

Arto Pohjolainen

# Sähköautojen latausjärjestelmät ja sähkösuunnitteluohje

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

16.6.2017

Tekijä Otsikko	Arto Pohjolainen Sähköautojen latauspisteiden suunnittelu ja suunnitteluohjeet
Sivumäärä Aika	27 sivua + 1 liite 16.6.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	yksikönpäällikkö Hannu Virkkunen lehtori Matti Sundgren
<p>Sähköautojen historia ulottuu 1800-luvulle, joten mikään uusi juttu sähköautot eivät ole. Polttomoottoriautot kuitenkin syrjäyttivät sähköautot 1900-luvulla, minkä jälkeen polttomoottorit ovat hallinneet pitkälti markkinoita. Tiukentuvat energiavaatimukset ovat kuitenkin muun muassa ajaneet autonvalmistajat etsimään liikenteeseen energiatehokkaampia ja puhtaampia ratkaisuja, joiden myötä hybridi- ja sähköautot ovat löytäneet tiensä taas markkinoille. 2000-luvulla kiinnostus hybridiautoja kohtaan on myös kasvattanut sähköautojen kysyntää. Sähköautojen kasvava kysyntä on luonut myös paineita rakentaa toimiva ja laaja latausverkosto.</p> <p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli perehtyä sähköautojen latausjärjestelmiin ja koota tietoa eri valmistajien latausjärjestelmistä sekä niihin liittyvien palveluiden tarjoajista. Työssä on perehdytty muun muassa säädöksiin ja suosituksiin, jotka vaikuttavat latausjärjestelmien sähkösuunnitteluun.</p> <p>Sähköautojen latausjärjestelmiä on suunniteltu ja rakennettu vielä suhteellisen vähän Suomessa eikä niistä ole kovin paljon tietoa saatavilla suomeksi. Saatavilla oleva tieto on lisäksi tällä hetkellä melko hajanaisesti koottuna. Tämän lisäksi alan nopea kehitys aiheuttaa myös haasteita suunnittelulle, sillä tekniikka kehittyy koko ajan ja säädökset muuttuvat. Työn on tarkoitus helpottaa sähköautojen latauspisteiden sähkösuunnittelun aloittamista kokoamalla tietoa yksien kansien väliin.</p>	
Avainsanat	sähköauto, hybridi, lataus, latauspisteet, latausjärjestelmät

Author Title Number of Pages Date	Arto Pohjolainen Electric vehicle charging systems with an instruction manual for their electrical design 27 pages + 1 appendices 16 June 2017
Degree	bachelor of Engineering
Degree Programme	Building services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Hannu Virkkunen, Head of MEP Unit Matti Sundgren, Senior lecturer
<p>The purpose of this thesis was to make a common instruction for designing an electric vehicle charging system. The instructions were necessary due to the growing number of electric vehicles that has created a need to build a comprehensive charging network. Not much information about electric vehicle charging systems in Finnish was available and, furthermore, the information was partly fragmented. For those reasons, this thesis was made.</p> <p>The regulations and recommendations that apply to electrical designing were first studied. In addition, information for the thesis was gathered from various manufacturers of charging systems and charging solution providers. In the end, there is a simple example of calculating the quick charger system. The main result of this thesis is a basic set of instructions that can be used when designing electric vehicle charging systems. The information from the various sources is now gathered together in the thesis, which makes it easier for designers to become familiar with electrical vehicle charging systems and their design.</p>	
Keywords	EV, charging, electric cars, electric vehicles, charging systems

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähkö- ja hybridajoneuvot	2
2.1	Täyssähköajoneuvot	2
2.2	Hybridautot	3
3	Sähköautojen latausta ohjaavat säädökset ja suositukset	4
3.1	Jakeluinfradirektiivi 2014/94/EU	4
3.2	Energiatehokkuusdirektiivi	6
3.3	SFS 6000 -pienjännitestandardi	7
3.4	Ocpp-protokolla	9
4	Sähköautojen lataaminen	9
4.1	Lataustavat	9
4.1.1	Lataustapa 1	10
4.1.2	Lataustapa 2	10
4.1.3	Lataustapa 3	11
4.1.4	Lataustapa 4	12
4.2	Älykäs lataus	12
4.3	Ohjaus ja maksaminen	13
4.4	Lämmitystolpat	13
5	Latausjärjestelmät	13
5.1	Latausoperaattorit	13
5.1.1	Liikennevirta	14
5.1.2	Fortum Charge & Drive	14
5.2	Latauspisteiden valmistajat	14
5.2.1	Plugit Finland	15
5.2.2	Schneider Electric	15
5.2.3	Ensto Chago	16
5.2.4	ABB	17
5.2.5	GARO	18

5.2.6	Parkkisähkö	19
5.2.7	eTolppa	20
6	Vaikutukset sähköverkkoon	20
6.1	Huipputeho	20
6.2	Kysynnän jousto	21
7	Suunnittelu	22
8	Mitoittaminen	23
9	Yhteenveto	23
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1. Sulakkeiden ja syöttökaapelin mitoitus Ensto Chago Power EVDC50.12.40 -pikalatausasemalle	

## Lyhenteet

BEV	Battery electric vehicle. Täyssähköauto.
CCS	Combined Charging System. Latausstandardi. Latausjärjestelmä mahdollistaa latauksen sekä vaihto- että tasavirralla. Käytössä USA:ssa ja Euroopassa.
CHAdeMO	Euroopassa käytössä oleva tasavirtakäyttöön soveltuva latausstandardi.
EV	Electric vehicle. Sähköajoneuvo.
HEV	Hybrdi electric vehicle. Ei ladattava hybridi.
PHEV	Plug in hybrid electric vehicle. Ladattava hybridi.
Latausasema	Paikka, johon on asennettu kiinteästi verkkovirtaa hyödynnettävä järjestelmä, josta voidaan sähköajoneuvoa ladata. Latausasema on yhden tai useamman latauspisteen muodostama kokonaisuus.
Latauspiste	Piste, josta sähköajoneuvoa voidaan ladata. Liitäntäpiste voi olla pistorasias tai pistoke. Se voi olla myös osa latausasemaa.
Mennekes	Tyypin 2 mukainen latauspistoketyyppi, joka on käytössä Euroopassa.
Peruslataus	Maksimissaan 22 kW:n teholla tapahtuvaa latausta.
Pikalataus	Teholataus. Sähköauton suuritehoinen lataustapa. Latausteho yleensä 50 kW.
RFID	Radio Frequency Identification eli radiotaajuinen tunnistusmenetelmä, jota käytetään muun muassa sähköajoneuvojen latauspisteillä tunnistautumiseen ja latauksen maksamiseen.

Taustajärjestelmä	Latausjärjestelmän hallinnointityökalu, joka mahdollistaa muun muassa etähallinnan ja maksujen siirtämisen.
Type 1	Tyypin 1 mukainen lataustyyppi. Amerikan ja Japanin markkinoilla käytettävä latausjärjestelmätyyppi.
Type 2	Tyypin 2 mukainen lataustyyppi. Euroopan markkinoilla käytettävä latausjärjestelmätyyppi.

## 1 Johdanto

Sähköautojen suosio on kasvanut maailmanlaajuisesti viime vuosina. Pohjoismaista erityisesti Norja on edelläkävijä sähköautoilussa. Norja tarjoaa sähköautojen käyttäjille erilaisia etuja kuten veroedun, ilmaisia pysäköintipaikkoja, vapautuksia tietulleista ja muista tienkäyttömaksuista. Norjassa onkin myös maailmanlaajuisesti katsottuna neljänneksi eniten sähköautoja. Norjan edelle menevät vain Yhdysvallat, Kiina sekä Japani. [1]

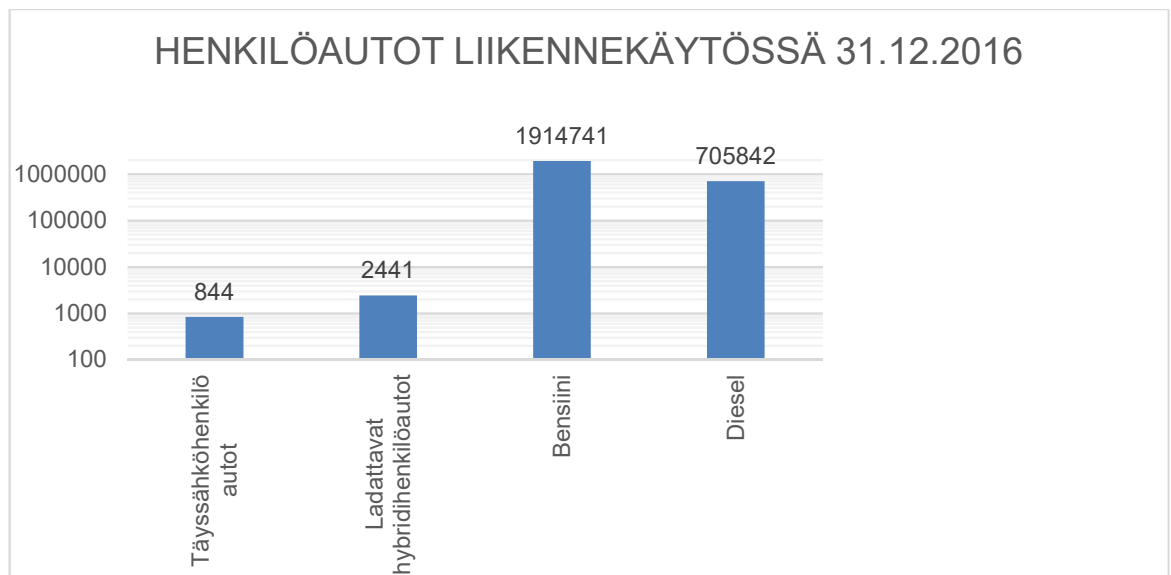
Suomessa sähköautojen määrä on lisääntynyt joka vuosi. Trafinitilastojen mukaan sähkökäyttöisten henkilöautojen määrä on melkein 37-kertaistunut 6 vuodessa vuoteen 2016 mennessä. Kun vuoden 2010 lopussa sähkökäyttöisten henkilöautojen määrä oli vain 23, vuoden 2016 lopussa sähkökäyttöisten henkilöautojen määrä oli kasvanut jo 844 autoon. [2]

Suomessa sähköautojen yleistymistä hidastavat pääasiassa niiden kallis hinta ja lyhyt toimintasäde, jotka johtuvat pääasiassa akkuteknologiasta. Myös vielä varsin harva latausverkosto on monille syy olla ostamatta sähköautoa. Kattavan latausverkon tarpeeseen onkin herätty vasta viime vuosina ja erityisesti pikalatauspisteiden rakentamiselle suurien valtateiden varrella on tarvetta. Harva latausverkko rajoittaa sähköauton käyttöä esimerkiksi mökkireissuilla, jos matkan varrella ei ole tarpeeksi latausasemia ja akun varaus ei ole riittävä koko matkalle. Lisäksi moni ei halua odottaa montaa tuntia auton latautumista latauspisteillä, jos tarjolla ei ole pikalatauspisteitä. Akkuteknologian kehittyessä ja hintojen tullessa alas sekä pikalatausverkon laajentuessa lisääntyy varmasti ihmisten halukkuus hankkia sähköauto.



