

Juuso Arponen

# Sähköautojen latauspisteet ja niiden ohjeiden- mukainen käyttö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

08.05.2018

Tekijä Otsikko	Juuso Arponen Sähköautojen latauspisteet ja niiden ohjeidenmukainen käyttö
Sivumäärä Aika	35 sivua 08.05.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Lehtori Tuomo Heikkinen Toimitusjohtaja Tomi Suhonen
<p>Työn tavoitteena oli saada kattava ja ajantasainen tietopaketti sähköautojen latauspisteistä. Työtä on tarkoitus käyttää latauspisteiden toteutuksien suunnitteluun tarpeellisenä pohjatietona. Työn tekemisessä käytiin läpi lakeja ja ohjeistuksia latauspisteiden toteutuksista jonka seurauksena on saatu koottua tarpeellista tietoa latauspisteistä.</p> <p>Sähköautojen latauspisteet ovat olennainen osa sähköautoilua, koska sähköautoja ei voida ladata mistä tahansa. Julkiset latauspisteet ovat olennaisia sähköautokannan kehittymiselle, koska muuten pitkät ajomatkat eivät ole mahdollisia autojen pienen akkukapasiteetin takia.</p> <p>Euroopassa sähköautojen lait ja standardit ovat vielä alkutekijöissä. Sähköautoilun kehittämistarve pohjautuu EU:n vuonna 2011 tekemään selvitykseen Euroopan liikenteen etenemisestä, jossa aiotaan vähentää Euroopan liikenteen päästöjä. Tämän perusteella on tullut EU-direktiivi (2014/94/EU), joka antaa perustan sähköautoilun lainsäädännölle ja toteutukselle Euroopassa.</p> <p>Työssä saatiin selville, että Euroopassa sähköautojen latauspisteissä peruslatauksen pistoketyypiksi on valikoitunut tyyppi 2 pistoke, mutta myös tyyppi 1 pistoke on yleisessä käytössä. Pikalatauksessa käytetään Combo 2 pistoketta tai CHAdeMO-pistoketta.</p> <p>Insinööritöiden tuloksena havaittiin, että Suomessa sähkönjakeluverkon kunto on hyvä ja sen tulisi kestää sähköautojen määrän kasvua. Samankaltaisesti tehtyjen investointien ja lakimuutosten avulla sähköautojen määrän voidaan olettaa kasvavan muiden Euroopan maiden tavoin.</p>	
Avainsanat	sähköauto, latauspiste, lataus, sähköverkko

Author Title	Juuso Arponen Electrical Vehicle Charging Outlets and their use
Number of Pages Date	35 pages 08 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer Tomi Suhonen, CEO
<p>The purpose of this study was to get a comprehensive package of data concerning electrical vehicle charging outlets with up to date information. This thesis will also be used as base information in designing charging outlets for larger estates.</p> <p>In Europe, electrical vehicle laws and standards have just started to develop. The need to make these laws and standards is because the European union decided in 2011 to lower Europe's emissions. From this decision became a directive known as 2014/94/EU that gives the base on which local governments can make laws on electrical vehicles. Directive also unites European traffic on electrical vehicles. Charging points that are in public use are required, because without public charging outlets long distance travels would be impossible, due to low capacity in vehicles batteries.</p> <p>Standardized charging outlets for electrical vehicles are essential because you can not charge electrical vehicles from just any plug. The standard outlet, when charging electrical cars in Europe, has been decided as type 2 plug. The other common type of plug in use is type 1. In fast chargers Combo 2 plug is the standard and CHAdeMO is a common alternative plug.</p> <p>As a conclusion of this study, it can be said that Finland's electrical grid is in good shape and should be able to support growth in electrical vehicle amount. Due to the same kind of investments and law changes made by Finnish government, similar as other countries, electrical vehicles should be growing in numbers in Finland.</p>	
Keywords	electrical vehicle, EV, charging outlet, charging, power grid

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Latauspisteiden tarve	2
2.1	Valtion ja EU:n toimet	2
2.2	Kuntien toimet	5
2.3	Yksityisten ja yritysten toimet	5
3	Sähköautojen lataaminen	9
3.1	Eri lataustavat	9
3.2	Pistokkeet	12
3.3	Latausverkon tekniset vaatimukset	14
3.4	Latauslaitteet	15
3.5	Latauspisteverkostot, palvelut ja sijainnit	20
4	Lainsäädäntö ja standardit	21
4.1	SFS -standardit	21
4.2	Laki	22
4.3	Tulevat ohjeet ja määräykset	26
5	Lataamisen aiheuttamat häiriöt ja mahdollisuudet	27
5.1	V2G -teknologia	27
5.2	Sähkönjakeluverkon kestävyys	28
5.3	Sähköverkkoon tulevat häiriöt	30
6	Yhteenveto	32
	Lähteet	33

## Lyhenteet

AC	Alternating current. Vaihtovirta.
CCS	Combined Chargin System. Combo pistokkeet, SFS-standardin rakenteen FF pikalatausliitin. Yhdysvalloissa SAE:n kehittämä sähköautojen pikalatausstandardi.
CHAdeMO	SFS-standardin rakenteen AA pikalatauksen liitin. Japanissa kehitetty sähköautojen pikalatausstandardi.
DC	Direct current. Tasavirta.
IEC	International Electrotechnical Comission. Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio.
RFID	Radio Frequency IDentification. Radiotaajuinen etätunnistus.
SAE	Society of Automotive Engineers. Yhdysvaltalainen autoalan standardointijärjestö.
SESKO	Suomen sähköteknillinen standardisoimisyhdistys.
THD	Total harmonic distortion. Verkossa olevien harmonisten yliaaltojen kokonaishäiriö.
V2G	Vehicle to grid. Sähkönsyöttö autosta sähköverkkoon.

## 1 Johdanto

Autonvalmistajien energiatehokkuusvaatimukset sekä autojen sallitut päästöjen määrät kiristyvät jatkuvasti ja markkinoille tulee yhä enemmän sähköllä ladattavia ajoneuvoja. Suomen liikenteen ilmastopäästöjen tavoitteita ei pystytä saavuttamaan ilman sähköistä liikennettä. EU:n vuonna 2011 asettamissa tavoitteissa on, että kaupungeissa autoilla ajettavat kilometrit ajettaisiin hiilidioksidittomilla polttoaineilla kuten sähköllä vuonna 2050. Vuonna 2014 EU julkaisi vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönottoa koskevan direktiivin (2014/94/EU), joka velvoittaa jäsenmaat luomaan kattavan sähköautojen latausverkon. [1, s. 5; 2.]

Sähköautoiksi luetaan sellaiset autot, joiden voimanlähteenä on sähkömoottori ja joiden akkuihin saa ladattua sähköenergiaa. Sähköautoja on tällä hetkellä kahta päätyyppiä: täyssähköautot (EV) ja ladattavat pistokehybridit (PHEV tai plugin-hybridit). Täyssähköautot kulkevat pelkästään sähkövoimalla. Ladattavat pistokehybridit kykenevät kulkemaan vain lyhyitä matkoja sähkömoottorilla, minkä jälkeen ne vaihtavat polttomoottorin käyttöön.

Latauspisteet ovat olennainen osa sähköautoilua, koska sähköautoja ei voi ladata mistä tahansa. Sähköautojen akuston pieni kapasiteetti ei mahdollista pitkiä ajomatkoja ilman, että pysähtytään lataamaan. Tällöin tarvitaan julkisia latauspisteitä ja latauspisteverkostoja matkan varrelle. Sähköauton hankinta ei ole monien kuluttajien mielestä ajankohtaista, jos ei ole tarpeeksi latauspisteitä käytettävissä.

Sähköautoilu on tällä hetkellä nopeasti muuttuva ala ja EU-direktiivin (2014/94/EU) myötä lait ja standardit ovat juuri päivittymässä. Tämän työn tavoitteena on saada kattava ajantasainen tietopaketti sähköautojen latauspisteistä. Työtä on myös tarkoitus käyttää tarpeellisenä pohjatietona latauspisteiden toteutuksien suunnitteluun.

Työ on tehty tostek oy:lle. Yritys on vuonna 2010 perustettu suunnittelu- ja asiantuntijayritys. Yritys tarjoaa sähköjakeluverkon suunnittelu-, asiantuntija-, ja projektointipalveluita Etelä-Suomen alueella.

## 2 Latauspisteiden tarve

Autonvalmistajien energiatehokkuusvaatimukset sekä päästöjen sallitut määrät kiristyvät koko ajan, ja markkinoille tulee yhä enemmän sähköllä ladattavia ajoneuvoja. Suomen liikenteen ilmastopäästöjen tavoitteita ei pystytä saavuttamaan ilman sähköistä liikennettä. EU:n vuonna 2011 asettamissa tavoitteissa on, että kaupungeissa autoilla ajettavat kilometrit ajettaisiin hiilidioksidittomilla polttoaineilla, kuten sähköllä, vuonna 2050. Vuonna 2014 EU julkaisi vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönottoa koskevan direktiivin (2014/94/EU), joka velvoittaa jäsenmaat luomaan kattavan sähköautojen latausverkon. [1, s. 5.]

Henkilöautoliikenteen sähköistämisen lisäksi vaihtoehtoisten polttoaineiden potentiaalisia käyttökohteita ovat kaupungeissa tapahtuva postinjakeliikenne sekä linja-autot. Esimerkiksi Saksan postilla on käytössä jo 5 000 sähköistä jakeluautoa. Linja-autoliikenteen sähköistämisen kokeiluja on jo aloitettu Suomessa pääkaupunkiseudulla. [1, s. 11; 3.]

### 2.1 Valtion ja EU:n toimet

EU-komissio on vuonna 2011 julkistetussa ”valkoisessa kirjassa” asettanut tavoitteeksi vähentää liikenteen päästöjä 60 % vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Yhtenä toimenpiteenä tähän on puolittaa tavanomaisia polttoaineita käyttävien autojen käyttäminen kaupunkiliikenteessä vuoteen 2030 mennessä sekä poistaa ne kokonaan vähitellen vuoteen 2050 mennessä. Sähköautojen määrä Euroopan tieliikenteessä tulisi olemaan noin 40 miljoonaa ajoneuvoa vuonna 2030. Tavoite on haastava, mutta EU-komission mielestä saavutettavissa. [1, s. 10; 2; 4; 5.]

EU:n jakeluinfradirektiivi vahvana vaikuttajana

EU:n direktiivi (2014/94/EU) vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta hyväksyttiin vuonna 2014. Direktiivi edellyttää EU:n jäsenvaltioita tekemään kansallisen toimintasuunnitelman vuosille 2016–2030 liikenteen vaihtoehtoisen polttoaineiden markkinoiden parantamiseksi ja asiaan liittyvän infrastruktuurin käyttöönottamiseksi vuoteen 2016 mennessä. Direktiivi koskettaa erityisesti sähköistä liikennettä ja on perustana sähköisen liikenteen lainsäädännölliseen edistämiseen. Suomi sai ke-

väällä 2017 huomautuksen EU:n komissiolta, koska ei ollut ilmoittanut miten aikoo direktiivin vaatimukset ottaa käyttöön. Suomi sai kuitenkin lain 478/2017 mukaisesti EU-direktiivin (2014/94/EU) käytäntöön syksyllä 2017. [1, s. 12; 6; 7.]

EU:n direktiivissä veloitetaan, että jäsenmaissa rakennetaan julkisesti saatavilla oleva jakeluverkosto sähköautojen latauspisteille. Jakeluverkon tulisi olla käytössä vuoteen 2020 mennessä. Direktiivi asettaa julkisille ja puolijulkisille latauspisteille ohjeellisen tavoitemäärän. Yksityisten latauspisteiden määrään direktiivi ei ohjeista. Suosituksena on, että sähköautojen julkisia latauspisteitä toteutetaan vähintään yksi latauspiste kymmentä ladattavaa ajoneuvoa kohden. Suomessa on arvioitu olevan 20 000–40 000 sähköajoneuvoa vuonna 2020. Tämä tarkoittaa, että julkisien latauspisteiden verkoston tulisi olla 2 000–4 000 latauspistettä. Suomen asettama kansallinen tavoite on, että julkisista latauspisteistä yksi kymmenestä mahdollistaisi pikalatauksen. Tämä tarkoittaisi 200–400 pikalatauspistettä vuonna 2020. [1, s. 12; 6.]

