

Mikko Rossi

# Sähköisten ajoneuvojen latausratkaisut

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

22.4.2016

Tekijä Otsikko	Mikko Rossi Sähköisten ajoneuvojen latausratkaisut
Sivumäärä Aika	31 sivua 22.4.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikka
Ohjaajat	Lehtori Vesa Linja-aho Asiantuntija Heikki Karsimus, Teknologiateollisuus
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli saada aikaan kattava kooste sähköautojen lataukseen liittyvistä perusasioista. Insinööriyö tehtiin yhteistyössä Teknologiateollisuus ry:n Sähköinen liikenne -toimialaverkoston kanssa ja siinä syntyneitä materiaalia on tarkoitus käyttää toimialaverkoston uusilla verkkosivuilla.</p> <p>Insinööriyön tarkoituksena on lisätä ihmisten yleistä tietämystä ja ymmärrystä sähköautoista ja pienentää kynnystä sähköautoiluun siirtymisestä. Työssä kerättiin olemassa olevaa tietoutta internetistä ja sähköpostitse alan asiantuntijoilta ja esitettiin tieto halutulla tavalla.</p> <p>Lopputuloksena saatiin kokonaisuus, jossa käsitellään lataukseen liittyviä standardeja ja yleisiä käytäntöjä, eri lataustapoja latausnopeuden ja latauspaikan perusteella, sekä esitellään yleisimmät latauspistokkeet ja linja-autojen lataukseen liittyvät yleisimmät käytännöt. Lisäksi työssä käsitellään Suomen latausverkostoa ja latauspalveluita ja annetaan esimerkkejä eri latausratkaisuista. Lopuksi kerrotaan sähköautojen mahdollisuuksista osana sähköverkkoa sekä sähköajoneuvojen mahdollisuuksista työkoneissa ja hyötyajoneuvoissa.</p>	
Avainsanat	sähköauton lataus, latauspistokkeet, latausverkko, lataustavat

Author Title	Mikko Rossi Charging Solutions of Electric Vehicles
Number of Pages Date	31 pages 22 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructors	Vesa Linja-aho, Senior Lecturer Heikki Karsimus, Advisor, Technology Industries
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to examine the basic issues related to the charging of electric vehicles. The thesis was conducted in cooperation with Technology Industries' Sähköinen liikenne branch group and the created material is to be used in the new website of the branch group.</p> <p>The purpose of this thesis is to increase public knowledge of electric cars and to reduce the threshold of buying an electric car. The thesis was carried out by collecting topic-related information from the Internet and by e-mailing to experts in the field. The collected information is presented in the required manner.</p> <p>The thesis includes charging standards, charging methods, charging plugs and charging methods of buses. In addition, the thesis describes the Finnish charging network and charging services and also provides examples of different charging methods. In conclusion, some possibilities of using electric cars as a part of the electrical network are described as well as the opportunities of utilizing electric cars in commercial and heavy-duty vehicles and work machinery.</p>	
Key words	electric car charging, charging methods, charging plug types

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Teknologia, standardit ja lataaminen	1
2.1	Latausstandardit ja yleisimmät käytännöt	1
2.1.1	Lataustavat	2
2.1.2	Latauspistokkeet	3
2.1.3	Valmistajakohtaiset poikkeukset	5
2.2	Linja-autojen lataaminen	7
2.2.1	Linja-autojen lataustavat	8
2.2.2	Esimerkkejä latausratkaisuista	9
3	Latausverkot ja palvelut	10
3.1	Julkinen, puolijulkinen ja kotilataaminen	10
3.2	Latausverkot	11
3.2.1	EU:n jakeluinfradirektiivi	12
3.2.2	Latauspisteiden toteuttajat	12
3.2.3	Latausoperaattorit	12
3.2.4	Julkisen ja puolijulkisen lataamisen maksaminen	14
3.3	Palveluratkaisuja sähköautoilijoille	15
3.3.1	Latauspalvelut	15
3.3.2	Latauspisteiden valmistajat, asennukset ja huolto	16
3.3.3	Älytolpat	17
3.3.4	Mobiilisovellukset	17
4	Esimerkkejä latausratkaisuista	18
4.1	Kotilataus	18
4.2	Puolijulkinen ja julkinen lataus	19
5	Sähköautojen vaikutus sähköverkkoon, energiantuotantoon ja kulutukseen	23
5.1	Latausverkko	23
5.2	Älykäs sähköverkko ja kysyntäjousto	23

5.3	Sähkön tuotanto ja uusiutuva energia	24
5.4	Sähköautot ja energiatehokkuus	24
6	Esimerkkejä sähköajoneuvoista työkoneissa ja hyötyajoneuvoissa	25
7	Yhteenveto	26
	Lähteet	28

## **Lyhenteet**

AC Vaihtovirta

DC Tasavirta

PHEV Plug in Hybrid Electric Vehicle, ladattava hybridi

BEV Battery Electric Vehicle, täyssähköauto

CCS Combined Charging System

RFID Radio Frequency Identification, lyhyen kantaman radiolaite

## 1 Johdanto

Tämä insinöörityö on tehty Teknologiateollisuus ry:n Sähköinen liikenne -toimialaverkostolle. Insinöörityön tarkoituksena on lisätä ihmisten yleistä tietämystä ja ymmärrystä sähköautojen lataukseen liittyvistä asioista ja vähentää ennakkoluuloja sähköautoihin. Työssä etsittiin ja kerättiin tietoa erilaisista sähköautojen latausmahdollisuuksista ja esitetään tieto kuluttajalle ymmärrettävällä tavalla. Tavoitteena oli saada aikaan kattava kooste sähköautojen latauksesta, jonka osia yritys voi laittaa sellaiseenaan tai hieman muokattuna internetsivuilleen ihmisten luettavaksi.

## 2 Teknologia, standardit ja lataaminen

### 2.1 Latausstandardit ja yleisimmät käytännöt

Ladattavat sähköautot jaotellaan ladattaviin hybrideihin (Plug in Hybrid Electric Vehicle) eli autoihin, joissa on sekä polttomoottori että sähkömoottori ja niitä voi ladata pistokkeesta ja täyssähköautoihin (Battery Electric Vehicle) eli autoihin, joissa on pelkkä sähkömoottori. Sähköautojen latausjärjestelmät on standardisoitu standardin IEC 61851 mukaisesti ja siinä määritellään turvallisuuskäytäntöjä, kuten että virta ei saa olla kytkettynä ennen kuin auto on kytketty pistokkeeseen ja että autolla ei voi ajaa, kun se on kytkettynä. Latauspistokkeita on monenlaisia eri maanosien ja valmistajien välillä, ja niitä on yritetty vähitellen standardisoida. Yleisimmät pistokkeet ovat amerikkalaisissa ja japanilaissa autoissa käytössä oleva Type 1 -pistoke, eurooppalaisissa autoissa käytössä oleva Type 2/Mennekes -pistoke, japanilaisissa autoissa käytössä oleva CHAdeMO-pistoke, eurooppalaisissa ja amerikkalaisissa käytössä oleva Combo-pistoke sekä Teslan oma Tesla-pistoke. Standardi IEC 62196 käsittelee latauspistokkeita.

### 2.1.1 Lataustavat

Lataustavat jaetaan yleensä neljään ryhmään lataustehon mukaan:

- lataustapa 1: kevyiden sähköajoneuvojen lataus
- lataustapa 2: hidaslataus
- lataustapa 3: peruslataus
- lataustapa 4: pikalataus.

Lataustapa 1 on kevyille sähköajoneuvoille tarkoitettu väliaikainen lataustapa, jossa lataus tapahtuu normaalista sukopistorasiasta maksimissaan 16 A:n virralla. Tätä lataustapaa käytetään esimerkiksi sähköpolkupyörille ja skoottereille.

Lataustapa 2 on tapa ladata sähköautoja, joka ei vaadi erillistä latauspistettä vaan lataus tapahtuu normaalista sukopistorasiasta maksimissaan 16 A:n virralla. Sukopistorasiasta pitkäaikaiseen lataukseen suositeltu maksimivirta on 10 A, joten lataustapa 1 ei sovellu pitkäaikaiseen lataukseen ja lataustavassa 2 käytössä on erityinen latauskaapeli, jossa on itsessään virranrajoitin. Lataustapa 2 on tarkoitettu tilapäiseen lataamiseen ja auton lataaminen kestää automallista riippuen noin kuudesta tunnista ylöspäin.

