



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SÄHKÖAUTOJEN TULEVAISUUS JA KEHITYS SUOMESSA

Lari Raiskio

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

RAISKIO, LARI:

Sähköautojen tulevaisuus ja kehitys Suomessa

Opinnäytetyö 39 sivua
Toukokuu 2018

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia sähköautojen nopeaa kehitystä ja pohtia, kuinka tarpeellista taloudellisesta näkökulmasta ja kuinka nopealla tahdilla Suomen olisi investoitava lähitulevaisuudessa sähköautoihin ja samalla rakentaa teiden varsille sähköautoille tarvittavia latauspisteitä. Tavoitteena opinnäytetyössä on luoda käsitys tulevaisuuden Suomesta seuraaville vuosikymmenille, johon kuuluu enemmän ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja, joista sähköautot tulevat olemaan merkittävä osa.

Suomen osalta sähköautojen tulo liikenteeseen on sen verran maltillinen, ettei sähköautoista ole vielä apua EU:n asettamien vuoden 2020 energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Eikä niiden käyttöön tuleminen ole edes välttämätöntä kyseisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Tämä johtuu siitä, että Suomessa on päätetty edistää enemmän biopolttoaineiden käyttöä, kuin sähköautoilua. Tilanne tulee muuttumaan huomattavasti vuoteen 2030 ja etenkin vuoteen 2050 mennessä.

Taloudellisesta näkökulmasta Suomessa ei ole tarvetta sähköautojen nopeaan kasvuun. Sähköautojen hinnat laskevat odotetusti ja niiden suorituskyvyn kehittämisessä otetaan koko ajan suuria askelia eteenpäin. Kuitenkin automäärien kasvaessa on huolehdittava siitä, että autojen lataus suoritetaan älykkäästi, jotta autot eivät lisää huipputehon tarvetta eivätkä ylikuormittaisi maan sähköverkkoja.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Option of Electric Power Engineering

RAISKIO, LARI:

The Future and the Development of Electric Cars in Finland

Bachelor's thesis 39 pages
May 2018

The purpose of this thesis is to study the rapid development of electric cars and to discuss how necessary from an economic point of view and how fast Finland should invest in electric vehicles in the near future and build the charging stations around Finland. The aim of this thesis is to create an understanding of the future of Finnish transportation for the coming decades, which includes more environmentally friendly options.

As far as Finland is concerned, the arrival of electric cars as part of Finnish transport is so restrained that electric cars do not help in achieving the EU's 2020 energy and climate targets. And is not even necessary to make electric cars available to achieve these goals. This is due the fact that Finland has decided to encourage more use of biofuels than electric cars. The situation will change significantly by 2030, and in especially by 2050.

From an economic point of view, there is no need for rapid growth in electric cars in Finland. Electric car prices are falling as expected, and their performance is constantly taking big steps forward. However, Finland must be able to keep up with the development of other countries and build a functional public network of charging stations for electric vehicles.

Key words: electric cars, future, climate policy

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	EUROOPAN UNIONIN ENERGIAPOLITIIKKA.....	6
2.1	Direktiivit ja asetukset	7
2.1.1	EU:n jakeluinfradirektiivi	11
2.2	Tutkimus- ja kehityshankkeet	12
2.3	Suomi	12
2.3.1	Sähköisen liikenteen nykytila Suomessa	15
3	SÄHKÖAUTOJEN TEKNIikka	17
3.1	Sähköautoteknologioita	17
3.1.1	Lataushybridit	17
3.1.2	Täyssähköautot.....	18
3.2	Sähköauton latausjärjestelmä.....	19
3.3	Akkuteknologia.....	20
4	LATAUSMENETELMÄT	23
4.1	Sähköauton lataustavat	23
4.1.1	Peruslataus	23
4.1.2	Hidaslataus	24
4.1.3	Pikalataus	24
4.1.4	Kevyiden sähköajoneuvojen lataus	25
4.1.5	Induktiolataus	25
4.2	Latauspistokkeet	26
4.3	Sähköajoneuvojen lataamista koskevat standardit.....	26
5	LATAAMISEN VAIKUTUKSET SÄHKÖVERKKOON.....	28
5.1	Verkkovaikutukset	28
5.1.1	Vaikutus sähkön laatuun	28
5.1.2	Verkon kuormituksen kasvun vaikutus	30
6	SÄHKÖAUTON VEROTUS JA TUET SUOMESSA.....	32
6.1	Autovero	32
6.2	Ajoneuvovero.....	32
6.3	Sähköauton hankintatuki.....	33
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	35
	LÄHTEET.....	37

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia sähköautojen kehitystä ja niiden tulemistä eri maiden markkinoille ja samalla pohtia niiden vaikutusta tulevaisuudessa erityisesti Suomen liikenteeseen. Tämä opinnäytetyö tehtiin Tampereen ammattikorkeakoululle ja työssä perehdytään yleisesti sähköautojen sekä niille tarkoitettujen latauspisteiden toimintaan ja tekniikkaan. Lisäksi työssä tarkastellaan Euroopan unionin asettamien energiapolitiittisten tavoitteiden ja päätöksien vaikutusta Suomen sähköiseen liikenteeseen.

Tärkeimpinä aiheina on kuitenkin tutkia sähköautojen nopeaa kehitystä ja pohtia, kuinka tarpeellista taloudellisesta näkökulmasta ja kuinka nopealla tahdilla Suomen olisi investoitava lähitulevaisuudessa sähköautoihin ja samalla rakentaa teiden varsille sähköautoille tarvittavia latauspisteitä. Tavoitteena opinnäytetyössä on luoda käsitys tulevaisuuden Suomesta seuraaville vuosikymmenille, johon kuuluu enemmän ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja, joista sähköautot tulevat olemaan merkittävä osa.

Johdannon jälkeen työssä kerrotaan Euroopan unionin energiapolitiikasta ja sen asettamista päätöksistä. Tämän jälkeen käsitellään teoreettisesti sähköautojen ja niihin tarvittavien latauspisteiden tekniikkaa ja rakennetta. Seuraavassa luvussa pohditaan sähköautojen vaikutusta sähköverkkoon ja sähkön kysyntään. Tämän jälkeen pohditaan sähköautojen taloudellisia vaikutuksia tavalliselle kuluttajalle. Lopuksi pohditaan saatuja tuloksia ja arvioidaan sähköautojen kehitystä ja tarpeellisuutta Suomessa.

2 EUROOPAN UNIONIN ENERGIAPOLITIikka

Euroopan unionin energiapolitiikka on tällä hetkellä valtavien haasteiden sekä muutosten edessä. Jatkuvasti Euroopan unioni kohtaa haasteita, jotka liittyvät kasvavaan energian kysyntään sekä energian saatavuuteen. Lisäksi ilmastonmuutoksesta aiheutuvat uhkakuvat lisäävät unionin haasteita. Tämän johdosta jokaisella energiapoliittisella valinnalla on suuri merkitys pyrittäessä kohti taloudellista, sosiaalisten ja ympäristöllisten tekijöiden tasapainon edellyttävää kestävästä kehitystä. Nykyään suurin osa energia- ja ilmastopoliittisista päätöksistä tehdään Euroopan unionissa. Tämän johdosta suurin osa jäsenmaiden energiaa sekä ilmastoa koskevat lainsäädännöt perustuvat aikaisemmin määriteltyyn EU-lainsäädäntöön. Tätä yhteistä energiapolitiikkaa unioni perustelee sillä, että tämän avulla pystyttäisiin vastaamaan ilmastonmuutoksen, energian toimitusvarmuuden ja Euroopan kilpailukyvyn energiasektorille tuomiin haasteisiin. (Energiateollisuus, 2016).

Tämän johdosta Euroopan unionin energiapolitiikalla on kolme päätavoitetta: kestävä kehitys, kilpailukyvyn ylläpitäminen ja energiavarmuudesta huolehtiminen. Näihin tavoitteisiin pyritään pääsemään parantamalla energiatehokkuutta, edistämällä uuden teknologian käyttöönottoa sekä hyödyntämällä paremmin uusiutuvia energialähteitä.

Keväällä 2007 Eurooppa-neuvosto eli EU:n huippukokous määritteli ns. 20/20/20-tavoitteen. Tavoitteena on siis vähentää päästöjä 20 prosenttia vuoden 1990 tasosta sekä parantaa energiatehokkuutta 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Näiden lisäksi tavoitteena olisi lisätä uusiutuvien energialähteiden käyttöä siten, että niiden osuus energian loppukäytöstä olisi 20 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Uusiutuvalla energialle on myös asetettu tavoite liikennesektorille, joka on 10 prosenttia. Nämä määritetyt tavoitteet koskevat siis kaikkia jäsenmaita mukaan lukien myös Suomea. Näiden aikaisempien tavoitteiden lisäksi EU tavoittelee myös sähkö- ja kaasusisämarkkinoiden toimivuuden tehostamista. (Energiateollisuus, 2016).

2.1 Direktiivit ja asetukset

Nykyään Eurooppa-neuvoston ilmastopolitiikkaan sekä energialainsäädäntöön koskevia päätöksiä on viety eri direktiiveihin sekä asetuksiin. Asetuksilla tarkoitetaan säädöksiä, joita jokaisen EU:n jäsenmaan on sovellettava kaikilta osin. Direktiiveissä määritellään tavoitteet, joihin kaikkien EU-maiden on yllättävä. Kuitenkin jokainen jäsenmaa saa päättää omista laeista, joilla annettu päätös toteutetaan. Seuraavassa listassa on mainittu muutamia liikennesektorin kannalta merkittävimpiä direktiivejä ja asetuksia. (Energiateollisuus, 2016).

- Direktiivi 2009/28/EY
 - uusiutuvista lähteistä peräisin olevien energian käytön edistämistä
 - 10 % uusiutuvaa energiaa liikenteessä vuonna 2020 (pakollinen vaatimus)
- Päätös 406/2009/EY
 - jäsenvaltioiden pyrkimys vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vuoteen 2020 mennessä
 - Suomen tulee vähentää liikenne, kasvihuonekaasupäästöjä 16 % vuoteen 2020 mennessä
- Asetus 443/2009/EY
 - päästönormien asettaminen uusille henkilöautoille hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi
 - uusien henkilöautojen hiilidioksidipäästöt vuoteen 2015 mennessä pudotettava keskimäärin arvoon 130 g/km
 - vuodelle 2020 tavoite 95 g/km
- Direktiivi 2009/33/EY
 - puhtaiden ja energiatehokkaiden moottoriajoneuvojen edistäminen
 - määritellään ajoneuvon elinkaaren aikaisten energia- ja ympäristövaikutukset

Kaikki edellä esitetyt määräykset ja säädökset eivät välttämättä edellytä sähköautojen käyttöönottoa. Kaikki vuoden 2020 tavoitteet voidaan saavuttaa ilman verkosta ladattavia sähköautoja. Markkinoilta löytyy jo hybridi-autoja sekä pieniä diesel-autoja, joiden päästöt alittavat halutun 95 g CO₂/km päästötason.

