



# Sähköautojen latausjärjestelmien kartoitus- ja tarjouslaskentaprosessi

Atte Kuivalainen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2022

Tekniikan ala

Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka

**Kuivalainen, Atte**

## **Sähköautojen latausjärjestelmien kartoitus- ja tarjouslaskentaprosessi**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2022, 61 sivua.

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö, AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

### **Tiivistelmä**

Liikenteen sähköistyminen on vahvassa kasvussa Suomessa sekä ympäri maailman. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi etsitään nyt ratkaisuja, liikenteen päästöjen hillitsemiseksi sähköautojen rooli kasvaa merkittävästi tulevaisuudessa. Sähköisen liikenteen yleistyminen vaatii, että sähköautojen lataaminen mahdollistetaan yhä laajemmin, joka luo välittömän tarpeen latauskartoituksille. Liikenteen sähköistyessä latausmahdollisuuksia toivotaan yhä enemmän varsinkin taloyhtiöihin ja yrityksiin. Latauskartoitus suositellaan aina tehtäväksi ennen latausjärjestelmähankkeen aloittamista.

Voimatel Oy:llä ilmeni tarve ohjeelle latauskartoituksen ja sen pohjalta tehtävän tarjouslaskennan suorittamista varten, koska kattavampaa ohjeistusta prosessinkulusta ei vielä ollut. Tavoitteena oli selvittää prosessin vaiheet sekä sen aikana huomioitavat asiat ja tämän lisäksi löytää ratkaisu prosessin parantamiseksi.

Opinnäytetyön tietoperustassa perehdyttiin sähköautojen lataukseen yleisesti sekä latausjärjestelmien toteutukseen liittyviin standardeihin, lainsäädäntöön ja muihin ohjeisiin. Työssä käsiteltiin myös latausjärjestelmän mitoitusperiaatteet asiakkaan tarpeet huomioiden sekä latausjärjestelmien toteuttamiseen saatavia avustuksia. Työn toteutusvaiheessa käytiin läpi prosessinkulku ja muun muassa painotettiin tärkeitä asioita, kuten asiakkaan tarpeiden selvittämistä ja tarjouslaskentaan tarvittavia tietoja sekä lopuksi esitettiin prosessille kehitysehdotus.

Työn lopputuloksena saatiin kattava raportti, jonka pohjalta latauskartoitus ja tarjouslaskenta voidaan suorittaa. Työllä on toimeksiantajan lisäksi merkityksellisyyttä myös latausjärjestelmähanketta suunnittelevalle taholle, sillä työssä käsitellään muun muassa lainsäädäntöä, kuten autopaikkojen haltijan merkitystä kustannustenjaossa. Kehitysehdotuksena esitettiin sähkösuunnitteluohjelman CADMATIC Electricalin hyödyntämistä tarjouslaskentaohjelma Broker Estimaten tukena prosessin dokumentoinnissa ja tarjouslaskennassa.

### **Avainsanat (asiasanat)**

Sähköauto, latausjärjestelmä, kartoitus

### **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

**Kuivalainen, Atte**

### **Mapping and offer calculation process for electric car charging systems**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2022, 61 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Electrical and Automation Engineering. Bachelor's thesis

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

The electrification of transport is growing rapidly in Finland and all around the world. Solutions are now being sought to slow down climate change, and in order to curb transport emissions, the role of electric cars will increase significantly in the future. The increasing use of electric cars requires that charging must be made increasingly easier and more achievable, creating an immediate need for the charging mapping. As traffic becomes more electrified, there is an increasing desire of charging possibilities, especially for housing companies and businesses. The charging mapping is always recommended to be done before starting the charging system project.

Voimatel Oy encountered the need for instructions for performing the charging mapping and the offer calculation based on it, as there was no comprehensive guidance on process yet. The goal was to find out the stages of the process and the things to pay attention during it. In addition to this also to find a solution to improve the process.

The knowledge base of the thesis focused on the charging of electric cars in general, as well as standards, legislation and other guidelines related to the implementation of charging systems. The thesis also dealt with the dimensioning principles of the charging system, taking into account the customer's needs and grants available for the implementation of charging systems. During the implementation phase of the thesis, the process was reviewed, important things were emphasized, such as identifying the customer's needs and information needed to complete the offer calculation. Lastly, a development proposal was presented for the process.

The result of the thesis is a comprehensive package, on the basis of which the charging mapping and offer calculation could be completed. In addition to Voimatel Oy, the thesis also has relevance for others who are planning a charging system project, as the thesis deals with legislation, such as role of the parking space owner in cost-sharing. The development proposal was proposed to utilize the electric design program CADMATIC Electrical in support of offer calculation program Broker Estimate in the process of documentation and offer calculation.

### **Keywords/tags (subjects)**

Electric car, charging system, mapping

### **Miscellaneous (Confidential information)**

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>7</b>
1.1	Opinnäytetyön lähtökohdat.....	7
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet.....	7
<b>2</b>	<b>Sähköautoilu yleisesti .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Sähköautojen lataus .....</b>	<b>9</b>
3.1	Lataustavat.....	10
3.1.1	Lataustapa 1.....	11
3.1.2	Lataustapa 2.....	11
3.1.3	Lataustapa 3.....	13
3.1.4	Lataustapa 4.....	13
3.2	Latauslaitteet.....	13
<b>4</b>	<b>Latausjärjestelmien standardit, lainsäädäntö ja ohjeet.....</b>	<b>14</b>
4.1	Standardit.....	14
4.2	Lainsäädäntö .....	15
4.2.1	Laki latauspisteistä asuinrakennuksissa .....	16
4.2.2	Laki latauspisteistä muissa kuin asuinrakennuksissa .....	17
4.3	Sähkötietokortisto.....	18
4.3.1	ST-kortti 51.90 - Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus.....	18
4.3.2	ST-käsikirja 41 - Sähköautot ja latausjärjestelmät.....	19
<b>5</b>	<b>Latausjärjestelmän toteutus .....</b>	<b>19</b>
5.1	Latauksen energiamäärä .....	19
5.2	Tehontarve .....	20
5.3	Kuormanhallinta.....	22
5.3.1	Tavallinen kuormanhallinta .....	22
5.3.2	Dynaaminen kuormanhallinta .....	23
5.4	Autopaikkojen haltija .....	25
5.4.1	Taloyhtiön hallinnoimat autopaikat .....	25
5.4.2	Osakkaiden hallinnoimat autopaikat.....	26
5.5	Laskutusjärjestely.....	27
<b>6</b>	<b>Latausjärjestelmille myönnettävä tuki .....</b>	<b>28</b>
6.1	ARA-tuki asuinrakennuksille.....	28
6.2	ARA-tuki yrityksille .....	29
<b>7</b>	<b>Latauskartoituksen toteutus .....</b>	<b>30</b>
7.1	Esitiedot latauskartoitukselle.....	31

7.1.1	Asiakkaan tarpeet .....	31
7.1.2	Mitattu tuntiteho.....	32
7.1.3	Kiinteistön huippuvirta .....	33
7.1.4	Sähköliittymän tiedot .....	34
7.1.5	Sähköpiirustukset .....	35
7.2	Tarjouslaskentaa varten kerättävät tiedot.....	35
7.2.1	Latausjärjestelmän kaapelointi.....	35
7.2.2	Maanrakennustyöt .....	36
7.3	Latauskartoitus kohteessa.....	37
7.3.1	Työturvallisuus latauskartoituksella .....	38
7.4	Tietojen jatkoselvitys.....	39
<b>8</b>	<b>Latausratkaisujen laatiminen .....</b>	<b>39</b>
8.1	Keskusmuutokset .....	40
8.2	Nykyisen sähköjärjestelmän hyödyntäminen .....	40
8.3	Latausjärjestelmä kuormanhallinnan avulla .....	41
8.4	Liittymisoikeuden ja pääsulakekoon kasvattaminen .....	42
8.5	Uusi sähköliittymä latausjärjestelmää varten.....	42
8.6	Raportointi .....	43
<b>9</b>	<b>Tarjouslaskenta .....</b>	<b>43</b>
9.1	Kustannusten määrittely .....	44
9.2	Tarjouslaskentaohjelmat.....	45
9.2.1	Tarjouslaskenta käsin tai Excel-ohjelmistolla .....	46
<b>10</b>	<b>Latausjärjestelmän tarjouslaskenta.....</b>	<b>46</b>
10.1	Tarjouslaskennan tiedot.....	47
10.1.1	Latausjärjestelmän laitteet .....	47
10.1.2	Keskukset .....	47
10.1.3	Sähköliittymä .....	48
10.1.4	Työmäärän hinnoittelu .....	48
10.1.5	Erilliskustannukset .....	49
10.2	Tarjouksen laatiminen.....	49
<b>11</b>	<b>Esimerkkikohteen kartoitus ja tarjouksen kokoaminen .....</b>	<b>50</b>
11.1	Kohteen esitiedot .....	50
11.2	Esimerkkikohteen latauskartoitus.....	51
11.3	Ratkaisuvaihtoehdot esimerkkikohteelle.....	52
11.4	Esimerkkitarjouksen kokoaminen .....	53

<b>12</b>	<b>Prosessin parannusehdotuksia</b> .....	<b>54</b>
12.1	Laskentaohjelmat tarjouslaskennan tueksi.....	54
12.1.1	CADMATIC Electrical .....	55
12.1.2	Broker Estimate tarjouksen laatimiseen .....	56
<b>13</b>	<b>Pohdinta</b> .....	<b>56</b>
13.1	Jatkotutkimusidea .....	58
	<b>Lähteet</b> .....	<b>59</b>

## Kuviot

Kuvio 1.	Huonokuntoinen kotitalouspistorasia.....	10
Kuvio 2.	Lataustavalle 2 tarkoitettu latausjohto laitteineen .....	12
Kuvio 3.	Super-schukopistorasia .....	12
Kuvio 4.	Sähköautojen latausjärjestelmiin kohdistuva standardisointi.....	15
Kuvio 5.	Esimerkki tavallisesta kuormanhallinnasta .....	23
Kuvio 6.	Dynaaminen kuormanhallinta, ladattavat autot eivät ylitä 100 ampeerin virtarajaa. .	24
Kuvio 7.	Dynaaminen kuormanhallinta, latauslaitteet automaattisesti rajoittavat latausvirtaa 100 ampeerin raja-arvon mukaisesti huomioiden ladattavien autojen lukumäärän.....	25
Kuvio 8.	Latauspisteet taloyhtiössä .....	26
Kuvio 9.	Osakkaan hallinnoimat autopaikat .....	27

## Taulukot

Taulukko 1.	Sähköajoneuvojen tehot ja latausajat eri lataustavoilla .....	11
Taulukko 2.	Sähköajoneuvojen latauspiste vaatimukset asuinrakennuksissa (Saneeraus ja uudiskohteet). .....	16
Taulukko 3.	Sähköajoneuvojen latauspiste vaatimukset muissa kuin asuinrakennuksissa (Saneeraus ja uudiskohteet). .....	17
Taulukko 4.	Autolämmitysjärjestelmän kaapelointiryhmät .....	51
Taulukko 5.	Vaadittu vaihevirta, kun toteutaan latausjärjestelmä vähimmäismitoituksen mukaan (2 kW / latauspiste) .....	53
Taulukko 6.	Esimerkkitarjous .....	54

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat

Sähköajoneuvojen määrä on jatkuvassa kasvussa maailmalla sekä meillä Suomessa. Nousevaan suosioon vaikuttaa useampikin asia, mutta yksi keskeisimmistä asioista on tarve vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä sekä autoilusta aiheutuvia päästöjä. Opinnäytetyön aiheeksi valittiin sähköautojen latausjärjestelmien kartoitus- ja tarjouslaskentaprosessi, koska toimeksiantaja Voimatel Oy kaipasi prosessinkulusta selvää ohjeistusta sekä ratkaisua, jolla helpottaa ja selkeyttää nykyistä prosessia. Aihe on erittäin ajankohtainen, koska kasvava sähköajoneuvokanta luo tarpeen latauskartoituksille, jonka pohjalta suunnitellaan ja rakennetaan uusia latauspisteitä kiinteistöihin.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Voimatel Oy, joka on noin 1000 ammattilaista työllistävä suomalaisomisteinen yhtiö. Voimatelin palveluihin kuuluu sähkö- ja tietoverkkojen suunnittelu, rakennus, ylläpito sekä operointi valtakunnallisesti. Voimatel tarjoaa myös energiapalveluita, kuten aurinkosähköjärjestelmien toteutusta, energian käytön palveluita sekä esimerkiksi sähköisen liikenteen palvelut, johon myös tämä opinnäytetyö pohjautuu. Voimatel tarjoaa sähköisen liikenteen palveluita kaikenkokoisiin tarpeisiin, palveluihin kuuluu latausjärjestelmien kartoitus, suunnittelu, toteutus ja ylläpito. (Palvelut n.d.)