Lataustapa 3 on sähköautojen varsinainen lataustapa, ja se on suunniteltu pääasialliseksi lataustavaksi. Lataustavassa 3 käytetään erillistä latauslaitetta sekä suurempaa tehoa kestäväää latausjohtoa. Johdossa on myös kommunikointiväylä latausaseman ja auton välille. Peruslataus on yleinen autojen kotilataamisessa sen nopeuden, helppouden ja turvallisuuden takia. Peruslatauksella voidaan ladata autoa jopa 64 A:n virralla ja lataus kestää noin 1–6 tuntia.



Lataustapa 4 eli teholataus poikkeaa muista edellä mainituista siten, että latauksessa käytetään auton ulkopuolista tasavirtalaturia (off-board), kun taas muissa tavoissa autossa on sisäinen tasasuuntaaja ja laturi (on-board). Myös lataustapa 4 sisältää kommunikointiväylän latausaseman ja auton välillä ja osaa säädellä latausvirtaa auton tarpeen mukaan. Teholaturit ovat kalliita, ja niitä on käytössä lähinnä julkisilla latauspisteillä. Latausvirta voi olla jopa 200 A, ja akut saa ladattua 80 %:n varaukseen vain puolessa tunnissa. [1; 2; 3]

Kaikille lataustavoille on yhteistä se, että latausnopeus vaihtelee ulkolämpötilan, akkujen lämpötilan ja akkujen varaustason mukaan. Kylmemmässä lämpötilassa akut latautuvat hitaammin. Akkujen lataaminen on nopeinta tyhjästä noin 80 %:n varaukseen asti, josta vielä täydemmäksi ladattaessa latausnopeus hidastuu huomattavasti.

### 2.1.2 Latauspistokkeet

Tyyppi 1- eli Type 1 -pistoke on amerikkalaisissa ja japanilaisissa autoissa käytössä oleva standardin SAEJ1772 mukainen pistoke (kuva 1). Sillä voidaan ladata parhaimmillaan 80 A:n virralla ja 19,2 kW:n teholla. Se toimii vain vaihtovirralla, ja sitä käytetään sekä hidaslatauksessa että peruslatauksessa. Type 1 -pistoketta kutsutaan toiselta nimeltään myös Yazaki-pistokkeeksi. [1; 4]



Kuva 1. Type 1- eli SAEJ1772-pistoke [5]

Tyyppi 2 eli Type 2 -pistoke on eurooppalaisissa autoissa käytössä oleva pistoke (kuva 2). Sillä voidaan ladata parhaimmillaan 63 A:n virralla ja 43,5 kW:n teholla. Se toimii yksi- ja kolmevaiheisilla vaihtovirroilla ja sitäkin käytetään sekä hidaslatauksessa, että peruslatauksessa. Type 2 -pistoketta kutsutaan toiselta nimeltään myös Mennekes-pistokkeeksi. [1; 4]



Kuva 2. Type 2 -pistoke [6]

Tyyppi 4- eli Type 4 -pistoke on japanilaisissa autoissa käytössä oleva pikalataukseen tarkoitettu pistoke (kuva 3). Sitä käytetään lataustapa 4:ssä eli pikalatauksessa ja sillä voidaan syöttää enintään 500 V:n tasajännitettä ja 125 A:n virtaa, eli teho on maksimissaan 62,5 kW. Type 4 -pistoke on tunnetummalta nimeltään CHAdeMO-pistoke. [1; 4; 7]



Kuva 3. Type 4- eli CHAdeMO-pistoke [8]

Combo plug eli CCS on eurooppalaisissa ja amerikkalaisissa autoissa käytössä oleva pikalataukseen tarkoitettu pistoke (kuva 4). Sitä käytetään lataustapa 4:ssä eli pikalatauksessa ja sillä voidaan ladata tasavirralla enintään 150 kW:n teholla. CCS-pistokkeita on kaksi – Combo 1, joka perustuu Type 1 -pistokkeeseen ja Combo 2, joka perustuu Type 2 -pistokkeeseen. Type 1- tai Type 2 -pistokkeen pinnejä käytetään kommunikointiin latausaseman ja auton välillä ja lisäksi CCS-pistokkeessa on kaksi ylimääräistä pinniä tasavirran syöttämistä varten. [1; 4]



Kuva 4. Combo 2 -pistoke [9]

### 2.1.3 Valmistajakohtaiset poikkeukset

Muiden valmistajien käyttämistä latauspistokkeista ja tavoista eroaa Tesla, jolla on kokonaan oma latauspistoke nimeltään Tesla-pistoke (kuva 5). Sillä voi ladata yksi- ja kolmevaiheisilla vaihtovirroilla sekä 500 V:n tasavirralla maksimissaan 250 A:n virralla ja 135 kW:n teholla. Tesla käyttää samaa pistoketta kaikkiin lataustapoihin hitaasta latauksesta pikalataukseen. Teslalta saa myös adaptereita Type 1-, Type 2- ja CHAdeMO-pistokkeisiin, jotta autoa pystyisi lataamaan mahdollisimman monessa paikassa. [4; 10]



Kuva 5. Tesla-pistoke [11]

Teslaa voi ladata lataustavalla 2 normaalista sukopistorasiasta 13 A:n virralla ja 3 kW:n teholla, jolloin akut latautuvat valmistajan mukaan 14 ajokilometriä tunnissa. [10]

Lataustavalle 3 Teslalla on oma kotitalouksiin tarkoitettu seinäliitin eli Wall connector, joka toimii maksimissaan 32 A:n virralla. Riippuen onko autossa normaali Single Charger -laturi vai tehokkaampi Dual Chargers -laturi, latausteho on maksimissaan joko 11 kW ensin mainitulla tai 22 kW jälkimmäisellä. Akut latautuvat Single Charger -laturilla 55 ajokilometriä tunnissa ja Dual Chargers -laturilla 110 ajokilometriä tunnissa. [10]

Teslalla on ympäri maailmaa lataustavalle 4 omia Supercharger-latausasemiaan (kuva 6). Ne lataavat maksimissaan 120 kW:n teholla, jolla auton akku latautuu 80 %:n vaarustilaan noin 40 minuutissa. Ajokilometreissä mitattuna Supercharger-laturi kasvattaa ajomatkaa noin 270 kilometriä 30 minuutissa. [12]



Kuva 6. Tesla Supercharger -asemia [13]

## 2.2 Linja-autojen lataaminen

Myös linja-autoissa on nykyään jonkun verran sähköautoja kokeilussa. Vaihtoehtoja ja ideoita on muutama erilainen. Vanhempana ja perinteisempänä tapana on ladata linja-auton akut täyteen yön aikana varikolla (overnight charging), mutta painavien ja kalliiden akkujen takia tilalle on tullut kaksi uutta vaihtoehtoa: pysäkkilataaminen (opportunity charging) ja päätepysäkkilataaminen (endstop charging). Niissä lataaminen perustuu reitin varrella oleviin tehokkaisiin pikalatureihin, jotka alkavat automaattisesti lataamaan kun linja-auto pysähtyy oikeaan kohtaan pysäkillle. Näissä lataustavoissa voidaan myös pitää linja-autot liikenteessä tarvittaessa ympäri vuorokauden, koska niitä ei tarvitse jättää tunneiksi lataukseen. [14; 15]

Pysäkkilataamisen ja päätepysäkkilataamisen avulla kaupunkikäytössä olevien sähköbussien akkujen koot on pystytty tiputtamaan jo reilusti alle 100 kWh:iin eli samoihin kokoluokkiin kuin henkilöautoissa. Esimerkiksi suomalaisen Linkkerin akkukapasiteetti on 55 kWh, kun henkilöautoja valmistavan Teslan pienin akkukapasiteetti on 70 kWh. Akkukokojen pienentäminen vaikuttaa sekä linja-autojen hintaan että painoon. Jokainen ylimääräinen 65 kiloa akuston painossa vähentää yhden matkustajan linja-autosta. [10; 15; 16]

### 2.2.1 Linja-autojen lataustavat

Yön yli-latauksessa lataaminen perustuu isoihin akustoihin, joita ladataan yön aikana varikolla kuten perinteisiä sähköautoja eli latausjohdolla latauspistokkeen kautta.

