



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Samuli Vääntinen

# Sähköautojen latauspisteiden suunnittelu ja toteuttaminen asunto-osakeyhtiöiden korjaushankkeissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

30.11.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Samuli Vääntinen Sähköautojen latauspisteiden suunnittelu ja toteuttaminen asunto-osakeyhtiöiden korjaushankkeissa 57 sivua 30.11.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarno Nurmio
<p>Sähköautojen latauksien järjestelyt ovat viime vuosien aikana nousseet esille monissa taloyhtiöissä. Tiedon lähteitä tavalliselle kuluttajalle sähköautojen latauksesta on jo olemassa, mutta ne ovat varsinaisen tutkimisen takana. Tarpeeksi ymmärrettävän kokonaiskuvan muodostuminen vaatii opiskelua ja tiedonlähteiden etsimistä.</p> <p>Opinnäytetyön kirjoittamisen aikana on käyty alan johtavien yritysten edustajien kanssa keskusteluja, joissa on tullut ilmi heidän näkemyksistään sähköautojen lataukseen taloyhtiöissä. Latausjärjestelmiin, latauslaitteiden tarkempiin ominaisuuksiin ja asunto-osakeyhtiölakiin on perehdytty verkossa olevien aineistojen pohjalta ja standardiaineistojen tulkitsemisella on tehty päätelmiä sähkönsyötön toteutuksesta.</p> <p>Lopputuloksena on monipuolinen ohje taloyhtiöiden sähköautojen latausjärjestelmien toteuttamiseen. Opinnäytetyö on laadittu auttamaan kuluttajia huomioimaan eri osatekijöitä, mahdollisimman selkokielisesti.</p>	
Avainsanat	sähköauton lataus, taloyhtiö, sähköistys

Author Title Number of Pages Date	Samuli Väättinen Planning and Implementing Electric Vehicle Charging Points in Housing Cooperatives Renovations 57 pages 30 November 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Electrical Building Services
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The aim of the thesis was to collect correct information about electric vehicle charging stations in housing cooperatives. Although it was seen that sources of information for consumers about electric vehicle charging solutions already exist, it might require a lot of research to find correct information.</p> <p>The thesis was partly based on discussions with the leading companies on the field to establish their visions of electric vehicle charging solutions for housing. Furthermore, charging solutions, detailed features of charging stations and the Finnish Limited Liability Housing Companies Act were studied to interpret the rules and regulations on constructing a power supply for charging stations.</p> <p>The result of the final year project is a versatile guide for building an electric vehicle charging system for a housing cooperative, in which the details matter. This bachelor's thesis is written in plain language to help consumers to take into account the different components.</p>	
Keywords	electric vehicle charging, housing cooperative, power supply

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lataustavat	1
2.1	Latausajat	2
2.2	Sähköautojen akut ja sisäiset laturit	2
3	Hidas lataus (lataustapa 2)	3
3.1	Hidas lataus kotitalouspistorasiasta tai piharasiasta	5
3.2	Hidas lataus lämmitysrasian tilalle asennettavasta latausrasiasta	6
3.3	Hidas lataus uusilla kaapeleilla ja hitaan latauksen rasioilla	7
3.4	Hitaan latauksen rasioita	8
4	Peruslataus (lataustapa 3, tyypin 2 pistorasialla/pistokkeella)	12
5	Latausoperaattorit (palveluntarjoaja)	23
5.1	Virta	24
5.2	IGL-Technologies Oy	24
5.3	Parkkisähkö	25
5.4	PlugIt	26
5.5	Fortum Charge & Drive	26
5.6	GARO	26
5.7	Ensto	26
5.8	Pysäköintioperaattori	27
6	Suojalaitteet	27
7	Energiamittari	27
8	Sähkönsyöttö	27
8.1	Sähkönsyöttö hitaaseen lataukseen	30
8.2	Sähkönsyöttö peruslatauslatauslaitteisiin	33
8.3	Sähköistys mitatusta keskuksesta	34
8.4	Uuden keskuksen rakentaminen	35

8.5	Uuden liittymän rakentaminen	36
9	Tiedonsiirto	36
9.1	Auton ja latauslaitteen välillä	36
9.2	Latauslaitteen ja ulkoisen järjestelmän välillä	36
9.3	Protokollat	37
10	Taustajärjestelmä	38
10.1	Kuormanohjaus	39
10.2	Muut palvelut	40
11	Hankintaprosessi	40
11.1	Tarvekartoitus	40
11.2	Osakkeenomistajan muutostyö	41
11.3	Osakasvähemmistön muutostyö	42
11.4	Yhtiön hanke	43
11.5	Latausvalmiuskartoitus	43
11.6	Hankesuunnittelu	44
11.7	Tuet	45
12	Esimerkkikohteen kartoitusraportti	45
12.1	Pääkeskus	46
12.2	Kiinteistökeskus	47
12.3	Piharasiat	47
12.3.1	Ryhmä 6	47
12.3.2	Ryhmä 7	48
12.3.3	Ryhmä 8	48
12.3.4	Ryhmä 26	48
12.3.5	Numeroimaton ryhmä din-kiskolla	49
12.3.6	Asunnot	49
12.4	Piharasioiden vaihtaminen hitaan latauksen rasioihin ilman kaapeloinnin muutostöitä	49
12.5	Kiinteistökeskuksen rajoitteet	50
12.6	Uuden latauskeskuksen rakentaminen	50
13	Päätelmät	51
	Lähteet	53

## 1 Johdanto

Sähköautojen latausjärjestelmät koostuvat parhaimmillaan monien eri taloteknisten järjestelmien yhdistelmänä. Tavallisen sähkösuunnittelun lisäksi järjestelmän saattaminen toimivaksi tarvitaan myös kiinteistöautomaatiikkaa, tietoteknisiä ohjelmistoja ja tietoverkkoja. Rakennuttajan, tässä opinnäytetyössä taloyhtiön, on syytä tietää näiden perusperiaatteet. Tietojen pohjalta voidaan soveltaa kokonaisuus, joka palvelee taloyhtiötä asunto-osakeyhtiölain määrittämien yhdenvertaisuusperiaatteiden mukaisesti.

Opinnäytetyön aihe tuli Tapiolan Lämpö Oy:ltä, jossa tämä aihe on hyvin ajankohtainen. Tapiolan Lämpö Oy on isännöinnin, teknisten asiantuntijapalveluiden ja kiinteistöhuollon johtava yritys Espoon alueella. Taloyhtiöiden osakkaat ja hallitus ovat yhteydessä sähköautojen latauksista ja muista teknisistä asioista todennäköisesti heti ensimmäiseksi isännöitsijään, jossa Tapiolan Lämmön tekniset asiantuntijapalvelut pystyvät olemaan avuksi. Väliaikaisten latauksien järjestely ja laajempien kokonaisuuksien toteuttaminen vaatii tuntemusta ja selvityksiä.

## 2 Lataustavat

Sähköautojen latauslaitteet voidaan jaotella lataustavan mukaan. Taloyhtiöissä niitä ovat lataustapa 2 (hidas lataus) ja lataustapa 3 (peruslataus). Sähköauton käytössä olevien ajokilometrien määrä on suoraan verrannollinen siihen, kuinka korkealla teholla sitä ladataan ja kuinka kauan sitä voidaan pitää latauksessa. Päivittäisten ajojen suorittamiseen vaadittavaa energiamäärää voidaan arvioida laskemalla. Suurin osa ladattavista hybridautoista kykenee korkeintaan yksivaiheiseen 3,7 kW:n lataustehoon. Osa ladattavista hybrideistä kykenee yli 3,7 kW:n lataustehoon. Täyssähköautojen osalta jotkin mallit kykenevät kolmivaiheiseen 22 kW:n lataustehoon. [1, s. 19, 20.]

## 2.1 Latausajat

Taulukossa 1 on eritelty ajettavien kilometrien määrä eri lataustehoilla ja -ajoilla, kun oletetaan sähköauton keskimäärälliseksi energiankulutukseksi 20 kWh / 100 km. Las-  
kuissa ei kuitenkaan huomioida latauskaapelin, auton sisäisen laturin, muuntajan tai akuston häviöitä. Sähköauto kuluttaa noin 15–20 kWh / 100 km. [3.]

Taulukko 1. Ajettavien kilometrien määrä eri lataustehoilla ja -ajoilla.

	8 A / 1,84 kW	10 A / 2,3 kW	16 A / 3,68 kW	32 A / 7,36 kW	3 x 16 A / 11,04 kW	3 x 32 A / 22,08 kW
1 h	9,2 km	11,5 km	18,4 km	36,8 km	55,2 km	110,4 km
2 h	18,4 km	23 km	36,8 km	73,6 km	110,4 km	220,8 km
5 h	46 km	57,5 km	92 km	184 km	276 km	552 km
10 h	92 km	115 km	184 km	368 km	552 km	1104 km

## 2.2 Sähköautojen akut ja sisäiset laturit

Latauslaitteita harkittaessa tulee myös huomata, että auton sisäinen laturi määrittää, millä teholla se kykenee vastaanottamaan latausta korkeimmillaan, ja toimiiko se yhdellä, kahdella vai kolmella vaiheella. Auton sisäinen laturi muuttaa vaihtosähkön tasasähköksi akuille sopivaan muotoon.

Ladattavat hybridit kykenevät yleensä ottamaan latausta vastaan yksivaiheisena korkeintaan 3,7 kW:n teholla (16 A).

Täyssähköautojen osalta latausta pystyy ottamaan vastaan joko yhdellä, kahdella tai kolmella vaiheella. Yhdellä vaiheella lataavat täyssähköautot kykenevät yleensä korkeintaan 7,2 kW tehoon (32A). Tällaisen auton täydellä teholla lataaminen vaatii vähintään joko 22 kW:n peruslatauslaitetta, jossa 22 kW:n teho jakaantuu kolmelle vaiheelle 3 x 7,4 kW (3 x 32 A), tai 7,4 kW:n peruslatauslaitetta, joka toimii yhdellä vaiheella (32 A)

Kahdella vaiheella lataavat täyssähköautot kykenevät yleensä korkeintaan 7 kW:n tehoon (2 x 16 A). Tällaisen auton täydellä teholla lataaminen vaatii vähintään 11 kW:n peruslatauslaitetta, sillä 11 kW:n teho jakaantuu kolmelle vaiheelle 3 x 3,7 kW (3 x 16 A)

Kolmella vaiheella lataavat täyssähköautot kykenevät yleensä korkeintaan joko 11, 17 tai 22 kW:n tehoon (3 x 16, 3 x 25, 3 x 32 A). Tällaisten autojen täydellä teholla lataaminen vaatii 11 tai 22 kW:n peruslatauslaitetta (3 x 16, 3 x 32 A) [46.]

### **3 Hidas lataus (lataustapa 2)**

Hitaalla latauksella tarkoitetaan yksivaiheista latausta schuko-pistorasiasta. Tästä käytetään myös nimitystä lataustapa 2. Lataustehot ovat 1,38–3,7 kW. Virtana se on 6–16 A. Hidasta latausta voidaan toteuttaa tavallisesta kotitalouspistorasiasta, piharasian ajastetusta pistorasiasta tai käytännöllisimmin sitä varten valmistetusta hitaan latauksen rasiasta.

Latausjohto liitetään ensin virtaa antavaan schuko-pistorasiaan ja sitten auton tyyppin 2 pistorasiaan. Latauksen loputtua latausjohto irrotetaan käänteisesti. Hitaan latauksen rasioita on markkinoilla niin älykkäämpiä kuin perusmallisia. Älykkäissä latausjärjestelmissä voi olla mukana taloyhtiön näkökulmasta hyödyllisiä ominaisuuksia. Näitä ovat muun muassa kulutustietoon perustuva sähkön laskutus, käyttäjän tunnistaminen sekä kuormanohjaus. Kun taloyhtiölle tulee tarvetta mahdollistaa useammalle käyttäjälle sähköautojen latausta, näitä ominaisuuksia kannattaa hyödyntää. Tämä ei kuitenkaan ole pakollista, mutta siinä säästytään paljolta työltä.



Latausrasiat, jotka eivät omaa näitä älykkäitä ominaisuuksia, ovat yhtä lailla täysin toimivia. Tilanteessa, jossa ei haluta käyttää etäluettavia energiamittareita, voidaan käyttää paikan päällä luettavia energiamittareita. Taloyhtiö hyötyy tässä tilanteessa siinä, että palveluntarjoajan laskutuspalvelusta ei tarvitse maksaa erikseen. Jonkun on silti käytävä lukemassa energiamittarit paikan päällä tiettyinä ajanjaksoina. Lukemien tarkastaminen ja kirjaaminen voidaan päättää esimerkiksi huoltomiehen, hallituksen jäsenen, isännöitsijän, autolatauspaikan käyttäjän tai kenen muun tahansa vastuuksi. Taloyhtiössä päätetään, kuka on luotettavin taho tähän tehtävään ja samalla päätetään mahdollisesta palkkiosta. Jonkun pitää myös lähettää käyttäjille laskut kulutuslukeman mukaan, joka hoituu esimerkiksi isännöitsijältä.

Käyttäjän tunnistautuminen älykkäissä latausjärjestelmissä tapahtuu joko RFID-lukijalla tai puhelinosovelluksella. Perusmallisessa latausrasiassa käyttäjän tunnistautuminen toteutuu lukollisella kannella.

Kuormanohjaus on mahdollista vain älykkäämmissä latausjärjestelmissä. Hitaan latauksen kuormanohjauksessa säädetään latauslaitteiden samanaikaisen päällä olon määrää. Lataus tapahtuu sykleissä, jossa autot asetetaan ”jonoon”. Kuormanohjaus ja todelliseen kulutustietoon tapahtuva laskutus tarvitsevat toimiakseen taustajärjestelmän.

Hitaan latauksen rasiat ovat halvempia kuin peruslatauslaitteet, sillä ne on valmistettu toimimaan pienemmällä virralla, älykkäiden ominaisuuksien komponentit ovat yksinkertaisempia, niissä ei ole samoja suojalaitteita kuin useimmissa peruslatauslaitteissa ja lataustapahtuman ohjauselektroniikka ei sijaitse latausrasiassa vaan latausjohdossa. Sähköauton oston yhteydessä saa yleensä tilapäiseen lataukseen tarkoitetun latausjohdon, joka on tyypillisesti luokiteltu ottamaan 8 A:n virtaa. Tämä riittää pienellä akulla varustettujen ladattavien hybridien lataamiseen. Taloyhtiössä, jossa hitaat latausrasiat ostetaan yhtiön omaisuudeksi, tulee siihen sopivan latausjohdon hankkiminen käyttäjän kustannukseksi, mikäli sellaista ei vielä ole. Käyttäjä, joka haluaa hyödyntää hitaan latauksen rasiaa, joka on luokiteltu antamaan 16 A:n virtaa täydellä virralla, tulee hänen ostaa latausjohto, joka sisältää ohjauselektroniikan vastaanottamaan virtaa 16 ampeerilla. Tällainen latausjohto maksaa noin 250 €. [47.]

### 3.1 Hidas lataus kotitalouspistorasiasta tai piharasiasta

Tavallisesta kotitalouspistorasiasta ladattaessa tulee latausvirta rajoittaa kahdeksaan ampeeriin (1,84 kW). Auton lämmitystolpassa eli piharasiassa on tavalliset kotitalouspistorasiat. Latausvirta voidaan rajoittaa käyttämällä latausjohtoa, joka ei ota enempää virtaa kuin kahdeksan ampeeria. Markkinoilla on hitaan latauksen johtoja aina 16 ampeeriin asti. On suositeltavaa käyttää latausjohtoa, jossa on integroitu pistokkeen lämpösensori. Tämä siltä varalta, että pistorasia on huonossa kunnossa, mikä aiheuttaisi ylikuumenemista ja paloriskiä. Myöskään mitään pistokkeen ja latausjohdon väliin laitettavia osia ei saa käyttää. Näitä ovat esimerkiksi kellokytkimet ja erilliset energiamittarit. Ne eivät kestä sähköauton latauksen aiheuttamaa jatkuvaa kuormitusta. [1, s. 19, 20, 32, 33.]

