

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2018

Jerry Nyberg

# SÄHKÖAUTOT SUOMESSA VUONNA 2018

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Jerry Nyberg

2018 | 29 sivua

Jerry Nyberg

## SÄHKÖAUTOT SUOMESSA VUONNA 2018

Sähköauto on tullut jäädäkseen, niin väittää moni, ja siltä ainakin vahvasti näyttää tällä hetkellä. Yhä useampi suomalainen on tullut ympäristötietoiseksi ja voisi kuvitella omistavansa sähköauton. Merkittävämmät esteet tähän ovat kuitenkin sähköauton korkea hinta ja Suomen latausverkoston puutteellisuus.

Sähköauto ei myöskään ole päästötön, vaikka moni niin kuvittelee, koska sähköauton valmistukseen kuluu enemmän energiaa kuin vastaavaan tavalliseen autoon. Myös sähköä, jota auto kuluttaa, tuotetaan jotenkin. Se, millä tavalla sähköä tuotetaan, vaikuttaa suuresti sähköautoilun ympäristöystävällisyyteen.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan sähköautojen tilannetta Suomessa yleisellä tasolla, mm. sähköautojen historiaa, sähköautojen verotusta verrattuna tavallisiin polttomoottoreilla varustettuihin autoihin, ja myös Suomen sähköautojen latausverkoston tilannetta ja tulevaisuudennäkymiä.

Opinnäytetyön lähteinä on käytetty suurilta osin Suomen Tilastokeskusta, josta löytyy tietoa Suomen energiatuotannosta ja energiankulutuksesta. Lisäksi on käytetty Trafia, josta löytyvät ajankohtaiset tiedot suomalaisesta ajoneuvokannasta ja erityyppisten ajoneuvojen verotuksesta.

### ASIASANAT:

sähköauto, latausverkosto, kasvihuoneilmiö, ilmastonmuutos.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

2018 | 29 pages

Jerry Nyberg

## THE SITUATION OF ELECTRIC CARS IN FINLAND IN 2018

The electric car has come to stay, that's at least what many think, and at this moment it seems that they are right. People are increasingly becoming aware of the environment and global warming that is happening and could imagine owning and driving an electric car. But there are still some obstacles to overcome before most normal citizens will own an electric vehicle. The biggest obstacles at this moment are the high prices of electric vehicles, and the none-existent charging network for electric cars.

Also, a lot of people imagine that the electric car is emission-free, which is of course not the case. The manufacturing of an electric car drains about 30 percent more energy than to manufacture a normal one alike. The electricity that the electric car runs on, plays a big part in how eco-friendly the car is. Electricity produced with coal pollutes a great deal more than electricity produced with wind or sun power.

In this thesis, the general situation of electric cars in Finland is reviewed, focusing on the vehicle taxes, the state-of-art of the electric charging network for electric cars, and what impact road traffic has on global warming in Finland.

The most important source of information used was Statistics Finland (Tilastokeskus), which has provided plenty of up-to-date statistics on energy production and import. Additionally, the Finnish Transport Safety Agency (Trafi) was used, providing up-to-date information on the car fleet and car taxation in Finland.

### KEYWORDS:

electric car, charging network, greenhouse effect, global warming

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 SÄHKÖAUTON HISTORIA</b>	<b>7</b>
2.1 Sähköauton syntymä	7
2.2 Sähköautojen katoaminen katukuvasta	8
2.3 Sähköautojen paluu	8
<b>3 SÄHKÖAUTOT SUOMESSA</b>	<b>11</b>
3.1 Sähköautojen määrä Suomessa	11
3.2 Sähköautojen hinnat Suomessa	12
<b>4 AUTOJEN VEROTUS SUOMESSA</b>	<b>14</b>
4.1 Autovero	14
4.2 Ajoneuvovero	14
<b>5 SÄHKÖAUTOJEN LATAUS</b>	<b>17</b>
5.1 Sähköautojen latauspisteet Suomessa	17
5.2 Tesla Supercharger -latausasemat	18
<b>6 SUOMEN SÄHKÖTUOTANTO</b>	<b>20</b>
6.1 Aurinkovoima Suomessa	21
6.2 Tuulivoima Suomessa	21
<b>7 ILMASTONMUUTOS JA LIIKENTEEN PÄÄSTÖT</b>	<b>23</b>
7.1 Ilmakehä ja kasvihuonepäästöt	23
7.2 Kasvihuoneilmiö	23
7.3 Sähköauton ympäristöystävällisyys	24
<b>8 SÄHKÖAUTOILUN TULEVAISUUS</b>	<b>26</b>
<b>9 YHTEENVETO</b>	<b>27</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>28</b>

## KUVAT

Kuva 1. William Morrisonin ensimmäinen sähköauto.	7
---	---

## KUVIOT

Kuvio 1. Sähköhenkilöautojen määrä Suomessa vuositasolla.	12
Kuvio 2. Julkisten latauspisteiden määrä Suomessa vuosina 2010-2017.	17
Kuvio 3. Nykyiset ja suunnitteilla olevat Tesla Supercharger-latausasemat.	19
Kuvio 4. Suomen sähköntuotanto energialähteittäin vuonna 2016.	20
Kuvio 5. Vuosittainen tuulivoimatuotanto Suomessa.	22

## TAULUKOT

Taulukko 1. Sähköautojen vertailu.	13
Taulukko 2. Ajoneuvovero käyttövoimittain.	15
Taulukko 3. Autojen verojen vertailua käyttövoimittain.	16

# 1 JOHDANTO

Sähköauto, ajoneuvo josta useimmat ovat kuulleet, tulee tulevaisuudessa olemaan osa jokapäiväistä elämäämme, jos ja kun mitä todennäköisimmin täyssähköautot tulevat ottamaan paikkansa tavallisten kansalaisten perusautoina. Tässä opinnäytetyössä käsitellään pääasiassa täyssähköautojen yleistä tilannetta Suomessa, mm. sähköautojen markkinatilannetta ja niiden latausverkoston tilannetta, sähköautojen markkinatilannetta Suomessa, energian riittävyyttä sähköautoiluun ja sähköauton positiivisia ja negatiivisia ympäristövaikutuksia.

Enemmin tai myöhemmin bensiini- ja dieselautot häviävät katukuvastamme, ja sähköautot ja mahdolliset muut ei-saastuttavat ja vihreällä energialla toimivat ajoneuvot korvaavat vanhanaikaisella energialla kulkevat autot. Varmuudella kukaan ei pysty sanomaan milloin tämä tapahtuu. Asia riippuu monesta tekijästä, mm. lainsäädännöstä ja autonvalmistajista.

Kasvihuoneilmiö ja ympäristöjärjestöt aiheuttavat kyllä painetta lainsäätäjille, mutta tunnetusti byrokratia on hidasta, ja hyvin harvat maat ovat ottaneet konkreettisia askeleita autokannan vaihtamiseen sähköautoihin. Monet suuret kaupungit ovat kuitenkin ryhtyneet toimenpiteisiin huonoa ilmanlaatua vastaan. Esimerkiksi Pariisi, Mexico City, Madrid ja Ateena ovat päättäneet dieselajoneuvokiellosta, joka astuu voimaan viimeistään vuonna 2025. Norjan pääkaupunki Oslo on myös laatinut asetuksen joka mahdollistaa dieselautojen liikkumisen kieltämisen määrätyillä alueilla kaupungissa, kun ilmanlaatu alittaa tietyn rajan.

Halua ja teknologiaa sähköautokannan vahvistamiseksi kyllä löytyy, ja monet eri tahot yrittävätkin vauhdittaa autokannan uusiutumista, jotta sähköautoja saataisiin nopeammin liikenteeseen, mutta löytyy muita tahoja joita idea ei innosta. Näitä ovat esimerkiksi öljy-yhtiöt, mutta nähtäväksi jää, milloin sähköautojen myynti oikeasti lähtee käyntiin eli onko kysymys vuosista vai vuosikymmenestä.