Päätepysäkkilataamisessa lataaminen perustuu ajoreitin mukaan optimoituihin akustoihin, jotka ladataan automaattisesti linja-auton pysähtyessä päätepysäkillä. Lataaminen tapahtuu virroittimen eli pantografien avulla, joka kytkeytyy auton katosta latausasemaan. Perinteiselle virroittimelle on yleistymässä vaihtoehto käänteinen virroitin, jossa virroitin sijaitsee latausasemassa ja auton katolla on vain kiskot, joihin virroitin kytkeytyy. Käänteinen virroitin laskee auton hintaa ja painoa entisestään. Tällä lataustavalla lataaminen kestää noin 4–8 minuuttia, eli akusto ehtii latautua täyteen päätepysäkillä kierrosten välissä. Tämä lataustapa on Euroopassa yleisin suuntaus. (Kuva 7.)

Pysäkkilataaminen on kuten päätepysäkkilataaminen, mutta akustot ovat vielä pienempiä ja ne on optimoitu suurelle latausteholle ja pienelle latausajalle. Akustoa ladataan 3–4 pysäkin välein ja lataus kestää noin 15 sekuntia, jonka linja-auto olisi joka tapauksessa pysähtyneenä matkustajien noustessa kyytiin ja pois kyydistä. [14; 15]



Kuva 7. Kuvassa A perinteinen yön yli-lataus, B käänteinen virroitin ja C virroitin [14]

### 2.2.2 Esimerkkejä latausratkaisuista

Sveitsissä käytössä oleva pikalatausbussi TOSA on yksi pysäkkilataamisen edelläkävijöistä (kuva 8). Lataaminen perustuu bussipysäkeillä sijaitseviin latausasemiin, joilla akkua ehditään ladata pysähtymisen aikana riittävästi seuraavalle pysäkille pääsemiseksi. Linja-auto ladataan 4–5 pysäkillä reitin varrella sekä päätepysäkillä. Pysäkeillä on suuren kapasiteetin akut, joita ladataan kahden ja puolen minuutin ajan 50 kW:n teholla. Kun linja-auto pysähtyy pysäkille, pysäkissä oleva akku lataa 400 kW:n teholla 15 sekunnin ajan linja-auton akkua. Päätepysäkillä pysähdys kestää hieman kauemmin, jolloin akku ladataan täyteen 200 kW:n teholla 3–4 minuutissa. Lisää tietoa aiheesta voi lukea yhtiön internetsivuilta [www.tosa2013.com](http://www.tosa2013.com). [17]



Kuva 8. TOSA-bussi latauksessa [18]

Suomessa sähköbussikokeiluun on lähtenyt esimerkiksi HSL, jolla on suomalaisen sähköbussivalmistaja Linkkerin linja-autoja kokeilussa Espoossa. Linkkerin sähköbussit latautuvat päätepysäkillä 1,5–3 minuutissa riittävästi seuraavaa ajokierrosta varten. Täydellä akulla Linkker-sähköbussilla voi ajaa 30–50 kilometriä. Myös Tampereen kaupunki on ottamassa puolalaisen Solaris Bus & Coach S.A:n sähköbussit kokeiluun vuoden 2016 lopulla. [19]

### 3 Latausverkostot ja palvelut

#### 3.1 Julkinen, puolijulkinen ja kotilataaminen

Lataaminen jaotellaan yleisesti kolmeen eri tapaan latauspaikan perusteella:

- julkinen lataaminen
- puolijulkinen lataaminen
- yksityinen lataaminen.



Julkinen lataaminen tarkoittaa sellaisissa paikoissa sijaitsevia latauspisteitä, joihin on pääsy kaikilla käyttäjillä. Esimerkiksi päätieverkon julkisilla tieosuuksilla, kadunvarsilla, julkisilla pysäköintialueilla, sekä valtion ja kuntien kiinteistöissä sijaitsevat julkiset pisteet ovat julkisia latauspisteitä.

Puolijulkinen lataaminen tarkoittaa yksityisalueilla sijaitsevia latauspisteitä, joihin on kuitenkin pääsy kaikilla käyttäjillä. Esimerkiksi huoltoasemilla, kaupallisissa pysäköintilaitoksissa ja kauppakeskuksissa sijaitsevat latauspisteet ovat puolijulkisia latauspisteitä.

Yksityinen lataaminen tarkoittaa sellaisissa paikoissa sijaitsevia latauspisteitä, joihin on pääsy vain rajatuilla käyttäjillä. Esimerkiksi yksityisissä pysäköintilaitoksissa, yksityisissä kiinteistöissä, taloyhtiöissä ja kotipihoilla olevat latauspisteet ovat yksityisiä. [20]

### 3.2 Latausverkostot

Sähköautojen määrä on kasvanut viime vuosina hurjasti, ja kasvun on ennustettu jatkuvan. Vuonna 2015 sähköautojen määrä Suomessa lähes kaksinkertaistui. Vuoden 2015 lopussa Suomessa oli yli 600 rekisteröityä täyssähköistä henkilöautoa. Sähköautojen lisääntyminen vaatii myös latausverkoston kasvattamista eli latauspisteiden lisäämistä. Sähköinenliikenne.fi:n ylläpitämän maan kattavan latauspistetietokannan mukaan 14.3.2016 Suomessa oli yhteensä 222 julkista latausasemaa, joista osassa on useita latauspisteitä. Latauspisteiden sijainteja voi tutkia osoitteesta <http://www.sahkoinenliikenne.fi/suomen-julkiset-latauspisteet>. [21; 22]

### 3.2.1 EU:n jakeluinfradirektiivi

Euroopan unionin direktiivi vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta eli jakeluinfradirektiivi hyväksyttiin vuonna 2014. Se määrittelee yhteiset periaatteet kansalliselle ajoneuvojen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkostolle, kuten sähköautojen latauspisteille. Jakeluverkoston tulisi olla käytössä vuoteen 2020 mennessä. Direktiivin ohjeellinen tavoite on, että jäsenmaissa tulisi olla vähintään yksi julkinen latauspiste kymmentä sähköajoneuvoa kohden. Vuonna 2020 Suomessa on arveltu olevan 20 000–40 000 sähköautoa, mikä tarkoittaisi 2000–4000 latauspisteen verkostoa. [20]

### 3.2.2 Latauspisteiden toteuttajat

Julkisten ja puolijulkisten latauspisteiden lisääntyminen Suomessa on ollut lähinnä energiayhtiöiden ja yksityisten pysäköintilaitosten ansiota. Myös useat firmat ovat investoineet työpaikkalataukseen, sekä moniin kauppakeskuksiin on rakennettu latauspisteitä. Kaupunkien osallistuminen latausverkoston rakentamiseen on ollut vähäistä, mutta ne ovat suunnitelleet ja yhteensovittaneet sitä olemassa oleviin liikennejärjestelmäsuunnitelmiin. Suurimmat toimijat Suomen latausverkostossa ovat Liikennevirta ja Fortum Charge & Drive.

Yksityisiä latauspisteitä rakennetaan omakotitaloihin sekä taloyhtiöiden pysäköintialueille, joten yksityisten latauspisteiden rakentamisessa toimijoita ovat lähinnä yksityiset ihmiset ja taloyhtiöt. Myös jotkut pysäköintipalveluita tarjoavat ja pysäköintialueita hallinnoivat yritykset ovat mukana rakentamassa yksityisiä latauspisteitä. Tällaisia yrityksiä ovat esimerkiksi Plugit ja Parkkisähkö. [20]

### 3.2.3 Latausoperaattorit

Latausoperaattori yhdistää latausverkoston latauspisteet yhtenäiseksi kokonaisuudeksi käyttäjälle. Operaattorin palveluihin voivat kuulua esimerkiksi latauspisteiden suunnittelu, rakentaminen, hoito ja korjaus, käyttäjätunnistus sekä tekninen tuki. Operaattori tarjoaa sähköautoilijalle latauspisteen ja hoitaa laskutuksen latauspalvelun myyjän puolesta. Suomessa toimii kaksi operaattoria: Liikennevirta Oy ja Fortum. [20]