Piharasioiden kokoonpano ja kunto vaihtelee suuresti. Sähköautojen latauksen kannalta tärkeimmät tekijät ovat sulakkeen/johdonsuojakatkaisijan koko, palveleeko sulake/johdonsuojakatkaisija yhtä vai kahta pistorasiaa, vikavirtasuojakytkimen olemassaolo ja toiminnallisuus sekä yleinen kunto.

Sähköautoa voidaan ladata piharasian pistorasiasta korkeintaan sulakekoon määrämällä virralla, kuitenkin enintään 8 ampeeria. Vikavirtasuojakytkin on oltava toiminnallinen. Piharasian, pistorasian ja kaapeloinnin on ehdottomasti oltava ehjiä. [36, s. 4.]

Kellokytkimellä varustetun pistorasian ja tavallisen kotitalouspistorasian kautta ladattaessa taloyhtiössä nousee kysymys kulutetun energian korvauksesta. Todelliseen kulu-tustietoon perustuvaa korvausta ei ole mahdollista järjestää, joten on päätettävä, sovi-taanko tästä esimerkiksi arvioidun kulutuksen mukainen korvaus.

Oletetaan, että sähköauton omistaja lataa kellokytkimellä varustetun pistorasian välityk-sellä sähköautoaan kahdeksalla ampeerilla joka päivä kaksi tuntia, 30 päivänä kuukau-nessa. Yhden kilowattitunnin hinnan ollessa 12 senttiä maksaa lataus noin:

$$\frac{\text{Hinta}}{\text{kk}} = \frac{230V * 8A}{1000} * 2h * 30 * \frac{0,12\text{€}}{\text{kWh}} = 13,25 \frac{\text{€}}{\text{kk}}$$

Tämä summa on lähellä useimpien taloyhtiöiden vuokran hintaa lämmitetystä autopai-  
kasta. Ilman todellista energiamittaria korvauksen suuruus on joka tapauksessa pelkkä  
arvio. Korkeimman sallitun latausvirran (8 A) valvominen saattaa olla hyvin vaikeaa ja  
lyhyen latausajan vuoksi tällä tavalla tapahtuva sähköautojen lataus ei ole käytännöllisin.

Pysäköintialueiden sähköistyksen toteutus vaihtelee kohteittain suuresti, eikä yleispäte-  
vää sääntöä voi laatia siitä, kuinka montaa sähköautoa voidaan ladata samanaikaisesti  
piharasioista. Eri tekijöiden aiheuttamien rajoitteiden tiedostaminen auttaa määrittämään  
ehdot. Näitä ovat esimerkiksi kaapelikoot, sulake-/johdonsuojakatkaisijoiden koot, ryh-  
mitykset, autopaikkojen määrä ja kellonajat, jolloin autoja lämmitetään. Yleisimmin au-  
toja lämmitetään aamulla, mistä voidaan päätellä, että sähköautojen lataus olisi järke-  
vintä näiden aikojen ulkopuolella käytettävissä olevan kapasiteetin puitteissa. Monissa  
taloyhtiöissä saattaa olla niin pienet kaapeli- ja sulakekoot suhteessa suureen määrään  
autopaikkoja, että edes sisätilanlämmittimien käyttö ei ole sallittua. Seuraavissa alajak-  
soissa on mietitty tapoja sähköautojen lataukseen taloyhtiössä, jossa edellä mainitut ra-  
joitteet sallivat sähköautojen latauksen edes jossakin määrin.

### 3.2 Hidas lataus lämmitysrasian tilalle asennettavasta latausrasiasta

Kellokytkimellä varustetun pistorasian välityksellä tapahtuvan sähköauton latauksen  
epäkäytännöllisyydestä johtuen on fiksumpaa asentaa lämmitysrasian tilalle sähköauto-  
jen lataukseen tarkoitettu rasia. Sähköauton lataus on mahdollista muulloinkin kuin kah-  
den tunnin sykleissä, ja rasiassa voi olla mukana joko paikallisesti luettava energiamittari  
tai palveluntarjoajan välityksellä etänä luettava energiamittari. Markkinoilla on myös läm-  
mitys- ja latausrasioiden yhdistelmiä yhdellä, kahdella tai neljällä pistorasialla varustet-  
tuja rasioita, pikaliittimellä varustettuja rasioita ja monia muita. Sähköautojen lataukseen  
tarkoitettusta pistorasiasta voi myös lämmittää autoa.

Piharasioiden nykyiseen kaapelointiin voidaan usein asentaa hitaan latauksen rasioita,  
hyödyntämällä älykästä latausjärjestelmää, jossa sähköautot latautuvat yöllä. Lataus py-  
säytetään, kun polttomoottoriautot lämmitetään aamulla. Tämä vaatii kuormanohjausjär-  
jestelmää ja palveluntarjoajaa. Autot latautuvat sykleissä käytettävissä olevan kapasi-  
teetin mukaan.

Mitä enemmän kuormanohjausjärjestelmään lisätään ladattavia autoja, sitä vähemmän ne saavat ladattua energiaa. Käytävissä oleva kapasiteetti vaihtelee kohteittain. Useimmissa taloyhtiöissä piharasioiden kaapeloinnin ja sulakkeiden kapasiteetti ei kuitenkaan riitä siihen, että kaikilla pysäköintialueen käyttäjillä olisi mahdollisuus tarpeeksi pitkiin lataussykleihin, jotta autoihin tulisi latausta päivittäisten ajojen verran. Päivittäisiin ajoihin kuuluva energia vaihtelee silti käyttäjäkohtaisesti, ja voidaan olettaa, ettei kaikilla autopakoilla ladata sähköautoa myöskään tulevaisuudessa. Sähköautojen lataukseen kulutettu energia jakaantuu käyttäjille yhdenvertaisesti.

### 3.3 Hidas lataus uusilla kaapeleilla ja hitaan latauksen rasioilla

Taloyhtiöiden piharasioiden kaapelointi ei aina sovellu siihen, että sitä voitaisiin hyödyntää hitaan latauksen rasioiden asentamiseen. Tällöin on tarve uudelle kaapeloinnille, joka mahdollistaa useammille käyttäjille ladata autoa hitaasti pidemmissä sykleissä. Sähkönsyöttö voidaan myös mitoittaa sen verran suureksi, ettei kuormanohjaukselle ole tarvetta, jolloin myös lataussyklit poistuvat. Käytävissä oleva kapasiteetti tulee huomioida.

### 3.4 Hitaan latauksen rasioita

#### Garo - IDL 216-2 kWh-Modbus



Kuva 1. Garó - IDL 216-2 kWh-Modbus [52.]

Kuvassa 1 oleva Garó - IDL 216-2 kWh-Modbus -pistorasiaelementti on asennettavissa Garon piharasiakoteloon. Korkein sallittu jatkuva virta latauspistorasiasta on 8 A. Malleja saatavilla kolme: Modbus-väylältä ja paikallisesti luettavat kWh-mittarit, pelkät paikallisesti luettavat kWh-mittarit ja ei ollenkaan mittareita. Piharasia asennettavissa pylväseen tai seinään. Sopii kohteeseen, jossa ohjelmointi onnistuu ModBus-väylältä valmiiksi olemasta olevasta kiinteistöautomaatiokeskuksesta. kWh-lukemaan perustuva laskutus mahdollista VAKin ohjelmoinnilla. Tällöin ei mahdollisuutta kuormanohjaukseen. GARO suosittelee taloyhtiökäyttöön GLB-latauslaitetta, joka on ominaisuuksiltaan monipuolisempi. [14; 15, s. 27; 45.]

### Fibox EVCe



Kuva 2. Fibox EVCe [16.]

Kuvassa 2 oleva Fiboxin EVCe sisältää kaksi kappaletta 16 A:n schuko-pistorasioita sähköautojen lataukseen. Molemmat pistorasiat varustettu kWh-mittareilla (MID-hyväksytyjä), A-tyypin vikavirtasuojakytkimillä ja 16 A:n johdonsuojakatkaisijoilla. Syöttökaapeli liittimen tyyppinä on Cu 16 mm<sup>2</sup> -ketjutus. [16.]

### Fibox EVC 2A2Y kWh PS



Kuva 3. Fibox EVC 2A2Y\_kWh\_PS [16.]

Kuvassa 3 oleva Fiboxin EVC 2A2Y\_kWh\_PS sisältää kaksi 16 A:n älyschuko-pistorasiaa. Älyschuko-pistorasia on Parkkisähkön kehittämä uudentyyppinen pistorasia, joka

mahdollistaa kuormaohjauksen, käyttäjätunnistuksen ja kulutustietoon perustuvan automaattisen laskutuksen. Se on yhteydessä Parkkisähkön taustajärjestelmään. Älyschukon tilalle on saatavilla myös Thebenin mekaaninen kello AT1. Piharasia on varustettu Parkkisähkön koiraspikaliittimellä. Molemmat pistorasiat varustettu kWh-mittareilla (MID-hyväksytyjä), A-tyyppin vikavirtasuojakytkimillä ja 16 A:n johdonsuojakatkaisijoilla. Syöttökaapeliliittimien tyyppinä on Cu 16 mm<sup>2</sup> -ketjutus. [16.]

#### Fibox EVChybrid



Kuva 4. Fibox EVChybrid [16.]

Kuvassa 4 oleva Fiboxin EVChybrid sisältää kaksi 16 A:n schuko-pistorasiaa sähköautojen lataukseen, jotka varustettu kWh-mittareilla (MID-hyväksytyjä). Sisältää myös kaksi kellokytkimellä varustettua pistorasiaa autojen lämmitykseen, kaksi kappaletta A-tyyppin vikavirtasuojakytkimiä ja 16 A:n johdonsuojakatkaisijoita. Syöttökaapeliliittimien tyyppinä on Cu/Al 2,5 – 35 mm<sup>2</sup> -ketjutus [16.]

### Satmatic 8MMO466S



Kuva 5. Satmatic 8MMO466S [17.]

Kuvassa 5 oleva Satmaticin 8MMO466S sisältää 16 A:n schuko-pistorasian kWh-mittarilla (MID-hyväksytty) sähköauton lataukseen ja 16 A:n pistorasian digi-ajastimella autojen lämmitykseen. Sisältää A-tyyppin vikavirtasuojakytkimen. Syöttökaapeli liittimien tyyppinä on Cu 10 mm<sup>2</sup> -ketjutus. [17.]

### Satmatic 8MMO467S



Kuva 6. Satmatic 8MMO467S [17.]



Kuvassa 6 oleva Satmaticin 8MMO467S sisältää kaksi 16 A:n schuko-pistorasiaa kWh-mittareilla (MID-hyväksytyjä) sähköautojen lataukseen. A-tyyppin vikavirtasuojakytkin. Syöttökaapeliliittimien tyyppinä on Cu 10 mm<sup>2</sup> -ketjutus. [17.]

#### Satmatic 8MMO459eTolppakWhS



Kuva 7. Satmatic 8MMO459eTolppakWh [24.]

Kuvassa 7 oleva Satmaticin 8MMO459eTolppakWh sisältää kaksi 16 A:n schuko-pistorasiaa kWh-mittareilla (MID-hyväksytyjä) sähköautojen lataukseen, A-tyyppin vikavirtasuojakytkimen ja etäohjattavan digikellon, joka on yhdistettävissä eParking taustajärjestelmään pysäköintialueen modeemin välityksellä. Taustajärjestelmän ominaisuuksiin lukeutuu kulutustietoon perustuvan laskutus, kuormanohjaus ja käyttäjän etäohjaus. Syöttökaapeliliittimien tyyppinä on Cu 10 mm<sup>2</sup> -ketjutus. [24.]

#### **4 Peruslataus (lataustapa 3, tyyppin 2 pistorasialla/pistokkeella)**

Peruslatauksella tarkoitetaan sähköauton latausta tyyppin 2 pistorasiasta/pistokkeesta. Toinen nimitys tälle on lataustapa 3. Arkikielessä käytetään usein nimitystä ”pikalataus”. Se on helposti sekoitettavissa tasavirtaa käyttävien suurtehoisten pikalatauslaitteiden kanssa. Selkeyden vuoksi tässä opinnäytetyössä käytetään nimitystä peruslataus.

Lataus voi tapahtua 1-, 2- tai 3-vaiheisena. Latauslaitteiden antamat tehot ovat 3,7–22 kW. Ampeereina se on 16 – 3x32 A. Lataustavan 3 laitteet on kehitetty erityisesti sähköautojen lataukseen. Useimmat sähköautot on varustettu tyyppin 2 pistorasioilla. Joissakin sähköautoissa on tyyppin 1 mukaiset pistorasiat. Ne ovat yhteensopivia tyyppin 2 latauslaitteiden kanssa oikeanlaisella kaapelilla tai sovittimella. Tyyppin 1 mukainen pistorasia eroaa tyyppin 2 pistorasiasta ominaisuuksiltaan sillä, että se on yksivaiheinen.

Peruslatauslaitteet ovat kalliimpia kuin hitaan latauksen laitteet, sillä ne on valmistettu toimimaan suuremmalla virralla, älykkäiden ominaisuuksien komponentit ovat monipuolisempia, niissä on usein kaikki tarvittavat suojalaitteet ja lataustapahtuman ohjauselektronikka sijaitse latausrasiassa.

Sähköauton ostamisen yhteydessä saa useimmiten mukanaan latausjohdon, joka sopii mihin tahansa tyyppin 2 pistorasialla varustettuun latauslaitteeseen. Latauslaitteita on myös saatavilla kiinteällä tyyppin 2 johdolla. Peruslatauslaitteissa ohjauselektronikka sijaitsee laitteen sisällä eikä latausjohdossa, kuten hitaassa latauksessa.

Markkinoilla on älykkäillä ominaisuuksilla varustettuja peruslatauslaitteita ja sellaisia, joissa ei ole näitä ominaisuuksia. Tässä luvussa tarkastellaan yleisesti käytettyjä älykkäämpiä latauslaitteita, sillä niitä tarvitaan taloyhtiössä, kun ollaan hankkimassa useampi peruslatauslaite. Tehonkulutus nousee korkealle, jolloin kuormanhallinta on välttämätöntä ja käytetystä sähköstä halutaan laskuttaa. Älykkäät ominaisuudet ovat siis välttämättömiä.

### Alfen ICU eve



Kuva 8. Alfen ICU eve [53.]

Kuvassa 8 oleva Alfenin ICU eve sisältää kaksi tyyppin 2 pistorasiaa. Mallista riippuen kummastakin pistorasiasta saatavilla korkeintaan joko 22 kW:n tai 11 kW:n teho. Rajoitettavissa paikallisesti. Syöttökaapelin johdinpoikkipinta-ala on korkeintaan 16 mm<sup>2</sup>. Kumpikin pistorasia on varustettu A-tyypin 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä, 6 mA:n DC-vuotovirtasuojakytkimellä ja kWh-mittarilla (MID-hyväksytyjä). Sekä RFID-lukija, GPRS ja Ethernet/LAN-yhteysmahdollisuus RJ45 liittimestä. Kommunikointi taustajärjestelmään OCPP 1.5 tai 1.6 -protokollalla (JSON). Yhteys taustajärjestelmään tapahtuu joko GPRS- tai LAN-yhteyden välityksellä. P1-portista (RJ 11-liitin) on mahdollista lukea ulkoista älymittaria, jonka mukaan säädetään käytettävissä oleva teho. Luettavan älymittarin protokolla on oltava DSMR 4.0 tai korkeampi. Laiteryhmät voidaan yhdistää toisiinsa reitittimen välityksellä. Kaapeli on oltava vähintään CAT5 ja korkeintaan 20 m pitkä. Lisäksi mallina on myös ICU eve mini, jossa on vain yksi tyyppin 2 pistorasia. [18.]

