

Opinnäytetyö (Turun AMK)

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma

Autotekniikka

2016

Lassi Lukkarinen

# LADATTAVIEN HYBRIDI- JA SÄHKÖAUTOJEN TARJONTA JA MÄÄRÄT EUROOPASSA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma | Autotekniikka

Kesäkuu 2016 | Sivumäärä 33

Ohjaaja: Markku Ikonen

Lassi Lukkarinen

# LADATTAVIEN HYBRIDI- JA SÄHKÖAUTOJEN TARJONTA JA MÄÄRÄT EUROOPASSA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella hybridi- ja sähköautojen tarjontaa ja määrää Euroopassa. Työssä käydään läpi sähkö- ja hybridiajoneuvojen historiaa, tarkastellaan niiden osuutta autokannasta sekä esitellään ja vertaillaan yleisimpiä malleja. Työ on tehty Turun ammattikorkeakoululle ja sen tarkoituksena on tuottaa materiaalia auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelman opetuskäyttöön.

Sähköajoneuvo tarkoittaa ajoneuvoa, jossa käyttövoima otetaan akulta. Auto itsessään on päästötön vaikka autoa varten tuotettu energia saattaakin synnyttää päästöjä. Hybridiajoneuvossa taas voimanlähteenä toimii polttomoottori sekä sähkömoottori. Molemmissa tavoitteena on pienentää päästöjä sekä polttoaineenkulutusta.

Aihe on hyvin ajankohtainen kasvihuoneilmiön sekä kasvavien päästöjen takia. Sähkö- ja hybridiautojen haasteina ovat olleet riittämätön teknologia, ajoneuvojen kallis hinta sekä polttomoottoriautojen suuri suosio. Tästä huolimatta vaihtoehtoisilla polttoaineilla käyvien autojen kysyntä on kasvanut viime vuosina nopeasti.

ASIASANAT:

Hybridiajoneuvo, sähköajoneuvo, Eurooppa, pistokehybridi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and transportational engineering | Automotive engineering

June 2016 | Total number of pages 33

Instructor: Markku Ikonen

Lassi Lukkarinen

## THE AMOUNT AND SUPPLY OF PLUG-IN HYBRID AND ELECTRIC CARS IN EUROPE

The purpose of this Bachelor's thesis is to examine hybrid and electric car availability and amounts in Europe. This work goes through hybrid and electric car history, examines their share in the market, as well as presents and compares the most common models. This work is prepared for Turku University of Applied Sciences and the aim is to produce teaching material for automotive and transportation engineering education.

Electric vehicle is a vehicle whose driving power is taken from a battery. It's completely emission free in use. Hybrid vehicle combines a combustion engine with an electric motor. The target of both is to reduce emissions and fuel consumption.

This topic is very current because of the greenhouse effect and growing emissions. The challenges of electric and hybrid cars have been insufficient technology, high price of the vehicles and great popularity of combustion engines. Despite this there has been a growing demand for vehicles which run on alternative fuels.

### KEYWORDS:

Electric vehicle, hybrid vehicle, Europe, plug-in hybrid

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAUTOJEN HISTORIA</b>	<b>8</b>
2.1 1900-luku	8
2.2 2000-luku	9
2.3 Nykypäivä	10
<b>3 SÄHKÖAUTO</b>	<b>11</b>
<b>4 HYBRIDIAUTO</b>	<b>12</b>
4.1 Sarjahybridi	12
4.2 Rinnakkaishybridi	13
4.3 Jaetun tehon hybridi (ECVT, Electronic Controlled Continuously Variable Transmission)	13
<b>5 EUROOPASSA MYYNNISSÄ OLEVIA SÄHKÖ- JA HYBRIDIAUTOJA</b>	<b>15</b>
5.1 Suosittuja sähköautoja	15
5.2 Suosittuja hybridautoja	18
<b>6 TILANNE ERI EUROOPAN MAISSA</b>	<b>22</b>
6.1 Suomi	22
6.2 Norja	25
6.3 Alankomaat	26
6.4 Saksa	28
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>30</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>32</b>

## KUVAT

Kuva 1. Alkuvuoden 2016 myydyin sähköauto Euroopassa Renault Zoe. (Renault 2016)	15
Kuva 2. Alkuvuoden 2016 suosituin hybridiajoneuvo Mitsubishi Outlander. (Mitsubishi, 2016)	18

## KUVIOT

Kuvio 1. Sähköisten ajoneuvojen määrät maailmalla 1.1.2015. (Ayre 2015)	7
Kuvio 2. Ladattavien ja ei ladattavien hybridien määrä Suomessa vuosina 2011–2015.	23
Kuvio 3. Sähköautojen määrät Suomessa vuosina 2010 – 2016(31.3).	24
Kuvio 4. Julkisten latauspisteiden määrä Norjassa vuosina 2009–2014. (Elbil 2016)	26
Kuvio 5. Uudet rekisteröidyt autot Saksassa vuosina 2012–2015. (Krafftahrt-Bundesamt 2016)	28

## TAULUKOT

Taulukko 1. Suosittujen sähköautojen myyntimäärät Euroopassa vuoden 2016 kahden ensimmäisen kuukauden jälkeen. (Edelstain 2016)	16
Taulukko 2. Kyseisten sähköautojen perustietoja. (Auto evolution 2016)	16
Taulukko 3. Kyseisten sähköautomallien mitat. (Auto evolution 2016)	17
Taulukko 4. Suosittujen ladattavien hybridien myyntimäärät Euroopassa vuoden 2016 kahden ensimmäisen kuukauden jälkeen. (Edelstain 2016)	19
Taulukko 5. Kyseisten autojen teknisiä tietoja. (Auto evolution 2016)	19
Taulukko 6. Kyseisten autojen mitat. (Auto evolution 2016)	20

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä analysoidaan ja raportoidaan sekä ladattavien hybridien että sähköautojen tilanteesta Euroopassa. Työssä valaistaan sähköisten ajoneuvojen historiaa nykypäiviin saakka sekä perehdytään muutaman eri maan tilanteeseen syvemmin. Työssä myös esitellään hybridiajoneuvojen sekä sähköautojen eroja ja vertaillaan eri automallien teknisiä tietoja. Työ on Turun ammattikorkeakoulun tilaama ja ohjaavana opettajana toimi Markku Ikonen. Tarkoituksena on tuottaa opetusmateriaalia auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelmalle.

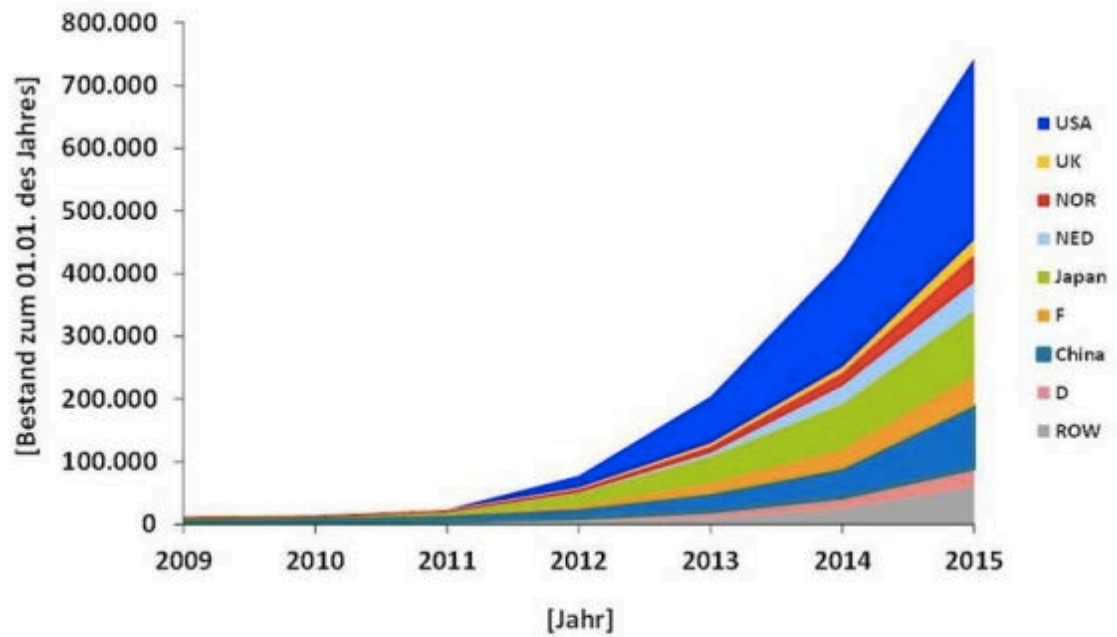
Ilmastonmuutos ja tiukentuneet päästömääräykset ovat herättäneet vuosi vuodelta syvenevää kiinnostusta vaihtoehtoisia polttoaineita käyttäviin ajoneuvoihin. Varsinkin sähköä hyväksi käyttävät autot ovat kasvattaneet suosiotaan rajusti viime vuosina. Toyotan esiteltyä maailman ensimmäisen massatuotetun hybridinsä, Priuksen vuonna 1997, on markkinoille alkanut viime vuosina tulla myös monien muiden autovalmistajien malleja. Priuksesta tuli maailman myydyin hybridi ja jo vuoden 2013 loppuun mennessä niitä oli myyty yli kuusi miljoonaa kappaletta. Sähköisten ajoneuvojen määrä maailmalla kolmikymmenkertautui viiden vuoden aikana vuosien 2010 ja 2015 välillä. (Ayre 2015) Pääsyitä tähän ovat juuri ilmastonmuutos, öljyn korkea hinta, tiukentuneet päästölait ja hybridien sekä sähköautojen matalat ”polttoaine” kustannukset. Myös öljy tulee loppumaan ennen pitkää, joten vaihtoehtoisten polttoaineiden tarpeeseen on herätty.