Kuitenkin yllä mainituissa direktiiveissä ja asetuksissa on pieniä kannustimia sähköautoille. Esimerkiksi asetuksessa 443/2009/EY on kannustin autoille, joiden hiilidioksidipäästöt alittavat 50 g/km. Tämä on siis käytännössä mahdollista kaikissa täyssähköautoissa sekä lataushybrideissä. (KOM(2010)186 lopullinen).

Edellä mainittujen määräyksien ja direktiivien lisäksi EU:n komissio on jo aloittanut vuosien 2030 ja 2050 ilmastotavoitteiden suunnittelemisen. Näiden vuosien tavoitteista sovittiin Eurooppa-neuvostossa vuonna 2014. Tavoitteet ovat

- vähintään 40 % päästövähennys vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta.
- EU-tason sitova tavoite uusiutuvan energian osuudelle 27 %.
- EU-tason ohjeellinen tavoite energiatehokkuuden parantamiselle 27 %.
- 10 % siirtoyhteystavoite vuoteen 2020 mennessä ja 15 % vuoteen 2030 mennessä.

Siirtoyhteystavoitteella tarkoitetaan sähköverkkojen yhteenliittämistä, jolloin EU:ssa tuotetusta sähköstä on mahdollisuus siirtää sähköä toisiin EU-maihin. Vuodelle 2050 neuvostossa asetettiin tavoitteeksi 80-95 % päästövähennykset vuoden 1990 tasosta. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018).

Lisäksi tekeillä on ”Low-carbon economy 2050” – tiekartan suunnitteleminen. Tiekartan tavoitteena on alustavasti vähentää päästöjä 80–95 % vuoden 1990 tasosta. (European commission, 2016). Jotta näihin tavoitteisiin päästään, se edellyttää suuria muutoksia nykyiseen tieliikenteeseen sekä se vaatisi sähkö- tai polttokennoautojen laajamittaista käyttöönottoa.

Vuonna 2010 komissio antoi tiedonannon, jossa käsitellään eurooppalaista puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen strategiaa. Tällä strategialla pyritään edistämään puhtaiden ja energiatehokkaiden (”vihreiden”) raskaiden (linja- ja kuorma-autojen) ja kevyiden ajoneuvojen (henkilö- ja pakettiautojen) sekä kaksi-, kolmi- ja nelipyörien kehittämistä ja käyttöönottoa. ”Vihreiksi” ajoneuvoiksi määritellään esimerkiksi sellaiset, jotka käyttävät käyttövoimanaan sähköä, vetyä, biokaasua tai nestemäisiä biopolttoaineita runsaasti sisältävää polttoaineseosta. Strategiassa mainitaan, että näillä ajoneuvoryhmillä olisi merkittävä panos Eurooppa 2020-strategian hyväksi. (KOM(2010)186 lopullinen).

Sähköautoista strategiassa mainitaan mm. seuraavasti:

- *Sähköajoneuvojen markkinasegmentti saattaa pysyä kapeana lähitulevaisuudessa, mutta myyntimäärien odotetaan kasvavan akkuteknologian kehittyessä. Selvityksissä on ennustettu, että akkusähköajoneuvojen osuus uusina myytävistä autoista olisi vuonna 2020 noin 1–2 prosenttia ja vuonna 2030 jo 11–30 prosenttia.*
- *Sähköajoneuvoteknologialla on huomattavaa potentiaalia puuttua radikaalilla tavalla erinäisiin haasteisiin, joita Euroopan unionilla on vastattavanaan. Niitä ovat esimerkiksi ilmaston lämpeneminen, riippuvuus fossiilisista polttoaineista, paikalliset ilmansaasteet sekä uusiutuvista lähteistä tuotetun energian varastointi ajoneuvojen akkuihin älykkäiden sähköverkkojen kautta.*
- *Täyssähköautot vaikuttaisivat lupaavimmalta vaihtoehdolta kaupunkiliikenteeseen. Taustalla on se, että niiden akut tarjoavat suhteellisen pienen toimintasäteen ja että voi olla kustannuksiin nähden kannattavampaa rakentaa latausinfrastruktuuria ensiksi kaupunkeihin. Sitä paitsi saaste- ja melupäästöjen pienentymisen sosiaaliset hyödyt, myös terveyteen liittyvät, ovat suurimmat juuri kaupunkialueilla.*

Sähköautoja pidetään siis lupaavana tulevaisuuden vaihtoehtona, mutta strategiassa lisäksi todetaan, että sähköautojen yleistymiseen liikenteessä liittyy myös haasteita. Sähköautoihin liittyvistä toimenpiteistä strategiassa on kerrottu seuraavasti:

- *Komissio huolehtii siitä, että eurooppalaista tutkimusta kohdennetaan jatkossakin vähähiilisiin polttoaineisiin sekä puhtaaseen ja energiatehokkaaseen liikenteeseen, kuten perinteisten moottorien ja sähköiseen voimansiirtoon liittyvien vaihtoehtoisten akku- ja vetyteknologioiden kehittämiseen, ja että tuissa keskitytään teemoihin, joilla on selvää EU:n tason lisäarvoa.*
- *Komissio selvittää Euroopan investointipankin kanssa tuen jatkamista tutkimus- ja innovaatiohankkeille, joilla edistetään puhtaiden ja energiatehokkaiden auto-teollisuuden tuotteiden käyttöä, tarkoituksena tukea alan muutoksen toteutumista.*
- *Komissio esittää ohjeet kuluttajille suunnattuja vihreiden autojen hankintaan rohkaisevia kannustimia varten vuonna 2010, edistää kysyntäpuolelle suunnattujen jäsenvaltioiden toimenpiteiden koordinointia ja varmistaa, että teollisuudelle koi-tuva hyöty on voimassa olevien valtioneuvostojen mukaista.*

- *Komissio ryhtyy tarkistamaan energiaverotusdirektiiviä siten, että perinteisten polttoaineiden tehokkaammalle käytölle ja siirtymiselle vaihtoehtoisten, hiilipäästöiltään vähäisempien polttoaineiden käyttöön olisi paremmat kannustimet.*
- *Komissio käynnistää vuonna 2011 EU:n laajuisen sähköön perustuvaa liikennettä esittelevän hankkeen, joka toteutetaan osana vähäpäästöisiä ajoneuvoja koskevaa eurooppalaista aloitetta ja jolla arvioidaan kuluttajien käyttäytymistä ja käyttötottumuksia ja lisätään tietoja kaiken tyyppisestä sähköön liittyvästä teknologiasta sekä testataan uusia suuntauksia sähköajoneuvoihin liittyvässä standardoinnissa; voi esittää toimia, jotka koskevat nimenomaan sellaisia kaupunkialueita, joilla ilmanlaatua mittaavat raja-arvot ovat ylittyneet pitkäaikaisesti.*

Komissio on siis varautunut edistämään sähköautojen kehitystyötä sekä niiden käyttöönottoa kokonaisvaltaisesti.

Komission lisäksi myös EU-parlamentti on käsitellyt sähköautoja ja niitä koskevia haasteita. Vuonna 2010 parlamentti antoi lauselman (European parliament, 2010), jossa sähköautoihin liittyviä haasteita luetellaan seuraavasti:

- akuista johtuva korkea hinta
- kehitystyön jatkaminen tavoitteina suorituskyvyn parantaminen ja kustannusten alentaminen
- kuluttajille hinnan, toimintamatkan ja latausajan hyväksyttäminen
- riittävä latausinfrastrukturi
- standardisointi Euroopan- sekä maailmanlaajuisesti, esimerkiksi ajoneuvon ja latausinfrastruktuurin välinen kommunikaatio
- sähköautojen well-to-wheel -päästöt

Viimeinen haaste liittyy siihen, että Euroopan tasolla sähkön tuotannossa hiilen merkitys on merkittävä. Jotta hiilidioksidipäästöjä saataisiin vähennettyä sähköautojen avulla, se edellyttäisi muutoksia sähkön tuotantorakenteeseen.

2.1.1 EU:n jakeluinfradirektiivi

Euroopan unionin direktiivi vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta eli toiselta nimeltään jakeluinfradirektiivi hyväksyttiin vuonna 2014. Jakeluinfradirektiivi edellyttää EU:n jäsenvaltioita kehittämään vuoteen 2016 mennessä kansallisen toimintasuunnitelman liikenteen vaihtoehtoisten polttoaineiden markkinoiden kehittämiseksi ja asiaan liittyvän infrastruktuurin käyttöönottamiseksi. Sähköinen liikenne kuuluu myös tähän direktiivin alueeseen. Tämän direktiivin tavoitteena on varmistaa kaikissa jäsenvaltioissa vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin rakentaminen ja samalla tätä koskevien yhtenäisten teknisten eritelmien täytäntöönpaneminen. Direktiivi määrittelee myös yhteiset periaatteet kansalliselle ajoneuvojen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkostolle, kuten sähköautojen latauspisteille. Tämän jakeluverkoston tulisi olla käytössä vuoteen 2020 mennessä. (COM(2013) 18 lopullinen).

Jakeluinfradirektiivi asettaa latauspisteiden määrille ohjeellisen tavoitteen eri jäsenmaihin. Direktiivissä on suositeltu, että sähköautojen julkisia latauspisteitä olisi vähintään yksi latauspiste kymmentä sähköistä ajoneuvoa kohden. Suomessa on arvioitu, että vuoteen 2020 mennessä sähköautoja olisi liikenteessä 20 000–40 000. Tällöin direktiivin suosituksen mukaisesti, Suomeen tarvittaisiin 2000–4000 latauspisteen verkosto. Direktiivissä ei ole asetettu yksityisille latauspisteiden määrille erillistä tavoitetta.

Julkisten latauspisteiden rakentaminen tulisi varmistaa erityisesti (TEN-T) runkoverkon varrelle, kaupunkitaajamassa, lähiöissä ja muilla tiheästi asutuilla alueilla. Direktiivin näkökulmasta sähköautojen julkinen tai puolijulkinen latauspiste täyttää direktiivin asettaman julkisen latauspisteen määritelmän. Määritelmän mukaan julkiseksi latauspisteeksi luetaan vaihtoehtoisen polttoaineen jakeluun tarkoitettu lataus- tai tankkauspiste, johon käyttäjillä on syrjimätön pääsy unionin laajuisesti. Syrjimättömään pääsyyn voi sisältyä erilaisia tunnistus-, käyttö- ja maksuehtoja.