### Schneider EVlink Smart Wallbox



Kuva 9. Schneider EVlink Smart Wallbox [54.]

Kuvassa 9 oleva Schneiderin EVlink Smart Wallbox on saatavilla tyyppin 2 pistorasiolla, tyyppin 2 ja kotitalouspistorasioilla, kiinteällä tyyppin 2 kaapelilla tai kiinteällä tyyppin 1 kaapelilla. Latausteho mallista riippuen on joko 7,4 kW tai 22,1 kW. Enimmäislatausvirta on säädettävissä 8–32 A:n välillä. Syöttökaapelin johdinpoikkipinta-ala on korkeintaan 16 mm<sup>2</sup>. Laite ei sisällä vikavirtasuojakytkimiä tai johdonsuojakatkaisijoita. Laitteessa on sisäinen kWh-mittaus virtamuuntajilla, jolloin mittaustapahtuma ei ole MID-hyväksyttyä; liitännäismahdollisuus ulkopuoliselle MID-energiamittarille; RFID-lukija tai avainlukitus; käyttäjätunnistus RFID-kortilla tai avaimella joko taustajärjestelmästä tai paikallisesti sekä Kuormanohjausmahdollisuus paikallisesti, taustajärjestelmästä tai kiinteistön energiahallintajärjestelmästä. Laitteessa on vielä kolme kappaletta RJ45-liittimiä: lähiverkkoon, WiFi- tai GPRS-moduuliin ja tietokoneeseen käyttöönottoa varten sekä WiFi- ja 3G/GPRS-moduulit lisävarusteena. Kommunikaatio taustajärjestelmään on järjestetty OCPP 1.5- tai 1.6 -protokollalla ja kommunikaatio kiinteistön energiahallintajärjestelmään Modbus-protokollalla. [19; 34, s. 27.]

### Keba KeContact P30



Kuva 10. Keba KeContact P30 [55.]

Kuvassa 10 oleva Keba KeContact P30 on saatavilla tyyppin 2 pistorasialla, kiinteällä tyyppin 2 kaapelilla tai tyyppin 1 pistorasialla. Enimmäisteho on säädettävissä 2,3–22 kW:n välille. Syöttökaapelin johdinpoikkipinta-ala on korkeintaan 16 mm<sup>2</sup>. On saatavilla joko A- tai B-tyypin vikavirtasuojakytkimellä varustettuna. Lisävarusteeksi voidaan valita energiamittari (MID-hyväksytty), PLC-yhteysmahdollisuus ajoneuvoon, RFID-lukija tai avainlukitus, Ethernet-yhteys (LSA+ liitäntä), WLAN-moduuli, GSM-moduuli, latauslaitteen ohjaus kiinni-päälle ulkopuolisella jänniteviestillä tai toimintatilan indikointi ulkopuoliselle järjestelmälle.

Kommunikointi kiinteistön energiahallintajärjestelmään tapahtuu UDP protokollalla Ethernet-yhteydellä (LSA+ liittimestä). Yhteys taustajärjestelmään OCPP 1.5 tai 1.6 protokollalla on mahdollista joko LAN- tai WLAN-verkosta reitittimen välityksellä tai GSM-yhteyden välityksellä.

Kuormanohjaus vaatii yhden master-latauslaitteen (x-sarja) ja slave-latauslaitteita (c-sarja). Slave-latauslaitteita liitettävissä korkeintaan 15 kappaletta. Kun slave-latauslaitteita liitetään enemmän kuin yksi kappale masteriin, tarvitaan joko reititin tai kytkin. Käytettäessä kytkintä määritetään master DHCP -palvelimeksi. Käytettäessä reititintä, reititin automaattisesti suorittaa DHCP-palvelimen tehtävät, eli antaa IP-osoitteet laitteille.

Kuormanohjaus mahdollistuu paikallisesti, taustajärjestelmästä tai kiinteistön energiahallintajärjestelmästä. Ulkoisia energiamittareita, jotka käyttävät Modbus-protokollaa, voidaan lukea samasta LAN-verkosta. Käytettävissä oleva teho voidaan määrittää tämän lukeman mukaan. Käyttäjätunnistus RFID-korteilla voidaan määritellä taustajärjestelmästä tai paikallisesti master-latauslaitteesta. [20; 21; 22; 23.]

### ABB EVLunic



Kuva 11. ABB EVLunic [56.]

Kuvassa 11 oleva ABB:n EVLunic -tuotesarja on ominaisuuksiltaan lähes sama kuin Keban KeContact. [35.]

Satmatic 8MMO3305L

Kuva 12. Satmatic 8MMO3305L [24.]

Kuvassa 12 oleva Satmaticin 8MMO3305L sisältää tyypin 2 pistorasian kWh-mittarilla (MID-hyväksytty), lukittavan luukun sisällä schuko-pistorasian auton lämmitykseen, B-tyypin vikavirtasuojakytkimen, ja etäohjattavan digikellon, joka on yhdistettävissä eParking taustajärjestelmään pysäköintialueen modeemin välityksellä. Taustajärjestelmän ominaisuuksiin lukeutuu kulutustietoon perustuvan laskutus, kuormanohjaus ja käyttäjän etäohjaus. Tyypin 2 pistorasiasta saatava teho auton lataukseen on korkeintaan 11 kW. Syöttökaapeliliittimien tyyppinä on Cu 10 mm<sup>2</sup> -ketjutus. Laite on saatavilla myös ilman schuko-pistorasiaa, kiinteällä tyypin 2 kaapelilla varustettuna tai korkeintaan 3,6 kW:n tehoon kykenevänä. [24.]

### Satmatic 8MMO15315



Kuva 13. Satmatic 8MMO15315 [24.]

Kuvassa 13 oleva Satmaticin 8MMO15315 sisältää kaksi tyyppin 2 pistorasiaa kWh-mittareilla (MID-hyväksytyjä), kaksi schuko-pistorasiaa auton lämmitykseen ja kaksi B-tyypin vikavirtasuojakytkintä. Latausteho on säädettävissä dynaamisesti kuormanohjausjärjestelmästä. Kommunikointi taustajärjestelmään tapahtuu OCPP 1.6 -protokollalla. Tyyppin 2 pistorasioista on kummastakin saatavilla korkeintaan 22 kW:n latausteho. Syöttökaapelin johdinpoikkipinta-ala on korkeintaan Cu/Al 50 mm<sup>2</sup>. [24.]



### Ensto chago wallbox



Kuva 14. Ensto chago wallbox [26.]

Kuvassa 14 oleva Enston chago wallbox on saatavilla yhdellä tai kahdella tyypin 2 pistorasialla. Enimmäisteho on säädettävissä 1,38–22 kW:n välille. Syöttökaapelin johdinpöikkipinta-ala on korkeintaan Cu/Al 50 mm<sup>2</sup>. Kaikissa malleissa on DC-vuotovirran valvonta ja RFID-lukija. EVB 100 ja 200 -malleissa ei ole vikavirtasuojakytkintä tai ylivirtasuojainta. EVB 101 ja 102 -malleissa on integroidut vikavirta- ja ylivirtasuojaimet. EVB 100 ja 200 -mallien kanssa voidaan käyttää EVK-lisävarustekotelo, jossa on MID-hyväksytyt energiamittarit ja tarvittavat suojalaitteet. Yhteys taustajärjestelmään OCPP 1.5 tai 1.6 -protokollalla tapahtuu mobiili- tai LAN-yhteyden välityksellä. Voidaan yhdistää joko kolmannen osapuolen taustajärjestelmään tai Ensto EV Cloudiin. Kuormanohjaus tapahtuu ulkoisesta lähteestä tai paikallisesti. Laiteryhmä koostuu master- ja slave-laitteista. [25; 26.]

## Garo GLB+



Kuva 15. Garo GLB+ [28.]

Kuvassa 15 oleva Garon GLB+ on saatavilla tyyppin 2 pistorasialla tai kiinteällä tyyppin 2 kaapelilla. Enimmäislatausteho mallista riippuen on joko yksivaiheisena 7,4 kW tai kolmivaiheisena 22 kW. Enimmäisteho on säädettävissä 1,38–22 kW:n välille. Syöttökaapelin johdinpoikkipinta-ala on korkeintaan Cu 10 mm<sup>2</sup>. Sisältää DC-vuotovirtasuojakytkimen, RFID-lukijan ja kWh-mittarin (MID-hyväksytyt). A-tyypin vikavirtasuojakytkin on lisättävä syötön puolelle. Kommunikointi OCPP 1.6 -protokollalla kolmannen osapuolen taustajärjestelmään tapahtuu joko LAN- tai 4G-yhteydellä master-latauslaitteesta. Voidaan yhdistää myös Garon G-cloud -palveluun, jolloin käytetään GLBDCM-mallia.

Dynaaminen kuormanohjaus on mahdollista ulkoisen GARO Modbus -energiamittarin lukeman mukaan. Laiteryhmän kuormanohjauksessa yksi laite toimii master-mallina ja loput slave-malleina. Enintään 32 laitetta voidaan muodostaa ohjattavaksi kokonaisuudeksi linkittämällä ne parikaapelilla. Master-latauslaite varustetaan WLAN-moduulilla käyttöönottoa varten. [27; 28; 29.]

## ABB Terra



Kuva 16. ABB Terra [31.]

Kuvassa 16 oleva ABB:n Terra on saatavilla joko tyypin 2 pistorasialla tai kiinteällä tyypin 2 kaapelilla. Enimmäislatausteho mallista riippuen on joko yksivaiheisena 7,4 kW tai kolmivaiheisena 22 kW. Syöttökaapelin johdinpoikkipinta-ala on korkeintaan Cu 10 mm<sup>2</sup>. Sisältää ylivirtasuojauksen, DC-vuotovirtasuojan, maasulkusuojauksen (A-tyyppi) ja kWh-mittarin (MID-hyväksytty näytöllisellä mallilla). Internet-yhteys voidaan muodostaa GSM-, WiFi- tai LAN-verkon välityksellä. Kommunikointi tapahtuu OCPP 1.6 -protokollalla ja käyttäjätunnistus RFID-kortilla tai mobiilisovelluksella.

Kuormanohjaus on mahdollista ulkoisen Modbus RTU RS485 -tiedonsiirtoa käyttävän energiamittarin lukeman mukaisesti liittämällä se P1-porttiin. Kuormaohjauksen konfiguraatio ja RFID-korttien lisääminen kuhunkin latauslaitteeseen tapahtuu ABB:n mobiilisovelluksella Bluetooth-yhteyden välityksellä. Laitteen käyttöliittymä on yhteydessä ABB:n verkkoportaaliin. [30; 31.]

### ABL eMH3



Kuva 17. ABL eMH3. [33.]

Kuvassa 17 oleva ABL eMH3 on saatavilla joko yhdellä tai kahdella tyypin 2 pistorasialla. Yhden pistorasian ollessa käytössä korkein teho on 22 kW ja kahden pistorasian ollessa käytössä 2x11 kW tai 2x22 kW. Syöttökaapelin johdinpoikkipinta-ala on korkeintaan Cu 10 mm<sup>2</sup>. Kukin pistorasia on varustettu A-tyypin vikavirtasuojakytkimellä, DC-vuotovirtakytkimellä ja kWh-mittarilla. Käyttäjätunnistus tapahtuu RFID-kortilla ja kommunikointi taustajärjestelmään OCPP 1.5- tai 1.6 -protokollalla LTE-yhteyden välityksellä. [32; 33.]

## 5 Latausoperaattorit (palveluntarjoaja)

Latausoperaattori tarjoaa latauslaitteeseen taustajärjestelmän. Laitevalmistaja voi tarjota laitteeseen omaa latausoperointipalvelua tai se voi olla kolmannen osapuolen toimittavissa. Latausoperoinnista syntyvät älykkäät ominaisuudet. Niitä voi olla esimerkiksi käyttäjän tunnistus, automaattinen laskutus, kuormanhallinta, tilastot ja huolto. Seuraavissa osissa eritellään Suomessa toimivia latausoperaattoreita sekä esitetään suppea kuvaus heidän tarjoamistaan palveluista. Latausoperoinnin palvelujen sisältö vaihtelee tarpeen ja toiminnanharjoittajan mukaan.

## 5.1 Virta

Virta tarjoaa taloyhtiöille Virta Private -latauspalvelua. Autopaikkojen käyttäjät saavat latausoikeuden Virran hallintajärjestelmästä latauspisteen omistajalta. Latauspisteen omistaja määrittää hinnan joko ladattujen kilowattituntien, lataustapahtuman keston tai näiden yhdistelmän mukaan. Latauspaikkojen käyttäjät näkevät hinnan mobiilisovelluksesta.

Latauspaikan käyttäjää laskutetaan aina lataustapahtuman päätyttyä joko Virta-asiakastilillä tai maksukortilla. Jokaisesta lataustapahtumasta tulee kuitti mobiilisovellukseen ja asiakastilille. Latauspisteen omistaja saa korvauksen kaikista pysäköintialueen lataustapahtumista kuukausittain.

Hallintajärjestelmästä latauspisteiden omistaja voi tarkastella käyttötilastoja, rajoittaa maksimilataustehoa, tarkastella laskutushistoriaa, muokata hinnoittelua, etäohjata latauslaitteita ja muokata latauspisteiden ominaisuuksia. Dynaaminen kuormanhallinta (DLM) sisältyy latauspalveluun.

Sähköauton lataus alkaa, kun latauskaapeli on kytketty autoon ja sähköautoilija on tunnustautunut joko mobiilisovelluksella tai RFID-tunnisteella. [6.]

## 5.2 IGL-Technologies Oy

IGL-Technologies Oy tarjoaa taloyhtiöille eTolppien kanssa käytettävää eParking-palvelua. eParking-palveluun on yhdistettävissä myös muiden valmistajien OCPP protokollaa käyttäviä latauslaitteita. Kiinteistöille on tarjolla kaksi eri palveluvaihtoehtoa.

Ylläpitopalvelu sisältää applikaatiot, käyttäjätunnukset loppukäyttäjille, päivitykset, vikailmoitukset, palvelinvuokran, etähuollot ja etähallinnan. Latauslaitteiden omistaja vastaa laitteiden fyysisestä huollosta. Ylläpitopalvelu voi myös sisältää asiakaspalvelun.

Laskutuspalvelu sisältää ylläpitopalvelun sisällön lisäksi kulutustietoihin perustuvan käyttäjäkohtaisen laskutuksen ja tarvittaessa autopaikan tai latauspalvelun laskutuksen. Käyttäjien maksut tilitetään latauslaitteiden omistajalle säännöllisesti erissä.

Latauspalvelu voidaan hinnoitella käyttäjäryhmäperusteisesti tilaajan toimesta. Veloitus tapahtuu toteutuneen käytön mukaan. Loppukäyttäjä voi tarkastella omia kulutustietojaan eParking-sovelluksessa ja ohjata eTolppaansa etänä. Latauslaitteiden omistaja saa pääkäyttäjätunnuksen, jolla pystyy valvomaan käyttäjien kulutustietoja. [7; 8; 12.]

### 5.3 Parkkisähkö

Parkkisähkö toimittaa asunto-osakeyhtiöille latauslaitteitaan ja latausoperointia leasingmallisesti. Parkkisähkö omistaa äly-schukopistorasiat, ja pysäköintialueen sähköistykseen saattaminen sähköautojen lataukseen soveltuvaksi on asunto-osakeyhtiön vastuulla. Parkkisähkö on sopimussuhteessa suoraan sähköauton lataajaan. Parkkisähköllä on tarjolla tuotteita, jotka mahdollistavat pysäköintialueen helpon muutoksen sähköautojen lataukseen sopivaksi. Pysäköintialueen piharasioiden tilalle voidaan vaihtaa parkkisähkön pikaliittimet, joihin on tarjolla monia eri lataus- ja lämmitysrasioita. Piharasioiden kaapelointi tarkistetaan ensin soveltuvaksi sähköautojen lataukseen. Kaapeloinnin tarjoaman kapasiteetin ollessa liian pieni se joudutaan uusimaan.

