

Juha Forsström

Pelastusalalle suunnatun koulutusmateriaalin päivitys - Sähkö ja kaasu kuljettaa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

23.4.2018

Tekijä Otsikko	Juha Forsström Insinööriyön otsikko
Sivumäärä Aika	20 sivua + 1 liite 23.4.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Ammatillinen pääaine	Logistiikka
Ohjaajat	Lehtori Markku Haikonen
<p>Tämä insinööriyö käsittää pelastusalalle suunnatun itseopiskelumateriaalin, ”Sähkö ja kaasu kuljettaa (hybridi-, sähkö- ja kaasu autojen turvallisuusperusteita)”, päivityksen. Työn ensisijaisena tilaajana on Metropolia Ammattikorkeakoulu ja Palopäällystöliitto ry. Päivitetty versio tullaan julkaisemaan Suomen Pelastusalan Keskusjärjestön (SPEK) verkkosivuilla. Metropolia Ammattikorkeakoulu ja Suomen Palopäällystiliitto ry julkaisee sen linkkinä omilla tiedotussivuillaan.</p> <p>Insinööriyöraportin alussa käydään työn tausta ja tavoitteet läpi. Lisäksi perehdytään Suomen ajoneuvokantaan, sähköautojen lataukseen, maakaasuun, vetyyn vaihtoehtoisena polttoaineena sekä sähkölinja-autoihin. Työn liitteenä on päivitetty itseopiskelumateriaalin diasarja.</p> <p>Itseopiskelumateriaalissa jo ennestään olevat aiheet päivitettiin uusien tiedoin. Uusina aiheina siihen lisättiin tietoa raskaasta kalustosta sekä julkisilla paikoilla olevista sähkö- ja maakaasuautojen latauspisteistä/tankkauspaikoista. Lisäksi työn aikana kuvattiin kaasuauton tankkauksesta ja sähkölinja-auton latauksesta videomateriaalia, joka editoitiin itseopiskelumateriaaliin liitettäväksi.</p> <p>Insinööriyön tuloksena saatiin pelastusalalle suunnatun kattavan itseopiskelumateriaalin päivitetty versio.</p>	
Avainsanat	hybridi, sähkö, maakaasu

Author Title Number of Pages Date	Juha Forsström Electric and Gas Vehicles - Update of the Educational Material for the Rescue Sector 20 pages + 1 appendix 23 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Professional Major	Logistics
Instructors	Markku Haikonen, Project Manager
<p>The objective of this thesis was to update the educational self-study material "Sähkö ja kaasu kuljettaa (Hybridi-, sähkö- ja kaasu autojen turvallisuusperusteita)" for the rescue sector. The self-study material gives background information and basic principles of the technology and safety of hybrid, electrical and natural gas cars. The thesis was assigned by Metropolia University of Applied Sciences and Palopäälystoliitto ry. The updated version will be published on the website of Suomen Pelastusalan keskusjärjestö (SPEK). In addition, Metropolia University of Applied Sciences and Palopäälystösliitto ry will link the published self-study material on their information pages.</p> <p>The four main objectives of the updated version of the self-study material were to update the already existing data, add information on heavy vehicles and add information on charging points (electric vehicles) and refueling locations of natural gas (CNG and LNG). In addition, the aim was to film and edit short videos about charging electric vehicles and refueling gas vehicles.</p> <p>As a result of the thesis, an up-to-date version of the self-study material for the rescue sector was created.</p>	
Keywords	hybrid, electric, natural gas

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtökohdat ja tavoitteet	2
2.1	Työn taustalla UATP - 2014	2
2.2	Itseopiskelumateriaalin päivitys	2
3	Ajoneuvokanta Suomessa	4
3.1	Päästötavoitteet kehityksen taustalla	4
3.2	Ajoneuvokanta	4
3.2.1	Koko ajoneuvokanta	4
3.2.2	Sähkö- ja hybridihenkilöautot	5
3.2.3	Sähköautojen lataustavat ja latauspisteverkosto	8
3.2.4	Maakaasuautot	9
4	Maakaasu Suomessa	10
4.1	Nesteytetyn maakaasun (LNG) ominaisuudet	12
4.2	Maakaasuasemien turvallisuus	12
4.3	Vety vaihtoehtoisena polttoaineen	12
5	Sähkölinja-autot Suomessa	13
5.1	Liikenteessä olevat sähkölinja-autot	13
5.2	Linkker-sähkölinja-autot	15
5.3	Latauslaitteet	17
6	Yhteenveto	18
	Lähteet	19

Liitteet

Liite 1. Sähkö ja kaasu kuljettaa - Hybridi-, sähkö- ja kaasuautojen turvallisuusperusteita pelastushenkilöstölle

Lyhenteet

UATP	Uusi autotekniikka tutuksi pelastustoiminnassa
CNG	Compressed Natural Gas, paineistettu maakaasu
LNG	Liquefied Natural Gas, nesteytetty maakaasu
CRS	Crash Recovery System, Moditechin sähköinen pelastuskorttiohjelmisto
SPEK	Suomen Pelastusalan Keskusliitto
VTT	Teknologian tutkimuskeskus

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tilaajana toimii Metropolia Ammattikorkeakoulu yhdessä Suomen Palopäälystöliitto ry:n kanssa. Työssä toteutetaan UATP (uusi autotekniikka tutuksi pelastustoiminnassa) -koulutukselle suunnatun itseopiskelumateriaalin päivitys. Itseopiskelumateriaali on diaesitys nimeltään ”Sähkö ja kaasua kuljettaa - hybridi, sähkö- ja kaasuautojen turvallisuusperusteita pelastusalaalle”. Edeltävä versio on vuodelta 2014, joten uudelle päivitetylle versiolle on ollut kysyntää. Itseopiskelumateriaalin päivitetty versio tullaan julkaisemaan Suomen Pelastusalan keskusjärjestön (SPEK) verkkosivuilla. Metropolia Ammattikorkeakoulu ja Suomen Palopäälystöliitto ry julkaisevat linkkinä sen omilla tiedotussivuillaan.

Insinööriyön alussa käydään läpi työn lähtökohdat ja tavoitteet. Tämän jälkeen käsitellään Suomen ajoneuvokantaa: sen kehitystä, tulevaisuuden näkymiä sekä ajoneuvokantaan vaikuttavia päästötavoitteita. Seuraavana käsittelyssä on maakaasu sekä tarkemmin nesteytetyn maakaasun ominaisuudet ja lisäksi vety vaihtoehtoisena polttoaineena. Viimeisenä tarkastellaan Suomessa käytössä olevia sähkölinja-autoja ja tutustutaan tarkemmin Linkker -linja-autoon. Työn liitteenä on diasarjana itseopiskelumateriaalin päivitetty versio.

Suomen Palopäälystöliitto on aatteellinen yhdistys, jonka tavoitteina on yhteiskunnallisen turvallisuuden edistäminen ja jäsenistönsä ammattiosaamisen kehittäminen. Sen jäsenistöön kuuluu mm. pelastusalan palopäälystöstä ja alipäälystöstä sekä turvallisuusalan asiantuntijoita. Suomen Palopäälystöliitto on arvostettu turvallispoliittinen keskustelija ja yhteistyöjärjestö, joka tuottaa asiantuntija-, koulutus ja materiaali palveluja. [1]

Metropolia Ammattikorkeakoulu on kansainvälinen ja monialainen ammattikorkeakoulu. Se toimii pääkaupunkiseudulla ja kouluttaa kulttuurin, liiketalouden, sosiaali- ja terveystieteiden sekä tekniikan asiantuntijoita ja kehittäjiä. Opiskelijoita Metropoliaassa on 16500 ja opetushenkilöstöä 630. [2]

Insinööriyö tehtiin osana projektityötä, jossa Juha Forsström toimi insinööriyön tekijänä ja Anni Sorila innovaatioprojektityön tekijänä. Työn aineisto hankittiin konsultoimalla projektiin liittyviä tahoja, kuten Gasumia, Tesla Clubia, Pelastuslaitosta ja Helsingin Bussiliikennettä. Tämän lisäksi aineistona käytettiin projektin tekijöille luovutettua materiaalia

(esim. Metropolian käytössä oleva CRS-ohjelmaa) ja verkosta löytyvää julkista materiaalia.

2 Lähtökohdat ja tavoitteet

2.1 Työn taustalla UATP - 2014

Metropolia Ammattikorkeakoulu käynnisti syksyllä 2013 koulutushankkeen, UATP - uusi autotekniikka tutuksi pelastustoiminnassa, jonka toteutukseen osallistuivat Suomen Palopäälystöliitto, Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö, Pelastusopisto ja Palosuojelurahasto. Koulutushanke aloitettiin Metropolian sisäisen työryhmän tutkimuksella. Tutkimuksessa kartoitettiin pelastushenkilökunnan tietämystä uudesta autotekniikasta (hybridi-, sähkö- ja maakaasuautoista) ja lopputuloksena huomattiin, että pelastushenkilöstö tarvitsee asiantuntevaa koulutusta aiheesta.

Koulutushankkeen lopputuloksena noin 250 pelastusalan johtotehtävissä oleville henkilöille pidettiin noin 20 koulutusta hybridi-, sähkö- ja maakaasuautojen tekniikan ja turvallisuuden perusteista sekä onnettomuustilanteiden turvallisista toimintatavoista. Koulutukseen osallistuville jaettiin ennakkoon itseopiskelumateriaali, joka antoi perusteet koulutuksen sisältöön.

Itseopiskelumateriaali tehtiin neljän insinööriopiskelijan projektina. Ilari Leskinen kirjoitti projektista insinööriyön sekä Konsta Koponen, Toni Korpi ja Mikko Puolanen kirjoittivat projektista innovaatioprojektiraportin. Projektin ohjaajana toimi Vesa Linja-aho.

2.2 Itseopiskelumateriaalin päivitys

Syksyllä 2017 Metropolia Ammattikorkeakoululta pyydettiin itseopiskelumateriaalin päivitettyä versiota, jossa kohderyhmäksi kaavailtiin pelastuslaitoksen ohella muita viranomaisia ja tahoja, poliisia, rajaviranomaisia, puolustusvoimia, hinausyrityksiä sekä ensihoitoa. Päivitetyn version tarkoitus on toimia pelastuslaitoksen koulutustilaisuuksien ennakkomateriaalina sekä yleisenä informaationa muulle kohderyhmälle. Sen on myös tarkoitus antaa hyvät perusteet sähkö-, hybridi- ja maakaasuautojen sekä lataus- ja tankkauspaikkojen tekniikasta ja turvallisuudesta.

Ennako-opiskelumateriaalin päivitetyn version neljä päätavoitetta ovat seuraavat:

- päivittää jo löytyvät (sähkö-, hybridi- ja kaasuautojen) tiedot
- lisätä tietoa raskaasta kalustosta (kuorma- sekä linja-autot)
- lisätä tietoa julkisilla paikoilla olevista latausasemista sekä maakaasun (LNG ja CNG) tankkauspaikoista
- kuvata ja editoida ajoneuvoihin ja tankkaukseen liittyviä videoita sekä lisätä ne sähköiseen oppimateriaaliin.

Tässä työssä päätettiin rajata kuorma-autojen aihealue vain LNG-kuorma-autoihin ja linja-autojen aihealue vain täyssähkölinja-autoihin. Tähän rajaukseen päädyttiin, sillä nämä teknologiat ja käyttövoimat ovat vielä uudehkoja ja melko tuntemattomia pelastusalalla.

Aiemmin koottujen tietojen päivittämiseen käytettiin lähteenä CRS -ohjelmaa, tilastokeskuksen ja Trafín ajoneuvotilastotietoja. Raskaan kaluston tiedot on kerätty Trafín ajoneuvokannasta ja sen perusteella valittu yleisimmät mallit, jotka on otettu tarkemmin työssä esille (esimerkiksi Linkker-linja-auto). Sähkölatausasemien kartoitukseen käytettiin Virta-sovellusta ja Plugit Finland Oy:n tietoja. Maakaasun tankkausasemien tiedot saatiin Gasumilta. Ajoneuvoihin ja tankkaukseen liittyvät kuvat otettiin Gasumin kanssa tankkausasemalla Tuupakassa sekä Helsingin Bussiliikenne Oy:n kanssa Ruskeasuon bussivarikolla ja linja 23:n päätepysäkillä.

3 Ajoneuvokanta Suomessa

Tässä luvussa käsitellään Suomen ajoneuvokantaa, miltä se näyttää tällä hetkellä ja miten se mahdollisesti kehittyy tulevaisuudessa.

3.1 Päästötavoitteet kehityksen taustalla

Suomen, kuten muiden EU-jäsenmaiden, energiajärjestelmään liittyvät valinnat pohjautuvat EU-tason päästötavoitteisiin. Suomi on sitoutunut siirtymään hiilivapaaseen energiajärjestelmään vuoteen 2050 mennessä, mikä edellyttää henkilöautokannan sähköistämistä ja polttomootoriautojen käytön lopettamista. Siinä onnistuakseen Suomi on muotoillut omia välitavoitteitaan. Tavoitteeksi on asetettu, että uusiutuvien energianlähteiden osuus energian loppukulutuksesta vuonna 2020 on 38 % ja vuonna 2030 yli 50 %. Päästövähennystavoitteena on 39 %:n päästövähennys vuonna 2030 mennessä vuoteen 2005 verrattuna. [3]

Kun Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä, Helsingin tavoite on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Tällä hetkellä Helsingissä asuva tuottaa todellisuudessa yli kaksikertaisen hiilijalanjäljen Helsingin alueella syntyviin päästöihin verrattuna. Päästöistä noin puolet syntyy rakennusten lämmittämisestä, neljännes liikenteestä ja noin 15 % sähkönkulutuksesta. Liikenteen puolella päästöjä vähennetään ohjaamalla raskasta liikennettä ja satamatoimintoja ympäristöystävällisyyteen sekä mahdollisilla tiemaksuilla ja pysäköintimaksujen korottamisilla. Myös sähköautojen osuus kaikista autoista tulee kasvaa, mikäli ilmastotavoitteisiin aiotaan päästä. Vuonna 2035 autoista 30 % pitäisi olla sähköautoja. [4]

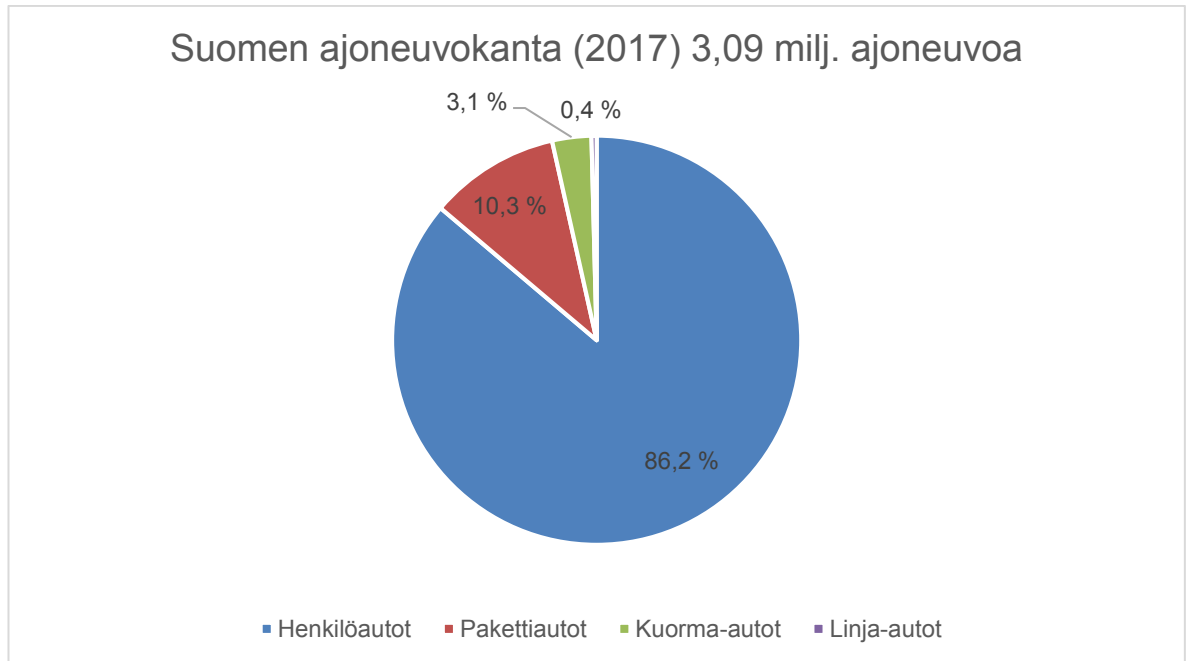
3.2 Ajoneuvokanta

3.2.1 Koko ajoneuvokanta

Suurin osa Suomen henkilö- ja tavaraliikenteestä liikkuu teitä pitkin. Autoalan tiedotuskeskuksen mukaan kaikista kotimaan matkoista 58 prosenttia ajetaan henkilöautolla [5].