Direktiivissä on myös määritelty latauksen standardipistokkeet, jolloin sähköauton voi ladata kaikkialla EU:ssa. Lisäksi julkisissa latauspisteissä on käytettävissä direktiivissä 2012/27/EU määriteltyjä mittausjärjestelmiä. Lisäksi jäsenvaltioiden on varmistettava, että julkisten latauspisteiden maantieteellistä sijaintia koskevat tiedot ovat avoimella tavalla kaikkien käytettävissä. (COM(2013) 18 lopullinen).

2.2 Tutkimus- ja kehityshankkeet

Vuonna 2008 EU:n talouden elvyttämiseksi Komissio esitti 200 miljardin €:n elvytyspakettia. Perusteena tälle paketille oli mm. luoda vaikeuksissa olevalle auto- ja rakennusteollisuudelle uusia kannustimia vähäpäästöisten autojen ja energiatehokkaiden rakennusten kehittämiseksi (Euroopan komissio, 2015).

Elvytyspaketin avulla perustettiin kolme public-private-partnership (PPP) -hankintamallia. PPP- mallilla tarkoitetaan hanketta, jossa yksityinen yritys vastaa julkisen hankkeen toteutuksesta kokonaisuutena ja tyypillisesti nämä sopimukset kestävät tavanomaista pidemmän ajan. Yksi näistä hankkeista on autoteollisuuden kohdistettu Green Car Initiative. Green Car Initiativen tavoitteena on tukea läpimurtoihin tähtääviin tutkimus- ja kehityshankkeita, jotka keskittyvät uusiutuvaan ja saastuttamattomaan energiaan, turvallisuuden sekä liikenteen sujuvuuteen. Henkilöautojen lisäksi Green Car Initiative keskittyy myös raskaisiin ajoneuvoihin, polttomoottoreihin, biokaasuihin sekä uusiin logistiikkaratkaisuihin. Kuitenkin tärkein kehitysalue on hybridi- ja sähköautot.

2.3 Suomi

Suomen ilmastopoliittisia tavoitteita ja linjauksia on kirjattu mm. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittiseen ohjelmaan vuosille 2009–2020 (ILPO, 2009), Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta (VNK 2009) ja Valtioneuvoston kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa (Kansallinen energia- ja ilmastostrategia, 2013). Liikenne- ja viestintäministeriön ohjelmassa tavoitteena on vuodelle 2020 mennessä vähentää liikenteen päästöjä 2,8 miljoonalla tonnilla vuoden 2020 arvioituun päästötasoon verrattuna. Ohjelmassa on lueteltu kuusi päätoimenpidettä, joiden avulla asetetut tavoitteet olisi mahdollista saavuttaa:

1. Henkilöautokantaa uudistetaan.
2. Liikenteen energiatehokkuutta parannetaan.
3. Kaupunkiseutujen henkilöliikenteen kasvu ohjataan ympäristön kannalta edullisempiin kulkumuotoihin.

4. Tietoyhteiskunta- ja viestintäpolitiikalla tuetaan Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamista.
5. Liikenteen taloudellisista ohjaukeinoista päätetään vuonna 2012.
6. Ilmastonmuutokseen sopeudutaan.

Näistä toimenpiteistä tärkein on autokannan uudistaminen, jonka avulla voitaisiin saavuttaa jopa 2,1–2,4 miljoonan tonnin päästövähennykset. Tässä liikenne- ja viestintäministeriön suunnitelmassa on oletettu, että nämä päästövähennykset saavutettaisiin perinteisellä ajoneuvotekniikalla ja vasta vuoden 2020 jälkeen alkaisivat sähköautot yleistymään liikenteessä. Jotta näihin asetettuihin päästötavoitteisiin päästäisiin, autokannan tulisi vuodesta 2009 eteenpäin uudistua vuosittain noin 150 000 uuden myydyin auton verran. Kuitenkin vuoteen 2015 mennessä vuosittaiset henkilöautojen myyntiluvut ovat liikenteen turvallisuusviraston mukaan jääneet keskimäärin 110 000 myytyyn autoon. Tästä voidaan päätellä, että liikenne- ja viestintäministeriön asettamista päästötavoitteista tullaan todennäköisesti hieman jäämään.

Vuoden 2009 valtioneuvoston tulevaisuuden selonteossa esitetään visioita vuodelle 2050 ja siitä eteenpäin. Selonteon mukaan pitkällä aikavälillä yksi lupaavimmista keinoista päästöjen vähentämiseksi olisi autokannan sähköistäminen (VNK, 2009). Sähköautojen käyttöönotosta todetaan seuraavaa:

”Sähköautojen nopea käyttöönotto edellyttää julkisen vallan toimia. Taloudellisella ohjauksella voidaan sähköautojen hankinta tehdä nykyistä houkuttelevammaksi. T&K-rahituksella voidaan edistää teknologian kehittämistä ja yritysten ja kaupunkien kumppanuuksilla lataus- tai akkujenvaihtoverkon rakentamista. Käynnistämällä ripeästi pilottihankkeita Suomi voi olla eturintamassa ja hyödyntää saatuja kokemuksia vientimarkkinoilla. Vuoteen 2050 mennessä autokanta ehtii uusiutua useamman kerran, joten edellytykset päästöttömiin ajoneuvoihin siirtymiselle ovat olemassa.”

Selonteossa myös otetaan kantaa aiemmin mainituista EU:n päästötavoitteista ja mainitaan, että pitkällä aikavälillä tavoitteena olisi porrastettuna päästä lähes päästöttömään tieliikenteeseen. Tärkeimmät tekijät tämän tavoitteen saavuttamiseksi ovat moottoritekniologia, sähköautot ja biopoltoaineet. Tieliikenteen päästöttömyyteen on myös asetettu numeraalisia tavoitteita:

”Suomessa asetetaan suuntaa antavaksi tavoitteeksi, että henkilöautokannan suorat ominaispäästöt ovat vuonna 2030 enintään 80–90 g CO₂/km. Tästä päästöjen tulee edelleen laskea niin, että ne ovat enintään 50–60 g vuonna 2040 ja 20–30 g vuonna 2050. Tavoitteisiin lasketaan päästöt fossiilisten polttoaineiden käytöstä liikenteessä, kun taas autoissa käytetyn sähkön ja biopolttoaineiden päästöt lasketaan niiden tuotannon taseisiin. Myös sähkön ja biopolttoaineiden tuotannon päästöjä tulee vähentää määrätietoisesti.”

Kuten aiemmin jo mainittiin, että vuoden 2030 tavoitetaso pystytään saavuttamaan tavallisia fossiilisia polttoaineita käyttävillä autoilla, mutta taso 20–30 g/km edellyttää sähköistystä tai biopolttoaineiden käyttöä.

Suomi onkin päättänyt edetä biopolttoaineissa EU:n vaatimuksia nopeammin ja vuonna 2010 eduskunta hyväksyi hallituksen esityksen biopolttoaineiden jakeluelvoitelain muutoksesta (Finlex, 2010).

Muutetun lain mukaan Suomessa biopolttoaineiden jakeluelvoite on vuoteen 2014 mennessä 6,0 %, jonka jälkeen velvoitetta nostetaan vuosittain tasaisesti. Vuoteen 2020 ja siitä eteenpäin jakeluelvoite on 20,0 %. Prosenttiluvut tarkoittavat biopolttoaineiden energiaosuutta kokonaismäärästä.

Eduskunta on siis päättänyt edistää sähköautojen sijaan biopolttoaineiden käyttöä Suomessa. Tälläkin päätöksellä päästään ilman sähköautoja vuoden 2020 asetettuihin uusiutuvan energian tavoitteisiin. Sähköautoille ei ole esitetty vastaavaa ohjelmaa, eikä niiden käyttöönoton edistämiseen ole toistaiseksi olemassa strategiaa.

Valtioneuvoston vuoden 2013 kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa päivitettiin vuonna 2008 valmistuneen pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Vuoden 2008 strategiassa pääpaino oli linjauksissa vuoteen 2020 ja niiden edellyttämissä toimenpiteissä. Linjaukset olivat pääosin samansuuntaisia kuin aiemmin esitetyssä ILPO:ssa. Vuoden 2013 päivitettyssä strategiassa keskeisenä tavoitteena on varmistaa vuodelle 2020 asetettujen tavoitteiden onnistuminen sekä valmistella EU:n asettamia pitkän aikavälin energia- ja ilmastotavoitteita (Kansallinen energia- ja ilmastostrategia, 2013).

Sähköautoista strategiassa mainitaan seuraavasti:

”Laaditaan suunnitelma vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuurin laajuudesta riittävän kattavuuden aikaansaamiseksi. Toimitaan määrätietoisesti etenkin meriliikennettä ja jatkossa kenties myös raskasta liikennettä palvelevan LNG-infrastruktuurin aikaansaamiseksi Suomeen. Huolehditaan sähköautojen latausinfrastruktuurin syntymisestä mm. huomioimalla asia rakentamismääräyksissä ja rakentamisessa.”

Voidaan siis huomata, että sähköautojen suurempaan käyttöön aletaan varautua, mutta olettamuksena olisi, että tämä tapahtuisi vasta vuoden 2020 jälkeen.

Uusi energia- ja ilmastostrategia julkaistiin vuoden 2016 lopulla. Strategiassa linjataan konkreettisia toimia ja tavoitteita, joilla Suomi saavuttaa EU:ssa sovitut energia- ja ilmastotavoitteet vuoteen 2030 ja etenee johdonmukaisesti kohti kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä 80-95 prosentilla vuoteen 2050 mennessä. Strategian mukaan Suomi luopuisi pienin poikkeuksin kivihiilen energiakäytöstä. Liikenteen biopolttoaineiden osuus nostettaisiin 30 prosenttiin sekä otettaisiin käyttöön 10 prosentin bionesteen sekoitusvelvoite työkoneissa sekä lämmityksessä käytettävään kevyeen polttoöljyyn. Tavoitteena olisi vähintään 250 000 sähkökäyttöistä ja 50 000 kaasukäyttöistä autoa liikenteessä vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi sähkömarkkinoita kehitetään alueellisella sekä eurooppalaisella tasolla. Sähkön kysynnän ja tarjonnan joustavuutta sekä ylipäänsä järjestelmätason energiatehokkuutta aiotaan lisätä. Lisäksi vuosille 2018-2020 valmistellaan teknologia-neutraalit tarjouskilpailut, joiden pohjalta myönnetään tukea kustannustehokkaalle uusiutuvan energiaan perustuvalla uudella sähköntuotannolla. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017).