## 2 SÄHKÖAUTON HISTORIA

### 2.1 Sähköauton syntyä

Sähköauto ei ole mikään uusi keksintö, vaikka moni niin luulekin. Ensimmäisiä sähköautoja ruvettiin kehittelemään ja suunnittelemaan jo 1800-luvun alkupuolella. Ensimmäisen kunnolla toimivan sähköauton rakensi William Morrison Iowassa vuonna 1891 (kuva 1).



Kuva 1. William Morrisonin ensimmäinen sähköauto (Howstuffworks 2018).

Erityisesti Yhdysvalloissa haluttiin kovasti onnistua toimivan sähköauton valmistamisessa. Suurimmat sähköautojen valmistajat olivatkin amerikkalainen Detroit Electric ja saksalainen Porsche. Yhtiöillä oli maine laadukkaiden sähköautojen valmistamisesta, jotka olivat huomattavasti mukavampia ja vähämeluisempia kun bensiiniautot. Myös sähköautojen saasteettomuus oli iso valtti bensiini- ja höyryautoja vastaan.

Yhdysvaltojen suurimmissa kaupungeissa sähköautoja näkyi hyvin paljon katukuvassa 1900-luvun alkuvuosina, nimittäin taksiautoina. Vuonna 1900 New Yorkissa oli noin 2370 autoa, niistä 1170 höyrykäyttöisiä, 800 toimi sähköllä ja ainoastaan 400 bensiinillä. Yh-

deksän kymmenestä New Yorkin taksiautoista oli sähkökäyttöisiä siihen aikaan. Asiakaiden mielestä sähköautolla oli huomattavasti mukavampi liikkua kuin meluisella ja hai-sevalla bensiiniautolla. (Energy government 2015.)

## 2.2 Sähköautojen katoaminen katukuvasta

Sähköautojen kova suosio hiipui ensimmäisen maailmansodan aikoihin huomattavasti. Suuri syy siihen oli Henry Fordin lanseeraama T-Malli, joka iski vahvasti sähköautoja vastaan periaatteessa kaikilla osa-alueilla. Tehdasvalmistetun T-Mallin tarjonta oli hyvä ja sen hinta alhainen, eli ilmeinen valinta kalliimman sähköauton sijasta. Myös mukavuus oli samaa luokkaa sähköautojen kanssa. Vuonna 1912 bensa-auto maksoi 650 dollaria kun taas sähköauton hinta oli noin 1750 dollarilla, eli melkein kolme kertaa kalliimpi. (Energy government 2015.)

Viimeisen iskun sähköautojen katoamiselle katukuvasta, ja sinetin bensiinikäyttöisten autojen nousulle, antoi koomisesti kyllä keksintö joka toimi täysin sähköllä, nimittäin sähköinen starttimoottori, joka julkistettiin vuonna 1912. Sähköinen starttimoottori poisti kokonaan käsin toimivan käynnistyskammen tarpeen, joka oli vielä ennen starttimoottoria ainoa tapa saada auto käynnistettyä. Sähkömoottori on vieläkin tänä päivänä käytössä samalla periaatteella kuin yli 100 vuotta sitten, ja on käytössä niin autoissa kuin myös muissa ajoneuvoissa ja erityyppisissä teollisuuskoneissa. (Fordonsbolaget 2018).

Myöskin taloudellisista ja käytännöllisistä syistä 1910-luvulla oli paljon järkevämpää hankkia bensiiniauto kuin sähköauto. Bensiiniauton hinta oli karkeasti kolmasosa sähköauton hinnasta ja bensiini oli todella halpaa 1910-luvulla. Latauspisteverkostoa sähköautoille ei myöskään oikeastaan ollut ja sähköautojen toimintamatkat olivat huomattavasti lyhyempiä verrattuna bensiiniautoihin. Nämä asiat olivat pääsyy sähköautojen vähenemiseen.

## 2.3 Sähköautojen paluu

Sähköautoja ei ollut vuodesta 1935 lähtien markkinoilla käytännössä yhtään. Seuraavat elonmerkit sähköautoista nähtiin vasta 1960-luvun loppupuolella, kun Yhdysvaltojen



suurkaupunkien huono ilmanlaatu sai autonvalmistajat ja viranomaiset miettimään vaihtoehtoja bensiiniautoille, jotta päästöt vähenisivät.

Vuonna 1970 Yhdysvalloissa astui voimaan Clean Air Act, joka antoi juuri perustetulle Yhdysvaltojen ympäristösuojeluviranomaisille (EPA) lailliset oikeudet säädellä ajoneuvojen päästöjä. Ajoneuvoihin, jotka valmistettiin Yhdysvalloissa vuonna 1975, vaadittiin 90 prosentin vähennys hiilivety- (HC) ja hiilimonoksidipäästöihin (CO), verrattuna autoihin, jotka valmistettiin ennen vuotta 1970. Typenoksidipäästöjä (NO<sub>x</sub>) vaadittiin myös vähennettäväksi 90 prosenttia vuodesta 1976 lähtien valmistettuihin autoihin verrattuna niihin autoihin jotka oli valmistettu vuonna 1971 tai sitä ennen. (Meca 2018.)

Nämä vaatimukset olivat siihen aikaan kovia. Mikään autonvalmistaja ei ollut tätä ennen vakavasti miettinyt tai panostanut autojen päästöjen vähentämiseen. Tarpeeksi edistynyttä teknologiaa ei siihen aikaan vielä ollut, jotta olisi päästy vaadittuihin päästölukemiin. Autonvalmistajat olivatkin sen vuoksi aluksi todella vastahakoisia päästömuutoksien lainsäädäntöä kohtaan, teknologian kehittäminen olisi paitsi aikaa myös vaatinut huomattavia rahallisia resursseja. Lainsäätäjätkin ymmärsivät, että tarvittavaa teknologiaa ei vielä ollut saatavilla, ja säädösten voimaantuloaika lykättiin eteenpäin. Tarvittavat kehityskäsitteet teknologiassa tehtiin 1970-luvun loppupuolella, ja vuonna 1980 hiilivetypäästöstandardi (HC) tuli voimaan, vuonna 1981 hieman kevennetty typenoksidi-standardi (NO<sub>x</sub>), ja vihdoin ja viimein vuonna 1983 hiilimonoksidistandardi (CO). (Meca 2018.)

Sähkö- ja hybridautojen kehityksen tueksi laadittiin niin ikään Yhdysvalloissa vuonna 1976 säädös, nimeltään Electric and Hybrid Vehicle Research, Development, and Demonstration Act of 1976. Säädöksen tarkoituksena oli vähentää riippuvuutta öljystä ja edistää sähkö- ja hybridautojen kehitystä ja nopeuttaa niihin siirtymistä vanhanaikaisten bensiinikäyttöisten autojen sijaan. Viisivuotinen, ja 160 miljoonaa dollaria maksanut ohjelma koostui kahdesta osasta. Tutkimus- ja kehitysohjelmassa kehitettiin ja edistettiin sähkö- ja hybriditeknologiaa ajoneuvoissa, ja toisessa osassa keskityttiin sähkö- ja hybridautojen esittelyyn kansalle. Tähän laadittiin valtiollinen lainaohjelma hyvin matalalla korolla ja pitkällä takaismaksuajalla, jonka avulla yritykset ja kansalaiset voisivat hankkia itselleen sähkö- tai hybridautoja. Säädökseen lisättiin myös akkuteknologian kehittämiseen erillinen tuki, jonka arvo oli noin 10 miljoonaa dollaria. (Ford library museum 2018.)

Sähkö- ja hybridi pysyivät kuitenkin suurimmilta osin peruskansalta pimennossa aina vuoteen 1997 saakka, jolloin julkaistiin ensimmäinen nykyaikainen hybridauto, Toyota

Prius. Toyota Prius oli myöskin ensimmäinen laajamittaisesti sarjavalmistettu hybridi-auto, sitä on jo valmistettu neljässä sukupolvessa, josta viimeisin ilmestyi Suomen markkinoille vuonna 2016. (Toyota 2018.)