Jakeluinfradirektiivissä (2014/94/EU) määritellään myös Euroopassa lataukseen käytettävät standardipistokkeet ja latausasemien minimivaruus, jolloin sähköautoja voi ladata kaikkialla EU:ssa huoletta. Direktiivin mukaan 17.11.2017 alkaen julkiseen käyttöön tarkoitetuilla latauspisteillä on oltava vähintään tyypin 2 mukainen pistorasia, jos ladataan vaihtojännitteellä, ja tyypin combo 2 pistorasia, kun ladataan tasajännitteellä. Latauspisteissä voi olla myös muita pistoketyyppejä. Direktiivistä on tehty kansallinen laki (478/2017). Julkisissa latauspisteissä on myös käytettävä vanhemman EU-direktiivin (2012/27/EU) määrittämiä älykkäitä mittausjärjestelmiä. [1, s.12; 6; 8, s. 3; 9, s. 2.]

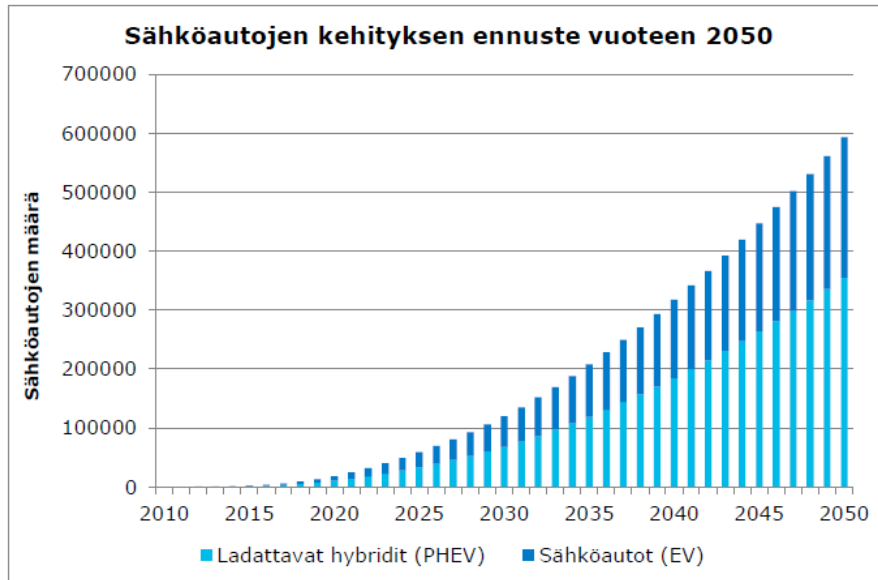
#### Suomen tilanne ja EU-direktiivin täyttäminen

Hallitusohjelmaan on kirjattu tavoitteeksi saada kokonaan tai osittain sähköllä kulkevia autoja 250 000 kpl vuoteen 2030 mennessä. Osittain sähköllä kulkeviksi autoksi laskeaan ladattavat hybridit ja vetyautot. Trafim mukaan vuoden 2017 lopussa ladattavia henkilöautoja oli yhteensä 7 179 kpl, joista sähköautoja oli 1 449 kpl, ladattavia hybridejä 5 729 ja vetyautoja yksi [12].

Vuoden 2015 lopussa ladattavia henkilöautoja oli 1580 kappaletta, joista sähköautoja (EV) oli 614 ja ladattavia hybridejä 966 kappaletta. Sähköautojen ja ladattavien hybridien määrä onkin ollut Suomessa melkoisessa kasvussa viimeisen parin vuoden aikana. Noin neljäsosa Suomen ladattavista henkilöautoista on Helsingissä. [10, s. 4.]



VTT:n LIPASTO-ennusten perusteella Suomessa olisi vuonna 2030 noin 120 000 ladattavaa sähköajoneuvoa. Saman ennusteen mukaan vuonna 2040 ladattavien autojen määrä olisi 300 000 ajoneuvoa. Kuvan 3 perusteella sähköautojen määrä ei lähde suureen kasvuun saman tien. Ennusteessa ei ole huomioitu mahdollisia kannustuksia kuntien tai valtion toimesta. [10, s. 4.]



Kuva 1. VTT:n LIPASTO -ennusteen sähköautojen määrän kehitys. [10, s. 4.]

LIPASTO-ennusteen ajoneuvomäärät eivät yllä hallituksen asettamiin tavoitteisiin.

Suomen kansallisessa suunnitelmassa täyttää EU-direktiivi (2014/94/EU) mainitaan, että vaadittu sähköautojen julkisten latauspisteiden verkosto aiotaan saavuttaa pääsääntöisesti markkinaehtoisesti. Näiden rakentamisessa aiotaan kuitenkin hyödyntää nykyisellään olevia tukia. Rakentajia ovat pääsääntöisesti energiayhtiöt ja kaupalliset pysäköintipaikat. Mikäli verkoston kasvaminen ei ole tavoitellun suuruinen, arvioidaan rakentamisen jatkotoimenpiteistä viimeistään vuonna 2020. Rakentamisen edistämiseksi aletaan kuitenkin jo pohtia lakimuutoksia ja taloudellisia toimia. Työ- ja elinkeinoministeriö on kuitenkin myöntänyt 4,8 miljoonan euron tuen julkisen latausverkoston parantamiseksi vuosien 2017–2019 aikana. Tuen avulla pitäisi saada ainakin 800 uutta julkista latauspistettä, joista 200 olisi pikalatauspisteitä. Investointituen avulla päästään kansalliseen julkisten latauspisteiden tavoitteeseen. [5; 7; 11.]

## 2.2 Kuntien toimet

Helsingin kaupunki on päättänyt edistää sähköautojen määrän kasvamista asemakaava- ja rakennuslupavaiheessa. Ideana on, että latauspisteiden rakentamisesta on tehty kirjaus tontinluovutusehtoihin, jolloin tontin ostaja on velvollinen rakentamaan kaupungin asettaman määrän latauspisteitä. Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston työryhmän vuonna 2016 tekemän suosituksen mukaan kaupungin tulisi vaatia jatkossa tontinluovutusehtoihin sähköautojen latauspisteiden rakentamista. Ehtona olisi että 5–30 % pysäköintipaikoista rakennetaan latauspaikoiksi, kuitenkin vähintään kaksi autopaikkaa tonttia kohti. Tämän lisäksi tulisi varautua latauspisteiden rakentamiseen varausputkituksin kaikilla pysäköintipaikoilla. [10, s. 24.]

Vuonna 2016 Helsingin kaupunki oli asettanut latauspisteiden rakentamisen kaavassa velvoitteeksi ainakin osassa Kalasatamaa sekä Keski-Pasilaa. Kalasatamassa piti vähintään 1/3 autopaikoista varustaa latauspisteellä. Keski-Pasilassa täytyi olla 10 % liiketilojen ja toimistojen autopaikoista latauspisteellisiä ja 100 % asukkaille tarkoitettuja parkkipaikoista. Turun Skanssin alueen tontinluovutusehdoissa on myös velvoite latauspisteiden asentamisesta. Skanssin alueen tonteilla ulko- sekä sisätiloissa pitää varata 10 % paikoista sähköauton latauspisteille. Jokaiselle latauspisteelle on oltava käytettävissä oma 3 x 16 A:n kaapelointi. Autopaikoista on myös voitava muuttaa yhteensä 80 % latauspisteellisiksi helposti tulevaisuudessa. Tämä edellyttää autopaikkojen varausputkittamista. Skanssin alueen tontinluovutusehdoissa on myös maininta noudattaa SESKO SK69 -suosituksia. [10, s. 15–17.]

## 2.3 Yksityisten ja yritysten toimet

Sähköautojen lataaminen tapahtuu pääosin kotioloissa. On arvioitu, että lataamisesta yli 90 prosenttia tapahtuu kiinteistöissä ja yleensä yöaikaan. Arvion mukaan vain alle 10 prosenttia lataamisesta tapahtuisi julkisissa latauspisteissä. Suomessa on vuoden 2018 alussa liikennekäytössä 2,7 miljoonaa henkilöautoa. Tilastokeskuksen mukaan näistä autoista 638 000 on taloyhtiöiden asukkaiden omistuksessa. [10, s. 4; 12.]

Valtio on aloittanut taloudellisen tuen tarjoamisen muun muassa taloyhtiöille sähköjärjestelmän uusimiseen sähköautoja varten. Vuoden 2018 talousarviossa tähän on varattu 1,5 miljoonaa euroa avustusta. Tuki on suunniteltu nelivuotiseksi, ja on arvioitu, että

tuki on seuraavanakin kolmena vuotena 1,5 miljoonaa euroa vuodessa. Tällä hetkellä tuen myöntämiselle ei ole tarkkoja ehtoja, mutta hallituksen on tarkoitus vuoden 2018 aikana selvittää ehdot tuen saamiseksi. [12.]

#### Taloyhtiöiden haasteet latauspisteiden hankkimisessa

Jotta hallituksen asettama 250 000 sähköauton tavoite toteutuu, taloyhtiöiden parkkipaikkoja tulisi myös saada muutettua latauspisteellisiksi. Taloyhtiöissä on kuitenkin haasteena se, että autopaikkoja ei kannata muuttaa isolla investoinnilla latauspisteelliseksi kun taloyhtiössä ei ole sähköautoja ja taas asukkaan ei kannata hankkia sähköautoa kun ei ole latauspisteitä.

Taloyhtiöiden pysäköintipaikkojen muuttamista latauspisteiksi vaikeuttaa se, että taloyhtiön asukkaita on kohdeltava yhdenvertaisesti. Yhdenvertainen kohtelu ei tarkoita sitä, että jos kaikille ei voida rakentaa latauspistettä, niin niitä ei voi silloin kukaan saada. Latauspisteitä ei edellytetä missään rakennettavaksi jokaiselle autopaikalle. Yhdenvertainen kohtelu toteutuu, kun lupaa ei anneta ensimmäiselle, joka ehtii kysyä sitä vaan selvitetään, onko muitakin kiinnostuneita, ja jaetaan sitten mahdolliset latauspisteet osakkeille mahdollisuuksien mukaan. Olisi hyvä selvittää etukäteen, millaiset mahdollisuudet taloyhtiön sähköverkko antaa latauspisteille.

Taloyhtiöillä on muutamia vaihtoehtoja toteuttaa latauspisteet riippuen sähköverkon kapasiteetista ja hallituksen tavoitteista.

*Tapa 1:* Jokaiselle taloyhtiön hallinnassa olevalle autopaikalle rakennetaan latauspiste.

Autopaikkojen sähköjärjestelmä joudutaan todennäköisesti uusimaan. Keskustilassa voi tulla isoja muutoksia ja sähköliittymää joudutaan todennäköisesti suurentamaan ja mahdollisesti uudelleen kaapeloimaan. Kyseessä olisi tavanomaisen tason ylittävä uudistus asunto-osakeyhtiölain mukaan. Tällöin vastiketta uudistukseen voidaan periä vain uudistukseen suostuneilta osakkeenomistajilta, mikä käytännössä tarkoittaa, että yhtiökokouksessa tarvitaan hyväksyntä kaikilta osakkeenomistajilta uudistuksen läpi saamiseksi.

*Tapa 2:* Vain osaan taloyhtiön autopaikoista rakennetaan latauspiste sähköverkon sallimissa rajoissa.