## 2 Sähkö- ja hybridi ajoneuvot

Markkinoilla on täyssähköajoneuvoja sekä eri voimalähteillä toimivia hybridi ajoneuvoja. Yleisin hybridi autojen voimanlähde on sähkö- ja polttomoottorin yhdistelmä. Suomessa ladattavia hybridihenkilöautoja oli 31.12.2016 liikennekäyttöön rekisteröitynä 2441 kappaletta, kun täyssähköautoja oli 844 kappaletta (kuva 1). [2]



Kuva 1. Suomessa liikennekäytössä olevat täyssähkö-, ladattavat hybridi-, bensiini- ja dieselhenkilöautot vuonna 2016. [2]

Hybridi autot ovat siis ainakin tällä hetkellä suosittumia kuin täyssähköautot. Tämä johtunee siitä, että hybridejä voidaan myös käyttää polttomoottorin voimin eikä autoa tällöin tarvitse pysähtyä lataamaan vaan matkaa voidaan jatkaa polttomoottorin voimalla. Täyssähköautojen määrän ennustetaan kasvavan akkuteknologian kehittyessä ja halventuessa sekä sähköautojen tarjonnan lisääntyessä. [13]

### 2.1 Täyssähköajoneuvot

Täyssähköajoneuvojen voimanlähteenä toimii sähkömoottori, joka saa sähköenergiansa akuista. Auton akut ladataan ulkoisesta energianlähteestä kuten latauspisteen kautta sähköjako verkosta.

Täyssähköautojen toimintasäde on vielä suhteellisen lyhyt. Tällä hetkellä pisimmän toimintamatkan tarjoavat Teslan sähköautot, joiden luvataan kulkevan yhdellä latauksella jopa yli 500 kilometriä. Toimintamatkaan toki vaikuttavat monet tekijät kuten sää ja ajo-tyyli. Akkujen ja tekniikan kehittyessä myös toimintamatka kasvaa merkittävästi jo lähivuosina. Akkujen hinnat ovat laskeneet 6 vuodessa 1 000 dollarista kilowattitunnilta 227 dollariin kilowattitunnilta. Teslan toimitusjohtaja Elon Musk on todennut, että akkujen hinnat saattavat pudota jopa 100 dollariin kilowattitunnilta jo vuoteen 2020 mennessä. [5] Tämä tiputtaisi sähköautojen hintaa merkittävästi ja vauhdittaisi sähköautojen yleistymistä.

## 2.2 Hybridiautot

Hybridiautot yhdistävät tavallisesti vähintään kaksi eri voimanlähdettä yhteen. Voimanlähteitä käytetään samaan aikaan tai erikseen ja niitä voidaan toimintatavasta riippuen ladata ulkoisella energialähteellä. Toimintatapa riippuu käytetystä tekniikasta. Hybriditekniikoita on erilaisia, mutta sähkömoottoria yhtenä voimanlähteenä käyttäviä ovat täys-, rinnakkais-, sarja- ja ladattavat hybridit. [4]

Täyshybridi toimii ensisijaisesti pelkällä sähkömoottorilla ja käyttää polttomoottoria toissijaisena energianlähteenä, kun akkujen varaus on laskenut liian alas. Täyshybridit keräävät usein myös jarrutusenergian talteen varastoimalla energian akkuihin. Täyshybrideitä on saatavilla myös ladattavina ns. plug-in-malleina eli ladattavina hybrideinä, joiden akkuja voidaan polttomoottorin lisäksi ladata verkkovirralla. Ladattavissa hybridiautoissa akkukapasiteetti on huomattavasti suurempi kuin tavanomaisessa hybridiautossa. Ladattavissa hybrideissä on latauspistoke, joten akkujen lataaminen onnistuu verkkovirralla.

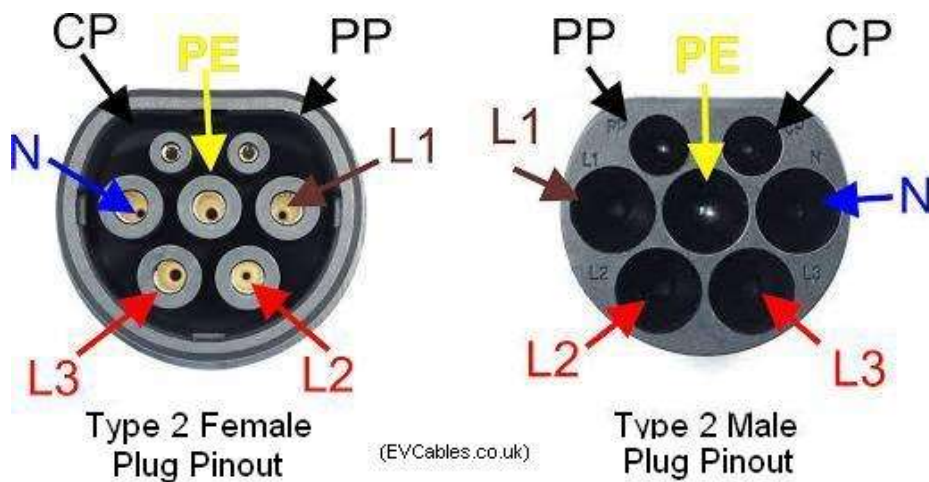
Rinnakkaishybrideissä sähkö- ja polttomoottori toimivat yhdessä auton voimanlähteinä. Automallista riippuen moottoreista toinen tai molemmat liikuttavat autoa yhtäaikaisesti. Nelivetohybridimalleissa on tyypillisesti jaettu sähkö- ja polttomoottori etu- ja taka-akseleille, jolloin voidaan käyttää vain toista voimanlähdettä ajossa. Esimerkiksi sähkömoottori voi olla kytkettynä taka-akselille ja polttomoottori etuakselille, jolloin puhtaassa sähkökäytössä auto toimii takavetoisena, ja etuvetoisena, kun käytetään pelkästään polttomoottoria. Nelivetokäytössä kytketään sekä polttomoottori että sähkömoottori käyttöön samanaikaisesti.

Sarjahybrideissä sähkömoottori liikuttaa autoa ja polttomoottorin tehtävä on tuottaa sähköä. Tällaisissa autoissa polttomoottori voidaan sijoittaa vapaammin, sillä se ei ole mekaanisesti yhteydessä vetäviin pyöriin.

### 3 Sähköautojen latausta ohjaavat säädökset ja suositukset

#### 3.1 Jakeluinfradirektiivi 2014/94/EU

EU:n asettama jakeluinfradirektiivi 2014/93/EU tuli voimaan lokakuussa 2014. Sen mukaan EU:n jäsenmaiden tuli muun muassa laatia 18.11.2016 mennessä kansallinen toimintakehys vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönotosta. [23] Direktiivin yhtenä tarkoituksena on myös yhtenäistää sähköautojen lataustapa sekä pistoke koko Euroopassa. 18.11.2017 alkaen julkiset vaihtovirtalatauspisteet on varustettava yhteensopivuuden varmistamiseksi vähintään standardin 62196-2 mukaisella tyypin 2 pistokkeella tai pistorasialla. Pistoketyyppi tunnetaan myös nimellä Mennekes. (Kuva 2.)



Kuva 2. Kuvassa tyypin 2 mukaisen pistokkeen naaras- ja uros-liittimillä. Pistoke sisältää kolme vaihejohtinta, nolla- sekä suojajohtimen. Lisäksi pistokkeessa on kaksi signaalijohtinta. Pistoke tunnetaan myös nimellä Mennekes. [19]

Suomessa laadittiin jakeluinfradirektiivin pohjalta kansallinen ohjelma, jonka valtioneuvosto hyväksyi 26.1.2017. Ohjelmassa on asetettu tavoitteeksi saada 20 000 sähköautoa liikenteeseen vuoteen 2020 mennessä. Vuoteen 2030 mennessä määrän toivotaan olevan vähintään 250 000. Julkisia latauspisteitä tulisi olla vuonna 2020 vähintään 2 000 kappaletta ja vuonna 2030 vähintään 25 000 kappaletta. Latauspisteiden rakentamisen olisi tarkoitus tapahtua pääasiassa markkinaehtoisesti mikä tarkoittaa sitä, että julkisen latausinfraan rakentajina toimisivat muun muassa energiayhtiöt ja muut kaupalliset toimijat kuten kauppakeskukset. Rakentamista on ohjelman mukaan tarkoitus kuitenkin tukea valtion myöntämällä tuilla. [17]

Työ- ja elinkeinoministeriö myönsi 30.1.2017 päätöksellään DNro 609/521/2016 tukea 4,8 miljoonaa euroa sähköautoautojen julkisen latausverkoston rakentamiseen. [3] Tarkoituksena on kolminkertaistaa nykyinen latausverkosto vuosina 2017-2019. Tuki on tarkoitettu julkisen latauspisteiden rakentamiseen ja puolet tuesta on varattu pikalatausjärjestelmien rakentamiseen, joita halutaan enemmän erityisesti pääteiden varsille. Tuki kattaa 35 % pikalatausjärjestelmien investoinneista ja 30 % normaalien latauspisteiden kuluista. Jos tuen hakijalla on aikomus hankkia sekä pikalatauspisteitä että normaaleja latauspisteitä, tuki myönnetään pienemmällä normaalilatauksen tukiprosentilla.

Tukea voivat hakea yritykset, joiden on tarkoitus hankkia ja asentaa latauspisteitä sellaiselle alueelle, josta kaikkien sähköautoilijoiden on sitä mahdollista käyttää. Latauspisteiden tulee siis olla osa julkista latausverkostoa. Latauspisteet, jotka ovat asuntojen ja työpaikkojen yhteydessä, eivät yleensä ole julkisia latauspisteitä. Yritys, joka hakee tukea ja hankkii latauspisteitä, on velvollinen ostamaan latauspisteet itselleen ja operoimaan niitä vähintään viiden vuoden ajan. Yritys ei saa myydä tai muuttaa niiden käyttötarkoitusta tänä aikana. Yritys voi kuitenkin itse päättää paljonko se veloittaa lataamisesta.