Toinen merkittävä tapahtuma joka toi sähköautot pysyvästi takaisin maailmankartalle, tapahtui vuonna 2006 kun yritys nimeltään Tesla Motors Elon Muskin johdolla ilmoitti aloittavansa uudenlaisen luksusauton valmistamisen, ainoana moottorivaihtoehtona sähkömoottori. Tesla on vuodesta 2007 lähtien valmistanut yli puoli miljoonaa sähköautoa, ja yritykseltä on tilauksessa noin puoli miljoonaa uutta sähköautoa. Kovan kysynnän vuoksi Tesla on vahvasti investoinut uusiin tiloihin ja tehtaan valmistuskapasiteetin parantamiseen. Huhtikuussa Teslan tehtailla valmistettiin Teslan uusinta automallia, Model 3:a noin 3000 kappaletta viikossa, tavoitteena on valmistaa 5000 uutta autoa viikossa. (Teslarati 2018.)

Sähköautojen kysyntä kasvaa kovaa vauhtia vuosi vuodelta, ja autojen latauspisteitä rakennetaan koko ajan lisää. Mitä todennäköisimmin jossain vaiheessa tulee aika, jolloin kaikki autot kulkevat täysin sähköllä ja uusiutuvalla energialla, eikä fossiilisia polttoaineita enää käytetä. Ekosysteemin puolesta olisi tietenkin suotavaa, jos tämä tapahtuisi hyvin nopeasti.

Tänään suurin osa taksiautoista on dieselkäyttöisiä, mutta tähän povataan nopeaa muutosta, kunhan sähköautojen hinnat laskevat ja latausverkosto paranee.

### 3 SÄHKÖAUTOT SUOMESSA

Täyssähköautoista ei Suomessa tavallisten kansalaisten kesken juurikaan keskusteltu ennen 2010-lukua, mutta esim. kasvihuoneilmion ja lisääntyneen ympäristötietoisuuden myötä myös kiinnostus ei-saastuttavia ajoneuvoja kohtaan on 2010-luvun aikana lisääntynyt huomattavasti. Suomen pitkät välimatkat ja sähköautojen puutteelliset latausverkot ovat myös syitä, miksi sähköautoilulla on pitkään ollut negatiivinen maine maassamme ja täyssähköautojen yleistyminen on ollut hidasta.

Suomessa on myös valmistettu sähköautoja eri tahojen toimesta. Elcat oli Suomalaisomisteinen yritys, jonka omisti energiayhtiö Fortum, joka vuonna 2001 myi yhtiön sen työntekijöille. Yhtiö valmisti 160 autoa Subarun pienpakettiautojen pohjalle. Valmistus loppui kuitenkin lyhyeen, kun mallia ei enää tuotu Eurooppaan, ja ainoat suuret asiakkaat olivat Suomen Posti ja tukholmalainen kuljetuspalvelu. (Elcat 2018.)

Myös Valmet Automotive on valmistanut sähköautoja, mm. Think City -sähköhenkilöautoja vuosina 2009-2011, kaikkiaan uudessakaupungissa valmistettiin sähköhenkilöautoja 1794 kappaletta. (Valmet automotive 2018.)

#### 3.1 Sähköautojen määrä Suomessa

Suomessa oli vuonna 2017 liikennekäytössä olevia henkilöautoja yhteensä 2 692 785 kappaletta. Tästä määrästä ainoastaan 0,05 prosenttia oli sähköhenkilöautoja. Sähköautojen määrä on kasvanut voimakkaasti 2010-luvulla, ja tulevaisuudessa teillämme liikkuu mitä luultavammin suurimmilta osin ainoastaan sähköautoja. (Trafi 2018a.)

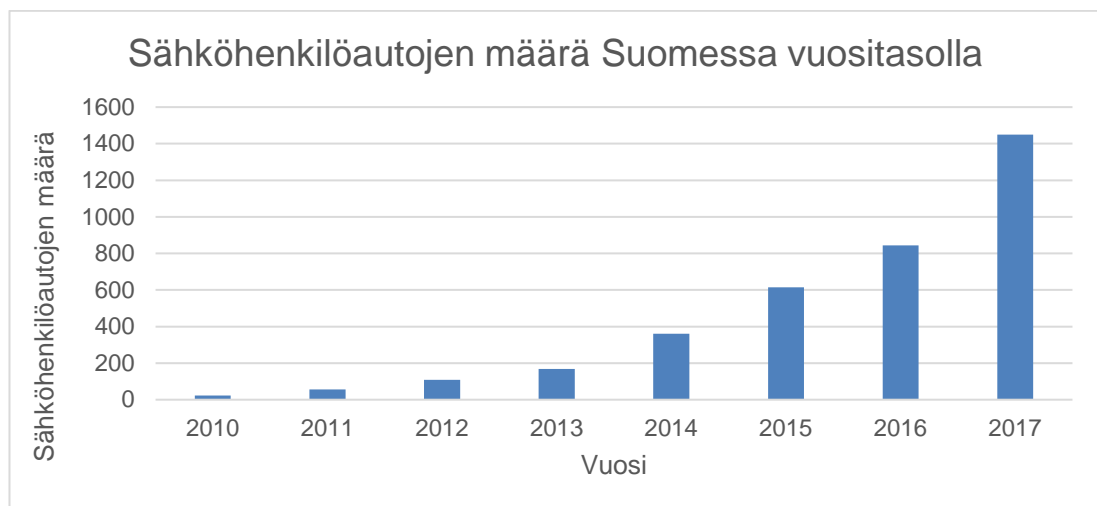
Sähkökäyttöisiä pakettiautoja oli Suomessa vuonna 2010 liikennekäytössä 74 kappaletta, eli noin kolme kertaa enemmän kuin henkilöautoja, joita oli rekisteröity liikennekäyttöön 23 kappaletta. Sähköpakettiautoista 70 eli periaatteessa kaikki, olivat Subaru-Elcat E10- ja E12- City Vaneja jotka olivat Suomen postin käytössä. Vuoden 2017 lopulla sähköisiä pakettiautoja oli Suomessa liikennekäytössä 210. Näistä 33 oli Subarun Elcat-autoja ja 143 oli Nissanin e-NV200 sähköpakettiautoja, eli nämä kaksi mallia kattoivat melkein koko Suomen sähköpakettiautokannan. (Trafi 2018a.)

Vuodesta 2010 lähtien sähköisten henkilöautojen määrä Suomessa on kasvanut keskenmäärin noin 84 prosentin vuosivauhdilla, kun Suomessa oli vuonna 2010 liikennekäytössä 23 kappaletta täyssähköautoja niin vuonna 2015 niitä oli jo 614 kappaletta.

Maaliskuussa 2018 liikennekäytössä olevia täyssähköautoja on 1658 kappaletta, eli määrä on lähes kolminkertaistunut kolmessa vuodessa, ja tahti tulee mitä luultavimmin vain kovenemaan. (Trafı 2018a.)

Suomen sähköautomarkkinat ovat hyvin pitkälti olleet samojen autonvalmistajien hallussa 2010-luvulla, Nissanin ja Teslan. Yhteensä näiden kahden yhtiön markkinaosuudet Suomessa liikennekäytössä olevista sähköhenkilöautoista olivat vuonna 2017 noin 73 %. Teslan osuus oli 45 % kun taas Nissan kaappasi Leaf-mallillaan noin 30 % markkinaosuuden. (Trafı 2018a.)

Alla olevassa kuviossa (kuvio 1) voidaan vertailla sähköhenkilöautojen määrää Suomessa vuosittain vuodesta 2010 eteenpäin.



Kuvio 1. Sähköhenkilöautojen määrä Suomessa vuositasolla. (Trafı 2018a).

### 3.2 Sähköautojen hinnat Suomessa

Täyssähköautojen hinnat ovat melkein poikkeuksetta korkeammat verrattuna vastaaviin autoihin, joiden käyttövoimana toimii bensiini tai diesel. Sähköautojen yleistyessä ja akuteknologian edistyessä sähköautojen hinnat tulevat kuitenkin mitä todennäköisimmin laskemaan huomattavasti tulevina vuosina. Monet suuret autoyhtiöt ovatkin investoineet huomattavia summia sähköautojen kehitykseen ja uusia sähköautomalleja ilmestyy jatkuvasti markkinoille, mikä taas aiheuttaa hinnan laskupaineita.