Tämä on helpompi vaihtoehto, kun taloyhtiössä ei ole vielä montaa sähköautoa harkitsevaa henkilöä. Taloyhtiön sähköjärjestelmä kartoitetaan mahdollisten latauspisteiden määrän selvittämiseksi. Taloyhtiön autopaikoista muutetaan latauspisteellisiksi niin monta kuin voidaan ilman, että joudutaan tekemään merkittäviä muutoksia sähköjärjestelmään. Tällöin taloyhtiön kokouksessa tarvitaan uudistukseen vain enemmistö eli yli puolet annetuista äänistä. Hanke saadaan helpommin läpi, vaikka hanketta maksavat taloyhtiössä myös ne, joille ei latauspistettä asenneta tai äänestivät sitä vastaan. Latauspisteelliset paikat ovat toteutuessaan taloyhtiön hallinnassa.

Mikäli latauspisteitä tarvitaan enemmän kuin nykyinen sähköverkko mahdollistaa, on kyseessä tavan yksi tilanne.

*Tapa 3:* Osakasvähemmistö haluaa itse rakennuttaa latauspisteitä muutamalle taloyhtiön autopaikalle.

Osakasvähemmistöhankeella yksi tai useampi voi haluta, että heidän käytössään olevat autopaikat varustetaan latauspisteillä. Taloyhtiö voi antaa yhtiökokouksen kahden kolmasosan äänienemmistöllä luvan muuttaa taloyhtiön hallinnassa olevien autopaikojen uudistuksen. Koska uudistus hyödyttää vain osaa osakkaista, lain mukaan latauspisteiden uudistuksen maksavat vain latauspisteiden saavat henkilöt. Jotta latauspisteen maksanut osakkeenomistaja voi olla varma, että hän saa kyseisen autopaikan, kannattaa siitä tehdä erillinen vuokrasopimus taloyhtiön kanssa. Muutoin taloyhtiö voi antaa autopaikan kenen tahansa käytettäväksi.

*Tapa 4:* Autopaikka osakas haluaa rakentaa latauspisteen omassa hallinnassaan olevalle autopaikalle.

Tapa 4 eroaa aikaisemmista siten, että autopaikka on osakkeenomistajan hallinnassa. Jotta autopaikan voi varustaa latauspisteellä, tarvitaan siitä silti taloyhtiöltä lupa. Suositeltua olisi, että asia käsiteltäisiin yhtiökokouksessa, jossa selvitetään muiden halukkuus latauspisteiden hankintaan, jolloin voidaan latauspisteet toteuttaa tapojen 1 tai 2 mukaisesti taloyhtiön toimesta. Kustannukset voivat tällöin olla merkittävästi pienemmät, kun voidaan varautua laajempaan muutokseen kerralla. Yksittäisen osakkeenomistajan tekemän muutostyön maksaa muutoksen tekijä itse.

Yhtiökokouksessa päätetään, hyväksytäänkö osakkeenomistajan muutostyö äänenemmistöllä. Samalla voidaan myös päättää, annetaanko jatkossakin lupa latauspisteiden rakentamiseen. Taloyhtiön tulisi kuitenkin selvittää etukäteen, kuinka monta latauspistettä sähköverkko kestää. [12.]

#### Yksittäiset erillistalot

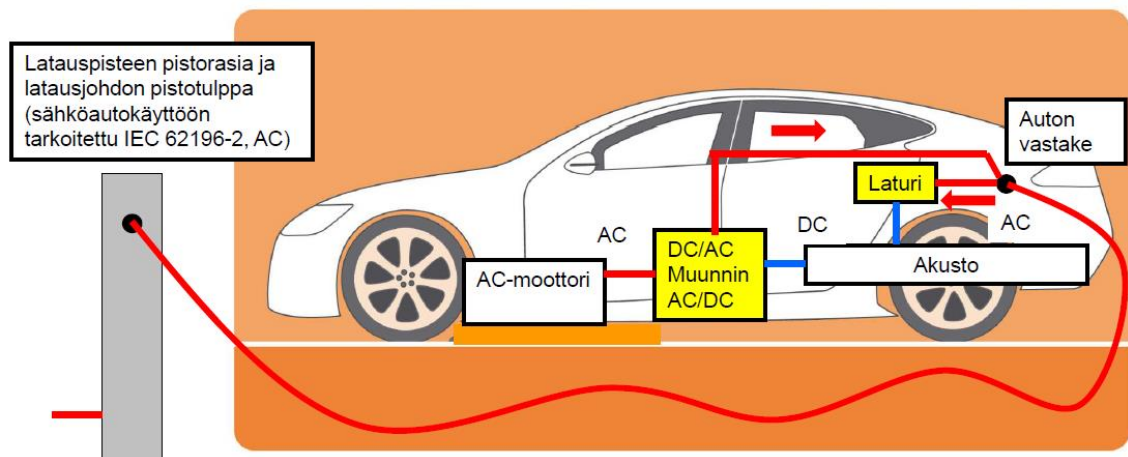
Yksittäisille taloille latauspisteet ovat usein helposti toteutettavissa. Liittymäkoko on usein 25 tai 35 ampeeria, ja sen suurentaminen on vain liittymäkoon suurennus tilauksen takana eikä yleensä vaadi liittymänkaapeloinnin uusimista. Liittymäkoon kasvattaminenkaan ei aina ole tarpeen, jos lämmitysmuotona ei ole suorasähkölämmitys ja mahdollinen sähkökiuas laitetaan sähköauton kanssa vuorottelulle.

Verkon kannalta alle 63 ampeerin liittymän suurentaminen ei ole useinkaan ongelma. Pienen liittymän voi usein lisätä mihin tahansa verkon kohtaan ilman suurempia toimenpiteitä. Ensimmäisenä rajoittavana tekijänä tulee pitkässä ilmajohtoverkossa oikosulkuvirran liian pieni arvo johdon päässä. Muuntopiirien muuntajateho on yleensä riittävä yksittäisten liittymien kasvattamiseen.

### 3 Sähköautojen lataaminen

#### 3.1 Eri lataustavat

Sähköajoneuvoja voidaan ladata neljällä eri lataustavalla. Lataustavan valintaan vaikuttaa ladattavan ajoneuvon akkukapasiteetti, latauspisteen kaapelointi ja sähköliittymän kapasiteetti. Eri lataustavoilla saatetaan käyttää omanlaisia pistokkeita, jotta latauspisteen ja auton välinen kytkeytyminen ja kommunikointi tapahtuvat oikealla tavalla. Pistokkeita on vakiintunut muutama malli erityisesti lataustavalle 3. Pistokkeista kerrotaan enemmän osiossa 3.2. Kuvassa 1 on esitetty lataustavan 3 periaate auton näkökulmasta.



Kuva 2. Peruslataus (lataustapa 3) auton kannalta [13, s. 17.]

Kuten kuvassa 1 näkyy, auton akustosta voidaan DC/AC-muuntimen avulla myös ottaa tehoa takaisin verkkoon päin. AC/DC- ja DC/AC-muunnin on joka tapauksessa autossa, koska auton moottorit ovat yleisesti AC-moottoreita sekä auton moottorin jarrutusenergia voidaan syöttää takaisin akustoon jarrutettaessa.

Lataustapa 1 kevyille sähköajoneuvoille

Lataustapaa 1 (mode 1) käytetään pienitehoisten sähköajoneuvojen lataamiseen, kuten pyörien, skootterien ja ruohonleikkureiden lataamiseen. Näiden laitteiden akkukapasiteetti on pieni eikä niitä ole suunniteltu suuritehoisilla latureilla ladattaviksi. Tästä johtuen lataustavassa 1 voidaan käyttää lataamiseen normaalia 230 V:n maadoitettua

pistorasiaa, joka on suojattu mitoitusvirraltaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. Latauksessa otettava virta on niin pieni, että lataamisessa ei tarvitse käyttää erillistä tehonrajoitinta. [8, s. 2; 14, s. 1.]

#### Lataustapa 2 henkilöautojen hitaaseen lataukseen

Lataustavassa 2 (mode 2) käytetään myös 230 V:n maadoitettua pistorasiaa tai 400 V:n voimapistorasiaa. Ajoneuvo on liitettävä pistorasiaan valmistajan hyväksymällä liitäntäjohdolla, jossa on erillinen ohjaus- ja suojalaitteyksikkö. Huomioitavaa liitäntäjohdon kanssa on tukea liitäntäjohdon laitteet, jotta pistorasian ja auton liittimet eivät vääntyisi ja rikkoutuisi. Lataamista ei suositella auton lämmityspistorasiasta, jos lämmityspisteitä on useita samalla ryhmäjohdolla.

Lataustapaa 2 voidaan käyttää tilapäisesti sähköautojen lataamiseen, kun ei ole mahdollista suorittaa latausta lataustavalla 3 tai 4. Lataustapa 2 ei sovellu normaalisti lataustavaksi, koska lataaminen aiheuttaa liian suuren kuormituksen tavanomaiselle pistorasia ryhmälle, jotka eivät kestä pitkäaikaista täyden mitoitusvirran kuormitusta. Kotitalouspistorasiat kestävät tyypillisesti 16 ampeerin virtaa vain kaksi tuntia yhtäjaksoisesti, mikä ei riitä lataamaan täyssähköauton akustoa täyteen. Tästä johtuen lataamisessa ajoneuvon ottama latausvirta tulee rajoittaa riittävän pieneksi, esimerkiksi 6–10 ampeeriin. Tällöin latausteho jää alle 2000 W:n. [8, s. 2; 9, s. 1; 14, s. 1.]

#### Lataustapa 3 henkilöautojen peruslataukseen

Lataustapa 3 (mode 3) on sähköautojen normaali lataustapa. Ajoneuvossa olevaa laturia syötetään vaihtojännitteellä joko yksi- tai kolmivaiheisena. Lataustapa 3 vaatii erillisen latauspisteen, jossa on tyyppin 1 tai tyyppin 2 mukainen pistokeliitäntä sekä latauksen ohjaustekniikkaa. Erilaisella liittimellä kotitalouspistorasiaan verrattuna voidaan varmistaa tiedonsiirto latauspisteen ja auton välillä, mikä mahdollistaa ajoneuvon turvallisen kytkeytyminen latauspisteeseen. Ladatessa latausvirta voi olla 6–63 ampeeria, jolloin tehoa latauksessa on 1,4–43 kW. Tyypillisiä lataustehoja ovat yksivaiheisena 3,7 kW ja kolmivaiheisena 11 tai 22 kW lataukset. Lataustehoa voidaan säädellä tarpeen mukaan erillisellä taustajärjestelmällä. [8, s. 2; 14, s. 1.]

## Lataustapa 4 henkilöautojen ja isompien ajoneuvojen pikalataukseen

Lataustavassa 4 (mode 4) auton akustoa syötetään suoraan DC-sähköllä, jolloin ei käytetä auton laturia vaan latauspisteen omaa AC/DC-muunninta. Tällöin latauksen virta voi olla huomattavasti suurempi, kun voidaan käyttää huomattavasti isompia ja virtakestoisempia komponentteja. Latausvirta voi olla jopa 300 ampeerin luokkaa, mutta latauksessa käytetään tyypillisesti 63 ampeerin virtaa. Tehoissa päästään 125 kW:n luokkaan ja tyypillisessä latauksessa 50 kW:n. Latauksessa käytettävä liitäntäjohdon pistoke on oltava AA:n tai FF:n mukaista rakennetta. Lataustapaa 4 kutsutaan myös tehollataukseksi, pikalataukseksi ja DC-lataukseksi. [8, s. 2; 9, s. 2; 14, s. 1.]

Koska lataustapa 4 mahdollistaa suuria virtoja sekä lataustehoa ladatessa sitä käytetään peruslatauksena isommille sähköajoneuvoille, kuten linja-autoille ja rekoille. Linja-autojen latauksessa latausteho voi nousta huomattavasti henkilöauton latausta suuremmaksi, jotta latausaika saadaan järkevän kokoiseksi akustojen koon takia. Latausvirtoja on saatu pienemmäksi muun muassa jännitettä nostamalla. Linja-autojen lataustehona saattaa olla 300–350 kW, ja tulevaisuudessa on ajateltu, että latausteho saattaisi olla jopa 450 kW.