Vuodesta 2014 lähtien Suomessa on ollut yli kolme miljoonaa liikennekäytössä olevaa autoa (sisältää henkilö-, paketti, kuorma- ja linja-autot). Kun tarkastellaan aikaväliä

2011–2017, autokannan vuotuinen muutos edeltävään vuoteen verrattuna on ollut 0,6–1,6 prosenttia kasvua. Vuoden 2017 lopulla luku oli 3,09 miljoonaa ja muutos edeltävään vuoteen oli +1,6 prosenttia. Tällöin kaikista autoista henkilöautojen osuus oli 86,2 prosenttia, pakettiautojen osuus 10,3 prosenttia, kuorma-autojen osuus 3,1 prosenttia ja linja-autojen osuus 0,4 prosenttia. (Kuva 1.)



Kuva 1. Suomen ajoneuvokanta (2017) ja henkilö-, paketti-, kuorma- ja linja-autojen prosentuaaliset osuudet [6]

Tällä hetkellä lähes kaikki autot ovat vielä polttomoottorilla toimivia. Suomen 3,09 miljoonasta liikennekäytössä olevasta autosta 99 prosenttia on bensiini- ja dieselmkäyttöisiä. Bensiinikäyttöisten osuus on 62 prosenttia (1,93 miljoonaa) ja dieselmkäyttöisten osuus on 37 prosenttia (1,14 miljoonaa). [6]

3.2.2 Sähkö- ja hybridihenkilöautot

Tähän mennessä kuluttajat eivät ole olleet halukkaita ostamaan sähköautoja niiden kalliin lähtöhinnan takia. Tästä syystä sähköautojen määrä ei tule kasvamaan ilman valtiollista ohjaamista tai ennen kuin hinnat laskevat.

VTT:n tutkimusraportin mukaan monet merkittävät autonvalmistajat ovat investoineet isosti sähköautojen kehitykseen. Esimerkiksi Volkswagenin tavoitteena on tuoda yli 30

täyssähköautomallia markkinoille vuoteen 2025 mennessä, jolloin niiden tavoitemyynti on 2–3 miljoonaa. Myyntihinta ei olisi enää merkittävästi kalliimpaa muihin vaihtoehtoihin verrattuna. Yritys myy 10 miljoonaa autoa vuodessa ja tavoitteena on, että vuonna 2030 kolmasosa niistä on sähkömoottorilla varustettuja. [7, s. 8.]

Taulukossa 1 näkyy merkkikohtaisesti täyssähköautojen lukumäärät. Tesla on yleistynyt Nissanin ohi. Suosituimmat mallit ovat Teslan Model S ja Nissan Leaf. [6]

Taulukko 1. Liikennekäytössä olevat sähköhenkilöautot 31.12.2017 [6]

MERKKI	LKM
TESLA MOTORS	655
NISSAN	407
VOLKSWAGEN	73
RENAULT	65
BMW	61
HYUNDAI	57
MERCEDES-BENZ	33
CITROEN	23
THINK	16
PEUGEOT	16
MITSUBISHI	12
KIA	10
FORD	5
FIAT	4
SMART	4
TOYOTA	3
MICRO-VETT	2
OMAVALMISTE	1
SAAB	1
PORSCHE	1
YHTEENSÄ	1 449

Hybridiautot ovat kasvattaneet suosiotaan Suomessa ja IRO Researchin tekemän tutkimuksen mukaan suosio tulee kasvamaan entisestään. Kymmenen vuoden kuluttua kolmasosa suomalaisista uskoo ajavansa hybridiautoa. Suomessa hankintahinta mielletään vielä korkeaksi bensiini- tai dieselautoihin verrattuna sekä akun kestävyys ja latauspisteiden puuttuminen kotoa tai työpaikalta mietittyvät. [8]

Taulukossa 2 näkyvät suosituimmat mallit ladattavista hybridi-autoista. Kolme suosituinta ovat Mitsubishi Outlander, Mercedes-Benz GLC 350 E ja Volvo XC90.

Taulukko 2. Liikennekäytössä oleva ladattavat hybridihenkilöautot 31.12.2017 [6]

MERKKI JA MALLI	LKM
MITSUBISHI OUTLANDER PHEV	600
MERCEDES-BENZ GLC 350 E	529
VOLVO XC90 PLUG-IN HYBRID	458
VOLKSWAGEN PASSAT GTE	436
OPEL AMPERA	407
VOLVO V60 PLUG-IN HYBRID	268
TOYOTA PRIUS PLUG-IN HYBRID	259
BMW 330E	256
AUDI Q7 E-TRON	238
VOLVO XC60 PLUG-IN HYBRID	211
PORSCHE CAYENNE S E-HYBRID	210
BMW X5	209
VOLKSWAGEN GOLF GTE	204
BMW 530E	186
BMW 225XE	185
AUDI A3 E-TRON	135
MERCEDES-BENZ C 350 E	126
MERCEDES-BENZ GLE 500 E	107
VOLVO V90 PLUG-IN HYBRID	105
PORSCHE PANAMERA S E-HYBRID	80
BMW I3	80
KIA OPTIMA PLUG-IN HYBRID	80
PORSCHE PANAMERA 4 E-HYBRID	58
BMW 740E/LE	50
MERCEDES-BENZ S500 PLUG-IN HYBRID	48
MERCEDES-BENZ E 350 E	47
MINI COOPER SE	35
KIA NIRO PLUG-IN HYBRID	34
BMW I8	31
CHEVROLET VOLT	25
VOLVO S90 PLUG-IN HYBRID	18
HYUNDAI IONIQ PLUG-IN HYBRID	7
FISKER KARMA	3
MERCEDES-BENZ C 350 H	2
PORSCHE 918 SPYDER	1
FORD FUSION	1
YHTEENSÄ	5 729

Taulukosta 3 näkyy täyssähköautojen, ladattavien hybridi-autojen sekä muiden hybridi-autojen (ei latausominaisuutta) määrän kehitys Suomessa. Huomataan, etteivät sähkö- ja hybridihenkilöautojen määrät ole vielä suuria Suomessa. Ei-ladattavat hybridi-autot ovat tällä hetkellä selvästi yleisempiä kuin latausominaisuuden omaavat hybridi-autot tai täyssähköautot.

Taulukko 3. Sähkö- ja hybridihenkilöautojen määrän kehitys Suomessa [9]

Vuosi	täyssähköautot	ladattavat hybridiautot	muut hybridiautot (ei latausominaisuutta)
2010	23	0	3 200
2011	56	0	4 469
2012	109	128	5 986
2013	169	296	8 445
2014	360	569	10 948
2015	614	973	14 055
2016	844	2 441	19 250
2017	1 449	5 729	28 519

3.2.3 Sähköautojen lataustavat ja latauspisteverkosto

Sähköautojen latausajat vaihtelevat paristakymmenestä minuutista yli kymmeneen tuntiin. Latausaika riippuu lataustavan lisäksi akun kapasiteetista, varaustasosta, lämpötilasta ja lataustehosta. Lataustapoja on neljä: pika-/teholataus, peruslataus, hidaslataus ja kevyiden sähköajoneuvojen lataus. Seuraavat latausajat soveltuvat ajoneuvoon, jossa on energiasisällöltään noin 20 kWh akusto, esimerkiksi Nissan Leaf (24kWh). [10]

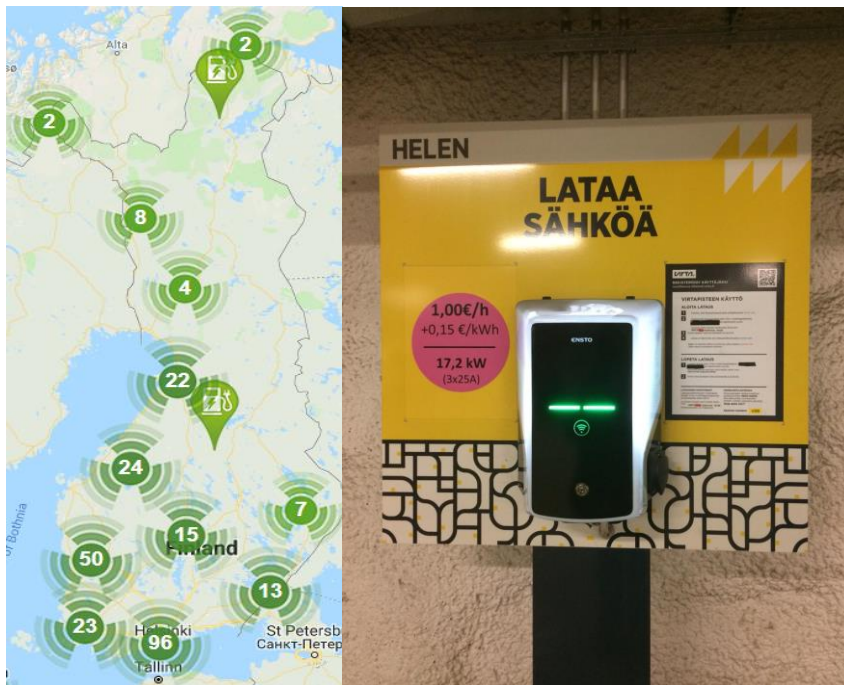
Pikalataus (lataustapa 4) tapahtuu tasavirtalatauksena auton ulkopuolisella laturilla, jonka latausteho on 50–350 kW ja latausaika alle 20 minuuttia. Teholataus (lataustapa 4) tapahtuu, pikalatauksen tapaan, myös tasavirtalatauksena auton ulkopuolisella laturilla (kiinteä latauspiste). Siinä latausteho on 20–50 kW ja latausaika 30–60 minuuttia. [10]

Peruslataus (lataustapa 3) on suositeltavin ja helppokäyttöisin sähköauton lataustyyppi. Siinä autoon syötetään vaihtovirtaa erityisestä sähköautopistorasiasta 3,6–20 kW:n latausteholla, jolloin latausaika on 1–5 tuntia. Peruslatauksessa käytetään tunnustus- ja valvontajärjestelmää sekä voidaan ohjata virran syöttöä molempiin suuntiin. [10; 11]

Hidaslatauksessa (lataustapa 2) autoon syötetään vaihtovirtaa eristyssähköautopistorasian sijaan tavanomaisesta kotitalouspistorasiasta 2,5 kW:n latausteholla. Hidaslatauksen latausaika on 10–12 tuntia. Sitä käytetään yleensä tilapäisesti silloin, kun peruslatausta (varsinainen sähköautojen lataustyyppi) ei ole käytössä. [10]

Kevyiden sähköajoneuvojen lataus (lataustapa 1) soveltuu esimerkiksi mopoautoille. Se tapahtuu syöttämällä vaihtosähköä tavanomaisesta 230 V:n kotitalouspistorasiasta ajoneuvoon kuuluvaan laturiin. Mikäli pistorasiassa ei ole kiinteää vikavirtasuojaa, siinä on käytettävä siirrettävää vikavirtasuojaa. [11]

Sähköajoneuvojen julkisia latauspisteitä on Suomessa noin 300, ja niiden sijainnit painottuvat määrällisesti Etelä- ja Länsi-Suomeen (kuva 2) [12]. Tasavirtalatausasemat (DC) ovat turvallisuussyistä aina ulkotiloissa, mutta vaihtovirtalatauspisteitä (AC) asennetaan myös luoliin ja halleihin. [10]



Kuva 2. Julkiset sähköautojen latauspisteet Suomessa [12] ja Latauspiste P-CityForumissa

3.2.4 Maakaasuautot

Vuoden 2017 lopussa maakaasuautoja oli liikennekäytössä vain runsaat seitsemänsataa ja bensiini-maakaasuautoja noin kolmetuhatta [13]. Teknologia tutkimuskeskus VTT:n ennusteen mukaan vuonna 2020 kaasuautoja on Suomessa noin 3600 kappaletta ja

vuonna 2030 noin 13100 kappaletta. Energia- ja ilmastostrategian tavoitteena on vähintään 50 000 kaasuautoa vuonna 2030, minkä toteutuminen on tällä hetkellä kaasuautojen myynnin perusteella epätodennäköistä. [13; 14]

Bensiini- ja dieselautoja voidaan muuntaa kaasukäyttöisiksi, ja muuntaminen maksaa noin 3000–4000 euroa riippuen auton sylinterien määrästä. Bensiinikäyttöisissä autoissa kaasumuunnoksen etu on isompi kuin dieselkäyttöisissä autoissa. Bensiiniyhdistelmässä moottori käynnistyy bensiinillä, ja kun moottori on lämmennyt (noin puolen kilometrin ajon jälkeen), se vaihtaa automaattisesti kaasun polttoaineeksi. Dieselyhdistelmässä sen sijaan moottori käyttää vähintään puolet ajasta dieselpolttoainetta. Kaasun etuna on sen hinta, sillä tankkauspisteellä maakaasu maksaa alle euron litralta. Lisäksi kaasukäyttöisessä muunnosautossa hiilidioksidipäästöt ovat 96 grammaa kilometrin ajossa, kun pelkässä bensiinijossa ne ovat 123 grammaa. [15]

4 Maakaasu Suomessa

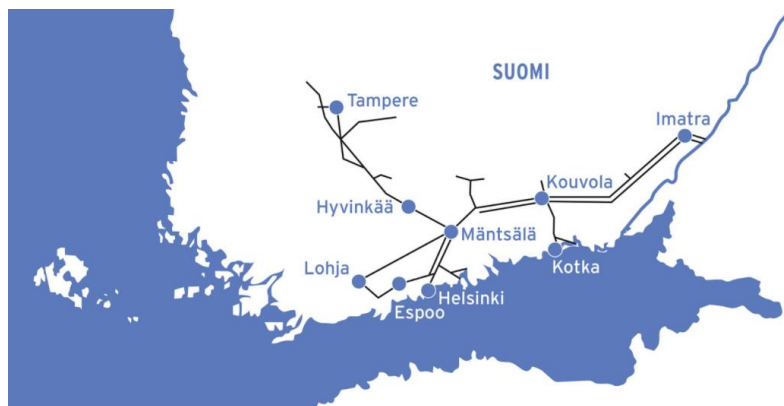
Tällä hetkellä Suomessa on yhteensä 36 kaasuautojen tankkausasemaa, joista 25 on suomalaisen energiayhtiö Gasum Oy:n tankkausasemia. Gasumilla on suunnitteilla 35 uutta asemaa, joista seitsemän on tekeillä. Uudet asemat tulevat sijaitsemaan kasvukeskuksissa sekä pääväylillä. [16]



Kuva 3. Maakaasuntankkausasemat Suomessa [16]

Suomen maakaasun siirtoverkoston omistaa Gasum, joka myös vastaa kaasun siirrosta asiakkaille. Suomeen tulevaa maakaasua syötetään siirtoverkoston Imatran vastaanot-
toaseman kautta. Verkostoon lisätään myös kotimaista biokaasua suomalaisilta biokaa-
sulaitoksilta. Biokaasun verkkoonsyöttö tapahtuu neljästä sijainnista: Mäkikylän biokaa-
sulaitos (Kouvola), Suomenojan biokaasulaitos (Espoo), Kujalan biokaasulaitos (Lahti)
ja Riihimäen biokaasulaitos (Riihimäki). [17]

Siirtoverkostoon liittyvä infrastruktuuri koostuu siirtoverkosta ja kompressori-, vent-
tiili-, linkki- sekä paineenvähennysasemista. Maakaasu siirretään polyeteenimuovilla pin-
noitettua teräsputkistoa pitkin. Siirtokapasiteettia lisätään kompressoriasemilta, nostaa-
malla kaasun painetta, jolloin kaasu liikkuu tehokkaammin. Suomessa on yhdeksän tur-
bokompressoria, ja ne sijaitsevat kolmella kompressoriasemalla Imatralla, Kouvola-
ssa ja Mäntsälässä. Mikäli kaasun siirto ja jakelu tarvitaan katkaista, se tapahtuu venttiiliase-
milta sulkemalla linjasulkuventtiilit. Venttiiliaseimia on 166 kappaletta ja ne sijaitsevat siir-
toverkostossa 8–32 kilometrin välein. Linkkiasemien (15 kappaletta) kautta välitetään ver-
koston valvonta- ja hälytystiedot. Paineenvähennysasemilla (135 kpl) siirtoverkoston
paine lasketaan asiakkaalle sopivaksi. Kaasun paineen laskemisen lisäksi se hajuste-
taan ennen asiakkaalle toimittamista. [17]



Kuva 4. Maakaasun siirtoverkosto Suomessa [17]

4.1 Nesteytetyn maakaasun (LNG) ominaisuudet

Maakaasu nesteytyy lämpötilassa -163 °C atm, ja nesteytysprosessin aikana epäpuhtaudet poistetaan. LNG on pääosin metaanista koostuva luonnonkaasu (84–98 %), mutta se sisältää myös raskaampia hiilivetyjä (C_2 , C_3 , C_4 , C_5 , C_6) ja typpeä (N_2). Polttoaineena sillä on samat ominaisuudet kuin maakaasulla, eli se on hajuton, väritön, ei aiheuta korroosiota eikä ole myrkyllinen. Vuodon sattuessa se höyrystyy ja haihtuu ilmaan. Se ei aiheuta oireita pieniä pitoisuuksia hengittäessä, mutta noin 10 prosentin pitoisuus ilmassa voi aiheuttaa oireita, kuten uneliaisuutta, huimausta ja päänsärkyä. Suurina pitoisuuksina se aiheuttaa hapen puutteen jolloin vaarana on tukehtuminen.