Liikennevirta Oy on lähes kahdenkymmenen suomalaisen energiayhtiön yhdessä vuonna 2013 perustama latausoperaattori. Sen verkostoon kuuluu yli 400 julkista latauspistettä Euroopassa: Suomessa, Sveitsissä ja Ranskassa (kuva 9). Näiden lisäksi Virta operoi yksityisiä ja puolijulkisia latausverkkoja. Lisätietoa ja kartta latauspisteistä operaattorin kotisivuilta [www.virta.fi](http://www.virta.fi). [20; 23]



Kuva 9. Liikennevirran latauspisteen tunnistaa Virtapiste-logoista [24]

Fortum Charge & Drive on latausoperaattori, joka toimii Suomessa, Norjassa ja Ruotsissa. Sen latausverkostoon kuuluu pohjoismaissa yli 500 latauspistettä (kuva 10). Lisätietoa ja kartta latauspisteistä operaattorin kotisivuilta [www.chargedrive.com](http://www.chargedrive.com). [25]



Kuva 10. Fortumin latauspisteen tunnistaa vihreästä väristä ja Charge & Drive -logosta [26]

### 3.2.4 Julkisen ja puolijulkisen lataamisen maksaminen

Latauksen maksamiseen on erilaisia vaihtoehtoja operaattorista riippuen. Latausten hinnat vaihtelevat latauspistekohtaisesti. Fortumilla on käytössä seuraavat maksutavat:

- Tekstiviesti. Asiakas lähettää tekstiviestin ensin latauksen aloittamiseksi ja lopuksi latauksen lopettamiseksi. Maksu veloitetaan asiakkaan puhelinlaskussa.
- Avainkortti RFID-tunnisteella. Asiakas tunnistautuu ennen latausta ja aloittaa latauksen. Latauksen lopettamiseksi asiakas tunnistautuu uudelleen. Asiakkaan tietoihin on rekisteröity maksukortti ja maksu veloitetaan suoraan asiakkaan kortilta latauksen jälkeen. [27]

Liikennevirta Oy:n palveluissa maksu tapahtuu seuraavalla tavalla:

- Asiakas rekisteröityy latauspalvelun asiakkaaksi verkkopalvelussa, jolloin asiakkaan puhelinnumerosta tulee automaattisesti tunniste palveluun. Rekisteröitymisen yhteydessä asiakkaan tietoihin rekisteröidään maksukortti, jolta siirretään asiakkaan lataustilille automaattisesti 30 euroa alkusaldoksi.
- Asiakas voi halutessaan tilata latauskortin tai avaimenperän RFID-tunnisteella.
- Latauksen voi aloittaa mobiilisovelluksella, tekstiviestillä tai tunnistaumalla RFID-tunnisteella.
- Lataustilille lisätään automaattisesti 30 euroa lisää aina, kun saldo laskee alle 10 euroon.

Liikennevirralla on mahdollista maksaa myös kerta-asiakkaana osoitteessa chge.eu. Kerta-asioinnista veloitetaan 30 %:n lisämaksu. Liikennevirta tarjoaa myös kiinteitä kuukausimaksuja, joilla voi ladata miltä tahansa Virtapiste-asemalta rajoitetun määrän kuukaudessa. [28; 29]

### 3.3 Palveluratkaisuja sähköautoilijoille

Sähköautojen ja sähköautoilijoiden lisääntyessä myös yhä useammat yritykset ovat kiinnostuneita sähköautoilun tuomista mahdollisuuksista, ja näin ollen sähköautoilijoille tarjottujen palveluiden määrä yleistyy. Palveluita on tarjolla latauspalveluista latauspisteiden asennuksiin ja -huoltoon, älytolppiin, latauspistekarttoihin ja mobiilisovelluksiin.

#### 3.3.1 Latauspalvelut

Sähköautojen latauspalveluiden tarjoajat jakautuvat sähköntarjoajiin, latauspisteiden valmistajiin sekä latauspalvelun myyjiin. Julkisia latauspalveluita tarjoavat Tesla, Fortum, muut sähköyhtiöt sekä jotkut yritykset kuten kauppakeskukset.

Tesla tarjoaa omia Supercharger-latauspalveluitaan ilmaiseksi Teslojen omistajille. Supercharger-latausasemia on ympäri maailmaa yhteensä 608 kappaletta, joista viisi on Suomessa. Jokaisessa Suomessa olevassa latausasemassa on neljä erillistä latauspaikkaa. Latausasemien sijainnit löytyvät Teslan verkkosivuilta osoitteesta [www.teslamotors.com/fi\\_FI/supercharger](http://www.teslamotors.com/fi_FI/supercharger). [12]

Fortum tarjoaa omia latauspalveluitaan nimellä Fortum Charge & Drive. Fortumin latausverkostossa on yli 500 latauspistettä pohjoismaissa. Latausasemien sijainnit löytyvät Charge & Drive -verkkosivuilta osoitteesta [map.chargedrive.com](http://map.chargedrive.com). [25]

Liikennevirta Oy on 17 suomalaisen energiayhtiön vuonna 2013 perustama latausoperaattori, joka yhdistää yhtiöiden latauspisteet Virtapiste -latausverkostoksi. Asiakkaan tarvitsee liittyä asiakkaaksi ainoastaan Virtapisteeseen, jolloin hänellä on helposti käytävissään latausasemia ympäri Suomen. Virtapiste -latausasemia on Euroopassa yli 400, joista yli 80 Suomessa, loput Sveitsissä ja Ranskassa. Näiden lisäksi Virta operoi yksityisiä ja puolijulkisia latausverkkoja. Latausasemien sijainnit löytyvät Virtapisteen verkkosivuilta osoitteesta [app.virta.fi](http://app.virta.fi). [20; 23]

Useat yrityksen ja kauppakeskukset ovat myös innostuneet ekologisemmasta liikkumisesta ja tarjoavat työntekijöilleen tai asiakkailleen mahdollisuuden sähköautojen lataamiseen. Ilmaiset sähköautojen latauspisteet löytyvät esimerkiksi kauppakeskuksista Karisma ja Maili, jotka molemmat sijaitsevat Lahdessa. Kaikki Suomen julkiset latauspisteet löytyvät osoitteesta [www.sahkoinenliikenne.fi/suomen-julkiset-latauspisteet](http://www.sahkoinenliikenne.fi/suomen-julkiset-latauspisteet).

### 3.3.2 Latauspisteiden valmistajat, asennukset ja huolto

Suomessa on paljon yrityksiä, jotka tarjoavat latauspisteitä ja niiden asennuksia sekä huoltoa yksityisille, taloyhtiöille ja yrityksille. Niitä tarjoavat Suomessa esimerkiksi Ensto, Fortum, Helen, PlugIt, Garo ja eTolppa.

### 3.3.3 Älytolpat

Parkkisähkö ja eTolppa tarjoavat älykkäitä latauspisteiden ja lämmitystolppien yhdistelmiä taloyhtiöille ja pysäköintilaitoksille. Teknologian ideana on korvata normaalit sähkötolpat älytolpilla, joita voi käyttää sekä sähköautojen lataamiseen että polttomoottorikäyttöisten autojen lämmittämiseen ja näin varautua sähköautojen yleistymiseen. Kun esimerkiksi koko taloyhtiön lämmitystolpat korvataan älytolpilla, voidaan pysäköintialueen sähkö jakaa kuormituksen mukaan jolloin lataustehoa voi nostaa nykyisestä 16 A:n maksimista nopeuttaen sähköauton latautumista. Haluttaessa älytolppia voidaan korvata myös tehokkaammilla latureilla sähköautoja varten. Älytolpissa on etäohjaus ja niiden kulutusta voi seurata etänä internetistä. Laskutus voi tapahtua joko kulutuksen mukaan tai kuukausittaisen käyttömaksun mukaan, jolla saa käyttää hinnasta riippuen joko rajatun tai rajattoman määrän sähköä kuukaudessa. Lisätietoa voi lukea yhtiöiden verkkosivuilta osoitteista [www.parkkisähkö.fi](http://www.parkkisähkö.fi) ja [www.etolppa.fi](http://www.etolppa.fi). [30; 31]

### 3.3.4 Mobiilisovellukset

Sähköautojen lataamisen helpottamiseksi on kehitetty myös monia mobiilisovelluksia. Niiden tärkeimpiä ominaisuuksia ovat latauspisteen paikantaminen, latauspisteen varaustilanteen seuranta, latauspisteen varaaminen, latauksen aloittaminen ja lopettaminen ja latauksen maksaminen. Tällainen sovellus löytyy ainakin molemmilta Suomessa toimivilta latausoperaattoreilta: Fortumin Charge & Drive app ja Liikennevirran Virtapistete -sovellus. Myös monilta autovalmistajilta on saatavilla omat mobiilisovellukset, joilla voi muun muassa tarkistaa auton akun varauksen ja käynnistää ja pysäyttää latauksen. Merkistä riippuen sovelluksessa voi olla myös lataukseen liittymättömiä lisätoimintoja, kuten auton lämmityslaitteen tai ilmastoinnin käynnistäminen tai ovien sulkeminen. Tällaiset sovellukset löytyvät ainakin Teslalta, Volkswagenilta ja Nissanilta.