Seuraavassa taulukossa (taulukko 1) on kerätty tietoja erimerkkisistä autoista, autonvalmistajien internetsivuilta joita vertaillaan keskenään.

<b>Auto ja malli (2018)</b>	<b>Hinta alkaen Suomessa</b>	<b>Akun energiasisältö (Kilowattituntia)</b>	<b>Valmistajan ilmoittama toimintamatka</b>
BMW i3	41 829 €	34 kWh	200 km
Hyundai Ioniq electric	36 790 €	28 kWh	280 km
Nissan E-NV200	35 191 €	40 kWh	280 km
Nissan LEAF	37 900 €	40 kWh	270 km
Renault Zoe	32 355 €	41 kWh	400 km
Tesla Model X	102 630 €	75 kWh	417 km
Tesla Model S	94 500 €	75 kWh	490 km

Taulukko 1. Sähköautojen vertailu.

Taulukosta (taulukko 1) nähdään että autojen akuissa on suuria eroja energiasisällössä. Esimerkiksi Tesla Model S tarvitsee melkein kaksi kertaa suuremman akun kuin Renault Zoe, kulkeakseen saman matkan. Suurin yksittäinen syy tähän on Teslan huomattavasti suurempi massa. Teslan autot ovat myös muita kalliimpia, suuri syy tähän on Teslan tuore ilmestyminen automarkkinoille. Muilla autonvalmistajilla on huomattavasti enemmän resursseja ja kokemusta mitä he voivat hyödyntää autojen valmistuksessa.

## 4 AUTOJEN VEROTUS SUOMESSA

Autoilun verotus Suomessa voidaan karkeasti jakaa kolmeen osaan: auton ostovaiheessa kerran maksettavaan autoveroon, polttoaineveroon ja auton vuosittaiseen ajoneuvoveroon. Pääasiassa verotuksella kasvatetaan Suomen valtion kassaa, mutta verotusta on myös säädetty jatkuvasti kannustamaan vähäpäästöisien ja vähemmän kuluttavien autojen hankintaan. Alun perin autoilun verotus Suomessa oli tarkoitettu väliaikaiseksi, vuonna 1958 voimaan tullut autoverolaki jäi kuitenkin voimaan ja sitä on vuosien saatossa säädelty ja sorvattu lukuisia kertoja.

### 4.1 Autovero

Autovero on kertaluonteinen vero, joka maksetaan uudesta tai käytettynä maahan tuotavasta ajoneuvosta, ja lasketaan auton vähittäismyyntiarvosta Suomen markkinoilla. Autovero lasketaan prosenttiluvulla, joka määräytyy auton tyyppihyväksynnän mukaisesti hiilidioksidipäästöjen perusteella. Niihin vanhempiin autoihin joilla ei ole päästötietoja, mistä kyseisen prosenttiluvun voisi laskea, sovelletaan veroprosenttia, joka lasketaan auton kokonaispainon ja käyttövoiman mukaan. Autoille, joiden ainoa käyttövoima on sähkö, autovero määräytyy päästötaulukon alimman veron määrän mukaan. (Autotie 2018.)

Autoverolakia uudistettiin 1.1.2016, tarkoituksena keventää pieni- ja keskipäästöisten autojen verotusta niin että veron määrä alenee auton hiilidioksidipäästöjen mukaan 0-5,4 prosenttiyksikköä vuoteen 2019 mennessä. Uudistuksen tarkoituksena on suurilta osin vauhdittaa suomalaisten siirtymistä sähkö- ja hybridautojen pariin ja sitä kautta vähentää hiilidioksidi- ym. kasvihuonepäästöjä. (Eduskunta 2018.)

### 4.2 Ajoneuvovero

Ajoneuvovero on puolestaan vero, joka maksetaan vuosittain, mutta lasketaan päiväkohtaisesti. Aikaisemmin veron kerääminen oli liikenteen turvallisuusviraston Trafirin vastuulla, nykyään ajoneuvoveron kerää Suomen verohallinto.

Ajoneuvovero jakautuu kahteen osaan, perusosaan ja käyttövoimaveroon. Ajoneuvoveron perusosa määräytyy ajoneuvon päästötietojen perusteella, kuten myös autovero. Poikkeuksena ovat ennen vuotta 2001 rekisteröidyt autot, joiden verotus perustuu auton massaan.

Käyttövoimaveron taas kohdistuu muihin kuin bensiinikäyttöisille ajoneuvoille, esimerkiksi dieselkäyttöisille ajoneuvoille. Sähköautoille käyttövoimaveron on vuonna 2018 1,5 senttiä / päivä auton jokaiselta alkavalta 100 kilogrammalta. Seuraavassa taulukossa (taulukko 2) näkyy päivittäinen ajoneuvovero käyttövoimittain.

<b>Käyttövoima</b>	<b>Senttiä / päivä / alkava 100 kg</b>
Diesel	5,5
Sähkö	1,5
Sähkö ja moottoribensiini	0,5
Sähkö ja dieselöljy	4,9
Metaanipolttoaine	3,1
Kaasukäyttöiset pakettiautot	0,9

Taulukko 2. Ajoneuvovero käyttövoimittain. (Trafi 2018b).

Alla olevassa taulukossa (taulukko 3) vertaillaan henkilöautoja, joiden käyttöönottovuosi on 2018, ja jotka toimivat eri käyttövoimilla, joilla on eri massat, ja eri hiilidioksidipäästöarvot. Taulukosta pystytään tulkitsemaan, että käyttövoimissa on huomattavia eroja verojen loppusummaan vuosittain. Taulukossa ei ole hybridautoja mukana vertailun helpottamiseksi. Arvoista päästöarvot ja suurin sallittu kokonaismassa ovat keksittyjä, verot on laskettu päästöarvojen ja sallitun kokonaismassan perusteella Trafian verkkosivuilla. (Trafi 2018c).

Käyttövoima	CO2-päästöarvo (g)	Suurin sallittu kokonaismassa (kg)	Perusvero vuodessa (€)	Käyttövoimaverovuodessa (€)	Verot vuodessa yhteensä (€)
Sähkö	0	1200	106,21	65,70	171,91
Sähkö	0	1700	106,21	93,08	199,28
Sähkö	0	2100	106,21	114,98	221,18
Diesel	130	1200	196,74	240,90	437,63
Diesel	130	1700	196,74	341,28	538,01
Diesel	160	1700	240,90	341,28	582,17
Bensiini	130	1200	196,74	0,00	196,74
Bensiini	130	1700	196,74	0,00	196,74
Bensiini	160	1700	240,90	0,00	240,90

Taulukko 3. Autojen verojen vertailua käyttövoimittain.



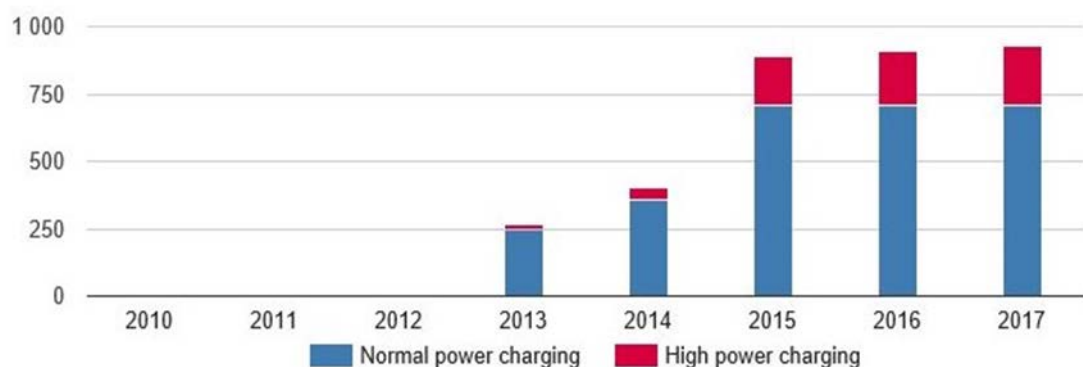
## 5 SÄHKÖAUTOJEN LATAUS

Sähköautojen latausajat voivat olla hyvinkin vaihtelevia, ja erimerkkisillä sähköautoilla voi olla isojakin eroja latausajassa. Asiat jotka pääasiassa määrittävät akun latausajan ovat latausteho, akun koko, ja akussa jäljellä olevan virran määrä. Latausteho taas riippuu taas latausaseman virrasta ja jännitteestä. Sähköauton lataus voi tapahtua joko yksivaihelatauksella (noin 230 V), tai kolmivaihelatauksella (noin 400 V).