Niissä Euroopan maissa, joissa valtio myöntää tukia tai vähentää veroja uusien hybridien tai sähköautojen ostoon, sähkö- ja hybridiautojen suosio näkyy selvästi eri tilastoissa. Eniten sähkökäyttöisiä autoja Euroopassa oli vuonna 2015 Norjassa, Hollannissa ja Ranskassa (Ayre 2015).

Suomessa sähköautoista maksetaan vuonna 2016 alin mahdollinen autovero joka on 4,4 %. Useissa maissa on myös alettu panostaa sähköiseen joukkoliikenteeseen. Euroopan unionin maissa liikenteen päästöt kattavat tällä hetkellä noin 20 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Liikenteen kokonaispäästöistä henkilöliikenteen osuus on noin 60 %. Tämä tarkoittaa sitä että yli 10 prosenttia kaikista kasvihuonepäästöistä Euroopan unionissa aiheuttaa henkilöliikenne (Öljy- ja biopolttoaineala 2016).

Suomessa sähkö- ja hybridiautojen määrä kasvoi voimakkaasti vuonna 2015. Trafim mukaan vuonna 2015 ensirekisteröitiin vaihtoehtoisilla polttoaineilla kulkevia ajoneuvo-

ja 3767 kappaletta. Se oli noin 40 % enemmän kuin vuonna 2014. Kun määrää vertaa kaikkiin ensirekisteröityihin autoihin vuonna 2015 (146 709) vaihtoehtoisten määrä on kuitenkin vain hieman alle 2,6 %. Kaikkien sähköisten ajoneuvojen määrien kehitys maailmalla on esitetty kuviossa 1. (Trafi 2016)



Kuvio 1. Sähköisten ajoneuvojen määrät maailmalla 1.1.2015. (Ayre 2015)

## 2 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAUTOJEN HISTORIA

Ensimmäiset sähköautot näkivät päivänvalon jo yli sata vuotta sitten. Ne nauttivat jopa suurempaa suosiota kuin höyry- tai bensiinikäyttöiset autot 1900-luvun alussa. Tarkkaa aikaa ja vain yhtä tiettyä keksijää on vaikea nimetä, jolle kunnia niiden keksimisestä kuuluu. Yksi tärkeimmistä keksijöistä oli William Morrison, joka teki maailman ensimmäisen nelipyöräisen sähköauton Yhdysvalloissa vuonna 1890. Siihen mahtui kuusi matkustajaa ja sen huippuvauhti oli noin 22 km/h. Hieman tuon jälkeen kehitettiin myös maailman ensimmäinen hybridiajoneuvo: Ferdinand Porsche teki vuosien 1898 ja 1900 välissä ensimmäisen alkeellisen version ajoneuvosta jossa oli sähkö- ja polttomoottori. Meni vain muutamia vuosia sähköauton kehittämisestä kun New Yorkin kaupungissa toimi jo 60 sähkökäyttöistä taksia. 1900-luvulle tultaessa jo kolmannes kaikista Yhdysvaltojen ajoneuvoista oli sähkökäyttöisiä. Suosion syinä voidaan pitää ajoneuvojen hiljaisuutta ja päästöttömyyttä, jotka nykyäänkin ovat suurimmat syyt sähköisten ajoneuvojen suosioon ja suosion tasaiseen kasvamiseen. (Breaking Energy 2014)

### 2.1 1900-luku

Yllättävän suuren suosion jälkeen sähköiset ajoneuvot kokivat kovan iskun. Henry Fordin vuonna 1908 esittelemä T-Ford toi bensiinikäyttöiset ajoneuvot kaikkien ulottuville edulliseen hintaan. Vuonna 1912 kyseinen auto maksoi Yhdysvalloissa vain 650 dollaria kun sähkökäyttöinen auto maksoi 1750 \$. (Breaking Energy 2014)

Samana vuonna Charles Kettering esitteli sähköisen starttimoottorin, joka ennestään lisäsi Fordin suosiota. 1920-luvulle tultaessa myös Yhdysvaltojen tieverkostot olivat parantuneet, mikä lisäsi autoilukuumetta. Kun vielä raakaöljyn hinta laski, niin bensasemia alkoi ilmestyä ympäri Yhdysvaltoja. (Breaking Energy 2014)

Vuoteen 1935 mennessä lähes kaikki sähköautot olivat vaipuneet unholaan. Vaikka tekniikka yleisesti kehittyi, eivät sähköautot kolmeenkymmeneen vuoteen kokeneet suuria muutoksia. Vasta kun öljyn hinnan kohoaminen ja bensiinipula iski 1970-luvun alussa, alkoi kiinnostus vaihtoehtoisia polttoaineita kohtaan jälleen kasvaa. Vuonna 1976 Yhdysvaltojen kongressi antoi määräyksen tukea sähkö- ja hybridiautojen kehi-

tystyötä. Samalla monet suuremmat autovalmistajat alkoivat etsiä vaihtoehtoisia ratkaisuja autojensa polttoaineeksi. Esimerkiksi General Motors kehitti prototyypin kaupunki-hybridistä. (Breaking Energy 2014)

Sähköautoilla oli silti vielä paljon kirittävää bensiinikäyttöisiin ajoneuvoihin nähden eikä kiinnostus kasvanut niin suureksi kuin mitä se aluksi oli ollut. Maksiminopeudet ja maksimikantamat olivat edelleen alhaiset, nopeus oli korkeimmillaan vain noin 70 km/h ja ajomatka yhdellä latauksella vain noin 60 km. Kiinnostus sähköisiin ajoneuvoihin laski taas vuosien aikana kunnes vuodesta 1990 alkaen erilaiset säädökset puhtaamman ilman ja päästöjen hallitsemiseksi esiteltiin. Nämä säädökset eivät tuoneet julkista huomiota elektronisille kulkuneuvoille, mutta taustalla iso joukko tiedemiehiä sekä insinöörejä työskenteli parantaakseen sähköisten ajoneuvojen ominaisuuksia muun muassa akkuja. (Breaking Energy 2014)

## 2.2 2000-luku

1900-luvun alun kaltaista sähkö- ja hybridiautojen suosiota saatiin odottaa melkein 2000-luvulle asti. Toyota esitteli Prius-mallisen elektronisen hybridinsä vuonna 1997 ja maailmanlaajuiseen myyntiin se pääsi vuonna 2000. Se oli ensimmäinen massatuotettu hybridiajoneuvo ja nautti suurta suosiota maailmalla alusta alkaen. Jatkuvasti nousevat polttoaineiden hinnat sekä huoli kasvavista hiilidioksidipäästöistä auttoivat Priuksen nousua maailman myydyimmäksi hybridiajoneuvoksi. (Breaking Energy 2014)

Toinen merkittävä tapahtuma, joka lisäsi kiinnostusta sähköisiä ajoneuvoja kohtaan, oli pienen startup-yrityksen, Tesla Motorsin, ilmoitus alkaa valmistaa sähköisiä luksusurheiluautoja, jotka kulkisivat yli 300 km yhdellä latauksella. Tesla sai valtavan lainan Yhdysvaltojen Energiaministeriöstä (DOE, Department of Energy) ja onnistuneen tuotannon takia pystyi maksamaan sen takaisin erittäin nopeasti. Nykyisin Tesla Motors on Kalifornian suurin autoteollisuuden toimija. (Breaking Energy 2014)

Teslan suosion myötä monet suuremmat autonvalmistajat aloittivat omien sähköisten autojensa tuotannon. Nissan esitteli täysin sähköisen mallinsa Leaf:in ja Chevy Volt oli ensimmäinen ladattava hybridi. Suurimmaksi ongelmaksi kasvoi latauspaikkojen vähyys, joiden määrän lisäämiseen alettiinkin panostaa suuresti. (Breaking Energy 2014)

### 2.3 Nykypäivä

Aasiassa hybridi- ja sähköautot ovat olleet suosittuja jo pitkään. Varsinkin sähköiseen joukkoliikenteeseen on panostettu yhä kasvavien päästöongelmien takia. Panostus on tuottanut tulosta ja kiinalainen yhtiö BYD Company Limited valmistikin ensimmäisen sarjatuotannossa olevan täysin sähkökäyttöisen linja-auton. Nykyisin niitä liikennöi jo satoja ympäri Kiinaa. (Ayre 2016)

Nykyään myös suurimmat eurooppalaiset autonvalmistajat ovat saaneet omien hybridiensä ja sähköautojensa tuotannon käyntiin. Peugeot, Audi, VW, Mercedes-Benz sekä BMW ovat kasvattaneet suuresti myyntiänsä viime vuosina. Sähköistä joukkoliikennettä on kokeiltu ympäri Eurooppaa, Suomessakin useissa eri kaupungeissa. Sähköautojen latauspisteitäkin on jo useita ympäri Suomea. Kaikilla isoimmilla bensa-asevilla on jo vähintään yksi tai kaksi lataustolppaa. Hyvä esimerkki Turusta on Kupittaaan Hesburger, jonka pihalla latauspisteitä on myös kaksi. Pikalataus hybridautolle kestää automallista riippuen noin 30 minuuttia.