Tukea hakevan yrityksen pitää olla rekisteröitynyt energiatuen piiriin, jotta tukea voidaan myöntää. Rekisteröityminen tapahtuu täyttämällä rekisteröintilomake sivustolla [www.laustuki.fi](http://www.laustuki.fi). Energiainvestointituen ehtojen tulee täytyä, jotta hakemus tuesta hyväksytään. Tuen ehdot on annettu valtioneuvoston asetuksessa 145/2016. Myönnetty tuki voidaan käyttää seuraaviin kustannuksiin:

- laitehankintoihin ja asennukseen sekä niistä mahdollisesti aiheutuviin korjaus- ja muutostyökustannukset

- valvontaan sekä rakennustöihin kuten maanrakennustöihin
- laitteiden käyttöönottoihin ja käyttöhenkilökunnan kouluttamiseen
- maa-alueiden hankinnasta aiheutuviin kuluihin, jos niiden osuus on enintään 10 % kokonaiskustannuksista
- jakeluverkkoyhtiön liittymismaksusta ja sähköjohtojen rakentamisesta aiheutuviin kustannuksiin.

Tuen piiriin eivät kuulu rakennusaikaiset korot tai mahdolliset hankinnoista ja asennuksista koituvat arvonlisäverot. Tukea ei myönnetä latausjärjestelmille, jotka asennetaan maatalouskiinteistöön, asuinrakennukseen tai kotitalouteen. [14]

### 3.2 Energiatehokkuusdirektiivi

EU:n komissio on laatinut ehdotuksen energiatehokkuusdirektiivin muuttamisesta, joka koskisi myös sähköautojen latausta. Muutosehdotuksessa esitetään, että uusiin sekä laajasti korjattaviin asuinrakennuksiin, joissa on yli 10 pysäköintipaikkaa, tulisi pysäköintipaikat varustaa sähköautojen latauspistevalmiuksin. Ehdotus sisältää myös vaatimuksen, jonka mukaan 1.1.2025 lähtien jokaisen rakennuksen joka kymmenes pysäköintipaikka tulisi olla varustettu hintasignaalin mukaan toimivin sähköauton latauspistein. Edellä mainittu vaatimus koskisi uudis- sekä korjausrakentamiskohteita poisluettuna asuinrakennukset.

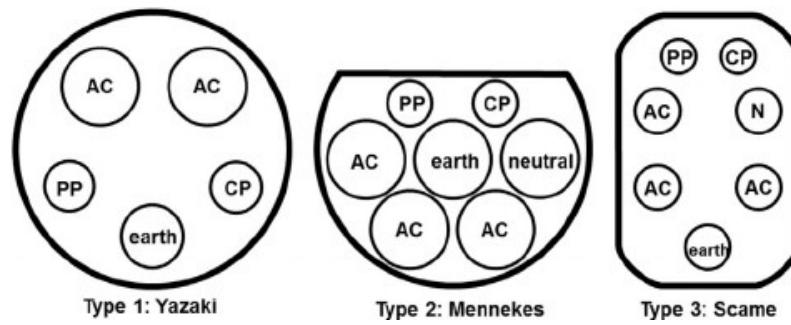
Direktiivi on tällä hetkellä käsiteltävänä eduskunnassa, jossa pohditaan miltä osin direktiiviä sovelletaan kansallisessa lainsäädännössä. Jos direktiivi tulee esitetyn mukaisena täytäntöön, koskisi se vuosittain noin 2 500:aa rakennusta sisältäen uudis- ja korjausrakennukset. [8]

### 3.3 SFS 6000 -pienjännitestandardi

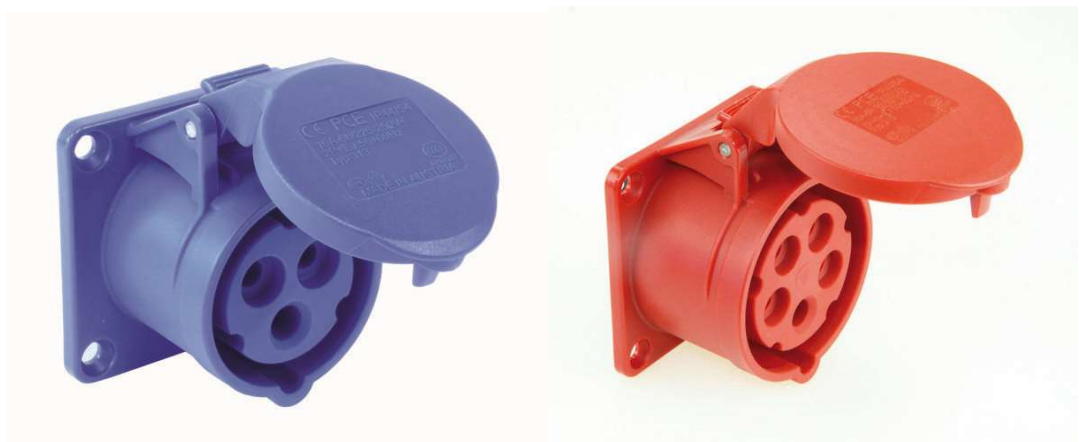
Pienjännitestandardin osassa 7-722 on määritelty suosituksia sähköajoneuvojen latausjärjestelmien toteutukseen. Pienjännitestandardi on uudistumassa, ja se on ollut lausuntokierroksella 17.2.2017 asti. Pienjännitestandardin uudistetun version on tarkoitus tulla voimaan syksyllä 2017. Uudistettu standardi ottaa kantaa edellistä painosta tarkemmin muun muassa sähköautojen latausjärjestelmiin. Sitä on täydennetty muun muassa EU:n jakeluinfradirektiivin 2014/93/EU mukaiseksi. [6, s. 41.]

Standardi määrittelee ulos sijoittavan latauspisteen kotelointiluokaksi vähintään IP 44. Liitäntäpisteet tulee suojata mekaaniselta vahingoittumiselta vähintään keskimääräistä iskuja (AG2) vastaan. Tämä voidaan toteuttaa valitsemalla asennuspaikka ja asento siten, että todennäköiset iskut vältetään. Liitäntäpiste voidaan myös suojata erillisellä mekaanisella suojalla tai käyttää koteloa, joka täyttää vähintään luokan IK08 mukaisen ulkoisen iskun. Uudistetussa standardissa koteloinnin luokitusta on ehdotettu alennettavaksi luokan IK07 mukaiseksi, mikäli liitäntäpiste sijaitsee paikassa, johon pääsy on rajoitettu kuten esimerkiksi yksityisellä pysäköintialueella. Julkisilla paikoilla kuten kadunvarsilla ja pysäköintialueilla, jonne pääsyä ei ole erikseen rajoitettu, koteloinnin tulisi uuden ehdotuksen mukaan olla luokan IK10 mukainen. Pistorasian alimman osan korkeuden tulisi olla 0,5-1,5 metrin korkeudella maasta. Sijoituksessa on hyvä ottaa huomioon myös lumen kasaantuminen, jolloin se kannattaa olosuhteiden mukaan sijoittaa tarvittaessa korkeammalle. Jokainen latauspiste tulee suojata omalla vikavirtasuojalla ja jokainen latauspistettävä syöttävä piiri on suojattava omalla ylivirtasuojalla. Lisäksi on suositeltavaa käyttää ylijännitesuojia etenkin, jos sähköliittymä on ilmajohtoverkon alueella. [7, s. 521–526.]

Päivitettyyn standardiin on lisätty jakeluinfradirektiivissä mainittu vaatimus, jonka mukaan julkiset normaalitehoiset enintään 22 kW:n ja suuritehoiset yli 22 kW:n vaihtosähkölatausasemat tulee varustaa standardin SFS-EN 62196-2 mukaisella latauspistokeellä tai pistorasialla. Lisäksi latausasemat voidaan varustaa standardin SFS-EN 60309-2 mukaisella teollisuuspistorasialla sekä standardin SFS 5610 mukaisella kotitalouspistorasialla esimerkiksi autolämmitystä varten. Kotitalouspistorasia tulee olla aikaohjattu tai sen virta tulee olla rajoitettu riittävän alhaiseksi, esimerkiksi 8 ampeeriin, jos sitä aiotaan käyttää jatkuvasti.

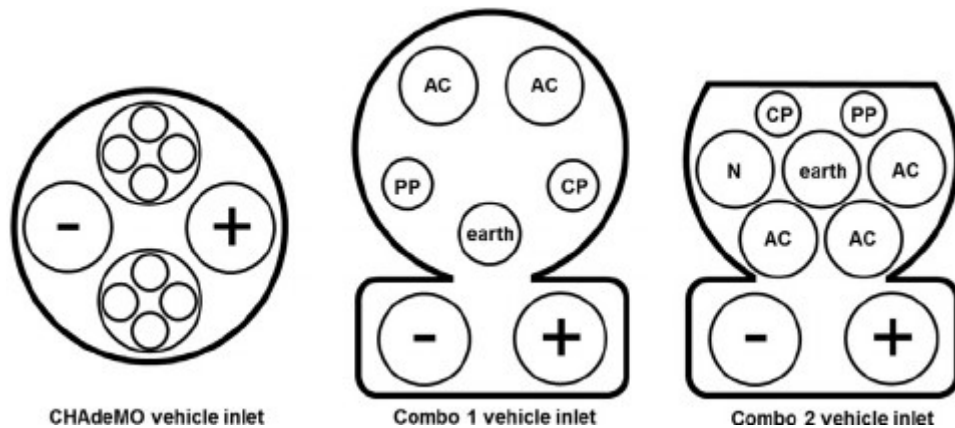


Kuva 3. Kuvassa keskellä standardin SFS-EN 62196-2 mukainen tyypin 2 Mennekes-pistoke. Tyypin 1 ja 2 mukaiset Yazaki ja Scame -pistokkeet eivät ole käytössä Euroopassa. [20, s. 159]



Kuva 4. Kuvassa vasemmalla standardin SFS-EN 60309-2 mukainen 1-vaiheollisuuspistorasia [21] ja oikealla standardin mukainen 3-vaiheollisuuspistorasia. [22]

Tasasähkölatausasemat tulee varustaa vähintään standardin SFS-EN 62196-3 mukaisella latauspistokkeella [18, s. 3.]. Tällaisia pistokkeita ovat CCS Combo 2 -latauspistoke sekä CHAdeMO -latauspistoke. (Kuva 5.)