## 4 Esimerkkejä latausratkaisuista

### 4.1 Kotilataus

Kotilatauksessa käytetään yleisesti joko lataustapaa 2 eli hidasta latausta tai lataustapaa 3 eli peruslatausta. Hitaassa latauksessa ladataan sähköauton akustoa normaalista sukopistorasiasta. Omakotitalossa asuvilla se tarkoittaa käytännössä lataamista normaalista pistorasiasta esimerkiksi talon seinästä. Taloyhtiössä asuvat voivat toteuttaa hidaslatauksen kotonaan esimerkiksi ohittamalla lämpötolpan kellokytkimen, asentamalla sen tilalle virtamittarin ja maksamalla taloyhtiölle sähköstä kulutuksen mukaan. Peruslatausta varten asennetaan nimenomaan sähköauton lataukseen tarkoitettu latauspiste. Kotilatauspisteiden hinnat vaihtelevat vajaasta tuhannesta eurosta lähes kolmeen tuhanteen euroon.

#### Esimerkkejä kotilatauspisteistä

Ensto tarjoaa kotilataukseen seinäasennettavaa latauspistettä nimeltä Ensto Chago eFill. Se on saatavissa kiinteällä Type 1- tai Type 2 -latausjohdolla. Mallista riippuen latausteho voi olla maksimissaan 3,6 kW 16 A:n yksivaiheisella vaihtovirralla tai 11 kW 16 A:n kolmivaiheisella vaihtovirralla. Kolmivaiheinen versio vaatii Type 2 -pistokkeen.

Ensto Chago EVP -latauspisteet on tarkoitettu paikkoihin, joissa niillä on monta käyttäjää, esimerkiksi taloyhtiöiden tai yritysten parkkipaikoille. Siinä on mallista riippuen joko 2 sukopistorasiaa, kiinteä Type 1 -latausjohto tai Type 2 -pistorasia. Lataus tapahtuu joko 230 V:n ja 16 A:n yksivaihevirralla tai 400 V:n ja 32 A:n kolmivaihevirralla. Saatavilla on tarvittaessa myös RFID -käyttäjätunnistus. [32; 33]

GE WattStation -latauslaitteen latausteho on 7,2 kW 32A:n yksivaiheisella vaihtovirralla. Sitä on saatavilla joko kiinteällä Type 1- tai Type 2 -latausjohdolla tai pistorasiamalla, johon voi itse kytkeä tarvittavan latausjohdon.

KEBA KeContact P20 on joko kiinteällä Type 2 -latausjohdolla tai Type 2 -pistorasialla varustettu kotilatauspiste. Sen latausteho on maksimissaan 22 kW 32 A:n kolmivaiheisella vaihtovirralla.



Siemens WB140A on kiinteällä Type 2 -latausjohdolla varustettu kotilatauspiste. Mallista riippuen sen latausteho vaihtelee 4,6 kW:sta 20 A:n yksivaihevirralla 22 kW:iin 32 A:n kolmivaihevirralla. [33]

ABB DC wallbox on seinälle asennettava latauspiste, jota on saatavissa CCS- ja CHAdeMO-latausjohdoilla. Siitä on saatavilla 10 kW:n ja 20 kW:n tehoiset versiot, joista molemmat ovat tasavirtalatureita. [34]

#### 4.2 Puolijulkinen ja julkinen lataus

Puolijulkisessa ja julkisessa latauksessa vaaditaan nopeampaa latausta kuin kotilatauksessa, joten tarvitaan tehokkaampia latureita. Puolijulkisessa ja julkisessa latauksessa käytetään lataustapoja 3 ja 4 eli peruslatausta ja pikalatausta. Koska kyseisiin latauksiin on pääsy kaikilla käyttäjillä, vaaditaan latauspisteeltä myös käyttäjätunnistusominaisuus latauksen maksamista varten. Puolijulkiset ja julkiset latausasemat jaetaan myös latausnopeuden mukaan keskinopeaan lataukseen ja pikalataukseen. Keskinopeisiin latauspisteisiin lasketaan noin 10–40 kW:n tehoiset latauspisteet ja pikalataukseen sitä tehokkaammat latauspisteet.

Esimerkkejä keskinopeista latauspisteistä

Ensto Chago EVC -asemat on tarkoitettu puolijulkiseen ja julkiseen lataamiseen (kuva 11). Niissä on lukittava kansi, jonka voi avata RFID-kortilla tai matkapuhelimella. Niissä on mallista riippuen yhdestä kahteen normaalia sukopistorasiaa ja sama määrä Type 2 -pistorasioita. Latausmahdollisuudet ovat joko 230 V:n ja 16 A:n yksivaihe tai 400 V:n ja 32 A:n kolmivaihe. [32; 33]



Kuva 11. Ensto Chago EVC -latausasema Moskovassa [35]

Ensto Chago Pro -asemat ovat vaativiin ympäristöihin tarkoitettuja keskinopeita latausasemia. Niissä on mallista riippuen yksi tai kaksi Type 2 -pistokkeella varustettua maksimissaan 22 kW:n teholla ja 32 A:n kolmivaihevirralla lataavaa laturia. Käyttäjätunnistus on mahdollista RFID-kortilla tai matkapuhelimella. [32]

GE DuraStation -latausasemiin tunnistaudutaan älykorteilla. Niissä on mallista riippuen joko yksi tai kaksi Type 2 -pistorasiaa ja niistä on sekä maahan että seinälle asennettavia malleja. Latausmahdollisuudet ovat joko 230 V:n ja 16 A:n yksivaihe tai 400 V:n ja 32 A:n kolmivaihe. [33]

ABB Terra 23 series -latausasemat ovat keskinopeita latausasemia, joita on tarjolla CCS-, CHAdeMO- ja Type 2 -latausjohdoilla ja pistokkeilla. CCS- ja CHAdeMO-pistokkeilla maksimiteho on 20 kW 60A:n tasavirralla. Type 2 -pistokkeella sekä kiinteällä Type 2 -latausjohdolla maksimiteho on 22 kW 32A:n vaihtovirralla. [34]

Esimerkkejä pikalatauspisteistä

ABB Terra 53 series -latausasemat ovat pikalatausasemia, joita on tarjolla CCS-, CHAdeMO- ja Type 2 -latausjohdoilla ja pistokkeilla (kuva 12). Mallista riippuen latausasemassa on joko yksi, kaksi tai kaikki edellä mainituista. CCS- ja CHAdeMO-pistokkeilla maksimiteho on 50 kW 125 A:n tasavirralla. Kiinteällä Type 2 -latausjohdolla maksimiteho on 43 kW 63A:n vaihtovirralla. Type 2 -pistokkeella maksimiteho on 22 kW 32 A:n vaihtovirralla. [34]



Kuva 12. ABB-pikalatausasema [36]

Ensto Chago Power -latausasemat ovat 50 kW:n tasavirralla lataavia latausasemia, joissa on yksi tai kaksi latausjohtoa. Mallista riippuen latausasemassa on joko CCS, CHAdeMO tai molemmat edellä mainitut latausjohdot. [32]

DBT-latausasemat ovat pikalatausasemia, joissa on mallista riippuen joko CCS- tai CHAdeMO-latausjohto, jompikumpi edellisistä ja Type 2 -latausjohto tai vaihtoehtoisesti kaikki kolme edellä mainittua (kuva 13). CCS:llä ja CHAdeMO:lla maksimilatausteho on 50 kW 125 A:n tasavirralla. Type 2:lla maksimilatausteho on 43 kW 63 A:n vaihtovirralla. [37]



Kuva 13. DBT-latausasema, jossa AC- ja DC-latausmahdollisuudet [38]

Lisätietoja latauspisteistä, hinnoista ja asennuksista voi katsoa esimerkiksi Enston verkkosivuilta [www.ensto.com](http://www.ensto.com), PlugItin verkkosivuilta [www.plugit.fi](http://www.plugit.fi), ABB:n verkkosivuilta <http://new.abb.com/ev-charging/fi> ja DBT:n verkkosivuilta <http://www.dbtcev.fr/en/>.