Kankean alun jälkeen kuluttajat ovat vastaanottaneet sähkö- ja hybridautot erittäin hyvin. Suosion kasvu on ollut huimaa: vuonna 2010 sähköisten ajoneuvojen määrä maailmalla oli noin 10 000 kun taas vuonna 2015 niitä oli jo yli 700 000. (Ayre 2015)

### 3 SÄHKÖAUTO

Sähköauto kulkee pelkästään oman akustonsa virralla. Järjestelmässä on sähköinen energiavarasto ja sähkökäyttö, jolla energia muunnetaan mekaaniseksi energiaksi. Sähköautot ovat ajossa täysin päästöttömiä ja niiden päästöt riippuvat siitä millä tavalla niiden energia on tuotettu. Tällä hetkellä autot voi ladata erityisistä autolatausasemista, jolla lataaminen on nopeaa tai kotipistokkeesta, jolloin lataaminen vie kauan. Käytännössä kotona lataaminen tapahtuu aina yön aikana. Sähköauton ongelmana on ollut rajallinen toimintasäde, esimerkiksi Nissan lupaa Leaf-malliselle sähköautolleen maksimissaan 250 km matkan yhdellä latauksella. Luvattu matka on kuitenkin laskettu ihanteellisissa olosuhteissa tasaista vauhtia ajaen, joten siihen on hyvin vaikeaa päästä. (Nissan 2016)

Auto voidaan rakentaa täysin sähköisten toimilaitteiden ominaisuuksia optimoiden, tällöin auton rakenteessa ei tarvitse tehdä kompromisseja kuten hybridautojen kohdalla. Akut mahdollistavat myös energian talteenottamisen hidastuksissa muun muassa silloin kun autolla jarrutetaan. ”Sähköajoneuvon moottorin mekaaninen kytkentä voimansiirtojärjestelmään voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Kyse on siitä, että mikä on kulloisessakin käyttökohteessa tarkoituksenmukaisin rakenneratkaisu” (Hietalahti 2011). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä että moottori voidaan rakentaa jopa akselikohtaisesti tai jokaiseen ajopyörään omat moottorit. (Hietalahti 2011).

## 4 HYBRIDIAUTO

Hybridisointi tarkoittaa käytännössä yhden tai useamman voimanlähteen yhdistämistä. Yleisesti hybridissä on polttomoottorin lisäksi sähkömoottori, joista kumpikin toimii joko yksin tai yhdessä. Hybridejä on monenlaisia ja yleisimmät niistä ovat täyshybridi ja pistokehybridi. Tavallisella hybridillä voi ajaa sähköllä muutamia kilometrejä kaupunkialueella, jonka jälkeen polttomoottori ottaa vetovastuun. Samalla akut latautuvat polttomoottorin käydessä sekä jarrutusenergiaa talteen ottamalla. Pistokehybridin voi myös ladata ulkoisesta latauspisteestä, jolloin latauksen voi suorittaa esimerkiksi yön aikana. Toimintamatkaa sähköllä on pistokehybrideissä myös onnistuttu pidentämään. (Toyota, 2016)

Yhdysvaltalaisen Carnegie Mellon yliopiston tutkimuksen mukaan hybrideistä hyötyvät eniten ne, jotka ajavat enimmäkseen kaupungissa. Samalla kun hybridi puolittaa kasvihuonepäästöt niin se tulee myös noin 20 % halvemmaksi kuin bensiiniauto. Tutkimuksen mukaan valtateillä ajaminen hybridillä tulee kalliimmaksi kuin bensa-auto (Talous-sanomat 2013). Tämäkin varmasti riippuu täysin matkojen pituudesta, eikä usko, että melko yleinen 30 km työmatka, josta osa on valtatieä, vielä täysin syö hybriditeknikan etuja.

### 4.1 Sarjahybridi

Sarjahybrideissä polttomoottorin tuottama pyörimisenergia muunnetaan kokonaisuudessaan sähköenergiaksi polttomoottorin akselilla sijaitsevan generaattorin avulla. Sarjahybridissä kuormaa ajetaan vain sähkömoottorilla, jolloin polttomoottorin pyörimisnopeus on riippumaton kuorman pyörimisnopeudesta. Tämä mahdollistaa polttomoottorin optimaalisen käytön ja sen mitoittamisen keskiteholle. Rakenteen takia myös sähkömoottorin ohjaaminen on yksinkertaista. Suurin heikkous sarjahybrideissä on polttomoottorista saadun energian monivaiheinen muuntaminen, jolloin järjestelmän kokonaishyötysuhde heikkenee. Myös voimansiirto vie paljon tilaa, koska sen toteuttaminen vaatii kolme voimakonetta. Generaattori, polttomoottori ja kuorman sähkökone myös lisäävät painoa. (Hietalahti 2011).

Toisaalta rakenne mahdollistaa sähkömoottorien integroimisen ajoneuvon pyörien sisään, jolloin tilaa vievä vetoakseli voitaisiin poistaa. Tähän mennessä sarjahybridivoimansiirtoa on käytetty lähinnä raskaissa ajoneuvoissa, kuten linja-autoissa. Rakenteen edut tulevat parhaiten esiin tilanteissa, joissa kuormitus sykli vaihtelee paljon. Näin saadaan talteen paljon jarrutusenergiaa ja siksi esimerkiksi kaupungissa ajava linja-auto hyötyy voimansiirrosta eniten. Tasaisessa ajossa kokonaishyötysuhde saattaa laskea hyvinkin alhaiseksi johtuen useista energiamuunnoksista. (Hietalahti 2011).

#### 4.2 Rinnakkaishybridi

Verrattuna sarjahybridiin rinnakkaishybridissä on vain kaksi voimakonetta ja ylimääräisiä energian muunnoksia ei tarvita. Rinnakkaishybridissä tämä on mahdollista siksi, että polttomoottori ja sähkömoottori tuottavat rinnakkain mekaanista tehoa. Sähkömoottorin mekaaniselle kytkennälle on monta toteutustapaa, kuten kytkeminen hihnat tai ketjuhammaspyörien avulla tai sijoittamalla sähkömoottori polttomoottorin vauhtipyörän yhteyteen. Kompaktin kokoisen sähkömoottorin tehtävä on pääsääntöisesti avustaa esimerkiksi kiihdytyksissä ja ottaa talteen polttomoottorin tuottamaa ylimääräistä energiaa sekä varastoida jarrutuksesta saatavaa energiaa. Rakenteeltaan rinnakkaishybridi on kuitenkin monimutkaisempi kuin sarjahybridi. Vaikka voimansiirron sähköinen osa vaurioituisi, niin polttomoottori voi jatkaa toimintaansa.

#### 4.3 Jaetun tehon hybridi (ECVT, Electronic Controlled Continuously Variable Transmission)

Myös sekahybridiksi tai sähköisesti ohjatuksi portaattomaksi voimansiirroksi kutsuttu voimansiirto yhdistelee sarja- ja rinnakkaishybridin ominaisuuksia. Rakenteeltaan se on monimutkainen sekä kallis. Yleisesti jaetun tehon hybridi koostuu kahden sähkökoneen, polttomoottorin ja planeettavaihteen yhdistelmästä. ”Planeettavaihte yhdistää polttomoottorin ja sähkökoneet toisiinsa; generaattori on kytketty planeettavaihteen aurinkopyörään, polttomoottori planeetankannattimeen sekä ajomoottori kehäpyörään.” (Hietalahti, 2011). Sähkömoottorin tehtävä on tuottaa tarvittava lisämomentti ja gene-

raattorilla säädetään polttomoottorin pyörimisnopeutta. Portaaton vaihteensiirto toteutetaan kahden sähkökoneen ja planeettavaihteen yhdistelmällä. Koska kiinteävälityssuh-  
teista vaihdelaatikkoa ei ole, kuorman vääntömomentin ja pyörimisnopeuden suhteen on vapaa säädettävyys. Hyvä esimerkki jaetun tehon hybridistä on Toyotan Prius-  
mallinen henkilöauto. (Hietalahti, 2011).

## 5 EUROOPASSA MYYNNISSÄ OLEVIA SÄHKÖ- JA HYBRIDIAUTOJA

Nykyään suurimmilla eurooppalaisilla automerkeillä on myynnissä myös omat sähkö- ja hybridautonsa. Vertailuautoiksi valittiin suosituimpia sähkö- ja hybridautoja, joita on saatavilla Euroopassa.

### 5.1 Suosittuja sähköautoja

Eurooppalaisilla valmistajilla on jokaisella omat sähköautomallinsa. Vertailuun valittiin seuraavat automallit: Volkswagen e-Golf, BMW i3, Citroën C-Zero, Renault Zoe ja Nissan Leaf. Kokonaisuudessaan ostetuin sähköauto on Nissan Leaf, mutta alkuvuodesta Renaultin Zoe ohitti Leaf:in tämän hetken myydyimpänä sähköautona. Alla olevissa taulukoissa (1-3) on esitelty mallien tärkeimpiä tietoja, myyntimääriä ja sen jälkeen vertailtu autoja keskenään. Kuvassa 2. on tämän hetken suosituin sähköauto Zoe.