Kuva 5. Standardin SFS-EN 62196-2 mukaiset Euroopassa käytössä olevat CHAdeMO- ja CCS Combo 2 -pistokkeet. Combo 1 -pistoke ei ole standardoitu Euroopassa käytettäväksi. [20, s. 162.]

### 3.4 OCPP-protokolla
















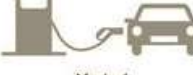



OCPP eli Open Charge Point Protocol on avoin kommunikointiväylä, jonka tarkoituksena on mahdollistaa eri valmistajien latausjärjestelmien ja niiden ylläpitoon tarkoitettujen taustajärjestelmien kommunikointi keskenään. OCPP-standardoidut järjestelmät ovat lähtökohtaisesti yhteensopivia toistensa kanssa, joten latausjärjestelmien omistajat eivät ole yhden toimittajan varassa, mikäli latausjärjestelmään joudutaan lisäämään tai vaihtamaan latauspisteitä. OCPP-yhteensopivuus helpottaa myös laajojen latauskokonaisuuksien hallintaa, sillä vaikka latausasemat olisivat eri valmistajien toimittamia, voidaan niitä hallita yhden taustajärjestelmän kautta keskitetysti. Uusin versio 2.0 OCPP-protokollasta julkaistaan vuoden 2017 loppuun mennessä. [24]

## 4 Sähköautojen lataaminen

### 4.1 Lataustavat

Lataustavat jaotellaan neljään eri tapaan. Lataustavat 1 ja 2 koostuvat perinteisestä pistorasiasista, ja lataus tapahtuu suoraan sähköverkosta ilman älyä. Lataustavat 3 ja 4 vaativat erillisen sähköautoille suunnitellun latauspisteen. Lataustavat 3 ja 4 mahdollistavat ohjauksen ja tiedonsiirron ajoneuvon ja latauspisteen välillä. (Kuva 6.)



				
	Charging mode	Type 1	Type 2	GB/T Standard
AC charging	 Mode 2			
	 Mode 3 case b			
	 Mode 3 case c			
DC charging	 Mode 4			

Kuva 6. Kuvassa esitetty alueelliset erot latauspistokejärjestelmissä lataustapojen 2, 3 ja 4 välillä. Euroopassa käytetään tyyppin 2 lataustapaa. [16]

#### 4.1.1 Lataustapa 1

Lataustapa 1 on ns. hidasta latausta eikä se vaadi erillistä latauslaitetta. Sähköajoneuvon lataukseen käytetään syöttöpuolelta mitoitusvirraltaan enintään 16 A:n ja syöttöjännitteeltään korkeintaan 250 V:n yksivaiheista, standardin SFS 5610 mukaisia pistorasioita tai korkeintaan 480 V:n kolmivaiheista, standardin SFS-EN 60309-3 mukaista pistorasiaa. [7, s. 522.] Lataustapa 1 on käytännössä kevyiden sähköajoneuvojen lataamista.

#### 4.1.2 Lataustapa 2

Lataustavassa 2 syötönpuolella mitoitusvirta on enintään 32 A ja syöttöjännite yksivaiheisena korkeintaan 250 V ja kolmivaiheisena korkeintaan 480 V. Latausteho on 1,8–11 kW. Lataaminen tapahtuu lataustavan 1 mukaisesti, joko standardoidulla yksivaiheisella tai kolmivaiheisella pistorasiolla. [7, s. 522.] Standardin SFS 5610 mukaista kotitalouspistorasiaa sähköajoneuvon lataamiseen käytettäessä tulee lataus rajoittaa edellä mainitusti 8 ampeeriin.

Lataustapaa 2 käytetään pääasiassa kotitalouksissa tapahtuvissa latauksissa ja siksi sitä kutsutaan myös nimellä kotitalouslataus. Kotitalouslatauspistettä hankittaessa tulee tietää oman auton pistoketyyppi. Vaikka EU on standardoinut Mennekes-pistoketyypin Euroopassa käytettäväksi, on Suomessa myytävissä autoissa silti eroja latausstandardeissa ja pistoketyypit näin ollen vaihtelevat autotyypeittäin.

#### 4.1.3 Lataustapa 3

Lataustapa 3, nk. peruslataus, on suunniteltu erityisesti sähköajoneuvojen latausta varten ja se mahdollistaa tiedonsiirron väylässä latauspisteen ja ajoneuvon välillä, jolloin kuormitusta voidaan ohjata älykkäästi. Latausteho on tyypillisesti 11–22 kW ja latausvirta enintään 63 A. Pistorasiana ja latauspistokkeena käytetään kolmivaiheista pistorasiaa ja latauspistoketta, jotka ovat standardin EN 62196-2 mukaisia. Pistoketyypinä Suomessa on käytössä eurooppalainen tyyppi 2 mukainen Mennekes-pistoketyyppi (kuva 7). Tyypin 2 pistoke mahdollistaa jännitteenä syöttämisen 230 voltista 400 volttiin. Lisäksi pistoke sisältää liittimet datan siirtoa varten. Johdossa liittimet ovat kummastakin päästä samantyyppiset, ja pistokkeen kautta on mahdollista siirtää sähköä autosta jakeluverkkoon. Muita pistoketyyppejä ovat tyyppi 1 Yazaki- sekä tyyppi 3 Scame-pistokkeet (kuva 7). Tyypin 3 pistoke ei ole käytössä Suomessa. [18]



Kuva 7. Vasemmalla yksivaiheinen tyyppi 1 Yazaki-latauspistoke ja oikealla tyyppi 2 Mennekes-latauspistoke, joka mahdollistaa latauksen joko 1- tai 3-vaiheisesti. [11]

#### 4.1.4 Lataustapa 4

Lataustapa 4 on pikalatausta tasasähköllä. Lataamiseen käytetään ajoneuvon ulkopuolista tasasuuntaajaa, joka sijaitsee latausasemassa. Laturi syöttää suoraan tasasähköä ajoneuvolle lataustehon ollessa tyypillisesti 22–50 kW. Lataustapa 4 sisältää ohjaustoiminnot latausjärjestelmän ja ajoneuvon latauslaitteen välillä, mikä mahdollistaa tiedonsiirron latausaseman ja ajoneuvonvälillä. Käytettävä pistorasia ja pistoketyyppi ovat standardin EN 62196-3 tai CCS-standardin mukaisia. Pistoketyyppinä käytetään tällöin standardin EN 62196-3 mukaista CHAdeMO- tai CCS-pistoketta (kuva 8). Latausasema on varustettu kiinteällä latausjohtimella ja yleensä latausasema sisältää sekä CHAdeMO- että CCS-malliset pistokkeet. [18, s. 2–3]



Kuva 8. Vasemmalla CHAdeMO-latauspistoke ja oikealla CCS Combo 2 -latauspistoke. [11]

Pikalatausasemia on Suomessa vielä suhteellisen harvassa paikassa. Pääasiallisesti niitä on asennettu huoltoasemille suurimpien teiden varsille ja suurimpiin kaupunkeihin. Pikalatausasemat ovat huomattavasti kalliimpia kuin lataustavan 2 ja 3 mukaiset kotilous- ja asiointilatausasemat.

#### 4.2 Älykäs lataus

Älykkäät latauspisteet kykenevät kommunikoidaan auton kanssa. Lataus voidaan esimerkiksi katkaista, kun akku on täynnä tai kun havaitaan vika. Lisäksi lataus voidaan käynnistää etänä tietyinä ajankohtana. Älykkäät latausjärjestelmät mahdollistavat myös kuormituksen jakamisen automaattisesti eri latauspisteille. Älykkäät latausjärjestelmät mahdollistavat myös sähköautojen liittämisen osaksi smart gridiä, jolloin sähköautot voivat varastoida sähköä ja luovuttaa sitä takaisin verkkoon, kun kulutus on huipussaan. Sähköautoja voidaan ladata silloin, kun kulutus on alhaisimmillaan, jolloin sähkön hinta on myös yleensä halvimmillaan.

### 4.3 Ohjaus ja maksaminen

Latausjärjestelmien yleisimmät tunnistustavat ovat RFID/NFC-tekniikalla toimiva tunnistus, PIN-koodi, tekstiviesti tai erilaiset puhelinsovelluspohjaiset ratkaisut. Ohjausjärjestelmä voidaan toteuttaa paikallisesti tai pilvipohjaisesti.

### 4.4 Lämmitystolpat

Suomessa on noin 1,5 miljoonaa autolämmityspistorasiaa, joita on mahdollista hyödyntää sähköautojen latauksessa. Sähköautojen lataus suoraan autolämmityspistorasiasta ei ole kuitenkaan suositeltavaa, sillä autolämmitystolpat eivät ole tarkoitettu jatkuvaan sähköautojen lataamiseen. Tämän takia ne vaativat päivityksen sähköautojen lataamiseen soveltuviin pistorasioihin. Muun muassa Parkkisähkö-niminen yritys tarjoaa mahdollisuutta hyödyntää nykyiset autolämmitystolpat ratkaisussaan sähköautonlataukseen.

## 5 Latausjärjestelmät

### 5.1 Latausoperaattorit

Latausoperaattorit tarjoavat latauspalvelua, johon kuuluu tavallisesti latauspisteiden ylläpito ja laskuttaminen taustajärjestelmän kautta. Latausoperaattorit eivät siis pääsääntöisesti itse omista latauspisteitä. Latausoperaattorit toimivat lähinnä suurien latausjärjestelmien ylläpitäjinä. Lataaminen tapahtuu yleensä latausoperaattoreiden määrittämällä tavalla yhtenäisesti esimerkiksi RFID-kortilla.

Esimerkiksi Liikennevirta Oy, joka on tällä hetkellä Suomen suurimpia latausoperaattoreita, tarjoaa yhdessä eri energiayhtiöiden kanssa sähköautojen lataamista julkisilla latauspisteillä. Kaikilla Liikennevirran julkisilla latauspisteillä on mahdollista ladata samalla RFID-kortilla, ja laskutus tapahtuu automaattisesti prepaid-periaatteella. Suurimmat latausoperaattoreina toimijat Suomessa ovat Liikennevirta Oy ja Fortum Charge & Drive.