Sähköistä liikennettä ja latausjärjestelmien suunnittelua sekä toteutusta käsitteleviä opinnäytetöitä on tehty useita. Myös Voimatelille on vuonna 2020 toteutettu opinnäytetyö liittyen sähköautojen latausmahdollisuuksiin liike- ja taloyhtiökiinteistöissä, tämä työ käsittelee enemmän sähköautoilua yleisesti sekä latausjärjestelmähanketta kokonaisuudessaan. Mutta opinnäytetöitä, joissa perehdytään tarkemmin hankkeen kartoitusprosessiin ja sen pohjalta tehtävään kustannus- tai tarjouslaskentaan on tehty reilusti vähemmän. Tässä opinnäytetyössä ei tulla lainkaan käsittelemään julkisia latauspisteitä tai niiden toteutusta, vaan keskitytään taloyhtiökiinteistöjen prosessiin, joiden ratkaisut soveltuvat laajalti myös yrityskiinteistöille.

## 1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on käsitellä kartoitus- ja tarjouslaskentaprosessia kattavasti ja nostaa esille prosessin aikana huomioitava asioita. Opinnäytetyön aikana syntyvien parannusehdotusten

avulla pyritään selkeyttämään kartoittajan ja tarjouslaskijan välistä yhteistyötä ja parantamaan koko prosessin aikana tehtävää dokumentointia. Opinnäytetyön avulla voidaan saavuttaa kustannustehokkaampi ja laadukkaampi prosessi, joka varmistaa Voimatelin kilpailukyvyyn myös jatkossa. Työssä painotetaan asioita, jotka Voimatelin tämänhetkisessä prosessissa nähdään puutteellisena, kuten asiakkaan lataustarpeiden selvittäminen ja latausjärjestelmän mitoittaminen niiden mukaisesti. Tämän lisäksi painotetaan myös tarjouslaskentaa varten tarvittavia tietoja ja mitä jo kartoituksen aikana tulisi huomioida.

Opinnäytetyö toteutetaan tutkimusmenetelmältään kehittämistutkimuksena. Kehittämistutkimuksen kohteena voi olla esimerkiksi prosessi, toiminto, asiantila, tuote tai lähes mikä tahansa, johon on mahdollista vaikuttaa. Kehittämistutkimuksen tavoitteena olisi saada kehitettävä kohde, kuten prosessi, toimimaan paremmin. Aiheen rajaaminen on oleellinen asia kehittämistutkimuksessa, jotta kehittämiskohde ei laajene liian suureksi. (Kananen 2012, 13.) Opinnäytetyön etenemistä ja ideointia tuetaan erilaisten kokousten avulla, joita järjestetään toimeksiantajan henkilökunnan, opinnäytetyön ohjaajan sekä lisäksi ulkopuolisten asiantuntijoiden kanssa.

## 2 Sähköautoilu yleisesti

Sähköajoneuvoja näkee liikenteessä nykyään yhä enemmän. Määrän uskotaan nousevan Suomessa jopa yli miljoonaan vielä 2020-luvulla. Koko ajan yhä useampi suomalainen haluaa olla mukana vähentämässä ilmastonmuutoksen aiheuttamia haittoja ja valita vastuullisemman kulkuneuvon. (Sähköauton lataus n.d.) Suomessa sähköautot ovat kiistattomasti ympäristöystävällinen hankinta, koska Suomessa sähkö tuotetaan pääosin vähäpäästöisillä tavoilla, kuten esimerkiksi vesi-, tuuli- ja ydinvoimalla. Huolta ihmisissä herättää sähköenergian riittävyys ja sähkönjakelun kuormittuminen liikenteen sähköistyessä, mutta Suomen sähkönjakeluinfrastruktuuri kestäisi tälläkin hetkellä helposti ainakin miljoona sähköautoa. (ST-käsikirja 41 2019, 16.)

Sähköauto on yleisesti hankintakustannuksiltaan vielä kalliimpi vaihtoehto polttomoottoriautoon nähden, mutta säästö syntyykin sähköauton käyttökuluissa. Sähköautolla energiakulut ovat tyypillisesti noin 3 € / 100 km, kun esimerkiksi dieselauton energiakulut voivat olla yli 10 € / 100 km. Sähköauton keskimääräinen energiankulutus on noin 20 kWh / 100 km, mutta kulutus on hyvin vaihtelevaa esimerkiksi olosuhteista ja ulkoilman lämpötilasta johtuen. Sähköautojen akkukapasiteetit vaihtelevat kohtuullisen yleisesti käytettävistä 20–30 kWh akuista jopa 75–95 kWh akkuihin.



Sähköautojen toimintasäteet vaihtelevat siis noin 150 kilometristä jopa yli 500 kilometriin. (Sähköautot 2021.)

Lähiuosina, kun ladattavien sähköajoneuvojen määrä moninkertaistuu, niin samalla myös latausmahdollisuuksien tarve kasvaa koko ajan. Latausasemia kaivataan erityisesti nyt myös taloyhtiöihin, koska sähköajoneuvojen lataus suoritetaan pääosin kotona. Nykyään taloyhtiöitä, joissa on latausmahdollisuus, voidaan pitää kiinnostavampana kuin vastaavaa, jossa ei ole mahdollisuutta lataukselle. Latausmahdollisuus nostaa välittömästi asunnon asemaa ja arvoa asuntomarkkinoilla. (Tehokas, tasapuolinen ja turvallinen sähköautojen latausratkaisu taloyhtiöille 2021, 3.)

### **3 Sähköautojen lataus**

Sähköautojen lataus tapahtuu pääosin kotoa käsin, joko latauslaitteen tai perinteisen sukopistorasian turvin. Sähköautoista noin 80 prosenttia ladataan kotona ja tämä lataus tapahtuu pääasiassa öisin. Loput noin 20 prosenttia latauksista suoritetaan julkisilla latauslaitteilla esimerkiksi ruoka-kauppojen yhteydessä. (Sähköauton lataus n.d.)

Julkisia latauspisteitä rakennetaan nyt enemmän kuin koskaan. Vuoden 2020 lopussa Suomessa oli noin 4800 julkista latauspistettä. Vaikkakaan ladattavia sähköajoneuvoja varten ei ikinä tulla rakentamaan samanlaista verkostoa kuin polttoaineen jakelua varten, niin tulevaisuudessa latausmahdollisuuksia tulee silti olemaan laajalti tarjolla. Suurin syy latausverkoston laajuudelle on yksinkertaisesti se, että suurin osa lataustarpeesta saadaan hoidettua yöaikaan kotona, kun auto on parkissa. Julkisten latauspisteiden tarkoitus onkin pääasiassa vain pidentää sähköajoneuvon kantamaa. (Sähköauton lataus n.d.)

Jo ennen sähköauton hankkimista olisi suositeltavaa varmistaa, että miten lataaminen tullaan toteuttamaan, sekä kuinka hankittavan auton lataaminen tapahtuu käytännössä. Sähköautoille on olemassa useita eri lataustapoja, jotka riippuvat esimerkiksi lataustehosta, jolla ajoneuvoa voidaan ladata.

### 3.1 Lataustavat

Lataustavat on jaettu luokittain riippuen käyttökohteesta, lataustehosta sekä latauspistokkeen tyy-  
pistä lataustavoiksi 1–4. Ensisijaiseksi lataustavaksi Suomessa suositellaan lataustapoja 3 ja 4. Säh-  
köautojen latauksessa käytetyt lataustavat määritellään standardissa EN 61851-1.

Perinteisistä kotitalouspistorasioista ei tulisi ladata sähköautoa säännöllisesti, koska nämä pistora-  
siat ovat tyyppillisesti suunniteltu kestämään 8 A eli noin 1,8 kW jatkuvaa kuormitusta. Etenkään  
huonokuntoisia pistorasioita ei tulisi ikinä käyttää sähköauton lataamiseen, koska pistorasia voi  
kuumentua ja pahimmassa tapauksessa jopa syttyä palamaan. (Lataa sähköautosi turvallisesti  
2019.)



Kuvio 1. Huonokuntoinen kotitalouspistorasia (ST-käsikirja 41 2019, 32.)

Lataustapa	Lataustapa 2 Hidas lataus	Lataustapa 3 Peruslataus	Lataustapa 3 Peruslataus	Lataustapa 3 Peruslataus	Lataustapa 4 Teholataus
<b>Teho ja virta</b>	1,8 kW / 8 A	3,7 kW / 16 A	11 kW / 3 x 16 A	22 kW / 3 x 32 A	+50 kW DC
<b>Latausaika (100 km)</b>	20 kWh / 1,8 kW = 11 h	20 kWh / 3,7 kW = 5,5 h	20 kWh / 11 kW = 2 h	20 kWh / 22 kW = 1 h	20 kWh / 50 kW = 25 min
<b>Käyttötar- koitus</b>	Tilapäiseen lataukseen yksityisissä kiinteistöissä.	Sähköautojen virallinen lataustapa julkisissa ja yksityisissä kiinteistöissä.	Sähköautojen virallinen lataustapa julkisissa ja yksityisissä kiinteistöissä.	Sähköautojen virallinen lataustapa julkisissa kiinteistöissä.	Sähköautojen virallinen lataustapa julkisissa kiinteistöissä.

Taulukko 1. Sähköajoneuvojen tehot ja latausajat eri lataustavoilla

### 3.1.1 Lataustapa 1

Lataustapaa 1 on tarkoitettu käytettäväksi lataamaan pienitehoisia sähköajoneuvoja, kuten sähköpolkupyöriä, -skoottereita, yms. Lataus yleisesti tapahtuu yksivaiheisesti normaalista 230 V:n sukopistorasiasta, mutta tämä lataustapa ei sovellu jatkuvaan kuormitukseen. Pistorasian täytyy olla maadoitettu sekä yleiskunnoltaan hyvä. (Sähköajoneuvojen lataussuositus 2021, 1.)

### 3.1.2 Lataustapa 2

Lataustavassa 2 eli hidaslatauksessa sähköauto liitetään vaihtosähköverkkoon, syöttö tapahtuu korkeintaan 32 A ja 250 V yksivaiheisesta tai 480 V kolmivaiheisesta standardisoidusta pistorasiasta. Pistorasiana käytetään yleensä normaalia Schuko-kotitalouspistorasiaa tai kolmivaihepistorasiaa. Käytettäessä lataukseen normaalia kotitalouspistorasiaa, pistokkeena käytetään lataustavalle 2 tarkoitettua tilapäislatauskaapelia, joka esitetään kuviossa 2. Latauskaapelissa on integroituna latausvirranrajoitin, joka rajoittaa virran automaattisesti 8 A, mutta joidenkin latureiden latausvirta on säädettävissä esimerkiksi 6–16 A välille. Yleensä tällaisen latauskaapelin saa ladattavan sähköajoneuvon mukana. (Sähköajoneuvojen lataussuositus 2021, 2.)



Kuvio 2. Lataustavalle 2 tarkoitettu latausjohto laitteineen (ST-käsikirja 41 2019, 31.)

Normaalin kotitalouspistorasian tilalle on myös olemassa standardoimattomia Superschuko-pistorasioita, jotka mahdollistavat jatkuvan 16 A kuormituksen. Suunniteltaessa tällaista vaihtoehtoa on varmistettava, että verkon suojaus ja kaapelointi soveltuu 16 A jatkuvalla kuormitukselle. (ST-käsikirja 41 2019, 33.) Tukes (n.d) mainitsee, että 16 A jatkuvaan lataamiseen käytettyjä pistorasioita ei saisi ketjuttaa ollenkaan, vaan niiden tulisi olla kokonaan omana ryhmänä (Sähköauton akku ja lataaminen n.d).



Kuvio 3. Super-schukopistorasia (Pinta-asennettava latauspistorasia n.d.)

### 3.1.3 Lataustapa 3

Lataustapa 3 eli peruslataus on erikseen suunniteltu ja suositeltu lataustapa sähköajoneuvoille. Sähköajoneuvon sisältämää laturia syötetään vaihtosähköverkosta käyttäen erityistä sähköajoneuvon latausjärjestelmää. Latauslaite sisältää ohjaustoiminnot, joiden avulla onnistuu tehon ohjaus sekä turvallinen kytkeytyminen ajoneuvoon. Latausvirta on 6 A – 63 A, joka tarkoittaa 1,4 kW – 43 kW lataustehoa. (ST 51.90 2021, 4.)

### 3.1.4 Lataustapa 4

Teholataus eli lataustapa 4 on nopein sähköajoneuvon lataustapa. Tässä tavassa ulkopuolinen tasasähkölaturi syöttää sähköajoneuvon akustoon suoraan tasasähköä erittäin suurella virralla. Sähköajoneuvon oma sisäinen laturi ohitetaan kokonaan ja kuormituksen ohjaus sekä oikea kytkeytyminen varmistetaan latausjärjestelmän tiedonsiirtoväylän avuin. Syötetty tasavirta nousee satoihin ampeereihin ja lataustehot voivat olla 22 kW:sta jopa yli 350 kW:iin. (Sähköajoneuvojen lataussuositus 2021, 2.)