## Sähkönsyöttö autosta sähköverkkoon

Sähköauto voi latauspisteessä kiinni ollessaan olla osana sähköverkkoa. Sähköä voidaan syöttää autosta takaisin sähköverkkoon (V2G). Tämä tarvitsee erillisiä kaksisuuntaisia latausjärjestelmiä. V2G-latauspisteet toimivat lataustavalla 4 DC-latauksena, jolloin auton akustosta otettava sähköenergia muuttuu latauspisteen invertterissä verkkoon syötettäväksi vaihtovirraksi. V2G-tekniikan saa toimimaan myös peruslatauspisteellä, kun sähköauto varustetaan invertterillä, jolloin akuston sähköenergia muutetaan vaihtovirraksi auton puolella. Aiheesta kerrotaan lisää osiossa 5.1. [15.]

Sähkönsyöttö ajoneuvosta takaisin verkkoon sallitaan vain latauspisteillä, jotka on varustettu standardin SFS-EN 62196 mukaisilla pistorasioilla (viralliset sähköauton pistokkeet). Latauspisteellä pitää olla myös älykäs sähköenergianmittaus. [14, s. 4.]

Jakeluverkkoyhtiöillä saattaa olla omia suosituksia ja ehtoja verkkoon takaisinsyötöstä, kuten muunkin pientuotannon kanssa. Oman alueen verkkoyhtiön suositukset löytyvät yhtiön verkkopalveluehdoista ja tuotannonliittymisehdoista. V2G-tekniikka on kuitenkin



vielä sen verran uutta, että siihen ei olla verkkoyhtiöiden tai lain puolesta erityisesti puututtu.

### 3.2 Pistokkeet

#### Lataustapojen 1 ja 2 pistokkeet

Lataustavassa 1 ja 2 voidaan käyttää standardin SFS-EN 60309-2 mukaisia teollisuus-pistorasioita sekä standardin SFS 5610 mukaisia maadoitettuja kotitalouspistorasioita, jos latausvirta on rajoitettu tarpeeksi pieneksi, esimerkiksi 8 ampeeriin. [8, s. 2–3.]

#### Lataustavan 3 pistokkeet

Suomessa sekä eurooppalaisissa autoissa yleisin käytetty lataustavan 3 pistoketyyppi on SFS-EN 62196-2 mukainen tyypin 2 pistoke ”Mennekes”. Tyypin 2 pistoke on Suomen julkisten latauspisteiden standardi pistoketyyppi. Euroopan komissio on päättänyt tehdä tyypin 2 pistokkeista standardin eurooppalaisiin autoihin. Liitin mahdollistaa kolmivaiheisen virransyötön 63 ampeeriin asti, mutta sillä voi ladata myös yksivaiheisena. [8, s. 3; 16.]

Muita lataustavan 3 pistokkeita ovat tyypin 1 ”Yazaki”- ja hieman uudempi tyypin 3 ”Scame”-pistokkeet, joiden kehitys on hylätty. Tyypin 1 pistoketta käytetään pääsääntöisesti yhdysvaltalaisissa ja japanilaisissa autoissa. Liitin mahdollistaa virransyötön yksivaiheisena kahdeksaankymmeneen ampeeriin asti ja sillä ei voi ladata kolmivaiheisena.

Tyypin 3 pistoketta on käytetty italialaisissa ja ranskalaisissa autoissa. Tyypin 3 pistoke on tullut käyttöön vasta vuonna 2010 ja eikä se siten ole erityisen tunnettu. Vuonna 2013 pistoke hylättiin, koska tyypin 2 liittimestä tuli pakollinen eurooppalaisiin autoihin. Tyypin 3 liittimiä saattaa tulla vastaan edelleen ennen vuotta 2013 valmistetuissa ranskalaisissa ja italialaisissa autoissa. Liitin mahdollistaa kolmivaiheisen virransyötön 32 ampeeriin asti. Liittimen tarkoitus on olla hieman kevyempi versio tyypin 1 ja 2 liittimiin verrattuna koska suurimmalta osalta latauspisteitä ei voida ladata tyypin 1 ja 2 liittimien mahdollistamia maksimivirtoja. Tyypin 3 pistokkeesta on kevyemmän rakenteensa vuoksi saatu halvempi. [14, s. 3; 16; 17.]

## Lataustavan 4 pistokkeet

Lataustapa 4 eli pikalataus DC-sähköllä käyttää kahdenlaisia pistoketyyppejä. Alkuperäinen pistoke on ”CHAdEMO”, jota kutsutaan myös tyypin 4 pistokkeeksi. Pistoketta käytetään Japanissa ja Euroopassa. Latausjännite on 500 voltia ja tyypin 4 liittimet kestävät jopa 125 ampeerin latausvirran. CHAdEMO on SFS-standardissa määritelty rakenteeksi AA.

Toinen DC-latauksen vaihtoehto on CCS-pistokkeet eli yhdistetty latauspistoke. CCS-pistokkeita on kahta mallia: Combo 1 (CCS1) ja Combo 2 (CCS2). Kyseisissä pistokkeissa nimet viittaavat tyypin 1 ja tyypin 2 liittimiin. Combo 1 on tyypin 1 pistokkeen muotoinen ilman AC-napoja, jossa on lisätty alapuolelle DC-navat. Combo 2 on vastaavasti tyypin 2 muotoinen DC-napojen lisäyksellä. Kuvassa 2 on havainnollistettuna liitin. Hyötynä tässä on se, että latausaseman tyypin 2 pistokkeen sekä Combo 2 - pistokkeen voi kytkeä autossa samaan vastakappaleeseen niissä autoissa, jossa on Combo 2 -liitäntä, jolloin ei tarvita erillistä DC-latauksen liitäntää autoon. CCS-liitäntä käyttää tyypin 1 ja 2 liitäntän napoja kommunikointiyhteyttä latauksessaan. Uudemmat CCS-pistokkeet käyttävät 200–1000 voltin jännitettä jopa 300 ampeerin virralla. Kuvassa 2 on pistokkeiden kokoverailua. [8, s. 3; 16; 17; 18.]



Kuva 3 CHAdEMO- (vas.) Combo 2- (kesk.) ja tyypin 2- (oik.) pistokkeet [18].

Kuten kuvassa 2 näkyy, Combo 2 -liittimessä on paljon tyhjää tilaa, jolloin sen koko on hieman suurempi kuin CHAdeMO-liittimessä. Combo -liittimet ovat SFS-standardissa määritelty rakenteeksi FF.

### Langaton lataaminen

Sähköautoja voidaan myös ladata johdottomasti siirtämällä energiaa induktiivisesti autopaikan pinnan alapuolelle upotetulla käämillä ja ajoneuvon pohjassa olevan käämin välillä. Langattoman lataamisen huonoina puolina on huono hyötysuhde ja turvallisuuspuutteet. Langattoman lataamisen turvallisuusvaatimuksia käsitellään standardissa IEC 61980.

Langatonta lataamista kehittävät ainakin autonvalmistajat Tesla sekä General Motors ja WiTricity. Jäljempänä mainittujen yhteinen hanke tukee latauksen 11 kW:iin asti. Yritysten ennusteen mukaan langaton lataus saattaa tulla kaupalliseksi vuonna 2020. [19.]

### 3.3 Latausverkon tekniset vaatimukset

Yleensä ensimmäisenä sähköauton lataamisessa tulee mieleen ”voinko käyttää autonlämmitysryhmän pistorasiaa tai kaapelia sähköauton lataamiseen?”. Jos autonlämmitystolppa on yksittäinen omalla ryhmäjohdolla esimerkiksi omakotitalossa, se voidaan usein muuttaa latauspisteeksi. Harvemmin kuitenkin on näin ja omakotitalossakin autonlämmitystä varten oleva pistorasia voi olla johdotettu muiden pistorasioiden kautta. Kerrostaloissa taas lämmitystolpat ovat ketjutettuja eikä niiden sulakesuojaus kestä latauspisteen virtaa, silloin kun on muutakin kuormitusta.

Sähköauton latauksen ryhmäjohtoon saa liittää vain auton lataamiseen ja lämmittämiseen tarkoitettuja piirejä. Kuitenkin olisi suotavaa, että jokainen latauspiste olisi kaapeloitu erikseen. Latausasemien syötoissä voidaan käyttää ketjutusta, jos syöttävät kaapelit on mitoitettu tarpeeksi suuriksi. Latauspiirin ryhmää tulee suojata mitoitusvirraltaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla, tyyppiä B, koska sähköauto on latauksen aikana valvomatta liitettynä pistokkeeseen. [9, s. 3.]

Latauspisteille asennettavat uudet maakaapelit olisi syytä asentaa suojaputkeen. Suoja-putkien avulla voidaan kaapelointia muuttaa myöhemmin helposti sekä asentaa uusia kaapeleita, jos halutaan enemmän latauspisteitä tulevaisuudessa. Tällöin vältetään kaivamiselta sekä mahdollisilta päällysteiden korjaamiselta, jolloin muutostöiden kustannukset pienenevät. Kaapelointi talossa lisää palokuormaa, ja on suositeltavaa ja tietyissä tiloissa on pakollista käyttää halogeenittomia ja vähäisen savunmuodostamisen kaapeleita. Syöttöjohtoja ei saa viedä rakennusten sisätiloista esimerkiksi ikkunoiden tai ovien kautta, vaan pitää käyttää läpivientejä. Jatkojohtoja ei saa käyttää, koska latauspiste on kiinteä asennus. [9, s. 3.]

Lataajan sähköverkon kapasiteetti tai keskuksessa oleva tila on usein rajoittava tekijä, kun latauspisteitä ollaan asentamassa useita. Kapasiteetilla tarkoitetaan tässä maksimitehoa, jota asiakkaan sähköliittymän pääsulakkeet sekä keskus kestävät. Yksittäisillä kuluttajilla, joilla on oma sähköliittymä, yhdenkin peruslatauspisteen lisääminen ylittää kapasiteetin herkästi. Sähköverkon kapasiteettia voidaan nostaa useilla eri tavoilla, mutta se vaatii isompien liittymien kohdalla usein sähkönsyötön ja pääkeskuksen uusimista. Vain yhtä latauspistettä syötettäessä pitää varautua täyden tehon syöttämiseen eli tasoituskertoimen 1 käyttämistä teholaskennassa. Jos sähköverkossa on useita latauspisteitä, voidaan tehonrajoituksen avulla käyttää pienempää kuormituskerrointa. [9, s. 3.]

### 3.4 Latauslaitteet

Sähköautojen latauspisteet voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: julkiseen lataukseen, puolijulkiseen lataukseen sekä yksityiseen lataukseen. Julkisia latauspisteitä on kaupunkien ja kuntien ylläpitämällä kaduilla, kiinteistöissä ja parkkipaikoilla sekä päätieverkon varrella. Puolijulkisia latauspisteitä ovat päätieverkon yksityisillä alueilla kuten huoltoasemilla ja kaupallisilla pysäköintilaitoksilla esimerkiksi kauppakeskuksissa sekä yksityisissä kiinteistöissä olevat latauspisteet, jotka ovat kaikille käytettävissä ilmaiseksi tai maksua vastaan. Yksityiset latauspisteet sijaitsevat pysäköintilaitoksissa ja kiinteistöissä, joihin pääsevät vain omistajan määrittämät käyttäjät. [1, s. 9.]

Latauslaitetta valittaessa tulee tarkistaa auton lataustapa sekä kiinteistön sähköverkon kapasiteetti. Esimerkiksi Nissan Leaf tukee lataustavassa 3 vain yksivaihelatausta 3,6 kW:n ja 6,6 kW:n teholla. Renault Zoe taas pystyy lataamaan kolmivaiheisena 22

kW:iin saakka. Tällöin voidaan latauslaitetta hankittaessa välttää turhaa ylivoimittamista, jos kalliimpien laturien täyttä tehoa ei voida hyödyntää. Tulevaisuus on myös hyvä huomioida, koska latauslaitteiden elinkaari on odotettavasti melko pitkä. Latauspisteiden elinkaaren aikana auton vaihtaminen tai toisen auton hankkiminen voi tulla ajankoh- taiseksi. Tällöin saattaa tulla tarve suuremman tehon lataamiseen. [20; 21; 22.]