### 5.1.1 Liikennevirta

Liikennevirta, joka tunnetaan myös Virta-nimellä, toimii sähköautojen latauspisteiden verkoston operaattorina tarjoten sähköautojen latauspalveluita kotitalouksille, kiinteistöille sekä yrityksille. Virta toimittaa latauspisteet yhdessä Virta-palvelun kanssa. Latauspisteet ja palvelut on mahdollista hankkia joko kuukausimaksulla tai kertamaksulla.

Virta-palvelu tarjoaa etähallinta- ja maksupalvelut, jotka mahdollistavat muun muassa laskutuksen automaattisesti suoraan lataajalta. Virta latauspisteissä lataaminen onnistuu RFID-tunnisteella, johon ladataan rahaa latausta varten prepaid-periaatteella. Toinen vaihtoehto on käyttää lataamisen maksamiseen puhelinta, joko mobiilisovelluksen kautta tai tekstiviestillä. Mobiiliapplikaation kautta voi myös etsiä kartalta vapaan lähimmän latauspisteen ja tarkastaa muun muassa latauksen hinnan.

Virta toimittaa muun muassa Chagon ja ICU:n latausjärjestelmiä. Latausjärjestelmät mahdollistavat dynaamisen kuormanhallinnan, etäohjauksen sekä lataamisen vuorokauden halvimpaan aikaan.

### 5.1.2 Fortum Charge & Drive

Fortum Charge & Drive operoi sähköautojen latausverkkoja sekä tarjoaa avaimet käteen -palveluna sähköautojen latauspisteiden toteuttamista. Fortum Charge & Driven tarjomiin tuotteisiin kuuluu myös pilvipohjainen palvelu, joka mahdollistaa sähköautojen latauspisteiden hallinnan sekä laskutuksen. Fortum Charge & Drive -pilvipalvelu on mahdollista liittää suurimpien valmistajien latausjärjestelmiin kuten ABB, Chago, Garo ja DBT. Laskutus tapahtuu RFID -tunnisteella siihen liitettyä maksukortilta. Charge & Drive -mobiiliapplikaation kautta on mahdollista etsiä kartalta vapaita Charge & Drive -latausverkostoon kuuluvia latauspisteitä ja tarkastella niiden lataushintoja sekä niissä tarjottavia latausmahdollisuuksia.

## 5.2 Latauspisteiden valmistajat

Maailmalla on monia latauspisteiden valmistajia, joista alle on lueteltu muutama suurin valmistaja, jotka toimivat Suomen markkinoilla.

### 5.2.1 Plugit Finland

Plugit Finland tarjoaa palveluita latausjärjestelmien toimituksesta niiden suunnitteluun ja asentamiseen. Latauslaitevalikoimassa on seuraavien valmistajien latauslaitteita: ABL Sursum, Ghago, GE, KEBA, Schneider Electric ja Siemens. Valikoimassa on julkisille paikoille tarkoitettuja latausasemia sekä kotitalouksiin tarkoitettuja latausasemia, joiden latausteho vaihtelee 2,3–22 kW:n välillä. [25]

Plugit tarjoaa PlugIt IoT Cloud -taustajärjestelmää, joka mahdollistaa latauslaitteiden etähallinnan. Taustajärjestelmä mahdollistaa latausjärjestelmän seuraamisen ja hallinnan. Sen kautta voidaan muun muassa seurata energiankulutusta sekä lataamisen käytettyä aikaa. Lataaminen voidaan lopettaa ja aloittaa etähallintajärjestelmän kautta. Lisäksi latauspisteiden suojakomponenttien testaaminen onnistuu taustajärjestelmän kautta. Taustajärjestelmän kautta voidaan hallinnoida latausjärjestelmän käyttäjiä eli sen kautta voidaan. Taustajärjestelmä on OCPP-standardin mukainen. [25]

### 5.2.2 Schneider Electric

Schneider Electricin tuotteissa on kojeita, joilla on mahdollista ohjata sähköauton latauslaitteen käyttämä virta kulutushuippujen aikaan. Kuormanhallintayksikkö, jonka avulla voidaan pudottaa lataustehoa huipputehojen aikana. Kaikki Schneiderin latausasemat ovat OCPP-standardin mukaisia, mikä mahdollistaa kommunikointiväylän latauslaitteelta etähallintajärjestelmään.

EVlink Wallbox on seinään tai tolppaan asennettava latausasema. Latausteho yksivaiheverkkoon liitettävillä asemilla on 3,7–7,4 kW (16–32 A) ja kolmivaiheverkkoon liitettävillä latauslaitteilla 11–22 kW (16–32 A). Tehoa on myös mahdollista rajoittaa säätämällä latauslaitteen ottamaa virtaa 8–32 A:n välillä. Latausasemat ovat saatavilla kiinteillä tyyppin 1 tai tyyppin 2 latauskaapeleilla tai tyyppin 2 pistorasialla. Latausasemiin on saatavilla RFID-lukija käyttäjien tunnistamista varten. Yhdistäminen etähallinta sovelluksiin tapahtuu 2G-, LAN- tai WiFi-verkkoyhteydellä. [26]

EVlink Parking -latausasemien latausteho vaihtelee 2,3–22 kW:n välillä. Latausasema voidaan asentaa seinälle tai maahan. Latausasemat ovat saatavilla kiinteillä tyyppin 1 tai tyyppin 2 latauskaapeleilla tai tyyppin 2 pistorasialla. Latausasemiin on saatavilla RFID-

lukija käyttäjien tunnistamista varten. Yhdistäminen etähallinta sovelluksiin tapahtuu 2G-, LAN- tai WiFi-verkkoyhteydellä. [26]

EVlink Fast Charge -pikalatausasemien maksimilatausteho on 50 kW:a tasavirtalatauksella standardin CHAdeMO- ja/tai CCS-mukaisilla latauskaapeleilla. Latausasemat on mahdollista varustaa lisäksi vaihtovirtalataukseen sopivalla tyyppin 2 latauskaapelilla, joka mahdollistaa 22 kW:n lataustehon.

### 5.2.3 Ensto Chago

Chago tarjoaa latausjärjestelmiä kotitalouksille sekä julkisille paikoille.

Chago eFill -seinään asennettavat latauspisteet on tarkoitettu kotilataukseen. Latauspisteiden latausteho on 1,8–11 kW ja latausvirta 8–16 A. Latauspisteitä on saatavilla yksi- ja kolmivaiheverkkoon liitettävänä. Latauspisteet voidaan varustaa tyyppin 1 tai tyyppin 2 latauskaapeleilla. Latauspiste ei sisällä vikavirtasuojaa, joten sellainen on oltava latauspistettä syöttävässä ryhmässä ryhmäkeskuksessa johdonsuoja-automaatin tai sulakkeen lisäksi. [27]

Ensto Chago Wallbox on seinään tai tolppaan asennettava latauspiste yhden tai kahden auton lataukseen. Maksimilatausteho on 22 kW, ja latausvirta on säädettävissä 6 ampeerista 32 ampeeriin. Latauspisteitä on saatavilla yhdellä tai kahdella tyyppin 2 latauspistorasiolla varustettuna sekä yhdellä tai kahdella tyyppin 1 tai 2 kiinteällä latauskaapelilla varustettuna. Käyttäjän tunnistamiseen voidaan käyttää RFID/NFC-lukijaa, mobiilisovellusta tai tekstiviestiä. Datayhteyden muodostaminen on mahdollista 2G-, 3G-, LAN- tai WiFi-verkkoyhteydellä. OCPP-yhteensopivuus mahdollistaa etähallinnan OCPP-kommunikointiväylän kautta. Chago Wallbox -latauspisteet sopivat muun muassa kaupakeskuksiin, toimistoihin sekä koteihin. [27]

Ensto Chago Pro on maahan tai seinään asennettava latausasema julkisille ja puolijulkisille paikoille. Latausaseman maksimiteho on 22 kW. Latausasema on varustettu mallista riippuen yhdellä tai kahdella tyyppin 2 latauspistorasiolla. Vaihtoehtoisesti se voidaan myös varustaa perinteisillä 16 A:n schuko-pistorasioilla esimerkiksi autolämmitystä varten. Perusmallin latauslaite sisältää kolmivaiheiset sulakkeet, tyyppin A -vikavirtasuojan sekä 2G-modeemin. Lisäominaisuuksina on saatavilla RFID/NFC-tekniikalla tapahtuva

käyttäjien tunnistaminen, LAN-, 3G-, OCPP-yhteydet sekä dynaaminen kuormanhallinta ja paikallinen käyttäjärekisteri. [27]

Ensto Chago Power on pikalatausasema, jonka maksimi syöttöteho on 50 kW (500 VDC). Latausasemat on varustettu tasajännitelataamisen soveltuvilla CHAdeMO- ja/tai CCS-standardin latauskaapelilla. Kommunikointi muihin järjestelmiin tapahtuu 3G- tai LAN-verkon kautta, ja latausasema on mahdollista liittää taustajärjestelmään myös OCPP-kommunikointiväylän avulla. [27]

Ensto Chago Server on selainpohjainen hallintaohjelma, jolla voidaan hallita jopa 1 000:ta latauspistettä. Hallintaohjelman kautta on mahdollista muun muassa seurata latauspisteiden sähkönkulutusta ja latauspistetapahtumia reaaliaikaisesti ja hallita käyttöoikeuksia. Hallintaohjelma voidaan asentaa asiakkaan omalle serverille, jolloin se on asiakkaan omassa hallinnassa. Hallintaohjelmasta on mahdollista siirtää tiedot OCPP-kommunikointiväylän kautta kolmannelle osapuolelle kuten latausoperaattorin taustajärjestelmään. Ensto Chago tarjoaa myös pilvipalvelua, jossa ohjelmisto on pilvessä (SaaS-palvelu) ja sitä hallinnoidaan Ensto Chagon toimesta. [27]

Chago dynamic load management eli dynaaminen kuormanhallinta sovellus mahdollistaa dynaamisen kuormanhallinnan ennalta asetettujen tietojen mukaisesti. Pilvipalveluna toimitettava järjestelmä seuraa kulutusta ennalta asetettujen arvojen mukaisesti ja ohjaa älykkäitä latausasemia sen mukaisesti. Järjestelmä mahdollistaa huipputehojen aikaan kapasiteetin laskemisen rajoittamalla latauspisteille syötettävää virtaa. Järjestelmää voidaan ohjata myös sähkön hinnan mukaan, jolloin kapasiteettiä voidaan lisätä, kun sähkön hinta on halvimmillaan, ja taas laskea, kun se on kalliimpaa.