## 5 Sähköautojen vaikutus sähköverkkoon, energiantuotantoon ja kulu- tukseen

### 5.1 Latausverkko

Sähköautojen lisääntyminen vaikuttaa välillisesti myös sähköverkkoon ja lisää vaatimuksia sähköverkolle. Sähköverkko sinällään on jo riittävä sähköautojen tarvitsemaan sähkömäärään ja kattaa koko Suomen – jos Suomeen tulisi nyt 400 000 sähköautoa, vastaisi niiden kulutus noin 1,3 % sähköenergian kokonaiskulutuksesta. Sähköautojen latausverkkoa on kuitenkin laajennettava sähköautojen lisääntyessä, jotta se pystyy vastaamaan käytännöllisyydeltään fossiilisten polttoaineiden jakeluverkkoa. Tämä tarkoittaa yhä useampien ja tehokkaampien latauspisteiden asentamista. Toisaalta sähköautojen latausverkostossa on hyviä mahdollisuuksia polttoaineiden jakeluverkkoon verrattuna, sillä sähköä on helppoa ja halpaa siirtää ja latauspisteiden sijoittamisessa ei ole yhtä tarkkoja rajoituksia kuin polttoaineiden jakeluasemien sijoittamisessa, pikalatauspisteitä voidaan perustaa esimerkiksi lähemmäs asutusta ja pohjavesialueille. [14; 39; 40]

### 5.2 Älykäs sähköverkko ja kysyntäjousto

Olemassa oleva sähköverkko kestää sähköautojen lataamisesta johtuvan kuormituksen, kun autoja ladataan hitaalla latauksella ja eri aikoihin. Jos autoja on paljon samaan aikaan samalla alueella tehokkaissa pikalatureissa, voi sähköverkko kuormittua liikaa. Ratkaisuna tähän on suunnitteilla älykäs sähköverkko ja kysyntäjousto. [39]

Kysyntäjousto tarkoittaa sähkönkulutuksen ohjaamista ruuhkaisilta ja hinnaltaan kalliimmilta tunneilta hiljaisemmille ja halvemmille tunneille. Näin kulutuksen huippuja saadaan tasattua ja sähkönkulutus saadaan jakautumaan paremmin ympäri vuorokauden. [41]

Perinteisessä sähköverkossa sähkö ohjataan voimaloista kuluttajille, mutta älykkäässä sähköverkossa sähkö voi kulkea molempiin suuntiin ja sillä voidaan toteuttaa kysyntäjousto. Sähköä voidaan varastoida paremmin ja jakaa sitä eri paikkoihin tarvittaessa.

Sähköautot toimisivat älykkäässä sähköverkossa energiavarastoina ja tasaisivat tehokkaasti kulutushuippuja. Sähköautoja voitaisiin ohjata lataamaan hiljaisina aikoina, ja ne voisivat jakaa sähköä muuhun käyttöön silloin, kun niitä ei tarvita. Järjestelmä voisi toimia esimerkiksi siten, että liittäessään autonsa latauspistokkeeseen käyttäjä ilmoitaisi autolle, milloin hän on seuraavan kerran lähdössä ja tarvitsee auton käyttöönsä. Älykäs verkko osaisi itse ajoittaa sähkön käytön siten, että autoa voidaan käyttää sähkövarastona silloin, kun sitä ei tarvita, ja pitäisi huolen, että akku on ladattuna, kun auto tarvitaan käyttöön seuraavan kerran. [39; 40]

### 5.3 Sähkön tuotanto ja uusiutuva energia

Älykkään verkon avulla sähköntuotanto saadaan paljon tehokkaammaksi, kun kulutuksessa ei ole suuria vaihteluita. Esimerkiksi voimaloiden tehokkuus kärsii, jos niitä joudutaan sammuttamaan hiljaisiksi tunneiksi, kuten yöksi.

Älykäs verkko mahdollistaisi myös hyvin uusiutuvan energian kuten aurinkovoiman ja tuulivoiman käytön, kun sähköä voitaisiin varastoida entistä paremmin ja sähköautoja voitaisiin ladata esimerkiksi silloin kun tuulee. Myös hajautettu energiantuotanto olisi mahdollista, mikä tarkoittaa yritysten ja kuluttajien tuottaman sähkön, kuten aurinkopaneelien ja pientuulivoimaloiden, myymistä ja syöttämistä verkkoon. [40]

### 5.4 Sähköautot ja energiatehokkuus

Sähköautot ovat paljon energiatehokkaampia kuin polttoainekäyttöiset autot. Sähkömoottorin hyötysuhde on noin 90 prosenttia polttomoottorin hyötysuhteen ollessa parhaimmillaan 20–30 prosenttia [42, s.12]. Sähköauto kuluttaa näin ollen samalla matkalla noin kolmanneksen vastaavan bensiinikäyttöisen auton kuluttamasta energiasta. Sähköautojen avulla autoiluun käytetty energiankulutus saadaan vähenemään huomattavasti.

## 6 Esimerkkejä sähköajoneuvoista työkoneissa ja hyötyajoneuvoissa

Sähköajoneuvojen mahdollisuudet työkoneissa ja hyötyajoneuvoissa ovat vielä suuremmat kuin henkilöautoissa. Myös liiketoimintapotentiaali on huomattavasti suurempi.

Suomalainen rahdinkäsittelyyn erikoistunut yritys Kalmar on kehittänyt sähkökäyttöisen pikalatauksella toimivan konttilukin, jolla pystyttäisiin korvaamaan dieselkäyttöiset lukit ja perinteisillä suurilla akuilla varustetut lukit terminaaleissa. Kalmarin pikalataus perustuu samanlaiseen tekniikkaan kuin sähköbussseissakin käytetty käänteinen virroitin. Se lataa maksimissaan 600 kW:n teholla, jolloin akku täyttyy noin viidessä minuutissa. Lisätietoa Kalmar FastChargesta löytyy osoitteesta [www.kalmarglobal.com/fastcharge](http://www.kalmarglobal.com/fastcharge). [43]

Logistiikkayritys Niinivirta European Cargo Oy liikennöi Tampereella hollantilaisvalmis-  
teisella 16 tonnia painavalla sähkökuorma-autolla. Auto perustuu DAF LF55 -malliin, josta Emoss Bv. niminen yhtiö on muuttanut sähköauton. Sen akut voidaan ladata täyteen parhaimmillaan neljässä tunnissa ja ajomatka täysillä akuilla on valmistajan mukaan 250 kilometriä. Niinivirralla on myös Milanossa käytössä hieman pienempi sähkökuorma-auto. [44]

ABB on kehittämässä sähkökäyttöisiä lauttoja. Valmisteilla olevaan norjalaisen laiva-  
valmistaja Brødrene Aa:n Seasight -nimiseen näköalalauttaan tulee ABB:n valmistama dieselhybriditekniikka. ABB on myös julkaissut kokonaan sähköllä toimivan lauttakon-  
septin Oslon kaupunkiin. Se pystyisi lataamaan akustonsa täyteen 20 minuutissa sa-  
tamassa ollessaan. [45; 46; 47]

Suomalainen Fantan valmistaa sähkökäyttöisiä katamaraaneja. Sellainen on käytössä  
jo ainakin Inarijärvellä. Pelkällä akustolla pystyy valmistajan mukaan ajamaan yli kah-  
den tunnin matkan. Katamaraanissa on dieselmoottori, joka tuottaa tarvittaessa gene-  
raattorilla sähköä toimintamatkan kasvattamiseksi. Potkureita pyöritetään sähkömootto-  
reilla. Lisätietoa yrityksestä löytyy sen kotisivuilta osoitteesta [www.fantan.fi](http://www.fantan.fi). [48]

Sähkökäyttöiset moottorikelkat voisivat tulevaisuudessa toimia hyvin esimerkiksi turisti-  
en moottorikelkkasafareihin. Akkuja voitaisiin ladata kun moottorikelkat eivät ole käy-  
tössä ja akut riittäisivät safarin ajamiseksi. Lapin ammattikorkeakoulu testaa ja kehittää  
eSled-projektissaan sähkökäyttöistä moottorikelkkaa ja osallistuu sillä erilaisiin kilpai-

luihin. Lisätietoa eSled-projektista voi lukea Lapin AMK:n blogista osoitteessa <http://www.lapinamk.fi/fi/Tyoelamalle/Kehittamisymparistot/Arctic-Power/eSled-maailmalla--Blogi>.