2.3.1 Sähköisen liikenteen nykytila Suomessa

Sähköisten ajoneuvojen sekä julkisten latauspisteiden lukumäärä on selvässä kasvussa Suomessa. Liikenteen turvallisuusviraston Trafín mukaan vuoden 2017 lopulla olisi Suomessa liikennekäyttöön rekisteröity ladattavia hybridihenkilöautoja 5729 kappaletta ja sähköhenkilöautoja 1449 kappaletta. (Trafí, 2017). Sähköautojen sekä ladattavien hybridien ensimmäisten mallien julkinen myynti aloitettiin keväällä vuonna 2012. Sähköautojen julkisia latausasemia oli keväällä 2017 274 kappaletta, joissa oli yhteensä 785 latauspistettä. (Sähköinen liikenne, 2017).

Suomessa vuonna 2017 oli liikennekäyttöön rekisteröity siis 1449 sähköhenkilöautoa. Näistä huomattavasti kaksi yleisintä autonvalmistajaa olivat Tesla Motors sekä Nissan. Näitä kahden merkin sähköautoja on Suomessa useampi sata, kun seuraavaksi suosituimpien sähköautomerkkien Renaultin ja Volkswagenin sähköautomäärä jää huomattavasti alle sadan. Näiden kahden suosituimman autonvalmistajan yleisimmät käytössä olevat mallit ovat Tesla Model S, joita liikenteessä liikkui vuoden lopussa 523 kappaletta sekä Nissan Leaf, joita liikenteeseen oli rekisteröity 389 kappaletta. (Trafi, 2017).

Tämän hetkisestä tilanteesta nähdään, että autokannan uudistuminen on vielä hyvin hidaista verrattuna esimerkiksi muihin Pohjoismaihin. Suomen osuus kaikista Pohjoismaiden sähköautoista on vain muutama prosentti. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että Suomessa ei ole vielä tehokkaita kannustimia sähköauton ostoon. Kuitenkin latausverkoston puolesta Suomella on jo erinomaiset edellytykset sähköautoilulle. Pohjoismaisessa vertailussa erityisesti Etelä-Suomen latausverkosto on jo hyvin kattava suhteessa käytössä olevien sähköautojen määrään.

3 SÄHKÖAUTOJEN TEKNIikka

Viime vuosina markkinoille on tullut useita eri autonvalmistajien sähköverkosta ladattavia automalleja. Tämän johdosta voidaan olettaa, että ajoneuvoliikenteen sähköistyminen on jo edennyt pitkälle. Kuitenkin aiemmin mainittuihin vuoden 2020 päästötavoitteisiin liittyen sähköajoneuvojen merkitys on vielä hyvin vähäinen. Todennäköisesti pidemmällä aikavälillä tilanne muuttuu ja sähköajoneuvot yleistyvät liikenteessä huomattavasti. Kuitenkin ennen täyssähköautojen yleistymistä voidaan huomata, että ensimmäiseksi ladattavista sähköajoneuvoista on yleistynyt ladattavat hybridautot. Näiden autojen myynti kasvaa voimakkaasti ja on arvioitu, että ladattavat hybridautot ohittavat perushybridin myynnissä jo vuonna 2019. Suuren myynnin kasvun voidaan olettaa johtuvan muutamien suurien autovalmistajien kuten BMW:n, Volvon sekä Volkswagenin uusien hybridimallien tulosta markkinoille. Tämä onkin erinomainen askel kohti pelkällä sähkömoottorilla varustettujen autojen yleistymistä liikenteessä.

3.1 Sähköautoteknologioita

3.1.1 Lataushybridit

Markkinoilta löytyy erilaisia hybriditekniikoita, joiden yhteisenä tavoitteena on vähentää autojen polttoaineen kulutusta. Yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa vain jarrutusenergian talteenottoa, mutta nykyään hybridautot hyödyntävät ajettaessa pelkästään sähkömoottoria tai sähkö- ja polttomoottoria. Viimeisimpänä hybriditekniikana henkilöautoihin ovat tulleet lataushybridit. Näiden autojen akusto voidaan ladata suoraan sähköverkosta. Tämän johdosta osa näiden autojen kuluttamasta energiasta on siis peräisin sähköverkon kautta toimitetusta sähköstä. (Nylund, 2011).

Lataushybrideille löytyy kuitenkin kaksi kilpailevaa teknologiaa markkinoilla: sarja- ja rinnakkaishybriditekniikat sekä näiden molempien yhdistelmät. Sarjahybrideissä ajaminen tapahtuu kokonaan sähköllä, mutta akuston latauksessa käytettyä generaattoria pyöritetään polttomoottorilla. Rinnakkaishybrideissä ajaminen voi tapahtua sekä sähköettä polttomoottorilla. Lataushybridien akusto on mitoitettu niin, että siihen mahtuvan

sähkövarauksen avulla voidaan ajaa osa jokapäiväisestä ajosta. Näiden autojen päästöt ja polttoaineen kulutukset saadaan pieniksi eikä päästövähennys vaikuta merkittävästi niiden toimintasäteeseen. Kun autojen akuston koko saadaan vielä pidettyä pienenä ja hinnat alhaisina, niin näiden etujen ansiosta oletuksena on, että lataushybridien määrä kasvaa liikenteessä lähitulevaisuudessa nopeammin kuin täyssähköautojen määrä. (Nylund, 2011).

3.1.2 Täyssähköautot

Täyssähköautot saavat nimensä mukaisesti käyttövoimansa vain sähköstä. Tämän johdosta niissä käytetään paljon suurempia akustoja kuin lataushybrideissä, jotta niiden toimintasäde saataisiin mahdollisimman pitkäksi. Koska käyttövoimana toimii vain sähkö, saadaan autoista jopa täysin päästöttömiä, mutta se aiheuttaa myös paljon ongelmia. Suurimpana ongelmana toimii kehittymätön akkuteknologia. Jotta täyssähköautolla päästäisiin riittävään toimintasäteeseen, se edellyttää tällä hetkellä suuria, painavia sekä kalliita akustoja. Akkuteknologia ottaa kokoajan suurempia askeleita eteenpäin, mutta tämän hetken tilanteen johdosta olettamuksena on, että lataushybridit ehtivät yleistymään ensimmäisenä liikenteessä. Näistä ongelmista huolimatta osa suurista autonvalmistajista ovat tuoneet omat täyssähköautonsa markkinoille.

Täyssähköautoissa keskeisimmät komponentit ovat akusto, sähkömoottori, moottorin ohjausjärjestelmä sekä akuston laturi. Autoihin tarkoitettu energia otetaan laturin kautta auton omaan energiavarastoon. Tehoelektroniikkaa ja sen ohjausta käytetään sähköenergian käsittelyyn, jotta energia saataisiin akustosta moottorin käyttämään muotoon ja samalla auton jarrutuksessa takaisin akustoon. Tämän hetkinen tekniikka tarjoaa täyssähköautolle tavalliseen perheautoon verrattavan kiihtyvyyden sekä liikenteeseen riittävän huippunopeuden, mutta tarvittava toimintasäde jää vielä melko pieneksi. Nykyään melkein kaikissa täyssähköautoissa käytetään litium-ioniakkuja ja akuston energiavaraston suuruus on tyypillisesti 20–30 kWh, mikä riittää noin 150–200 km matkan ajamiseen. Tällöin käytetyn akuston paino on noin 300 kg. (Nylund, 2011).

Markkinoille on kuitenkin vuoden 2018 alussa Nissan tuonut Leaf-automallin, jossa on 40 kWh:n akusto. Tällä akustolla toimintamatka on saatu lähes kaksinkertaistettua aikaisempaan verrattuna. Akkuteknologia kehittyy siis nopeaa vauhtia ja pian ollaan paljon lähempänä polttomoottorien toimintasädetä.

Energiatehokkuudeltaan sähköautot ovat kuitenkin jo paljon polttomoottoriautoja edellä. Yleisesti sähköauto kuluttaa tyypillisesti noin 10–15 kWh/100 km. Dieselillä käyvä auto kuluttaa noin 5 l/100 km, jolloin se tarvitsee noin 50 kWh/100 km ja 8 l/100 km kuluttava bensiiniauto noin 72 kWh/100 km. Kuitenkin on huomattu, että sähköautojen kulutukset olisivat valmistajien ilmoittamia kulutuksia hieman suurempia, mikä johtuu etenkin autoissa olevien lämmityslaitteiden käytöstä. Toisin kuin polttomoottoriautoissa, sähköautoissa ei juuri synny moottorin hukkalämpöä, moottorin hyötysuhteen ollessa korkea, jolloin auton sisätilojen sekä akuston lämmittämiseen tarvitaan erillinen lämmitin. Tämän johdosta kylmä ilmasto tulee esimerkiksi Suomessa aiheuttamaan sähköautoilulle haasteita. (Motiva, 2016).

Toimintasäteeltään polttomoottorit ovat kuitenkin vielä paljon edellä sähköautoja. Esimerkiksi 50 litralla polttoainetta dieselauton toimintasäde on 1000 km ja vastaavalla polttoainemäärällä bensiiniauton 600 km. Syy tähän eroon löytyy energiavaraston energiatiheydestä. Dieselpolttoaineen energiatiheys on noin 12 kWh/kg ja litiumakun energiatiheys on tällä hetkellä noin 0,1 kWh/kg. Kuitenkin akkujen energiatiheyden kehityksessä on otettu isoja askeleita eteenpäin ja kokoajan ollaan lähempänä toimintasäteeltään polttomoottoriautoja. (Motiva, 2016).

3.2 Sähköauton latausjärjestelmä

Sähköverkon kannalta tärkein osa sähköauton akuston lataamiseen on käytettävä laturi. Siihen liittyviä ominaisuuksia ovat muun muassa latausjännite, -virta, tehokerroin, hyötysuhde sekä yliaallot ja muut häiriöt. Yleisesti sähköautoissa on sisäinen laturi, joka soveltuu joko hitaaseen yksivaiheiseen lataukseen tai puolinopeaan kolmivaiheiseen lataukseen. Jos tarve olisi nopeaan ja suuritehoiseen lataukseen, niin tällöin tarvitaan ulkoinen laturi latausta varten. (Alahäivälä, 2012).

Laturin perustehtävänä on muuntaa sähköverkon vaihtosähkö akuston ottamaksi tasasähköksi ja säätää sitä latauksen aikana. Verkosta katsottuna tyypillisin laturi koostuu EMI-suodattimesta, tasasuuntaajasta, tehokertoimen korjaimesta sekä hakkuriteholähteestä. Tavallinen tasasuuntaajaratkaisu on yksi- tai kolmivaiheinen diodisilta. Tämän huonona puolena ovat tasajännitteeseen ja verkkovirtaan tulevat yliaallot, huono tehokerroin sekä vaihtosuuntausmahdollisuuden puuttuminen. Huono tehokerroin johtuu verkkovirran yliaalloista sekä pienestä kommutointiviiveestä. Yleisesti diodisiltoihin liitetään tehokertoimen korjaus, jotta saataisiin parannettua verkosta otettavan virran laatua ja parannettaisiin tehokerrointa. Hakkuriteholähdettä käytetään säätämään akuston jännitettä. EMI-suodattinta käytetään vähentämään korkeataajuisia häiriöitä, joka vähentää tällöin laturin itselleen ja ympäristölleen aiheuttamia häiriöitä. (Alahäivälä, 2012).