Kuva 1. Alkuvuoden 2016 myydyin sähköauto Euroopassa oli Renault Zoe. (Renault 2016)

Taulukko 1. Suositujen sähköautojen myyntimäärät Euroopassa vuoden 2016 kahden ensimmäisen kuukauden jälkeen. (Edelstain 2016)

<b>Malli:</b>	<b>Volkswagen e-Golf</b>	<b>BMW i3</b>	<b>Citroën C-zero</b>	<b>Renault Zoe</b>	<b>Nissan Leaf</b>
<b>Myyntimäärät:</b> (2 ensimmäistä kuukautta 2016)	<b>1500</b>	<b>1004</b>	<b>319</b>	<b>2978</b>	<b>2582</b>

Taulukko 2. Kyseisten sähköautojen perustietoja. (Auto evolution 2016b,d,f,g,h)

<b>Malli:</b>	<b>Volkswagen e-Golf</b>	<b>BMW i3</b>	<b>Citroën C-zero</b>	<b>Renault Zoe</b>	<b>Nissan Leaf</b>
Kantomatka (km)	190	200	150	150	160
Teho (kW)	85	125	49	65	80
Vääntö (Nm)	270	249	197	220	60
Auton paino (kg)	1585	1195	1120	1468	1567
Kiihtyvyys (0-100 kmh)	10,4s	7,2s	15,9s	13,5s	11,9s
Max. nopeus (kmh)	140	150	130	135	145
Tavaratila (l)	340	261	167	337	330

Taulukko 3. Kyseisten sähköautomallien mitat. (Auto evolution 2016b,d,f,g,h)

<b>Mitat:</b>	<b>Volkswagen e-Golf</b>	<b>BMW i3</b>	<b>Citroën C-zero</b>	<b>Renault Zoe</b>	<b>Nissan Leaf</b>
Pituus (mm)	4270	3998	3475	4084	4445
Leveys (mm)	1798	1775	1476	1730	1770
Korkeus (mm)	1450	1577	1608	1562	1549
Akseliväli (mm)	2631	2570	2550	2588	2690

Vertailtujen autojen tiedoista huomaa, että muut mallit paitsi C-zero ovat hyvin pitkälti samankokoisia. C-zero on suunniteltu näppäräksi cityautoksi kun taas esimerkiksi e-Golf on vain sähköinen versio jo suositusta Golf-automallista. C-zero on tarkoitettu oikeastaan pelkkään kaupunkiajoon pienikokoisuutensa ja näppäryytensä takia.

Huomionarvoista on myös lähes yhtä pitkät kantomatkat jokaisella autolla. Kantomatka akulla vaihtelee 150 kilometristä 200 kilometriin. Ilmoitetut kantomatkat ovat optimaalisia matkoja juuri täydellisessä lämpötilassa ja ajossa.

BMW pitää kiinni imagostaan ja on vertailujoukon tehokkain, nopein sekä nopeimmin kiihtyvä auto. Se on vain hieman painavampi kuin Citroenin malli, joten i3 selvästi yrittää kosiskella nopeista ja näyttävistä autoista kiinnostuneita kuluttajia. Lähes saman painon lisäksi molemmat autot ovat vain nelipaikkaisia.

Zoe, e-Golf ja Leaf on suunniteltu perinteisiksi perheautoiksi ja ne ovat hyvin samanlaisia kokoluokaltaan ja muiltakin ominaisuuksiltaan. Esimerkiksi tavaratila on näillä kolmella mallilla lähes samankokoinen. Mitoista tai varusteluista ei ole pihistelyä vaan on haluttu luoda mahdollisimman monipuolinen sähköauto.

## 5.2 Suosittuja hybridiautoja

Ladattavien hybridien myyntimäärät olivat Euroopassa vuoden 2016 kahden ensimmäisen kuukauden aikana vain hieman pienemmät kuin sähköautojen. Parhaiten myi Mitsubishiin Outlander-mallinen plug-in hybridi. Outlanderin (kuva 3.) lisäksi vertailuun otettiin sen kanssa hyvin samanlaiset ja -kokoiset BMW X5 sekä Volvo XC 90 T8. Vertailun vuoksi valitsin mukaan myös hieman kompaktimman kokoisen Audi A3 e-tronin sekä Passat GTEn joka vastaa hyvin pitkälti bensiinikäyttöistä versiotaan. Alla olevissa taulukoissa (4-6) on esitelty mallien tärkeimpiä tietoja ja niiden myyntimääriä.



Kuva 2. Alkuvuoden 2016 suosituin hybridiajoneuvo Mitsubishi Outlander. (Mitsubishi, 2016)

Taulukko 4. Suositujen ladattavien hybridien myyntimäärät Euroopassa vuoden 2016 kahden ensimmäisen kuukauden jälkeen. (Edelstain 2016)

<b>Malli:</b>	<b>Mitsubishi</b>	<b>Volkswagen</b>	<b>Volvo</b>	<b>Audi</b>	<b>BMW</b>
	<b>Outlander</b>	<b>Passat GTE</b>	<b>XC90 T8</b>	<b>A3 e-tron</b>	<b>X5</b>
<b>Myyntimäärät:</b> (2 ensimmäistä kuukautta 2016)	<b>2528</b>	<b>648</b>	<b>1282</b>	<b>1247</b>	<b>825</b>

Taulukko 5. Kyseisten autojen teknisiä tietoja. (Auto evolution 2016a,c,e,i,j)

<b>Malli:</b>	<b>Mitsubishi</b>	<b>Volkswagen</b>	<b>Volvo</b>	<b>Audi</b>	<b>BMW</b>
	<b>Outlander</b>	<b>Passat GTE</b>	<b>XC90 T8</b>	<b>A3 e-tron</b>	<b>X5</b>
Kantomatka (akulla, km)	52	50	27,5	50	21
Teho (kW)	89	115	235	110	180
Vääntö (Nm)	190	249	400	249	350
Auton paino (kg)	1845	1722	2350	1615	2205
Kulutus, yhdistetty(l/100km)	1,8	1,6	2,7	1,5	3,4
Kiihtyvyys (0-100km/h)	-	7,4s	6,4s	7,6s	6,8s
Max nopeus (km/h)	-	225	230	222	209
Tavaratila (l)	464	402	671	280	651

Taulukko 6. Kyseisten autojen mitat. (Auto evolution 2016a,c,e,i,j)

<b>Mitat:</b>	<b>Mitsubishi Outlander</b>	<b>Volkswagen Passat GTE</b>	<b>Volvo XC90 T8</b>	<b>Audi A3 e-tron</b>	<b>BMW X5</b>
Pituus (mm)	4694	4768	4950	4310	4887
Leveys (mm)	1801	1831	2009	1786	1938
Korkeus (mm)	1709	1461	1775	1425	1763
Akseliväli (mm)	2670	2791	1670	1520	2934

Autoista Outlander, XC90 ja X5 ovat isokokoisia katumaastoautoja ja näin ollen erittäin vertailukelpoisia. Kaikki ovat nelivetoisia ja niissä on iso tavaratila. Niin kutsutut ”katumaasturit” ovat olleet jo muutamia vuosia erittäin suosittuja. Esimerkiksi Volvon bensinikäyttöinen malli XC90:stä oli vuonna 2015 toiseksi suosituin keskikokoisista katumaastureista Suomessa, ja sen pienempi versio XC60 oli kokoluokassaan Euroopan myydyin malli. Suomessa katumaasturien myyntiä on kasvattanut näyttävä ulkonäkö, vaativat talviolosuhteet ja huonot tiet sekä katumaasturien ominaisuuksien tarve esimerkiksi mökkiteillä. Ajoasento on korkealla, joten autosta näkee hyvin ulos ja kokoa riittää myös perheautoksi. Outlander eroaa kilpakumppaneistaan lisäksi sillä tavalla, että siinä on kummallekin akselille oma sähkömoottori. Tämä taas mahdollistaa sen, että auto on nelivetoinen myös silloin kun ajetaan pelkällä sähköllä. (Auto evolution 2016e)

Yhdistetty kulutus pysyy kaikilla malleilla, paitsi BMW:llä, hyvinkin alhaisena. Lataus-hybrideillä yhdistetyn kulutuksen laskennassa otetaan huomioon ajomatka per lataus. Mitä pidempi ajomatka sitä pienempi on virallinen kulutustulos. Todellinen kulutus riippuu siitä miten usein akkua ladataan. Käytännössä autolla voidaan ajaa sen koko käyttöikä käynnistämättä bensamoottoria kertaakaan. Varsinkin kaupunkiajossa ja suhteellisen lyhyillä matkoilla tämä on mahdollista. Jos akkua taas ei viitsitä ladata juurikaan, niin suuri osa auton kilometreistä voidaan ajaa bensamoottorilla. Silloin auto toimisi kuten ei-ladattava hybridi, jolloin bensakulutus jäisi hieman alhaisemmaksi kuin bensaversiolla. Tällöin saataisiin kuitenkin hybriditekniikan aiheuttama kulutushyöty. Ajomatka pelkällä akulla isommilla ja tehokkaammilla autoilla (XC90 T8 ja X5) on muita autoja huomattavasti lyhyempi. Ajaminen vie enemmän tehoa myös akulta.

Muut automallit haluavat selvästi erottua massasta, mutta saksalaiset sekä samaan konserniin kuuluvat Volkswagen ja Audi ovat vain halunneet luoda sähkökäyttöisen

version jo tunnetuista sekä suosituista malleista, Passatista ja A3:sta. Suomessa varsinkin Volkswagenilla on suuri markkinaosuus, eikä ole haluttu liikaa muuttaa toimivaa mallia.