## 3.2 Latauslaitteet

Standardissa SFS-EN 61851 on annettu latauslaitteen vähimmäisvirraksi 6 A, vaikka tämä ei vielä takaa kaikkien autojen latauksen toimivuutta. Riippuen automallista, ei lataus välttämättä käynnisty vielä 6 A latausvirralla, vaan raja-arvona voi olla esimerkiksi 8 A. Tästä syystä älykkäällä kuormanhallinnalla varustetussa järjestelmässä latauslaitteille vähimmäistehoksi on asetettu 2 kW / latauspiste, eli noin 8,7 A. Jos latausjärjestelmää ei ole toteutettu kuormanhallinnan avuin, niin täytyy mitoitus tehdä vähintään 3,7 kW / latauspiste, jolla voidaan kattaa myös mahdolliset häviöt. (ST 51.90 2021, 7.) Sähköajoneuvojen lataussuosituksessa (2021, 3) mainitaan, että latauspisteet, joista syötetään sähköajoneuvoja vaihtosähköllä, täytyy suojata mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojilla.

SFS 6000-7-722 standardin mukaan TN-järjestelmissä kaapeloinnin täytyy olla TN-S-järjestelmän mukainen sekä syöttö täytyy toteuttaa omalla virtapiirillä, johon tarvittaessa saadaan lisättyä myös ajoneuvon lämmitys. Sähköajoneuvojen latauspisteet täytyy suorittaa TN-S-järjestelmän mukaisesti, koska PEN-johtimia ei sallita latauslaitteissa käytettävien hakkuriteholähteiden tuottamien harmonisten yliaaltojen takia, jotka kuormittavat nollajohdinta. (ST 51.90 2021, 4.)

## 4 Latausjärjestelmien standardit, lainsäädäntö ja ohjeet

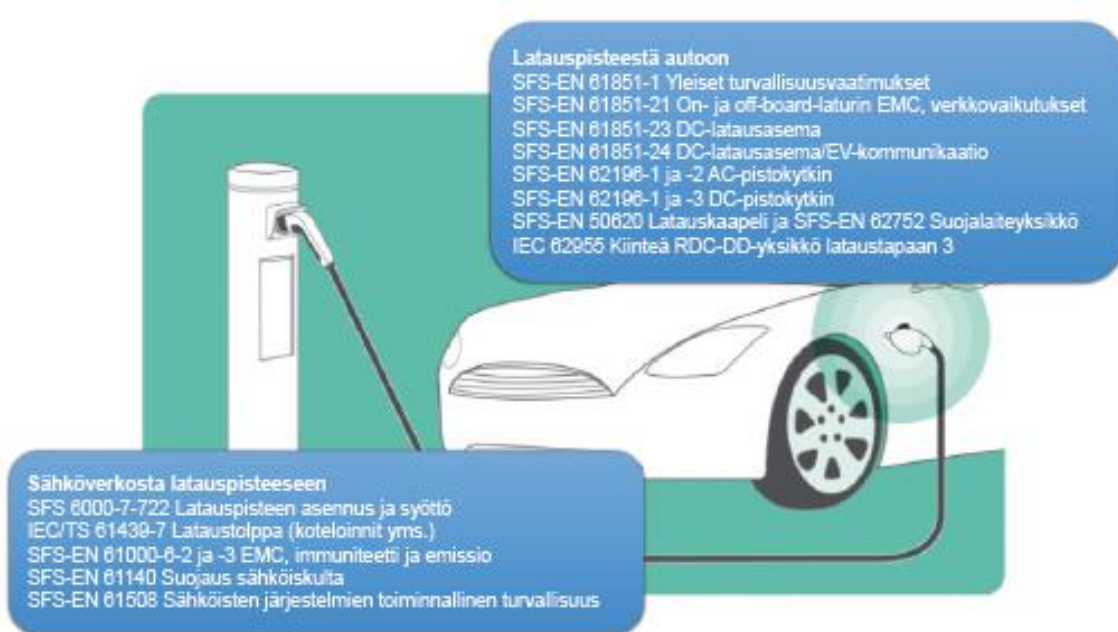
Suunniteltaessa ja asentaessa latauspisteitä sähköajoneuvoja varten on noudatettava niille laadittuja vaatimuksia, määräyksiä ja ohjeita, joita on käsitelty SFS-standardeissa ja esimerkiksi ST-korteissa. Näiden ohjeiden noudattaminen varmistaa, että latausjärjestelmä on toteutettu oikein ja turvallisesti. Tämän lisäksi lainsäädännön avulla pyritään kasvattamaan Suomen sähköajoneuvokantaa ja lisäämään latausmahdollisuuksia. Seuraavaksi esitetään ST-kortissa 51.90 (2021, 1) mainitut standardit, määräykset ja ohjeet latausjärjestelmiin liittyen:

- Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä 733/2020
- SFS 6000 -standardisarja ja erityisesti osat:
  - o SFS 6000-4-4. Suojaus sähköiskulta
  - o SFS 6000-7-722. Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset, sähköajoneuvojen syöttö
  - o SFS 6000-8-813. Täydentävät vaatimukset. Pistokytkimien valinta ja asentaminen
- SFS-EN 61439 -standardisarja. Pienjännitekeskukset
- SFS-EN 61851 -standardisarja. Electric vehicle conductive charging system
- SFS-EN 62196 -standardisarja. Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets
- Conductive charging of electric vehicles
- Open Charge Point Protocol. OCPP
- SESKO lataussuositus SK69
- ST-käsikirja 41, Sähköautot ja latausjärjestelmät
- ST 51.91 Sähköajoneuvojen latausjärjestelmän käyttöönottotarkastuspöytäkirja

(ST 51.90 2021, 1.)

### 4.1 Standardit

SFS 6000 -standardisarjaa veloitetaan noudattamaan kaikissa pienjännitesähköasennuksissa yleisesti, erityisesti sähköautojen latausjärjestelmiä käsittelee osa SFS 6000-7-722. SFS 6000-7-722 – standardissa esitetään erityisvaatimukset sähköajoneuvojen lataukseen tarkoitetuille asennuksille. (ST-käsikirja 41 2019, 39.) SESKO ry:n luomassa standardissa esitetään vaatimuksia muun muassa sähköverkoille ja niiden suunnittelulle, sähköajoneuvojen syötön suojauslaitteille, ulkoisille uhille, pistokkeille sekä latausasemille. Muita sähköajoneuvojen latausjärjestelmiin liittyviä standardeja esitetään seuraavassa kuviossa.



Kuvio 4. Sähköautojen latausjärjestelmiin kohdistuva standardisointi (ST-käsikirja 41 2019, 39.)

## 4.2 Lainsäädäntö

Eduskunta hyväksyi uuden lain ”Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latausvalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä”, jota alettiin noudattamaan maaliskuusta 2021 alkaen. Lain avulla pyritään nostamaan Suomen sähköajoneuvokantaa lisäämällä latausmahdollisuuksia ja sen myötä antaa yhä useammalle mahdollisuus vaihtaa fossiilisilla polttoaineilla kulkeva auto sähköajoneuvoon. Arvioiden mukaan tämän uudistuksen avuin syntyisi vuoteen 2030 mennessä noin 73 000–97 000 uutta latauspistettä ja 560 000–620 000 latauspistevalmiutta. (Mia Virolainen 2021.)

Tässä laissa määritellään sähköajoneuvojen latauspisteiden määrää ja asennusvalmiutta asuinrakennuksissa sekä muissa kuin asuinrakennuksissa. Lakia sovelletaan kuitenkin vain sellaisiin kohteisiin, joissa käytetään energiaa sisäilmaston ylläpitoon ja kohteisiin, joihin on haettava rakennuslain 125 §:n mukainen rakennuslupa. (EV 108/2020 vp – HE 23/2020 vp.) Tässä luvussa kerrotaan, mitä laki tulee tarkoittamaan rakennusten ja kiinteistöjen omistajille.

Esiintyvät käsitteet on määritelty laissa seuraavasti:

- 1) *Latauspistevalmiudella putkitusta tai muita johtoteitä, joihin voidaan myöhemmin asentaa tarvittava kaapelointi sähköajoneuvojen latauspisteitä varten, sekä kaapelointia sähköajoneuvojen latauspisteitä varten;*
- 2) *asuinrakennuksella asumiskäyttöön tarkoitettua rakennusta, jonka kerrosalasta vähintään puolet on asumiskäytössä;*
- 3) *laajamittaisella korjauksella korjausta, jossa rakennuksen vaippaan tai rakennuksen teknisiin järjestelmiin liittyvien korjausten jälleenrakentamiskustannuksiin perustuvat kokonaiskustannukset ovat yli 25 prosenttia rakennuksen arvosta, rakennusmaan arvo pois lukien*

(EV 108/2020 vp – HE 23/2020 vp.)

#### 4.2.1 Laki latauspisteistä asuinrakennuksissa

Laissa veloitetaan rakennushankkeeseen ryhtyvää huolehtimaan siitä, että taloyhtiön suunnitelmaan sekä asennetaan latauspistevalmius. Laissa asia määritellään näin: ”Sellaisen laajamittaisen korjauksen kohteena olevan asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.” (EV 108/2020 vp – HE 23/2020 vp.)

Taulukko 2. Sähköajoneuvojen latauspiste vaatimukset asuinrakennuksissa (Saneeraus ja uudiskohteet).

Rakennuksen tyyppi	Pysäköintipaikkoja	Vaadittu latauspistevalmius	Vaaditut latauspisteet
Asuinrakennus	Alle 4 kpl	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia
Asuinrakennus	Yli 4 kpl	Kaikki pysäköintipaikat	Ei vaatimuksia
Asuinrakennuksen pysäköintitalo	1 kpl tai useampi	Kaikki pysäköintipaikat	Ei vaatimuksia

Taulukosta 2 voidaan tarkastella latausvalmiuksille asetettuja vaatimuksia asuinrakennuksissa. Latauspisteiden asentamiselle ei ole asetettu lainkaan vaatimuksia, vaan asennuksen päättää aina taloyhtiön, rakennuksen tai pysäköintipaikkojen omistaja. Taulukosta selviää, että neljän tai alle



neljän pysäköintipaikan asuinrakennuksilta ei vaadita latausvalmiutta sähköajoneuvoille. Asuinrakennuksissa, joissa on viisi tai useampi pysäköintipaikkaa, on vaatimukseksi asetettu latausvalmius jokaiselle pysäköintipaikalle. Jos asuinrakennuksen pysäköinti järjestetään pysäköintitalossa, niin jokaiselle pysäköintipaikalle on asennettava latauspistevalmius.

#### 4.2.2 Laki latauspisteistä muissa kuin asuinrakennuksissa

Laki asettaa vaatimuksia myös ei-asuinkäytössä oleville rakennuksille, kuten kouluille, sairaaloille ja muille julkisille rakennuksille. Latauspisteiden ja latauspistevalmiuksien asennusvaatimukset koskevat rakennuksia, joissa on enemmän kuin 10 pysäköintipaikkaa. Seuraavassa taulukossa on koottu asetetut vähimmäisvaatimukset pysäköintipaikkojen määrän mukaan. (EV 108/2020 vp – HE 23/2020 vp.)

Taulukko 3. Sähköajoneuvojen latauspiste vaatimukset muissa kuin asuinrakennuksissa (Saneeraus ja uudiskohteet).

Muut kuin asuinrakennukset (Saneeraus- ja uudiskohteet)		
Pysäköintipaikoja	Vaadittu latauspistevalmius	Vaaditut latauspisteet
1–10	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia
11–30	Vähintään 50 %:iin pysäköintipaikoista	Yksi suuritehoinen latauspiste (yli 22 kW) TAI vähintään yksi normaalitehoinen latauspiste (3,7–22 kW)
31–50	Vähintään 15 kpl pysäköintipaikkaan	Yksi suuritehoinen latauspiste (yli 22 kW) TAI vähintään kaksi normaalitehoista latauspistettä (3,7–22 kW)
51–100	Vähintään 20 % pysäköintipaikoista. Kuitenkin vähintään 15 kpl pysäköintipaikoista	Yksi suuritehoinen latauspiste (yli 22 kW) TAI vähintään kaksi normaalitehoista latauspistettä (3,7–22 kW)
Yli 100	Vähintään 20 % pysäköintipaikoista	Yksi suuritehoinen latauspiste (yli 22 kW) TAI vähintään kolme normaalitehoista latauspistettä (3,7–22 kW)

Laissa asetettiin myös vaatimuksia olemassa oleville rakennuksille ja niiden varustamiselle sähköajoneuvojen latauspisteillä. Yli 20 pysäköintipaikan muussa rakennuksessa kuin asuinrakennuksessa täytyy olla vähintään yksi asennettu latauspiste vuoden 2024 loppuun mennessä. Rakennuksen omistaja on velvollinen huolehtimaan latauspisteen asentamisesta. (EV 108/2020 vp – HE 23/2020 vp.)

Poikkeuksena lakiin on asetettu, että latauspisteiden eikä latausvalmiuden asennus ei koske mikroyritysten omistuksessa tai käytössä oleviin rakennuksiin. Mikroyritykseksi määritellään sellainen yritys, jonka palveluksessa on alle 10 työntekijää ja jonka liikevaihto tai taseen loppusumma on enintään 2 miljoonaa euroa. (EV 108/2020 vp – HE 23/2020 vp.)