Toinen mahdollinen laturirakenne on käyttää diodien sijasta itsekommutoivia kytkimiä, jolloin siltaa voitaisiin käyttää vaihtosuuntaukseen ja parantaa verkkovirran käyrämuotoa ilman omaa piiriä tehokertoimen korjaukselle. Tällä menetelmällä on mahdollista parantaa laturin hyötysuhdetta sekä elinikää. (Alahäivälä, 2012).

3.3 Akkuteknologia

Täyssähköautojen markkinoiden tuloa ja myyntiä on hidastanut merkittävästi akkuteknologian kehittymättömyys. Suurimpana haasteena on tällä hetkellä akkujen heikko energiatiheys verrattuna perinteisiin polttoaineisiin. Energiatheydellä tarkoitetaan tilavuuteen varastoituneen energian suuruutta tilavuusyksikköä tai massayksikköä kohden, eli kuinka pitkän matkan ajoneuvo voi kulkea yhdellä tankkauksella/latauksella. Nykyinen akkuteknologia on tällä hetkellä vielä huomattavasti jäljessä energiatheydessä verrattuna perinteisiin polttoaineisiin, kuten bensiiniin ja dieselöljyyn.

Toisena tärkeänä haasteena on akkujen vanhentuminen, joka rajoittaa niiden käyttöä huomattavasti. Vanhentuminen voidaan määrittää kahdella eri tavalla, lataussykliin määrän tai kalenterivanhentumisen mukaan. Vanhentuminen lataussykliin mukaan kertoo, kuinka monta kertaa akun voi purkaa ja ladata uudestaan. Kalenterivanhentuminen tarkoittaa akun elinikää kalenterivuosisissa. Akkujen purkautuessa käytössä niiden jännite laskee tiettyyn kynnyksarvoon, jolloin akunhallintajärjestelmä tulkitsee akun tyhjäksi. Akku-

jen purkaus- ja lataamiskertojen määrien vaikutus käytettävän akun elinikään riippuu tapahtumahetkillä vallitsevista olosuhteista. Sähköajoneuvojen akut purkautuvat ja latautuvat erittäin vaihtelevissa olosuhteissa, mikä vaikuttaa lyhentävästi käytettävän akun elinikään. (Patola, 2015).

Akkuja on kuitenkin ryhdytty uusiokäyttää ajoneuvokäytön jälkeen. Uusiokäytössä akku voi kestää jopa yhtä paljon käyttöä kuin ajoneuvokäytössä. Ongelmana on kuitenkin akkujen vaihteleva kunto sekä kapasiteetti. Akut tulisi tarkastaa ja mahdollisesti poistaa viralliset kennot ennen käyttöä. Käytettyjä akkuja voidaan mahdollisesti käyttää esimerkiksi uusiutuvan energian varastointiin, sähköverkon kulutushuippujen kompensointiin ja sähköajoneuvojen pikalatauksen puskurina. Varsinkin litiumakkujen uusiokäyttö on tällä hetkellä järkevää, koska niiden kierrätys ei ole vielä riittävän tehokasta. Uusiokäytöllä voi olla myös positiivisia vaikutuksia sähköautojen hintaan. Kun akut uusiokäytetään, akun kaikkia kustannuksia ei tarvitse sisällyttää auton hintaan, tai akkua vaihtaessa olisi mahdollista saada hyvitystä vanhasta. (Kesäniemi, 2015).

Tällä hetkellä johtavana teknologiana autoteollisuudessa ovat litiumakut ja niissä nähdään potentiaalia myös tulevaisuutta ajatellen. Litiumakkuihin liittyy erilaisia katodi-, anodi- ja elektrolyyttivaihtoehtoja. Nykyään katodimateriaaleina käytetään muun muassa litium-koboltti-oksidia ja litium-rautafosfaattia. Anodimateriaaleina käytetään yleisimmin erilaisia hiilen muotoja. Elektrolyytinä käytetään yleisesti jotain orgaanista liuotinta tai litiumsuolaa. (Alahäivälä, 2012).

Auton akusto koostuu yksittäisistä sarjaan ja rinnan kytketyistä akkukennoista. Jotta akustoa voitaisiin käyttää tehokkaasti ja turvallisesti, sen toimintaa täytyy valvoa ja ohjata. Tätä varten akusto tarvitsee akunhallintajärjestelmän. Sen tehtävänä on muun muassa akuston valvonta, suojaus, tilan estimointi ja suorituskyvyn maksimointi. Koska akuston kennoissa on aina valmistuksesta johtuvia eroja, niitä täytyy valvoa yksitellen, jotta välttyttäisiin ylikuumenemiselta ja – latautumiselta. (Alahäivälä, 2012).

Litiumakkujen lataamiseen käytetään yleisesti vakiovirta-vakiojännitemenetelmää. Lataus tapahtuu aluksi vakiovirralla, kunnes saavutetaan litiumkennojen maksimijännite-taso. Tämän jälkeen akku ladataan loppuun vakiojännitteellä. (Alahäivälä, 2012).

Litiumakkujen lataaminen etenkin Suomen ilmastossa aiheuttaa hieman ongelmia niiden toiminnan lämpötila-alueen takia. Esimerkkinä voidaan pitää litiumakkuja, joissa on grafiittianodi. Näissä kyseisissä akuissa lämpötila-alue latauksen aikana on välillä 5-40 °C. Tällöin Suomen talvikuukausina, akusto tarvitsisi lämmittää ennen varsinaista latausta. Lämmittäminen lisää verkosta otettavan energian määrää ja samalla rajoittaa lataukseen käytettävää tehoa. Lisäksi litiumakun kapasiteetti pienenee alhaisissa lämpötiloissa, mikä rajoittaa täyssähköauton käyttöä entisestään kylmällä. (Alahäivälä, 2012).

4 LATAUSMENETELMÄT

4.1 Sähköauton lataustavat

Sähköautojen pistokelataamiseen on tällä hetkellä käytössä kolme erilaista latausvaihtoehtoa: hidaslataus, peruslataus sekä pikalataus. Näiden lisäksi kevyille sähköajoneuvoille on myös erillinen lataustapa. Nämä lataustavat eroavat toisistaan lataustehon sekä käytettävän pistokekytkimen osalta. Sähköautojen lataamiseen ensisijaisesti tarkoitettavat lataustavat ovat peruslataus sekä hidaslataus. Näitä lataustapoja suositellaan käytettäväksi julkisissa latauspisteissä. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

4.1.1 Peruslataus

Peruslatausta käytetään, kun sähköautoa ladataan säännöllisesti sähköverkosta. Lataustapa on tarkoituksenmukaisin ratkaisu uusissa asennuksissa, joissa ei tarvita pikalatausta, esimerkiksi liityntäpysäköintipaikoilla. Peruslataus on myös suositeltava lataustapa kotitalouksiin, jos sen käyttö tulee olemaan säännöllistä. Peruslatauksella lataus kestää keskimäärin 1-6 tuntia. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

Peruslataus on myös käyttäjälle turvallinen ratkaisu, sillä järjestelmään kuuluvat suoja-laitteet sekä turvallisuutta parantavat toimenpiteet estävät vaaralliset tilanteet. Lataustapa on myös helppokäyttöinen, sillä latauksessa käytettävällä liitäntäjohdolle ei tarvita erityistä suoja-laiteyksikköä. Käytettävä latausjohto voi olla myös kiinteästi liitetty latauspisteeseen. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

Peruslatauksen latausvirta voi olla väliltä 6A-63A, jolloin lataustehoksi saadaan 1,4kW-43kW. Suurilla virroilla (63 A ja 32A) ladataan tyypillisesti raskaita-ajoneuvoja ja henkilöautoja ladataan pienemmillä latausvirroilla (10A, 16A ja 32A). Latausjärjestelmän tiedonsiirtoväylä varmistaa ajoneuvon oikein kytkemisen latauspisteeseen. Järjestelmä valitsee pistorasiassa ja latauspisteestä otettavan virran automaattisesti käytössä olevan syöttöverkon mukaan. Tämä latausjärjestelmä mahdollistaa myös kuormituksen ohjauksen sekä virran syötön molempiin suuntiin. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

4.1.2 Hidaslataus

Hidasta latausta on tarkoitettu käytettäväksi, kun käytettävissä ei ole varsinaista sähköauton peruslatausvaihtoehtoa. Hitaassa latauksessa käytetään normaalia kotitalouspistorasiaa eli 230 V ja 10-16A verkkovirtaa ja suko-liitintä. Tätä latausmenetelmää ei suositella käytettäväksi julkisiin latauspisteisiin. Latausaika sähköautolle tällä menetelmällä on vähintään neljä tuntia. Lataustehot ovat yleensä alle 2 kW, kun käytössä on kotitalouspistorasia. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

Hitaassa latauksessa sähköauto ladataan normaalisti kotitalouspistorasiasta, tällöin käytettävässä latauskaapelissa tulee olla latausvirranrajoitin ja latausvirta tulee olla rajoitettu sopivalle tasolle. Latauskaapelissa ei kuitenkaan yleensä ole vikavirtasuojaa, joka ennaltaehkäisisi mahdollisia ongelmatilanteita. Suositeltavaa onkin, että hitaassa latauksessa käytettäisiin vain järjestelmäkokonaisuuksia, joissa on vikavirtasuoja. Vikavirtasuoja voi sijaita joko latauslaitteessa tai latauskaapelissa. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

4.1.3 Pikalataus

Pikalataus on suuritehoisin lataustapa. Pikalataus on paras menetelmä tarjota esimerkiksi palveluasemille, ammattiliikenteeseen tai paikkoihin joihin pysähdytään vain lyhyeksi ajaksi. Tällä latausmenetelmällä auton akut saadaan ladattua 80 %:iin noin 15–30 minuutissa. Kuitenkaan kaikki markkinoilla olevat sähköautot eivät sovellu pikaladattaviksi. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

Autot ladataan tasasähköllä suurella virralla auton ulkopuolella olevasta tasasähkölaturista. Käytettävä liitäntäjohto on kiinteästi asennettu lataustolppaan. Tällä latauksella päästään maksimissaan 200 A latausvirtaan ja 22–50 kW:n lataustehoon. Osa autonvalmistajista on rakentanut omia latausasemia, joiden tehot ylittävät 50 kW lataustehon. Esimerkiksi Tesla on rakentanut omia Supercharger- latausasemia, joiden teho on jopa 120 kW. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

Autojen lataustehoa rajoittavat vielä akkujen ominaisuudet sekä käytössä olevien akkujen hyötysuhteet. Kuitenkin akku- ja latausteknologia kehittyvät jatkuvasti ja on todennäköistä, että tulevaisuudessa pikalatausasemien lataustehot kasvavat ja autojen latausaika

pienenee huomattavasti. Esimerkiksi Tesla julkisti vuoden 2017 lopulla prototyypin sähkökuorma-autosta, joka ladattaisiin uusilla Megacharger- latausasemilla. Ennakkotietojen mukaan tällä latausasemalla saataisiin ladattua noin 650 kilometrin toimintamatkaa vastaava energiamäärä pikalataamisella puolessa tunnissa. Tämä tarkoittaisi jopa 1,6 MW lataustehoa. (Teslarati, 2017).