#### 5.2.4 ABB

ABB DC Wallbox -latausasema tulee saataville vuoden 2017 aikana. Latausasema on seinälle asennettava ja tarkoitettu niin kotitalouksiin kuin julkisille paikoille. Latausasema on teholtaan 22,5 kW:n tasajännitelaturi. Latausasema voidaan varustaa CHAdeMO- ja/tai CCS-standardin latauskaapelilla tai tyyppin 2 pistorasialla. [28]

ABB Terra -pikalatausasemat ovat lataustavan 4 mukaisia tasavirtalatausasemia. Terra pikalatausasemia on saatavilla 20–50 kW:n tehoisina. Latausasemat on varustettu tasa-



jännitelataamisen soveltuvilla CHAdeMO- ja/tai CCS-standardien latauskaapeleilla. Lisäksi ne voidaan varustaa vaihtovirtalataukseen sopivalla tyyppin 2 pistorasialla, joka mahdollistaa 22 kW:n tehonsyötön, tai tyyppin 2 mukaisella latauskaapelilla, joka mahdollistaa 43 kW:n tehonsyötön. Pikalatausasemat on varustettu käyttäjätunnistuksella, joka tapahtuu RFID-tekniikalla tai älypuhelimella. Lisätilauksesta asemat voidaan varustaa maksupäätteellä tai PIN-koodi tunnistuksella. Verkkoyhteys on mahdollista muodostaa 2G-, 3G- tai LAN-verkon kautta. Etähallinta on mahdollista OCPP-protokollan mukaisesti, joten pikalatausasemat voidaan liittää OCPP-standardin mukaisiin etähallintajärjestelmiin. ABB tarjoaa myös omaa Connected-etähallintasovellusta, jolla voidaan latausasemia ylläpitää ja hallita. [28]

ABB Connected -pilvipalvelu mahdollistaa latausasemien etähallinnan ja ylläpidon. Pilvipalvelun kautta onnistuu muun muassa käyttöoikeuksien hallinta, tilan seuraaminen ja hallinta, tietojen seuraaminen reaaliajassa ja laskuttaminen. Kaikki ABB:n latausasemat voidaan liittää ABB Connected -pilvipalveluun. [28]

ABB:n mallistossa on myös suurempia tehollatausasemia bussien lataamiseen.

### 5.2.5 GARO

Laitevalmistaja GARO:n valikoimassa on sähköautojen lataukseen tarkoitettuja pikalataus-, peruslataus- sekä kotilatausasemia, joiden lataustehot vaihtelevat 3,7–50 kW:n välillä.

GARO IDL -sarjan elementeillä voidaan autolämmitystolppa muuttaa sähköautojen lataamiseen soveltuvaksi latauspisteeksi. IDL-elementti sisältää kaksi pistorasiaryhmää kahdelle autolle. Molemmissa ryhmissä on sähköautojen lataamiseen tarkoitettu pistorasia sekä auton lämmitykseen tarkoitettu pistorasia. Sähköautojen lataamiseen tarkoitetuissa pistorasioissa on jännite jatkuvasti päällä, jos auton lämmitykseen tarkoitettujen pistorasiat eivät ole käytössä. Lämmityspistorasioita ohjataan digitaalisella ohjauksella. Elementti voidaan varustaa kWh-mittareilla. [29]

GARO GHL -kotilatausasemat ovat teholtaan 3,7–22 kW ja nimellisvirraltaan 6–32 ampeerin yksi- tai kolmivaiheverkkoon liitettäviä latausasemia. Latausasemat on varustettu

pelkästään tyyppin 2 latauspistorasiolla tai valinnan mukaan kiinteällä tyyppin 1 latauskaapelilla tai kiinteällä tyyppin 2 latauskaapelilla. Yksivaiheverkkoon liitettävät mallit on mahdollista varustaa kWh-mittarilla. [29]

GARO LS4 –latausasemat ovat teholtaan 3,7–22 kW ja nimellisvirraltaan 6–32 ampeerin yksi- tai kolmivaiheverkkoon liitettäviä latausasemia. LS4-mallin latausasemat on varustettu kahdella tyyppin 2 latauspistorasiolla. Latausasemat voidaan myös erillistilauksesta varustaa latauskaapelilla. Käyttäjän tunnistamiseen voidaan käyttää RFID-tekniikkaa ja tekstiviestiä. [29]

GARO QC -pikalatausasemat ovat tehoiltaan 22–50 kW. Latausasemat on varustettu tasajännitelataamisen soveltuvilla CHAdeMO- ja CCS-standardin latauskaapeleilla. Lisäksi ne voidaan varustaa vaihtovirtalataukseen sopivalla tyyppin 2 pistorasiolla. Pikalatausasemat on varustettu käyttäjätunnistuksella, joka tapahtuu RFID-tekniikalla. Etähallinta on mahdollista OCPP-protokollan mukaisesti, joten pikalatausasemat voidaan liittää OCPP-standardin mukaisiin etähallintajärjestelmiin. Verkkoyhteys muodostetaan 3G-, LAN- tai Wi-Fi-verkon kautta. [29] GAROn mallistossa on myös 150 kW:n pikalatausasemia esimerkiksi bussien lataamiseen.

#### 5.2.6 Parkkisähkö

Parkkisähkö tarjoaa taloyhtiöille mahdollisuutta muuttaa vanhat autonlämmitystolpan sähköauton lataamiseen soveltuviksi älytolpiksi. Samasta älytolpasta on mahdollista ladata sähköautoa, ja sitä voidaan käyttää myös lämmittämiseen. Älytolppaa voidaan etähallita mobiilisovelluksen tai netin kautta ja muun muassa auton lämmittäminen tai lataaminen voidaan ajoittaa etäyhteydellä haluttuun aikaan.

Taloyhtiöille suunnatussa Parkkisähkön konseptissa on ideana tarjota sähköautojen lataamiseen tarkoitettua älytolpan ilman suuria alkuinvestointeja. Parkkisähkö veloittaa älytolpista kuukausimaksun ja tämän lisäksi latauspisteen käyttäjältä veloitetaan sähkön käytöstä.

Parkkisähkön palvelumalli on veloittaa älytolpista ja palvelun käyttämisestä kiinteillä kuukausimaksuilla. Lisäksi käyttäjä maksaa käytetystä sähköstä erikseen. Kuvassa 4 on esimerkki Parkkisähkön palvelumallin hinnoittelusta 40 autopaikalle, jotka muutetaan sähköautojen lataamista palvelevaksi [9, s. 3].

TALOYHTIÖN KULUT	PERINTEINEN KENTTÄREMONTTI	PARKKISÄHKÖN PALVELUMALLI
Latauspisteet	20 000 €	0 €
Kaapelointi ja kytkennät	20 000 €	0 €
Liittymä ja keskuskeskukset	40 000 €	0 €
Suunnittelu	4 000 €	0 €
<b>Yhteensä</b>	<b>84 000 € (sis. Alv 24 %)</b>	<b>0 €</b>

KÄYTTÄJÄN KULUT, ESIMERKKI *)	PERINTEINEN MALLI	PARKKISÄHKÖN PALVELUMALLI
Polttomoottoriautoilijan kulut	25 € / kk taloyhtiölle Sisältää sähkön kulutuksesta riippumatta	17 € / kk palvelusta ja sähköstä 10 € / kk taloyhtiölle paikasta
Sähköautoilija maksaa palvelusta	EI ONNISTU	15 € / kk palvelusta 10 € / kk taloyhtiölle paikasta Sähkö kulutuksen mukaan

\*) Käyttäjän kulut on laskettu seuraavalla oletuksella: 90 päivää lohkolämmittimen käyttöä tunti päivässä, 1000 W sisätalälämmitin + 600 W lohkolämmitin. Perinteisen lämmitintolpan tyypillinen kk-kustannus taloyhtiössä on noin 30 euroa.

Kuva 9. Vertailu 40 autopaikan muuttamisesta sähköautojen lataamiseen sopiviksi Parkkisähkön tarjoamalla mallilla ja perinteisellä mallilla, jossa uusitaan lataustolpat kaapelointineen [9, s. 3].

### 5.2.7 eTolppa

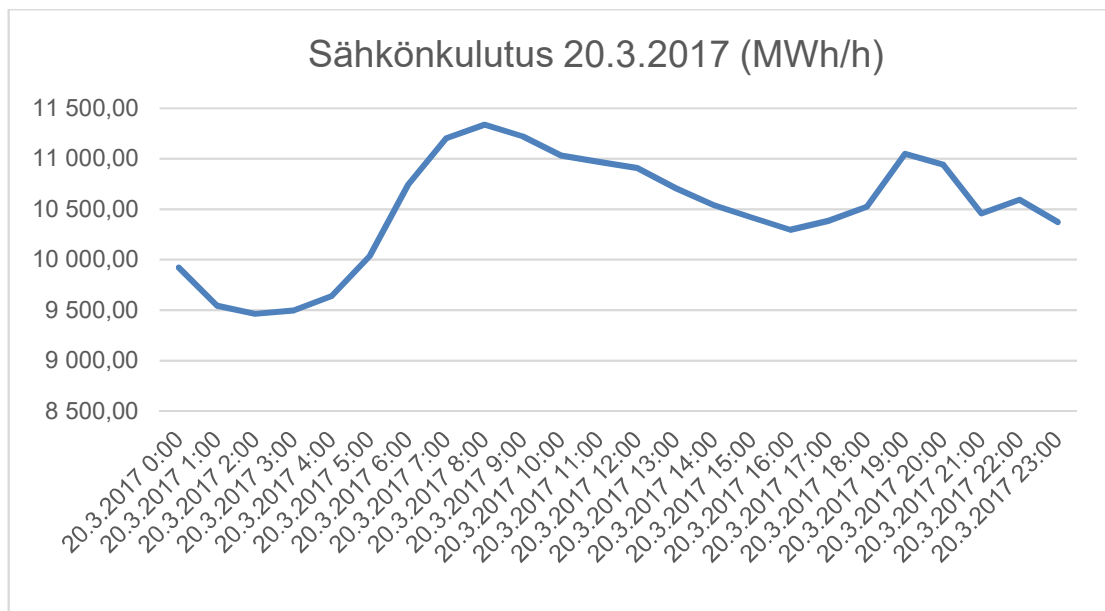
eTolppa on etäohjattava ratkaisu sähköautojen lataamiseen sekä autolämmityskäyttöön. Sähköauton latausasema sisältää tyypin 2 pistorasian, ja latausteho on 3,7–22 kW (16–32 A). Latausaseman käyttäjän tunnistaminen tapahtuu RFID/NFC-lukijan kautta. Etäohjaus onnistuu web-liittymän kautta. eTolpat tarvitsevat toimiakseen eTolppa-tukiaseman. eTolpat muodostavat keskenään langattoman verkon yhdessä tukiaseman kanssa. Tukiaseman ja lähimmän eTolpan väli saa olla maksimissaan 300 metriä. Tukiasema tarvitsee toimiakseen RJ45/cat6-pisteen sekä schuko-pistorasian. Mikäli tukiasemaa käytetään 3G-verkon kautta, niin voidaan ethernet-kaapelointi jättää pois. [30]

## 6 Vaikutukset sähköverkkoon

### 6.1 Huipputeho

Ohjaamaton sähköautojen lataaminen voi aiheuttaa merkittäviä kuormia sähköverkkoon sähköajoneuvojen määrän kasvaessa. Sähköautojen lataaminen tapahtuu pääasiassa

kotona, jossa autot seisovat suurimman osan ajasta [10, s. 2]. Ilman ohjausta lataaminen ajoitetaan alkamaan työpäivän jälkeen kytkettäessä latausjohto autoon. Mikäli suurin osa sähköajoneuvojen omistajista tekee tämän, se rasittaa sähköjakoverkkoa merkittävästi.