## 7 Yhteenveto

Sähköautot ovat lisääntyneet viime vuosina hurjasti suhteessa olemassa olevaan määrään ja yhä useampia ihmisiä alkaa kiinnostamaan sähköautot ja niiden mahdollinen hankinta. Sähköautoista on jo paljon tietoa verkossa, mutta tieto on levällään ja vaikeasti löydettävissä. Tässä insinööriyössä kerättiin tietoa sähköautojen latauksesta yhteiseksi kokonaisuudeksi ja aikaansaattua materiaalia on tarkoitus käyttää Teknologia-teollisuus ry:n Sähköinen liikenne -toimialaverkoston uusilla verkkosivuilla.

Sähköautojen lataamisessa on käytössä hitaita ja nopeita latausratkaisuja. Päivittäiseen kotona ja työpaikoilla tapahtuvaan lataukseen soveltuu hitaat lataukset, ja niiden latauspisteiden toteuttaminen on helppoa, koska pysäköintipaikoilla on ollut lämmitystolppia jo vuosikymmeniä ja niitä voidaan joko käyttää sellaisenaan tai niiden tilalle voidaan päivittää lataustolppia. Tien päällä tapahtuvaa pikalatausta varten täytyy perustaa erillisiä latausasemia. Latausasemia voidaan asentaa esimerkiksi huoltoasemille, mutta ne tarjoavat myös uusia mahdollisuuksia verrattuna polttoaineiden jakelupisteisiin, koska niiden sijainnille ei ole yhtä tarkkoja vaatimuksia ja ne voidaan asentaa esimerkiksi lähemmäs asutusta. Sähkön kuljettaminen on myös helpompaa ja halvempaa kuin polttoaineiden kuljettaminen.

Latauspistokkeet ovat jakautuneet maanosien välillä eri valmistajien käyttämiin muutama standardoituun pistokkeeseen. Japanilaisissa ja amerikkalaisissa autoissa hitaissa latauksissa käytössä on Type 1 -pistoke ja eurooppalaisissa autoissa vastaavasti Type 2 -pistoke. Pikalatauksissa japanilaisissa autoissa on käytössä CHAdeMO-pistoke ja eurooppalaisissa ja amerikkalaisissa autoissa Combo-pistoke, joka perustuu joko Type 1- tai Type 2 -pistokkeeseen. Lisäksi autovalmistaja Tesla käyttää omaa Tesla-pistokettaan.

Linja-autojen lataus perustuu kolmeen eri vaihtoehtoon – yön yli lataamiseen, pysäkkilataamiseen ja päätepysäkkilataamiseen, joista kaksi viimeistä ovat yleistymässä kalliiden ja painavien akkujen korvaamiseksi ja latauksen nopeuttamiseksi.



Suomessa toimii kaksi latausoperaattoria: Fortum Charge & Drive ja Liikennevirta. Molemmilla niistä on satoja latauspisteitä Euroopassa. Suomessa on myös paljon muita sähköautojen lataukseen liittyviä palveluita tarjoavia yrityksiä.

Sähköautot luovat uusia mahdollisuuksia osana älykästä sähköverkkoa. Niitä on suunniteltu käytettäväksi energiavarastoina silloin, kun niitä ei käytetä. Niiden avulla voidaan toteuttaa hyvin kysyntäjoustoa ja niihin voidaan varastoida energiaa silloin, kun sitä on tarjolla mutta sille ei ole tarvetta.

Sähköajoneuvojen mahdollisuudet muualla kuin henkilöautoissa ovat loputtomat. Niitä ollaan kehittämässä tällä hetkellä esimerkiksi erilaisiin työkoneisiin ja hyötyajoneuvoihin, kuten konttilukkeihin, kuorma-autoihin ja lauttoihin.

## Lähteet

- 1 Lataustavat ja latauspistoketyypit. Verkkodokumentti. Plugit. <<http://plugit.fi/fi-fi/lataaminen/>> Luettu 7.3.2016.
- 2 Ladattavan ajoneuvon ostajan opas. 2014. Verkkodokumentti. Sähköinen liikenne. <<http://www.sahkoinenliikenne.fi/oppaat/ladattavan-ajoneuvon-ostajan-opas>> Luettu 7.3.2016.
- 3 Kiinteistöjen latauspaikat esiselvitys. 2015. Verkkodokumentti. Motiva. <[http://www.motiva.fi/files/10869/Kiinteistojen\\_latauspaikat\\_esiselvitys.pdf](http://www.motiva.fi/files/10869/Kiinteistojen_latauspaikat_esiselvitys.pdf)>
- 4 Plug World Map. Verkkodokumentti. Ev-institute. <[http://www.ev-institute.com/images/Plug\\_World\\_map\\_v5.pdf](http://www.ev-institute.com/images/Plug_World_map_v5.pdf)>
- 5 SAE J1772 7058855567.jpg. 2012. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/SAE\\_J1772\\_7058855567.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/SAE_J1772_7058855567.jpg)> Luettu 23.3.2016.
- 6 2015-12-23 Typ-2-Ladestecker.jpg. 2015. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/2015-12-23\\_Typ-2-Ladestecker.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6e/2015-12-23_Typ-2-Ladestecker.jpg)> Luettu 23.3.2016.
- 7 CHAdeMO technological strengths. Verkkodokumentti. CHAdeMO. <<http://www.chademo.com/wp/technology/strengths/>> Luettu 8.3.2016.
- 8 CHAdeMO Plug VacavilleDavisStDC2.jpg. 2011. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/CHAdeMO\\_Plug\\_VacavilleDavisStDC2.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/CHAdeMO_Plug_VacavilleDavisStDC2.jpg)> Luettu 23.3.2016.
- 9 2015-12-23 CCS-Stecker 50kW.jpg. 2015. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/2015-12-23\\_CCS-Stecker\\_50\\_kW.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/2015-12-23_CCS-Stecker_50_kW.jpg)> Luettu 23.3.2016.
- 10 Tesla Model S Lataaminen. 2016. Verkkodokumentti. Tesla. <[https://www.teslamotors.com/fi\\_FI/models-charging](https://www.teslamotors.com/fi_FI/models-charging)> Luettu 9.3.2016.
- 11 2015-12-30 Tesla-Supercharger-Stecker.jpg. 2015. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/2015-12-30\\_Tesla-Supercharger-Stecker.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7a/2015-12-30_Tesla-Supercharger-Stecker.jpg)> Luettu 23.3.2016.
- 12 Tesla Supercharger. 2016. Verkkodokumentti. Tesla. <[https://www.teslamotors.com/fi\\_FI/supercharger](https://www.teslamotors.com/fi_FI/supercharger)> Luettu 9.3.2016.