4.1.4 Kevyiden sähköajoneuvojen lataus

Tämä lataustapa soveltuu kevyiden pienitehoisten sähköajoneuvojen kuten sähköpolkupyörien tai -skoottereiden lataukseen. Näitä ajoneuvoja voidaan ladata vaihtosähköllä eli tavanomaisesta 230 V:n pistorasiasta. Tässä lataustavassa sähköajoneuvon latauskaapeli liitetään normaalisti kotipistorasiaan. Tämä lataustapa ei sovellu pitkäaikaiseen lataamiseen, koska käytettävä latauskaapeli sekä sen liitin kuumenevat pitkäaikaisessa käytössä. Latauksessa käytettävä kotipistorasia tulee olla maadoitettu ja se tulee olla suojattu enintään 30 mA vikavirtasuojalla. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

4.1.5 Induktiolataus

Sähköautojen akkuja voidaan myös ladata induktioperiaatteella, jolla tarkoitetaan latausmenetelmää ilman sähköverkkoon liitettävää liitäntäjohtoa. Johdoton lataus ei ole vielä saavuttanut suurta kaupallista käyttöä, mutta esimerkiksi autonvalmistajista Mercedes-Benz on ilmoittanut, että vuonna 2017 heidän S-sarjan hybridimalliin tulee lisävarusteena langaton latausmahdollisuus. (Uusiteknologia, 2016).

Langaton lataus perustuu tien pinnan alle sijoitettuun johdinsilmukkaan. Toinen silmukka on sijoitettu autoon. Kun tien silmukkaan syötetään virtaa, sähkömagneettinen induktio aiheuttaa virran myös auton johtimessa, tällöin auton akkua voidaan ladata myös ajettaessa. Käytettävä järjestelmä valvoo, ettei väliin tule ylimääräisiä kappaleita ja katkaisee latauksen epäturvallisessa tilanteessa. Nämä langattomat latauslaitteet voivat sijaita esimerkiksi liikennevaloliittymien yhteydessä, joukkoliikenneterminaaleissa tai pysäkeillä. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

Tämä latausmenetelmän etuna on se, että autoa voidaan ladata useammin, eivätkä lataukseen vaikuta lumi, jää tai ilkivalta. Kuitenkin keskeisenä ongelmana on auton kohdistaminen käytettävän laturin päälle. Auton pitää nykyisillä laitteilla olla noin kymmenen sentin tarkkuudella laturin päällä, jotta latauksen hyötysuhde olisi riittävän hyvä. (Salonen, Poskiparta ja Kumpula, 2015).

4.2 Latauspistokkeet

Latauspistoke on sähköautoissa sekä latauspisteissä oleva pistoke, johon laitetaan autoa ladattaessa sähköauton ja latauspisteen yhdistävä latauskaapeli. Peruslatauksessa sekä pikalatauksessa on käytössä omat pistoketyypit. Suomessa ja Euroopassa julkisissa peruslatauspisteissä on käytössä tyypin 2 pistoke, joka tunnetaan paremmin nimellä MENNEKES. Suurin käytettävä latausvirta tällä pistoketyypillä on 63 A. Toinen suuressa käytössä oleva pistoketyyppi on tyypin 1 pistoke, jota kutsutaan nimellä Yazaki. Tämä pistoketyyppi on käytössä lähinnä japanilaisissa sekä pohjoisamerikkalaisissa ladattavissa ajoneuvoissa. Suurin mahdollinen latausvirta pistoketyypillä on 80 A. Kolmas pistoketyyppi SCAME vastaa järjestelmältään tyypin 2 pistoketta, mutta on rakenteeltaan hieman erilainen. Tätä pistoketyyppeä ei käytetä yleisesti Suomessa. (Klinkmann, 2014).

Kun käytössä on pikalataus, niin tällöin käytettävissä olevat pistoketyypit ovat CHADEMO sekä CSS Combo. Näiden pistoketyyppien pikalataus tapahtuu pikalatausstandardien mukaisilla pistokkeilla. Molempien tyyppien lataus tapahtuu tasavirralla ja latauksessa käytettävä laturi sijaitsee molemmissa tapauksissa pikalatauslaitteessa. CSS Combo sisältää myös peruslataukseen mahdollistavan tyypin 2 pistokkeen, jolloin auton puolella ei tarvita kuin yhden tyyppinen latauspistoke. Tämä pistoketyyppi on myös valittu eurooppalaisten autojen pikalatausstandardiksi. (Klinkmann, 2014).

4.3 Sähköajoneuvojen lataamista koskevat standardit

Sähköajoneuvojen lataaminen on helppoa ja turvallista, kun latauslaitteet ovat säännösten mukaisia, ehjiä ja niitä käytetään annettujen ohjeiden mukaisesti. Tämän vuoksi sähköajoneuvojen lataamista ohjaavat useat eri standardit. Standardit tulee myös huomioida latauspisteiden suunnittelussa. Ajoneuvoihin sekä sähköasennuksiin liittyvät kansalliset

sekä alueelliset määräykset vaikuttavat myös optimaalisten ratkaisujen löytämiseen. Sähköajoneuvojen ja lataukseen liittyvien teknologioiden kehitys on nopeaa ja tämän vuoksi standardeja tarkennetaan kehityksen myötä.

Sähköajoneuvojen lataukseen käytettävien sähköasennusten vaatimuksia käsittelevät seuraavat standardit:

- SFS 6000 – sarja: Pienjännitesähköasennukset
- SFS 6000-7-722:2012: Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-722: Erikoistilojen ja – asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö.
- SFS 6000-8-813:2012: Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-813: Täydentävät vaatimukset. Pistokeytkimien valinta ja asentaminen.

Sähköajoneuvojen lataamista liitännäsjohdon avulla koskevat lataustavat ja niiden vaatimukset määritellään standardissa EN-62196-2 ja sen alaosissa. Latauspistekytkimiä koskevat vaatimukset on määritelty standardeissa ICE 62196-1 ja IEC 92196-2. (Sesko, 2015).

5 LATAAMISEN VAIKUTUKSET SÄHKÖVERKKOON

Latauksesta aiheutuvien verkkovaikutuksien arvioimisessa on tarkasteltava verkon eri osia, sillä vaikutukset eri jännitetasoissa sekä verkon eri osissa voivat olla huomattavasti erilaisia. Kantaverkon ja energiajärjestelmän riittävyyden kannalta sähköautojen huomattava yleistyminen ei pitäisi aiheuttaa ongelmia, jos autojen älykkästä lataamisesta huolehditaan kunnolla. Työ- ja elinkeinoministeriön selvitystyön mukaan sähköautojen sähköenergian käyttö liikenteessä olisi vuonna 2020 noin 0,8 TWh. Kyseiselle vuodelle on arvioitu, että käytössä olisi maksimissaan 140 000 sähköautoa. Suomen sähkön kokonaiskulutukseksi vuonna 2020 on ennustettu 88 TWh, joten sähköautojen osuus olisi noin 0,7 % kokonaiskulutuksesta. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017).

Suurin osa latauksista tapahtuu käyttämällä hidasta latausta esimerkiksi kotona tai työpaikkojen parkkipaikoilla. Koska hidas lataus suoritetaan pienjänniteverkossa, suurimmat vaikutukset tulevat kohdistumaan pien- ja keskijänniteverkolle. Jos latausta ohjattaisiin eli se ajoitettaisiin verkon kannalta sopivaksi, niin tällöin vaikutukset tulisivat olemaan hyvin pienet. Kuitenkin keski- ja pienjänniteverkossa vaikutukset voivat olla merkittäviä jo pienillä sähköautojen määrillä ilman ohjausta.

5.1 Verkkovaikutukset

5.1.1 Vaikutus sähkön laatuun

Sähkön laadusta puhuttaessa voidaan esiintyvät ilmiöt jakaa yksittäisiin tapahtumiin, kuten keskeytyksiin, jännitekuoppiin ja hetkellisiin ylijännitteisiin, sekä jatkuviin ilmiöihin, kuten jännitteen ja taajuuden vaihteluihin, välkyntään, jännite-epäsymmetriaan sekä harmonisiin yliaaltoihin. Näistä ilmiöistä osa johtuu sähkön käyttäjän toiminnasta ja osa syöttävästä verkosta tai sähkön tuotannosta. Sähköautojen lataus vaikuttaa käyttäjän toiminnasta eniten sähkön laatuun. Tällöin auton lataus voi aiheuttaa esimerkiksi harmonisia yliaaltoja, välkyntää sekä jännite-epäsymmetriaa. Lisäksi ladattavien sähköautojen paikallinen suuri lukumäärä tai latauksissa käytettävä pikalataus voivat aiheuttaa verkon jännitetason vaihteluita. Latauksista aiheutuvia sähkön laatuongelmia on vaikea arvioida, koska niihin tulee vaikuttamaan eri valmistajien teknologiaratkaisut autoissa sekä käytettävät latausmenetelmät. Työssä käsiteltävät latauksen vaikutukset sähkön laatuun ovat

jännitteen ja virran säröytyminen, jännite-epäsymmetria, jännitetason hitaat vaihtelut sekä jännitetason nopeat vaihtelut eli välkyntä. (Alahäivälä, 2012).