### 5.1 Sähköautojen latauspisteet Suomessa

Sähköautojen latauspisteiden vähäinen määrä suomessa on asia, joka tuodaan usein esille, kun puhutaan sähköautoihin liittyvistä ongelmista ja esteistä. Tämä on ymmärrettävää koska erityisesti Suomessa voi joskus olla hyvinkin pitkiä välimatkoja ja sähköautolla liikkuesssa latauspisteet ovat kriittinen asia perille pääsemisen kannalta. Vuoden 2017 loppupuolella Suomessa oli noin 930 julkista sähköautojen latauspistettä, joista 706 kpl oli ns. normaalilatauspisteitä ja 223 kpl tehollatauspisteitä (European alternative fuels observatory 2017a).

Kuviossa (Kuvio 2) on kuvattu sähköautojen latauspisteiden lisääntyminen vuositasolla Suomessa vuodesta 2010 eteenpäin.

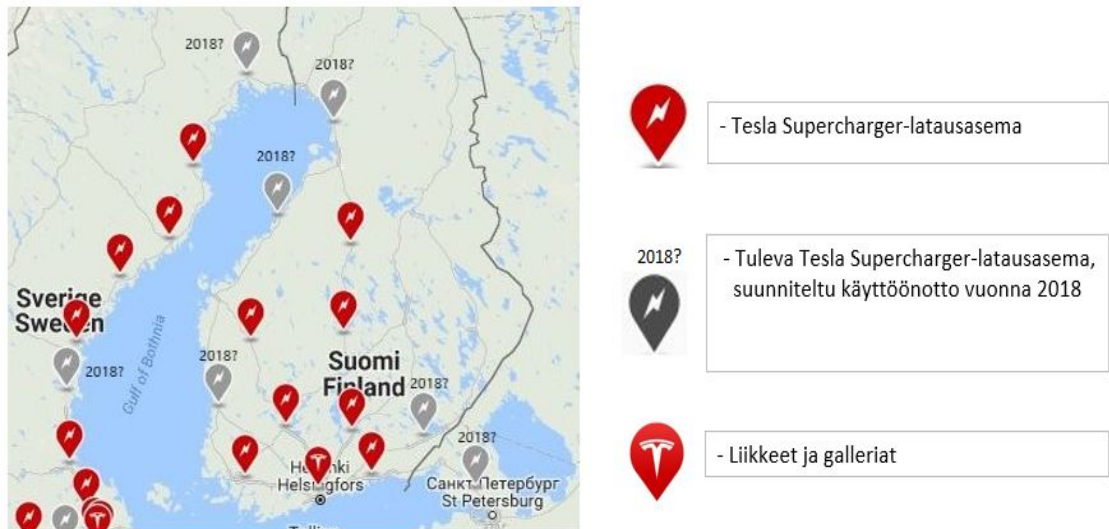


Kuvio 2. Julkisten latauspisteiden määrä Suomessa vuosina 2010-2017. (European alternative fuels observatory 2017b).

Latauspisteiden määrä Suomessa on kasvanut kovalla vuosivauhdilla siitä lähtien kun ensimmäisiä latauspisteitä ruvettiin rakentamaan. Myös tulevina vuosina latauspisteet tulevat lisääntymään kovaa vauhtia sitä mukaa kun sähköautot yleistyvät. Kaupungit ja kunnat eivät pääsääntöisesti ole itse rakentaneet latausverkostoa sähköautoille, mutta monet kaupungit ovat ottaneet vastuun latausverkoston suunnittelusta ja yhteensovittamisesta liikennejärjestelmäsuunnitelmiin. Monet suuret kaupungit ovat ottaneet sähköisen liikenteen osaksi kaupungin laajempaa tulevaisuuden kehittämissuunnitelmaa. Latausverkostoja ovat pitkälti rakentaneet energiayhtiöt, mutta myös yksityisten yritysten kiinnostus latausverkostoihin on koko ajan nousussa, myöskin taloyhtiöt ja yksityiset yritykset, jotka hallinnoivat parkkihalleja, lisäävät kovalla vauhdilla sähköautojen latauspisteiden määrää.

## 5.2 Tesla Supercharger -latausasemat

Yksi haaste liittyen sähköautoihin on niiden akkujen pitkä latausaika, erityisesti pitkillä ajomatkoille latausaika on tärkeää. Tesla on ratkaissut ongelman Supercharger-latausasemilla, joita oli vuoden 2017 lopulla noin 1130 kpl ympäri maailmaa, ja niissä kaikkiaan noin 8500 Supercharger-laturia, Suomessa asemia oli vuoden 2018 alussa seitsemän kappaletta, ja niissä yhteensä 38 Supercharger-laturia, ja ainakin neljä uutta asemaa on tarkoitus saada valmiiksi vielä vuonna 2018. Asemia on pyritty sijoittamaan tasaisesti ympäri Suomea, mutta Pohjois- ja Itä-Suomessa ei oikeastaan vielä vuoden 2018 alussa ollut ainuttakaan Tesla Supercharger-asemaa. Kuviossa (Kuvio 3) näkyvät nykyiset ja suunnitteilla olevat Tesla Supercharger-asemat (Tesla 2018.)



Kuvio 3. Nykyiset ja suunnitteilla olevat Tesla Supercharger-latausasemat. (Tesla 2018).

Asemat ovat ainoastaan tarkoitettu Tesla-autoille, mutta on kuitenkin hyvin mahdollista, että tulevaisuudessa muiden autonvalmistajien autot myös pystyvät lataamaan akkunsa Teslan supercharger-latausasemilla. Tämä olisi järkevää niin Teslalle kuin myös muille autonvalmistajille. Tesla voisi myydä latauspalveluaan muiden merkkisten sähköautojen omistajille korvausta vastaan, ja muiden autonvalmistajien ei tarvitse rakentaa omia latausverkostoja ja latausasemia.

Nykyiset Tesla-omistajat saavat ladata autonsa akun ilmaiseksi Tesla Supercharger-aseilla, mutta 15.01.2018 jälkeen ostetuille autoille vuosittainen lataus rajoitetaan 400 kWh:iin, eli noin 1500 kilometriin. Kaikki Tesla-omistajat joutuvat kuitenkin maksamaan ylimääräisen latausmaksun, jos auto seisoo liian kauan latauspisteellä akun täyttymisen jälkeen. (Tesla 2018a.)