Kuva 10. Suomen vuorokautinen sähkönkulutus [12].

Kuvasta 6 nähdään, että sähkönkulutus on ollut alhaisimmillaan keskiyöllä kello 00–04, jolloin olisi sopiva aika ladata sähköajoneuvoja sähköverkon kannalta. Älykkäät latausjärjestelmät mahdollistavatkin latauksen ajoittamisen sellaiselle vuorokauden ajalle, jolloin sähköverkon kuormitus ei ole suurimmillaan ja sähkön hinta on halvimmillaan. Sähköajoneuvoja on mahdollista käyttää tulevaisuudessa merkittävänä osana kysynnän joustoa.

## 6.2 Kysynnän jousto

Sähköautojen lisääntyessä on niiden akut mahdollista valjastaa osaksi sähköverkkoa, jolloin niiden avulla voidaan tasapainottaa sähköverkon kuormia sekä taajuutta. Sähköautot voidaan ladata yöaikaan, jolloin kulutus sähköverkossa on muutenkin alhaisempi ja sähkön hinta tällöin alhaisempi.

Sähköajoneuvosta sähkönsyöttäminen takaisin jakeluverkkoon on sallittu vain lataus- asemista, jotka on varustettu SFS-EN 62196:n mukaisella pistorasialla tai pistokkeella [15, s. 6]. Lisäksi jakeluverkkoyhtiöillä voi olla lisävaatimuksia sähköenergian syöttämisestä takaisin jakeluverkkoon.

## 7 Suunnittelu

Ennen suunnittelun aloittamista on selvitettävä nykyisen verkon kunto ja onko kapasiteetti riittävä. Tulevaisuutta varten kannattaa jo suunnitteluvaiheessa varautua laajennettavuuteen. Latauskäyttöön suunniteltuja latauspisteitä voidaan asentaa useita samaan ryhmään, mutta tällöin jokaisella latauspisteellä tulee olla oma yli- ja vikavirtasuoja. Jokainen latauspiste on Suojattava omalla vähintään A-tyypin vikavirtasuojakytkimellä, joka on mitoitusvirraltaan enintään 30 mA. [7, s. 524.]

Yksittäisten latauspisteiden kytkeminen sähköverkkoon on vapaampaa kuin suurien järjestelmien, joissa on kuormanhallinta käytössä. Kuormanhallintaa käytettäessä on latausjärjestelmä järkevää erottaa muusta jakelusta, sillä tämä helpottaa mittarointia sekä latausjärjestelmän hallintaa. Suurille latausjärjestelmille on kannattavaa varata yksi tai useampi oma ryhmäkeskus riippuen järjestelmän koosta. [18]

Kuormanhallinta valvoo ja rajoittaa sähköautoille syötettävää tehoa kuormitus tilanteen mukaan. Kuormanhallinta mahdollistaa kuormituksen ohjaamisen vain osalle latausasemista esimerkiksi huipputehon aikaan. Vastaavasti kun kuormitus on alhaisimmillaan, voidaan tehoa syöttää vapaammin latauspisteille. Kuormanhallintaa varten on ohjaus- ja valvontalaitteet sijoitettava joko latausasemaan tai latausjärjestelmälle varattuun omaan ryhmäkeskukseen. [18] Kun kuormanhallintaa ei ole, on latauspisteitä syöttävien ryhmäjohtojen ja järjestelmän mitoituksessa käytettävä tasoituskerrointa 1.

Kaapeloinnissa on huomioitava kaapelin suojaaminen. Syöttökaapelit on hyvä suojata esimerkiksi teräsputkella, kun sen reitti kulkee sellaisella seinällä, jossa sen on mahdollista vahingoittua tahallisen tai tahattoman teon seurauksena. Maahan asennettaessa suojaputken valinnassa on huomioitava mahdollinen liikenne kaapelireitin yläpuolella sekä maa-aines, johon sähkökaapeli asennetaan.

Latauspisteen pistorasia tulee asentaa 0,5–1,5 metrin korkeuteen. Korkeus mitataan pistorasian alakulmasta. Mikäli pistorasiassa tai pistokkeessa ei ole turvasulkuja ja ne ovat jännitteisiä kytkettäessä, on ne sijoitettava lukittuun koteloon tai vähintään 1,7 metrin korkeuteen. Latauspisteen asennuskorkeudessa tulee ottaa huomioon myös lumen kasaantuminen, jotta latauspiste ei peity lumen alle.

Suunnittelussa ja laitevalinnoissa on hyvä huomioida myös, että Euroopan unioni tulee edellyttämään latauspisteiden varustamista älykkäällä mittauksella, joka mahdollistaa latauspisteen ohjauksen hintasignaalien mukaan. Edellä mainittu ei koske asuinrakennuksia kuten luvussa 3.2 on mainittu.

## **8 Mitoittaminen**

Mitoittamisessa oletetaan, että normaalissa käytössä latauspisteitä kuormitetaan nimellisvirralla. Tämä tarkoittaa sitä, että ensisijaisesti tasoituskertoimena tulee käyttää kerrointa 1. Jos käytössä on kuormituksen valvonta ja ohjaus voidaan kerrointa pienentää. Standardeissa ei ole määritelty kertoimia, joten tasauskerroin tulee aina laskea järjestelmäkohtaisesti.

Esimerkiksi ilman kuormanhallintaa 125 ampeerin syötöllä voidaan syöttää 8 kpl:ta nimellisvirraltaan 16 ampeerin kolmivaiheista latauspistettä tai vaihtoehtoisesti 4 kpl:ta nimellisvirraltaan 32 ampeerin kolmivaiheista latauspistettä.

Älykkäällä kuormanhallinnalla 125 ampeerin syötöllä voidaan syöttää 8 kpl:ta nimellisvirraltaan 32 ampeerin kolmivaiheisia latauspisteitä samanaikaisesti 16 ampeerin virralla, mutta kun autoja on latauksessa 4 kpl, voidaan näille syöttää vapaana oleva kapasiteetti, jolloin näistä neljästä latauspisteestä saadaan täysi latausteho eli 22 kilowattia 32 ampeerin virralla.

## **9 Yhteenveto**

Sähköautojen määrä tulee tulevaisuudessa kasvamaan ja latausverkoston on vastattava kysyntään. Säädöksiä sekä ohjeita uudistetaan koko ajan ja tämänkin opinnäytetyön kirjoituksen aikana taustalla oli valmisteilla uusi pienjännitstandardi, jota on täydennetty

muun muassa sähköautojen latauksen osalta. Lisäksi sähköautot sekä latausjärjestelmät kehittyvät koko ajan, joten ajan tasalla pysyminen vaatii koko ajan alan seuraamista.

Latausverkoston suunnittelusta ja rakentamisesta on vielä suhteellisen vähän tietoa Suomessa ja sähköautojen latausjärjestelmien sekä niihin liittyvien palveluiden tarjonta on vähäistä ja osittain myös sekavaa. Osa sähköautojen latausjärjestelmiä tarjoavista yrityksistä tarjoavaa kokonaisvaltaista palvelua, johon liittyy latauspisteiden ja taustajärjestelmän toimittaminen sekä latausoperaattorina toimiminen. Jotkut yritykset taas tarjoavat latauspisteiden operointiin tarkoitettuja taustajärjestelmiä tai toimittavat pelkästään latauspisteitä.

Latauspisteiden käyttö ja maksaminen tapahtuvat tällä hetkellä eri tavoilla riippuen siitä kenen taustajärjestelmä on käytössä. Julkisilla latauspisteillä latauksen aloittaminen tapahtuu latausoperaattorin tarjoamalla RFID-kortilla riippuen latauspisteen tarjoajasta tai operaattorista. Kortteja tarvitaan siis useampia, jos aiotaan ladata eri latausoperaattoreiden latauspisteillä. Tällä hetkellä sähköautojen julkisen latausverkoston suurin ongelma on pikalatausasemien epäluotettavuus, joka tuli esille tätä opinnäytetyötä tehdessä. Tämä toivottavasti korjaantuu tulevaisuudessa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä sähköautojen lataukseen vaikuttaviin säädöksiin ja ohjeisiin sekä sähköautojen latausjärjestelmiin ja niitä tarjoaviin yrityksiin. Tarkoitus oli luoda sähköautojen latausverkoston suunnittelua helpottavat ohjeet, joiden avulla voidaan aloittaa suunnittelu.