Normaalitilanteessa Suomessa verkon jännite ja virta ovat 50 Hz:n taajuudella värähtelevää siniaaltoa. Harmonisilla yliaalloilla tarkoitetaan verkkojännitteen tai – virran verkkotaajuuden kokonaisluvullisia monikertoja, jotka summautuvat verkon perusaaltoon. Lisäksi verkossa voi esiintyä aliharmonisia, joiden taajuus on alle verkkotaajuuden, tai epäharmonisia, joiden taajuus ei ole perusaallon kokonaisluvullinen monikerta. Tyypillinen tapa arvioida jännitteen tai virran yliaaltosisältöä on kokonaissärökerroin THD. Sähköautojen latauksissa harmonisia yliaaltoja tuottavat joko auton oma tai ulkoinen laturi. Nämä harmoniset virrat säröyttävät verkon jännitettä. (Alahäivälä, 2012).

Harmonisista yliaalloista aiheutuvat merkittävimmät haitat ovat häiriöt ja lisähäviöt verkossa sekä verkon nollajohtimen kuormittuminen. Lisäksi ne häiritsevät muita verkon laitteita suoran sähköön laadun heikkenemisen kautta tai lähettämällä korkeataajuisia säteilyä ympäristöönsä. Tämä säteily voi aiheuttaa häiriötä herkkiin elektroniikkalaitteisiin tai tietoliikenteeseen. Muuntajissa ja kaapeleissa harmoniset tuottavat lisähäviöitä, jotka lämmittävät komponentteja ja näin ollen lyhentävät niiden käyttöikää. Verkon nollajohdinta kuormittavat yliaallot, jotka eivät kolmivaihejärjestelmässä kumoudu, vaan summautuvat nollajohtimeen. Tämä voi aiheuttaa ongelmia varsinkin vanhoissa kiinteistöissä, joissa nollajohdinta ei ole mitoitettu kestävästi suurehkoja virtoja. (Alahäivälä, 2012).

Jännite-epäsymmetrialla tarkoitetaan kolmivaihejärjestelmässä eri vaihejännitteiden välistä eroa tehollisarvoissa tai vaihe-eroissa. Tämä aiheutuu esimerkiksi epätasaisesti jaetuissa kuormissa eri vaiheiden välillä. Sähköautoja tullaan todennäköisesti lataamaan hyvin yleisesti merkittävästi hitaammalla yksivaiheisella latausmenetelmällä. Tämä voi aiheuttaa ongelmia kiinteistöissä, joissa käytettävät pistokkeet on kytketty samalle vaiheelle ja tällöin kuormittaa huomattavasti enemmän yhtä vaihetta kuin kahta muuta. Tämä epäsymmetrisyys voi esimerkiksi vaikeuttaa kolmivaiheisesti verkkoon kytkettyjen laitteiden toimintaa ja aiheuttaa lisähäviöitä. (Alahäivälä, 2012).

Jännitetason vaihtelulla tarkoitetaan jännitteen tehollisarvon muutosta esimerkiksi kuormituksen muutoksen seurauksena. Sähköautoa ladattaessa laturin ottama virta aiheuttaa

jännitteenalenemaa eri verkkokomponenttien yli. Verkkoa suunniteltaessa jännitteenalenemien huomioiminen on erittäin tärkeää. Normaalityössä jännitteen tehollisarvon ja vaiheen välillä tulisi olla 230 V, jolle sallitaan 10 % vaihteluväli. Standardissa sallitaan samansuuruinen vaihteluväli myös keskijänniteverkossa. Liiallinen jännitteen aleneminen aiheuttaa kuormitusvirtojen kasvua, valaistuksen himmenemistä sekä toimintahäiriöitä herkissä laitteissa. (Alahäivälä, 2012).

Jännitetason nopeat vaihtelut voidaan todeta parhaiten valaistuksen kirkkauden hetkellisinä vaihteluina eli välkyntänä. Sen voimakkuus riippuu jännitevaihteluiden suuruudesta, vaihtelun taajuudesta ja toistuvuudesta sekä valaisinteknologiasta.

5.1.2 Verkon kuormituksen kasvun vaikutus

Verkon kuormana sähköauton lataus on hieman haastava. Tämä johtuu siitä, että lataus-teho on suuri suhteessa syöttävän verkon lähimpänä olevan osan maksimitehoon. Eli auton lataus pyritään suorittamaan mahdollisimman suurella syöttävän verkon ja auton sallimalla teholla, jotta saataisiin tarvittava latausaika mahdollisimman lyhyeksi. Tämän lisäksi autojen lataus ajoittuu usein samaan aikaan suuren peruskuorman kanssa ja latausenergian tarve riippuu ympäristön lämpötilasta, kuten monella muullakin verkon kuormalla. Nämä edellä mainitut tekijät yhdessä lataustarpeen lisääntymisen epävarmuuden kanssa aiheuttavat haasteita verkon suunnittelulle alueilla, joissa sähköautojen latauksen oletetaan kasvavan. (Alahäivälä, 2012).

Verkkoa suunniteltaessa tarvittavat komponentit pyritään valitsemaan ja koko järjestelmä toteuttamaan niin, että investointikustannukset ja verkon elinkaaren aikana syntyvät kustannukset pyritään minimoimaan kulutusennusteet, tekniset reunaehdot sekä sähkön laatu huomioiden. Suunnittelun tuloksena komponenttien tulisi kestää ennustettu kuormitus eli jännitteenalenemat, termiset kuormat sekä häviöt tulisi pysyä halutuissa rajoissa. Jos verkkoa kuormitetaan liikaa, niin se lyhentää kaapeleiden ja muuntajien elinikää eristeiden huonontuessa, mikä johtaa ennenaikaisiin verkostoinvestointeihin. Häviöt taas lisäävät verkon elinkaaren aikaisia kustannuksia. (Alahäivälä, 2012).

Yksittäinen verkon kuormituksen vaikutus kohdistuu jakelumuuntajiin. Muuntajien tulisi kestää verkossa tietty elinikä, jos niiden kuormitus pysyy sallituissa rajoissa ja ylikuor-

mittaminen on vain lyhytaikaista. Sallitun ylikuorman määrittäminen on kuitenkin tapauskostaista, sillä se riippuu monesta eritekijästä kuten ulkolämpötilasta sekä ylikuorman kestosta, suuruudesta ja toistuvuudesta. Suuren kuormituksen aikana muuntajien käämitykset voivat kuumentua yli mitoitettujen rajojen, jolloin ympäröivät eristykset voivat vaurioitua. Sähköautojen latauksessa ylikuormat ovat todennäköisesti lyhytkestoisia, mutta lyhytkestoisetkin ylikuormat voivat vanhentaa muuntajaa. (Alahäivälä, 2012).

6 SÄHKÖAUTON VEROTUS JA TUET SUOMESSA

Autoilun verotusta on viime vuosien aikana pyritty muuttamaan entistä päästöperusteisemmäksi. Henkilöliikenteeseen tarkoitettujen sähköautojen verotus koostuu kolmesta osasta: autovero, ajoneuvovero sekä siihen koostuvasta käyttövoimaverosta.

6.1 Autovero

Kertaluontoinen autovero maksetaan uudesta tai käytettynä maahan tuotavasta ajoneuvosta. Vuonna 2016 autoverolakiin tulleilla muutoksilla on pyritty tarkoituksella keventämään pieni- ja keskipäästöisten autojen verotusta, niin että veron määrä alenee ajoneuvon hiilidioksidipäästöjen mukaisesti 0-5,4 prosenttiyksikköä vuoteen 2019 mennessä.

Autovero lasketaan auton vähittäismyyntiarvosta Suomen markkinoilla. Prosenttiluku, jolla vero lasketaan, määräytyy auton tyyppihyväksynnän mukaisten hiilidioksidipäästöjen perusteella. Vanhemmilla autoilla, joiden päästötietoa ei ole saatavilla, sovelletaan auton kokonaismassaan ja käyttövoimaan perustuvaa veroprosenttia. (Vihreäkaista, 2017).

6.2 Ajoneuvovero

Vuosittainen maksettava ajoneuvovero koostuu ajoneuvoveron perusverosta sekä käyttövoimaverosta. Ajoneuvoveron perusvero on ollut päästöperusteinen vuodesta 2011 lähtien. Eli vero määräytyy auton valmistajan ilmoittamien hiilidioksidipäästöjen mukaan. Jos päästötietoja ei ole saatavilla, niin verotus toteutetaan autoveron mukaisesti ajoneuvon kokonaismassan perusteella. Huomionarvoista on, että ajoneuvoveron perusosuutta korotetaan kaikilta henkilö- ja pakettiautoilta 36,50 euroa vuodessa. Korotus on astunut voimaan 1.1.2017 alkaen. (Trafí, 2017).

Käyttövoimavero peritään autoilta, jotka käyttävät polttoaineena muuta kuin moottori-bensiiniä. Vuodesta 2013 alkaen henkilöautojen käyttövoimaverot eriytyivät tarkemmin käyttövoiman mukaan. Käyttövoimaveroa maksetaan jokaiselta auton alkavalta 100 kg:lta / päivä. Alla olevasta taulukosta 1 on nähtävissä käyttövoimaveron hinta 100 kg:lta / päivä eri käyttövoimilla.

Käyttövoima	Snt/pv/alkava 100 kg
Metaanipolttoaine (maa- ja biokaasu)	3,1
Sähkö	1,5
Sähkö ja moottoribensiini	0,5
Sähkö ja dieselöljy	4,9
Diesel	5,5

Taulukko 1. Käyttövoimaveron hinta eri käyttövoimilla

Tämän muutoksen myötä myös kaasukäyttöiset pakettiautot tulivat käyttövoimaveron piiriin (0,9 snt / pv / alkava 100 kg). (Traf, 2017). Taulukosta 1 on nähtävissä, että verotettu hinta sähköllä on esimerkiksi biopolttoaineisiin verrattuna huomattavasti edullisempi. Tämä ei kuitenkaan aiheuta riittävän suurta eroa hinnoissa tavallisen kuluttajan näkökulmasta, jotta kuluttajan olisi edullisempaa hankkia sähkökäyttöinen auto muiden sijasta.

6.3 Sähköauton hankintatuki

Vuonna 2018 astui voimaan määräaikainen laki romutuspalkkiosta, sähkökäyttöisten henkilöautojen hankintatuesta sekä henkilöautojen kaasu- tai etanolikäyttöisiksi muuntamisen tuesta. Tämä kyseinen laki on voimassa vuoden 2021 loppuun asti. Kuitenkin romutuspalkkio on ainoastaan käytössä 31.8.2018 asti.

Romutuspalkkio myönnetään alennuksena uuden auton hankinnan yhteydessä. Romutuspalkkiona voi saada tukea 1000 euroa sellaisen uuden henkilöauton hankintaan, jonka hiilidioksidipäästöt ovat enintään 110 grammaa kilometriä kohden. Uuden etanoli-, kaasu- sekä täyssähkö- ja ladattavien hybridiautojen hankintaa tuetaan 2000 eurolla. Näiden kohdalla ei sovelleta 110 gramman päästörajaa. Romutuspalkkion saa auton myyntihinnan alennuksena uuden auton hankinnan yhteydessä.