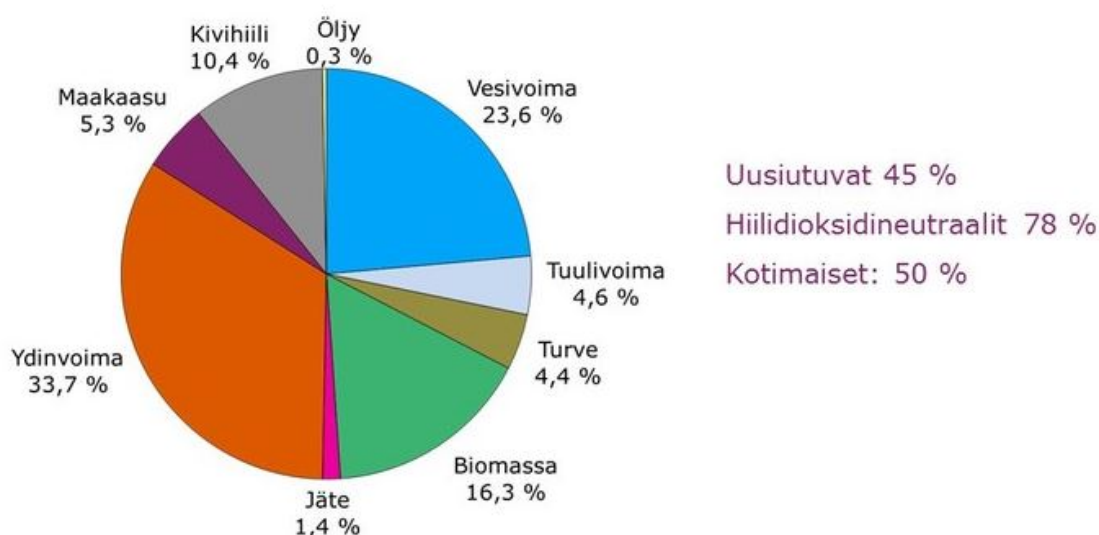
## 6 SUOMEN SÄHKÖTUOTANTO

Vuonna 2016 Suomessa tuotettiin 66,2 terawattituntia sähköä, eli 66,2 miljardia kilowattituntia (kWh), joka vastaa noin 78 % Suomen kuluttamasta sähköstä. Loput noin 19 terawattituntia sähköä tuotiin Venäjältä, Virosta ja muista Pohjoismaista. Yhteensä Suomessa käytettiin vuonna 2016 sähköä 85,1 terawattituntia, josta teollisuuden osuus oli 40 terawattituntia, eli noin 47 % Suomen sähkön kokonaiskulutuksesta. (Energiateollisuus 2017.)

Uusiutuvat energialähteet lisääntyvät vuosi vuodelta. Vuonna 2016 suomessa käytetyn sähkön kokonaistuotannosta 45 prosenttia, eli noin 29,6 terawattituntia tuotettiin uusiutuvilla energialähteillä, josta yli puolet vesivoimalla, noin kymmenesosa tuulivoimalla ja lähestulkoon koko loppuosa puuperäisillä polttoaineilla. Loput Suomessa käytetystä sähköstä tuotettiin turpeella (4 %), fossiililla polttoaineilla (17 %) ja ydinvoimalla (34 %). (Energiateollisuus 2017.)

Kuviossa (kuvio 4) näkyy Suomen sähkötuotanto energialähteittäin vuodelta 2016.

### Sähkötuotanto energialähteittäin 2016 (66,1 TWh)



Kuvio 4. Suomen sähkötuotanto energialähteittäin vuonna 2016. (Energiateollisuus 2017).

Uusiutuva energia on erityisesti 2010-luvulla kasvattanut osuuttaan energiamarkkinoista kovalla vuosivauhdilla, ja näyttää vahvasti siltä, että uusiutuvien energialähteiden kasvu tulee tulevaisuudessa ainoastaan voimistumaan. Yksi suurimmista syistä tähän buumiin on ihmisten lisääntynyt tietoisuus ilmaston lämpenemisestä ja sen vaikutuksesta planeettaamme. Myös epätietoisuus öljyn riittävydestä tulevaisuudessa antaa motivaatiota siirtyä vaihtoehtoisiin energialähteisiin jotka eivät ole riippuvaisia fossiilisista polttoaineista.

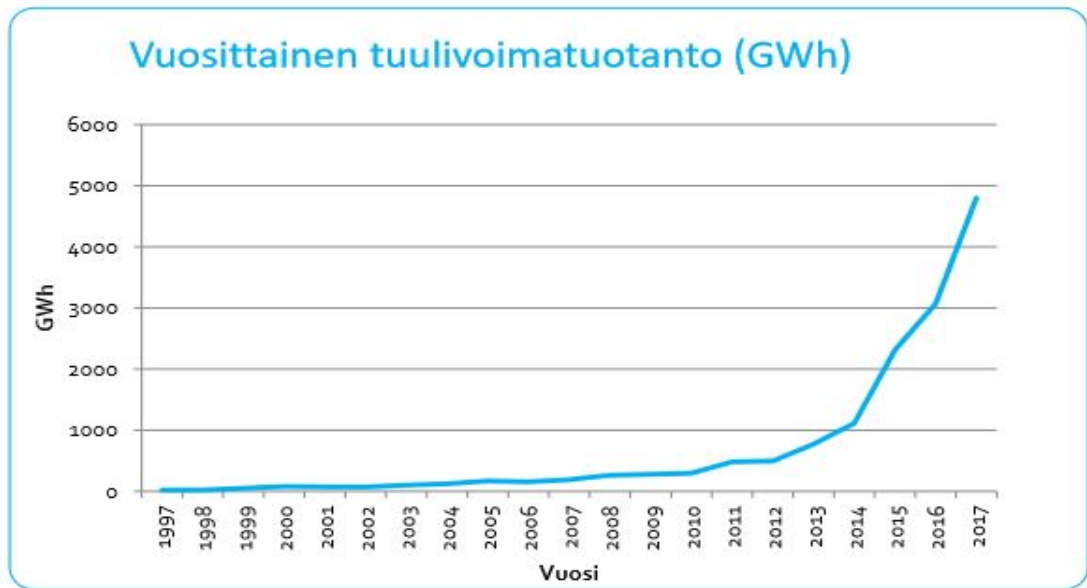
### 6.1 Aurinkovoima Suomessa

Suomessa ei ole vielä systemaattista järjestelmää, jolla voitaisiin tilastoida tuotettua aurinkoenergiaa luotettavalla tasolla, mutta Tilastokeskuksen mukaan Suomessa tuotettiin vuonna 2016 noin 18 gigawattituntia sähköä aurinkopaneeleilla. Vuonna 2013 sähköä tuotettiin aurinkovoimalla noin 6 gigawattituntia, eli kolmessa vuodessa tuotanto on kolminkertaistunut, ja lähivuosina aurinkoenergia tulee mitä luultavimmin tule lisääntymään räjähdysmäisellä vauhdilla. (Tilastokeskus 2018.)

Merkittävimmät syyt aurinkovoiman suosion kasvuun viime aikoina ovat ihmisten ympäristötietoisuuden lisääntyminen, aurinkopaneeleiden hinnanlasku ja aurinkoenergian talteenottoteknologian isot kehitysaskleet tällä vuosikymmenellä. Myös akkujen kehitys etenee kovaa vauhtia, mikä mahdollistaa ylijäämäsiähkön varastoimisen myöhempää käyttöä varten entistä paremmin. Vaihtoehtoisesti kuluttaja voi myydä tuottamansa ylijäämäsiähkön sähköyhtiön verkkoon sovittua korvausta vastaan.

### 6.2 Tuulivoima Suomessa

Tuulivoimakapasiteetti Suomessa on ollut sängen vaatimatonta esimerkiksi muihin länsimaihin verrattuna, vasta viime vuosina tuulivoimarakentaminen on Suomessa päässyt kunnolla vauhtiin niin kuin seuraavassa kuviossa (kuvio 5) näkyy. Vuosien 2014-2016 välillä tuulivoiman tuottama sähkö Suomessa lähestulkoon kolminkertaistui, niin kuin seuraavasta kuvioista näkyy, ja vuosien 2015-2016 aikana Suomeen rakennettiin 304 uutta tuulivoimalaa, jotka suurin pirtein kolminkertaistivat Suomen tuulivoimatuotannon. (Tuulivoimayhdistys 2018.)



Kuvio 5. Vuosittainen tuulivoimatuotanto Suomessa. (Tuulivoimayhdistys 2018).