Pikaliittimiin on liitettävissä Fiboxin piharasioita ja Alfenin tyypin 2 latauslaitteita. Fiboxin piharasioita on saatavilla sähköautojen lataukseen 3,7 tai 7,4 kilowatilla sekä perinteiseen polttomoottoriautojen lämmitykseen kellokytkimellä. Alfenin tyypin 2 latauslaitteet ovat tehoiltaan 2 x 22 kW. Kaikki latauslaitteet ovat yhteensopivia keskenään parkkisähkön taustajärjestelmään, jossa tapahtuu kuormanohjaus, käyttäjätunnistus ja kulutustietoon perustuva laskutus. Fiboxin hitaan latauksen rasioissa on Parkkisähkön kehittämä äly-schukopistorasia, jossa on pieneen kokoon integroitu käyttäjätunnistus, mittarointi, latauslaitteiden välinen langaton kommunikointi sekä 3G/4G- tai WiFi-yhteys parkkisähkön taustajärjestelmään. Äly-schuko mahdollistaa korkeintaan 16 A:n virralla lataamisen. [9; 10; 11, s. 28–30.]

#### 5.4 PlugIt

PlugIt tarjoaa taloyhtiöille latauspalveluita PlugIt Cloud -nimisellä palvelulla. Pilvessä olevalla taustajärjestelmällä hoituu muun muassa käyttäjätunnistus, automaattinen laskutus ja kuormanohjaus. Taustajärjestelmään on liitettävissä monia OCPP-standardin mukaisia laitteita. Taloyhtiö tai käyttäjä omistaa latauslaitteet.

#### 5.5 Fortum Charge & Drive

Fortum tarjoaa taloyhtiöille Charge & Drive -nimistä latauspalveluapakettia. Paketti sisältää leasing-tyyppisesti kuukausihintaisen latauslaitteen asennettuna, tietyn määrän oikeutta ladata autoaan, laskutuksen, huollon ja valvonnan. Sopimus on sidottu Fortumin ja latauspisteen käyttäjän välille. Latauslaite mittaa kulutetun sähkön määrän ja Fortum tilittää käytetyn sähkön kulutuksesta 0,15 €/kWh taloyhtiölle.

Latauslaitteiden lisääminen pysäköintialueelle on mahdollista, kun alueesta on teetetty kartoitusraportti ja on todettu, että piharasioiden sähköistyksessä riittää kapasiteettia sähköautojen lataukseen. Pysäköintialueelle lisätään modeemi, jonka välityksellä latauslaitteet ovat yhteydessä taustajärjestelmään. [13.]

#### 5.6 GARO

Garo tarjoaa taloyhtiöille G-Cloud -nimistä palvelua. GAROn GLBDC-latauslaitteet ovat yhdistettävissä tähän palveluun, josta on luettavissa käyttäjäkohtaisesti kulutettu energia, käyttäjätilastoja ja RFID-tunnisteiden hallinta. Esimerkiksi isännöitsijä voi laskuttaa käyttäjiä etänä palvelusta saatavien maksuasiakirjojen pohjalta. [48, s. 8.]

#### 5.7 Ensto

Ensto tarjoaa latauslaitteilleen EV-manager-palvelua, joka mahdollistaa etähallinnan, kulustietojen lukemisen, käyttäjähallinnan ja latauslaitteiden tilatietojen lukemisen. [49.]

## 5.8 Pysäköintioperaattori

Julkista pysäköintiä harjoittava taho voi alkaa myymään sähköautojen latauspalvelua asiakkailleen ryhtymällä yhteistyöhön latausoperaattorin kanssa. Latausoperaattori tarjoaa pysäköintioperaattorille laitteet, tietojärjestelmän laskutukseen ja hallinnointiin sekä tarvittaessa huoltopalvelut. [4; 5.]

## 6 Suojalaitteet

Jokainen latauspiste tulee suojata vähintään 30 mA:n A-tyyppin vikavirtasuojalla. Tämän lisäksi, jos käytetään tyyppin 2 pistorasiaa tai pistoketta, tulee latausasema varustaa myös 6 mA:n DC-vuotovirtakytkimellä. Ratkaisu voidaan myös toteuttaa B-tyyppin vikavirtasuojalla, joka sisältää molempien suojien ominaisuudet.

Lataustavalla 2 (eli schuko-pistorasiasta) ladattaessa riittää 30 mA A-tyyppin vikavirtasuoja, sillä DC-vuotovirtakytkin sijaitsee latausjohdon ohjausyksikössä. [1, s. 42.]

## 7 Energiamittari

Kun käyttäjää laskutetaan kulutetun energian mukaan, tulisi kulutuslukeman perustua MID-sertifioituun energiamittariin. Mittauslaitelaki 707/2011 määrittelee käytettäväksi mittauslaitedirektiivin 2014/32/EU mukaisia energiamittareita eli toisin sanoen MID-hyväksytyjä. Kaikissa latauslaitteissa ei ole MID-hyväksytyjä energiamittareita, jolloin niitä voidaan asentaa esimerkiksi erilliseen koteloon tai keskukseen. [42, s. 59.]

## 8 Sähkönsyöttö

Latauslaitteiden sähkönsyöttöä suunniteltaessa tulee muiden standardien lisäksi ottaa huomioon erityisvaatimuksia:



SFS 6000-7-722:2017: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö

SFS 6000-1:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1 Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät

Määritelmän 722.314.101 kohdan mukaan

Sähköajoneuvon syöttämiseen pitää käyttää omaa virtapiiriä. HUOM. Samaan virtapiiriin voidaan tarvittaessa liittää sähköajoneuvon latauksen lisäksi ajoneuvon lämmitys. [37.]

Määritelmän 722.533.101 kohdan mukaan

Jokaista liitäntäpistettä on syötettävä erikseen ryhmäjohdolla, joka on suojattava ylivirtasuojalla, joka täyttää standardin SFS-EN 60947-2, SFS-EN 60947-6-2 tai SFS-EN 61009-1 tai SFSEN 60898 soveltuvien osien tai SFS-EN 60269/HD 60269 soveltuvan osan vaatimukset. HUOM. 1 Ylivirtasuoja voi olla sähkökeskuksen, kiinteän sähköasennuksen tai sähköauton latausaseman osa. HUOM. 2 Sähköajoneuvon latausasemassa voi olla useita liitäntäpisteitä. [37.]

Määritelmän 722.3.2 kohdan mukaan ajoneuvon liitäntäpiste on

piste, jossa sähköajoneuvo on liitetty kiinteään asennukseen. Huom. 1 Liitäntäpiste voi olla pistorasia tai pistoke. Huom. 2 Liitäntäpiste voi olla osa kiinteästi asennettua SFS-EN 61851 standardisarjan mukaista sähköajoneuvon latausasemaa. [37.]

Määritelmän 826-14-01 kohdan mukaan virtapiiri on

asennuksen sähkölaitteiden muodostama kokonaisuus, jota suojataan ylivirroilta samalla suojalaitteella tai -laitteilla [2.]

Määritelmän 826-14-03 kohdan mukaan ryhmäjohto on

virtapiiri, joka on tarkoitettu kytkettäväksi suoraan kulutuskojeeseen tai pistorasiaan [2.]

Määritelmän 826-14-02 kohdan mukaan pääjohto on

yhtä tai useampaa jakokeskusta syöttävä virtapiiri [2.]

Määritelmän 826-16-08 kohdan mukaan jakokeskus on

laite, jossa on erityyppisiä kytkinlaitteita, jotka sijaitsevat yhden tai useamman lähtevän virtapiirin yhteydessä. Jakokeskusta syötetään yhdestä tai useammasta syöttävästä virtapiiristä. Jakokeskuksessa on myös liittimet nolla- ja suojajohtimille [2.]

Kun näitä kaikkia vaatimuksia ja määritelmiä tarkastellaan kokonaisuutena, voidaan päätellä, että sähkölaitteita (tässä tapauksessa montaa sähköautoa/latauslaitetta) voidaan syöttää yhdestä ylivirtasuojaimesta (eli johdonsuojakatkaisijasta/sulakkeesta). Vaatimuksessa todetaan, että ”jokaista liitäntäpistettä on syötettävä erikseen ryhmäjohdolla”. Tässä viitataan ryhmäjohdolla auton ja latauslaitteen väliseen kaapeliin. Siten latauslaitteen yksittäisestä liitäntäpisteestä ei saa ladata kahta sähköautoa esimerkiksi haaroitellulla latauskaapelilla. Tämä ei suinkaan tarkoita sitä, että jokaisen latauslaitteen syöttö olisi kaapeloitava omalla ryhmäjohdollaan siten, että niiden ketjuttaminen olisi ”kiellettyä”. Latauslaitteet voidaan tulkita olevan määritelmän mukaan jakokeskuksia, sillä niissä on kytkinlaitteita. Jakokeskuksia syötetään määritelmän mukaan pääjohdolla. Tämän pääjohdon virtapiirin alaisuudessa voi olla useita jakokeskuksia.

Latauslaitteiden kaapelointi voidaan toteuttaa ketjuttamalla, säteittäin tai virtakiskostolla. Säteittäin yksittäisiä latauspisteitä kaapeloidessa käytetään kaapeloinnin mitoituksessa tasauskerrointa 1. Mikäli samassa latauslaitteessa on useampi latauspiste, tai samassa ryhmässä on muita latauslaitteita, voidaan tasauskerrotimeksi käyttää pienempää lukua sillä edellytyksellä, että käytetään kuormanohjausta. Useimmissa peruslatauslaitteissa ei ole mahdollisuutta ketjutukseen liittimien tai läpivientien puutteen vuoksi. [36, s. 4.]

Useampaa latauslaitetta ketjuttaessa kannattaa huolehtia, että pääjohdon ylivirtasuojauksen lisäksi myös jokaisella latauslaitteella on oma ylivirtasuojana. Yksittäisen latauslaitteen vikaantuessa ylivirralla sähkönsyöttö katkeaa vain tästä laitteesta, eikä ongelma leviä koskemaan muita latauslaitteita. Standardin määritelmässä todetaan, että jokainen liitäntäpiste suojataan ylivirtasuojaimella.

Latauslaitteita kaapeloitaessa tulee vaiheiden järjestystä vuorotella vinokuorman estämiseksi. Suurin osa käytössä olevista sähköautoista ovat lataushybridejä, jotka yleensä kykenevät vain yksivaiheiseen lataukseen, jolloin vuorottelun merkitys korostuu.

Kolmivaiheisien latauslaitteiden vuorottelussa vaiheiden järjestys tulee olla oikea, jotta laite toimii. [36, s. 5.]

## 8.1 Sähkönsyöttö hitaaseen lataukseen

Hitaan latauksen laitteiden sähköistys toteutuu helpoiten ketjuttamalla 3-vaiheista kaapelia latauspisteeltä toiselle. Latauslaitteen riviliittimet määräävät, minkä kokoista kaapelia johdinpoikkipinta-alaltaan voidaan käyttää suurimmillaan. Aikaisemmassa hitaan latauksen laitteiden listasta huomataan, että korkein mahdollinen johdinpoikkipinta-ala on 10 mm<sup>2</sup> tai 16 mm<sup>2</sup>.

Seuraavassa osassa mitoitetaan MCMK 4x10+10 ja MCMK 4x16+16 kaapeleille suurimman kuormitettavuuden mukaiset johdonsuojakatkaisijat. Kun käytettävä johdonsuojakatkaisija on selvitetty, voidaan laskea, kuinka monta latauspistettä pystytään ketjuttamaan samaan virtapiiriin. Oletetaan kaapeloinnin kulkevan maassa putkitettuna asfaltoidulla pihalla. Oletetaan, että samassa putkessa kulkee vain yksi kaapeli. Maassa olevien useamman kaapelin korjauskertoimen selvittämiseen voitaisiin soveltaa esimerkiksi taulukkoa B.52.18, joka määrittelee korjauskertoimia useammalle kuin yhdelle ryhmälle suoraan maahan asennetulle kaapelille, tai laskentakaavaa B.52.5.1, joka määrittelee korjauskertoimia monelle kaapelille putkessa. Jännitteenalenemiin ja oikosulkuvirtojen suuruuteen ei voida ottaa tässä esimerkissä kantaa, sillä kaapelin pituutta ja liittymäpisteen oikosulkuvirtaa ei ole tiedossa.

Kaapelin mitoituksessa noudatetaan standardia SFS 6000-5-52:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-52: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. Taulukon A.52.3 mukaan monijohdinkaapeli putkessa maassa on asennustapa D1. [38, s. 30.]

Kuormitettavuusarvoja valittaessa on referenssilämpötilana käytetty kaapeleille maassa olevissa suojaputkissa 20 °C:ta. Suomessa käytetään lämpötilana 15 °C:ta, josta katsotaan korjauskerroin taulukon B.52.15 mukaisesti. PVC-eristeisellä kaapelilla se on 1,05. [38, s. 31. 51.]

Maan lämpöresistiivisyydeksi käytetään arvoa 2,5 Km/W, joka tarkoittaa hyvin kuivan maan olosuhteita. Asfalttipäällysteen alla olevan maa-aineksen voidaan olettaa olevan tämän mukaista, jolloin maan lämpöresistiivisyydestä johtuva korjauskerroin on 1. Standardin mukaan maan lämpöresistiivisyydeksi voidaan Suomessa käyttää arvoa 1 Km/W, joka tarkoittaa puolikuivaa savea tai kosteaa soraa, jolloin korjauskerroin olisi 1,18 [38, s. 32; 39, s. 8.]

Taulukon B.52.4 mukaisesti PVC-eristeisen kuparisen monijohdinkaapelin asennustavalla D1, johtimen poikkipinta-alan ollessa 10 mm<sup>2</sup>, kuormitettavuus on 50 A. Johtimen ollessa 16 mm<sup>2</sup> kuormitettavuus on 64 A. [38, s. 40.]

Nämä kuormitettavuudet kerrotaan korjauskertoimen 1,05 kanssa, jolloin kuormitettavuus MCMK 4x10+10 -kaapelille on 52,5 A ja MCMK 4x16+16 -kaapelille 67,2 A.

Ylivirtasuojaksi valitaan kaapelin kuormitettavuutta pienempi johdonsuojakatkaisija. 10 mm<sup>2</sup>:n kaapelilla voidaan käyttää kolminapaista 50 A:n C-käyrän johdonsuojakatkaisijaa ja 16mm<sup>2</sup>:n kaapelilla voidaan käyttää kolminapaista 63 A:n C-käyrän johdonsuojakatkaisijaa.

3 x 50 A:n johdonsuojakatkaisijasta voidaan ladata vaihetta kohden kolmea sähköautoa 16 A:n virralla (3,7 kW) samanaikaisesti, eli yhteensä yhdeksää sähköautoa.

$$\left(\frac{50A}{16A}\right) = 3,125$$

Hitaan latauksen rasiat sisältävät kaksi pistorasiaa, jotka kummatkin ovat kytkettävissä samaan vaiheeseen. Mikäli 50 A:n johdonsuojasta halutaan syöttää vaihetta kohden kahta tai useampaa hitaan latauksen rasiaa, tämä vaatii kuormanohjausta. Tasan kolmen pistorasian kytkeminen vaihetta kohden 50 A:n johdonsuojan virtapiiriin olisi mahdollista, mikäli latausrasian sisällä voitaisiin kytkeä pistorasiat eri vaiheille. Ilman kuormanohjausta 3 x 50 A:n johdonsuojan virtapiiriin voidaan siis kytkeä yhteensä kolme hitaan latauksen rasiaa, joista voidaan ladata kuutta sähköautoa samanaikaisesti. Tästä syystä, ilman kuormanohjausta kannattaa käyttää mieluummin 3 x 32 A:n johdonsuojakatkaisijaa. 32 A menee tasan kahdelle 16 A:n pistorasialle.