### **4.3 Sähkötietokortisto**

Sähkötietokortisto eli ST-kortisto on sähkö-, tele-, turva- ja automaatioalan käyttämä monipuolinen ammattitietolähde, joka käsittelee sähköisten järjestelmien suunnittelua ja toteutusta. ST-kortisto koostuu ST-korteista, -käsikirjoista, -ohjeistoista, -esimerkeistä ja -raporteista. ST-kortisto edistää hyvää suunnittelu- ja toteutustapaa sekä yhtenäistää tiedonvaihtoa eri sähköistyshankkeiden osapuolten välillä. (ST-julkaisut n.d.) Tietokansioista löytää säädöstiedot ryhmiteltyinä ja käytännön merkitystä on avattu selkokielellä. Kansioihin on koottu määräystulkintoja sekä viranomaisten ja organisaatioiden tiedotteita. (ST-kortisto n.d.) Sähköautoja ja niiden lataamista, latauspisteiden toteutusta ja latausjärjestelmiä yleisesti käsitellään ST-korteissa ST 51.90 sekä ST-käsikirjassa 41.

#### **4.3.1 ST-kortti 51.90 - Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus**

ST-kortti 51.90 käsittelee sähköauton lataamiseen käytettyjä järjestelmiä. Keskeisimpinä asioina ovat sähköautojen ominaisuudet, eri lataustavat ja latausjärjestelmien toteutus. Koottu myös lataukseen liittyvät lait, standardit, asetukset, määräykset sekä päivitetty ohjeistukset. Kortissa on lisäksi useampia esimerkkejä latausjärjestelmän mitoituksesta erilaisiin kiinteistöihin. (ST 51.90 2021, 1.)

### 4.3.2 ST-käsikirja 41 - Sähköautot ja latausjärjestelmät

ST-käsikirjan 41 avulla pyritään selkeyttämään latausjärjestelmien suunnittelua ja toteutusta, koska erilaisia toteutusmahdollisuuksia on paljon ja huomioon on otettava useita eri tekijöitä.

Tässä käsikirjassa vastataan muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Millaisia sähköautoja on olemassa ja miten niiden lataus toimii?
- Mitä teknisiä vaatimuksia latausjärjestelmillä on?
- Millaisia erilaisia latausjärjestelmiä on ja miten ne eroavat?
- Kuinka saadaan selville kohteeseen soveltuva latausjärjestelmä?
- Mitä erityistä latausjärjestelmien sähköasennuksissa täytyy ottaa huomioon?

(ST-käsikirja 41 2019, 3.)

## 5 Latausjärjestelmän toteutus

Suunniteltaessa latausjärjestelmää on tärkeää huomioida kohteen tyyppi ja arvioida esimerkiksi sitä, että kuinka kauan lataustapahtumat tulevat keskimäärin kestämään ja paljonko energiaa keskimäärin ladataan (ST 51.90 2021, 7). Latausjärjestelmän käyttäjien lataustarvetta tulisi kartoittaa järjestelmän hankintavaiheessa muun muassa eri kysymyksien avulla. Oikean ratkaisun löytämiseen voidaan hyödyntää myös erilaisia oppaita tai asiantuntijoiden haastatteluita.

### 5.1 Latauksen energiamäärä

Latauslaitteita on saatavilla useampaan erilaiseen tarpeeseen. Toiset tarvitsevat tehokkaampia laitteita, kun taas toiset pärjäävät loistavasti pienempi tehoisilla latauslaitteilla. Laitteiden lataus-tehot taloyhtiö- ja yritys kiinteistöissä ovat yleensä 3,7 kW – 11 kW välillä. Yritys kiinteistöissä voi toisinaan löytyä tarvetta vielä nopeammallekin lataukselle, kuten 22 kW latauslaitteille. (Sähköautojen latauslaitteet yleisesti 2019.) Latauksen energiamäärä (E) voidaan selvittää kertomalla latauslaitteen teho (P) latausajalla (t).

$$E = P * t$$

Keskimääräinen ajomatka suomalaisella autoilijalla on vuodessa runsaat 16 800 kilometriä. Tämä tarkoittaa, että Suomessa sähköautoilija ajaisi päivässä keskimäärin noin 47 kilometriä (Sähköauton kulutus – Kuinka paljon energiaa sähköauto käyttää vuodessa? 2019). Koska sähköauton keskimääräinen energiankulutus on noin 0,2 kWh/km, niin tyypillisen suomalaisen päivittäiset ajot voitaisiin kattaa 9,4 kWh energiamäärällä. Tämä energiatarve voitaisiin ladata esimerkiksi 3,6 kW latausteholla noin 2 tunnissa ja 36 minuutissa. Jos sähköautossa on esimerkiksi 77 kWh akku, niin tarkoittaisi se, että auton kantama on noin 385 kilometriä keskimääräisellä kulutuksella. Tämä 77 kWh akku latautuisi tyhjästä täyteen 3,6 kW latausteholla reilussa 21 tunnissa, mutta esimerkiksi 11 kW latausteholla latausaika olisi noin 7 tuntia.

## 5.2 Tehontarve

Latausjärjestelmää mitoittaessa kohteeseen, jossa kuormanhallintaa ei ole käytössä, täytyy laskelmissa käyttää tasauskerrointa 1. Jos kuormanhallintaa käytetään, tasauskerroin voi olla pienempi. Tasauskertoimen laskentaan ei ole ainakaan vielä annettu vakiintunutta tapaa ja laskelmat sekä tasauskertoimet täytyy aina määrittää tapauskohtaisesti. (ST 51.90 2021, 7.) Laskelmia tehdessä voidaan pohtia muun muassa seuraavia tietoja:

- Latauslaitteiden tyyppi
- Latauslaitteiden lukumäärä
- Käyttöpaikka ja käyttäjäprofiili
  - Keskimääräinen latausaika
  - Keskimääräinen latausenergia
- Liittymän muu kuorma
- Rajoittavat tekijät
  - Liittymän pääsulakkeiden koko
  - Pää- ja ryhmäkeskusten sulakkeet ja nimellisvirrat
  - Latauslaitteiden minimilatausvirta
    - IEC 61851 standardin mukaan 6 ampeeria per latauslaite

(ST 51.90, 2021, 7.)

Latausjärjestelmän teho saadaan arvioitua seuraavalla kaavalla:

$$P_{lataus} = \frac{S_{toimintasäde} * n_{autot} * 0,20 \frac{kWh}{km}}{t_{latausaika}}$$

$P_{lataus}$  = Latausjärjestelmän kokonaisteho

$S_{toimintasäde}$  = Toivottu toimintasäde, joka saadaan latauksen aikana (km)

$0,20 \frac{kWh}{km}$  = Sähköajoneuvojen yleinen keskikulutus

$t_{latausaika}$  = Aika, jolla sähköajoneuvoa ladataan keskimäärin per latauskerta (h)

$n_{autot}$  = Autojen lukumäärä, jotka käyttävät kyseistä latausjärjestelmää

(ST 51.90 2021, 7.)

Tämän menetelmän käyttäminen vaatii, että latausjärjestelmässä käytetään älykästä latausta, jonka avulla voidaan valvoa syöttökaapeleiden kuormituksia sekä tarvittaessa ohjata lataustehoja. Jos järjestelmää ei toteuteta älykkäillä laitteilla, täytyy latausjärjestelmän mitoituksessa huomioida yhteinen huipputeho. (ST 51.90 2021, 7.)

Älykkäillä latausjärjestelmillä on mahdollista toteuttaa myös ainoastaan yön aikana tapahtuvaa latausta. Varsinkin asuinkiinteistöjen kuormitukset yöaikaan ovat pääosin matalia, jolloin energiakapasiteettia olisi käytössä selvästi eniten. Tällaisessa toteutuksessa riskinä kuitenkin on, että lataustehoa ei välttämättä olisi riittävästi tarjolla vuorokauden ympäri, kun kiinteistön muut kulutukset ovat huipussaan. Tällä mitoistavalla saadaan toteutettua kustannustehokas järjestelmä, joka toimii hyvänä lähtökohtana laajemman latausjärjestelmän rakentamiseen. Latausjärjestelmän omistajan tulee hyväksyä tällainen menettely sekä käyttäjille täytyy tehdä hyvin selväksi latauksen toimintaperiaate. (ST-käsikirja 41 2019, 68.)

## 5.3 Kuormanhallinta

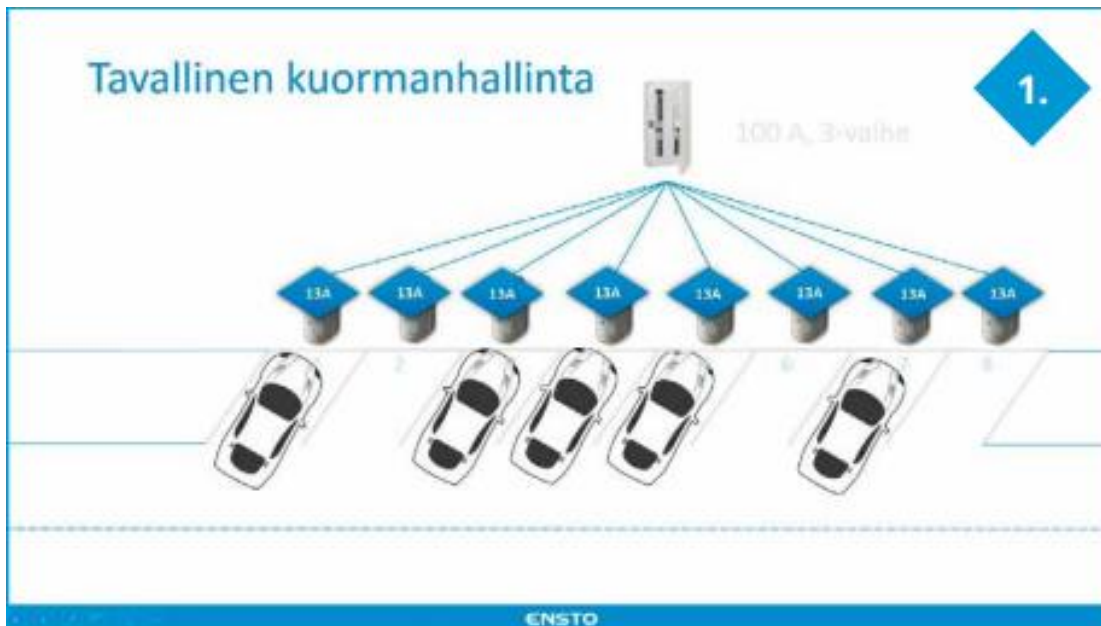
Sähköajoneuvojen kuormanhallinnalla tarkoitetaan latausjärjestelmää, jota ohjataan tietoliikenneyhteyden avuin ajoneuvon ja latauslaitteen välillä. Tietoliikenneyhteys on myös latauslaitteen sekä latauspalvelutuottajan välillä. Kuormanhallinta mahdollistaa reaaliaikaisen ohjauksen lataustapahtumaan katkaisematta latausta eli käytännössä tarjoaa palvelun, jolla laitetta voidaan seurata ja ohjata sekä rajata lataustapahtumaa. (Suunnittelijan opas – Sähköautojen latausjärjestelmät 2021, 6.) Perusperiaate on rajoittaa autojen latausvirtaa, jotta esimerkiksi liittymän ja keskuksen nimellisvirta ei ylittyisi, mutta mahdollistaisi silti täyden tehon latauksen, kun kiinteistön kapasiteetti sen sallii. Ohjauksen avulla voidaan siis välttää ylimitoitukset ja näin saavutetaan taloudellisempi järjestelmä. Kuormanhallinnan avuin on mahdollista toteuttaa latausjärjestelmä myös vanhaan sähköjärjestelmään kustannustehokkaasti. (Älykäs kuormanhallinta n.d.) Tästä syystä kuormanhallinta on hyvin olennainen osa latausjärjestelmää ja sen toimintaa.

ST-kortin 51.90 (2021, 5) mukaan kuormanhallintajärjestelmä kannattaa isommissa latausjärjestelmissä pitää kokonaan erillään muusta sähköjakelusta, koska tämä helpottaa muun muassa mittaroinin, kuormanhallinnan sekä käytön toteuttamista. Toteutus on vapaampaa pienemmissä kohteissa, eikä sijoittelulla ole silloin niin suurta merkitystä. (ST 51.90 2021, 5.)

Kuormanhallinta yleensä toteutetaan kahdella eri tapaa, joko yksinkertaisesti ”tavallinen kuormanhallinta” tai joustavammin ”dynaaminen kuormanhallinta”.

### 5.3.1 Tavallinen kuormanhallinta

Tavallisessa kuormanhallinnassa periaatteena on rajoittaa latauslaitteiden ottama virta tiettyyn suuruuteen sekä jokaiselle latauspisteelle samaksi, riippumatta siitä, kuinka monta autoa todellisuudessa on latauksessa. Tämän tavan avulla voidaan varmistaa jokaisen latauspisteen toiminta. Seuraava kuvio havainnollistaa tavallisen kuormanhallinnan toimintaperiaatteen. (Suunnittelijan opas – Sähköautojen latausjärjestelmät 2021, 7.)