Kiinteistön sähköverkon kapasiteettia voidaan ”kasvattaa” kuormanhallinnalla. Kuor- manhallintalaitteita on joissakin latauslaitteissa valmiina. Kuormahallintakoje on erityi- sen hyödyllinen pienten sähköliittymien taloissa, sähkölämmitteisissä taloissa, sekä kun käytössä on useampia latauspisteitä. Esimerkiksi koje voi pienentää lataukseen käytettävän virran puoleen, kun sähkökiuas kytketään päälle. [20; 23.]

Julkiset latauspisteet on EU:n direktiivin mukaisesti varustettava älykkäällä sähköener- gian mittauksella. Julkiset latauspisteet ovat lähtökohtaisesti samoja kuin yksityiset käyttävät, koska latauspisteiden hankkijoina oli alussa pääsääntöisesti julkinen puoli. Laitteita ei ole aluksi tehty erikseen yksityisille, jolloin sähkömittari on myös yksityisten käyttämissä latauspisteissä. Sähkömittarista on myös hyötyä taloyhtiöissä, jolloin säh- köauton lataamiseen kuluva sähköä ei tarvitse kaikkien yhtiön osakkaiden maksaa vaan pelkästään sähkön lataajan. [14, s. 3.]

Latauslaitteissa on usein myös käyttäjän tunnistusmenetelmä RFID-tekniikalla (Radio Frequency IDentification). Tunnistusmenetelmien avulla latauspisteiden käyttöä voi- daan rajata tietyille käyttäjille ja saada latauspisteestä luvaton käyttäminen pois. Käyt- täjän tunnistuksella voidaan myös tehdä sähköautojen lataamisesta kaupallista. Lataa- ja kirjautuu tunnuksellaan latauspisteeseen ja latauksen jälkeen järjestelmä laskuttaa rekisteröitynyttä käyttäjää maksullisesta lataamisesta.

Muita lisävarusteita latauspisteissä ovat ylijännitesuojat, joita voidaan halutessa käyt- tää, kun latauspiste on ilmajohtoverkon varrella ja halutaan suojata latauspiste sekä ladattava auto esimerkiksi ukkoselta. Ylijännitesuojia tarvitaan kaksi kappaletta 1- vaiheisessa ja neljä kappaletta 3-vaiheisessa latauspisteessä. Ylimääräinen ylijännite- suoja tarvitaan nollajohtoa varten. Toinen lisävaruste on vikavirtasuojakytkin, jonka on oltava latauspisteessä tai syöttävässä ryhmäjohtossa. Kuvassa 4 näkyy avatun la- tauspisteiden sisältöä. [20; 23.]



Kuva 4. Latauspisteen asennustyö [24].

Isoissa kiinteistöissä voi olla järkevämpää toteuttaa monta latauspistettä latauskeskukseen avulla. Latausjärjestelmästä saadaan tällöin helposti hallittava kokonaisuus, jota voidaan tulevaisuudessa helpommin muuttaa tai laajentaa. Keskukseen saa myös sijoitettua lisävarusteita latauspisteitä varten.

Erillisen energiamittarin, vikavirtasuojakytkimen ja ylijännitesuojan voi asentaa erikseen latauspisteen viereen erillisessä kotelossa tai syöttävään keskukseen. Komponentteja on saatavilla myös yhtenäisessä kotelossa. [20; 23.]

Latauspisteet voidaan myös yhdistää taustajärjestelmän ja palvelusopimuksen avulla kuormanhallinnan, käytön seurannan, automaattiseen laskutukseen sekä vikatilante-päivystykseen. Latauslaitteessa täytyy tällöin olla energiamittari, käyttäjän tunnistus ja etäyhteys.

#### Peruslatauslaitteet

Peruslatauslaitteet asennetaan kotitalouksissa usein seinälle kuten kuvassa 5. Latauslaitteita saa kiinnitettyä melkeinpä kaikille tasaisille pinnoille.



Kuva 5. Tyypin 2 kiinteällä kaapelilla varustettu latauspiste [20].

Parkkipaikoilla latauslaitteet asennetaan usein kuitenkin lattiaan tai maahan erillisellä tolalla kuten kuvassa 6 tai laitteella, jonka runko toimii tukijalkana.



Kuva 6. Helen latauspisteitä kauppakeskus Forumin parkkihallissa [25].

Latausteho kotitalouslaitteessa on yleensä 3,6–11 kW:n välillä riippuen lataajan sähköverkon kapasiteetista. Julkisissa latauspisteissä latausteho on taas tyypillisesti 11 kW tai 22 kW. Kotitalouslaitteiden teholla täyssähköauton lataaminen täyteen kestää noin 4–8 tuntia ja julkisten latauspisteiden teholla noin 2–4 tuntia. Latauspisteellä ei kuitenkaan pysty lataamaan autoa suuremmalla teholla kuin mitä auton laturi sallii.

Kotitalouksiin valittavat laitteet ovat usein kiinteällä latauskaapelilla varustettuja. Tällöin niissä on joko tyypin 1 tai 2 latauskaapeli valmiina. Harvemmissa malleissa löytyy mo-

lemmat latauskaapelit. Esteenä saattaa tulla kuitenkin, että jos auto vaihtuu, niin siinä täytyy olla saman tyyppin pistokeliitäntä, jotta latauspistettä ei tarvitse vaihtaa.

Julkisissa latauspisteissä on EU-direktiivin (2014/94/EU) mukaan oltava vähintään tyyppin 2 pistokeliitäntä, mutta niissä saattaa usein olla tyyppin 1 sekä tyyppin 2 liitäntä. Näissä on harvemmin latauskaapelia valmiina. [20; 23.]

### Pikalatauslaitteet

Pikalatauslaitteet asennetaan lähes aina maahan valmisperustuksen tai valettavan perustuksen päälle. Pikalatauslaitteet ovat pääsääntöisesti puolijulkisessa käytössä niiden sähköverkon vaatimusten sekä suuren investoinnin takia. Pikalatauslaitteita löytyy eniten huoltoasemilta. Pikalatauksella täyssähköauton akut voidaan saada nopeimmillaan täyteen alle puolessa tunnissa. EU-direktiivi asettaa tasasähkölatureille vaatimukseksi CCS Combo 2:n mukaisen pistokkeen, mutta latureissa löytyy myös usein CHAdeMO-pistoke, kuten kuvan 7 latauspisteessä. [23.]



Kuva 7. ABC Lohja, vasemmalla pikalatauspiste ja oikealla mode 3 -latauspiste [26].

Lähivuosina pikalatureiden latausteho on nousemassa 125 kW:iin, mikä tarkoittaa, että lataamisessa syöttövirta laitteesta autoon on jopa 300 ampeeria. Näin isojen virtojen kanssa suositellaan liittymälle suoraa syöttöä jakeluverkon muuntamolta. Ladattavaan verkkoon voi tulla merkittäviä virtapiikkejä, jotka voivat haitata asiakkaan verkon muuta käyttöä. Tämä on ongelma etenkin huoltoasemilla, joissa pikalatureita on yleensä useita.



### 3.5 Latauspisteverkostot, palvelut ja sijainnit

Ajantasaista tietoa julkisista- ja puolijulkisista latauspisteistä sekä niiden sijainneista saa osoitteesta [www.sahkoinenliikenne.fi](http://www.sahkoinenliikenne.fi). Sivustolle on kerätty kaikille sivustoille ilmoitetut latauspisteet. Julkisia latauspisteitä on tällä hetkellä noin 900. Määrä on työ- ja elinkeinoministeriön tekemien investointien turvin nousemassa yli 2 000 kappaleeseen vuoteen 2020 mennessä. [1, s. 13.]

Yksityisten latauspisteitä voidaan toteuttaa myös latausoperaattorien avulla. Latausoperaattori vastaa eri omistajien, kuten energiayhtiöiden, latauspisteiden yhdistämisestä käyttäjän kannalta yhtenäiseksi latauspisteverkostoksi eli jonkinlaiseksi yhteiseksi palveluksi. Operaattorin palveluihin latauspisteiden toteutuksessa voi kuulua latauspisteiden suunnittelu ja asentaminen, käyttäjätunnistus, kunnossapito ja asiakaspalvelu. Latauspalvelujen tarjoajille, kuten parkkitalojen tai huoltoasemien latauspisteille, latausoperaattorin tarjontaan voisi kuulua esimerkiksi käyttäjätunnistuksen, maksujärjestelmän ja logistiikan. Suomessa tunnettu latausoperaattori on energiayhtiöiden VIRTA-palvelu. [1, s. 16.]

Julkinen ja puolijulkinen sähköautojen latausverkosto on rakentunut Suomeen pitkälti energiayhtiöiden ja yksityisten pysäköintilaitosten turvin. Kauppakeskuksissa on myös kattavasti latauspisteitä. Myös monet yritykset ovat investoineet työpaikkalataukseen. Kansallinen suunnitelma sähköautoilun edistämisestä ohjaa jatkossakin julkisen latausverkoston laajenemiseen markkinajohtoisesti. [1, s. 15.]

## 4 Lainsäädäntö ja standardit

Latauspisteiden suunnittelua ja käyttöä ohjaavat lainsäädäntö ja standardit. Sähköautoja on ollut vähän aikaa ja ohjeistusten tekeminen on pitkä prosessi, joten niitä on alettu tekemään vasta viime vuosien aikana. Täten tietoisuus laeista ja standardeista voi olla melko pieni. Euroopan latauslaitteiden suurin muutos on tullut vuonna 2014, jolloin EU:n komissio teki isomman direktiivin (2014/94/EU) sähköautoiluun liittyen. Direktiivi on velvoittanut maita tekemään kansallisia lakeja ja ohjeistuksia latauslaitteisiin ja näistä monet valmistuvat juuri vuosien 2016–2018 aikana. Standardoinnissa nähdään samalla suurta muutosta. Standardien lisäksi julkisten latauspisteiden tilaajat usein pyytävät myös noudattamaan SESKO:n (Suomen sähkötekniillinen standardisoimisyhdistys) lataussuositusta, josta tuli uusi versio vuonna 2018. [1, s. 31.]

### 4.1 SFS -standardit

Latausjärjestelmään liittyviä standardeja löytyy SFS 6000 -sarjassa pienjännitesähköasennuksista, joita noudatetaan kuten muissakin asennuksissa. Keskeisiä standardeja lataukseen liittyen on SFS 6000-7-722 Sähköajoneuvojen syötöstä sekä SFS 6000-8-813 Pistokytkimistä. Kaapeloinnissa on otettava huomioon myös SFS 6000-5-52 kaapelin savunmuodostuksesta. Sähkönlaadusta mainitaan standardissa SFS-EN 50160, joka tulisi ottaa huomioon varsinkin kun asennetaan useita latauspisteitä. [9, s. 3; 14, s. 3.]

Latausjärjestelmän turvallisuusstandardeja ovat seuraavat [13]:

- SFS-EN 61851 yleisistä vaatimuksista
- SFS-EN 62196 pistokkeista
- SFS-EN 62752 suojalaitteyksiköistä
- IEC 61980 johdottomasta lataamisesta

## Pistokkeet

Sähköautojen lataukseen käytettävät pistoketyypit on määritelty standardissa SFS 6000-8-813, SFS-EN 60309, SFS-EN 62196, IEC 62196 sekä IEC 92196. Latausjohtojen täytyy olla SFS-EN 50620 mukaisia, kuten että kaapelin on kestettävä käsittelyä -35:n °C lämpötilassa. [1, s. 31; 8, s. 2–3; 9, s. 1; 17.]