3 x 63 A:n johdonsuojakatkaisijasta pystytään lataamaan vaihetta kohden myös kolmea sähköautoa 16 A:n virralla (3,7 kW) samanaikaisesti. Yhteensä siis yhdeksää sähköautoa.

$$\left(\frac{63A}{16A}\right) = 3,9375$$

63 A:n johdonsuojakatkaisijan ja 16 mm<sup>2</sup>:n kuparikaapelin käyttö on näistä syistä tämän esimerkin olosuhteissa hieman epäkäytännöllistä, sillä se ei tuo mitoituksen kannalta etuja verrattuna 50 A:n kokoon.

Mitoituksen kannalta tulee kuitenkin muistaa, että hitaassa latauksessa latausvirran määrittää auton ja pistorasian välissä oleva latauskaapeli ja sen elektroniikka. Näitä latauskaapeleita on markkinoilla 8–16 A:n virtaan kykeneviä. On siis periaatteessa väärin olettaa, että jokaisesta pistorasiasta ladataan 16 A:n virralla. Latauslaitteiden käyttäjien toimintaa on kuitenkin mahdotonta ennustaa tarkasti, ja voi olla mahdollista, että tulevaisuudessa kaikki käyttävät 16 A:n latauskaapelia oletusarvoisesti. Mitoituksen varmuuden takaamiseksi tällaisen oletuksen tekeminen on kannattavaa.

3 x 80 A:n johdonsuojakatkaisijasta voitaisiin ladata tasan viittä sähköautoa 16 A:n virralla vaihetta kohden. Tämä johdonsuojakatkaisija vaatisi kuitenkin yli 16 mm<sup>2</sup>:n kaapelin käyttöä, eikä hitaan latauksen rasioissa ole sitä suurempia riviliittimiä.

$$\left(\frac{80A}{16A}\right) = 5$$

Liittymäsulakkeet, pääkeskuksen sulakkeet ja kiinteistökeskuksen sulakkeet ovat usein mitoitettu sellaisiksi, ettei niissä ole paljoa varaa lisätä kulutusta. ”Paljon” on kuitenkin suhteellinen käsite, sillä sähkönkulutus vaihtelee paljon eri vuoden- ja kellonaikojen mukaan. Hitaan latauksen järjestelmä voidaan mitoittaa joko tavalla, että käytetään hyödyksi sitä kapasiteettia, joka on varmasti saatavilla vuoden jokaisena päivänä kellonajasta riippumatta. Tämän lisäksi voidaan käyttää myös kuormanohjausta, jonka avulla voidaan rajoittaa latauslaitteiden päällä-oloa tietyille jaksoille. Esimerkiksi lämmityskausien aamuina voidaan rajoittaa sähköautojen latausta hetkellisesti. Tällä tavalla kapasiteettia saadaan lisää ja sitä voidaan hyödyntää useammalle latauslaitteelle.

Hitaan latauksen ratkaisujen etu on siinä, että järjestelmän laajuus pystyy suhteellisen pienenä verrattuna peruslatausjärjestelmiin. Investointikustannukset eivät ole yhtä suuria, mutta ominaisuudet ja lataustehot ovat rajatumpia.

Yleensä vältetään liittymäkorotukselta tai kokonaan uuden liittymän muodostamiselta hyödyntämällä sitä tehollista määrää, jota on sulakkeiden kannalta varaa lisätä. Tämä tuo kustannussäästöjä..

## 8.2 Sähkönsyöttö peruslatauslaitteisiin

Latauslaitteen riviliittimet määräävät, minkä kokoista kaapelia johdinpoikkipinta-alaltaan voidaan käyttää suurimmillaan. Aikaisemmassa tyyppin 2 -latauslaitteiden listasta huomataan, että korkein mahdollinen johdinpoikkipinta-ala on 10–50 mm<sup>2</sup>. Useimmissa taloyhtiöissä käytetyissä peruslatauslaitteissa on älykkäitä ominaisuuksia, jotka vaativat yhteyttä palveluntarjoajan taustajärjestelmään, kiinteistön energianhallintajärjestelmään tai ulkoisiin energiamittareihin. Syöttökaapelin lisäksi saatetaan tarvita myös väyläkaapelia. Nämä yhteydet voidaan toteuttaa esimerkiksi Cat 6 -kaapelilla tai joillakin laitteilla langattomilla yhteyksillä.

Sähkönsyöttö voidaan toteuttaa kaapeloimalla jokainen latauslaite erikseen, ketjutamalla tai virtakiskostolla. Kaikissa latauslaitteissa ei ole latauspistekohtaisesti vaadittavia suojalaitteita, jolloin järkevimät sähkönsyöttövaihtoehdot ovat kaapeloida jokainen erikseen tai virtakiskosto. Suojalaitteet voidaan lisätä erikseen kaapeloitaessa keskukseen ja virtakiskostossa virranottopisteeseen. Mikäli käytettävissä latauslaitteissa on latauspistekohtaisesti vaadittavat tarvittavat suojalaitteet, voidaan niitä myös ketjuttaa.

Sähköistettävien latauslaitteiden määrä vaikuttaa siihen, mikä toteutusvaihtoehdoista on kustannustehokkain. Virtakiskostot ovat kalliimpia kuin kaapelit, mutta kestävät huomattavasti suurempaa kuormitusta. Jokaiselle latauslaitteelle tai laiteryhmälle ei tarvitse erikseen omia kaapeleita, vaan pärjätään parhaimmassa tapauksessa yhdellä virtakiskostolla. Virtakiskoston etuna ovat myös helpot muutokset. Virranottopisteitä voidaan jättää varauksiksi, joista latauslaitteiden kaapelointi onnistuu vähäisellä työllä tai virranottopisteitä voidaan lisätä helposti. Latauslaitteiden ja niiden kaapeloinnin poisto tapahtuu myös helposti. Varauksia voidaan toteuttaa myös pelkillä kaapeleilla, mikä on

kustannustehokkaampaa, mikäli varauksien määrä on vähäinen. Tulee myös muistaa, että ulkona oleville pysäköintialueille virtakiskostojen toteuttaminen ei ole mahdollista, jolloin kaapelointi on ainoa vaihtoehto.

### 8.3 Sähköistys mitatusta keskuksista

Taloyhtiöissä yleisin yhteinen mitattu sähkökeskus on kiinteistökeskus. Kiinteistökeskuksesta voidaan syöttää sähköautojen latauslaitteita tietyin edellytyksin. Lisääntyneen sähkökulutuksen määrä tulee olla kiinteistökeskuksen ja kiinteistökeskusta syöttävän keskuksen etusulakkeiden tarjoamien kapasiteettien rajoissa. Kiinteistökeskuksissa saattaa olla vapaita lähtöjä, tyhjää tilaa DIN-kiskoilla tai muilla tavoilla mahdollisuus lisätä komponentteja. Näillä keinoilla voidaan välttyä tilanteelta, jossa pitäisi rakentaa erillinen sähköautojen latauskeskus.

Kiinteistökeskusten hyödyntäminen on kuitenkin hyvin rajallista. Yleinen kiinteistökeskuksen etusulakkeen koko on 3x63 A, mikä tarkoittaa korkeintaan 3x14,49 kW:n kuluusta. Kun ei huomioida kiinteistökeskuksen muita kulutuksia, voidaan tähän lisätä noin yhdeksän sähköauton samanaikainen lataus 16 ampeerilla.

$$\frac{63 \text{ A}}{16 \text{ A}} = 3,937$$

Kiinteistökeskuksen muille kuormille on varattava tarpeeksi kapasiteettia.

Hyvässä tilanteessa kiinteistökeskuksen etusulakkeen koko on huomattavasti suurempi tai sitä syöttävä kaapeli ja keskuksen nimellisvirta sallivat etusulakkeen koon nostattamisen. Näissä tapauksissa voidaan harkita laajempaa sähköautojen latausjärjestelmää.

Lasketaan kiinteistökeskuksen 3 x 32 A:n johdonsuojakatkaisijan tarjoama teho.

$$P = 230 \text{ V} * 32 \text{ A} = 7,36 \text{ kW}$$

3 x 7,36 kilowatilla voidaan sähköistää latauspisteitä ilman kuormanohjausta taulukon 2 mukaisesti.

Taulukko 2. Syöttö 3x32 A:n johdonsuojakatkaisijasta

Latauspisteen teho	Määrä
22 kW	1 kpl
11 kW	2 kpl
7,36 kW	3 kpl
3,68 kW	6 kpl

Kuormanohjausta hyödynnettäessä voidaan sähköistää tätäkin enemmän latauspisteitä. Vapaita lähtöjä käyttäessä tulee muistaa lisätä muita suojalaitteita tarvittaessa.

#### 8.4 Uuden keskuksen rakentaminen

Kiinteistökeskuksen kapasiteetin ollessa riittämätön voidaan rakentaa uusi sähköautojen latauskeskus. Keskuksen syöttö tulee joko kiinteistökeskuksesta, mittaamattomasta pääjakelujärjestelmästä tai uudesta sähköliittymästä. Latauskeskukseen tulee sähkönjakeluyhtiön energianmittauspiste, mikäli sähkönsyöttö on mittaamaton.

Taloyhtiöissä pääjakelujärjestelmänä toimii yleisimmin pääkeskus. Sähköautojen latauskeskusta rakennettaessa tulee varmistua, että lisääntynyt sähkönkulutus on sitä syöttävien keskuksien kapasiteettien rajoissa. Pääjakelujärjestelmän osalta ensimmäisenä rajoittavana tekijänä on pääsulakkeiden koko. Pääsulakkeiden kokoa voidaan kasvattaa, mikäli liittymisoikeus, keskuksen nimellisvirta ja liittymäkaapelin virrankestoisuus sallivat sen. Pääsulakkeen koon kasvattaminen on helpointa, kun edelliset ehdot täyttyvät, ja sulakkeen kanta on suurempi kuin nykyinen kahvasulake. Jos kahvasulake on jo yhtä suuri kuin kanta, myös se vaihdetaan isompaan. Liittymäkaapeli voidaan myös vaihtaa suurempaan pääsulakkeen ohella, mutta urakan laajuus on samalla tasolla uuden liittymän rakentamisen kanssa. Uuden liittymän mukana tulee kuitenkin uusia kuukausittaisia maksuja.

Joissakin pääkeskuksissa on varauksia, joista uuden keskuksen sähkönsyöttö onnistuu helposti. Silti läheskään aina näin ei ole.



## 8.5 Uuden liittymän rakentaminen

Pääkeskuksen kapasiteetin ollessa riittämätön voidaan sähköautojen latauskeskuksen syöttö ottaa uudesta sähköliittymästä. Uuden liittymän mukana tulee kuukausittainen verkkopalvelun ylläpitomaksu. Esimerkiksi Caruna Espoo Oy:n alueella se on 11 €/kk enintään 63 A:n liittymille ja 80 €/kk yli 63 A:n liittymille. [40, s. 3.] Enintään 63 A:n liittymissä käytetään ensisijaisesti sähköliittymänä yhdistelmäkaappia, jossa sijaitsevat päävarokkeet ja sähkönjakeluyhtiön energianmittauspiste. Yli 63 A:n liittymät voidaan toteuttaa jakokaapista tai maakaapelista, jolloin päävarokkeet ja sähkönjakeluyhtiön energianmittauspiste sijaitsevat sähköautojen latauskeskuksessa. [41, s. 7.] Uuden sähköliittymän rakentaminen on huomattavasti suurempi investointi suhteessa muihin sähkönsyötön keinoihin.

## 9 Tiedonsiirto

### 9.1 Auton ja latauslaitteen välillä

Jokaisessa lataustavassa auton ja latauslaitteen välillä on käynnissä tiedonsiirtoyhteys, joka tapahtuu Control Pilot -signaalin ja Proximity Pilot -signaalin välityksellä. Näiden ohjaussignaalien välityksellä lataustapahtuma aloitetaan, päätetään ja säädetään latausvirtaa. Auton tietokone ja latauslaitteen ohjain kommunikoivat keskenään niille varattuja johtimia pitkin. Hitaassa latauksessa latausohjain sijaitsee latausjohdossa. Peruslatauslaitteissa latausohjain sijaitsee latauslaitteen sisällä. Näistä syistä tässä opinnäytetyössä hitaan latauksen laitteista käytetään nimitystä hitaan latauksen rasia, jolla korostetaan latausohjaimen sijaitsevan johdossa. [42, s. 48.]

### 9.2 Latauslaitteen ja ulkoisen järjestelmän välillä

Älykkäissä latausjärjestelmissä latauslaitteet ovat tiedonsiirtoyhteydessä ulkoihin järjestelmiin. Taloyhtiöissä älykkäät latauslaitteet ovat yleisimmin yhteydessä palveluntarjoajan taustajärjestelmään. Tämä toteutetaan internet-yhteydellä joko LAN-verkon ja reitittimen välityksellä tai langattomasti erilaisilla mobiiliyhteyksillä.

Schneider Electricin Smart Wallbox voi tämän lisäksi olla yhteydessä kiinteistön energiahallintajärjestelmään modbus-protokollalla. Myös Keban KeContact P30 ja ABB:n EV Lunic voi olla yhteydessä kiinteistön energiahallintajärjestelmään UDP-protokollalla. Molemmat kommunikoinnit tapahtuvat ethernet verkossa.

Monet peruslatauslaitteet kykenevät myös lukemaan ulkoista energiamittaria.

### 9.3 Protokollat

Älykkäät latauslaitteet käyttävät tiedonsiirrossa taustajärjestelmän kanssa kommunikointiprotokollaa. Tämä tarkoittaa siis kieltä, jolla ne keskustelevat keskenään. Yleisin peruslatauslaitteiden protokolla tätä tarkoitusta varten on OCPP. OCPP on Open Charge Alliancen kehittämä avoimeen dataan perustuva protokolla. Open Charge Alliance on kansainvälinen yksityisten ja julkisten sähköautojen latauksiin liittyvien johtavien yritysten luoma yhtymä, joka kehittää ja edesauttaa teknologioita, joilla latauslaitteiden kommunikointi ja ohjaus on mahdollista kolmannen osapuolten järjestelmistä. Yleisimmät taloyhtiöiden peruslatauslaitteiden tukemat OCPP-versiot ovat 1.5 ja 1.6. Tiedostomuodot ovat joko JSON- tai SOAP-tyyppisiä.

Moniin markkinoilla oleviin latauslaitteisiin ei ole mahdollisuutta toteuttaa kommunikointia ja ohjausta kolmannen osapuolen järjestelmistä. Esimerkiksi eTolppien ECU-moduuleilla varustetut latauslaitteet ja Parkkisähkön älymoduuleilla varustetut piharasiat ovat tällaisia. Niiden protokollat eivät ole avoimeen dataan perustuvia, ulkopuolinen henkilö ei pysty vaihtamaan laitteen sisäisiä asetuksia tai latauslaitteet myydään palvelupakettina. Latauslaitteeseen optimoitu ohjelmisto tuo kuitenkin etunaan sen, että yksinkertaisemman arkkitehtuurin ansiota komponentit pysyvät kustannustehokkaampina, jolloin laitteen hinta säilyy alhaisena. OCPP-protokollaan nojautuvissa laitteissa komponentit ovat suurempia OCPP-protokollan monipuolisuudesta johtuen. [43, s. 13. 15–16. 18–19; 44, s. 71.]

Älykkäitä latauslaitteita, joiden sisäisiä asetuksia palveluntarjoajan suhteen pystyy muuttamaan ulkopuolinen henkilö, ovat esimerkiksi Alfenin ICU Eve, Schneiderin EVLink Smart Wallbox, Keban KeContact P30, ABB:n EVLunic ja GAROn GLB. Asetuksien muuttaminen tapahtuu esimerkiksi laitteessa olevan Ethernet-portin välityksellä

tietokoneella ja latauslaitteen asetuksista. SIM-kortin vaihtaminen saattaa olla tarpeellista, mikäli sellainen on. Nämä peruslatauslaitteet monien ominaisuuksien ja korkeamman lataustehon vuoksi ovat myös kalliimpia.