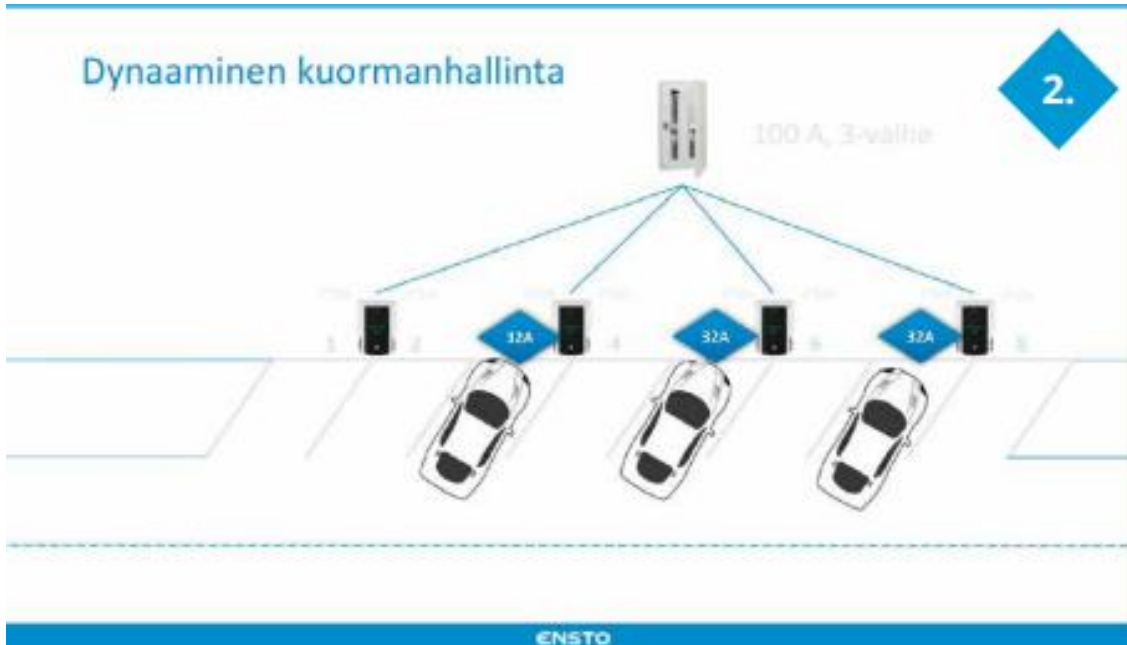
Kuvio 5. Esimerkki tavallisesta kuormanhallinnasta (Suunnittelijan opas – Sähköautojen latausjärjestelmät 2021, 7.)

Kuviosta 5 näemme, että latauskeskukselta on yhteensä saatavissa 100 ampeeria virtaa kolmivaiheisesti ja kuormana on 8 kappaletta latauslaitteita. Näiden tietojen perusteella jokaisen latauslaitteen maksimilatausvirta on tasaisesti rajoitettu 13 ampeeriin. Kuvion tilanteessa kolme latauspistettä on käyttämättömänä, eli latauksessa olevia autoja varten olisi todellisuudessa 39 ampeerin verran lataustehoa enemmän käytössä. Mutta tätä ylimääräistä potentiaalista lataustehoa ei voida hyödyntää tavallisella kuormanhallinnalla. Tavallinen kuormanhallinta toimii hyvin tilanteissa, kun kustannukset halutaan pitää minimissään. Näissä tilanteissa olemassa olevaa kaapelointia halutaan hyödyntää mahdollisimman paljon, eikä liittymän pääsulakkeita tai muitakaan suojalaitteita haluta suurentaa. (Suunnittelijan opas – Sähköautojen latausjärjestelmät 2021, 7.)

### 5.3.2 Dynaaminen kuormanhallinta

Dynaaminen kuormanhallinta tarjoaa latauslaitteille paljon joustavamman ratkaisun. Dynaamisella kuormanhallinnalla saadaan varmistettua latauspisteiden maksimi latausteho, jos suojaus ja kaapelointi sen sallii. Tämän tavan avulla sallittua maksimikuormaa tasataan automaattisesti latauksessa olevien autojen kesken. Dynaaminen kuormanhallinta mahdollistaa siis useamman tehokkaan latauspisteen noudattamalla edelleen sähkönsyötön ja muita asetettuja rajoja. Dynaaminen kuormanhallinta toimii parhaimmillaan silloin, kun latauslaitteet on kaapeloitu latauspisteen salliman

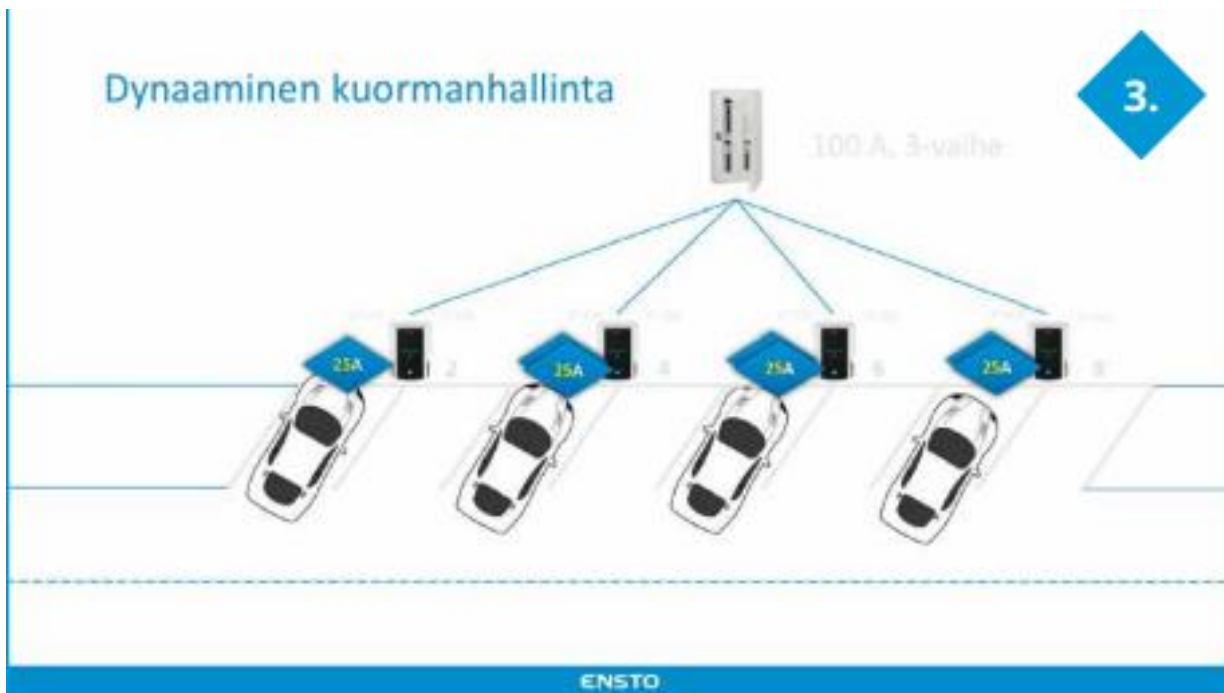
maksimitehon mukaan. Tämä kannattaakin ottaa huomioon jo varhaisessa vaiheessa suunniteltaessa latausjärjestelmää uudis- sekä saneerauskohteissa. (Suunnittelijan opas – Sähköautojen latausjärjestelmät 2021, 7.)



Kuvio 6. Dynaaminen kuormanhallinta, ladattavat autot eivät ylitä 100 ampeerin virtarajaa. (Suunnittelijan opas – Sähköautojen latausjärjestelmät 2021, 7.)

Kuviossa 6 on esitetty samankaltainen tilanne kuin kuviossa 5. Tässä 100 ampeerin latauskeskus syöttää kolmivaiheisesti neljää eri latauspistettä. Dynaamisen kuormanhallinnan avulla 100 ampeerin latauspotentiaali jaetaan kolmen käytössä olevan latauspisteen kesken siten, että latauspotentiaali saadaan käytettyä kokonaisuudessaan, eikä tyhjää latauspistettä varten varata latausvirtaa.





Kuvio 7. Dynaaminen kuormanhallinta, latauslaitteet automaattisesti rajoittavat latausvirtaa 100 ampeerin raja-arvon mukaisesti huomioiden ladattavien autojen lukumäärän. (Suunnittelijan opas – Sähköautojen latausjärjestelmät 2021, 7.)

## 5.4 Autopaikkojen haltija

Latausjärjestelmän toteuttamishanke taloyhtiöissä on mahdollista toteuttaa usealla eri tavalla. Tässä luvussa tullaan käsittelemään autopaikan haltijan merkitystä latausjärjestelmähankkeessa. Hankkiessa latausjärjestelmää taloyhtiöön, tulee usein esille kysymyksiä yhdenvertaisuudesta ja kustannusten maksamisesta (Varis, T & Pujals, M 2021). Sähköajoneuvokannan noustessa taloyhtiöissä saatetaan ajautua erimielisyyksiin varsinkin latausjärjestelyn suhteen. Osakkaita tulee aina kohdella yhdenvertaisesti samassa tilanteessa asunto-osakeyhtiölain mukaisesti. (Salminen 2021.)

### 5.4.1 Taloyhtiön hallinnoimat autopaikat

Autopaikkojen ollessa taloyhtiön omistuksessa autopaikkoja vuokrataan taloyhtiön asukkaille. Tämä tarkoittaa sitä, että yhtiö tulee olemaan latausjärjestelmähankkeen toteuttaja ja toteutus tullaan suorittamaan joko kaikille tai vaan osalle pysäköintipaikoista. (Varis, T & Pujals, M 2021.) Latauspisteiden rakentaminen tullaan tässä tapauksessa päättämään yhtiökokouksessa, jossa hanke tarvitsee enemmistön hyväksynnän (Sähköautojen lataus taloyhtiöissä 2021).

Jos latausjärjestelmä saadaan toteutettua olemassa olevan sähköjärjestelmän kapasiteetin turvin ja kohtuullisin kustannuksin, ovat kaikki osakkeenomistajat velvollisia maksamaan vastiketta hankkeesta, riippumatta omistaako osakas autopaikkaa tai edes autoa. Tämä siksi, koska jokaisella osakkaalla on yhdenvertainen mahdollisuus hankkia autopaikka käyttönsä. (Sähköauton latauspiste taloyhtiöön – kaikki mitä tulee tietää, kun suunnittelet latauspisteiden hankkimista n.d.) Salminen (2021) kuitenkin perustelee asiaa silläkin, että osakas tulee hyötymään latausjärjestelmän toteutuksesta, vaikka ei autoa tai autopaikkaa omistaisikaan, koska osakkeen arvo tulee nousemaan hankkeen myötä.

Yhtiön hallinnassa olevat autopaikat				
Hanke	Päätöksenteko	Kustannustenjako		
		Rakentaminen	Korjaus & ylläpito	Sähkö
<b>Yhtiön hanke:</b> latauslaitteet muutamille autopaikoille	normaali enemmistö päätös (AOYL 6:31)	kaikki vastikeperusteisesti	kaikki vastikeperusteisesti	osakas
<b>Yhtiön hanke:</b> latauslaitteet kaikille autopaikoille	normaali enemmistö päätös (AOYL 6:31)	kaikki vastikeperusteisesti	kaikki vastikeperusteisesti	osakas
<b>Osakasvähemmistön hanke:</b> latauslaitteet vain maksajille	2/3 määräenemmistö (AOYL 6:33)	vain hankkeeseen suostuneet maksavat	sovittava, jos halutaan osakasvähemmistön vastaavan	osakas
<b>Osakkaan muutostyö:</b> latauslaite muutostyön teettäjälle/teettäjäille	ensimmäiselle lupa yhtiökokoukselta, myöhemmin hallitukselta	muutostyön teettäjä maksaa suoraan urakoitsijalleen	suositellaan, että sovitaan, jos halutaan osakkaan vastaavan kaikilta osin	osakas

Kuvio 8. Latauspisteet taloyhtiössä (Ohje sähköautojen latauspisteiden toteuttamiseksi 2021, 6)

#### 5.4.2 Osakkaiden hallinnoimat autopaikat

Jos taloyhtiön autopaikat ovat osakkaiden hallinnassa, hanke tulee kohdistumaan ja tuottamaan etua ainoastaan näille osakkaille. Latausjärjestelmään liittyvät kustannukset jaetaan vain autopaikkaosakkaiden kanssa. Mutta, jos sähköjärjestelmän uudistus tulisi palvelemaan muitakin taloyhtiön osakkaita, silloin kaikki osakkaat ovat velvollisia osallistumaan kustannuksiin. Tämän kaltainen tilanne on esimerkiksi liittymisoikeuden kasvattaminen. (Varis, T & Pujals, M 2021.) Päätös tulee tehdä kaksinkertaisella enemmistöllä, joka tarkoittaa, että enemmistön autopaikkojen osakkaista

sekä koko yhtiökokouksen jäsenistä on kannatettava hanketta (Sähköautojen lataus taloyhtiöissä 2021).