Maakaasu ei sekoitu veteen eikä imeydy maaperään. Se palaa vain kaasuna, nestemäisenä se ei syty palamaan. Ilma-maakaasuseos syttyy vain, jos ilmasta 5–15 prosenttia on maakaasua ja itsesyttymislämpötila on $600\text{--}650\text{ °C}$. Kaasumaiseen olomuotoon verrattuna, maakaasu menee nesteytettynä noin 1/600 tilavuuteen. Tästä syystä maakaasu säilötään nestemäisenä. Nesteytetty maakaasu on erittäin kylmää, joten paleltumavamma roiskeista ja vakavat kylmävammat välittömästi höyrystyneestä kaasusta ovat mahdollisia. [18]

4.2 Maakaasuasemien turvallisuus

Maakaasuasemilla on ympärivuorokautinen valvonta valvontakameraetäyhteydellä, ja asemia varten on säännöllisesti koulutettava varallaolohenkilöstö, jolla on tunnin vasteaika paikallaoloon. Tankkaajat koulutetaan, ja Gasum ylläpitää listaa koulutetuista henkilöistä. [18]

Hätätilanteita varten asemilla on kaasunhaistimia, liekinilmaisim, LNG-vuotojen tunnistin sekä savuntunnistin. Asema tekee hälytyksen, mikäli räjähdysraja (LEL) on 20 prosenttia. Jos se on 40 prosenttia, laitos menee jännitteettömäksi. [18]

4.3 Vety vaihtoehtoisena polttoaineen

Vety (H_2) valmistetaan elektrolyysillä hiilivedystä tai vedestä. Sitä on mahdollista käyttää polttomoottorissa ja sähköä tuottavassa polttokennossa. Autojen säiliöissä se on noin

700 baarin paineessa. Se voidaan myös varastoida nestemäisenä -235 °C:n lämpötilassa. Pakokaasuina se tuottaa pääasiassa vesihöyryä, joten lähipäästöjä ei synny paljoa. Sen valmistusprosessissa syntyvät päästöt voivat olla suuremmat. Ennen kuin sitä voidaan tankata autoon, se joudutaan paineistamaan ja varastoimaan tai siirtämään jakeluverkkoon. Kyseinen prosessi aiheuttaa sen, että liikennekäytössä vety kuluttaa enemmän energiaa kuin sähkö. [19]

Suomen kemian-, metsä- ja terästeollisuudesta syntyy niin paljon vetyä, että se riittäisi vuodessa noin 20 000 kilometrin matkaan 10 000 autolle. Lisäksi kaatopaikoikoilla syntyvä metaani sekä aurinko- ja tuulisähkö sopivat vedyn tuottamiseen. Tällä hetkellä Suomessa on vain yksi vetyauto ja yksi vetytankkausasema, joten autoihin ei juuri käytetä teollisuudesta syntyvää vetyä. [20]

5 Sähkölinja-autot Suomessa

5.1 Liikenteessä olevat sähkölinja-autot

Tällä hetkellä Suomessa on 22 sähkölinja-autoa, ja ne liikennöivät kolmella alueella, HSL:n alueella (Helsinki ja Espoo), Turussa sekä Tampereella.

Helsingissä sähkölinja-autot ovat Suomessa valmistettuja Linkker-linja-autoja ja ne liikkuvat linjoilla 23 (Rautatientori–Ruskeasuo) ja 55 (Rautatientori–Koskela). Linja-autot ladataan pikalatauspisteillä, jotka sijaitsevat päätepysäkeillä Rautatientorilla, Ruskeasuolla sekä Koskelassa. Näiden lisäksi linja-autovarikoilla on myös hitaasti lataavia latureita, joilla sähkölinja-autoja voidaan ladata silloin kun ne eivät ole ajossa. Espoon sähköistetty linja 11 (Tapionaukio–Friisilänaukio) lopetettiin länsimetron avauduttua. Tällöin Tapiolan pikalatauslaite siirrettiin Friisiläntielle palvelemaan linjaa 133 (Friisilä–Mäntylä–Henttaa), missä on ajossa kaksi muunnossähkölinja-autoa. HSL:n tavoitteena on, että vuonna 2025 sen alueella ajavasta kalustosta 30 % (noin 400 kappaletta) on täyssähkölinja-autoja. [21]



Kuva 5. Sähkölinja-auto latauksessa Ruskeasuolla

Turussa sähkölinja-autot ovat myös Linkkereitä ja ne liikennöivät linjalla 1 (Satama–Kauppatori–Lentoasema). Linja-autoja ladataan pikalatauspisteillä linjan päätepysäkeillä satamassa ja lentoasemalla. Turun tavoitteena on, että 100 täyssähkölinja-autoa on käytössä vuonna 2025. [21]

Tampereella linja 2 (Pyynikintori–Rauhaniemi) on sähköistetty. Siinä ajaa neljä sähkölinja-autoa, jotka on hankittu puolalaiselta linja-autovalmistajalta Solaris Bus & Coachilta. Pyynikintorin päätepysäkillä sijaitsee pikalatauspiste, jonka teho on 300 kW. Tämän lisäksi Nekalan bussivarikolla on neljä hitaampaa latauslaitetta. Tampere ei ole asettanut täyssähkölinja-autojen suhteen määrätavoitetta vuoteen 2025 mennessä, mutta mikäli kokemukset sähköistetyn linjan perusteella ovat positiiviset, järjestelmää tullaan laajentamaan huomattavasti. [21]

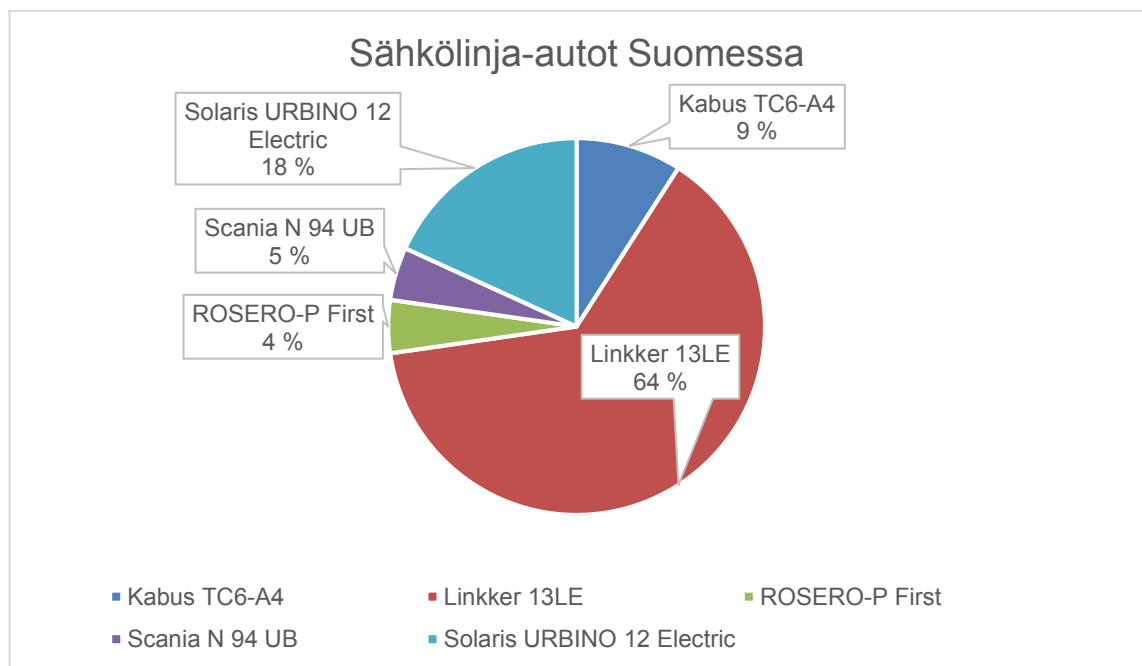
Vuoden 2017 lopussa liikennekäytössä olevia sähkölinja-autoja oli 22. Prosentuaalinen muutos vuoden 2016 liikennekäytössä olevaan määrään oli 69,2 % [1]. Sähkölinja-automalleja kaiken kaikkiaan oli viisi, viideltä valmistajalta. Linkker-linja-autojen osuus Suomen sähkölinja-autoista oli 64 %, ja ne liikennöivät pääkaupunkiseudulla sekä Turussa. Tampereen sähkölinja-autot ovat Solaris-linja-autovalmistajan. [22]

Taulukko 4. Liikenteessä olevat sähkölinja-autot Suomessa [22]

Ajoneuvokanta 31.12.2017

Manner-Suomen liikenteessä olevat sähkölinja-autot

Merkki	Malli	Yhteensä
Manner-Suomi	Yhteensä	22
Kabus	TC6-A4	2
Linkker	13LE	14
Rosero-P	First	1
Scania	N 94 UB	1
Solaris	URBINO 12 Electric	4



Kuva 6. Suomessa liikennöivien sähkölinja-autojen prosentuaalinen jakautuminen [22]

5.2 Linkker-sähkölinja-autot

Linkkerin valmistamat sähkölinja-autot ovat käytetyimmät Suomessa. Ne valmistetaan Sastamalassa ja niissä on Lappeenrantalaisen Visedon moottori [21]. Akusto on noin

1000 kg painava, joka sisältää 1200 Litiumtitanaattioksidin (LTO) -kennoa. Sen korkeajännitysvirta on 700 V ja akkukapasiteetti 55 kWh. Se sijaitsee auton takaluukussa kotoituna metalliseen laatikkoon.

Tämän lisäksi apulaitteita varten on 24 V akkujärjestelmä, joka sijaitsee joko ensimmäisen penkkirivin jalkatilassa (jos yksiovinen etuovi) tai takaoven portaiden vieressä (jos kaksiovinen etuovi) [23]. Kuten kuvassa 7 näkyy, Linkkereissä korkeajännitekaapelit kulkevat vasemmalla puolella (kuljettajan puoli) ilmanvaihtokanavassa ja laskeutuvat kuljettajan takaa B-pilaria pitkin. Korkeajännitekaapelit ovat UNECE R standardin mukaan väriltään oransseja ja hyvin eristettyjä [24].



Kuva 7. Linkkeri 13LE

Linkkereissä ei ole pakoputkea ja katolta löytyy pantografi (Helsingissä käytössä olevissa). Muita kohteita sähkölinja-auton tunnistamiseen ovat merkki- ja mallitarrat sekä sähköaiheiset kylkiteippaukset (kuva 8).



Kuva 8. Sähkölinja-auton sähköaiheinen kylkiteippaus

5.3 Latauslaitteet

Suomessa sähkölinja-autojen pikalatauslaitteet on sijoitettu yleisesti linjojen päätepysäkkien yhteyteen joko toiseen päähän tai molempiin päihin. Latauspisteen läheisyydessä on aina toimintoja ohjaava latausasema. Linkkerien latauslaitteet on toimittanut Heliiox/Schunk, ja Solariksen latauslaitteet ovat Solariksen hankkimat. Latauslaitteiden maksimiteho on 300 kW ja pikalatauksen kesto on 3–6 minuuttia. [21]

Pantografi on osa, joka maadoittaa latauksen latausmaston kautta. Pantografi voi olla bussista nouseva osa (kuten HSL:n alueella) tai latausmastosta laskeva osa (kuten Turussa). Kommunikaatioyhteys latausaseman ja linja-auton välillä muodostuu, kun kosketusyhteys on saatu. Latauksen valmistuttua linja-autosta lähtee kommunikaatioviesti latausasemalle, joka kytkee sähkönsyötön pois ja pantografi nousee tai laskee. Pantografi voidaan myös laskea ja nostaa katkaisijasta. Latauksen tilanteen näkee vain kojelaudalta eikä ulkopuolelta voida todeta, lataako linja-auto.

6 Yhteenveto

Tämän työn tavoitteena oli tehdä pelastusalalle suunnatun itseopiskelumateriaalin ”Sähkö ja kaasu kuljettaa - hybridi, sähkö- ja kaasuautojen turvallisuusperusteita pelastusalalle” päivitys, joka antaa hyvät perusteet hybridi-, sähkö- ja kaasuajoneuvoista ja niiden lataukseen/tankkaukseen liittyvästä teknologiasta.

Itseopiskelumateriaalissa ennestään olevat tiedot päivitettiin ajan tasalle sekä päivityksessä lisättiin uusina osina tietoa täyssähkölinja-autoista, LNG-kuorma-autoista ja niiden latauspisteistä ja tankkausasemista. Tämän lisäksi itseopiskelumateriaaliin kuvattiin ja editoitiin videot LNG-tankkauksesta, Linkker-bussin latauksesta sekä Tesla-täyssähköauton virrankatkaisukaapelin löytämisestä (pelastustilanteessa).

Työn tuloksena saatiin pelastusalalle suunnatun kattavan itseopiskelumateriaalin päivitetty versio.