Markkinoilla ei ole tällä hetkellä hitaan latauksen tuotetta, joka tukisi OCPP-protokollaa, olisi pelkillä 16 ampeerin Schuko-pistorasioilla varustettu, olisi ominaisuuksiltaan sellainen, että ulkopuolinen henkilö pystyy muuttamaan ohjelmiston asetuksia ja kuormanohjaus olisi mahdollista. Sen sijaan Garon IDL 216-2 kWh-Modbus-pistorasiaelementti täyttää nämä ehdot pois lukien OCPP-protokollan, 16 A:n pistorasiat ja kuormanohjauksen. Kiinteistöautomaatiokeskuksesta voidaan ohjelmoida ModBus-väylältä kWh-mittareiden luku ja pistorasiat kestävät jatkuvaa 8 ampeerin virtaa.

## 10 Taustajärjestelmä

Taustajärjestelmä on älykkäiden latausjärjestelmien osa-alue, joka mahdollistaa käyttäjille helpottavia ominaisuuksia kuten kulutetun energian suuruuden seuranta, laskutusta, kuormanohjausta, käyttäjätunnistusta ja valvontaa. Taustajärjestelmä toimii nimensä mukaisesti taustalla. Se voi kuulua joko erillisen latausoperaattorin tai latauslaitteen valmistajan toimitukseen. Jotkin latauslaitteet voidaan yhdistää vain tiettyyn taustajärjestelmään, tyypillisesti laitteen valmistajan/toimittajan järjestelmään. Jotkin latauslaitteet voidaan sen sijaan yhdistää mihin tahansa latausoperaattorin järjestelmään. Tämä valinnanvapaus tuo omia etujaan, mutta on yleensä kalliimpaa. Latausoperaattorin taustajärjestelmään voidaan liittää monia eri latauslaitteita ohjelmoinnilla. Pysäköintialueella kannattaa tästä huolimatta käyttää mieluiten yhtä laitemallia, jotta yhteyksien järjestäminen internetiin onnistuu yksinkertaisesti. Eri laitemallien käyttö samalla pysäköintialueella on tarpeen vaatiessa kuitenkin mahdollista.

On olemassa myös näiden yhdistelmiä, joissa eri ominaisuuksien prosessit tapahtuvat eri paikoissa. Taloyhtiöissä taustajärjestelmän toiminta tapahtuu yleensä kokonaan palveluntarjoajan serverillä, eli pilvipalveluna.

Taustajärjestelmän ylläpito hoidetaan lastutuksella, joka on tyypiltään toistaiseksi voimassa oleva sopimus. Summa määräytyy käyttäjien/autolatauspaikkojen mukaan, joka

laskutetaan joko taloyhtiöltä tai autolatauspaikkojen käyttäjiltä. Ylläpitoon kuluva laskun lisäksi myös yksittäisten autolatauspaikkojen käyttäjille voidaan lähettää kulutetun energian mukaan laskut, jonka saajaksi osoitetaan taloyhtiö.

## 10.1 Kuormanohjaus

Kiinteistöjen sähkönjakelujärjestelmä antaa rajoitteensa sille kuinka suurta sähkönkulutus voi olla. Tästä syystä tarvitaan kuormanohjausta, kun sähköautojen latausjärjestelmän tuoma lisääntynyt sähkönkulutus ylittää käytettävissä olevan kapasiteetin tai liikutaan kapasiteetin rajoilla. Latauslaitteita ohjataan joko staattisesti tai dynaamisesti. Staattisessa ohjauksessa laitteet ovat kiinni/päällä tai niiden lataustehoa rajoitetaan esimerkiksi puoleen. Dynaamisessa ohjauksessa lataustehoa rajoitetaan porrastetusti esimerkiksi yhden ampeerin väleillä. Kuormanohjauksessa saatavilla olevaa kapasiteettia voidaan joko mitata tai arviointia eri menetelmillä. [1, s. 53; 42, s. 71, 72.]

Yksinkertaisemmillaan kuormanohjauksessa ei ole ulkoista energiamittaria, jonka lukeman mukaan säädettäisiin latauslaitteiden päällä oloa tai tehoa. Tässä tilanteessa, kun todellista kulutuslukemaa ei ole saatavilla, sitä voidaan arvioida. Tähän voidaan yhdistää vuodenaikojen, kellonaikojen tai lämpötilojen vaikutus saatavilla olevaan kapasiteettiin. Hitaan latauksen ratkaisujen kuormanohjaus toteutetaan tällä tavalla. Ohjaus tapahtuu staattisesti eli kiinni/päälle, jolloin ladattavat autot ovat ”jonossa”. Vain tietty määrä autoja on samaan aikaan latauksessa. Vuorot vaihtelevat sykleissä. Ohjausviesti tulee etänä palveluntarjoajalta. Järjestelmää ei kannata mitoittaa saatavilla olevan kapasiteetin rajoille, sillä altistutaan vaaralle, että pääsulake palaa. Tältä voidaan kuitenkin välttyä suhteellisen varmasti edellä mainituilla kuormanohjauksen keinoilla.

Kuormanohjaus voidaan myös toteuttaa rajoittamalla latauslaitteiden päällä-oloa tai tehoa ulkoisen energiamittarin antaman lukeman mukaisesti. Tällä tavalla kapasiteettia on saatavilla enemmän. Sähkönkulutuksellisesti alhaisina aikoina kapasiteettia päästään hyödyntämään kokonaisuudessaan. Samalla vältetään pääsulakkeiden palamiselta vielä varmemmin. Ulkoisia energiamittareita voidaan yhdistää peruslatauslaitteisiin, mutta ei hitaan latauksen rasioihin. Peruslatauslaite lukee ulkoista energiamittaria ja antaa ohjausviestejä muille peruslatauslaitteille. Energiamittarin lukema voidaan myös lähettää palveluntarjoajan taustajärjestelmään. Ulkoisella energiamittarilla kuormanohjaus ei ole

riippuvainen internetyhteydestä. Peruslatauslaitteissa on pääsääntöisesti dynaaminen kuormanohjaus.

Kaikkiin peruslatauslaitteisiin ei kuitenkaan ole mahdollisuutta yhdistää ulkopuolista energiamittaria.

Pysäköintialueella voidaan käyttää sekaisin eri latauslaitemalleja, mikäli kuormanohjaus toteutetaan palveluntarjoajan taustajärjestelmässä tapahtuvasta ohjelmoinnista. Eri latauslaitemallit eivät pysty keskustelemaan keskenään ilman ulkoista järjestelmää.

## 10.2 Muut palvelut

Taustajärjestelmään on liitettävissä toimintoja, jotka avaavat kokonaan uuden näkökulman pysäköintiin. Pysäköintialuetta hallinnoiva taho voi käyttää latauslaitteista saatavaa dataa esimerkiksi valvontaan ja käyttäjätilastojen analysointiin. Latauslaitteet voidaan myös tuoda julkisesti muiden käytettäväksi liiketoiminnan harjoittamiseksi. Tämä on kuitenkin pääsääntöisesti pysäköintioperaattoreille tarkoitettu piirre, ja on kyseenalaista, olisiko taloyhtiössä edes tarpeeksi potentiaalisia ulkopuolisia asiakkaita, jotka haluaisivat ladata sähköautoa suhteellisen alhaisilla tehoilla, jotta liiketoiminnan aloittaminen olisi edes kannattavaa.

## 11 Hankintaprosessi

Hankintaprosessissa voidaan noudattaa esimerkiksi taloteknisen suunnittelun tehtäväluetteloa TATE18. Tässä osassa on perehdytty alkuvaiheen tärkeimpiin vaiheisiin, joilla saadaan projektille selkeät lähtökohdat.

### 11.1 Tarvekartoitus

Tarvekartoituksessa selvitetään, ketkä tulevat hankkeeseen mukaan, ja lisäksi sähköjärjestelmän rajoitteita.

Järjestelmän toteutustapaa, laajuus ja yhdenvertaisuusperiaate ovat suurimmat kysymykset, jotka koskettavat taloyhtiöiden hankkeita. Käytävissä oleva kapasiteetti rajaa vaihtoehtoja paljon.

Taloyhtiöissä sähköautojen latauspaikkoja voidaan toteuttaa osakkeenomistajan muutostyönä, osakasvähemmistön muutostyönä tai yhtiön hankkeena. Tämä ohjaa suunnittelua ja sen lopputulosta paljon. Pysäköintialueilla ei voida tehdä mitä tahansa, vaikka se olisikin sähkösuunnittelustandardien mukaisesti oikein. Asunto-osakeyhtiölaki ja sen tulkinta määrittelee lopputulosta paljon. Esimerkiksi kiinteistöliitto, isännöintiliitto ja Motiva ovat antaneet tulkintojaan tästä laista sovellettuna sähköautojen latausjärjestelmiin.

## 11.2 Osakkeenomistajan muutostyö

Osakkeenomistajan muutostyö voidaan toteuttaa osakashallinnassa olevalle autopaikalle tai yhtiön hallinnassa olevalle autopaikalle, jota osakas vuokraa. Tämä vaatii yhtiökokouksessa enemmistöpäätöksen. Kustannukset menevät osakkaalle eivätkä sisälly yhtiön kirjanpitoon. Käytetystä sähköstä laskutetaan joko palveluntarjoajan pilvipalvelusta tai paikallisesti luettavasta energiamittarista. Tulee huomioida, että ei vie käytävissä olevaa kapasiteettia pois muiden käytöstä siten, ettei tulevaisuuden projekteja voida toteuttaa. Osakkaan latauslaite ei saa myöskään määrittää taloyhtiön käytössä olevaa palveluntarjoajaa tulevaisuudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että taloyhtiö saa tulevaisuuden projekteissa täysin vapaasti määrittää palveluntarjoajan huolimatta osakkaiden latauslaitteiden nykyisistä palveluntarjoajista. On toki oivallista käyttää samaa palveluntarjoajaa myös tulevaisuudessa, mikäli se todetaan parhaaksi vaihtoehdoksi. [51.]

Sopimukseen voidaan kirjata ehto, että latauslaite poistetaan osakkaan kustannuksella, mikäli se estää muiden latauslaitteiden lisäämisen tulevaisuudessa kapasiteetin puutteesta johtuen tilanteessa, jossa sitä ei voida integroida taloyhtiön yhteiseen kuormanohjausjärjestelmään. Missään taloyhtiössä ei ole niin paljon vapaata kapasiteettia, että esimerkiksi 22 kW:n latauslaitteita voitaisiin lisätä kaikille autopaikoille ilman yhteistä kuormanohjausjärjestelmää. Joissakin taloyhtiöissä on vapaata kapasiteettia sen verran, että esimerkiksi hitaan latauksen rasioita voidaan lisätä kaikille autopaikoille jopa ilman kuormanohjausta. Taloyhtiössä kannattaa selvittää käytävissä oleva kapasiteetti mahdollisimman aikaisin.

### 11.3 Osakasvähemmistön muutostyö

Osakasvähemmistön muutostyö voidaan toteuttaa osakkaiden tai yhtiön hallinnassa oleville autopaikoille. Vain osaan tai kaikille autopaikoille asennetaan kaapelivarauksia ja/tai latauslaitteita. Osakasvähemmistön muutostyö vaatii yhtiökokouksessa määrääntämisen eli 2/3 kannatuksen. Kustannukset koituvat hankkeeseen osallistuville ja maksetaan vastikkeella. Käytetystä sähköstä voidaan laskuttaa joko palveluntarjoajan pilvipalvelusta tai paikallisesti luettavasta energiamittarista.

Hankkeen laajuudesta johtuen on kannattavaa mitoittaa järjestelmän koko sen verran suureksi, että siitä riittää kapasiteettia kaikkien autopaikkojen sähköistämiseen myös tulevaisuudessa erillisellä liittymismaksulla. Yhdenvertaisuutta ei saa loukata, minkä vuoksi kaikilla hankkeesta nyt pois jättäytyvillä osakkailta/huoneistoilla, tulee olla mahdollisuus liittyä järjestelmään myöhemmin. [51.]

Muutostyö voidaan toteuttaa esimerkiksi varauskaapeleilla, keskuksen varauksilla tai virtakiskostolla. Varauskaapeleista ja virtakiskostoista latauslaitteiden lisääminen tapahtuu helpoiten. Tilanteessa, jossa muiden osakkaiden liittyminen on mahdollista vain sähkökeskuksessa olevista varauksista, kannattaa piha-alueella kaapelit laittaa putkiin ja tuoda jokaiselle hankkeeseen osallistumattomalle autopaikalle/autopaikkarivistölle varausputki. Myös läpivienneissä tulee varautua uusiin kaapeleihin. Piha-alueiden uudistuksissa maatyöt ovat kalliita, joten niiltä kannattaa välttyä liittymisien yhteyksissä, jos suinkin mahdollista. Liittymismaksun suuruudesta tulee sopia.

Kiinteistön käytössä olevasta kapasiteetista riippuen saatetaan tarvita kuormanohjausta, mikäli halutaan taata kaikille autopaikoille tietty latausteho ja välttyä pääsulakkeiden palamiselta tulevaisuudessa. Heti ensimmäisten latauslaitteiden hankkimisien yhteydessä taloyhtiössä on tehtävä päätös käytettävästä latauslaitteesta/-laitteista ja mahdollisesti palveluntarjoajasta, jotta kuormanohjaus toimii oikein. Järjestelmästä riippuen kuormanohjaus toimii joko kiinteistössä olevan energiamittarin mukaan, latauslaitteisiin asetetun rajoitteen mukaan tai palveluntarjoajan ohjausviestistä.

#### 11.4 Yhtiön hanke

Yhtiön hanke voidaan toteuttaa osakkaiden tai yhtiön hallinnassa oleville autopaikoille. Kaikille autopaikoille asennetaan kaapelivarauksia tai latauslaitteita. Yhtiön hallinnassa oleville autopaikoille vaaditaan enemmistöpäätös. Kustannukset peritään kaikilta osakkailta vastikkeella.

Osakkaiden hallinnassa oleville autopaikoille vaaditaan enemmistöpäätös, kun kaikki osakeryhmät oikeuttavat autopaikan hallintaan. Kustannukset peritään kaikilta osakkailta vastikkeella.

Osakkaiden hallinnassa oleville autopaikoille vaaditaan tuplaenemmistö, kun autopaikat ovat erillisinä osakkeina ja kaikki osakeryhmät eivät oikeuta autopaikan hallintaan. Vaatii siis yhtiökokouksessa ja autopaikkaosakkaiden kesken enemmistökannatukset. Kustannukset peritään kaikilta autopaikkaosakkailta.

Yhtiön sähköverkon uudistusta ja mahdollista liittymän uudistusta pidetään tavanomaisena uudistushankkeena, kunhan kustannukset eivät ole kohtuuttomia. Tavanomainen uudistushanke tarkoittaa päätöksen tekemisen vaatimukseksi enemmistön kannatusta. Tasavirta-pikalatauspisteitä ei pidetä tavanomaisena uudistushankkeena. [51.]

#### 11.5 Latausvalmiuskartoitus

Latausvalmiuskartoituksesta selviävät rajoitteet kunkin sähköjakelujärjestelmän osa-alueen mukaan sähköautojen lataukseen. Nämä toimivat työkaluna kaikille hankkeessa mukana oleville tahoille. Ratkaisu voidaan toteuttaa koskemaan tiettyjä sähköjakelujärjestelmän osa-alueita tai tarvittaessa laajemmin. Näitä ovat

- Kiinteistön liittymäpiste, jossa rajoittavia tekijöitä ovat liittymäsulakkeet ja tätä keskusta syöttävä(t) peli(t). Esimerkiksi katujakokaappi. Monissa taloyhtiöissä liittymäpiste ei kuitenkaan ole erillisessä katujakokaapissa, vaan suoraan kiinteistön pääkeskuksessa. Tulee huomata, ettei katujakokaappiin ole asiaa muille kuin sähköjakeluyhtiölle.
- Pääkeskus, jossa rajoittavia tekijöitä ovat pääsulakkeet, liittymiskaapeli ja keskuksen nimellisvirta. Pääkeskuksen huipputehonkulutusta voidaan



arvioida laskentakaavoilla tai sähköjakeluyhtiöltä saatavilla tiedoilla, jotka ovat tunnin keskiarvollisia lukemia. Tästä voidaan laskea käytettävissä oleva kapasiteetti.