Osakkaan hallinnassa olevat autopaikat				
Hanke	Päätöksenteko	Kustannustenjak		
		Rakentaminen	Korjaus & ylläpito	Sähkö
<b>Yhtiön hanke:</b> kun kaikki asunto-osakkeet tuottavat oikeuden hallita myös autopaikkaa	normaali enemmistö päätös (AOYL 6:31)	kaikki vastikeperusteisesti	kaikki vastikeperusteisesti	osakas
<b>Yhtiön hanke:</b> erilliset autopaikkaosakkeet tai autopaikka kuuluu vain osaan huoneistoja	tuplaenemmistö (AOYL 6:32.5)	autopaikkaosakkaat maksavat	suositellaan määrättäväksi yhtiöjärjestyksessä, jos halutaan osakkaan vastuulle	osakas
<b>Osakasvähemmistön hanke:</b> erilliset autopaikkaosakkeet tai autopaikka kuuluu vain osaan huoneistoja	2/3 määräenemmistö (AOYL 6:33)	vain hankkeeseen suostuneet maksavat	suositellaan määrättäväksi yhtiöjärjestyksessä, jos halutaan osakkaan vastuulle	osakas
<b>Osakkaan muutostyö:</b> latauslaite muutostyön teettäjälle/teettäjille	ensimmäiselle lupa yhtiökokoukselta, myöhemmin hallitukselta	muutostyön teettäjä maksaa suoraan urakoitsijalleen	suositellaan, että sovitaan, jos halutaan osakkaan vastaavan kaikilta osin	osakas

Kuvio 9. Osakkaan hallinnoimat autopaikat (Ohje sähköautojen latauspisteiden toteuttamiseksi 2021, 10)

## 5.5 Laskutusjärjestely

Latausjärjestelmät voidaan toteuttaa niin, että lataustapahtuma voidaan laskuttaa lataajalta yksilökohtaisesti. Tämä vaatii latausjärjestelmältä käyttäjätunnistus-, energiamittaus- sekä tausta-/ohjausjärjestelmät. Käyttäjätunnistus toteutetaan yleisesti joko RFID:n, PIN-koodin tai mobiilisovelluspohjaisen ratkaisun avulla. Latauslaitteiden energiamittaus tapahtuu latauspistekohtaisella energiamittarilla. Ohjausjärjestelmä voidaan toteuttaa paikallisesti sekä pilvipohjaisesti. (ST 51.90, 2021, 8.)

Taustajärjestelmän tarve riippuu kohteesta. Esimerkiksi pientaloissa ei yleensä tarvitse mitään taustajärjestelmää, taloyhtiössä taustajärjestelmäksi riittää yleensä latauspisteiden käyttäjille jaettavat latausavaimet sekä laskutusjärjestelmä. Julkiset latausjärjestelmät saattavat tarvita kaikki taustajärjestelmät. (ST 51.90 2021, 8.)

Taloyhtiöissä laskutus voidaan yksinkertaisimmillaan toteuttaa hoitovastikkeen avuin joka kuukausi ja tasaamalla laskut esimerkiksi kerran vuodessa. Tällainen ratkaisu ei välttämättä ole aina kaikille suotuisa, koska vähemmän lataavalle hybridautoilijalle tämä järjestely voi tulla kalliiksi, kun taas sähköautoilija voi päästä halvemmalla. (ST 51.90 2021, 8.)

## **6 Latausjärjestelmille myönnettävä tuki**

Ladattavien sähköajoneuvojen määrän kasvu näkyy vahvasti taloyhtiöissä sekä yrityksissä. Latausjärjestelmiä toteutetaan nyt paljon ja kustannukset nousevat suuresti esille, kun mietitään järjestelmähanketta. Seuraavaksi käsitellään asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen (ARA) myöntämää avustusta asuinrakennuksen omistaville yhteisöille sekä työpaikkojen latauspisteavustusta.

### **6.1 ARA-tuki asuinrakennuksille**

ARA eli asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus tarjoaa asuinrakennuksien omistajille, kuten esimerkiksi asunto-osakeyhtiöille sekä vuokratotaloyhtiöille avustusta latausjärjestelmähankkeeseen. Avustuksen periaatteena on edistää sähköajoneuvojen latausmahdollisuuksia kotona ja täten kasvattaa sähköajoneuvojen kantaa, joka on ilmasto- ja energiastrategian tavoitteena. Avustus myönnetään valtionavustuslain (688/2001) mukaisesti. (Sähköautojen latausinfra-avustus 2022, 3.)

ARA:n tukea on mahdollista hakea sähköjärjestelmiin tehtäviin muutoksiin, joita on tehtävä sähköauton latauspisteiden mahdollistamiseksi. Tämän lisäksi avustuksella voi myös kattaa älykkään latauspalvelun, hankesuunnitelman ja sähkökatselmuksen alaisia kustannuksia. Avustuksen saaminen kuitenkin edellyttää, että yhteisö rakentaa vähintään viidelle autopaikalle sähköautojen latausvalmiuden. Jos autopaikkoja on alle viisi, niin jokaiselle autopaikalle on toteuttava latausvalmius. Asuinrakennuksen on myös oltava ympärivuotisessa asuinkäytössä sekä vähintään puolet rakennuksen pinta-alasta täytyy olla asuinkäytössä. Avustusta ei myönnetä esimerkiksi vapaa-ajan

asunnoille, keskeneräisiin uudisrakennuskohteisiin eikä avustusta voi saada, jos hakijalle on jo myönnetty muita avustuksia samaan tarkoitukseen. (Sähköautojen latausinfra-avustus 2022, 3.)

Avustusta voidaan hyödyntää seuraaviin hankkeen kustannuksiin:

- Kartoitus latauspisteiden asennus- ja sijoitusmahdollisuudesta, mutta ainoastaan hankkeen toteutuksessa.
- Hankkeen toteutuksessa myös hankesuunnitelmaan.
- Sähköjärjestelmän muutostöihin, joita ovat kiinteistön sähköliittymän, nousujohtojen, sähköpääkeskuksen sekä kaapeloinnin ja putkituksen muutokset. Lisäksi myös maanrakennustöihin, jotka liittyvät näihin toimenpiteisiin.
- Yhteisön omistamiin latauslaitteisiin ja näihin liittyviin kustannuksiin, jos latauslaitteet ovat varustettu tyyppiin 2 koskettimella ja mahdollistavat vähintään 11 kW lataustehon. (Sähköautojen latausinfra-avustus 2022, 4.)

Avustuksen saaminen ei vaadi, että latauslaitteet otetaan käyttöön, vaan avustuksen saaminen vaatii vain valmiuden latauslaitteen asentamiselle. Valmiudella tarkoitetaan sitä, että latauslaitteelle saa vaaditun sähkönsyötön yksinkertaisin toimin. Kaapeloinnin tulee kestää vähintään 11 kW kuormitusta kolmivaiheisena. ARA suosittelee, että hanke toteutettaisiin latauslaitteilla, jotka tukevat kuormanhallintaa. (Sähköautojen latausinfra-avustus 2022, 4.)

Avustusta yhteisölle voidaan myöntää enintään 35 % hyväksytyistä ja toteutuneista kustannuksista, mutta avustuksen ylärajana on kuitenkin aina 90 000 euroa. Huomioida tulee kuitenkin, että yhden latausvalmiuden toteuttamisen kustannukset saavat olla enintään 4000 euroa, joka tarkoittaa, että avustusta yhtä latausvalmiutta kohtaan voi saada enintään 1400 euroa. Avustusta myönnetään enintään 200 000 euroa yhdelle tuensaajalle kolmen vuoden aikana komission asetuksen 1407/2013 mukaisesti. (Sähköautojen latausinfra-avustus 2022, 5.)

## 6.2 ARA-tuki yrityksille

ARA myöntää tukea asuinrakennusten lisäksi myös yrityksille. Tuen avulla pyritään edistämään työpaikalla tapahtuvaa latausta ja näin kasvattaa sähköautojen kantaa. Avustusta myönnetään työnantajille tai työssäkäyntikiinteistön omistaville yhteisöille tai henkilöille. Latauslaitteet tulee olla asennettuna käyttökuntoon sekä sijoiteltuna työntekijöiden pysäköintipaikoille. Avustus on

tarkoitettu kiinteistössä työskentelevien käyttöön, mutta yrityksen omien sähköautojen tai vierailijoiden latausta ei ole kielletty. (Työpaikkojen latauspisteavustus 2022, 3.) Seuraavat kohteet ovat kelpollisia hakemaan avustusta:

- Yritys
- Kunnallinen laitos
- Kaupunki, kunta tai kuntayhtymä
- Työnantaja
- Työssäkäyntikiinteistön tai rakennuksen omistaja
- Säätiö
- Seurakunta
- Rekisteröity yhdistys
- Osuuskunta

(Työpaikkojen latauspisteavustus 2022, 3–4.)

Asennetut latauslaitteet tulee olla varustettuna tyyppin 2 koskettimella ja niiden tulee tukea kuormanhallintaa. Latauslaitteen tulee toimia vähintään 3,7 kW latausteholla, mutta latauslaitteen ja kaapeloinnin on myös mahdollistettava 11 kW latausteho kolmivaiheisena. (Työpaikkojen latauspisteavustus 2022, 4–5.)

Avustuksen avulla samaan kiinteistöön voidaan toteuttaa vuodessa enintään 10 latauspistettä, riippumatta hakijoiden määrästä. Eli vaikka samassa kohteessa on useampi yritys, niin sama kiinteistö voi silti toteuttaa enintään 10 latauspistettä per vuosi. Mutta, jos hakija on osana jotain konsernia, niin kaikki konsernin yhtiöt voivat hakea avustusta enintään 50 latauspisteelle per vuosi. Avustusta voidaan myöntää 750 euroa jokaista ehtoja täyttävää ja asennettua latauslaitetta kohden. (Työpaikkojen latauspisteavustus 2022, 5.)

## **7 Latauskartoituksen toteutus**

Latauskartoitus on sähköalan ammattilaisen suorittama katselmointi, jonka periaatteena on selvittää sähköajoneuvojen latauspisteiden toteutusmahdollisuudet. Latausjärjestelmän kartoitus saa yleensä alkunsa siitä, että kiinteistössä on syntynyt tarve latauspisteille ladattavia sähköajoneuvoja varten. Kartoituksen suorittamista suositellaan aina teetettäväksi ennen, kuin latausjärjestelmää tilataan. Kartoituksen aikana selvitetään nykyisen sähköjärjestelmän kunto, kapasiteetti ja komponentit sekä tarkastellaan pysäköintialueen tilaa ja mahdollisesti olemassa olevan autolämmitys-

järjestelmän toteutusta. Kartoituksesta laaditaan raportti, johon kirjataan erilaiset ratkaisuvaihtoehdot, mahdolliset lisäselvitys tarpeet, toteutuksen edellyttämät muutokset sekä lopuksi annetaan asiakkaalle tarjous.

Tyypillinen latauskartoituksen tilaaja on kiinteistö, johon on hankittu ensimmäinen tai mahdollisesti jo useampi sähköajoneuvo. Usein näissä tapauksissa kartoituksella halutaan selvittää, että sopiiko nykyinen sähköjärjestelmä tarvittavien latausasemien toteuttamiseen. Latausjärjestelmän rakentaminen halutaan yleensä aloittaa pienemmillä investoinneilla pitäen kustannukset mahdollisimman matalina ja vasta tarpeen vaatiessa sähköjärjestelmään aletaan tehdä suurempia muutoksia ja investointeja.

## **7.1 Esitiedot latauskartoitukselle**

Latauskartoituksen kannalta olisi erityisen tärkeää se, että kartoittajalla olisi jo kohteeseen tullessaan tieto asiakkaan lataustarpeista. Tiedossa olisi hyvä olla myös kohteen lähtötiedot, kuten esimerkiksi sähköliittymän liittymisoikeus, liittymän- ja kiinteistömittauksen huipputeho sekä syöttökaapelin tyyppi. Nämä tiedot ovat saatavissa omalta sähköverkkoyhtiöltä. Kohteesta olisi hyvä olla myös saatavilla sähköpiirustukset, mieluiten sähköisessä muodossa.

### **7.1.1 Asiakkaan tarpeet**

Latausjärjestelmiä ja niille erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja voidaan suunnitella useampia jokaiselle kohteelle, mutta juuri oikean ratkaisun löytäminen ainoastaan latauskartoituksen perusteella voi olla hankala tehtävä. Tilaajan toiveena voi olla esimerkiksi latausjärjestelmän toteutus mahdollisimman pienillä kustannuksilla ja investoinneilla, jolloin kartoitusta tehdessä ja ratkaisuvaihtoehtoja laatiessa ei edes kannata ehdottaa suurempia muutoksia kiinteistön sähköjärjestelmään, kuten syöttökaapelin ja pääkeskuksen uusimista. Tulevaisuuden kannalta tämän tyyppinen ratkaisu ei välttämättä ole kaikista järkevin, koska myöhemmin joutuu luultavasti investoimaan latausjärjestelmään uudestaan. Eli halvimman mahdollisen latausratkaisun lisäksi tulisi miettiä todellista käyttötarkoitusta ja tulevaisuuden tarpeita. Koska hinnat vaihtelevat paljon eri toteutuksien välillä niin tilaajan kannattaisi miettiä myös budjettia hanketta varten, jotta ratkaisuvaihtoehdon löytäminen olisi helpompaa eikä hinta yllättäisi tarjouksen saatua.