## 6 TILANNE ERI EUROOPAN MAISSA

Sähkökäyttöisten ajoneuvojen ja niiden latauspisteiden sekä erilaisten verohelpotusten tai kevennysten määrä on Euroopan maissa erisuuruinen. Kokonaisuudessaan vuonna 2015 Euroopassa myytiin 189 161 ladattavaa hybridiä tai sähköautoa joka vastaa 1,3 prosenttia kaikista uusista autoista. Kasvua vuoteen 2014 verrattuna on tullut 94 %. Hybridejä myytiin 97 985 kun taas sähköautoja 91 326 kappaletta. Pistokehybridien myynti kasvoi jopa 177 prosenttia edelliseen vuoteen verrattuna. Vuoden 2016 tavoite on vähintään 250 000 myytyä autoa. (Demandt 2016)

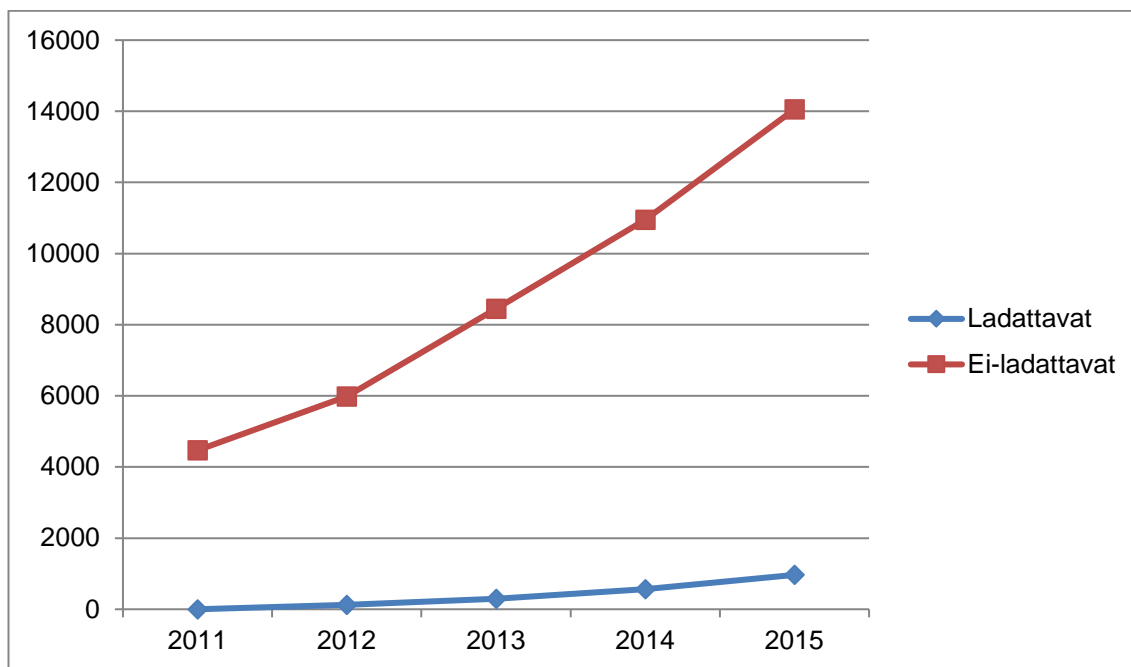
### 6.1 Suomi

Suomessa sähköisten ajoneuvojen autokannat ovat pysyneet hyvin marginaalisina, vaikka ovatkin kasvaneet viime vuosina paljon. Vuonna 2015 rekisteröitiin yhteensä 146 709 uutta autoa ja vain noin 2,5 prosenttia, eli 3767 kappaletta, oli vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivaa. Todellinen sähköisten ajoneuvojen määrä on vielä hieman pienempi, koska luku pitää sisällään myös flexifuel ja biokaasulla toimivat autot. (Trafi 2016)

Vaikka prosentuaalinen määrä onkin pieni, niin kasvua vuodesta 2014 on tullut kuitenkin lähes 40 %. Eniten vaihtoehtoisia käyttövoimia hyödyntäviä autoja ostivat nuoret sekä yritykset. Sähköautoja hankkivat eniten yritykset ja niiden osuus olikin 64 %. Suomenkin suosituin ladattava hybridi oli vuonna 2016 Mitsubishi Outlander. (Trafi 2016)

Yhteensä liikennekäytössä oli (31.3.2016) 1106 ladattavaa hybridiä. Outlanderin lisäksi kolmen kärkeen kuuluivat Toyota Prius sekä Opel Ampera. Vaikka lukema onkin pieni, niin vielä vuonna 2011 ladattavia hybridejä ei ollut liikennekäytössä lainkaan. Ladattavat hybridit ovatkin vasta viime vuosina ilmestyneet Suomeen ja perinteiset hybridit ovat olleet suosittumia kuin ladattavat. Automotive News Europe -lehden mukaan pistokehybridien myynti kasvaa koko ajan voimakkaasti ja niiden myynti ohittaa perushybridien myynnin Euroopassa jo vuonna 2019. Lehden mukaan myös kymmenen vuoden päästä niiden myynti on jo 1,2 miljoonaa kappaletta vuodessa Euroopassa. Suomessa vastaavanlaista pistokehybridisuosiota saadaan vielä tilastojen mukaan

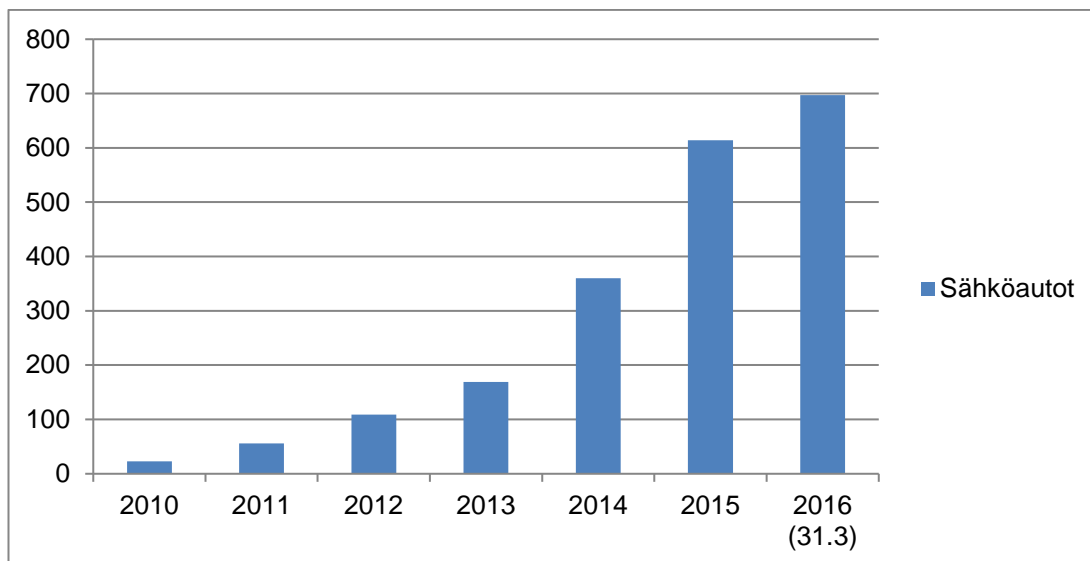
odottaa. Ladattavien ja ei ladattavien hybridien määrää Suomessa vuosina 2011–2015 on esitetty kuviossa 2.



Kuvio 2. Ladattavien ja ei ladattavien hybridien määrä Suomessa vuosina 2011–2015.

Hybridit ovat hallinneet markkinoita Suomessa alusta alkaen ja sähköautot ovat olleet lähinnä marginaalinen joukko. Jos hybridejä vuoden 2015 lopussa oli yhteensä noin 15 000, niin sähköautoja oli vain 614. Erikoista on myös se, että ladattavien hybridien kohdalla seitsemällä eri merkillä on vähintään yli 60 kappaletta oman mallistonsa autoja liikennekäytössä. Sähköautoista vain Nissan ja Tesla ylittävät kyseisen määrän. Nuo kaksi merkkiä hallitsevat suvereenisti sähköautokantaa, Nissanilla on 298 ja Teslalla 277 sähköautoa liikenteessä. Toki sähköautojen kokonaislukumääräkin on paljon pienempi, mutta pistokehybridien kohdalla kahdella merkillä ei ole samanlaista valta-asemaa.

Kun Suomessa vielä vuonna 2010 oli vain 23 sähköautoa, niin vuonna 2013 niitä oli jo 169. Kolmessa vuodessa kanta siis seitsenkertaistui. Tahti on ollut huimaa eikä hidastumista ole odotettavissa. Määrä on käytännössä kaksinkertaistunut joka vuosi. Kuviossa 3. on kuvattu sähköautojen määrää Suomessa.



Kuvio 3. Sähköautojen määrät Suomessa vuosina 2010 – 2016 (31.3. saakka).

Suomessa, samoin kuin monissa Euroopan maissa, sähkö- sekä hybridautoilla on kevyempi verotus. Pienellä verotuksella korvataan sähkö- ja hybridautojen suurempia hankintakustannuksia: sähkö- ja hybridautot voivat helposti maksaa yli 10 000 euroa enemmän kuin vastaavat bensa/dieselversiona.