- Kiinteistökeskus, jossa rajoittavia tekijöitä ovat pääsulakkeet, nousukaapelit ja keskuksen nimellisvirta. Kiinteistökeskuksen huipputehonkulutusta voidaan arvioida laskemalla eri kulutuslaitteiden tehoja yhteen tai sähköjakeluyhtiöltä saatavilla tiedoilla, jotka ovat tunnin keskiarvollisia lukemia. Tästä voidaan laskea käytettävissä oleva kapasiteetti.
- Piharasioiden kaapelointi, kaapeleiden asennustavat, kaapeleiden olosuhteiden korjauskertoimet, kaapeleiden kuormitettavuudet, ryhmykset mikäli useampia lähtöjä, sulakkeet, piharasioiden omat johdonsuojat, muut suojalaitteet ja piharasioiden määrä. Piharasiaryhmien huipputehonkulutusta voidaan arvioida kertomalla autopaikkojen määrä tyypillisillä lämmityslaitteiden tehoilla. Sisätilanlämmitin 1 kW ja lohkolämmitin 0,5 kW. Huipputehonkulutus tapahtuu kuitenkin vain lämmityskausina aamuisin ja muina aikoina sähkökulutus on hyvin alhaista. Sähköautojen lataus on siis mahdollista näiden aikojen ulkopuolella, jolloin ladattavien autojen samanaikainen korkein mahdollinen määrä voidaan laskea esimerkiksi 3,6 kW:n teholla.

Raportin sisältö on kohteittain erilainen. Kiinteistökeskuksia voi olla enemmän kuin yksi, ja tyypillisesti pääkeskuksen pääsulakkeet ovat kiinteistön liittymäpiste. Raportin laajuuteen voidaan ottaa mukaan myös esimerkiksi asuntojen omat ryhmäkeskukset tilanteessa, jossa autopaikkoja sijaitsee näiden keskuksien läheisyydessä.

Urakan muutostyöt halutaan pitää mahdollisimman pieninä, mistä syystä pääkeskuksen käytettävissä oleva kapasiteetti on raportin tärkein tieto. Jos pääkeskuksessa ei ole riittävästi kapasiteettia lisääntyneeseen sähkökulutukseen, urakan laajuus suurenee huomattavasti.

## 11.6 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelu voidaan aloittaa, kun tiedetään rajoitteet. Yhtiössä tehdään seuraavat päätökset:

- Ketkä tulevat hankkeeseen mukaan (viimeistään tässä vaiheessa)
- Sähköistettävien autopaikkojen määrä
- Tehdäänkö varauskaapeleita
- Asennetaanko myös latauslaitteita

- Mihin tehoihin varaudutaan autopaikkakohtaisesti ja keskuskohtaisesti
- Kuormanohjaus
- Sähkönsyöttö
- Suojalaitteet
- Varausputkien sijainnit
- Sähköautojen latauskeskuksen varaukset
- Läpivientien varaukset
- Hankkeesta pois jättäytyvien osakkaiden liittymismaksut
- Palveluntarjoajan valinta
- Käytetyn sähkön hinta.

Tehtyjen päätöksien pohjalta voidaan edetä suunnitteluprosessissa tarkempien sähkösuunnitelmien laatimiseen, urakoitsijan valintaan ja lopulta rakentamiseen.

#### 11.7 Tuet

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA) myöntää avustusta asuinrakennuksen omistaville yhteisöille sähköautojen latauspisteiden edellyttämiin kiinteistöjen sähköjärjestelmiin kohdistuviin muutoksiin. Avustusta on ollut haettavissa vuonna 2020 sähköautojen latausta mahdollistavan infrastruktuurin rakentamiseen aluksi 35 %:n suuruisena ja kesän jälkeen 45 %:n suuruisena. Avustus on haettavissa myös korotettuna, mikäli vähintään puolilla latauspaikoista saatava latausteho on vähintään 11 kW. Avustuksen suurus tällä kriteerillä oli aluksi 45 %:n ja kesän jälkeen 55 %:n. Avustusta on haettavissa myös latauslaitteille, mikäli ne tulevat yhtiön hallintaan.

## 12 Esimerkkikohteen kartoitusraportti

Eräessä espoolaisessa taloyhtiössä nousi esille kysymys kiinteistön sähköjärjestelmän kapasiteetin riittävydestä sähköautojen lataukseen. Yhtiö koostuu 22 huoneistosta, erillisestä varastorakennuksesta ja neljästä autokatoksesta.

Kartoituksessa selvitettiin pysäköintialueiden, kiinteistökeskuksen, pääjakelujärjestelmän ja asuntojen ryhmäkeskusten soveltuvuutta sähköautojen lataukseen. Keskuksien kulutustiedot saatiin sähkönjakeluyhtiöltä.

Asuntojen ryhmäkeskusten etusulakkeet antavat rajansa sille, miten niistä voidaan ladata sähköautoa. Neljällä asunnolla autopaikka on ryhmäkeskuksen läheisyydessä. Ryhmäkeskukset ovat jo valmiiksi oman mittauksensa takana, mikä poistaisi ulkopuolisen laskutusjärjestelmän tarpeen kokonaan.

Näiden asuntojen autopaikoilla on myös piharasiat, joiden syöttö tapahtuu kiinteistökeskuksesta.

Asuntojen syöttö tulee pääkeskuksesta ja koko kiinteistöllä on yhteinen sähköliittymä. Tästä syystä yhteisen käytettävissä olevan kapasiteetin tarkastelu on tarpeellista myös asuntojen ryhmäkeskuksista ladattaessa, jotta kaikilla säilyy yhdenvertainen mahdollisuus sähköautojen lataukseen.

## 12.1 Pääkeskus

Pääkeskuksesta tarkastellaan seuraavia asioita:

- Nimellisvirta: 400 A
- Pääsulakkeet: 3x250
- Pääsulakkeiden korkein kuormitettavuus: 172,5 kW
- Liittymäkaapeli: AXMK 4x185S
- Huipputehonkulutus: 62,25 kW
- Perustuu jakeluyhtiöltä saatuun tietoon 41,5 kW. Kerrottu varmuuskertoimella 1,5. Tunnin keskiarvollinen huippulukema viime vuoden ajalta.
- Vapaa kapasiteetti: 110,25 kW

## 12.2 Kiinteistökeskus

Kiinteistökeskus on pääkeskuksen yhteydessä ja sen osalta tarkastellaan seuraavia asioita:

- Etusulakkeet: 3x63/63
- Etusulakkeiden korkein kuormitettavuus: 43,47 kW
- Huipputehonkulutus: 13,3 kW
- Perustuu jakeluyhtiöltä saatuun tietoon. Tunnin keskiarvoinen huippulu-  
kema viime kahden vuoden ajalta.
- Vapaa kapasiteetti: 30,17 kW.

## 12.3 Piharasiat

Piharasioiden osalta tarkastellaan seuraavaa:

- Lämpimiä autopaikkoja yhteensä: 30 kappaletta
- Joista asuntojen autopaikoilla: 4 kappaletta
- Piharasioita yhteensä: 18 kappaletta
- Joista asuntojen autopaikoilla: 4 kappaletta
- Kylmiä autopaikkoja: 10 kappaletta + 4 vieraspaikkaa
- Piharasioita autopaikoilla kolmea erilaista mallia
- Ohjaus: piharasioiden kellokytkimet.

Piharasioiden sähkönsyöttö jakaantuu kiinteistökeskuksessa viiteen eri ryhmään: 6, 7, 8, 26 ja numeroimaton lähtö din-kiskolla.

### 12.3.1 Ryhmä 6

Ryhmän 6 osalta tarkastellaan seuraavaa:

- Sulakkeet: 3x25/25
- Sulakkeiden kuormitettavuus: 3x5,75 kW

- Kaapeli: MCMK 4x6+6

Kaapelin virrankestoisuus: 3x41 A (SFS 6000-5-52:2017 Asennustapa D2 maahan, Taulukko B.52.4)

### 12.3.2 Ryhmä 7

Ryhmän 7 osalta tarkastellaan seuraavaa:

- Sulakkeet: 3x25/25
- Sulakkeiden kuormitettavuus: 3x5,75 kW
- Kaapeli: MCMK 4x6+6

Kaapelin virrankestoisuus: 3x41 A (SFS 6000-5-52:2017 Asennustapa D2 maahan, Taulukko B.52.4)

### 12.3.3 Ryhmä 8

Ryhmän 7 osalta tarkastellaan seuraavaa:

- Sulakkeet: 3x16/25
- Sulakkeiden kuormitettavuus: 3x3,68 kW
- Kaapeli: MCMK 4x6+6

Kaapelin virrankestoisuus: 3x41 A (SFS 6000-5-52:2017 Asennustapa D2, Taulukko B.52.4)

### 12.3.4 Ryhmä 26

Ryhmän 26 osalta tarkastellaan seuraavaa:

- Sulakkeet: 3x25/25
- Sulakkeiden kuormitettavuus: 3x5,75 kW
- Kaapeli: MCMK 4x6+6

Kaapelin virrankestoisuus: 3x41 A (SFS 6000-5-52:2017 Asennustapa D2 maahan, Taulukko B.52.4)

### 12.3.5 Numeroimaton ryhmä din-kiskolla

Numeroimattoman din-kiskoryhmän osalta tarkastellaan seuraavaa:

- Johdonsuojakatkaisija: yksivaiheinen 32A
- Johdonsuojan kuormitettavuus: 7,36 kW
- Kaapeli: Tuntematon

### 12.3.6 Asunnot

Asuntojen ryhmäkeskusten osalta tarkastellaan seuraavaa:

- Etuvarokkeet: 3x25
- Kuormitettavuus: 3x5,75 kW

## 12.4 Piharasioiden vaihtaminen hitaan latauksen rasioihin ilman kaapeloinnin muutostöitä

Piharasioiden nykyisen kaapeloinnin soveltuvuutta sähköautojen lataukseen piharasioiden muutostöillä ei pystynyt arvioimaan täydellä tarkkuudella. Asemapiirustus, pääkaavio ja kiinteistökeskuksen merkinnät poikkesivat toisistaan. Pysäköintialueilla on lisätty piharasioiden määrää alkuperäisestä. Kiinteistökeskukseen on lisätty uusia autolämmitysryhmiä. Osassa autokatoksia piharasioiden kaapelointia on muutettu alkuperäisestä ja samassa yhteydessä lisätty uusia piharasioita. Kaapeleissa ei ole merkintöjä. Keskuskaavioon, asemapiirustukseen tai kiinteistökeskukseen ei ole merkitty, mille autokatokselle kukin ryhmä kulkee. Tietojen epävarmuudesta huolimatta voidaan tehdä johtopäätöksiä.

Kaapelityyppien tiedon epävarmuudesta on haittaa siinä, ettei muutostyössä voida olla täysin varmoja täyttääkö uusi asennus standardien mukaiset vaatimukset.

Kaapeleiden soveltuvuutta arvioitiin kiinteistökeskuksen merkintöjen mukaisesti, mitä voidaan pitää luotettavimpana tiedon lähteenä. Pihalla olevien MCMK 4x6+6 -kaapeleiden virrankestoisuus suoraan maahan asennettuna on 41 A.

Ryhmien 6, 7 ja 26 sulakkeet 3x25 A sallivat yhden sähköauton latauksen 16 ampeerilla jokaista sulaketta kohden. Ryhmän 8 sulakkeet 3x16 A sallivat yhden sähköauton latauksen 16 ampeerilla jokaista sulaketta kohden. DIN-kiskolla oleva 32 A johdonsuoja sallii kahden sähköauton latauksen 16 ampeerilla. Piharasioita syöttävät sulakkeet sallivat siis yhteensä 14 sähköauton latauksen 16 ampeerilla samanaikaisesti.

## 12.5 Kiinteistökeskuksen rajoitteet

Piharasioiden syöttö tulee kiinteistökeskuksesta, jolloin myös sen etusulakkeita tulee tarkastella. 3x63 A sallii 43,47 kW:n kulutuksen. Jakeluyhtiön toimittamien tietojen mukaan kiinteistökeskuksen huipputehonkulutus on 13,3 kW, josta voidaan laskea vapaa kapasiteetti 30,17 kW. Kiinteistökeskuksesta voidaan ladata noin kahdeksaa sähköautoa samanaikaisesti 16 ampeerilla (3,7 kW).

$$30,17 \text{ kW} / 3,7 \text{ kW} = 8,154$$

Jakeluyhtiön toimittamasta tiedosta ei kuitenkaan selviä kulutustietoa vaihekohtaisesti, mistä syystä ei voida ottaa kantaa, mihin vaiheisiin latausrasiat voitaisiin kytkeä varmasti siten, että etusulakkeet eivät pala. Mikäli on tarkoituksena mahdollistaa sähköautojen latausta suuremmalle määrälle käyttäjiä, suositellaan uuden sähköautojen latauskeskuksen rakentamista.

## 12.6 Uuden latauskeskuksen rakentaminen

Liittymän huipputeho on viime vuoden aikana ollut 41,5 kW. Kyseessä on tunnin keskiarvoinen lukema, ja on hyvä kertoa se varmistuskertoimella 1,5, jolloin lukemaksi saadaan 62,25 kW. Pääsulakkeiden 3x250 A korkein kuormitettavuus on 172,5 kW. Vapaata kapasiteettia on siis noin 110 kW. Tästä kapasiteetista voitaisiin ladata samanaikaisesti 29

sähköautoa 3,7 kW:n teholla tai 10 sähköautoa 11 kW:n teholla. Latauspaikkoja voitaisiin lisätä näitäkin enemmän, mikäli hyödynnetään kuormanohjausta.

### 13 Päätelmät

Taloyhtiössä päätös hankkia sähköautojen latauslaitteita tai edesauttaa infran rakentamista ei ole yksiselitteistä. Tulevien käyttäjien määrää ja tulevaisuuden autojen teknologiaa on mahdotonta ennustaa. Sähköautojen valmistajat yrittävät joka tapauksessa saada akkujen hintoja alemmas samalla kasvattaen niiden kapasiteettia. Autojen sisäiset laturit tästä syystä todennäköisesti tulisivat myös olemaan tehokkaampia, mutta tätäkin on täysin mahdotonta ennustaa, sillä se saattaisi kasvattaa valmistuskustannuksia. Sähköautojen ohella polttokennoautot saattavat olla tulevaisuudessa yleistymässä. Kaasuautot ovat myös varteenotettava vaihtoehto, mutta eräät eurooppalaiset autonvalmistajat ovat lopettaneet tämän teknologian kehityksen keskittyen sähköautoihin, ainakin tois-  
taiseksi. [50.]

Sähköautojen latausjärjestelmiä voidaan vertailla hyvin monesta eri näkökulmasta. Ominaisuuksien vaikutukset voidaan laittaa tärkeysjärjestykseen, mikä helpottaa päätöksentekoa. Tärkein tavoite voi olla esimerkiksi jokin seuraavista: taloudellisuus, muunneltavuuden helppous, palveluntarjoajan valinnanvapaus, kuormanohjauksen tarkkuus, lataustehon suuruus tai palveluiden automaattisuus. Mitä enemmän järjestelmään ollaan valmiita sijoittamaan, sitä enemmän saadaan ominaisuuksia ja lataustehoa. Vähemmäläkin voidaan tulla toimeen.

Kaikkein taloudellisimmassa ratkaisussa ei ole palveluntarjoajaa, kuormanohjausta, palveluiden automaattisuutta, ja latausteho on pieni.