Budjetin lisäksi tilaajan kannattaisi myös miettiä, että mitä vähimmäiskriteereitä ja muita toiveita asettaa latausjärjestelmälle. Nykyisten tarpeiden lisäksi huomioon kannattaa ottaa myös tulevaisuuden tarpeet ja esimerkiksi selvittää onko kiinteistön käyttäjillä suunnitelmia hankkia ladattavia sähköajoneuvoja. Kiinteistön sähköjärjestelmän uusiminen ei ainoastaan palvele latausjärjestelmän toteutusta, vaan myös sen, että sähkökapasiteettia olisi reservissä muitakin tulevaisuuden tarpeita varten.

Kartoituksen ja koko prosessin aloittamisen kannalta olisi tärkeää, että tilaaja olisi miettinyt erilaisia tarpeita ja toiveita latausjärjestelmälle. Vastauksia voisi miettiä muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Montako pysäköintipaikkaa kiinteistöllä on?
- Kuinka moni tarvitsee latausmahdollisuuden?
- Tarjotaanko vieraille latausmahdollisuutta?
- Onko kiinteistön pysäköintipaikoilla autolämmitysrasioita?
- Onko kenelläkään suunnitelmia hankkia ladattavaa sähköajoneuvoa lähiaikoina?
- Mikä on latauksen tyypillinen ajankohta? Ladataanko esimerkiksi pääosin yöaikaan?
- Kuinka pitkä matka ajetaan päivässä keskimäärin?
- Onko tarvetta nopeammalle lataukselle?
- Kuinka laskutus halutaan toteuttaa? Kiinteän kuukausihinnan, latausajan vai kilowattituntien perusteella?

### **7.1.2 Mitattu tuntiteho**

Sähköverkko- tai sähkönmyyntiyhtiöiltä saatavan tuntitehon avulla voidaan kartoittaa kiinteistön sähkönkulutusta sekä huipputehoa. Ilmoitettu tuntiteho ei kuitenkaan välttämättä kerro todellisia huipputehoja, jotka saattavat olla vain lyhytkestoisia, mutta pahimmillaan jopa kymmeniä minuutteja. Huipputehotuntien aikana saattaa syntyä merkittäviä tehopiikkejä, jotka voivat johtua muun muassa kiukaista, sähkölämmityksestä tai esimerkiksi moottoreista. Epäiltäessä tällaista mahdollisuutta, täytyy kiinteistössä suorittaa tarkempia mittauksia ja mahdollisesti rajoittaa latausjärjestelmän tehoa sekä hyödyntää kuormanhallintaa. (ST-käsikirja 41 2019, 74.)



Huipputehon avulla saadaan laskennallisesti arvioitua kiinteistön huippuvirta ja täten myös liittymän vapaa virtakaista. Edellä mainittujen tekijöiden johdosta tulee mitoittaessa käyttää korjauskertoimia. Tehopiikit huippukulutuksen aikana ovat yleensä 20–50 % huippukulutusta suurempia, mutta pahimmillaan jopa kaksinkertaiset. (ST-käsikirja 41 2019, 76.)

Suomessa ja muissa Pohjoismaissa tullaan vuoden 2023 toukokuussa ottamaan käyttöön lyhyempi taseselvitysjakso eli 15 minuutin jakso nykyisen 60 minuutin tilalle. Lyhyempään taseselvitysjaksoon siirtyminen mahdollistaa tasepoikkeamista syntyvien kustannusten tarkemman sekä aiheuttamisperusteisen jakamisen. 15 minuutin taseselvitysjaksoilla voidaan siis tuoda esille sähköjärjestelmän lyhyemmät tehopiikit, jotka nykyisessä 60 minuutin tasejaksossa kumoaa toisensa. Eli uuden taseselvitysjakson avulla kiinteistön sähköjärjestelmää saadaan tasapainotettua tehokkaammin. (Varttitase eli 15 minuutin taseselvitysjakso n.d.)

### 7.1.3 Kiinteistön huippuvirta

Laskennallisen huippuvirran avulla saadaan arvioitua kiinteistön käyttämää sähköenergiaa virran muodossa. Huippuvirran laskennassa täytyy ottaa huomioon korjaus- ja tehokertoimet. Korjauskerrointa käytetään varmistamaan sähkökapasiteetin riittävyttä huippukulutuksen lyhyempien tehopiikkien aikana. Tehopiikkien korjauskertoimena voidaan käyttää esimerkiksi arvoa väliltä 1,2–1,5. Tehokertoimena asuinkiinteistöissä käytetään yleisesti arvoa 0,96–0,98. Laskettua huippuvirtaa voidaan verrata kiinteistön sähköliittymän pääsulakkeiden kokoon ja näiden erotuksesta saadaan selville käytettävissä olevan virran suuruus eli laskennallinen vapaa virtakaista.

Huipputehon avulla voidaan laskea kuormitushuipun aikainen huippuvirta seuraavasti:

$$I_h = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Laskennallinen vapaa virtakaista saadaan laskettua erotuksella:

$$I_v = I_p - I$$

Kaavoissa

$I_h$  = Laskennallinen huippuvirta

$I_v$  = Laskennallinen vapaa virtakaista

$I_p$  = Sähköliittymän pääsulakkeiden koko

$P_{Max}$  = Kuormitushuippu (korjauskerroin huomioituna)

$U$  = Sähköjärjestelmän pääjännite

$\cos \varphi$  = Tehokerroin

Esimerkiksi, jos sähköverkkoyhtiöltä on saatu tieto, että pääkeskuksen sulakekoko on 3 x 200 A ja keskuksen huippukuormitus on ollut parhaillaan 60 kW. Näistä tiedoista voidaan laskea pääsulakkeiden kuormitettavuus eli  $200 A * \sqrt{3} * 400 V * 0,98 = 135,8 kW$  sekä arvioitua todellista huipputehoa, joka on noin 1,3 kertainen mitattuun huipputehoon nähden eli  $60 kW * 1,3 = 78 kW$ .

$$I_h = \frac{78 kW}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,98} = 115 A$$

$$I_v = 200 A - 115 A = 85 A$$

Laskujen perusteella pääkeskusta voidaan siis kuormittaa vielä 3 x 85 A virralla eli yhteensä noin 58 kW teholla.

#### 7.1.4 Sähköliittymän tiedot

Latauskartoitusta varten täytyy selvittää kiinteistön sähköliittymän tiedot, joita ovat esimerkiksi liittymisoikeuden ja liittymiskaapelin koko. Nämä tiedot ovat selvitettävissä muun muassa kiinteistön sähköverkkoyhtiön kautta. Liittymisoikeuden koko määrittää kiinteistön pääsulakkeiden koon. Liittymisoikeuden ja pääsulakekoon kasvattaminen vaatii kiinteistön liittymiskaapelin riittävän virrankestoisuuden sekä pääkeskukselta vaaditaan vähintään yhtä suurta nimellisvirtaa, mikä pääsulakekoko on. Kiinteistöllä on tyypillisesti yksi sähköliittymä, jolla se liitetään sähköverkkoon. Kiinteistön sähköliittymään on liitettynä yksi tai useampi käyttöpaikka, jolla tarkoitetaan asuntoa tai muuta mahdollista tilaa, josta mitataan sähkönkulutusta mittarin avulla.

Toteuttaessa laajempaa latausjärjestelmää kiinteistöön on yleensä huomioitava liittymisoikeuden suurentaminen. Kaikki on yleisesti hyvin tarkkaan mitoitettuja, eikä olemassa olevassa sähköliittymässä ole välttämättä paljoa tehoreserviä jäljellä. Ongelmaksi liittymisoikeuden korottamisessa yleensä nousee se, että liittymiskaapeli tai pääkeskus ei mahdollista pääsulakekoon suurentamista kuormituksen puolesta. Liittymiskaapelin uusiminen tarkoittaa usein laajoja maanrakennustöitä, jotka johtavat suuriin kustannuksiin. Varmistaa tulee myös se, että mahdollistaako verkkoyhtiön olemassa oleva sähköverkko liittymisoikeuden kasvattamisen.

### **7.1.5 Sähköpiirustukset**

Kiinteistön sähköpiirustukset antavat hyvät lähtötiedot koko kiinteistön sähköjärjestelmästä ja toimivat perustana latauskartoitukselle. Sähköpiirustuksista tärkeimpiä kartoitusta varten on muun muassa pääkeskus- ja nousujohtokaaviot, joista selviää kattavasti kaapeleiden ja sulakkeiden tyypit ja koot. Asemapiirustuksista ja tasopiirustuksista saa selville kiinteistön sähkökeskusten sijainnit ja toisinaan myös esimerkiksi kaapelointireitit ja sähkölaitteistojen, kuten autolämmitysrasioiden ryhmittelyn, eli kuinka monta lämmitysrasiaa on saman syöttökaapelin perässä. Keskusten naamakuvista ja muista keskuskuvista saadaan selville keskusten rakenne ja keskuksen vapaat kennot liänousukaapeleiden suojauksien rakentamiseksi. Näillä tiedoilla on suuri merkitys, kun suunnitellaan ja mitoitetaan latauslaitteita kiinteistön olemassa olevaan sähköjärjestelmään.

Sähköpiirustuksiin tulee kuitenkin aina suhtautua hieman kriittisesti. Varsinkin vanhemmissa kiinteistöissä sähköjärjestelmää on saatettu muuttaa tai päivittää, eikä muutoksia ole välttämättä aina merkattu sähköpiirustuksiin. Tästä syystä piirustuksia kannattaakin käyttää ainoastaan pohjana kartoitukselle ja varmistaa tietojen paikkansapitävyys tutkimalla kohteen sähköjärjestelmää.

## **7.2 Tarjouslaskentaa varten kerättävät tiedot**

### **7.2.1 Latausjärjestelmän kaapelointi**

Latauskartoituksen aikana voidaan jo esisuunnitella kaapelointireittejä, jos päätetään kaapeloida uusia latauslaitteita ja esimerkiksi uusi latauskeskus. Useasti kiinteistöjen pysäköintialueen kaapelointi on suoritettu maa-asennettuna, jolloin samoja kaapelointireittejä ei voida käyttää ilman maanrakennustöitä, eikä olemassa olevissa putkistoissa ole välttämättä edes tilaa. Jos kaapelointi

voidaan suorittaa kokonaan esimerkiksi seinä- tai hyllyasennettuna, niin kustannuksissa voidaan säästää merkittävästi.

Yleensä järjestelmälle kuitenkin joudutaan suunnittelemaan uusi kaapelointireitti. Kaapelointireitti kannattaa suunnitella hyödyntäen mahdollisimman paljon olemassa olevia kaapelihyllyjä, läpivientejä ja muita reittejä kuitenkin pitämällä kaapelointireitit mahdollisimman lyhyinä. Jos kaapelointia ei voida viedä olemassa olevia reittejä pitkin, niin rakennetaan uusi reitti. Kartoituksen aikana tulisi selvittää kaapelointireitin pituus kokonaisuudessaan pysäköintipaikoille asti, kaapelointireitin tyyppi (kaapelihylly, seinäasennus, maa-asennus, tms.) sekä myös läpivientien tyyppi. Kaapeleiden läpivientien tyyppiä ja paloluokitusta tulisi tarkastella, koska kaikkia läpivientejä ei sähköurakointiyritys välttämättä voi toteuttaa, vaan erikoisläpiviennit saatetaan joutua toteuttamaan esimerkiksi alihankinnan avulla.

Latausjärjestelmän kaapelointi nousee merkittäväksi kustannuseräksi latausjärjestelmähankkeessa, eli maanrakennustöiden lisäksi muun muassa latauskeskuksen ja latauslaitteiden syöttö- ja ryhmäkaapelointi sekä mahdollisesti myös kuormanhallinnan vaatima ohjauskaapelointi vievät ison osan kokonaisinvestoinneista. Kaapelin materiaali vaikuttaa kustannuksiin paljon, sillä alumiinikaapeli voi olla kustannuksiltaan jopa 4 kertaa halvempi kuparikaapeliin nähden. Alumiinikaapelin täytyy olla vain poikkipinta-alaltaan suurempi, jotta saavutetaan sama kuormitettavuus. Kaapeloinnin kuluissa ei tulisi kuitenkaan yrittää säästää, vaan kaapelointi kannattaa mitoittaa tulevaisuuden tarpeita mieltien, koska maanrakennustyöt ovat kustannuksiltaan kaapelointia kalliimpaa.

### **7.2.2 Maanrakennustyöt**

Uusi kaapelointi latausjärjestelmälle yleensä aina vaatii maanrakennustöitä, ellei kyseessä ole esimerkiksi pysäköintihalli tai vastaava toteutus. Maanrakennustyöt ovat yleensä iso osa latausjärjestelmän kokonaiskustannuksista. Maanrakennustöiden kustannukset vaihtelevat kohteen tyyppistä, sen koosta sekä maa-aineksesta riippuen. Esimerkiksi asfaltin avaaminen ajoväylältä maksaa enemmän kuin ojan avaaminen ajoväylän vierestä. Tästä syystä kartoituksella tulisi suunnitella kaapelointireitti kulkemaan mahdollisimman paljon ojissa ja nurmetuksella sekä välttää asfaltoi-

tuja ja muita hankalia reittejä. Maanrakennustöiden laajuutta ja siitä koituvia kustannuksia voidaan arvioida kartoituksella tehtävien metrimittausten avulla. Mittaukset voidaan tehdä jalkametrein jokaiselle maa-ainekselle erikseen.