Sähköautoista maksetaan alimman luokan mukainen autovero, joka on 4,4 prosenttia. Autoverolla tarkoitetaan sitä veroa, joka sisältyy uuden auton hintaan. Esimerkiksi 40 000 euroa maksavasta sähköautosta veroa on siis vain 1760 euroa. Samanhintaisesta polttomoottoriautosta, jos oletetaan että CO<sub>2</sub>-päästöt ovat 124 g/km, autoveron osuus on jo 8400 euroa. Bensiiniautoilla ei tosin ole käyttövoimaveroa, joka sähkö- ja dieselautoista pitää maksaa. Vuotuinen ajoneuvovero koostuu siis perusverosta sekä käyttövoimaverosta. Sähköauton käyttövoimaveron on kuitenkin hyvin pieni, 1,5 snt/pvä/100 kg, dieselautolla se on 5,5 senttiä. Volkswagen e-Golfilla (paino 1585 kg) käyttövoimaveron tulee vuodessa siis 109,50 euroa.

Autoveron ja käyttövoimaveron lisäksi autosta maksetaan ajoneuvoveron perusvero. Perusvero sähköautoilla vuodessa on 69,72 euroa kun uudella tavallisella henkilöautolla se on 152,57 euroa (hiilidioksidipäästöllä 124 g/km). Hybrideissä veroa keventää bensiini- ja dieselautoja pienemmät CO<sub>2</sub>-päästöt, jotka johtuvat pienemmästä kulutuksesta. Hyvänä esimerkkinä muista eduista voidaan pitää Helsingin kaupungin myöntämää 50 prosentin alennusta pysäköintimaksuista vähäpäästöisille autoille. Kriteerinä on, etteivät päästöt saa ylittää 100 g/km. (Helsingin kaupunki 2016) Täyssähköautot

luokitellaan suoraan vähäpäästöisiksi, mutta käytännössä hybridautoilla alle 100 gramman päästöihin päästään kevyesti. Varsinkin ladattavilla hybrideillä päästöt ovat yleisesti alle 50 g/km tasolla. Isojen perheautojen kokoluokkaan kuuluvalla lataushybridillä Volkswagen Passat GTE:lläkin päästöt jäävät alle 40 g/km.

## 6.2 Norja

Norja on ehdottomasti Pohjoismaiden ja Euroopan johtava sähkö- ja hybridautojen käyttömaa. Täyssähköautojen ja hybridautojen markkinaosuus on kasvanut huomasti ja se oli vuonna 2015 jo 22 prosenttia kaikista uusista autoista. Tämä tarkoittaa sitä, että Norjassa rekisteröitiin 34 455 uutta sähkö- tai hybridautoa vuonna 2015. Muut Euroopan maat eivät pääse lähellekään samanlaisia osuuksia sähköisten autojen rekisteröintitilastoja verrattaessa. Vuoden 2016 kolmen ensimmäisen kuukauden aikana osuus Norjassa kasvoi jo 24,4 prosenttiin. (Schaal 2016)

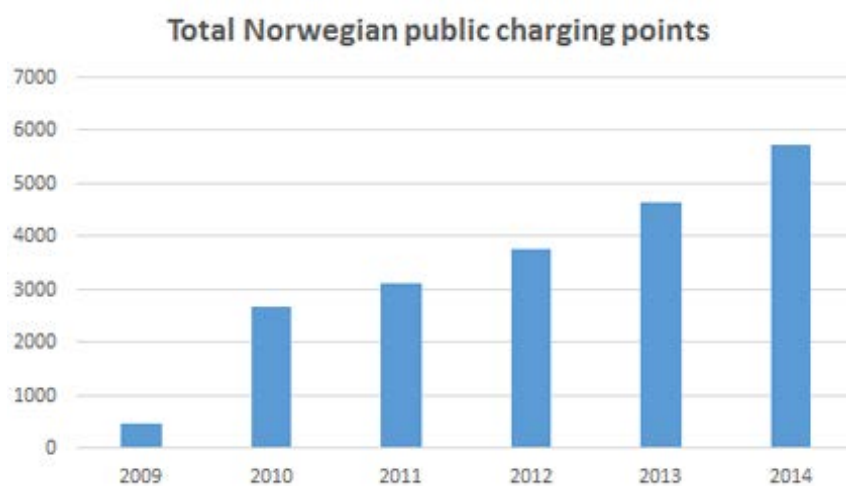
Useimmissa taulukoissa Norjassa olevia autoja ei erotella hybrideihin ja sähköautoihin vaan molemmat kuuluvat sähköisten ajoneuvojen luokkaan. Maaliskuussa Norja ylitti 100 000 rekisteröidyn ladattavan sähköisen ajoneuvon rajan. Tuosta määrästä noin 85 000 oli täyssähköautoja. Maassa siis suositaan ja kannustetaan ostamaan mieluummin sähköauto kuin ladattava hybridi. Vielä vuonna 2013 pistokehybridit eivät saaneet vastaavia etuja kuin täyssähkö. (Ayre 2016)

Suosituin malli Norjassa oli muuallakin Euroopassa menestynyt e-Golf. Sen myyntimäärä vuonna 2015 oli Norjassa 8493 kappaletta. Suurien verohelpotusten takia hintaerot bensiini/dieselautojen ja sähköautojen välillä on iso. Dieselkäyttöinen Golf maksaa Norjassa noin 35 000 euroa kun sähkökäyttöisen e-Golffin hinnaksi jää vain noin 27 800 euroa. (Schaal 2016)

Valtaisalle suosiolle on syynsä. Sähköisten ajoneuvojen ei tarvitse maksaa tietulleja eikä pysäköintimaksuja, rekisteröinti on edullista ja niillä on vapaa pääsy autolautoille. Lisäksi vuodesta 2001 alkaen arvonlisävero on sähköisille ajoneuvoille ollut 0 prosenttia. (Elbil 2016)

Päästöjen pienentämiseen ja sähköllä toimivien autojen suosion takia on tehty kovasti töitä Norjassa jo 1990-luvulta alkaen. Jo vuonna 1996 sähköautoille myönnettiin alen-

nettu vuosittainen rekisteröintimaksu. Tästä eteenpäin lähes joka vuosi on tehty joitain helpotuksia sähköautojen omistajille. Esimerkiksi vuonna 2005 myönnettiin ajo-oikeus bussikaistoille maanlaajuisesti, ja vuonna 2009 hallitus lanseerasi seitsemän miljoonan euron infrastruktuurihjelman sähköisille autoille. Ohjelman ansiosta julkisten latauspisteiden määrä on moninkertaistunut vuoden 2009 jälkeen. Alla olevassa kuviossa 4, esitetään latauspisteiden määrän muutosta Norjassa vuosina 2009–2014. (Elbil 2016)



Kuvio 4. Julkisten latauspisteiden määrä Norjassa vuosina 2009–2014. (Elbil 2016)

Tulevaisuuden tavoitteet Norjassa ovat myös kovat. Hallitus tähtää siihen, että vuoteen 2020 mennessä uusien autojen CO<sub>2</sub>-päästöt olisivat keskimäärin 85 g/km. Se on kymmenen grammaa vähemmän kuin EU:n asettama tavoite 95 g/km. Päästöjen lasku on ollut voimakasta, sillä vielä 2012 keskimääräiset päästöt olivat 130 g/km. Joidenkin arvioiden mukaan vuonna 2040 jo puolet uusista autoista olisi sähkökäyttöisiä. (Elbil 2016) (Nordicroads 2014)

### 6.3 Alankomaat

Alankomaat on yksi Euroopan maista, jotka panostavat voimakkaasti päästöjen vähentämiseen. Alankomaissa on Norjan jälkeen suurin sähköisten ajoneuvojen rekisteröinti-prosentti. Uusista autoista vuonna 2015 noin 9,6 prosenttia oli joko pistokehybridejä tai sähköautoja: 449 347 uudesta autosta siis 43 300 kappaletta. Maailmanlaajuisesti Norja ja Alankomaat ovat edelläkävijöitä. Rekisteröityjen sähköautojen prosentuaalisissa

määrissä Norja on ensimmäinen ja Alankomaat toinen. Täyssähköjen rekisteröinnissä Alankomaat jää kolmanneksi. (Dockrill 2016)

2010-luvun alussa pistokehybridit ja sähköautot eivät vielä herättäneet suurta kiinnostusta Alankomaissa. Vasta kun hallitus poisti kokonaan niiden rekisteröintimaksun sekä tiemaksut niin vuonna 2013 koettiin todellinen myyntipiikki. Alankomaissa jokaisesta autosta maksetaan arvonlisävero, maassa käytössä olevasta omasta verosta eli BPM - verosta sähköautoilijoiden ei tarvitse huolehtia. Suomeksi se on lyhenne yksityisestä moottoriajoneuvo- ja moottoripyöräverosta. Vero perustuu CO<sub>2</sub>-päästöihin joten se suosii sähköautoja mutta myös pistokehybridejä. Vuoden 2016 alusta yritystoimintaan rekisteröidyistä sähköautoista ei pitänyt maksaa lainkaan veroa kun hybrideillä se nostettiin seitsemästä prosentista 15 prosenttiin. (Shahan 2015)