Romutuspalkkion edellytyksenä on, että uuden vähäpäästöisen henkilöauton ostaja vie tukikauden aikana vähintään kymmenen vuotta vanhan, ainakin 12 kuukautta omistuksessa olleen auton romutettavaksi lailliseen kierrätyspisteeseen. Lisäksi auton on pitänyt olla liikennekäytössä vähintään yksi päivä vuoden 2017 aikana ja romutukseen vietäessä. (Valtioneuvosto, 2017).

Sähköauton hankintatuella tarkoitetaan 2000 euron alennusta uuden sähköauton hankkimisesta. Tuki on myös tarjolla leasing-autoilijoille, jos asiakas sitoutuu vähintään kolmeksi vuodeksi. (Trafi, 2018). Tuen saamiseksi on määritetty muitakin erillisiä ehtoja, jotka on liikenteen turvallisuusvirasto Trafi ilmoittanut seuraavasti:

- auto on täyssähköinen henkilöauto
- ostaja tai vuokraaja on yksityishenkilö
- vuokraaja sitoutuu vuokraamaan auton yksinomaan omaan käyttöönsä vähintään kolmeksi vuodeksi
- auton kokonaishinta on enintään 50 000 euroa (sisältää ALV ja autoveron)
- auto ei ole ollut aikaisemmin rekisterissä
- auton hankintaan ei ole käytetty romutuspalkkiota
- valtion talousarviossa avustuksen maksamista varten varattua määrärahaa on käytettävissä

Määrärahaa on kohdistettu hankintatukeen ja muuntotukeen yhteensä 6 miljoonaa euroa vuodessa. Tällä hetkellä useimmat sähköautoista menevät edellä mainitun 50 000 euron hintarajan alapuolelle. Kuitenkin tätä kalliimmat sähköautot jäävät tuen ulkopuolelle. Tällä hetkellä se tarkoittaa käytännössä Teslan sähköautoja.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Sähköautojen todellinen tuleminen osaksi Suomen liikennettä on alkanut. Kuitenkin alku on Suomen osalta sen verran maltillinen, ettei sähköautoista ole vielä apua vuoden 2020 energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Eikä niiden käyttöön tuleminen olisi edes välttämätöntä annettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tämä johtuu siitä, että Suomessa on päätetty edistää biopolttoaineiden käyttöä, joiden avulla päästään annettuihin tavoitteisiin. Tilanne todennäköisesti muuttunee huomattavasti vuoteen 2030 ja varsinkin vuoteen 2050 mennessä.

Tällä hetkellä Suomi on vielä kuitenkin sähköautoilun kehitysmaa. Liikenteessä olevien sähköautojen määrä on vielä suhteellisen pieni verrattuna koko autokantaan. Kuitenkin painetta vaihtoehtoisille käyttövoimille on, sillä Suomen hallituksen tavoitteena on saada noin 250 000 uutta sähköautoa vuoteen 2030 mennessä. Luku on hieman optimistinen, mutta todennäköisesti vertailupohjana on käytetty naapurimaa Norjaa, joka on tällä hetkellä hyvin sähköautomyönteinen. Norja on myös ilmoittanut kieltävänsä polttomootoriautojen myynnin vuoteen 2025 mennessä. Tietävästi myös Suomen hallituksella olisi vastaavanlaisia tavoitteita, mutta tämä ei ole asialistalla ainakaan vuonna 2025.

Sähköautojen lisäämiseksi on kuitenkin hallitukselta tullut hankintatuki, joka on otettu käyttöön vuoden 2018 alussa. Tällä hankintatuella saa esimerkiksi 2000 euron alennuksen uuden täyssähköauton ostosta. Tällä on pyritty kannustamaan kuluttajia hankimaan uusia sähköautoja, jotta päästäisiin haluttuihin tavoitteisiin. Kuitenkin tällä hetkellä sähköautojen hinnat ovat vielä sen verran korkealla, että 2000 euron alennus ei vielä välttämättä ole riittävä tavalliselle kuluttajalle.

Tämän hetkinen ehkä suurin ongelma sähköautoilun yleistymiselle on yksinkertaisesti sen hinta. Tavallisen kuluttajan näkökulmasta raha ratkaisee pitkälti sen, minkälainen auto käyttöön valitaan. Kuitenkin monet suuret autonvalmistajat ovat lähiaikoina ilmoittaneet alkavansa enemmän investoida sähköautojen valmistukseen. Tästä johtuen enemmän erilaisia automalleja on tulossa tulevaisuudessa markkinoille ja tämän johdosta tullaan tuomaan hinnaltaan kilpailukykyisempiä automalleja myös tavalliselle kuluttajalle. Lisäksi akkuteknologia tulee kehittymään jatkuvasti, minkä johdosta myös akkujen hinta

tulee todennäköisesti tulevaisuudessa alenemaan. Jos tämä tilanne toteutuu, voidaan olettaa sähköautoilun nousevan hyvin vertailukelpoiseksi vaihtoehdoksi perinteisten käyttövoimien rinnalle.

LÄHTEET

Alahäivälä, A. 2012. Sähköautojen lataaminen ja sen vaikutus kaupunkialueen jakelumuuntajiin. Luettu 10.11.2017

Energiateollisuus. 2016. Euroopan unionin energiapolitiikka. Luettu 18.8.2016
<http://energia.fi/eu-asiat/eun-energiapolitiikka>

Energiateollisuus. 2016. EU:n energialainsäädäntö. Luettu 20.8.2016
<http://energia.fi/eu-asiat/eun-energiapolitiikka/eun-energiainsaadanto>

Euroopan Komissio. 2015. Komissio käynnistää mittavan elvytyssuunnitelman kysynnän tukemiseksi ja luottamuksen palauttamiseksi Euroopan talouteen. Luettu 22.9.2016
http://europa.eu/rapid/press-release_IP-08-1771_fi.htm

European Commission. 2016. 2050 low-carbon economy. Luettu 20.8.2016
http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/index_en.htm

European Parliament. 2010. Challenges for a European market for electric vehicles. Luettu 22.9.2016
<http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201106/20110629ATT22885/20110629ATT22885EN.pdf>

Finlex. 2010. Laki 1420/2010 biopolttoaineiden käytön edistämisestä liikenteessä annetun lain muuttamisesta. Luettu 30.9.2016
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101420>

ILPO. 2009. Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009–2020. Luettu 23.9.2016
<http://www.lvm.fi/documents/20181/817515/Ohjelmia+ja+strategioita+2-2009/b91d90ae-b823-4930-b138-d918d8037561?version=1.0>

Kansallinen energia- ja ilmastostrategia. 2013. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 20. päivänä maaliskuuta 2013. Luettu 23.9.2016
http://www.motiva.fi/files/7315/Kansallinen_energia-_ja_ilmastostrategia_Valtioneuvoston_selonteko_eduskunnalle_20.3.2013.pdf

Kesäniemi, E. 2015. Sähköajoneuvojen akkujen uusiokäyttö. Luettu 22.5.2018
https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/113730/Kandidaatintyo_Kesaniemi_07092015.pdf?sequence=2

Klinkmann. 2013. Sähköautoilu Suomessa. Sähköautoilun latauksen peruskäsitteitä. Luettu 23.9.2016
http://media.klinkmann.fi/pdf/fe/Esite_Sahkoautoilu_Suomessa_13V1.pdf

KOM(2010)186 lopullinen. Eurooppalainen puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen strategia. Luettu 12.9.2016
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0186:FIN:FI:PDF>

Motiva. 2016. Sähköautot. Luettu 11.10.2016

http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot

Nylund, N. Liikenne- ja viestintäministeriö. 2011. Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Sähköautot liikenne- ja ilmasto politiikan näkökulmasta. Luettu 11.10.2016
<https://www.lvm.fi/documents/20181/813660/Julkaisuja+12-2011/8490c9e6-6ccd-4f01-8ecf-35090217749b?version=1.0>

Patola, T. 2015. Sähköautojen latausjärjestelmien vaikutus sähkön laatuun. Luettu 10.11.2017
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/90291/Patola_Tuomas.pdf?sequence=1

Salonen, N, Poskiparta, L ja Kumpula, T. 2015. Sähköautojen julkiset latauspisteet. Selvitys ja suosituksia. Luettu 27.10.2016

Sesko 2015. Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa. Luettu 10.11.2017
http://www.sesko.fi/files/431/Lataussuositus_2014_2015-07-13.pdf

Sähköinen liikenne. 2017. Suomen julkiset latauspisteet. 10.11.2017
http://sahkoinenliikenne.fi/sites/sahkoinenliikenne_fi/files/attachments/15052017_suomen_latauspisteet.pdf

Teslarati. 2017. Close-up look at the Tesla Semi "Megacharger" charging port. Luettu 22.5.2017
<https://www.teslarati.com/tesla-semi-megacharger-charging-port-close-up-look/>

Trafi. 2017. Liikennekäytössä olevat sähköautot. Luettu 9.4.2018
https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/sahkokayttoiset_autot

Trafi. 2018. Sähköauton hankintatuki. Luettu 9.4.2018
https://www.trafi.fi/oleedellakavija/tayssahkoauto/sahkoauton_hankintatuki

Trafi. 2017. Veron rakenne ja määrä. Luettu 9.4.2018
https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_rakenne_ja_maara

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2018. Energia- ja ilmastotavoitteet strategiатыön taustalla. Luettu 20.5.2018.
<http://tem.fi/energia-ja-ilmastotavoitteet>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2017. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Luettu 21.5.2018
http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Uusiteknologia. 2016. Induktiolataus ja uutuusakut Mercedes-Benziin. Luettu 27.10.2016
<http://www.uusiteknologia.fi/2016/08/22/induktiolataus-uutuusakut-mercedes-benziin/>

Valtioneuvosto. 2017. Romutuspalkkio ja sähköautojen hankintatuki sekä muuntotuet voimaan 1.1.2018. Luettu 9.4.2018

http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/romutuspalkkio-ja-sahkoautojen-hankintatuki-seka-muuntotuet-voimaan-1-1-2018

Vihreäkaista. 2017. Näin vähäpäästöistä autoilua verotetaan. Luettu 9.4.2018

<https://vihreäkaista.fi/fi-fi/article/kaasu/nain-vahapaastoista-autoilua-verotetaan/412/>

VNK. 2009. Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: kohti vähäpäästöistä Suomea. Luettu 23.9.2016

http://vnk.fi/documents/10616/622958/J2809_Valtioneuvoston+tulevaisuusselonteko+ilmasto-+ja+energiapolitiikasta.pdf/c21e8c2d-eba2-4df5-a854-7eb0edb2b30c