- Lataustavoissa 1 ja 2 voidaan käyttää SFS-EN 60309 mukaisia teollisuuspistorasioita sekä SFS 5610 mukaisia maadoitettuja kotitalouspistorasioita, jos latausvirta on rajoitettu tarpeeksi pieneksi esimerkiksi 8 ampeeriin. [8, s. 2–3.]
- Lataustavassa 3 käytetään SFS-EN 62196-2 mukaisia pistokkeita.
- Lataustavan 4 pikalatureissa käytetään SFS-EN 62196-3:n mukaisia rakenteen FF (CCS Combo pistokkeet) tai AA pistokkeita (CHAdeMO). Käytetään myös IEC 62196-3 DC-lataamisen standardia.
- Sähkönsyöttö ajoneuvosta takaisin verkkoon sallitaan vain SFS-EN 62196:n mukaisilla pistokkeilla.

## 4.2 Laki

Sähköautojen latauspisteisiin tai niiden asentamiseen tarvittavista luvista ei ole erikseen säädely lakeja Suomessa ennen vuotta 2017. Latauspisteistä, niiden sijoittamisesta ja lupakäytännöissä noudatetaan yleisesti ohjaavia lakeja ja määräyksiä. Yleisten lakien lisäksi julkisten ja puolijulkisten latauspisteiden sijoittamisesta ja käytöstä on omia sääntöjä ja ohjeita kaupungeilla, kunnilla ja ELY-keskuksilla. Seuraavassa on muutamia sähköautojen lataukseen liittyviä lakeja. Kaikkia lakitekstejä ei ole lainattu kokonaisina tai suoraan, jotta niistä saa paremmin selvää. [1, s. 18.]

### Kansalliset lait

Laki 478/2017 Liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta velvoittaa, että julkisissa latauspisteissä on oltava SFS-EN 62196-2:n mukainen tyyppin 2 sähköautopistoke ladattaessa vaihtosähköllä ja/tai SFS-EN 62196-3:n mukainen FF-

tyypin pistoke (Combo 2) ladattaessa tasasähköllä. Julkisissa latauspisteissä on myös mahdollisuuksien mukaan käytettävä älykkäitä latausjärjestelmiä. [7; 9, s. 1–2.]

Latauspisteiden energianmittausta tehtäessä on otettava huomioon myös Valtioneuvoston asetus 66/2009 sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta. Tämä velvoittaa jakeluverkon haltijaa asentamaan älykkäänsähkömittarin liittymille. Sähköauton lataamisen käytetyn laskutettavan sähköenergian mittaamisessa on otettava huomioon myös mittauslaitelain (707/2011) vaatimukset mittauksille. [9, s. 4.]

Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135

4.§ antaman määritelmän mukaan latauspiste on sähkölaitteisto.

41.§ mukaan Sähkölaitteiston saa ottaa käyttöön vain, jos se täyttää tässä laissa sille asetetut vaatimukset. Ennen käyttöönottoa sähkölaitteisto on suunniteltu ja rakennettu 31.§:ssä säädettyjen turvallisuusvaatimusten ja 39.§:ssä säädettyjen sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevien olennaisten vaatimusten mukaisesti. [27.]

43 § mukaan sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönottotarkastuksessa on riittävässä laajuudessa selvitetty, että siitä ei aiheudu 6 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Käyttöönottotarkastus on tehtävä myös sähkölaitteiston muutos- ja laajennustöille. [27.]

44.§ määrittää sähkölaitteistoluokituksen. Yli 35 ampeerin suojalaitteen latausasemat sekä yli kahden asuinhuoneiston rakennukset eli rivitalot, kerrostalot ja erillistaloyhtiöt, joissa on yhteinen pääkeskustila, josta latauspisteet syötetään, tarvitsevat myös 45.§:n mukaisen varmennustarkastuksen. Latausasemille on myös tehtävä 49.§:n mukainen määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein.

Latauspisteille on tehtävä käyttöönottotarkastus. Tietyissä tapauksissa on tehtävä varmennustarkastus sekä määräaikaistarkastus. 43.§:ssä kerrotaan käyttöönottotarkastuksesta, 45. ja 46.§:ssä varmennustarkastuksesta sekä 49., 50. ja 51.§:ssä määräaikaistarkastuksesta. [27.]

## Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132

83 § Yleisellä alueella tarkoitetaan tässä laissa asemakaavassa katualueeksi, toriksi, liikennealueeksi, virkistysalueeksi tai näihin verrattavaksi alueeksi osoitettua kunnan, valtion tai muun julkisyhteisön toteutettavaksi tarkoitettua aluetta. [28.]

Kyseisesti määritellyillä yleisillä alueilla olevat latauspisteet ovat julkisia tai puolijulkisia latauspisteitä, ja niitä voi silloin käyttää vapaasti kuka vain. Alueen ylläpitovastuu on kunnalla. Latauspisteiden omistaja voi olla muu kuin kunta.

126.§ mukaan rakentaminen voi vaatia toimenpideluvan valtiolta, kunnalta tai ELY-keskukselta, joka on tontin haltija. Lupa ei ole tarpeen, jos latauspisteen rakentaminen perustuu katusuunnitelmaan. Kunta voi kuitenkin rakennusmääräyskokoelmassaan määrätä, että tiettyjä toimenpiteitä ei tarvitse luvittaa tai saattaa riittää myös ilmoitusmenettely, mikäli kunta pitää kyseistä toimenpidettä vähäisenä. Esimerkiksi Espoo vaatii toimenpideluvan tekemistä muuntamosta. Muuntamoa saatetaan tarvita, jos latausaseman teho on liian suuri kytkettäväksi olevaan pj-sähköverkkoon. [28.]

168 § Kevyen rakennelman ja pienehkön laitoksen tulee terveellisyydeltään, turvallisuudeltaan ja ulkoasultaan täyttää kohtuulliset vaatimukset. Rakennelman ja laitoksen tulee sopeutua ympäristöön eikä se saa olla haitaksi liikenteelle. [28.]

Kunnan rakennusvalvonta voi tämän tulkinnanvaraisen pykälän vastaisen rakennelman määrätä poistettavaksi tai muutettavaksi. Eli kunta voi vaikuttaa latauspisteen tai aseman ulkonäköön yleisellä alueella. [28.]

## Tieliikennelaki 3.4.1981/267

Tieliikennelain 2.§ mukaan pysäköinnillä tarkoitetaan ajoneuvon seisottamista kuljettajineen tai ilman kuljettajaa, ei kuitenkaan lyhytaikaista ajoneuvon seisottamista siihen nousemista tai siitä poistumista tahi ajoneuvon kuormaamista tai kuorman purkamista varten.

2.§ mukaan siis sähköautojen lataaminen katsotaan pysäköinniksi, ja se tulisi tehdä vain pysäköinnin sallivalla paikalla, ei esimerkiksi jalkakäytävällä.

26.§ mukaan ajoneuvon saa pysäköidä vain tien oikealle puolelle. Ajoneuvo on pysäköitävä tien suuntaisesti, mahdollisimman kauas tien keskilinjasta. Eli ladattava auto on pysäköitävä kyseisesti, kun latauspiste sijaitsee tien vierellä.

56.§ mukaan tielle tai sen välittömään läheisyyteen ei saa asettaa merkkiä, kilpeä tai muuta laitetta, jonka voi erheellisesti käsittää liikennemeriksi tai muuksi liikenteen ohjauslaitteeksi taikka joka voi huonontaa sellaisen näkyvyyttä. Tielle ei saa luvatta asettaa liikenteen ohjauslaitetta.

Latauspisteelle ohjaavaa merkkiä ei voi laittaa ilman kunnan antamaa lupaa [29].

Laki kadun ja eräiden alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 17.7.2005/547

14a.§ mukaan kadulla ja muilla yleisillä alueilla tehtävistä töistä on tehtävä ilmoitus kunnalle. Ilmoitusmenettelyn tarkoituksena on antaa kunnalle mahdollisuus töiden ohjaamiseen, valvomiseen ja töiden yhteen sovittamiseen.

Kunta voi myös periä huolehtimistaan katujen laitteiden kunnossapito- ja puhtaanapito-tehtävistä aiheutuneita kustannuksia kyseisten alueiden katujen varsilla olevilta tonttien omistajilta. Maksu voidaan periä myös 14.§ mukaisesta ilmoituksen tarkastamisesta ja valvonnasta. [30.]

Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895

45 § Kunta voi kadunpidon järjestämiseksi sekä katualueen ja sen ylä- ja alapuolisten johtojen, laitteiden ja rakenteiden tilojen yhteen sovittamiseksi pitää kartastoa tai tiedostoa, johon johtojen, laitteiden ja rakennelmien omistajan tai haltijan tulee toimittaa tarpeelliset tiedot. [31.]

Kunnat pitävät ainakin maanalaisista rakenteista kartastoa ja maanalaisten johtojen asentamista varten pitää hakea kunnalta sijoituslupa ja kaivulupa. Sijoitusluvassa pitää käydä ilmi johtojen sijainti. [31.]

Laki yksityisteistä 15.6.1962/358

19 § Milloin liikenneturvallisuuden on katsottava niin vaativan, voidaan kieltää ilman tielautakunnan lupaa rakentamasta rakennusta tai liikenneturvallisuutta vaarantavaa aitaa tai muuta pysyvää laitetta yksityisen tien

tai sen osan varrelle enintään kahdentoista metrin etäisyyteen ajoradan keskiviivasta.

Edellä 1 momentissa tarkoitettu kielto ei koske aluetta, jolla on voimassa asemakaava. [32.]

Yksityistielain 19.§ sovelletaan muun muassa kuntien rakennusjärjestyksessä ja esimerkiksi useissa kunnissa muuntamoita ei saa rakentaa alle 12 metrin päähän tien keskiliinjasta. Latauspisteistä ei ole ennakkotapausta kuuluuko se 12 metrin säännön piiriin. [32.]

#### 4.3 Tulevat ohjeet ja määräykset

IEC 60884-1 -standardissa on valmisteilla uusi vahvennettu kotitalouspistorasia ”superchuko”. Kyseistä pistorasiaa voi kuormittaa viiden tunnin ajan 26 A:n virralla ja jatkuvasti 16 A:n virralla. Pistorasian voi vaihtaa suoraan nykyisen pistorasian tilalle. Tällöin voidaan lataustavan 2 pistorasia muuttaa peruslatauksen latauspisteeksi, jolloin ei tarvitse hankkia erillistä latauslaitetta. Täten latauksen mahdollistamisen investointikustannukset pienenisivät merkittävästi. Osa valmistajista on jo aloittanut pistorasioiden valmistamisen. [8, s. 3.]

Liikenne- ja viestintäministeriö on käynnistänyt vuonna 2013 tieliikennelain kokonaisuudistushankeen. Hankkeen aikana on tarkoitus arvioida nykyisentieliikennelain ja siihen liittyvien lakien ja asetusten sisältöä sekä antaa esitykset uusista säädöksistä. Pääkohtina on sääntelyn yhtenäistäminen ja uuden teknologian huomioon ottaminen. Hankkeen esitys on annettu eduskunnalle marraskuussa vuonna 2017, joten sen tuloksia joudutaan odottamaan todennäköisesti seuraavaan hallituskauteen. Muutoksessa tullaan todennäköisesti huomiomaan myös sähköautojen tarpeet, kuten oman ”vain sähköautojen lataaminen sallittu” -opasteen määrittäminen. [1, s. 20.]

Langattomasta lataamisesta on tulossa yhdysvaltalaisen SAE:n (Society of Automotive Engineers) tekemiä standardeja vuoden 2018 aikana, ja niistä odotetaan tehtävän kansallisia standardeja vuoteen 2020 mennessä. [19.]