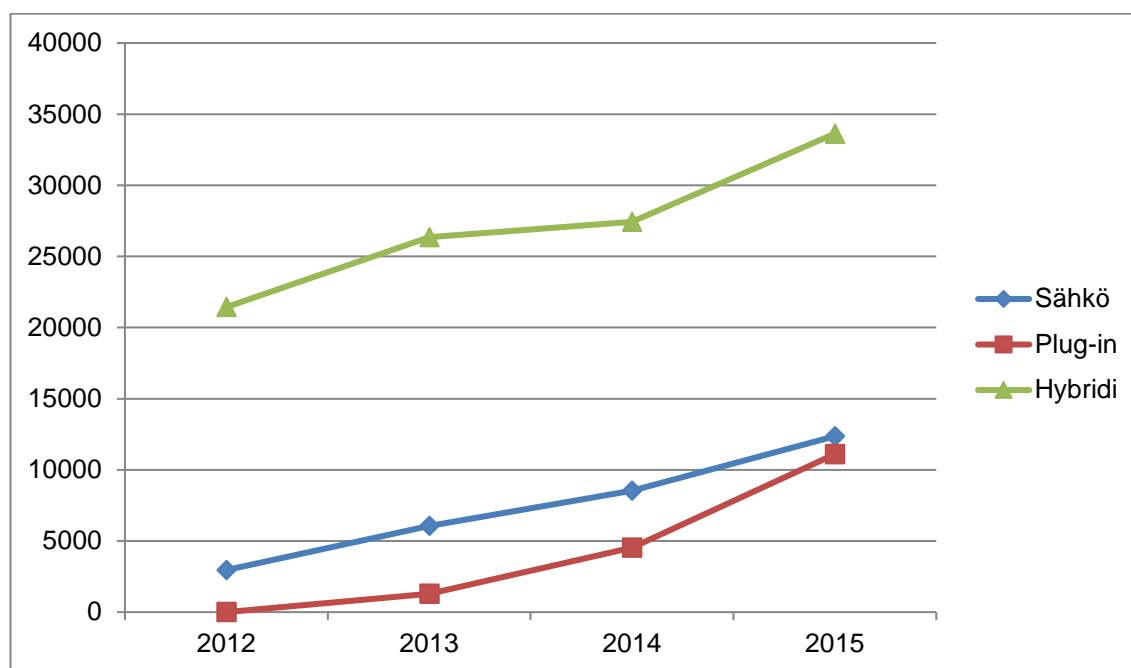
Alankomaissa hallitus suosii enemmän sähköautoja kuin hybridejä. Pistokehybridien etuja karsimalla tähdätään sähköautojen myynnin kasvuun. Hybridejä on ostettu pelkästään niille kuuluvien etujen takia ja sen jälkeen autolla on ajettu pelkästään polttomoottorilla.

Alankomaat on myös maantieteellisesti sopivan kokoinen valtio sähköautoille. Valtiolla on maksimissaan noin 160 kilometriä leveyttä. Uusien sähköautojen kantama vaihtelee 150–200 kilometriin, yhdellä latauskerralla pääset ajamaan maan länsireunasta itäreunaan. Amsterdamissa ilmansaasteita halutaan myös tosissaan vähentää. Kaupunki on jo pitkään panostanut pyöräilyyn ja sen helpottamiseen, ja nyt sähköautojen halutaan tuovan lisää helpotusta tilanteeseen. Jokainen asukas, joka haluaa sähköisen latauspisteen kadulle, jolla asuu tai työskentelee, saa pyytää sen asentamista hallitukselta. Näin asukkaan tarvitsee maksaa vain autonsa lataamisesta, mutta latauspisteen asennus ei maksa hänelle mitään. (Shahan 2015)

Tulevaisuudessa Alankomailla on jopa kovemmat tavoitteet kuin Norjalla. Parlamentissa käsiteltiin keväällä ehdotusta joka kieltäisi uusien bensiini- ja dieselautojen myynnin kokonaan alkaen vuodesta 2025. Tämä koskisi myös pistokehybridejä niissä olevien polttomoottorien takia. Laki ei kuitenkaan estäisi ajamasta vanhoja autoja loppuun. Ehdotus on hurja ja monen mielestä liian optimistinen. Alle kymmenessä vuodessa sitä tuskin tapahtuu, mutta se osoittaa kuitenkin miten innokkaita hollantilaiset ovat muuttamaan maataan päästöttömämmäksi. (Dockrill 2016)

## 6.4 Saksa

Saksa on yksi maailman isoimmista maista, jossa myös autokanta on erittäin suuri. Maassa on yli 45 miljoonaa autoa ja vain murto-osa on tällä hetkellä sähköautoja tai hybridejä. Saksassa on yleisesti luotettu dieselautoihin, kun on haluttu pienentää kasvihuonepäästöjä. Pistokehybridejä sekä sähköautoja Saksassa on tällä hetkellä yhteensä 50 000–60 000. Sähköisten ajoneuvojen markkinaosuus oli vuonna 2015 vain vaivaiset 0,4 prosenttia. Samana vuonna sähköautoja siis rekisteröitiin 12 363, pistokehybridejä 11 101 ja tavallisia hybridejä 22 499. Vastaavasti bensiiniautoja rekisteröitiin yli 1,6 miljoonaa ja dieselautoja yli 1,5 miljoonaa. Uusien rekisteröityjen autojen määrää Saksassa vuosina 2012–2015 on esitetty kuviossa 5. (Bekker 2015) (Nichols 2016)



Kuvio 5. Uudet rekisteröidyt autot Saksassa vuosina 2012–2015. (Krafftahrt-Bundesamt 2016)

Saksan hallitus on kuitenkin ryhtynyt toimiin ja sen tavoitteena onkin saada yhteensä miljoona sähkökäyttöistä autoa liikenteeseen vuoteen 2020 mennessä. Uuden kampanjan ansiosta uusien sähköautojen ostajat saavat 4 000 euroa alennusta ja hybridien ostajat 3 000 euroa. Alennuksille on budjetoitu 600 miljoonaa euroa, sen oletetaan lop-

puvan viimeistään ennen vuotta 2019. Lisäksi hallitus on varannut 300 miljoonaa tarvittavan infrastruktuurin, kuten esimerkiksi latauspisteiden rakentamiseen kaupunkeihin ja autobahnin pysähdyspaikoille. Lisäksi liittovaltion hallituksen uusiin ekonomisiin autoihin on varattu 100 miljoonaa. (Nichols 2016).

Saksalaisilla autonvalmistajilla on oman maansa markkinoilla tällä hetkellä noin 30 sähköistä ajoneuvoa ja suurin osa niistä on hybridejä. Autoteollisuus on Saksan suurimpia teollisuudenaloja, ja sillä on suuri merkitys sitoutuuko se myös hallituksen linjaan päästöjen vähentämisestä. Vuonna 2012 ei Saksassa myyty yhtäkään pistokehybridiä ja vain 2956 sähköautoa. Heikon alun jälkeen myynnit ovat kuitenkin kasvaneet vuosi vuodelta. (Kraftfahrt-Bundesamt 2016).

Saksassa ei ainakaan vielä nautita samanlaisista verokevennyksistä kuin Norjassa tai Alankomaissa. Sähköautoille ja hyvin vähäpäästöisille hybrideille on olemassa joitakin helpotuksia, mutta käytännössä suurin tuki on uutta autoa ostaessa oleva bonus, joka vähennetään hinnasta. Miljoonaan sähköautoon on vielä matkaa, mutta vastaavanlaisilla hallituksen tukemilla ohjelmilla Saksa saattaa onnistua siinä vuoden 2025 loppuun mennessä.

## 7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää ja kartoittaa ladattavien hybridien sekä sähköautojen tilannetta Euroopassa: sitä, miten paljon niitä on liikenteessä, myyntimääriä ja kuinka niiden määrät ovat viime vuosina muuttuneet.

Aluksi kerättiin tietoa hybridien ja sähköautojen perustekniikasta sekä niiden historiaa. Historian jälkeen kuvattiin niiden tekniikkaa. Sähkö- ja hybridiautojen tekniikasta löytyi hyvin tietoa myös kirjoista, vaikka suurin osa materiaalista onkin Internetistä etsittyä. Valittuja suosittuja automalleja vertailtiin keskenään jonka jälkeen vertailtiin eri maiden tilanteita.

Euroopassa sähköautot ovat yleistyneet nopeasti. Norja ja Alankomaat ovat maailmanlaajuisestikin edelläkävijöitä, ja niillä on selvä visio tulevaisuudesta, jossa sähköautot ovat markkinoiden myydyimpiä. Kahden suhteellisen pienen maan lisäksi esimerkiksi Saksa on lisännyt sähkö- ja hybridiautojensa määrää. Suuren väestö- ja automääränsä vuoksi nyt on tärkeää osoittaa, että sähköautoilla on tulevaisuus myös isommissa maissa.

Myös eri valmistajat ovat saaneet tuotantoon yhä useampia sähkö- sekä pistokehybridimalleja. Volkswagen, Volvo ja BMW ovat vain muutamia eurooppalaisia valmistajia, joilla on malleja, jotka myyvät ympäri Eurooppaa. Toistaiseksi alhaisista myyntilukemista huolimatta myynnit ovat joka vuosi moninkertaistuneet, ja jo nyt maailmalla on yli miljoona sähköistä ajoneuvoa liikenteessä. Käytännössä nämä kaikki autot on myyty ja rekisteröity viimeisen viiden vuoden aikana. Myyntimäärien odotetaan vain kasvavan tulevina vuosina.

Suomessakin vielä marginaalisessa osassa olevat pistokehybridit ja sähköautot ovat osoittaneet toimivuutensa myös kylmissä ja hankalissa olosuhteissa. Norjan ilmasto on vielä haastavampi kuin Suomen, ja siksi väitteet siitä, etteivät sähköautot toimi hankalissa olosuhteissa, ovat vääriä.