Lähteet

- 1 Suomen Palopäällystyöliitto. 2018. Verkkoaineisto. <https://www.sppl.fi/tieto_a_meista>. Luettu 30.2.2018.
- 2 Metropolia Ammattikorkeakoulu. 2017. Verkkodokumentti. <<http://www.metropolia.fi/tieto-metropoliasta>>. Luettu 20.2.2018.
- 3 Pohjoismaiden energiapolitiikka 2030. Verkkoaineisto. EL-TRAN. <<https://tt.eduuni.fi/sites/EL-TRAN/Julkiset%20tiedot/Pami%20Aalto%20et%20al.%20Pohjoismainen%20energiapolitiikka%202030%20--%20hiilineutraalimpaan%20energiai%C3%A4rjestelm%C3%A4nC3%A4n.pdf>>. Luettu 3.4.2018.
- 4 Malmberg, Lari. 2018. Helsinki on vaikeiden valintojen edessä. Helsingin Sanomat, 20.3.2018, A18-19. Luettu 4.4.2018.
- 5 Autoalan tiedotuskeskus. 2018. Verkkoaineisto. <http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/tieliikenne/tieliikenteen_kehitys>. Luettu 11.4.2018.
- 6 Liikennekäytössä olevat ajoneuvot käyttövoimittain. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot>. 29.1.2018. Luettu 20.3.2018.
- 7 Nylund, Nils-Olof & Laurikko, Juhani. VTT:n tutkimusraportti. 2016. Tieliikenteen hiilidioksidipäästöjen vähentäminen vuoteen 2030. <http://www.transsmart.fi/files/430/Tieliikenteen_40_hiilidioksidipaastojen_vahentaminen_vuoden_2030_Vuoden_2016_paivitys_VTT-R-00741-17.pdf>. Luettu 26.3.2018.
- 8 Tutkimus: Hybridiautot kasvattavat suosiotaan Suomessa. 2017. Tuulilasi. <<http://www.tuulilasi.fi/uutiset/tutkimus-hybridiautot-kasvattavat-suosiotaan-suomessa>>. 23.11.2017. Luettu 10.4.2018.
- 9 Liikennekäytössä olevat sähkö- ja hybridihenkilöautot. 2018. Autoalan tiedotuskeskus. <http://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahko-ja_hybridiautojen_maaran_kehitys>. 29.1.2018. Luettu 7.2.2018.
- 10 Vesa, Juha. Sähköautojen lataus. 2017. Sesko. <http://www.tukes.fi/Tiedot/pelastustoimen_laitteet/2017_Vesa_S%C3%A4hk%C3%B6autojen_lataus.pdf>. 4.10.2017. Luettu 13.4.2018.
- 11 Sähköautojen lataussuositus. 2018. Sesko. <http://www.sesko.fi/files/889/Lataussuositus_2018_2018-03-08.pdf>. 8.3.2018. Luettu 14.4.2018.
- 12 Sähköautojen julkiset latauspisteet. 2018. Plugit Finland Oy. Verkkoaineisto. <<https://plugit.fi/fi-fi/kartta/354/>>. Luettu 18.4.2018.

- 13 Liimatainen, Heikki & Viri, Riku. 2017. Liikenteen päästötavoitteiden saavuttaminen 2030. Verkkoaineisto. Suomen ilmastopaneeli. Raportti 2/2017. <http://www.ilmastopaneeli.fi/uploads/selvitykset_lausunnot/Ilmastopaneeli_Liikenne_2017.pdf>. Luettu 3.4.2018.
- 14 Taustaraportti kansalliselle energia- ja ilmastostrategialle vuoteen 2030. 2017. Verkkoaineisto. Työ- ja elinkeinoministeriö. <http://tem.fi/documents/1410877/3570111/Energia-+ja+ilmastostrategian+TAUSTARAPORTTI_1.2.+2017.pdf/d745fe78-02ad-49ab-8fb7-7251107981f7> 1.2.2017. Luettu 3.4.2018.
- 15 Nikula, Paula. 2018. Näistä syistä auto kannattaa muuttaa kaasu- tai etanolikäyttöön. Kauppalehti. Verkkoaineisto. <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/tamanvuoksi-auto-kannattaa-muuttaa-kaasu--tai-etanolikayttoon/vxarN3Wf>>. 31.8.2017. Luettu 10.4.2018.
- 16 Sipponen, Ville. 2018. Uatp presentaatioon PowerPoint-esitys. Gasum.
- 17 Maakaasun siirtoverkosto Suomessa. 2017. Gasum. Verkkoaineisto. <<https://www.gasum.com/kaasusta/suomen-kaasuverkosto/kaasun-siirtoverkosto/>>. Luettu 12.4.2018.
- 18 Vuosaaren LNG tankkaus PowerPoint-esitys. Gasum.
- 19 Kaasuatot. 2016. Motiva Oy. Verkkoaineisto. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottorittekniikka/kaasuatot>. 18.11.2016. Luettu 16.4.2018.
- 20 Nikula, Paula. 2018. Suomi tupruttaa taivaalle arvokasta polttoainetta. Kauppalehti. Verkkoaineisto. <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/10-000-vetyauton-polttoaineet-harakoille-suomessa/6Hj83rkj>>. 1.4.2018. Luettu 10.4.2018.
- 21 Lehtinen, Annakaisa & Kanerva Olli. 2017. Selvitys sähköbussien edistämiseksi suomalaisilla kaupunkiseuduilla. Liikennevirasto. Verkkodokumentti. <http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134042/lts_2017-21_978-952-317-388-0.pdf?sequence=2>. Luettu 25.3.2018.
- 22 Liikennekäytössä olevien ajoneuvojen merkit ja mallit. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/lk-ajoneuvojen_merkki-_ja_mallitilastot>. 25.1.2018. Luettu 20.3.2018.
- 23 Linkker 13 Driver's manual. 2016. Linkker Oy. Luettu 27.3.2018.
- 24 Suominen, Ali & Berg Vesa. Linkker Bus yleistä 1. 2017. Helsingin Pelastuslaitos. Video. 9.3.2017.

Liite 1: Sähkö ja kaasu kuljettaa - Hybridi-, sähkö- ja kaasuautojen turvallisuusperusteita pelastushenkilöstölle

Sähkö ja kaasu kuljettaa

Hybridi-, sähkö- ja kaasuautojen turvallisuusperusteita pelastushenkilöstölle



Hybridi

Kaasu

Sähkö



Materiaali on tuotettu Metropolia Ammattikorkeakoulussa.

ISBN 978-952-6690-27-8 (painettu), 978-952-6690-43-8 (pdf)



Vastuuvapautuslauseke

- Tässä materiaalissa käytävät asiat ja toimintatavat ovat suuntaa antavia ja yleisesti hyväksi todettuja. Jokainen onnettomuus on aina ainutkertainen, joten aineiston laatijat ja tukijat eivät ole vastuussa esitettävien toimintatapojen toimivuudesta käytännön tilanteissa.



Sisällysluettelo

1. [Johdanto](#)
2. [Termistö](#)
3. [Hybridiautot](#)
4. [Sähköautot](#)
5. [Hybridi- ja sähköauto onnettomuustilanteissa](#)
6. [Korkeajännitejärjestelmän ja SRS-lisäturvajärjestelmä](#)
7. [Yhteenveto hybridi- ja sähköautoista](#)
8. [Sähköautojen julkiset latauspisteet](#)
9. [Sähkölinja-autot](#)
10. [Sähkölinja-autojen latausasemat](#)
11. [Akut](#)
12. [Maakaasuautot](#)
13. [Raskaan ajoneuvokaluston kaasuautot](#)
14. [Maakaasuajoneuvojen yhteenveto](#)
15. [Maakaasun tankkausasemat](#)
16. [Lähteet](#)



1. Johdanto

- Aineisto perustuu UATP 2014 -materiaaliin, tekijänä Ilari Leskinen, Konsta Koponen, Toni Korpi, Mikko Puolanen ja Vesa Linja-aho, sekä vuoden 2017/2018 materiaaliin, tekijänä Juha Forsström ja Anni Sorila.
- Valtaosa henkilö- ja pakettiautoista edelleen bensiini- ja dieselmoottorillisia.
- Bensiini- ja dieselmoottorin rinnalle on tullut käyttövoimaksi korkeajännitteinen sähköjärjestelmä tai maakaasujärjestelmä.
- Perinteinen polttomoottori voidaan myös korvata korkeajännitteisellä sähkömoottorilla, jolloin ajoneuvo kulkee pelkällä sähköllä.



2. Termistö

- **Hybridiauto** = Yleisesti puhuttaessa tarkoitetaan mitä tahansa hybridisointiastetta, kevyt-, täys- ja pistokehybridiautoa.
- **Sähköauto** = Tarkoitetaan täyssähköautoa, jonka voimanlähteenä toimii ainoastaan sähkömoottori.
- **Kaasuauto** = Tarkoitetaan bio- ja maakaasuautoja.
- **CNG** = Compressed Natural Gas = Paineistettu maakaasu
- **LNG** = Liquefied natural Gas = Nesteytetty maakaasu
- **LPG** = Liquefied Petroleum Gas = Nestekaasu, ei käytössä Suomessa, koska verotus kyseisille ajoneuvoille on 20-kertainen ja niille ei ole tankkausasemia
- **PRD** = Pressure Relief Device = Paineenvapauslaite

- **SRS** = Supplemental Restrain System = Turvajärjestelmä, joka kattaa turvatyynyt, turvaverhot ja vyönkiristimet
- **CRS** = Crash Recovery System = Moditechin sähköinen pelastuskorttiohjelmisto
- **HV** = High Voltage = Korkeajännite = Yli 30 V_{AC} tai yli 60 V_{DC} (autoala)
- **LV** = Low Voltage = Matalajännite = Alle 30 V_{AC} tai alle 60 V_{DC} (autoala)
- **VDC** tai V_{DC} = Volts, Direct Current = Tasajännite
- **VAC** tai V_{AC} = Volts, Alternating Current = Vaihtojännite
- **Pelastuskortti** = Sisältää ajoneuvon rakenne- ja turvalaitetietoa pelastustoimintaa varten.

3. Hybridiautot

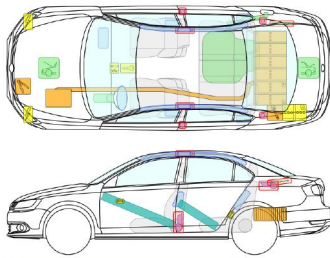
- [3.1 Käyttövoima](#)
- [3.2 Tunnistaminen](#)
- [3.3 Turvallisuus](#)
- [3.4 Kaapelointi](#)
- [3.5 Akkujen sijainti](#)
- [3.6 Suomen hybridiautot](#)
- [3.7 Yhteenvedo](#)

3.1 Käyttövoima

- Hybridiautoissa polttomoottorin rinnalla tai yhteydessä toimii sähkömoottori. Hybridiauton käyttövoima tuotetaan polttomoottorilla, sähkömoottorilla tai molempien yhdistelmällä.
- **Kevythybridissä** sähkömoottori toimii polttomoottorin rinnalla kiihdytyksissä tai liikkeellelähdöissä. Kevythybridiajoneuvo ei kykene liikkumaan pelkän sähkömoottorin voimin.
- **Täyshybridissä** ajoneuvoa voidaan ajaa joko pelkällä polttomoottorilla, pelkällä sähkömoottorilla tai molemmilla samanaikaisesti.
- **Plug-in-hybridi eli pistokehybridi** on täyshybridiajoneuvo, jonka akusto pystytään lataamaan pistokkeella suoraan sähköverkosta. Näissä ladattavissa hybridiajoneuvoissa on yleisesti suurempi akkukapasiteetti kuin ei-ladattavissa hybridiajoneuvoissa.

Täyshybridi

Volkswagen - Jetta Hybrid - 1.4 TSI - 4 ovin sedan - 2012-2016
ID: 8161



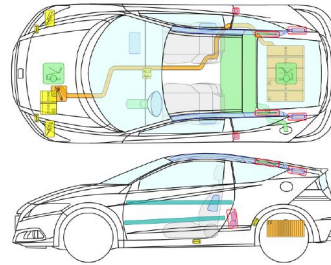


23.4.2018 v2 VW_12_11_0000 (1) 7.08.2018-2017.01



Kevythybridi

Honda - CR-Z - 1.5 Hybrid - 3 ovin hatchback - 2013-2014
ID: 81676



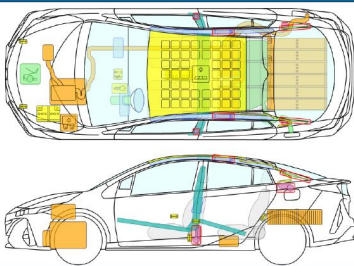


23.4.2018 v2 HD_14_04_0003 (1) 31.08.2014-2013.01



Pistokehybridi

Toyota - Prius Plug-in Hybrid - 1.8 Hybrid - 5 ovin hatchback - 2017-2017
ID: 89679





23.4.2018 v2 TO_17_04_0003 (1) 3.10.2017-2017.01



Huom! Autossa on aurinkokenno katolla, mikä on huomioitava leikkauskohdissa. Jännitteettömäksi tehdessä katto on peitettävä valoa läpäisemättömällä kankaalla.

3.2 Hybridiautojen tunnistaminen

- Hybridiauto on yleensä jo olemassa olevan polttomoottorisen auton koriin rakennettu ratkaisu.

Bensiini?

Diesel?



[1]

Hybridi?



- Oleta aina, että ajoneuvo on hybridi-, sähkö- tai maakaasuauto, kunnes toisin todetaan.
- Hybridauto saattaa olla käynnissä, vaikka siitä ei kuulu käyntiääntä; tällöin se käy sähköllä.
- Hybridauton voi ulkoisesti tunnistaa esimerkiksi ajoneuvossa olevasta sinertävästä merkistä.



- Tunnistamisen helpottamiseksi on esimerkiksi MB ottanut käyttöön QR-koodin, jossa on internetlinkki suoraan ajoneuvon pelastuskorttiin (MB:llä B-pilarissa, polttoaineluukussa).



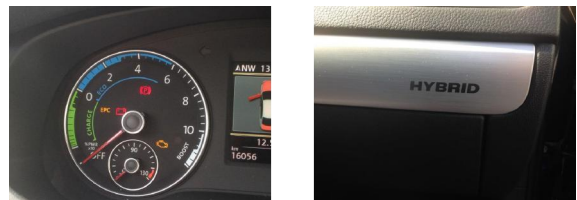
- Jos latausliitin tai latauspistokkeen paikka näkyy, on se merkki siitä, että autossa on iso akusto eli kyseessä hybridi- tai sähköauto.



- Useissa hybridautoissa on myös tunnistettavissa oleva mallitarra.

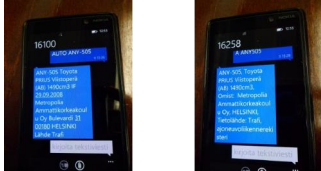


- Hybridauton sisätilojen tunnusesimerkkejä



- Jos ulkoisista merkeistä ei voida tunnistaa, onko kyseessä hybridauto, voidaan rekisterinumeron perusteella hakea auton merkki ja malli Trafín tietokannasta. Tarkemmat tiedot voidaan katsoa merkin ja mallin avulla CRS-ohjelmasta.

http://www.trafi.fi/palvelut/rekisteritietopalvelut/ajoneuvotiedot/ajoneuvotiedot_tekstiviestilla



- Käyttövoima ja pelastusohjeet löytyvät CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista.

<http://www.autoliitto.fi/tietopankki/pelastuskortti/>



3.3 Hybridautojen turvallisuus

- SRS-lisäturvajärjestelmä.
- Akkupaketti on hyvin koteloitu ja sijoitettu yleensä suojaan suoralta iskulta.
- Akkupaketti erotettu auton rungosta eristysvastuksien avulla.
- Korkeajännitteiset osat merkitty hyvin varoitustarroin, ja korkeajännitekaapelit ovat väriltään oranssit.
- Varoitustarrat:



3.4 Kaapelointi

- Tehdasvalmisteisten hybridautojen korkeajännitekaapelit ovat EU-alueella rekisteröidyissä ajoneuvoissa UNECE R 100-säädöksen mukaan oranssinväriset.



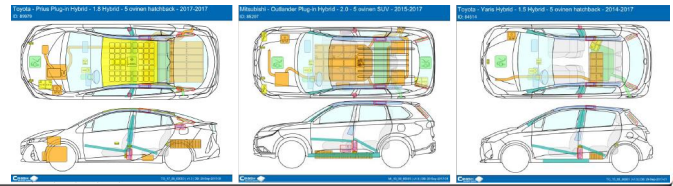
Korkeajännitekaapelit ja akkupaketti

Invertteri ja korkeajännitekaapelit

3.5 Akut ja niiden sijainti

- Korkeajännitekaapelit kulkevat auton kynnyskotelossa tai pohjassa.
- Joten leikkuukohtat ovat yleensä samat kuin polttomootoriautoissa, eli leikkuukohtat ovat pilarit ja katto.
- Kuitenkin, tarkasta aina ajoneuvokohtaiset leikkuukohtat CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista.