Toiseksi taloudellisemmassa ratkaisussa on palveluntarjoaja, jonkinasteinen kuormanohjaus, palveluiden automaattisuus, mutta latausteho on pieni ja palveluntarjoajan suhteen ei ole valinnanvapautta.



Taloudellisuuden näkökulmasta keskivaiheilla olevissa järjestelmissä on palveluntarjoaja, jonkinasteinen tai tarkka kuormanohjaus, palveluiden automaattisuus, korkeampi latausteho ja palveluntarjoajan suhteen tyypillisesti valinnanvapaus.

Järjestelmän hintakatto määräytyy sähkönsyötön toteutustavasta.

Nämä ovat suurimmat osatekijät järjestelmän valintaan.

## Lähteet

- 1 Sähköautot ja latausjärjestelmät. 2019. ST-käsikirja 41. Espoo. Sähkötieto Oy.
- 2 SFS 6000-1:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 1 Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Standardiaineisto. Sesko ry. SFS-online -tietokanta.
- 3 Peltola Vesa. 2017. Sähköautolla pääsee jo pitkälle – "polttoainekulut" 2–3€/100 km. Verkkoaineisto. 10.6.2017. YLE-uutiset. <<https://yle.fi/uutiset/3-9657324>> Luettu 13.08.2020.
- 4 Fortum ja EasyPark aloittavat yhteistyön. Lehdistötiedote. Touko 05, 2015. My-NewsDesk. <<https://www.mynewsdesk.com/fi/easypark-ab/pressreleases/fortum-ja-easypark-aloittavat-yhteistyoen-1177869>> Luettu 19.08.2020.
- 5 Parkkisähkö ja AutoParkki yhteistyöhön. 2020. Verkkoaineisto. Lähienergia. <<https://www.lahienergia.org/parkkisahko-ja-autoparkki-yhteistyohon/>> 14.2.2020. Luettu 20.08.2020.
- 6 Älykkäät ominaisuudet julkiseen ja yksityiseen sähköauton lataukseen. 2020. Verkkoaineisto. Liikennevirta Oy. <[https://www.virta.global/fi/sahkoauton-latauspisteet/ominaisuudet?\\_\\_hstc=51530422.02fa5d08eec1b9a5cccbe7d7418aa474.1579870026558.1599064555235.1600250063947.4&\\_\\_hssc=51530422.24.1600250063947&\\_\\_hsfp=711425920&hsutk=02fa5d08eec1b9a5cccbe7d7418aa474&content-Type=standard-page](https://www.virta.global/fi/sahkoauton-latauspisteet/ominaisuudet?__hstc=51530422.02fa5d08eec1b9a5cccbe7d7418aa474.1579870026558.1599064555235.1600250063947.4&__hssc=51530422.24.1600250063947&__hsfp=711425920&hsutk=02fa5d08eec1b9a5cccbe7d7418aa474&content-Type=standard-page)> Luettu 20.08.2020.
- 7 Palvelukuvaus. 2019. IGL-Technologies Oy
- 8 Hiekkanen Antti. 2020. eParking – älyä pysäköintiin. IGL-Technologies Oy
- 9 Parkkisähkö palvelut. 2020. Verkkoaineisto. Parkkisähkö. <<https://www.parkkisahko.fi/palvelut>> Luettu 24.08.2020.
- 10 Skaalautuva sähköautojen latauspalvelu taloyhtiöille ja kiinteistöille. 2020. Esite. Parkkisähkö.
- 11 Le Danny. 2020. Sähköautojen latauspisteiden toteutus taloyhtiössä. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 12 Suunnitteluohje. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://etolppa.fi/pdfs/Suunnitteluohje.pdf>> Luettu 02.09.2020.

- 13 Sähköauton lataus. Esite. Fortum Charge and Drive.
- 14 Tuotemallisto. Verkkoaineisto. GARO Finland Oy. <<https://garo.fi/tuote-ryhma/pistorasiaelementti/>> Luettu 22.09.2020.
- 15 Pätsi Riku. 2018. Sähköautojen latauspisteisiin varautuminen. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 16 FIBOX EVC Sähköajoneuvojen latausrasiat. Esite. Verkkoaineisto. Fibox Oy Ab. <[http://www.fibox.fi/documents/Fibox\\_Sa%CC%88hko%CC%88autolataus\\_esite\\_2019\\_v5\\_\(002\)\\_15.11valmis.pdf](http://www.fibox.fi/documents/Fibox_Sa%CC%88hko%CC%88autolataus_esite_2019_v5_(002)_15.11valmis.pdf)> Luettu 22.09.2020.
- 17 Latausratkaisut. 2018. Verkkoaineisto. Satmatic Oy. <<https://www.satmatic.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/Esitteet/Piharasiaesite/Latausratkaisut-2018.pdf>> Luettu 22.09.2020.
- 18 Manual Eve. 2017. Käyttöohje. Verkkoaineisto. Alfen Elkamo Oy Ab. <<https://alfenelkamo.fi/sites/elkamo.fi/files/downloads/Manual-Eve-2017.pdf>> Luettu 23.09.2020.
- 19 EVlink tuoteluettelo. Elokuu 2018. Verkkoaineisto. Schneider Electric Finland Oy. <[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Catalog&p\\_File\\_Name=COM-POWER-VE-CA3-FI.pdf&p\\_Doc\\_Ref=E1333-8-2018](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=COM-POWER-VE-CA3-FI.pdf&p_Doc_Ref=E1333-8-2018)> Luettu 24.09.2020.
- 20 The next generation wallbox KeContact P30. Esite. Verkkoaineisto. Keba AG. <[https://www.keba.com/file/downloads/e-mobility/KeContact\\_P30\\_Imagefolder\\_EN\\_Ansicht.pdf](https://www.keba.com/file/downloads/e-mobility/KeContact_P30_Imagefolder_EN_Ansicht.pdf)> Luettu 25.09.2020.
- 21 KeContact P20 / P30 Asennuskäsikirja. Verkkoaineisto. Keba AG. <[https://www.keba.com/file/downloads/e-mobility/KeContact\\_KCP20\\_30\\_ih\\_fi.pdf](https://www.keba.com/file/downloads/e-mobility/KeContact_KCP20_30_ih_fi.pdf)> Luettu 25.09.2020.
- 22 KeContact P20 / P30 UDP Programmers Guide. Ohjelmoitsijan opas. Verkkoaineisto. Keba AG. <[https://www.keba.com/file/downloads/e-mobility/KeContact\\_P20\\_P30\\_UDP\\_ProgrGuide\\_en.pdf](https://www.keba.com/file/downloads/e-mobility/KeContact_P20_P30_UDP_ProgrGuide_en.pdf)> Luettu 25.09.2020.
- 23 KeContact P30 x-series Charging Station Configuration manual V 4.07. Konfigurointioapas. Verkkoaineisto. Keba AG. <[https://www.keba.com/download/x/01bc6a1873/kecontactp30x-series\\_konfen\\_web.pdf#||1#||V4.05](https://www.keba.com/download/x/01bc6a1873/kecontactp30x-series_konfen_web.pdf#||1#||V4.05)> Luettu 25.09.2020.

- 24 Älykkäät latausratkaisut. 2019. Satmatic Oy. Verkkoaineisto. <<https://www.satmatic.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/Esitteet/Piharasia-esite/%C3%84lykk%C3%A4%C3%A4t%20Latausratkaisut-2019-1-paino.pdf>> Luettu 25.09.2020.
- 25 Chago Wallbox Sähköauton latausta turvallisesti ja tehokkaasti. Esite. Verkkoaineisto. Ensto Finland Oy. <[https://www.ensto.com/globalassets/brochures/ev-charging/ensto\\_wallbox\\_leaflet\\_fi.pdf](https://www.ensto.com/globalassets/brochures/ev-charging/ensto_wallbox_leaflet_fi.pdf)> Luettu 28.09.2020.
- 26 Ensto Wallbox. Asennusohje. Ensto Finland Oy. <<https://static.ensto.com/files/installation-instructions/0000002635.pdf>> Luettu 28.09.2020.
- 27 GARO Latausasema GLB Asennus – Käyttöohje. 2019. Verkkoaineisto. GARO AB. <[https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/01/1.-Asennus-ka%CC%88ytto%CC%88ohje\\_Garo\\_GLB-latausasema\\_2019.pdf](https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/01/1.-Asennus-ka%CC%88ytto%CC%88ohje_Garo_GLB-latausasema_2019.pdf)> Luettu 29.09.2020.
- 28 GARO GLB+ -latausasema (OCPP 1.6). Verkkoaineisto. GARO AB. <[https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/02/200129\\_GARO-GLB-latausasema-esite.pdf](https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/02/200129_GARO-GLB-latausasema-esite.pdf)> Luettu 29.09.2020.
- 29 GARO tuoteperheluettelo. Esite. Verkkoaineisto. GARO AB. <[https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/02/200131\\_GARO-latausasemat\\_esite.pdf](https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/02/200131_GARO-latausasemat_esite.pdf)> Luettu 29.09.2020.
- 30 Terra AC asennusopas. Verkkoaineisto. ABB. <<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107680A8755&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>> Luettu 30.09.2020.
- 31 Sähköauton lataamisen koti Terra AC -latausasema. Verkkoaineisto. ABB. <<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107680A3806&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>> Luettu 30.09.2020.
- 32 eMH3 Operating Manual. Verkkoaineisto. ABL. <[https://www.ablmobility.de/global/downloads/anleitungen/emh3/0301590\\_ENG\\_a.pdf?m=1556293243&](https://www.ablmobility.de/global/downloads/anleitungen/emh3/0301590_ENG_a.pdf?m=1556293243&)> Luettu 30.09.2020.
- 33 eMH3 Wallbox twin master with charging sockets. Verkkoaineisto. ABL. <[https://www.ablmobility.de/global/downloads/datenblaetter/emh3/eMH3\\_ENG/3W2215E.pdf?m=1600343789&](https://www.ablmobility.de/global/downloads/datenblaetter/emh3/eMH3_ENG/3W2215E.pdf?m=1600343789&)> Luettu 30.09.2020.
- 34 EVlink Smart Wallbox Installation Guide. 2019. Asennusohje. Verkkoaineisto. Schneider Electric. <[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Instruction+sheet&p\\_File\\_Name=NHA95006-05.pdf&p\\_Doc\\_Ref=NHA95006](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Instruction+sheet&p_File_Name=NHA95006-05.pdf&p_Doc_Ref=NHA95006)> Luettu 30.09.2020.

- 35 Installation manual V 1.00 EVLunic Charging Station. 2018. Asennusopas. Verkkoaineisto. ABB. <<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107046A2874&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>> Luettu 01.10.2020.
- 36 Sähköautojen lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2018. ST. 51.90. Espoo. Sähkötietokortti. Sähkötieto ry.
- 37 SFS 6000:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-722: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö. Standardiaineisto. Sesko ry. SFS-online -tietokanta.
- 38 SFS 6000:2017 Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-52: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. Standardiaineisto. Sesko ry. SFS-online -tietokanta.
- 39 Maakaapeloinnin vertailu. 2016. Verkkoaineisto. Helsinki. Ols-consult Oy. <[http://www.ols-consult.fi/artikkelit/Maakaapeloinnin\\_lz\\_SFS6000\\_ja\\_IEC60364.pdf](http://www.ols-consult.fi/artikkelit/Maakaapeloinnin_lz_SFS6000_ja_IEC60364.pdf)> Luettu 5.10.2020.
- 40 Palveluhinnasto 1.11.2017. Verkkoaineisto. Caruna Oy. <[https://images.caruna.fi/palvelumaksuhinnasto\\_1.11.2017\\_caruna.pdf?oQoaVPcwVRVTomXbIN-HlnEq\\_HZplyUOL](https://images.caruna.fi/palvelumaksuhinnasto_1.11.2017_caruna.pdf?oQoaVPcwVRVTomXbIN-HlnEq_HZplyUOL)> Luettu 15.10.2020.
- 41 Carunan yleisohjeet sähköurakoitsijoille ja -suunnittelijoille. 2020. Verkkoaineisto. <[https://images.caruna.fi/carunan\\_yleisohjeet\\_sahkourakoitsijoille\\_ja\\_suunnittelijoille\\_2020.pdf?5wuWSYdv3ie.hxsns8nZSE6S.a6eGMIE](https://images.caruna.fi/carunan_yleisohjeet_sahkourakoitsijoille_ja_suunnittelijoille_2020.pdf?5wuWSYdv3ie.hxsns8nZSE6S.a6eGMIE)> Luettu 15.10.2020.
- 42 Falkman Aarni. 2018. Kuormanhallinnan toteutus sähköautojen älykkäissä latausjärjestelmissä. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. LUTPub-tietokanta.
- 43 Kurki Elias. 2019. Sähköauton latauspisteen ohjausyksikön ja ohjelmistojen suunnittelu. Opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 44 Vuorela Ari. 2018. Sähköautojen latausratkaisut asuinkiinteistöille ja pysäköinti-alueille. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. Thesus-tietokanta.
- 45 Karlsson Patrick. 2010. GARO Finland Oy. Puhelinkeskustelu. 16.10.2020.
- 46 Rantanen Antti. 2020. Auton sisäinen AC-laturi ja lataustehot. Verkkoaineisto. <<https://www.laturille.com/auton-sisainen-ac-laturi-ja-lataustehot/>> Luettu 16.10.2020.

- 47 Sähköauton Latauskaapeli Ohjauskotelolla. Verkkokaupan valikoima. EvChargePlus. <<https://evchargeplus.com/fi/product-category/sahkoauton-latauskaapeli-ohjauskotelolla/>> Luettu 16.10.2020.
- 48 GARO G-Cloud. 2020. Palvelusite. Garo Finland Oy. <[https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/02/GARO\\_G-Cloud\\_2020-esite.pdf](https://garo.fi/wp-content/uploads/2020/02/GARO_G-Cloud_2020-esite.pdf)> Luettu 17.10.2020.
- 49 EV Manager. 2019. Palvelukuvaus. Ensto. <[https://www.ensto.com/globalassets/brochures/ensto-ev/br2\\_evmanager.pdf](https://www.ensto.com/globalassets/brochures/ensto-ev/br2_evmanager.pdf)> Luettu 17.10.2020.
- 50 Kainulainen Jari. 2020. Handelsblatt: VW-konserni hylkäämässä kaasuautoja. Verkkoinfo. Kauppalehti. 5.3.2020. <<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/handelsblatt-vw-konserni-hylkaamassa-kaasuautoja/1eadb302-f0f4-49da-b2b8-e77270d75b8e>> Luettu 22.10.2020.
- 51 Ohje sähköautojen latauspisteiden toteuttamiseksi. Verkkoinfo. Kiinteistöliitto. <<https://www.kiinteistoliitto.fi/media/3948/ohjelatauspisteidentoteuttamiseksi.pdf>> Luettu 23.10.2020.
- 52 IDL 216-2 kWh-Modbus -latausasema. Verkkoinfo. GARO AB. <<https://garo.fi/tuote/idl-216-2-kwh-modbus/>> Luettu 30.11.2020.
- 53 ICU Eve. Verkkoinfo. Alfen Elkamo Oy Ab. <<https://alfenelkamo.fi/fi/icu-eve>> Luettu 30.11.2020.
- 54 EVLink Smart Wallbox -latausasema. Verkkoinfo. Schneider Electric. <<https://www.se.com/fi/fi/product/EVB1A22P2RI/evlink-smart-wallbox---latausasema---7-22kw-t2-rasiamalli-rfid/>> Luettu 30.11.2020.
- 55 KEBA KEContact P30. Verkkokaupan valikoima. Carplug. <<https://www.carplug.com/en/keba-charging-station-p30-105651-xseries-23-to-22kw-rfid-3g>> Luettu 30.11.2020.
- 56 ABB EVLunic. Verkkokaupan valikoima. Chargers direct. <<https://www.chargersdirect.com.au/product/abb-evlunic-pro-m>> Luettu 30.11.2020