Merkittävässä roolissa on valtioiden hallitusten ja päättäjien oma halu panostaa sähköiseen ajamiseen. Jos myös muut valtiot kuin Norja ja Alankomaat aloittavat samantlaiset kampanjat, niin uskon, että sähköautot ovat tulleet jäädäkseen. Varsinkin nuoret ovat valveutuneita maailman nykytilasta ja haluavat osallistua päästöjen vähentämi-

seen. Tekniikan kehittyessä sähköautojen hinnat tulevat alenemaan, ja uskon että Suomessakin voi lähivuosina olla jo kattava latausverkosto.

## LÄHTEET

Auto evolution 2016a. AUDI A3 Sportback e-tron. Viitattu 18.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/audi-a3-sportback-e-tron-2013.html#aeng\\_audi-a3-sportback-e-tron-2013-14-tfsi-150-hp](http://www.autoevolution.com/cars/audi-a3-sportback-e-tron-2013.html#aeng_audi-a3-sportback-e-tron-2013-14-tfsi-150-hp)

Auto evolution 2016b. BMW i3. Viitattu 15.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/bmw-i3-2013.html#aeng\\_bmw-i3-2013-22-kwh-170-hp](http://www.autoevolution.com/cars/bmw-i3-2013.html#aeng_bmw-i3-2013-22-kwh-170-hp)

Auto evolution 2016c. BMW X5 (F15). Viitattu 18.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/bmw-x5-f15-2014.html#aeng\\_bmw-x5-f15-2014-xdrive40e-8at-313-hp](http://www.autoevolution.com/cars/bmw-x5-f15-2014.html#aeng_bmw-x5-f15-2014-xdrive40e-8at-313-hp)

Auto evolution 2016d. CITROEN C-Zero. Viitattu 15.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/citroen-c-zero-2010.html#aeng\\_citroen-c-zero-2010-airdream-high-line](http://www.autoevolution.com/cars/citroen-c-zero-2010.html#aeng_citroen-c-zero-2010-airdream-high-line)

Auto evolution 2016e. MITSUBISHI Outlander PHEV. Viitattu 18.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/mitsubishi-outlander-phev-2016.html#aeng\\_mitsubishi-outlander-phev-2016-20-mivec-cvt-121-hp](http://www.autoevolution.com/cars/mitsubishi-outlander-phev-2016.html#aeng_mitsubishi-outlander-phev-2016-20-mivec-cvt-121-hp)

Auto evolution 2016f. NISSAN Leaf. Viitattu 15.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/nissan-leaf-2010.html#aeng\\_nissan-leaf-2010-em61-109hp](http://www.autoevolution.com/cars/nissan-leaf-2010.html#aeng_nissan-leaf-2010-em61-109hp)

Auto evolution 2016g. RENAULT ZOE. Viitattu 15.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/renault-zoe-2013.html#aeng\\_renault-zoe-2013-65kw-88-hp](http://www.autoevolution.com/cars/renault-zoe-2013.html#aeng_renault-zoe-2013-65kw-88-hp)

Auto evolution 2016h. VOLKSWAGEN e-Golf. Viitattu 15.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-e-golf-2014.html#aeng\\_volkswagen-e-golf-2014-85-kw-115-hp](http://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-e-golf-2014.html#aeng_volkswagen-e-golf-2014-85-kw-115-hp)

Auto evolution 2016i. VOLKSWAGEN Passat GTE. Viitattu 18.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-passat-gte-2015.html#aeng\\_volkswagen-passat-gte-2015-14-tsi-6at-218-hp](http://www.autoevolution.com/cars/volkswagen-passat-gte-2015.html#aeng_volkswagen-passat-gte-2015-14-tsi-6at-218-hp)

Auto evolution 2016j. VOLVO XC90. Viitattu 18.7.2016.

[http://www.autoevolution.com/cars/volvo-xc90-2014.html#aeng\\_volvo-xc90-2014-20-t8-8at-awd-400-hp](http://www.autoevolution.com/cars/volvo-xc90-2014.html#aeng_volvo-xc90-2014-20-t8-8at-awd-400-hp)

Bart Demandt 2016. European sales 2015 EV and PHEV segments. Viitattu 28.9.2016.

<http://left-lane.com/car-sales-europe/car-sales-segments/ev-segment/>

Breaking Energy 2014. The History of the Electric Car. Viitattu 18.6.2016.

<http://breakingenergy.com/2014/09/15/the-history-of-the-electric-car/>

Elbil 2016. Norwegian EV policy. Viitattu 6.7.2016.

<http://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>

Eric Schaal 2016. The 5 countries dominating electric vehicle sales. Viitattu 8.10.2016.

<http://www.cheatsheet.com/automobiles/the-5-countries-dominating-electric-vehicle-sales.html?a=viewall>

Hietalahti, L. 2011. Sähkökäyttö- ja hybriditekniikka ajoneuvo- ja työkonetyttöön. 1. painos. Tampere: Tammertekniikka 2011.

Helsingin kaupunki 2016. Vähäpäästöisten autojen pysäköintimaksujen alennus. Viitattu 9.11.2016.

[http://www.hel.fi/www/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/pysakointi/vahapaastoisten\\_alennus](http://www.hel.fi/www/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/pysakointi/vahapaastoisten_alennus)

James Ayre 2015. Electric Car Demand Growing, Global Market Hits 740000 Units. Viitattu 10.6.2016.

<http://cleantechnica.com/2015/03/28/ev-demand-growing-global-market-hits-740000-units/>

James Ayre 2016a. Electric Bus Sales Exploding In China (2010-2015). Viitattu 7.10.2016.

<http://cleantechnica.com/2016/09/23/plug-electric-bus-sales-china-explode-2010-2015/>

James Ayre 2016b. Norway 4<sup>th</sup> country to hit 100,000 Electric car sales. Viitattu 23.6.2016.

<http://cleantechnica.com/2016/05/13/norway-4th-country-hit-100000-electric-car-sales/>

Krafftahrt-Bundesamt 2016. Neuzulassungsbarometer im Dezember 2015. Viitattu 29.9.2016.

[http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MonatlicheNeuzulassungen/2015/201512GV1monatlich/201512\\_nzbarometer/201512\\_n\\_barometer.html?nn=1129994](http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MonatlicheNeuzulassungen/2015/201512GV1monatlich/201512_nzbarometer/201512_n_barometer.html?nn=1129994)

Mitsubishi 2016. Images. Viitattu 4.7.2016

<http://www.mitsubishi-cars.co.uk/images/outlander/explore-phev/pehv-warehouse-topdown-mobile.jpg>

Nissan 2016. Leaf, toimintamatka ja lataaminen. Viitattu 5.7.2016.

<https://www.nissan.fi/ajoneuvot/henkiloautot/leaf/toimintamatka.html>

Nordic road and transport Research 2014. Reforms in vehicle registration tax can reduce CO2-emissions. Viitattu 8.10.2016

<http://nordicroads.com/reforms-in-vehicle-registration-tax-can-reduce-co2-emissions/>

Peter Dockrill 2016. The Netherlands is making moves to ban all non-electric vehicles by 2025. Viitattu 5.9.2016.

<http://www.sciencealert.com/the-netherlands-is-making-moves-to-ban-all-non-electric-vehicles-by-2025>

Renault 2016. Zoe. Viitattu 18.6.2016.

[https://www.cdn.renault.com/content/dam/Renault/UK/vehicles/b10-zoe-ph1-2012/zoe-expnav.jpg.ximg.l\\_full\\_m.smart.jpg](https://www.cdn.renault.com/content/dam/Renault/UK/vehicles/b10-zoe-ph1-2012/zoe-expnav.jpg.ximg.l_full_m.smart.jpg)

Stephen Edelstain 2016. European electric and plug-in hybrid sales for January-February 2016. Viitattu 9.10.2016.

[http://www.greencarreports.com/news/1103283\\_european-electric-and-plug-in-hybrid-sales-for-january-march-2016](http://www.greencarreports.com/news/1103283_european-electric-and-plug-in-hybrid-sales-for-january-march-2016)

Taloussanommat 2013. Vain nämä kuskit hyötyvät hybridistä. Viitattu 26.9.2016

<http://www.taloussanommat.fi/autot/2013/06/20/vain-nama-kuskit-hyotyvat-hybridista/20138720/304>

Trafi 2016. Vaihtoehtoista käyttövoimaa hyödyntävien henkilöautojen ensirekisteröinnit nousivat lähes 40 %. Viitattu 27.9.2016.

[http://www.trafi.fi/tietoa\\_trafista/ajankohtaista/3790/vaihtoehtoista\\_kayttovoimaa\\_hyodyntavien\\_henkiloautojen\\_ensirekisteroinnit\\_nousivat\\_lahes\\_40](http://www.trafi.fi/tietoa_trafista/ajankohtaista/3790/vaihtoehtoista_kayttovoimaa_hyodyntavien_henkiloautojen_ensirekisteroinnit_nousivat_lahes_40)

Zachary Shahan 2015. Dutch EV incentives – Diving in. Viitattu 10.9.2016.

<http://evobsession.com/dutch-ev-incentives-diving-in/>

Öljy- ja biopolttoaineala 2016. Liikenteen päästöt. Viitattu 27.9.2016.

<http://www.oil.fi/fi/ymparisto-paastot-ja-ilmastonmuutos/liikenteen-paastot>