- Hybridihenkilöautoissa on vähintään yksi normaali 12 V:n akku sekä korkeajänniteakku/-akusto. Raskaan kaluston korkeajänniteakustossa jännite voi olla jopa 600 V.
- Akkujen sijainti on merkki- ja mallikohtaista, minkä takia on syytä tarkastaa CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista kyseisen auton tiedot ja ohjeet.
- 12 V:n akku saattaa myös sijaita suurjänniteakkupaketin yhteydessä, esim. Kia Niro Hybrid ja Hyundai IONIQ Hybrid.
- Akun mahdollisia sijainteja:



3.6 Hybridiautot Suomessa 12/17



Ajoneuvokannan tilastot
Liikennekäytössä olevat ladattavat hybridienkäyttömerkkien ja
31.12.2017

Merkki	Malli	LKM
	Yhteensä	5729
AUDI	Q7 E-TRON	236
AUDI	A3 E-TRON	135
BMW	330E	256
BMW	X5	209
BMW	530E	180
BMW	225XE	185
BMW	3	80
BMW	740ELE	50
BMW	3	31
CHEVROLET	VOLT	25
FISKER	KARMA	3
FORD	FUSION	1
HYUNDAI	IONIQ PLUG-IN HYBRID	7
KIA	OPTIMA PLUG-IN HYBRID	80
KIA	NIRO PLUG-IN HYBRID	34
MERCEDES-BENZ	GLC 350 E	529
MERCEDES-BENZ	C 300 E	125
MERCEDES-BENZ	GLE 500 E	107
MERCEDES-BENZ	S650 PLUG-IN HYBRID	48
MERCEDES-BENZ	E 300 E	47
MINI	COOPER SE	2
MINI	COOPER SE	35
MINI	OUTLANDER PHEV	600
MINI	AMPERA	407
NISSAN	QASHQAI	407
PORSCHE	CAYENNE S E-HYBRID	210
PORSCHE	PANAMERA S E-HYBRID	80
PORSCHE	PANAMERA 4 E-HYBRID	58
PORSCHE	918 SPYDER	1
TOYOTA	PRIVUS PLUG-IN HYBRID	259
VOLKSWAGEN	PASSAT GTE	430
VOLKSWAGEN	GOLF GTI	204
VOLVO	XC90 PLUG-IN HYBRID	456
VOLVO	V60 PLUG-IN HYBRID	268
VOLVO	XC60 PLUG-IN HYBRID	211
VOLVO	V60 PLUG-IN HYBRID	105
VOLVO	S90 PLUG-IN HYBRID	18

3.7 Yhteenveto

- Hybridiautoissa kolme eri hybridisointiatetta:
 - Kevythybridi, ei pysty liikkumaan pelkän sähkömoottorin avulla.
 - Täysyhybridi, pystyy liikkumaan poltto- ja sähkömoottorilla.
 - Pistokehybridi, pystytään lataamaan pistokkeella verkkovirrasta. Liikkuu poltto- ja sähkömoottorilla. Iso akusto.
- Hybridi- ja täyssähköauton erot:
 - Hybridiautoissa polttomoottori eli akkujen lisäksi polttoainetankki.

4. Sähköautot

4.1 Käyttövoima

4.2 Turvallisuus

4.3 Tunnistaminen

4.4 Kaapelointi

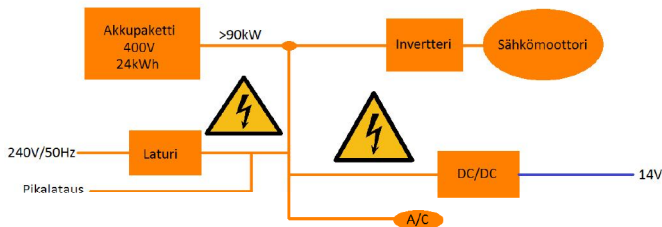
4.5 Akkujen sijainti

4.6 Suomen sähköautot

4.1 Käyttövoima

- Polttomoottorin tilalla vaihtosähkömoottori.
- Sähköenergia on varastoitu korkeajännitteiseen akkupakettiin.
- **Invertteri** muuttaa korkeajännitteä tulevan tasavirran korkeajännitteiseksi vaihtovirraksi, jota sähkömoottori käyttää voimanlähteenään.
- Huomioitava myös **12 V:n järjestelmä**, joka ohjaa esim. mukavuuslaitteita ja turvalaitteita, kuten polttomoottorikäyttöisissä ajoneuvoissa.
- **DC/DC**-muunnin muuntaa akkupaketilta tulevan korkeajännitteisen tasavirran matalajännitteiseksi tasavirraksi.
- **AC/DC**-muunnin muuntaa vaihtosähkömoottorilta tulevan korkeajännitteisen vaihtovirran tasavirraksi. Tätä käytetään esimerkiksi, kun sähköautolla jarruttaessa ladataan ajoneuvon akkuja. Tämän vuoksi sähköautoa ei saa hinata tai työntää pitkiä matkoja, sillä se tuottaa sähköä renkaiden pyöriessä.

Nissan Leafin korkeajännitteinen voimalinja



4.2 Sähköauton turvallisuus

- SRS-lisäturvajärjestelmä
- Korkeajännitteiset osat eristetty auton rungosta.
- Eristysvastusta mittaava yksikkö valvoo tätä vastusarvoa, ja jos jostain syystä vastusarvo laskee eli ihminen esimerkiksi koskee paljaaseen korkeajännitejohtimeen ja auton runkoon samanaikaisesti, ohjainyksikkö kytkee akkupaketin irti järjestelmästä.
- Akkupaketti on hyvin koteloitu ja suojattu.
- Korkeajännitteisten osien varoitustarrat:



4.3 Tunnistaminen

- Oleta aina, että ajoneuvo on hybridi-, sähkö- tai maakaasuauto, kunnes toisin todetaan.



[5]

[6]

- Sähköauto poikkeaa normaalista polttomoottoriautosta siten, että sen moottorissa ei ole ollenkaan käyntiääntä, joten oletetaan aina, että sähköauto on käynnissä ja liikuntakykyinen.



- Sähköauto on mahdollista tunnistaa ulkoisesti seuraavista yksityiskohdista:
 - auton merkki (saattaa olla sininen, esim. Nissan Leaf)
 - auton mallitarra.



- Sähköautoista saattaa puuttua ns. normaali tankkausluukku.



- Sähköautoissa ei ole pakoputkia.



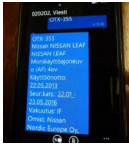
- Useat sähköautot voidaan myös tunnistaa sähköautoiksi vihreästä valmiusvalosta, joka on symboli tai Ready-teksti ja kuva, että auto on käynnissä ja liikuntakykyinen.

Valmiusvalo



- Jos ulkoisista merkeistä ei voida tunnistaa, onko kyseessä sähköauto, niin rekisterinumeron perusteella voidaan hakea auton merkki ja malli Trafain tietokannasta. Tarkemmat tiedot voidaan katsoa merkin ja mallin avulla CRS-ohjelmasta.

http://www.trafi.fi/palvelut/rekisteritietopalvelut/ajoneuvotiedot/ajoneuvotiedot_tekstiviestilla



- Käyttövoima ja pelastusohjeet löytyvät CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista.

<http://www.autoliitto.fi/tietopankki/pelastuskortti/>



4.4 Kaapelointi

- Kuten hybridautojen, niin myös tehdasvalmisteisten sähköautojen korkeajännitekaapelit ovat EU-alueella rekisteröidyissä UNECE R 100 -säädöksen mukaan oranssin väriset.

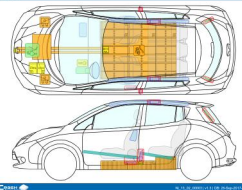
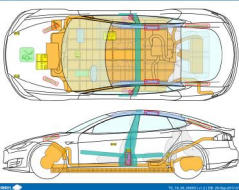


4.5 Akkujen sijainti

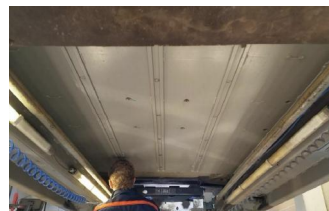
- Sähköautoissa on vähintään yksi normaali 12 V:n akku ja n. 70 - 400 V:n korkeajänniteakkupaketti.
- Akkupakettien suuren koon takia akkupaketit sijaitsevat tyypillisesti auton pohjassa tai tavaratilassa.
- Tarkasta sijainti CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista.

Ford - Model 3 Dual Motor - Perusmalli - 5 ovenn hatchback - 2016-2017
Et sivu

Nissan - Leaf - Perusmalli - 5 ovenn hatchback - 2013-2017
Et sivu



- Akkupaketit ovat yleisesti merkitty varoitustarroilla, poikkeuksena esim. Teslat (vasemmalla).



4.6 Sähköautot Suomessa -12/17



Ajoneuvokannan tilastot
Liikenneläytössä olevat sähköhenkilöautot
31.12.2017

Merkki	Malli	Määrä
Maan-Suomi	Yhteensä	1449
BMW		61
CITROEN	C-ZERO	14
CITROEN	BERLINGO ELECTRIQUE	4
CITROEN	SAXO ELECTRIQUE	2
CITROEN	MAÄRITTELEMÄTÖN	1
CITROEN	2 CV	1
CITROEN	AX	1
FIAT	DOBLO	2
FIAT	500	2
FORD	FOCUS	5
HYUNDAI	IONO	67
KIA	SOUL	10
MERCEDES-BENZ	ELECTRIC DRIVE	24
MERCEDES-BENZ	B 250E	8
MERCEDES-BENZ	B 250E ELECTRIC DRIVE	1
MICRO-WETT	MAÄRITTELEMÄTÖN	1
MICRO-WETT		1
NISSAN	LEAF	389
NISSAN	ENVI200	18
OMIVALMISTE	ION	1
PEUGEOT	ELECTRIC RACEABOUT	13
PEUGEOT	108 ELECTRIC	3
PORSCHE	986 BOXSTER	1
RENAULT	ZOE	63
RENAULT	TWINGO	1
RENAULT	CLIO	1
SMART	SMART	1
SMART	FORTWO ED	3
SMART	FORTWO ED	1
TESLA MOTORS	MODEL S	523
TESLA MOTORS	MODEL X	129
TESLA MOTORS	ROADSTER	2
TESLA MOTORS	MAÄRITTELEMÄTÖN	1
THINK	CITY	16
TOYOTA	COOLIA	1
TOYOTA	YARIS	1
TOYOTA	CELICA	1
VOLKSWAGEN	GOLF	54
VOLKSWAGEN	UPI	19

Tilastokeskus Trafi 23.1.2018

Ajoneuvokannan tilastot
Liikenneläytössä olevat sähköpakettiautot
31.12.2017

Merkki	Malli	Määrä
Maan-Suomi	Yhteensä	210
CITROEN	BERLINGO	3
CITROEN	C-ZERO	1
DONGFENG	MINI TRUCK	1
MA	ELECTRIC	1
NISSAN	ENVI200	143
NISSAN	LEAF	20
PEUGEOT	PARTNER	2
RENAULT	EXPRESS	1
RENAULT	CITYVAN	1
SUBARU-ELCAT	E10	8
SUBARU-ELCAT	E12	24
TESLA MOTORS	S86	1
VOLKSWAGEN	UPI	3



23.4.2018 v2

Metropolia Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja konekonekikka

37

5. Hybridi- ja sähköauto onnettomuustilanteissa

- Hybridi- ja sähköautot on varustettu SRS-lisäturvajärjestelmällä. Tämä järjestelmä kattaa auton passiiviset turvalaitteet, kuten turvatyynyt, turvaverhot ja esikivistetyt turvavyöt.
- Kun auton SRS-ohjainlaite saa törmäyssignaalin, korkeajänniteakkujen kontaktorit aukeavat ja korkeajänniteakut kytkettyvät irti järjestelmästä.
- Jos akkujen valvontajärjestelmä huomaa vian korkeajännitejärjestelmässä, esimerkiksi korkeajännitekaapeli leikataan poikki, se avaa kontaktorit.



23.4.2018 v2

Metropolia Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja konekonekikka

38

- Jos hybridi- tai sähköauton akkupaketti palaa, voi se aiheuttaa elektrolyytin roiskumista ja hengitykselle myrkyllisiä palokaasuja.
- Akkupaloa voidaan sammuttaa runsaalla vedellä. Tosin akkupaketin vapautuva energia on usein niin suuri, että akkupaketti yleensä polttaa itsensä loppuun.
 - Sähköverkossa latauksessa oleva ajoneuvo tulee irrottaa verkosta ennen veden käyttöä sammutuksessa.
 - Uudelleensyöttymisvaara huomiotava!
 - Kolaroitu sähkö- tai hybridauto on hinattava paikkaan, jossa on 10 - 15 metrin turvaetäisyys rakennuksista ja muista ajoneuvoista, sekä autoa on valvottava vuorokausi syttymisvaaran vuoksi.

Huomioitavia Teslan ominaisuuksia

- Sähköiset autonovet eivät avaudu ulkoa ilman 12 voltin jännitettä.
- Haukansiipiovet Model X:ssä
- Kaikkia korkeajännitekomponentteja ei ole merkitty varoitustarroilla!
- Häätäjarru kytkettävissä hallintapaneelista tai painamalla P-vaihdetta pohjaan pitkään.
- **Auton tekeminen virrattomaksi (etutavaratilan avaus ja hätäkatkaisusilmukan sijainti):**
 - <https://youtu.be/foeb4KOOzx0>
- **Ovien avaus, kun auto on virraton:**
 - <https://youtu.be/pYfyLR-4r7A>
- **Ovien avaus, kun 12 V on kytketty:**
 - https://youtu.be/WMaQM25_Obw



23.4.2018 v2

Metropolia Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja konekonekikka

39



23.4.2018 v2

Metropolia Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja konekonekikka

40

6. Hybridi- ja sähköauton korkeajännitejärjestelmän ja SRS-lisäturvajärjestelmän pois kytkeminen onnettomuustilanteessa

- Oleta, että auto on käynnissä.
- Lähesty autoa sivulta.
- Ennen sisälle menoa tarkasta silmämääräisesti, ovatko esimerkiksi turvavyönyt lauenneet tai näkykö voittuneita korkeajännitekomponentteja.
- Varmista auton liikkumattomuus
 - kiilaamalla renkaat
 - kytkemällä käsijarru
 - laittamalla automaattivaihte P-asentoon.
- Teslassa vaihtevalitsin löytyy ohjauspyörältä (kuva).



- Ennen virrattomaksi tekoa tulee tehdä kaikki pelastustöitä helpottavat ja sähköä vaativat toimenpiteet. Hybridi- ja sähköautoissa saattaa olla useitakin sähköllä toimivia/säätäviä osia, kuten
 - ikkunat
 - takaluukku
 - istuimet
 - ohjauspyörän asento
 - seisontajarru
 - automaattivaihteisto.
- Nämä järjestelmät toimivat 12 V:n jännitteellä, mutta kytkeytyvät pois virrattomaksi tehtäessä.
- **HUOM. Älä kytke sytytysvirtoja uudelleen.**

- Jos autossa on virrat päällä, käännä virta-avain 0-asentoon tai paina Start/Stop-kytkimestä auto pois päältä. **Älä paina jarrupoljinta, Start/Stop-kytkimellä varustetuissa autoissa, auto voi käynnistyä.** Esimerkkiautona Nissan Leaf.
- Teslan malleista ei löydy Start/Stop-toimintoa. Sammutetaan vain tekemällä auto virrattomaksi.



Start/Stop
Virta päällä



Start/Stop
Virta pois

- Jos autossa on älyavaimet, vie ne pois auton luota vähintään 5 metrin päähän.



- Tarkasta CRS-ohjelmasta tai pelastuskortista 12 V:n akun sijainti ja irrota ensin miinuskaapeli (-) ja sen jälkeen pluskaapeli (+).
- VAROITUS! SRS-lisäturvajärjestelmä ja korkeajännitejärjestelmä saattavat olla aktiivisia vielä n. 10 min ajan, joten tänä aikana älä avaa, leikkaa, väänää, lävistä tai purista mitään, missä on joko korkeajännitteisiä komponentteja tai SRS-lisäturvallaitteita.