## 5 Lataamisen aiheuttamat häiriöt ja mahdollisuudet

### 5.1 V2G -teknologia

Vaikka sähköautojen määrä ja latausverkoston kattavuus on vielä pieni, on alettu kehittää tekniiikkaa, jossa käytetään sähköautoja sähkön varmuusvarastoina. Sähköauto voi latauspisteessä kiinni ollessaan olla osana sähköverkkoa. Tämä tarvitsee erillisiä kaksisuuntaisia latausjärjestelmiä. Verkkoon takaisinsyötössä auton akkua ei kuitenkaan tyhjenetä kokonaan. Yksi vaihtoehto takaisinsyötössä ovat V2G-latauspisteet, joilla voidaan syöttää sähköä autosta sähköverkkoon. V2G-latauspisteet toimivat lataustavalla 4 DC-latauksena. V2G-tekniikan saa toimimaan myös peruslatauspisteellä kun sähköauto varustetaan invertterillä, jolla sähköenergia muutetaan akustosta verkkoon syötettäväksi. Tällä hetkellä suurimmassa osassa sähköautoissa ei ole invertteriä. V2G-tekniikan laajemman käyttöönoton saaminen vaatisi invertterien asentamisen autoihin autonvalmistajien toimesta, mutta se lisäisi autojen hankintahintaa, joka on tällä hetkellä muutenkin tavanomaista autoa korkeampi. Tällä hetkellä V2G:n mahdollistavat latauspisteet ovat myös sen verran kalliita, että niitä ei paljoa kotitalouskäyttöön rakenneta, mutta latauspisteiden hinnat tulevat tippumaan ajan myötä. [4; 15; 33.]

Nykyistä laajemmalla sähköautokannalla olisi merkittävä asema sähköverkon vakaudelle. Sähköverkon kannalta sähköautot voivat olla kulutushuippuja tasaava, hajautettu akkujärjestelmä. Akkujen käyttö tehon säätelyyn on nopeampaa ja halvempaa kuin hiilivoimaloiden käynnistäminen. Esimerkiksi tehopulan aikana verkosta voidaan antaa signaali, joka laskee latauspisteiden lataamistehoa 30 prosenttia. Kun voimaloissa on ylituotantoa tuulisena ja aurinkoisena päivänä, voidaan latauspisteiden lataustehoa nostaa ja saadaan teho varastoitua. Lataustehon muutos voidaan tehdä vaikka vain muutamaksi kymmeneksi minuutiksi. Sähköautojen akkukapasiteettia voitaisiin käyttää myös vikatilanteissa tai korjaustoimenpiteitä tehtäessä syöttämään tehoa verkkoon, jolloin asiakkaalle ei tulisi sähkökatkoa. Tämä ominaisuus on mahdollinen jo esimerkiksi Mitsubishiin Outlander pistokehybridissä, jonka akustolla voidaan syöttää talon sähköntarvetta päivän ajan. Näistä syistä sähköautojen hyödyntämisestä ovat kiinnostuneet erityisesti energiayhtiöt. V2G-tekniikka on myös osana hallituksen kärkihanketta älykkäiden energiavarastojen hyödyntämisestä. [15; 33.]



Esimerkiksi Fingridin arvion mukaan jo 10 000 sähköauton V2G-latauspisteverkostolla saataisiin merkittävää hyötyä voimajärjestelmän tasapainotuksessa. Enston tekemien laskelmien mukaan 100 000 sähköauton verkostolla voidaan päästä akkukapasiteettiin, joka mahdollistaisi energiankulutuksen leikkauksen 200 MW:lla ja lisäenergiantuotannon 600 MW:lla kysyntäpiikkejä varten. [15.]

V2G-tekniikan käyttöönottamiseksi tarvitaan siis siihen liitettyjä sähköautoja. Jotta tarvittava käyttäjämäärä saadaan ylläpidettyä, pitäisi autonsa tehoreserviin antavalle lataajalle antaa etuuksia. Tämä voisi olla Helenin ehdotuksesta vaikka lataussähkönsä ilmaiseksi tai edullisemmin lataaminen. Tekniikan käyttöönotto on kuitenkin vasta alussa, ja hinnoittelu on vielä pohdinnan alla. [4; 33.]

Helsingin Suvilahden on avattu Helenin toimesta Suomen ensimmäinen kaksisuuntainen julkinen latauspiste. Latauspiste on samalla Euroopan ensimmäisiä julkisia kaksisuuntaisia latausasemia. Helenin tarkoituksena on kokeilla V2G-latauspisteen toimivuutta. Suvilahden latauspisteen lataus- ja purkuteho on 10 kW:n DC-latauksena. Latauspiste hyödyntää CHAdeMO-pistoketta, jolloin sitä voidaan käyttää pääsääntöisesti vain Nissanin ja Mitsubishiin autojen lataamiseen. [33.]

Autonvalmistajista muun muassa Nissan on panostanut V2G-tekniikkaan. He ovat investoineet Yhdysvalloissa kaksisuuntaisen latauksen käyttöönottamiseksi kotitalouksissa. He ovat myös osana Suvilahden V2G-latauspistettä. Nissanin maahantuojan edustaja Suomessa on myös ilmoittanut, että kaksisuuntainen lataus ei vaikuta heidän autojensa kahdeksan vuoden takuuajkaan. [4; 33.]

## 5.2 Sähköjakeluverkon kestävyys

Sähköjakeluverkko mitoitetaan väestönkasvun ja kehityksen ennusteiden pohjalta sekä kuntien kaavoitushankkeiden perusteella. Sähköverkon elinkaari on myös huomattavan pitkä, ja rakennettu verkko kestää vuosikymmeniä. Vielä viisi vuotta sitten ei olisi uskottu sitä, kuinka nopeasti sähköautot yleistyvät. Sähköverkkoja mitoitettaessa ei ole varauduttu nopeasti lisääntyneeseen suosioon, minkä seurauksena verkkoon voi tulla jakeluhäiriöitä. Yleisimpiä häiriöalueita ovat tiheään asutetut kaupungit, joissa ladataan useita sähköautoja yhtä aikaa sekä maaseutu, jossa heikompi sähköverkko ei kestä latauslaitteita niiden suuren kuormituksen takia. Kovat kuormitukset myös hei-

kentävät paikallisesti sähkön laatua. Jakeluhäiriöitä on tullut jo vastaan esimerkiksi Norjassa ja Saksassa. [3; 34; 35.]

Sähköautojen nopean kasvun voi selittää EU:n liikenteenpäästöjen vähentämistavoitteilla. Norjassa on halvan sähkön takia annettu valtion toimesta runsaita tukitoimenpiteitä sähköautoille. Saksassa taas dieselautojen kieltäminen kaupungeissa tulee lähivuosina merkittävästi vaikuttamaan autokantaan. [3; 34.]

Norjassa sähköstä ei ole pulaa, koska maalla on maantieteestä johtuen käytettävissä mittavat vesivoimavarannot, vaan verkon siirtokapasiteetti on rajoittava tekijä. Sähköverkossa ongelmana on pysyä kysynnän mukana, jota suuri määrä sähköautoja tuo. Lataamisen aiheuttama suuri kuormitus voi paikallisesti aiheuttaa myös suuria jännitevaihteluita. Norjassa sähköautojen osuus uusien autojen myynnistä on noin 29 prosenttia. Vuoden 2017 lopussa sähköautoja oli yhteensä 209 000 kpl, kun vuonna 2012 niitä oli alle 10 000 kpl. Maan hallituksen tavoitteena on 400 000 sähköautoa vuonna 2020. Ei ole siis ihme, että Norjan autokannan kasvu on aiheuttanut ongelmia sähköverkolle alueittain, etenkin Stavangerin seudulla, jossa sähköautojen määrä on korkea. Sähköyhtiöt myöntävät, että ongelmien pääasiallisena syynä on juuri sähköautojen lataus. Verkkoyhtiöt ovat joutuneet vahvistamaan verkkoaan alueittain kaapeloinnilla ja uusilla muuntamoilla. [34; 35.]

Saksassa sähköverkon kapasiteetti on lähivuosien aikana ylittymässä. Ennusteiden mukaan verkkojen saneeraaminen tulee olemaan miljardiluokan investointi. Münchenin teknillisen yliopiston tekemän selvityksen mukaan paikalliset sähköverkot ovat perusparannuksen tarpeessa. Nykyiset pienjänniteverkot eivät kestä suurta lataajamäärää yhtäaikaisesti. Koko maan sähköverkon investointitarve olisi noin 11 miljardia euroa vuoden 2030 arvioidun sähköautomäärän kanssa. Isoin ongelma tulee olemaan suurkaupungeissa. [3.]

Britannia on investoinut latausinfrastruktuuriin 80 miljoonaa puntaa. Investoinnin uskotaan lisäävän sähköautojen määrää merkittävästi. Tavoitteena on miljoona sähköautoa vuoteen 2020 mennessä. Britanniassa on kuitenkin myös huolena paikallisen jakeluverkon kestävyys. Tehtyjen tutkimusten mukaan seuraavan kymmenen vuoden aikana tiheään asutuissa kaupungeissa tullaan kärsimään jakeluverkossa häiriöistä. Infrastruktuurissa ei nykyisellään ole välttämättä tilaa laajentaa sähköverkkoa. Myöskään katujen avaaminen ja uudelleen kaapelointi ei ole käytännöllistä tai taloudellisesti järkevää.

Paikallisten jakeluverkkojen parantamisen on arvioitu maksavan 2,2 miljardia puntaa vuoteen 2050 mennessä. Britanniassa on ehdotettu korvaavaksi toimenpiteeksi isotehoisten siirrettävien akustojen käyttöä tarpeellisissa paikoissa tasaamaan kuormituspiikkejä. [35.]

Britannian hallitus ehdottaa suurten sähköverkon parannusinvestointien tilalle myös älykkäitä latausjärjestelmiä. Älykäs lataus säästää tuntuvasti verkon kapasiteettia. Kuormitus laskee parhaimmillaan puoleen kun kolmasosa lataamisesta tapahtuu joustavasti älykkäällä latauksella. Norjan hallitus on tehnyt asetuksen sähköverkon kapasiteetin säästämiseksi asettamalla älykkään sähkömittarin pakolliseksi jokaiseen kotitalouteen vuoteen 2019 mennessä. Älykkään latauksen hyödyntäminen tarvitsee sähköverkon puolelle keskittimiä, jotka keräävät tiedon alueella tapahtuvasta latauksesta. [34; 35.]

Suomessa sähköautojen latauksen ei uskota aiheuttava jakeluhäiriöitä lähivuosien aikana. Verkon kapasiteetti tulee kuitenkin vastaan ensimmäisenä suurkaupungeissa. Vuonna 2013 uudistetun sähkömarkkinalain johdosta Suomen jakeluverkon investoinnit ovat noin 10 miljardia euroa vuoteen 2030 mennessä. Investointien avulla sähköverkkoon tehdään perusparannus ja siten verkon kapasiteetti paranee. Suomen sähköautokanta on lähtenyt myös hitaammin kasvamaan kuin Norjassa. Ennusteiden mukaan nykyiseen Norjan tasoon sähköautojenmäärässä päästäisiin vasta 2030 -luvulla. Suomessa on vuonna 2009 annettu valtioneuvoston asetus, jossa älykkäät sähkömittarit asetetaan pakollisiksi kotitalouksiin. Mittareiden tuli olla asennettuna jo vuonna 2013.