## Lähteet

- 1 Norjassa jo 100000 sähköautoa – suhteellisesti eniten maailmassa. 2016. Verkkodokumentti. MTV uutiset – STT - AFP. <<http://www.mtv.fi/uutiset/ulko-maat/artikkeli/norjassa-jo-100000-sahkoautoa-suhteellisesti-eniten-maailmassa/6211020>>. Luettu 9.2.2017.
- 2 Ajoneuvokannan käyttövoimia. 2016. Verkkodokumentti. Trafi. <[https://www.trafi.fi/file-bank/a/1485418929/db8d72d1adc811b57525b53b038de0b0/23937-liikenne-kaytossa\\_olevat\\_kayttovoimittain\\_31122016.xlsx](https://www.trafi.fi/file-bank/a/1485418929/db8d72d1adc811b57525b53b038de0b0/23937-liikenne-kaytossa_olevat_kayttovoimittain_31122016.xlsx)>. Päivitetty 26.01.2017. Luettu 25.3.2017.
- 3 TEM tukee yhtätoista energiateknologian kärkihanketta vuonna 2017. 2017. Verkkodokumentti. Työ- ja elinkeinoministeriö. <[http://tem.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/tem-tukee-yhtatoista-energiateknologian-karkihanketta-vuonna-2017](http://tem.fi/artikkeli/-/asset_publisher/tem-tukee-yhtatoista-energiateknologian-karkihanketta-vuonna-2017)>. Luettu 10.2.2017
- 4 Hybridiautot. 2016. Verkkodokumentti. Motiva Oy. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/nain\\_liikut\\_viisaasti/valitse\\_auto\\_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/hybridiautot?i=53](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/hybridiautot?i=53)>. Päivitetty 18.11.2016. Luettu 9.2.2017.
- 5 Lambert, Fred. 2017. Electric vehicle battery cost dropped 80% in 6 years down to \$227/kWh – Tesla claims to be below \$190/kWh. Verkkodokumentti. Electrek. <<https://electrek.co/2017/01/30/electric-vehicle-battery-cost-dropped-80-6-years-227kwh-tesla-190kwh>>. Luettu 10.2.2017.
- 6 Linja-aho, Vesa. 2017. Uusi pienjännitstandardi avoimella lausuntokierroksella. Sähkö & Tele, 01/2017, s. 41. Luettu 10.2.2017.
- 7 SFS 6000. Pienjännitesähköasennukset. 2012. Helsinki: Suomen Standardisointiliitto. Luettu 11.2.2017.
- 8 Rakennusten energiatehokkuus direktiivin muutosehdotus valtioneuvostossa – esillä sähköautojen latausvalmiudet rakennuksissa. 2017. Verkkodokumentti. Valtioneuvosto. <[http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-muutosehdotus-valtioneuvostossa-esilla-sahkoautojen-latausvalmiudet-rakennuksissa](http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-muutosehdotus-valtioneuvostossa-esilla-sahkoautojen-latausvalmiudet-rakennuksissa)>. Luettu 25.3.2017.
- 9 Sähköautot talonyhtiössä. 2016. Verkkodokumentti. Parkkisähkö Oy. <<http://www.parkkisahko.fi/wp-content/uploads/2016/04/opas.pdf>>. Luettu 29.3.2017.
- 10 Kiinteistöjen latauspisteet kuntoon. 2016. Verkkodokumentti. Motiva. <[https://www.motiva.fi/files/12544/Kiinteistojen\\_latauspisteet\\_kuntoon\\_Paivitetty\\_14.03.2017.pdf](https://www.motiva.fi/files/12544/Kiinteistojen_latauspisteet_kuntoon_Paivitetty_14.03.2017.pdf)>. Päivitetty 14.3.2016. Luettu 29.3.2017.



- 11 Latauspistoketyypit sähköautoille. 2017. Verkkodokumentti. PlugIt Finland Oy. <<https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/latauspistoketyypit-sahkoautoille/135/>>. Luettu 29.3.2017.
- 12 Sähkön kulutus ja tuotanto. 2017. Verkkodokumentti. Fingrid. <<http://www.fingrid.fi/fi/sahkomarkkinat/kulutus-ja-tuotanto/Sivut/default.aspx?beginDate=20170320&endDate=20170320&showChart=1&showTable=0>>. Luettu 20.3.2017.
- 13 Täyssähköauto. 2017. Verkkodokumentti. Motiva. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/nain\\_liikut\\_viisaasti/valitse\\_auto\\_vii-saasti/autotyypit/tayssahkoauto](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_vii-saasti/autotyypit/tayssahkoauto)> Päivitetty 28.2.2017. Luettu 14.4.2017.
- 14 Tuen ehdot. 2017. Verkkodokumentti. Eera. <<http://www.lataustuki.fi/#intro2>> Luettu 14.4.2017.
- 15 SFS 6000 standardiluettelo. 2017. Verkkodokumentti. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. <<http://lausunto.sfs.fi/>> Luettu 2.2.2017.
- 16 Alueelliset latauspistokejärjestelmät. 2017. Verkkodokumentti. Phoenix Contact. <[https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/solutions/subcategory\\_pages/E\\_Mobility\\_charging\\_plug\\_systems\\_for\\_different\\_regions/ebdf5c79-5957-46d2-8047-d9fa97fa82f7](https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/solutions/subcategory_pages/E_Mobility_charging_plug_systems_for_different_regions/ebdf5c79-5957-46d2-8047-d9fa97fa82f7)> Luettu 16.4.2017.
- 17 Vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkko. 2015. Verkkodokumentti. Liikenne- ja viestintäministeriö. <[https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/solutions/subcategory\\_pages/E\\_Mobility\\_charging\\_plug\\_systems\\_for\\_different\\_regions/ebdf5c79-5957-46d2-8047-d9fa97fa82f7](https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/solutions/subcategory_pages/E_Mobility_charging_plug_systems_for_different_regions/ebdf5c79-5957-46d2-8047-d9fa97fa82f7)> Luettu 16.4.2017.
- 18 ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2017. Verkkodokumentti. Sähköinfo Oy. <<https://severi-sahkoinfo-fi.ezproxy.metropolia.fi/item/3937?search=sahkoauto>> Luettu 16.4.2017.
- 19 Pinouts for Type 2 male and female electric vehicle charging plugs. 2014. Verkkodokumentti. Wikipedia. <[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Type\\_2\\_M%26F\\_Pinout\\_wiki.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Type_2_M%26F_Pinout_wiki.JPG)>. Päivitetty 3.4.2017. Luettu 16.4.2017.
- 20 Sjoerd, Bakker. 2015. Niche accumulation and standardization – The case of electric vehicle recharging plugs. Verkkodokumentti. Journal of Cleaner Production. <[https://www.researchgate.net/publication/273488612\\_Niche\\_accumulation\\_and\\_standardization\\_-\\_The\\_case\\_of\\_electric\\_vehicle\\_recharging\\_plugs](https://www.researchgate.net/publication/273488612_Niche_accumulation_and_standardization_-_The_case_of_electric_vehicle_recharging_plugs)> Luettu 16.4.2017.

- 21 Pistorasia 313-6. 2016. Verkkodokumentti. Hedtec.  
<<http://tuoteluettelo.hedtec.fi/fi/g3717/p5656/pistorasia-313-6>>.  
Luettu 16.4.2017.
- 22 Pistorasia 315-6. 2016. Verkkodokumentti. Hedtec.  
<<http://tuoteluettelo.hedtec.fi/fi/g3717/p5657/kojepistorasia-315-6>>.  
Luettu 16.4.2017.
- 23 Vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluverkko. Ehdotus kansalliseksi suunnitel-  
maksi vuoteen 2020/2030. 2015. Verkkodokumentti. Liikenne- ja viestintäministe-  
riö. <<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/78461>>. Luettu 16.4.2017.
- 24 Open Charge Point Protocol 2.0. Verkkodokumentti. Open Charge Alliance.  
<<http://www.openchargealliance.org/protocols/ocpp/ocpp-20/>>. Luettu 16.4.2017.
- 25 Ratkaisut sähköautojen lataamiseen. Verkkodokumentti. PlugIt Finland.  
<<https://plugit.fi/fi-fi/ratkaisut-ja-palvelut/28/>>. Luettu 16.4.2017.
- 26 EVlink – Charging stations for Electrical Vehicles. Verkkodokumentti. Schneider  
Electric. <[http://www2.schneider-electric.com/sites/corporate/en/products-servi-  
ces/product-launch/electric-vehicle/evlink-ev-charging-station.page](http://www2.schneider-electric.com/sites/corporate/en/products-services/product-launch/electric-vehicle/evlink-ev-charging-station.page)>.  
Luettu 16.4.2017.
- 27 Chago products – our range of EV charging stations and services. Verkkodoku-  
mentti. Chago. <<http://chago.com/ev-charging-stations/>>. Luettu 16.4.2017.
- 28 EV Charging Infrastructure. 2016. Verkkodokumentti. ABB.  
<[https://library.e.abb.com/pub-  
lic/be95447b79bf4ab0a93b56423845d78c/4EVC402303-BREN\\_PortfolioOver-  
view.pdf](https://library.e.abb.com/public/be95447b79bf4ab0a93b56423845d78c/4EVC402303-BREN_PortfolioOver-<br/>view.pdf)>. Luettu 16.4.2017.
- 29 GARO latausasemat. Verkkodokumentti. GARO.  
<<http://www.garo.fi/tuotteet/latausasemat.html>>. Luettu 16.4.2017.
- 30 eTolppa-järjestelmän suunnitteluohje. 2014. Verkkodokumentti. eTolppa.  
<<https://etolppa.fi/pdfs/Suunnitteluohje.pdf>>. Luettu 16.4.2017.

## Sulakkeiden ja syöttökaapelin mitoitus Ensto Chago Power EVDC50.12.40 -pikalatausasemalle

Mitoitus esimerkki pikalatausaseman sulakkeiden ja syöttökaapelin mitoittamisesta. Esimerkkiin on valittu Ensto Ghago Power EVDC50.12.40 pikalatausasema. Laskenta esimerkissä kaapeli kulkee katujakokaapilta maan alla putkessa pikalatausasemalle.

MALLI	ENSTO CHAGO EVDC50.12.40
Käyttöjännite, U	400 V
Virta, I <sub>max</sub>	95 A
Tehokerroin, cos	0,98

Valitaan pikalatausaseman ottaman maksimi virran mukaan 125 A kahvasulakkeet.

Käsikirja D1-2012 taulukon 43.1 mukaan johdon tulee kestää 138 A kuormitettavuus vähintään, kun syöttöä suojaavat 125 A gG sulakkeet.

Tarkistetaan asennustavalle D korjauskerroin SFS 6000-5-52 taulukosta B.52.19 → 0,8 (monijohdinkaapelit maassa, kun vierekkäisiä putkia on maassa yksi)

Lasketaan kaapelin kuormitettavuus  $\rightarrow \frac{138A}{0,8} = 172,5 A$

Kaapelin kuormitettavuuden oltava vähintään 173 A.

Käsikirja D1-2012 taulukosta 52.1 valitaan sopiva alumiinikaapeli, jonka mukaan kaapelin on oltava vähintään 70 mm<sup>2</sup> alumiinikaapeli.

Valitaan AMCMK 4x70/21 -kaapeli