7. Yhteenveto hybridi- ja sähköautoista

1. Tunnista auto.
2. Hae auton tiedot ja ohjeet CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista.
3. Oleta, että ajoneuvo on käynnissä ja turvalaitteet laukeamatta. Vältä työskentelyä auton edessä tai takana, ennen kuin auto on tehty liikuntakyvyttömäksi!
4. Tarkista auto silmämääräisesti vuotojen, SRS-lisäturvalaitteiden laukeamisen tai rikkoutuneiden korkeajännitteisten osien osalta.
5. Kytke auto pois päältä Start/Stop-kytkimestä tai ota avaimet pois virtalukosta. Jos autossa on älyavain, vie se yli 5 metrin päähän autosta.
6. Ota 12 V:n akun miinus- ja pluskaapeli irti, miinuskaapeli ensin.

8. Sähköautojen julkiset latauspisteet

8.1 Latausverkosto

8.2 Turvallisuus

8.3 Latauspisteiden vaatimukset

8.4 Vaaratilanteessa

8.1 Latausverkosto

- Julkisia sähköauton latauspisteitä Suomessa noin 300
- Helenin latauspisteitä yli 40
 - Keskinopeita latauspisteitä 38
 - Pikalatauspisteitä 3
- Lataustapoja on neljä
 1. Pienten ja kevyiden ajoneuvojen lataus
 2. Hidaslataus (Vain tilapäinen ratkaisu)
 3. Peruslataus (Varsinainen lataustapa)
 4. Teholataus



8.2 Turvallisuus

- Jokainen latauspiste on suojattu vikavirtasuojalla.
 - Vikavirtasuojakytkin tarkkailee latauspisteen sähkövirtaa ja laukeaa enintään 30 mA:n vikavirrasta.
- Latauspisteen on tunnistettava vähintään sykkivä tasavirta ja vaihtovirta.
- Latauspisteet asennetaan vähintään 10 m:n päähän räjähdysvaaralliseksi luokitellusta tilasta.
- Tasavirtalatausasemat (DC) ovat ulkotiloissa, mutta vaihtovirtalatauspisteitä (AC) asennetaan myös luoliin ja halleihin.



8.3 Latauspisteiden vaatimukset

- Latauspiste on sijoitettava mahdollisimman lähelle latauspysäköintipaikkaa.
 - On varmistettava liitännäjohtojen riittävyys sekä ettei kiellettyjä jatkojohtoja käytetä.
- Julkisille paikoille asennettavat latauspisteet on suojattava mekaaniselta vahingoittumiselta.
 - Sijoittamalla ne paikkaan, missä vahinkoja ei synny helposti (esim. hallin betonipilariin lattiatason yläpuolelle).
 - Käyttämällä mekaanista suojausta (esim. asentamalla suojatolpat latauspisteen molemmille puolille).

- Latauspisteestä on mitattava eritysvastus (oltava yli 1 MΩ).
 - Mittaus on suoritettava 500 V:n tasajännitteellä.
 - Mittauksessa on otettava huomioon latausasemaan tulevat ja siitä lähtevät vaihe- ja nollajohtimet.
- Latausaseman vuotovirta saa olla enintään 3,5 mA.
- 3,5 milliampeerin virta ei vielä aiheuta hengenvaaraa ihmiselle.



8.4 Vaaratilanteessa

- Jos latauspistoke on kytketty autoon, sitä ei saa irrotettua, jos auton ovet ovat lukossa.
- Auton akun vikatilanteessa lataus keskeytetään.
 - Auto lähettää latausasemalla kommunikaatioviestin, jossa käskee latausasemaa keskeyttämään sähkönsyötön.
- Lataustolpasta löytyy hätäkatkaisinappi, joka pysäyttää sähkönsyötön.
- Vikatilanteita varten latauspisteeltä löytyy palveluntarjoajan päivystyksen puhelinnumero.



9. Sähkölinja-autot

[9.1 Käyttövoima](#)

[9.2 Turvallisuus](#)

[9.3 Tunnistaminen](#)

[9.4 Kaapelointi](#)

[9.5 Akkujen sijainti](#)

[9.6 Suomen sähkölinja-autot ja -kuorma-autot](#)

[9.7 Sähkölinja-autot onnettomuustilanteessa](#)

9.1 Käyttövoima

- Dieselmootorin tilalla on **vakiosynkronoitu sähkömoottori**.
- Sähköenergia on varastoitu **korkeajänniteakustoon**, jonka kemia on nähtävissä CRS-ohjelmasta.
 - Linkker: 55 kWh, 700 V, litium-titanaatti-oksidiakusto (LTO), joka toimii parhaiten alhaisissa lämpötiloissa (-30...+40 °C).
- **Inverteri** muuttaa korkeajänniteakustolta tulevan tasavirran korkeajännitteiseksi vaihtovirraksi, jota sähkömoottori käyttää voimanlähteenään.
- Huomioitava myös, **24 V:n järjestelmä**. Sähkölinja-autoissa on yleensä kaksi 12 voltin akkua kytketty sarjaan, jolloin muodostuu 24 voltin akkujärjestelmä.
- Linkkerin ja myös monen muun valmistajan autosta löytyy lisäksi lisälämmitin, jonka energianlähteenä toimii diesel. Polttoainetankki on sijoitettu Linkkerissä oikealle kyljelle takaoven vasemmalle puolelle.



9.2 Turvallisuus

- Korkeajännitteiset osat ovat eristetty linja-auton rungosta.
- Akkupaketti on hyvin koteloitu ja suojattu.
- Törmäystunnistin eli kiihtyvyyssanturi, joka tunnistaa tarpeeksi voimakkaan hidastuvuuden.
- Jos törmäystunnistin tunnistaa törmäyksen, se irrottaa korkeajännitekaapeleiden kontaktorit, jolloin korkeajännitejärjestelmä on deaktivoitu.
- Linja-autosta löytyy korkeajännitteen painettavia hätäkatkaisunappeja. Nappien sijainnit ovat nähtävissä CRS-ohjelmasta.
- Linkkeristä nämä löytyvät kuljettajan vierestä vasemmalta ja takaluukun luukusta kumisuojan alta. Linkkerissä on myös huoltoluukussa huoltoerotin, joka irrottaa kontaktorit.



- Ajoneuvokohtaiset toimintaohjeet tulee tarkistaa CRS-ohjelmasta tai pelastuskortista.



9.3 Tunnistaminen

- Oleta aina, että ajoneuvo on hybridi-, sähkö- tai kaasuauto, kunnes toisin todetaan.
- Sähkölinja-auto poikkeaa polttomoottoriautosta siten, että sen moottorissa ei ole käyntiääntä, joten oleta aina sähkölinja-auton olevan käynnissä ja liikuntakykyinen.
- Pääkaupunkiseudulla sähkölinja-autot ovat Linkkereitä, jotka ovat varustettu isoilla pistokkeen kuvilla auton kyljissä. (Linkkeriä ei löydy CRS-ohjelmasta ainakaan vielä.)



- Sähköauto on mahdollista tunnistaa ulkoisesti seuraavista yksityiskohdista:
 - Sähköaiheiset kylkiteippaukset
 - Sähkölinja-autoissa ei ole pakoputkia
 - Auton merkki ja mallitarra
 - Auton katolla saattaa olla latausta varten iso pantografi-laitteisto.



Pantografi katolla



Teippaukset ja mallitarra

9.4 Kaapelointi

- Korkeajännitekomponentit löytyvät sähkölinja-auton takaluukusta.
- Korkeajännitekaapelit ovat UNECE R 100 -standardin mukaan oransseja ja ovat hyvin eristettyjä.
- Eristevastusmittaus
- Korkeajännitekaapelit kulkevat linja-autossa suojatussa tilassa, tarkempi sijainti katsottava CRS-ohjelmasta.
- Linkkerissä korkeajännitekaapelit kulkevat vasemmalla puolella ilmanvaihtokanavassa ja laskeutuvat alas kuljettajan takaa B-pilaria pitkin.



Linkker 13LE



9.5 Akkujen sijainti

- Sähkölinja-autoissa 24 V:n järjestelmä vaihtelee auton merkistä riippuen, joten tarkka sijainti katsottava CRS-ohjelmasta.
- Linkkerissä 24 V:n järjestelmä sijaitsee
 - ensimmäisen penkkirivin jalkatilassa, jos linja-autossa on **yksiovinen etuovi**
 - takaoven rappusten vasemmalla puolella takaovelta katsottuna, jos linja-autossa on **kaksiovinen etuovi**.
- Korkeajänniteakusto sijaitsee yleensä sähkölinja-auton takaluukussa.
- Linkkerissä korkeajänniteakusto on takaluukussa alaosassa, hyvin koteloituna metalliseen laatikkoon. Akustolla on hyvä turvaetäisyys itse takapuskurista.

Linkker 13LE



Sulakelaatikko

Korkeajännite-akusto

9.6 Suomen sähkölinja-autot ja sähkökuorma-autot

Tilastokeskus Trafif

Ajoneuvokanta 31.12.2017
Manner-Suomen liikenteessä olevat sähkölinja-autot

Merkki	Malli	Yhteensä
Manner-Suomi	Yhteensä	22
Kabus	TC6-A4	2
Linkker	13LE	14
Rosero-P	First	1
Scania	N 94 UB	1
Solaris	URBINO 12 Electric	4

Tilastokeskus Trafif

Ajoneuvokanta 31.12.2017
Manner-Suomen liikenteessä olevat sähkökuorma-autot

Merkki	Malli	Yhteensä
Manner-Suomi	Yhteensä	1
DAF	EMOSS CM 1616	1

9.7 Onnettomuustilanteessa

- Oleta, että linja-auto (tai kuorma-auto) on hybridi-, sähkö- tai maakaasuauto kunnes toisin todetaan.
- Oleta, että linja-auto (tai kuorma-auto) on käynnissä ja toimintakykyinen.
- Lähesty autoa sivulta.
- Ennen sisälle menoa tarkasta silmämääräisesti, näkykö vioittuneita korkeajännitekomponentteja tai onko palotilanteen vaaraa.
- Varmista auton liikkumattomuus
 - kiilaamalla renkaat
 - kytkemällä käsijarru
 - laittamalla automaattivaihte P-asentoon.
- Sammuta auto (avainvirta pois, päävirta pois).
- Tee auto virrattomaksi painamalla hätäkatkaisunappia.



- Korkeajännitteen hätäkatkaisijat löytyvät sisältä kuljettajan vasemmalta puolelta ja takaluukusta muovisuojan alta. Lisäksi huoltoluukusta vasemmalta kyljeltä löytyy huoltoerotin, jos muualle ei pääse.
- Jos kuljettaja on toimintakyvytön, mutta ei palotilannetta:
 - Autoon voi mennä turvallisesti.
 - Oven hätäavaus: vedä kahva ulos ja käännä.
 - Avainvirta pois, päävirta pois.
- Palotilanne tai sen vaara (laturi/linja-auto vaurioitunut):
 - Tee linja-auto virrattomaksi painamalla linja-auton takaosasta kumisuojan alta hätäkatkaisimesta.
 - Tee laturi virrattomaksi pääkatkaisijasta.
 - Tai päinvastoin tilanteen mukaan.
- Jos linja-autoa tarvitsee nostaa, suositeltu nostokohta on taka-akselin etupuolella, poikkipalkin alta. Poikkipalkki on sidottu pitkittäispalkkiin, jolloin nosto työntää koko sivua ylös.



10. Sähkölinja-autojen latausasemat

- [10.1 Latausverkosto](#)
- [10.2 Linkker-latausasemat](#)
- [10.3 Muuntaja](#)
- [10.4 Jäähdytinsikkö](#)
- [10.5 Lataus](#)
- [10.6 Vaaratilanteessa](#)



10.1 Latausverkosto

- Helsinki (Linkker):
 - Linja 23 (Rautatientori-Ruskeasuo)
 - Linja 55 (Rautatientori-Koskela).
- Espoo (Linkker):
 - Linja 133 (Friisilä-Matinkylä-Henttaa)
- Turku (Linkker):
 - Linja 1 (Satama-Kauppatori-Lentoasema)
- Tampere (Solaris):
 - Linja 2 (Pyynikintori-Rauhaniemi)



- Sähkölinja-autot ladataan pikalatauspisteillä, jotka sijaitsevat yleisesti linjojen päätepysäkeillä.
- Poikkeuksena Espoon ja Tampereen linjat
 - Espoon pikalatauspiste vain Friisilässä
 - Tampereen pikalatauspiste vain Pyynikintorilla.
- Lisäksi linja-autovarikoilla on hitaasti lataavia latureita, joilla sähkölinja-autoja voidaan ladata silloin, kun ne eivät ole ajossa.
- Latauspisteen läheisyydessä on aina toimintoja ohjaava latausasema.
- Lataustapoja on erilaisia:
 - Pantografi on linja-auton katolla, josta se nostetaan latausmastoon (HSL:n alue).
 - Pantografi on latausmastossa, josta se lasketaan linja-auton katolle (esim. Turku).
 - Pistokelataus

10.2 Linkker-latausasemat

- Latauspisteillä on pääsyöttöasema, josta löytyvät latausaseman pääsulakkeet ja pääkytkin, jolla saa sammutettua latausaseman esimerkiksi huoltoa varten.
- Itse latausasemasta löytyy oma pääkytkimensä, josta voidaan katkaista latausaseman oma jännite.
- Latausaseman pääkytkimen jälkeen tulee ohjausrele.

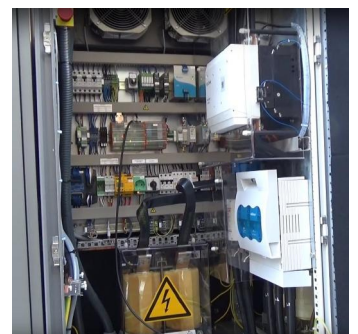


Ohjausrele

Latausaseman
pääkytkin

- Latausasema on jännitteetön ohjausreleeltä eteenpäin, kun linja-auto ei ole latauksessa.
- Ohjausrele kytkeytyy kiinni vasta, kun linja-auton kanssa on muodostettu kommunikaatioyhteys.
- Latausasemassa on oma muuntaja, joka on kuivamuuntaja.
- Muuntaja syöttää 400 voltin vaihtojännitettä latausaseman tehoyksikölle.
- Tehoyksikkö muuntaa vaihtojännitteen tasajännitteeksi, joka syötetään itse latauspisteen latausmastoon. Latausjännite on 600 V.

- Tehoyksiköstä ja ohjausyksiköstä kytkeytyy sähköt automaattisesti pois, kun kaapin ovi avataan.
- Kaikki korkeajännitekomponentit ovat kosketussuojattuja muovilevyillä.



10.3 Muuntaja

- Muuntaja on ns. kuivamuuntaja, jolloin palotilanteessa muuntaja ei jatka paloa eteenpäin.
- Muuntaja katkaisee jännitesyötön automaattisesti oikosulkutilanteessa.



10.4 Jäähdytysyksikkö

- Jäähdytinneste on glykolivesiseosta (n. 250 litraa).
- Jäähdytinnesteen pakkaskestävyys on noin -35 °C.
- Jäähdytinpumppu pyörii jatkuvasti, joko jäähdyttäen tai lämmittäen.
- Ylikuumenemistilanteessa muodostunut vesihöyry poistuu jäähdytysyksikön kaapista katon propellin kautta.



10.5 Lataus

- Pantografi maadoittaa latauksen latausmaston kautta.
- Kun pantografin saa kosketusyhteyden mastoon, muodostetaan kommunikaatioyhteys latausasemalle.
- Kun lataus on valmis, lähetetään kommunikaatioviesti latausasemalle, joka kytkee sähkönsyötön pois ja pantografi laskeutuu itsenäisesti (mahdollista laskea myös katkaisijasta).
- Ulkopuolelta ei voi todeta, lataako linja-auto, jos pantografi on ylhäällä. Lataustilanne tarkistettava kojelaudan näytöltä.
- Vasta, kun pantografi täysin alhaalla, linja-auto on liikuntakykyinen.
 - Näytöstä sammuu latauksesta informoivat kuvakkeet.
- **Video latauksesta:**
 - <https://youtu.be/tNiJHeXH098>

10.6 Vaaratilanteessa

- Latausaseman avaimet löytyvät HSL:n päivystäjältä ja Helenin sähköverkon päivystäjältä.
- Jos latausasemaan törmätään, aseman jännitteet voidaan katkaista päätykaapin pääkytkimestä.
- Mikäli latausaseman alaosa vaurioituu, jännitteet tulee katkaista myös Helen Oy:n sähköverkon puolelta.
- Muuntajan palotilanteessa CO₂-sammuttimella on mahdollista suihkuttaa muuntajakaapin ovien alaluukuista.