## 7 ILMASTONMUUTOS JA LIIKENTEEN PÄÄSTÖT

### 7.1 Ilmakehä ja kasvihuonepäästöt

Maapallon ympärillä sijaitseva ilmakehä eli atmosfääri on noin 500 kilometriä paksu kalvo, joka muodostuu eri kaasuista. Yleisimmät kaasut ovat typpi (78 %), ja elämän kannalta tärkein, eli happi (21 %), jäljellä jäävästä prosentista suurin osa on argonia, ja loput pieniä määriä muita kaasuja, niistä hiilidioksidia ( $\text{CO}_2$ ) on ilmakehässämme noin 0,04%. (Natureskyddsforeningen 2018.)

Jotkut näistä kaasuista ovat ns. kasvihuonekaasuja, ja yksi merkittävimmistä on juuri hiilidioksidi, jota syntyy aineiden palamistuotteena, kun hiiliatomit (C) reagoivat hapen ( $\text{O}_2$ ) kanssa, esim. palaessa ja soluhengityksessä. Hiilidioksidi ei haise, ei näy, ja on myrkytön ihmisille, mutta voi suurina pitoisuuksina olla terveydelle haitallista koska se voi puhtaana kaasuna syrjäyttää hapen ja tukehduttaa ihmisen. Muita kasvihuonepäästöjä ovat mm. metaani ( $\text{CH}_4$ ), ilokaasu ( $\text{N}_2\text{O}$ , sekä Freoni, eli CFC-yhdisteet jotka muodostuvat kloorista, fluorista ja hiilestä. (Natureskyddsforeningen 2018.)

### 7.2 Kasvihuoneilmiö

Suurimmilta osin kasvihuonekaasuja syntyy itsestään luonnosta ja luonnonilmiöiden kautta, mutta sitten teollisen vallankumouksen 1700-luvulla, ihmisten yhteiskunta on ollut vahvasti mukana kasvattamassa kasvihuonekaasujen määrää. Tutkijat väittävätkin, että ilmakehässämme on tällä hetkellä enemmän kasvihuonekaasuja kuin 420 000 vuoteen, ja tämän takia maapallon kärsii nousevista lämpötiloista.

Ilmakehä toimii pitkälti kasvihuoneen tavoin, päästäen sisään auringon lämpösäteilyä, mutta estää samalla lämmön poistumisen. Tätä ilmiötä kutsutaan kasvihuoneilmiöksi. Kasvihuonekaasujen tehtävä on pyrkiä estämään lämmön häviämistä ilmakehämme ulkopuolelle. Nyt kun kasvihuonekaasut ovat tiivistyneet paksuksi kerrokseksi ilmakehässämme, lämpöä ei enää pääse karkaamaan, vaan lämpöä tulee periaatteessa ilmakehämme sisäpuolelle enemmän kuin sitä menee ulos, joka johtaa hiljaa mutta varmasti maapallon lämpötilan nousemiseen.

Seuraukset tästä ilmiöstä ovat nyt jo huomattavissa, keskilämpötilat ovat nousseet monissa maissa, sade- ja myrskyilmiöt ovat arvaamattomia ja jäätiköt sulavat kovaa tahtia,

mikä johtaa merenpinnan kohoamiseen. Monet saarivaltiot ovatkin suuressa vaarassa joutua veden alle, patoja on rakennettu ja maatasoa yritetty korottaa, mutta kukaan ei varmuudella pysty sanomaan, kuinka paljon tai kuinka kauan veden pinta nousee.

Suomessa, ja myös Euroopassa yleisesti, liikenteellä on noin 20 % osuus kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä vuonna 2017. Suomessa liikenteen synnyttämistä hiilidioksidipäästöistä suurin osa, noin 94 %, syntyy tieliikenteestä, noin 4 % vesiliikenteestä, vajaat 2 % lentoliikenteestä ja noin 0,5 rautatieliikenteestä. (Autoalan tiedotuskeskus 2018.)

### 7.3 Sähköauton ympäristöystävällisyys

Äkkiä ajateltuna sähköauto saattaa kuulostaa autolta, joka on hyvin ympäristöystävällinen eikä saastuta lainkaan, taikka eritäs kasvihuonekaasuja, mutta näin ei tietenkään ole. Sähköauton valmistamiseen kuluu useimmiten enemmän raaka-aineita ja energiaa, verrattuna tavalliseen polttomoottorilla varustettuun autoon. Myös sähköön tuotannosta aiheutuu päästöjä, tietenkin sähköön tuotantomuoto vaikuttaa asiaan huomattavasti. Jos sähkö tuotetaan polttamalla hiiltä tai vastaavaa, niin käytetyn sähköön päästöt ovat paljon suuremmat, kun jos sähkö olisi vaikka tuotettu tuuli-, vesi, tai aurinkovoimalla.

Sähköauton vertailu bensiini- tai dieselautoon ekologisesta näkökulmasta ei ole mitenkään helppoa, vaikka niin voisi äkkiseltään kuvitella. Jotta saataisiin tarkat tiedot auton valmistukseen kuluneesta energiankulutuksesta, niin meidän tarvitsisi esim. tietää mistä materiaalista / miten jokainen auton osa on valmistettu, millä tavalla osat on kuljetettu tehtaalle ja miten suuret jokaisen osan aiheuttamat päästöt ovat jne. Käytännössä ihan luotettavia numeroita on mahdotonta saada selville nykyisillä tiedoilla

Sähköauton valmistus vie yleensä noin kolmanneksen enemmän energiaa kuin vastaavan, tavallisella polttomoottorilla varustetun auton valmistus, akkujärjestelmä vie tästä ison osan. Toisaalta sähköauton käytön päästöt ovat huomattavasti vähäisemmät, kun tavallisen auton, tietenkin pitää ottaa huomioon sähköön tuotannon päästöt, jotka voivat vaihdella voimakkaasti maasta riippuen, esim. Keski-Euroopassa sähköä tuotetaan kivihiilellä, kun taas Pohjoismaissa sähkö on huomattavasti puhtaampaa.

Riippuen sähköauton valmistukseen kuluneesta energiamäärästä, niin vastaavanlaisen dieselauto voidaan kirittää päästölukemissa kiinni noin 60 000-90 000 kilometrin paikkeilla,



riippuen tietenkin molempien autojen valmistukseen kuluneesta energiasta ja dieselauton kulutuksesta. Mitä pienempi kulutus bensiini- ja dieselautoilla on, niin sitä kauemmin sähköauton kestää kiritä ne kiinni päästölukemissa. Jos huomioon otetaan polttomoottorin öljynvaihdot ja muut pakolliset huollot mitä sähköautossa ei välttämättä ole, voi olla, että sähköauto kiritä vieläkin nopeammin kiinni tavallisen.

Yleisesti ottaen niissä maissa, missä sähkö tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä, sähköautolla ajaminen on ympäristölle huomattavasti parempaa, kun tavallisella bensiini- tai dieselautolla ajaminen. Tietenkin, jos sähköautolla ei ajeta juuri mitään, niin voidaan sen hyödyt kyseenalaistaa.

## 8 SÄHKÖAUTOILUN TULEVAISUUS

Ilmastonmuutoksen kannalta parasta olisi, jos kaikki ajoneuvot kulkisivat sähköllä ja sähkö olisi tuotettu tavalla, joka ei aiheuttaisi päästöjä tai kuormittaisi luontoa turhaan. Esimerkiksi aurinko- ja tuulivoimalla tuotettu sähkö on pitkälti sellaista. Onneksemme nämä sähköntuotantomuodot ovat kovaa vauhtia yleistymässä maassamme, vaikkakin pimeä talvi aurinkovoiman mahdollisuuksia rajoittaa. Tietenkin myös ydinvoima on suhteellisen puhdasta omalla tavallaan, mutta siihen sisältyy sitten muita riskejä ja ydinjätteen varastointiongelmia.

Sähköautojen kannalta eletään kiinnostavia aikoja, esimerkiksi muutamat autonvalmistajat ovat puhuneet dieselautojen valmistuksen lopettamisesta ja niiden katoamisesta katukuvasta, tämä taas varmasti vauhdittaisi sähköautojen myyntiä ja yleistymistä. Suuri osa autonvalmistajista on myös ilmoittanut siirtyvänsä ainoastaan hybridi- ja sähköautojen valmistukseen noin parin, kolmen vuoden sisällä.