- 13 Tesla Supercharger, Tifton.jpg. 2014. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/Tesla\\_Supercharger%2C\\_Tifton.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/Tesla_Supercharger%2C_Tifton.JPG)> Luettu 23.3.2016.
- 14 Mäkinen, Jukka. 2016. Tuotepäällikkö, ABB, Helsinki. Sähköpostiviesti 30.3.2016.
- 15 Mäkinen, Jukka. 2015. Kaupunkien bussiliikenteen tulevaisuus. Verkkodokumentti. Electro Mobility. <<http://www.electromobility.fi/2015/10/kaupunkien-bussiliikenteen-tulevaisuus.html>> Luettu 1.4.2016.
- 16 Kainulainen, Jari. 2016. Suomalainen sähköbussivalmistaja tavoittelee miljardibisnestä. Verkkodokumentti. Kauppalehti. <<http://www.kauppalehti.fi/uutiset/suomalainen-sahkobussivalmistaja-tavoittelee-miljardibisnesta/AtwjUeh3>> Luettu 10.3.2016
- 17 TOSA Pressemitteilung. 2015. Verkkodokumentti. TOSA2013. <<http://www.tosa2013.com/wp-content/uploads/2015/03/Pressemitteilung.pdf>> Luettu 10.3.2016.
- 18 TOSA Bus at PALEXPO with flag.jpg. 2014. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/TOSA\\_Bus\\_at\\_PALEXPO\\_with\\_flag.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8f/TOSA_Bus_at_PALEXPO_with_flag.jpg)> Luettu 23.3.2016.
- 19 Ensimmäiset kotimaiset pikaladattavat sähköbussit lähtevät vuoden vaihteessa liikenteeseen Espoon linjalle 11. 2015. Verkkodokumentti. VTT. <<http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/ensimm%C3%A4iset-kotimaiset-pikaladattavat-s%C3%A4hk%C3%B6bussit-l%C3%A4htev%C3%A4t-vuoden-vaihteessa-liikenteeseen-espoon-linjalle-11>> Luettu 10.3.2016.
- 20 Salonen, Noora, Poskiparta, Laura & Kumpula, Tiina. 2015. Sähköautojen julkiset latauspisteet. Selvitys ja suosituksia. Suomen Kuntaliitto.
- 21 Suomen julkiset latauspisteet. 2016. Verkkodokumentti. Sähköinen liikenne. <<http://www.sahkoinenliikenne.fi/suomen-julkiset-latauspisteet>> Luettu 14.3.2016.
- 22 Liikenteessä olevat ajoneuvot käyttövoimittain. 2016. Trafi Ajoneuvokanta. <[http://www.trafi.fi/filebank/a/1453798780/df9ede2b9a607fa5f5adc462e20b888c/19602-liikennekaytossa\\_olevat\\_kayttovoimittain\\_31122015.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1453798780/df9ede2b9a607fa5f5adc462e20b888c/19602-liikennekaytossa_olevat_kayttovoimittain_31122015.pdf)> Luettu 14.3.2016.
- 23 Palola, Jussi. 2016. Toimitusjohtaja, Liikennevirta Oy, Helsinki. Sähköpostiviesti 30.3.2016.
- 24 Kasarmintie 6 Oulu 20150612.jpg. 2015. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Kasarmintie\\_6\\_Oulu\\_20150612.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Kasarmintie_6_Oulu_20150612.JPG)> Luettu 23.3.2016.

- 25 Fortum Charge & Drive. 2016. Verkkodokumentti. Fortum.  
<<https://www.chargedrive.com/>> Luettu 14.3.2016.
- 26 IMG\_1898Lading av Tesla Model S, Inspiria science center. 2013. Verkkodokumentti. Fortum Norge.  
<<https://www.flickr.com/photos/fortumnorge/9559820511>> Luettu 23.3.2016.
- 27 Fortum Charge & Drive –ehdot. 2015. Verkkodokumentti. Fortum.  
<<https://www.fortum.com/countries/fi/SiteCollectionDocuments/Sahkonmyynti/B2B/ChargeDrive-ehdot.pdf>> Luettu 14.3.2016.
- 28 Palvelut sähköautoilijalle. 2016. Verkkodokumentti. Liikennevirta.  
<<http://solutions.virta.fi/palvelut/autoilijalle/>> Luettu 14.3.2016.
- 29 Liikennevirta. 2016. Verkkodokumentti. Liikennevirta. <<https://www.virta.fi/>> Luettu 14.3.2016.
- 30 Parkkisähkö. 2016. Verkkodokumentti. Parkkisähkö. <[www.parkkisahko.fi](http://www.parkkisahko.fi)> Luettu 17.3.2016.
- 31 eTolppa. 2016. Verkkodokumentti. eTolppa. <[www.etolppa.fi](http://www.etolppa.fi)> Luettu 17.3.2016.
- 32 Ensto sähköauton lataus. 2016. Verkkodokumentti. Ensto. <[http://products.ensto.com/catalog/17898/S%C3%A4hk%C3%B6auton%20lataus\\_FIN1.html](http://products.ensto.com/catalog/17898/S%C3%A4hk%C3%B6auton%20lataus_FIN1.html)> Luettu 21.3.2016.
- 33 PlugIt verkkokauppa. 2016. Verkkodokumentti. PlugIt. <<http://kauppa.plugin.fi/>> Luettu 21.3.2016.
- 34 ABB Global Charging Portfolio. 2013. Verkkodokumentti. ABB.  
<[https://library.e.abb.com/public/0b56899e2aa53d68c1257ddb004dde71/4EVC402301-BREN\\_PortfolioOverview.pdf](https://library.e.abb.com/public/0b56899e2aa53d68c1257ddb004dde71/4EVC402301-BREN_PortfolioOverview.pdf)> Luettu 21.3.2016.
- 35 Electric vehicle charging station in Moscow 02.jpg. 2015. Verkkodokumentti. Wikipedia.  
<[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/Electric\\_vehicle\\_charging\\_station\\_in\\_Moscow\\_02.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/Electric_vehicle_charging_station_in_Moscow_02.jpg)> Luettu 24.3.2016.
- 36 ABB vehicle charging station.jpg. 2013. Verkkodokumentti. Wikipedia.  
<[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/ABB\\_vehicle\\_charging\\_station.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/ABB_vehicle_charging_station.JPG)> Luettu 24.3.2016.
- 37 DBT Charging solutions. 2016. Verkkodokumentti. DBT-CEV.  
<<http://www.dbtcev.fr/en/>> Luettu 21.3.2016.

- 38 Borne de recharge rapide universelle par DBT-CEV.png. 2013. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Borne\\_de\\_recharge\\_rapide\\_universelle\\_par\\_DBT-CEV.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b3/Borne_de_recharge_rapide_universelle_par_DBT-CEV.png)> Luettu 24.3.2016.
- 39 Sähköautojen lisääntyminen aiheuttaa haasteita sähköverkolle. 2015. Verkkodokumentti. Electromobility. <<http://www.electromobility.fi/2015/11/sahkoautojen-lisaantyminen-aiheuttaa.html#more>> Luettu 24.3.2016.
- 40 Sähköautoileva Suomi. 2015. Verkkodokumentti. Teknologiateollisuus. <[http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file\\_attachments/tt\\_sahkoinenliikenne\\_tarina\\_kalvosetti\\_final\\_20150911.pdf](http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tt_sahkoinenliikenne_tarina_kalvosetti_final_20150911.pdf)> Luettu 24.3.2016.
- 41 Kysyntäjousto. 2016. Verkkodokumentti. Fingrid. <<http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/Kysyntajousto/Sivut/default.aspx>> Luettu 24.3.2016.
- 42 Linja-aho, Vesa. 2016. Ostaisinko sähköauton? Helsinki: Into.
- 43 Considerations of electric powered horizontal transportation at container terminals. 2015. Verkkodokumentti. Kalmar. <[https://www.kalmarglobal.com/globalassets/campaigns/fastcharge/files/Kalmar\\_white\\_paper\\_FastCharge\\_lores\\_FINAL.pdf](https://www.kalmarglobal.com/globalassets/campaigns/fastcharge/files/Kalmar_white_paper_FastCharge_lores_FINAL.pdf)> Luettu 11.4.2016.
- 44 Saastamoinen, Jukka. 2015. Pois alta, täältä tulee 16-tonninen sähköauto. Verkkodokumentti. Kauppalehti. <<http://www.kauppalehti.fi/uutiset/sahkokuorma-auto-starttasi-tampereella/M7YbF27G>> Luettu 11.4.2016.
- 45 ABB to Provide Tech to Power "Futuristic" Norwegian Hybrid Ferry. 2015. Verkkodokumentti. Ship & Bunker. <<http://shipandbunker.com/news/emea/412713-abb-to-provide-tech-to-power-futuristic-norwegian-hybrid-ferry>> Luettu 11.4.2016.
- 46 ABB to power Brodrene's Seasight ferry in Norway. 2015. Verkkodokumentti. Ship-technology.com <<http://www.ship-technology.com/news/newsabb-to-power-brodrenes-seasight-ferry-in-norway-4745152>> Luettu 11.4.2016.
- 47 Battery-powered ferry – transport with zero emissions. 2016. Verkkodokumentti. ABB. <<http://new.abb.com/marine/articles-and-highlights/battery-powered-ferry--transport-with-zero-emissions>> Luettu 11.4.2016.
- 48 Fantan tuotteet. 2016. Verkkodokumentti. <<http://www.fantan.fi/tuotteet.html>> Luettu 11.4.2016.