22.4.2014.
- 7 Languages & Databases. Verkkodokumentti. Moditech Rescue Solutions B.V. <http://www.moditech.com/rescue/index3.php?action=crs&page=lang_db>. Luettu 16.4.2014.
- 8 Pelastuskortin symbolit suomeksi. Verkkodokumentti. Autoliitto. <<http://www.autoliitto.fi/@Bin/7771640/pelastuskortin+symbolit+suomeksi.pdf>>. Luettu 22.4.2014.
- 9 Haapasalo, Markku, Koulutustilaisuus: Veho huoltokoulu, Lommila, koulutusmateriaali. Kevät 2014.
- 10 Seisontajarrukatkaisin. Verkkodokumentti. Wikimedia Commons. <<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epbhandle.jpg?uselang=fi>>. Luettu 26.4.2014.
- 11 Toyota Motor Corporation. 2010. Toyota Auris Hybridi 2010-malli Hätävasausopas.



LEAF

Typ: ZE0, 2013-
SjNFAAZE0Uxxxxxxx



 Turvavyöry	 Kolin vahvistus	 Ohjainyksikkö	 Kamerankehäin
 Kaasujouzi	 Akku	 Aktiivinen äänihäy- tyys	 Turvavyön esikirtin
 Turvavyön esikirtin	 Polttoainesäiliö	 Kaasusäiliö (Waukaasu/ Nestekaasu)	 Turvavyön esikirtin (Mediakasa/ Nestekaasujärjestelmä)
 Korkeajänniteosat	 Korkeajännitejohdot/ osat	 Korkeajännitevirran poistykäntä	 Korkeajänniteakku
 Mekaaninen sensorit			

http://www.rescuesheet.info/seite_3.html

Metropolla

10.4.2014 v1.01

UATP - 2014

UATP - 2014

Uusi autotekniikka tutuksi pelastustoiminnassa

Koulutustilaisuuden rasti - Sähköauto**1. Tunnistaminen ja auton tietojen haku:****1.1 Auton tunnistaminen ulkoisista merkinnöistä ja ominaisuuksista**

- Merkki, malli, vuosimalli? Käyttövoima? Miten/mistä saa selville?

1.2 Auton tunnistaminen sisäpuolelta havaittavista merkinnöistä ja ominaisuuksista

- Löytyykö auton mallin tai käyttövoimaan viittaavia yksityiskohtia? Mitä?

1.3 Rekisterinumeroon perustuva tiedon haku, "ABC-123" -> 020202

- Mitä tietoja saadaan? Mitä niistä voidaan päätellä?

2. Pelastuskortin ja CRS -ohjelmiston käyttö**3. Havainnointi****3.1 Vaarat**

- Mitä vaaroja havaitset? Miten vaaroihin voidaan varautua?

3.2 Auton liikuntakyky

- Onko autossa virrat päällä? Onko auto liikkeellelähtövalmiudessa?

4. Virrattomaksi tekeminen eri tilanteissa**4.1 Virtanappiin-luukkoon päästään käsiksi****4.2 Virtanappiin-luukkoon ei päästä käsiksi**