- Jos latauksessa olevaan linja-autoon törmätään tai linja-auton kommunikaatioyhteyteen tulee häiriöitä tai katkoksia, sähkönsyöttö latausmastolle katkaistaan automaattisesti latausasemalta.
- Pantografi on vain kosketusyhteydessä latausmastoon, joten onnettomuustilanteessa kommunikaatioyhteys katkeaa helposti latausasemaan ja sähkönsyöttö lopetetaan.



11. Akut

- [11.1 Akkupaketti](#)
- [11.2 Yleisimmät akkutyypit](#)
- [11.3 Akkupalot](#)
- [11.4 Sähkön vaarat](#)

11.1 Akkupaketti

- Korkeajännitteinen yli 60 V_{DC}
- Aina aktiivinen, ellei tyhjennetty, eli vaikka akkupaketti olisi irti ajoneuvosta, on sen sisällä edelleen korkeajännite!
- Koostuu useasta pienestä sarjaan- ja rinnankytketystä akkukennosta.
- Hyvin koteloitu ja suojattu.



11.2 Yleisimmät akkutyypit

Nikkeli-metallihydridi NiMH

- Käytössä lähes kaikissa hybridautoissa
- Suuri lämpötilankesto

Litiumioni Li-ion

- Sisältää kaikki litium-kemiat
- Käytössä lähes kaikissa sähköautoissa
- Korkea lämpötilatasapaino

Litium-titanaatti-oksidi LTO

- Käytössä Linkker-sähkölinja-autoissa
- Matala käyttölämpötila -30...+40 °C

11.3 Akkupalot

- Veden käyttö akkupalotilanteissa ei aiheuta sähköiskun vaaraa.
- Korkeajänniteakkujen palaessa saattaa syntyä myrkykaasuja. Tämän takia sammutettava **runsaalla vedellä**, jotta vapautuvien myrkykaasujen määrä olisi mahdollisimman pieni.
- Akkujen suuren energiakapasiteetin vuoksi akkupalotilanteissa palo saattaa kestää jopa useita tunteja, vaikka vettä käytettäisiinkin runsaasti.
- Näistä johtuen hybridi- ja sähköautojen palotilanteessa on aina käytettävä paloosua ja paineilmalaitteistoa.
- Uudelleensyöttymisvaara huomioitava valvonnan ja säilytyksen kannalta.



11.4 Sähkön vaarat

- Sähkövirta voi häiritä hermoston sähköimpulsseja, aiheuttaa lihaskouristuksia, lamaannuttaa hengityksen ja johtaa tajuttomuuteen.
- Voimakas sähkövirta voi aiheuttaa kammiovärinän tai sydänpysähdyksen.
- Sähkövirran lämpövaikutus voi aiheuttaa palovammoja.
- Voimakas tasavirta voi aiheuttaa kehon sisäisiä kemiallisia reaktioita.



- Sähkövirran voimakkuus ja kestoaika ovat ratkaiseva tekijä sähkön vaarallisuutta arvioidessa.
- Ihmiskehon vastus, impedanssi, pienenee jännitteen kasvaessa. Eli kun jännite kaksinkertaistuu, niin ihmisen läpi kulkeva virta on enemmän kuin kaksinkertainen.
- Näistä syistä korkeajännitteisiä komponentteja käsiteltäessä tulee aina käyttää siihen tarkoitettuja korkeajännitesuojaimia ja -työkaluja.
- Älä katkaise korkeajännitekaapeleita.



12. Maakaasuautot

[12.1 Käyttövoima](#)

[12.2 Paineistettu maakaasu](#)

[12.3 Nesteytetty maakaasu](#)

[12.4 Turvallisuus](#)

[12.5 Tunnistaminen](#)

[12.6 Kaasusäiliöiden sijainti](#)

[12.7 Kaasuautot onnettomuustilanteessa](#)

[12.8 Maakaasun vaikutukset ihmiselle](#)

[12.9 Suomen kaasuautot](#)



12.1 Käyttövoima

- Suomessa käytetään biokaasua ja maakaasua liikennepolttoaineena. Molemmista käytetään termiä paineistettu maakaasu, CNG.
- Lisäksi Suomessa käytetään nesteytettyä maakaasua, LNG, liikennepolttoaineena, mutta tällä hetkellä se on käytössä vain kuorma-autoissa.
- Saksassa ja Hollannissa yleisiä nestekaasua, LPG:tä, käyttäviä autoja ei Suomessa ole rekisterissä.
- Bensiini-kaasuautoa voidaan ajaa joko bensiinillä tai kaasulla.
- Diesel-kaasuauton polttoaineena on kaasun ja dieselin seos. Yksistään kaasua ei voida polttoaineena käyttää dieselmoottoreissa, koska kaasu ei syty pelkästä paineesta kuten diesel.



- Bio-maakaasu on metaania yli 98 til.-% ja pieniä määriä etaania, propania, butaania ja tyypeä sisältävä kaasuseos.
- Metaanin syttymisrajat ilmassa ovat 5 - 15 % ilmanlämpötilan ollessa 0 °C, syttymisrajat laajenevat hieman kun ilmanlämpötila on +400 °C, 3 - 17 %.
- Maakaasun itsesyttymislämpötila on 600 °C.
- Maakaasu on ilmaa kevyempää, joten se nousee nopeasti ylöspäin ilmakehään.



12.2 Paineistettu maakaasu

- Paineistettu maakaasu, CNG, kun paine suurempi kuin 55 bar.
- Liikenteessä käytettävä maakaasu on paineistettu 200 bar.
- Paineistettu maakaasu varastoidaan autoissa ECE-R110- tai ISO 11439 -standardien mukaisiin teräs- tai komposiittisäiliöihin.
- Täysissä säiliöissä ja kaasulinjoissa kaasunpaine on noin 200 bar paineenalentimelle asti.
- Paineenalentimelta moottorille paine voi olla 1 - 9 bar, riippuen ajoneuvosta.
- Jos ilmasta 5 - 15 % on maakaasua, se on syttymisherkkää.
 - Itsesyttymislämpötila on +600...+650 °C.



12.3 Nesteytetty maakaasu

- LNG on pääosin metaanista koostuva luonnonkaasu, 84 - 98 %.
 - Sisältää myös raskaampia hiilivetyjä (C₂, C₃, C₄, C₅, C₆) ja tyypeä (N₂).
- Maakaasu nesteytyy (→LNG), kun lämpötila laskee alle -163 °C:seen (1,013 bar).
- Hyvin kylmänä höyrystynyt (alle -110 °C) nestekaasu on ilmaa raskaampaa.
- Kun höyrystyneen nestekaasun lämpötila kohoaa (yli -110 °C), se on ilmaa kevyempää.
- Roiskeita varottava, sillä LNG aiheuttaa vakavia paleltumia.



12.4 Kaasuautojen turvallisuus

- Liikennepolttoaineena käytettävään maa- tai biokaasuun on lisättyä hajusteainetta, jolloin pienenkin kaasuvuodon huomaa nopeasti (0,05 - 0,2 % kaasua ilmassa).
- Maakaasu ei ole myrkyllistä ihmiselle eikä pieninä pitoisuuksina hengitettynä aiheuta mitään oireita.
- Maakaasu säilötään vahvoihin teräs- tai komposiittisäiliöihin.
- Kaasuautojen säiliöiden turvalaitteet huolehtivat kaasun sulusta tai hallitusta vapautuksesta.



23.4.2018 v2

Metropolia Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja konetekniikka

85

➤ Turvalaitteita ovat mm:



[7]

• **Virtauksen rajoitin:** Jos paine-ero säiliössä olevan kaasun ja putkistossa olevan kaasun välillä on yli 2 bar, päästää virtauksen rajoitin vain pientä määrää kaasua säiliöstä. Säiliön tyhjentymisen voi tällöin kestää useita tunteja.

• **Magneettiventtiili:** Kun virta-avain käännetään off-asentoon, moottori käy pelkällä bensiinillä, tai kun SRS-lisäturvalaitteet ovat aktivoituneet, magneettiventtiilit menevät kiinni. Jälkiasennetuissa kaasujärjestelmissä magneettiventtiili ei ole kytkettynä SRS-lisäturvajärjestelmän toimintaan.

• **Manuaalinen sulkuventtiili,** josta voidaan kääntää kaasupullo kiinni tai auki. Se sijaitsee ennen magneettiventtiiliä.

• **Paineenvapautuslaite PRD:** Kun lämpötila ylittää 110 °C tai kun paine nousee liian korkeaksi (n. 250-330 bar), kaasu vapautuu venttiilin kautta poistoputkeen. PRD on verrattavissa sprinkleriin.



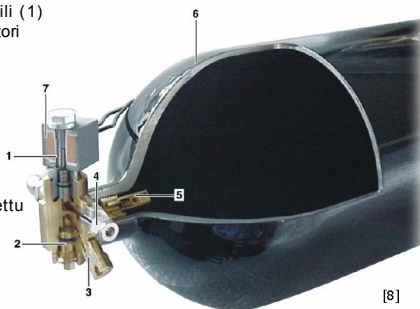
23.4.2018 v2

Metropolia Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja konetekniikka

86

Maakaasusäiliöiden turvalaitteet

- Sähkömagneettinen sulkuventtiili (1) aukeaa, kun virta on päällä ja moottori käyttää maakaasua.
- Manuaalinen sulkuventtiili (2)
- Paineenvapautuslaite PRD (3)
 - Lämpöön reagoiva
 - Paineeseen reagoiva
- Liitos kaasulinjaan (4)
- Virtauksen rajoitin (5)
- Terässäiliö (6), 200 bar (mitoitettu 600 bar)
- Kela (7), kun kelan virransyöttö katkeaa, poistuu kelan magneettikenttä ja jousi painaa venttiilin kiinni



[8]



23.4.2018 v2

Metropolia Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja konetekniikka

87

12.5 Tunnistaminen



Kaasuauto?



23.4.2018 v2

Metropolia Ammattikorkeakoulu, Ajoneuvo- ja konetekniikka

88

- Oleta aina, että ajoneuvo on hybridi-, sähkö- tai kaasuauto, kunnes toisin todetaan.
- Katso, onko autossa toissijaiseen polttoaineeseen viittaavia merkintöjä kuten CNG, EcoFuel, Bi-Fuel, G-Tec tai vastaavia.



- Jos autossa ei ole näkyvissä pakoputkenpäitä, se voi olla merkki siitä, että taka-akselin molemmilla puolilla sijaitsee kaasusäiliöt.



- Katso, onko puskurissa tai polttoainetankin luukun alla maakaasun tankkausliitin.



- Kaasusta varoittavat tarrat moottoritilassa ovat myös hyvä tunnistuskeino.



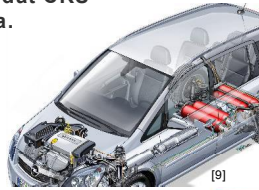
- Jos ulkoisista merkeistä ei voida tunnistaa, onko kyseessä kaasuauto, niin rekisterinumeron perusteella voidaan hakea auton merkki ja malli Trafín tietokannasta.

http://www.trafi.fi/palvelut/rekisteritietopalvelut/ajoneuvotiedot/ajoneuvotiedot_tekstiviestilla

- Käyttövoima ja pelastusohjeet löytyvät CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista.
- Muunnosautoista ei löydy pelastusohjeita kaasutekniikan osalta.

12.6 Kaasusäiliöiden sijainti

- Säiliöt asennetaan autoissa hyvin suojatuille alueille, yleensä tehdasvalmisteisissa autoissa taka-akselin eteen ja taakse.
- Jälkiasenteisissa kaasujärjestelmissä pullot on yleensä asennettu tavaratilaan tai etu-/takapenkin tilalle, kuten esimerkiksi Itellan Nissan Qashqai maakaasuautoissa.
- Kaasulinjat kulkevat auton pohjassa, joten kaasuauton turvalliset leikkuukohtat ovat pilarit ja katto. Tarkasta kuitenkin aina ajoneuvon leikkuukohtat CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista.



12.7 Kaasuautot onnettomuustilanteessa

- Käsittele kuin normaalia, polttomoottorilla varustettua autoa.
- Jos SRS-lisäturvajärjestelmä on aktivoitunut, tällöin tehdasvalmisteisissa kaasuautoissa magneettiventtiili on sulkeutunut.
- Jos havaitset kaasun hajua, kuulet sihinää, ujeltavaa tai repeävää ääntä, evakuo pelastettavat, eristä alue ja varmista syttymisen esto.
- Jos kaasuauto palaa, tällöin kaasusäiliöiden turvajärjestelmät vapauttavat kaasun hallitusti.
- Kaasuautopalossa tulee aina käyttää paloasua ja paineilmalaitteita.

12.8 Maakaasun vaikutukset ihmiselle

- Maakaasu ei ole myrkyllistä ihmiselle eikä pieninä pitoisuuksina hengitettynä aiheuta mitään oireita.
- Noin 10 %:n pitoisuus ilmassa voi aiheuttaa päänsärkyä, uneliaisuutta, pahoinvointia tai huimausta.
- 20–30 %:n pitoisuus ilmassa aiheuttaa vaarallisen hapenpuutteen, joka voi jatkuessaan johtaa tukehtumiseen.
- LNG ja siitä höyrystynyt kaasu on erittäin kylmää.
 - Roiskeista ja välittömästi höyrystyneestä kaasusta aiheutuu paleltumavammoja ja vakavia kylmävammoja (silmät, paljas iho).

12.9 Kaasuautot Suomessa

Tilastokeskus Trafli
Ajoneuvokanta, mukana vain liikennekäytössä olevat ajoneuvot 31.12.2017

Liikennekäytössä olevat ajoneuvot käyttövoimittain 31.12.2017 ja vertailu edelliseen vuoteen vaihteeseen.

	Maakaasu		Muutos (%)	Bensini/maakaasu (CNG)		Muutos (%)
	2017	2016		2017	2016	
Autot yhteensä	702	438	60,3	2 925	1 732	68,9
Henkilöautot	502	333	60,4	2 647	1 503	76,1
Pakettiautot	152	74	105,4	203	166	22,3
Kuorma-autot	17	13	30,8	75	63	19,0
Ura-autot	31	38	-18,4	-	-	-

Gasum

Kaasukäyttöiset henkilö- ja pakettiautot Suomen markkinoilla

Opel	Volkswagen	Skoda	Seat	Audi	Iveco
Astra	Caddy	Citigo	Mii	A3	Daily
Zafira	Caddy Maxi	Octavia	Leon	A4	
Combo	Eco up!	Fabia	Ibiza	A5	
	Golf	Polo	Arona		

13. Raskaan ajoneuvokaluston kaasuautot

[13.1 Käyttövoima](#)

[13.2 Turvallisuus](#)

[13.3 LNG-säiliön turvalaitteet](#)

[13.4 Tunnistaminen](#)

[13.5 Kaasusäiliöiden sijainti](#)

[13.6 Onnettomuustilanteessa](#)

[13.7 Kaasukuorma-autot ja -linja-autot Suomessa](#)



13.1 Käyttövoima

- Raskaan ajoneuvokaluston puolella käytetään sekä paineistettua maakaasua, CNG:tä, että nesteytettyä maakaasua, LNG.
- LNG on Suomessa vielä uusi teknologia ja käytössä vain kuorma-autoissa.
- LNG-käyttöisiä kuorma-autoja on muutama, mutta teknologian odotetaan yleistyvän nopeasti lähivuosina.
- Kaasukäyttöisissä linja-autoissa käytetään vain CNG:tä.
- Maakaasun lisäksi kuorma- ja linja-autoissa saattaa olla polttoainetankki (benssiini tai diesel).
- Osassa kuorma-autoja käytetään käyttövoimana sekä CNG-kaasua että LNG-kaasua.