Monet valtiot ja kaupungit miettivät myös koko ajan uusia tapoja, joilla tukea ja vauhdittaa sähköautoihin siirtymistä. Suurissa kaupungeissa ilman laatu parantuisi huomattavasti, jos kaikki bensiini- ja dieselkäyttöiset ajoneuvot vaihdettaisiin sähkökäyttöisiin. Moneen maan verotus myös suosii sähköautoja, niin kuin tässä työssä olevasta taulukosta näkyy.

Sähköauto on pyörinyt pitkän aikaa mukana ihmisten historiassa, välillä hyvinkin näkyvä, ja välillä täysin unohtuneena, toivottavasti ilmaston ja myös ihmisten terveyden puolesta sähköautot tulisivat tällä kertaa jäädäkseen.

## 9 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin sähköautojen nykyhetken tilannetta Suomessa ja liikenteen vaikutusta ilmastonmuutokseen ja ympäristöön. Opinnäytetyössä käytiin läpi mm. sähköautojen historiaa, sähköautojen määrää Suomessa, erityyppisten henkilöautojen verotusta Suomessa, sähköautojen latausmahdollisuuksia Suomessa, ilmastonmuutosta ja liikenteen vaikutusta siihen.

Sähköautojen kova suosio 1900-luvun alussa on nyt toistumassa, tällä kertaa toivottavasti jäädäkseen. Ihmiset ovat entistä ympäristötietoisempia, ja ajattelevat muutenkin terveyttään ja ilmastoa aivan eri lailla kuin viime vuosisadan alussa. Näyttääkin vahvasti siltä, että sähköautot ovat palanneet pysyvästi. Ja kunhan sähköautojen hinnat vielä laskevat, ja niiden latausverkostoa saadaan rakennettua entistä laajemmaksi, niin mikään ei estä niitä ottamasta paikkaa peruskansalaisen perusautona.

Autojen verotus Suomessa suosiikin tällä hetkellä sähköautoja verrattuna bensiini- ja dieselautoihin. Valtio yrittääkin kannustaa kansalaisia ostamaan sähköautoja, jotta Suomen autokantaa saataisiin uudistettua ja liikenteen päästöjä vähennettyä.

Vaikka jokainen Suomessa käytössä oleva henkilöauto olisi sähköauto, niin jos sähköä tuotetaan esim. hiilivoimalaitoksilla tai vastaavalla, niin sähköauton positiivinen hyöty ilmastolle katoaa nopeasti. Onneksemme aurinkovoima ja tuulivoima ovat kasvattaneet osuuttaan sähköntuotannosta vuosi vuodelta. Ja niin valtio, kun yksityiset henkilöt ovat innokkaasti ruvenneet viime vuosina panostamaan aurinko- ja tuulivoimaan.

Liikenteen osuus kasvihuonepäästöistä Suomessa on noin 20 %. Jos kaikki Suomen liikenne muutettaisiin sähköiseksi, ja liikenteen kuluttama sähkö tuotettaisiin esim. aurinko ja tuulivoimalla, Suomen liikenteen aiheuttamat päästöt vähenisivät radikaalisesti.

## LÄHTEET

Autotie 2018. Autovero ja ajoneuvovero. Viitattu 24.06.2018. <http://www.autotie.fi/autovero>

Autoalan tiedotuskeskus 2018. Kasvihuonekaasut ja tieliikenteen osuus kasvihuonekaasupäästöistä. Viitattu 14.06.2018. [www.autoalantiedotuskeskus.fi/ymparisto/autoala\\_ja\\_ilmastonmuutos/liikenteen\\_vaikutus\\_ilmaston\\_muutokseen](http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/ymparisto/autoala_ja_ilmastonmuutos/liikenteen_vaikutus_ilmaston_muutokseen)

Eduskunta 2018. Autoverolain ja ajoneuvoverolain muuttaminen. Viitattu 28.05.2018 [https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/kirjasto/aineistot/kotimainen\\_oikeus/LATI/Sivut/autoverolain-ja-ajoneuvoverolain-muuttaminen.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoaeduskunnasta/kirjasto/aineistot/kotimainen_oikeus/LATI/Sivut/autoverolain-ja-ajoneuvoverolain-muuttaminen.aspx)

Elcat 2018. Elcat historia. Viitattu 17.05.2018 <http://www.elcat.fi>

Energiateollisuus 2017. Sähköntuotanto energialähteittäin 2016. Viitattu 03.04.2018 [https://energia.fi/perustietoa\\_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto](https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto)

European alternative fuels observatory 2017a. Electric vehicle charging infrastructure, overview table. Viitattu 24.01.2018 <http://www.eafo.eu/electric-vehicle-charging-infrastructure>

European alternative fuels observatory 2017b. Number of publicly accessible charging positions. Viitattu 24.01.2018 <http://www.eafo.eu/content/finland>

Ford library museum 2018. Electronic and Hybrid Vehicle Research Development and Demonstration Act of 1976. Viitattu 14.06.2018. <https://www.fordlibrarymuseum.gov/library/document/0055/1669499.pdf>

Fordonsbolaget 2018. Elbilar, från dåtid till idag. Viitattu 28.05.2018 <https://fordonsbolaget.se/elbilar/>

Howstuffworks 2018. Kuva1. William Morrisonin sähköauto. Viitattu 04.06.2018 <https://auto.howstuffworks.com/under-the-hood/auto-manufacturing/how-old-is-the-electric-car.htm>

Liikennevirasto 2017. Suomen tietilasto 2016. Viitattu 11.05.2018 [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti\\_2017-04\\_tietilasto\\_2016\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2017-04_tietilasto_2016_web.pdf)

Meca 2018. The Clean Air Act. Viitattu 10.06.2018. <http://www.meca.org/regulation/the-clean-air-act>

Naturskyddsföreningen 2018. Växthuseffekt. Viitattu 13.06.2018. <https://www.naturskyddsforeningen.se/skola/energifallet/faktablad-vaxthuseffekten>

Tilastokeskus 2018. Energia. Viitattu 16.05.2018. [https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk\\_energia.html](https://www.stat.fi/tup/suoluk/suoluk_energia.html)

Tesla 2018a. World map of Tesla-superchargers. Viitattu 25.01.2018. [https://www.tesla.com/fi\\_FI/findus#/bounds](https://www.tesla.com/fi_FI/findus#/bounds)

Teslarati 2018. Tesla 3 production. Viitattu 14.05.2018. <https://www.teslarati.com/tesla-model-3-production-ramp-3k-week/>

Toyota 2018. Toyota Prius. Viitattu 10.05.2018. <https://www.toyota.fi/autot/prius/index.json>

Trafi 2018a. Liikennekäytössä olevat sähköautot. Viitattu 28.05.2018 [https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan\\_kayttovoimatilastot/sahkokayttoiset\\_autot](https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/sahkokayttoiset_autot)

Trafi 2018b. Veron rakenne ja määrä. Viitattu 28.05.2018. [https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron\\_rakenne\\_ja\\_maara#perusvero](https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_rakenne_ja_maara#perusvero)

Trafi 2018c. Ajoneuvoverolaskurit. Viitattu 16.05.2018. [https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron\\_maksaminen/ajoneuvoverolaskurit](https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_maksaminen/ajoneuvoverolaskurit)

Tuulivoimayhdistys 2018. Tuulivoima Suomessa 2017. Viitattu 24.06.2018. [http://www.tuulivoimayhdistys.fi/filebank/1014-STY\\_-\\_Vuosiraportti\\_2017\\_23\\_1\\_.pdf](http://www.tuulivoimayhdistys.fi/filebank/1014-STY_-_Vuosiraportti_2017_23_1_.pdf)

Valmet automotive 2018. Cars manufactured. Viitattu 16.05.2018 <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/C06C13A04D7A8921C2257137004E7292?opendocument>

VTT 2018. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Viitattu 13.04.2018. <https://www.vtt.fi/>