### 5.3 Sähköverkkoon tulevat häiriöt

Sähköautot toimivat akustolla, joka hyödyntää tasajännitettä. Jakeluverkon vaihtojännite tulee siis muuttua joko latauspisteessä tai autossa tasajännitteeksi. Muunnos tehdään tasasuuntaajalla, joka on hakkuritekniikkaa. Hakkurit aiheuttavat toimintavälillä verkkoon takaisin siirtyvään jännitteeseen epäsymmetriaa, jota kutsutaan yliaalloiksi. Kun verkkoon siirtyy useista lähteistä paljon yliaaltoja, vaihtojännitteen siniaalto alkaa vääristyä liikaa ja jotkin sähkölaitteet eivät enää toimi halutulla tavalla. Verkossa olevaa kokonaishäiriötä kutsutaan THD:ksi (Total harmonic distortion), jota voidaan mitata mittauslaitteilla. Standardissa SFS-EN 50160 sallitaan enintään 8 %:n THD määrä verkossa. Mikäli yliaaltojen pitoisuus nousee liian korkeaksi, tulee sitä suodattaa erilaisilla

kompensoinneilla. Eri valmistajien sähköautoissa käytetään erilaisia hakkureita, jolloin verkkoon syntyvää THD:tä on vaikea arvioida. Yksittäisten autojen tuottama THD on kuitenkin pieni. THD:n sallittu määrä saattaa ylittyä sähköliitymissä, joissa on jo valmiiksi paljon yliaaltoja aiheuttavia laitteita, sekä isoissa kiinteistöissä, joissa sähköautonlatauspisteitä on suunnitteilla paljon. Tällaisia ovat esimerkiksi pysäköintilaitokset. [36; 37, s. 17.]

Sähköautojen lataaminen voi aiheuttaa jänniteenvaihtelua, joka ilmenee muun muassa valojen välkyntänä. Jänniteenvaihtelu aiheutuu nopeista kuormituksen muutoksista, kuten sähköauton lataamisesta erityisesti suuritehoisissa latureissa. Tilannetta pahentaa esimerkiksi se, että iltapäivällä monet tulevat samaan aikaan töistä kotiin ja laittavat autonsa lataukseen samanaikaisesti. Tällöin tulee jatkuvaa jänniteenvaihtelua, joka häiritsee herkempiä laitteita. [36; 37, s. 18.]

Monet sähköautot käyttävät tyyppin 1 pistokkeita, jolloin autoa ladataan 1-vaihelatauksena. Vain yhden vaiheen käyttäminen lataukseen aiheuttaa epäsymmetriaa vaiheiden välille. Sähköautojen suuri tehontarve aiheuttaa jo muutamalla ladattavalla autolla, jotka käyttävät samaa vaihetta, suuren eron muihin vaiheisiin nähden. Epäsymmetrisen kuormituksen takia nollajohtimessa alkaa kulkea virtaa. Epäsymmetrinen kuormitus aiheuttaa myös yliaaltoja, elektroniikan häiriöitä sekä moottorien ja muuntajien ylimääräistä kuormittumista. Standardissa SFS-EN 50160 sallitaan vaiheiden väliseksi epäsymmetriaksi 10 %:n ero. Helppona toimenpiteenä nollavirtojen korjaamiseen on vaiheiden vuorottelu eri latauspisteillä, joissa on tyyppin 1 pistokkeet. [36.]

## 6 Yhteenveto

Euroopassa lait ja standardit sähköautoille ovat vielä alkutekijöissään. Sähköautoilun kehittämistarve pohjautuu EU:n vuonna 2011 tekemään selvitykseen Euroopan liikenteen etenemisestä, jossa aiotaan vähentää EU:n liikenteen päästöjä. Tämän perusteella on tullut EU-direktiivi (2014/94/EU), joka antaa perustan sähköautoilun lainsäädännölle ja toteutukselle Euroopassa.

Sähköautojen pistokkeita ja sähköautoja on monenlaisia. Jotta jokaisella valmistajalla ei olisi omaa latauspistelaiteistoa, EU on lainsäädännöllä vaikuttanut asiaan. Euroopassa on saatu standardoitua pakolliseksi julkisiin latauspisteisiin peruslatauksessa tyyppin 2 pistoke sekä pikalatauksessa combo 2 -pistoke. Peruslatauksessa käytetään myös tyyppin 1 pistoketta ja pikalatauksessa CHAdeMO-pistoketta.

Työn tuloksena havaittiin, että Suomessa sähköjakeluverkon kunto on hyvä ja sen tulisi antaa edellytykset sähköautokannan kasvulle. Suomen sähköautokanta on toistaiseksi hyvin pieni muihin Euroopan maihin verrattuna. Sähköautojen määrän voidaan olettaa kasvavan merkittävästi lähivuosien aikana. Kasvun lähtökohtana on valtion toimesta vuonna 2017 tehdyt lainsäädännön uudistukset ja investointipäätökset julkiseen latauspisteverkoston. Suurin osa lataamisesta tapahtuu kotioloissa yöaikaan, joten latauspiste tarvitaan myös kotiin. Olisikin toivottavaa saada myös taloyhtiöiden päätöksentekoon helpotusta ja asennemuutosta.

Insinöörityön tavoitteena oli saada kattava tietopaketti sähköautojen latauspisteistä ajantasaisella tiedolla, jota voitaisiin käyttää latauspisteiden toteutuksien suunnittelun tarpeellisena pohjatietona. Työn tekemisen yhteydessä havaitsin, että aihealue on erittäin laaja ja jokaisesta otsikkoalueesta voisi tehdä oman insinöörityön. Työ kuitenkin täyttää tarpeensa koottuna katsauksena sähköautojen lataukseen ja tulevaisuuteen.

## Lähteet

- 1 Salonen, Poskiparta, Kumpula. 2015. Sähköautojen julkiset latauspisteet. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.
- 2 Direktiivi vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta. 2014. Euroopan unionin virallinen lehti.
- 3 Karlberg, Peter. 2018. Sähköautot haastavat lujasti Saksan sähköverkkoa. Verkkoaineisto. <[https://www.tekniikkatalous.fi/kaikki\\_uutiset/sahkoautot-haastavat-lujasti-saksan-sahkoverkkoa-verkkoyhtioiden-on-pakko-investoida-miljardeja-6699718](https://www.tekniikkatalous.fi/kaikki_uutiset/sahkoautot-haastavat-lujasti-saksan-sahkoverkkoa-verkkoyhtioiden-on-pakko-investoida-miljardeja-6699718)>. Luettu 07.04.2018.
- 4 Jokela, Marko. 2017. Sähköä autoon ja sähköautosta verkkoon. Verkkoaineisto. <<https://www.moottori.fi/liikenne/jutut/sahkoa-autoon-ja-sahkoautosta-verkkoon/>>. Luettu 07.04.2018.
- 5 Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkko. 2017. Liikenne- ja viestintäministeriö.
- 6 Direktiivi vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta. 2014. Euroopan unionin virallinen lehti.
- 7 Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. 478/2017.
- 8 ST-kortti 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2018. Sähköinfo Oy.
- 9 Sähköajoneuvojen lataussuositus. 2018. SESKO ry.
- 10 Salonen, Poskiparta. 2016. Sähköautojen julkinen ja yksityinen latauspistetarve. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto.
- 11 Työ- ja elinkeinoministeriö Energia Kärkihankkeiden tuet 2017 liite 1. 2017. Työ- ja elinkeinoministeriö.
- 12 Partanen, Pasi. 2018. Muna vai kana -ongelma taloyhtiöissä. Verkkoaineisto. <<https://yle.fi/aihe/artikkeli/2018/02/03/muna-vai-kana-ongelma-taloyhtiöissä-miksi-rakentaa-latauspisteita-kun>>. Luettu 10.03.2018.
- 13 Vesa, Juha. 2017. Sähköautojen lataus. Verkkoaineisto. Tukes. <[http://www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen\\_laitteet/2017\\_Vesa\\_S%c3%a4hk%c3%b6autojen\\_lataus.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/pelastustoimen_laitteet/2017_Vesa_S%c3%a4hk%c3%b6autojen_lataus.pdf)>. Luettu 17.03.2018.

- 14 Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa. 2015. SESKO ry.
- 15 Ensto Chago kehittää sähköautojen latausjärjestelmiä. 2017. Verkkoaineisto. Ensto. <<http://teknologiateollisuus.fi/fi/tietoa-alasta/osaava-suomi-menestyy/ensto-chago-kehittaa-sahkoautojen-latausjarjestelmia>>. Luettu 08.04.2018.
- 16 Latauspistoketyypit sähköautoille. 2017. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/latauspistoketyypit-sahkoautoille/135/>>. Luettu 17.03.2018.
- 17 IEC 62196. 2018. Verkkoaineisto. Wikipedia. <[https://en.wikipedia.org/wiki/IEC\\_62196](https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_62196)>. Luettu 17.03.2018.
- 18 CHAdeMO. 2018. Verkkoaineisto. Wikipedia. <<https://en.wikipedia.org/wiki/CHAdeMO>>. Luettu 17.03.2018.
- 19 Langaton lataaminen jälleen pinnalla. 2017. Verkkoaineisto. Vihreäkaista. <<https://vihreäkaista.fi/fi-fi/article/sahko/langaton-lataaminen-puhuttaa-jalleen/685/>>. Luettu 01.04.2018.
- 20 Kotilatauslaite valitaan tapauskohtaisesti. 2015. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://plugit.fi/fi-fi/article/latauslaitteet/sahkoauton-kotilatauslaitteen-valinta/354/>>. Luettu 01.04.2018.
- 21 Nissan LEAFin lataaminen. 2017. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/nissan-leafin-lataaminen/217/>>. Luettu 02.04.2018.
- 22 Renault ZOE. 2018. Verkkoaineisto. Renault. <<https://www.renault.fi/henkiloautot/zoe/>>. Luettu 02.04.2018.
- 23 Sähköautojen latauslaitteet yleisesti. 2017. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://www.plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/sahkoautojen-latauslaitteet/457/>>. Luettu 01.04.2018.
- 24 Sähköauton latauslaitteen asennuksesta kotitalousvähennys. 2017. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://plugit.fi/fi-fi/article/ajankohtaista/sahkoauton-latauslaitteen-asennuksesta-kotitalousvahennysta/325/>>. Luettu 02.04.2018.
- 25 Helsinkiin uudenlainen latausasema sähköautoille. 2017. Verkkoaineisto. MTV. <<https://www.mtv.fi/lifestyle/autot/artikkeli/helsinkiin-uudenlainen-latausasema-sahkoautoille-ensimmainen-laatuun-euroopassa/6575168#gs.h6TTzYM>>. Luettu 03.04.2018.
- 26 Sähköautojen latauspiste ABC Lohjalle. 2016. Verkkoaineisto. S-kanava. <[https://www.s-kanava.fi/uutinen/sahkoautojen-pikalatauspiste-abc-lohjalle/2822849\\_11310](https://www.s-kanava.fi/uutinen/sahkoautojen-pikalatauspiste-abc-lohjalle/2822849_11310)>. Luettu 02.04.2018.

- 27 Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135.
- 28 Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.
- 29 Tieliikennelaki 3.4.1981/267.
- 30 Laki kadun ja eräiden alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 17.7.2005/547.
- 31 Maankäyttö- ja rakennusasetus 10.9.1999/895.
- 32 Laki yksityisteistä 15.6.1962/358.
- 33 Galkin-Aalto, Marina. 2017. Suomen ensimmäinen kaksisuuntainen latauspiste Helsinkiin. Verkkoaineisto. <<https://www.helen.fi/uutiset/2017/V2G/>>. Luettu 07.04.2018.
- 34 Karlberg, Peter. 2017. Raju tulos koko maan kattavasta laboratoriokeesta. Verkkoaineisto. <[https://www.tekniikkatalous.fi/talous\\_uutiset/liikenne/raju-tulos-koko-maan-kattavasta-laboratoriokeesta-sahkoautot-rasittavat-norjan-sahkoverkkoa-6681222](https://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/liikenne/raju-tulos-koko-maan-kattavasta-laboratoriokeesta-sahkoautot-rasittavat-norjan-sahkoverkkoa-6681222)>. Luettu 07.04.2018.
- 35 Gordon, James. 2017. Can Global Grids Withstand an EV Boom? Verkkoaineisto. <<https://www.automotive-iq.com/powertrain/articles/electric-charging-can-global-grids-withstand-ev-boom>>. Luettu 13.04.2018.
- 36 SFS-EN 50160. 2010. 4. painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- 37 Alanen, Hätönen. 2006. Sähkön laadun ja jakelun luotettavuuden hallinta. VTT.