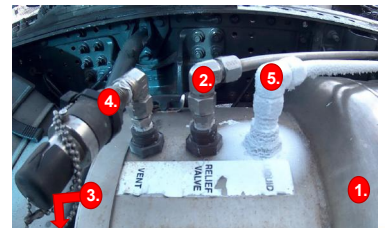
13.2 Turvallisuus

- CNG-säiliöt kuorma-autoissa ja linja-autoissa ovat vastaavia kuin henkilöautoissa ja turvalaitteet toimivat samalla tavalla.
- LNG-autoissa turvallisuudessa on huomioitava nesteytetyn maakaasun kylmyys (-163 °C).
- LNG-säiliön tankkauksessa, huollossa ja vastaavassa toimenpiteessä on käytettävä kasvosuojainta ja suojakäsineitä.
- LNG-säiliöissä on paineenpoistoputki, johon paineenalennuslaite laskee vapautettavan paineen. Vapautuva paine voi syttyä keskitetyksi liekiksi hetkeksi.
- Paineenpoistoputken läheisyydessä oloa on vältettävä.



13.3 LNG-säiliön turvalaitteet

1. LNG-säiliö on eristetty hyvin. LNG pääsee tästä huolimatta lämpenemään säiliössä hieman, jolloin se muuttuu nesteestä kaasuksi ja tilavuus suurenee ja paine säiliössä kasvaa.
2. Säiliössä on painenvapautusventtiili, PRD, joka johtaa paineenpoistoputkeen. Paineenpoistoputkea ei saa missään tilanteessa leikata tai tukkia.
3. Säiliö on varustettu ulkoisella painemittarilla. Tankkaus onnistuu vain, jos säiliön paine on alle 10,3 bar.
4. Tankkausta varten on oma kaasunpoistovenntiili.
5. Kaasuputki moottorille.



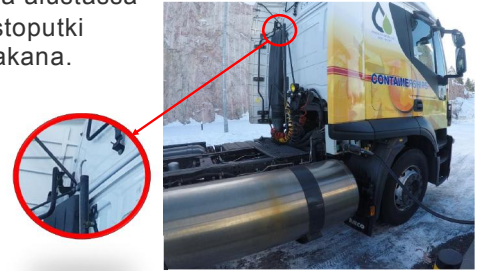
13.4 Tunnistaminen

- Oleta aina, että ajoneuvo on hybridi-, sähkö- tai kaasuauto, kunnes toisin todetaan.
- Kaasulinja-autot voidaan tunnistaa ulkoisesti seuraavista yksityiskohdista:
 - auton merkki ja mallitarra
 - vaihtoehtoiseen polttoaineeseen viittaavat merkinnät
 - katolla sijaitseva iso säiliökotelo (kuva).



[10]

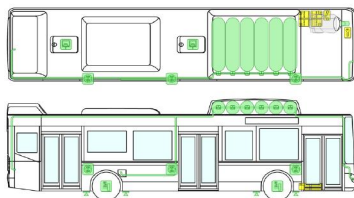
- Kaasukuorma-autot voidaan tunnistaa ulkoisesti seuraavista yksityiskohdista:
 - auton merkki ja mallitarra
 - vaihtoehtoiseen polttoaineeseen viittaavat merkinnät
 - kaasusäiliötä alustassa
 - paineenpoistoputki ohjaamon takana.



13.5 Kaasusäiliöiden sijainti

- Linja-autoissa CNG-säiliöt sijaitsevat usein linja-auton katolla.
- Tarkempi sijainti kuitenkin tarkastettava CRS-ohjelmasta.

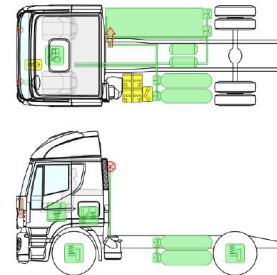
Volvo - 7700 CNG - Perusmalli - 3dr city bus - 2 Axles - 2004-2012
ID: 84485



Volvo - 7700 CNG - Perusmalli - 3dr city bus - 2 Axles - 2004-2012
ID: 84485

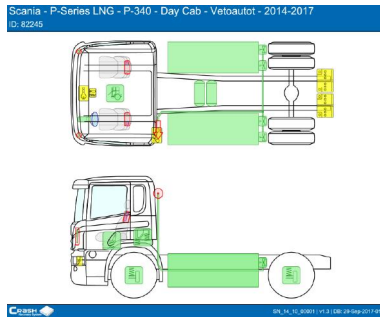
- Kuorma-autoissa CNG-säiliöt sijaitsevat alustassa.
- Tarkempi sijainti on kuitenkin tarkastettava CRS-ohjelmasta.

Iveco - Stralis CNG/LNG - AT440 - Sleeper Cab - Veltoautot - 2007-2017
ID: 82475



Iveco - Stralis CNG/LNG - AT440 - Sleeper Cab - Veltoautot - 2007-2017
ID: 82475

- Kuorma-autoissa LNG-säiliöt sijaitsevat myös alustassa.
- Tarkempi sijainti tarkastettava CRS-ohjelmasta



13.6 Onnettomuustilanteessa

- Käsittele kuin normaalia, polttomoottorilla varustettua autoa.
- Käytä aina tarvittavia suojarusteita!
- Tunnista autossa käytettävä kaasu.
- Katso, ettei LNG-autossa paineenpoistoputki ole tukkeutunut tai vääntynyt pelastettavien suuntaan.
- Jos havaitset kaasun hajua, kuulet sihinää, ujeltavaa tai repeävää ääntä, evakoi pelastettavat, eristä alue ja varmista syttymisen esto.
- Jos havaitset tiputtavaa vuotoa tai valkoisen kaasuvanan nousevan LNG-säiliöstä, evakoi pelastettavat, eristä alue ja tuuleta vuotoa.
- Jos kaasuauto palaa, kaasusäiliöiden turvajärjestelmät vapauttavat kaasun hallitusti.
- Palotilanteessa jäädytä LNG-säiliöitä, esim. vedellä.

13.7 Kaasukuorma-autot ja -linja-autot Suomessa

Gasum

Kaasukäyttöiset raskaan kaluston ajoneuvot Suomen markkinoilla

Mercedes-Benz: Eonic NGT
Iveco: Stralis LNG & CNG, Eurocargo CNG
Scania: P/G 280/340 LNG, P/G 280/340 CNG
Volvo: FE CNG

Gasum

Kaasulinja-automerkit Suomen markkinoilla

Solaris, Mercedes-Benz, MAN, Iveco, Scania

Tilastokeskus Trafif
Ajoneuvokanta, mukana vain liikennekäytössä olevat ajoneuvot 31.12.2017

Liikennekäytössä olevat ajoneuvot käyttövoimittain 31.12.2017 ja vertailu edelliseen vuoden vaihteeseen.

Autot yhteensä	Maakaasu		Bensiini/maakaasu (CNG)		Muutos (%)
	2017	2016	2017	2016	
	702	438	60,3	2 925	1 732
					58,9
Henkilöautot	502	313	60,4	2 647	1 503
					76,1
Pakettiautot	152	74	105,4	203	166
					22,3
Kuorma-autot	17	13	30,8	75	63
					19,0
Linja-autot	31	38	-18,4	-	-

14. Maakaasuajoneuvojen yhteenveto

1. Tunnista auto.
2. Hae auton tiedot ja ohjeet CRS-ohjelmasta tai auton pelastuskortista.
3. Oleta, että ajoneuvo on käynnissä ja turvalaitteet laukeamatta. Vältä työskentelyä auton edessä tai takana ennen kuin auto on tehty liikuntakyvyttömäksi!
4. Tarkista auto silmämääräisesti vuotojen osalta. Haiseeko kaasu tai kuuluuko sihinää / repeävää ääntä? Onko SRS-lisäturvalaitteita lauennut?
5. Kytke auto pois päältä Start/Stop-kytkimestä tai ota avaimet pois virtalukosta. Jos autossa on älyavain, vie se yli 5 metrin päähän autosta.
6. Ota 12 V: akun miinus- ja pluskaapeli irti, miinuskaapeli ensin.

15. Maakaasun tankkausasemat

15.1 Verkosto

15.2 Turvallisuus

15.3 LNG tankkauspiste

15.4 Vaaratilanteissa

15.1 Asemaverkosto

- Kaasuntankkausasemia on Suomessa 36, joista
 - Gasumin asemia 25.
- Gasumilla on suunnitteilla 35 uutta asemaa, joista
 - 7 on tekeillä.



15.2 Asemien turvallisuus

- 24 h valvonta (valvontakameraetäyhteys valvomoon) ja varallaolohenkilöstöllä tunnin vasteaika paikallaoloon.
- Varallaolohenkilöstöä koulutetaan säännöllisesti.
- Tankkaajat koulutetaan.
 - Gasum ylläpitää koulutetuista henkilöistä listaa.
- Hätätilanteita varten:
 - 2 kpl kaasunhaistimia, 1 kpl liekinilmaisimien, LNG-vuotojen tunnistin, savuntunnistin (sähkötilassa), jauhesammuttimet (jakelumittarilla ja sähkötilan vieressä), ja hiilidioksidisammutin (sähkötilassa)
 - 20 % LEL (Lower Explosive Limit) -> hälytys
 - 40 % LEL -> laitos jännitteettömäksi

15.3 LNG-tankkauspiste

1. Tankkausliitin
2. Kaasunpoistoletku
3. Maadoitus
4. Paineilmapistooli (puhdistukseen)



- Tankkauspainiketta painettava koko tankkauksen ajan; tankkaus pysähtyy jos painike vapautetaan.
- Suojavarusteina tankkaajan pidettävä kasvosuojainta ja suojakäsineitä.
- Video tankkauksesta:
 - <https://youtu.be/3V8Fj26q4pl>



Tankkauspainike

15.4 Vaaratilanteessa

- Lähesty asemaa aina tuulen yläpuolelta.
- Jos vuototilanteessa maakaasuun osuus ilmasta on 5 - 15 % -> syttymisvaara.
- Minimoi syttymisvaara tuulettamalla vuotokohtaa, jolloin kaasupitoisuus ei pääse 5 - 15 %:n alueelle.
- Palotilanteessa jäähdytä säiliötä.

16. Lähteet

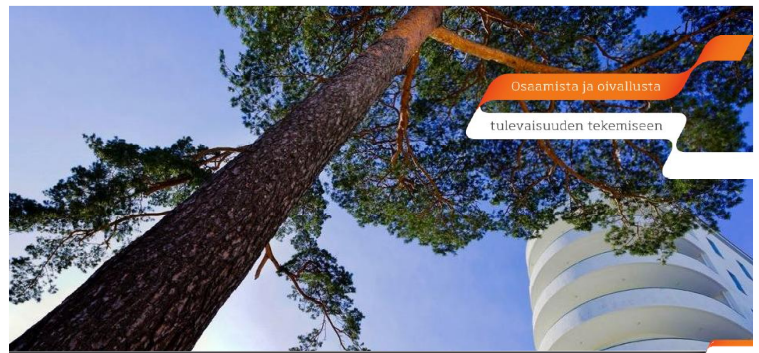
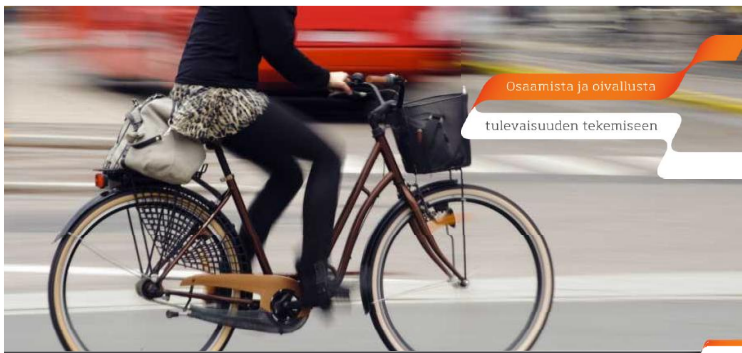
- [1] Kuva <http://www.carbuyer.co.uk/reviews/toyota/yaris/hybrid/review>
- [2] Kuva <https://hiveminer.com/User/iveco>
- [3] Kuva <https://www.autoblog.com/buy/2017-Tesla-Model+X/>
- [4] Kuva <http://www.talouselama.fi/uutiset/valtio+teki+kaasuautoilusta+oman+bisneksen/a2053679>
- [5] Kuva <https://tekniikanmaailma.fi/sahkoauto-nissan-leaf-siirtyy-komeasti-toiseen-sukupolveen-voi-ajaa-90-prosenttisesti-pelkkaa-kaasua-kayttaen/>
- [6] Kuva <https://www.motor1.com/photos/550018/tesla-model-x-by-novitec/>
- [7] Kuva Cavagda Group
- [8] Kuva Veho Group
- [9] Kuva Gasum
- [10] Kuva <http://www.kuukankorpi.com/paikallisliikenne/bussityypit.html>

- Linja-aho, Vesa. 2013. Sähkö- ja hybridiajoneuvojen sähkötyöturvallisuus. 2. painos. Autoalan Koulutuskeskus Oy.
- Crash Recovery System, Moditech Rescue Solutions BV
- National Fire Protection Association. 2013. Hybrid and electric vehicle emergency field guide. Quincy, Massachusetts.
- Nissan Nordic Europe
- Pelastuskortin symbolit suomeksi. 2018. Verkkoaineisto. Autoliitto. <https://www.autoliitto.fi/sites/default/files/pelastuskortin_symbolit_suomeksi_0.pdf>.
- Liikennekäytössä olevat ajoneuvot käyttövoimittain. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot>. 29.1.2018.
- Tiedot pelastustyöntekijöille. 2018. Verkkoaineisto. Tesla. <https://www.tesla.com/fi_FI/firstresponders?redirect=no>.
- Stenhammar, Rino. 2017. Sähköajoneuvon vaihtosähkölatausta koskevat vaatimukset ja latausaseman rakenne. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, ajoneuvotekniikan koulutusohjelma.

- Vesa, Juha. Sähköautojen lataus. 2017. Sesko. <http://www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen_laitteet/2017_Vesa_S%C3%A4hk%C3%B6autojen_lataus.pdf>. 4.10.2017. Suominen, Ali & Berg Vesa.
- Linkker Bus yleistä 1. 2017. Helsingin Pelastuslaitos. Video. 9.3.2017.
- Linkker 13 Driver's manual. 2016. Linkker Oy.
- Vuosaaren LNG tankkaus. PowerPoint-esitys. Gasum.
- Sipponen, Ville. 2018. Uatp presentaatioon PowerPoint-esitys. Gasum

17. Tekijät, palaute ja tilaukset

- Juha Forsström
- Anni Sorila
- Ilari Leskinen
- Konsta Koponen
- Toni Korpi
- Mikko Puolanen
- Vesa Linja-aho
- Marko Laurén
- Materiaalia koskevaa palautetta ja painetun version tilauksia ja tiedusteluja voi lähettää sähköpostitse Vesa Linja-aholle (etunimi.sukunimi@metropolia.fi)
- Ajantasainen sähköinen versio on noudettavissa verkko-osoitteesta <http://slideshare.net/linjaaho/pelastusala>
- Materiaalin sisältö on lisensoitu avoimella CC-BY-SA 3.0 -lisenssillä. Lisenssiehtojen tiivistelmä on luettavissa verkossa: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.fi>



LISÄKOULUTUSTA AIHEESTA

- <http://www.spek.fi/Suomeksi/Koulutus/Pelastushenkiloston-koulutus/Uusi-autotekniikka-tutuksi-pelastustoiminnassa-%28UATP%29>
- <https://fi-fi.facebook.com/pages/UATP-Uusi-Autoteknologia-Tutuksi-Pelastustoimessa/350620895079294?ref=stream>

Kiitokset myös

Kari Kallonen (Tesla Club Finland ry), Ville Sipponen (Gasum),
Niko Virtanen (Helsingin Bussiliikenne Oy) sekä
muut aineistoa tukeneet osapuolet



UATP – 2017

Uusi autotekniikka tutuksi pelastustoiminnassa –hanke:
koulutusta pelastushenkilöstölle.