### 7.3 Latauskartoitus kohteessa

Latauskartoitus aloitetaan tutkimalla ja valokuvaamalla kiinteistön sähköpiirustuksia, joista erityisesti tarkastellaan asemakuvia, pohjakuvia, tasopiirustuksia, nousujohtokaavioita sekä pääkaavioita. Kiinteistön sähköpiirustukset antavat hyvän yleiskuvan nykyisestä sähköjärjestelmästä ja näiden tietojen pohjalta kartoitusta on helpompi viedä eteenpäin. Kun kiinteistön sähköpiirustukset valokuvataan, voidaan niihin palata niihin helposti uudestaan esimerkiksi suunnitteluvaiheessa.

Sähköpiirustusten tarkastelun jälkeen aloitetaan sähköjärjestelmän tutkiminen sekä varmistetaan esitietojen ja sähköpiirustusten paikkansa pitävyys fyysisesti. Pääsulakekoon saa selville sähköverkkoyhtiön kautta, mutta fyysisesti myös sähköpiirustuksista tai keskusten merkinnöistä. Puutteellisten sähköpiirustusten tai merkintöjen johdosta sulakekoko voidaan varmistaa myös raottamalla keskuksen kantta. Tapauksissa, joissa pääsulakkeet sijaitsevat esimerkiksi kytkinvarokkeen tai muun hankalasti avattavan luukun takana, ei pääsulakkeiden kokoa suositella varmistettavaksi siitä syntyvän riskin tai sähkökatkon johdosta.

Kiinteistön liittymiskaapelin koko määrittää pääkeskuksen pääsulakkeiden suurimman mahdollisimman koon. Kiinteistön rakennus- tai saneerausvaiheessa on liittymiskaapeli voitu mitoittaa siten, että tulevaisuudessa liittymän koon suurentaminen on mahdollista. Liittymiskaapelin koon saa selville sähköverkkoyhtiön kautta sekä kiinteistön sähköpiirustuksista, kuten pääkaaviosta. Liittymiskaapelin koko voidaan varmistaa myös tutkimalla liittymiskaapelin vaipan merkintöjä. Mutta tarkastelu ei ole aina välttämättä mahdollista, koska kaapelointi on voitu suorittaa esimerkiksi kokonaan maa-asennuksena, jolloin liittymiskaapeli ei ole nähtävissä.

Latauskartoituksella selvitetään myös keskusten nimellisvirta  $I_n$ , eli keskuksen mitoitusvirta. Nimellisvirta määrittää keskuksen kuormitettavuuden. Sähkökeskuksen nimellisvirta saadaan selville keskuksen kannessa sijaitsevasta tyyppikilvestä. Laajennettaessa keskusta tai esimerkiksi lisätessä

uusia nousuja täytyy tarkastella keskuksen nimellisvirran riittävyttä. Tarkastelu tapahtuu huipputeholaskelman avulla. Keskuksen nimellisvirran tulee aina olla suurempi kuin laskettu huipputehon ottama virta. Keskuksien yleiskuntoa sekä laajennusmahdollisuuksia on hyvä myös tarkastella.

Latauskartoituksen aikana selvitetään myös nykyisen autolämmitysjärjestelmän kunto, jos sellainen on. Sähköpääkeskuksella tarkastetaan lämmitysrasioiden noususulakkeiden ja -kaapeleiden tyyppi, koko, kunto sekä tutkitaan myös lämmitysrasioiden ryhmittelyä. Tarkastetaan myös, että onko nykyinen järjestelmä esimerkiksi erillisen mittarin takana. Isommissa kiinteistöissä on autolämmitysjärjestelmä voitu toteuttaa niin, että koko tai osa järjestelmästä on oman ja erillisen keskuksen takana ja keskus on sijoitettuna autopaikkojen läheisyyteen, joten sähköpiirustukset kannattaa tutkia tarkasti läpi.

Latauskartoituksen aikana tulisi myös tutkia nykyisiä ja vaihtoehtoisia kaapelointireittejä uuden kaapeloinnin varalta. Huomioon kannattaa ottaa muun muassa kaapelihyllyt, läpiviennit sekä mahdolliset ongelmakohdat. Maanrakennustöiden ja kaapeleiden pituuksien varalta pysäköintipaikkojen etäisyyttä sähköpääkeskukselta on myös hyvä mitoittaa suunnittelua ja tarjouslaskentaa varten. Alustavasti voidaan myös suunnitella latausasemien sijoituspaikkaa ja lukumäärää paikoitusalueella.

### **7.3.1 Työturvallisuus latauskartoituksella**

Latauskartoituksilla näkee useita erilaisia sähköjärjestelmiä, toiset uudempia ja toiset vanhempia. Yksikään näistä sähköjärjestelmistä ja kiinteistöistä ei kuitenkaan ole samanlaisia, joten vastaan voi tulla lähes mitä vain. Kartoituksilla voi esimerkiksi havaita erilaisia vaarallisia virityksiä tai kytkevättömiä johtimia paikoissa, joihin tavan maallikoilla on pääsy. Tästä syystä kartoituksella tulisi pitää silmät auki koko sähköjärjestelmän varalta. Parhaimmassa tapauksessa turvallisuushavainnolla voidaan pelastaa jopa ihmishenkiä tai vähentää esimerkiksi tulipaloriskiä. Kartoituksilla voi olla mukana myös henkilöitä kartoituksen tilaajan puolelta, jotka eivät välttämättä ole sähköalan ammattilaisia. Näissä tilanteissa henkilöitä tulisi opastaa sekä erityisen tarkasti huomioida, että ulkopuoliset eivät pääse kosketuksiin jännitteisten osien kanssa, eivätkä aseta itseään tai muita vaaraan omalla toiminnallaan.

## 7.4 Tietojen jatkoselvitys

Kaikki tarvittavat tiedot eivät välttämättä selviä tai ole edes selvitettävissä lyhyen latauskartoituksen aikana, jolloin tiedot on jatkoselvitettävä. Näitä tietoja voi olla esimerkiksi liittymän suurentaminen sähköverkkoyhtiön kannalta, kiinteistön varaputkitukset tai autopaikkojen haltija. Suurimman osan jatkoselvitettävistä tiedoista voitaisiin jo sisällyttää kohteen esitietoihin, mutta se ei välttämättä ole aina mahdollista syystä tai toisesta. Latausjärjestelmän suunnittelua varten tiedot ovat kuitenkin tärkeässä roolissa ja siksi tiedot on selvitettävä.

Esimerkiksi kiinteistön liittymisoikeuden kasvattaminen vaatii liittymiskaapelin ja pääkeskuksen riittävän kapasiteetin lisäksi myös kiinteistöä syöttävältä jakokaapilta tai muuntamolta riittävää kapasiteettia, kun oletettavasti myös kiinteistön syötön kuormitettavuus nousee kiinteistön liittymisoikeutta kasvattaessa. Sähköverkkoyhtiöltä tulee siis selvittää, että voiko kiinteistön liittymisoikeutta kasvattaa ilman, että syöttöön tarvitsee tehdä muutoksia. Jos jakokaapin tai muuntamon kuormitettavuus ei salli kiinteistön liittymisoikeuden kasvattamista, niin tulee sähköverkkoyhtiön hoitaa mahdollisuus siihen, mutta yleensä lisäkustannusten turvin.

## 8 Latausratkaisujen laatiminen

Latausratkaisuja kohteelle tunnistetaan yleensä useampia, mutta juuri oikean löytäminen vaatii tiedon asiakkaan tarpeesta. Kohteelle voidaan tarjota halvempaa ratkaisua eli hyödyntäen olemassa olevaa sähköjärjestelmää, mutta myös esimerkiksi sellaista ratkaisua, joka hyödyntää ARA:n myöntämää tukea eli mahdollistaa muun muassa 11 kW latausvalmiuden. Sähköjärjestelmään tehtävät muutokset voivat vaihdella helpommista muutoksista, kuten pääsulakekoon kasvattamisesta tai kuormanhallinnan lisäämisestä esimerkiksi liittymiskaapelin ja keskusten uusimiseen. Ratkaisu latausjärjestelmän toteutukseen saatetaan myös löytää kokonaan uuden sähköliittymän kautta, joka voidaan ottaa esimerkiksi läheiseltä muuntajalta tai jakokaapilta.

Suunniteltaessa latausjärjestelmää kohteen olemassa olevaan sähköjärjestelmään on tärkeintä aluksi arvioida se, että mikä on latauspisteiden todellinen tehontarve. Tehontarve huomioiden voidaan sitten kartoittaa kiinteistön sähköjärjestelmä ja selvittää, kuinka hyvin se soveltuisi latauslaitteiden asentamiseen.

## 8.1 Keskusmuutokset

Kiinteistöissä tyypillisesti käytetään kiinteistökeskusta mittaamaan yhteistä sähkökäyttöä. Kiinteistökeskukselta syötetään esimerkiksi hissiä, yleisten tilojen sähkölaitteita, kuten valaistusta sekä yleensä myös autolämmitysjärjestelmää. Kiinteistökeskuksen käyttäminen latauslaitteiden syöttämiseen on siis yleensä vaihtoehto, mutta vain tietyin edellytyksin. Käytettäessä kiinteistökeskusta latausjärjestelmän hyödyntämiseen vastaan tulee yleensä keskuksen pääsulakekoko ja nimellisvirta, jotka ovat hyvin useissa kiinteistöissä 63 A. Tällainen keskus mahdollistaa korkeintaan 3 x 14,5 kW kuormituksen, josta ei välttämättä jää paljoa jäljelle muun kulutuksen ohella.

Kiinteistön sähköenergianmittaustapaa tulee myös tarkastella keskusmuutoksia tehdessä. Sähköenergiaa mitataan suoralla mittaustavalla pääsulakkeiden ollessa 63 A tai pienemmät ja kohteissa, joissa pääsulakkeet ovat 80 A tai suuremmat on käytettävä epäsuoraamista, eli mittaus suoritetaan virtamuuntajien avulla. (Sähköenergian mittaushje N.d.) Muutoksia tehdessä saatetaan joutua vaihtamaan energiamittaria tai mittaustapaa kokonaan.

ST-kortissa 51.90 painotetaan, että suuremmissa latausjärjestelmissä suositellaan käytettäväksi omaa ryhmä- tai latauskeskusta, josta syötetään ainoastaan sähköautojen latauslaitteita. Pienet järjestelmät on mahdollista vielä toteuttaa olemassa olevilla keskuksilla, jos nousujohto, keskuksen nimellisvirta ja varalähdöt sen sallii. (ST 51.90 2021, 5.) Tässä tapauksessa tulee kuitenkin aina myös tarkastella latausasemien sijaintia syöttävään keskukseseen nähden, koska latauslaitteiden ryhmäjohtot saattavat kasvaa liian pitkiksi sähkötekniisesti sekä taloudellisesti. Vaihtoehtoisesti latauslaitteita syötettäisiin ryhmistä, jotka ovat pää- tai nousukeskuksen oman etukojeen takana. Tämä toimintatapa helpottaisi muiden latausjärjestelmän komponenttien, kuten suojausten ja kuormanhallinnan asentamista, kun latauslaitteet olisivat oman keskuksen tai etukojeen takana. (ST 51.90 2021, 5.)

## 8.2 Nykyisen sähköjärjestelmän hyödyntäminen

Useissa kiinteistöissä ollaan vielä tilanteessa, jossa ladattavia sähköajoneuvoja on esimerkiksi vain yksi, eikä mahdollisista sähköajoneuvo hankinnoista ole varmuutta. Tämän kaltaisissa tilanteissa ei yleensä haluta lähteä toteuttamaan uutta sähköjärjestelmää latausmahdollisuutta varten, koska



kustannukset voivat kasvaa suuriksi. Tällaisessa tilanteessa voidaan kuitenkin tyypillisesti turvautua vielä olemassa olevaan sähköjärjestelmään ja hyödyntää autolämmityksen sähköistyksiä, kuitenkin huomioiden koko kiinteistön kapasiteetti ja sähköjärjestelmä. Olemassa oleva sähköjärjestelmä saattaa myös mahdollistaa useamman latausmahdollisuuden, varsinkin kuormanhallinnan avustuksella. Kaikki tämä tulee kuitenkin aina määritellä tapauskohtaisesti. Keskeisenä asiana taloyhtiöissä tulee kuitenkin muistaa aina asukkaiden tasa-arvoinen kohtelu, jota on käsitelty yhtiölaissa.

Ongelmaksi kuitenkin useissa kiinteistöissä yleensä nousee autolämmityspistorasioiden kaapelointi ja sen kuormituksen kesto, koska järjestelmä on usein ketjutettu lämmitysrasialta toiselle sekä on mitoitettu ainoastaan autojen lämmitystä varten. ST-käsikirjan 41 (2019, 90) mukaan autolämmityspistorasiat mitoitetaan noin 0,5 kW teholla, kun taas yksittäinen latauspiste tulisi mitoittaa vähintään 2 kW latausteholla. Tämä tarkoittaa, että yksi latauspiste tulisi vaatimaan vähintään nelinkertaisen tehon autolämmityspistorasiaan nähden.

### **8.3 Latausjärjestelmä kuormanhallinnan avulla**

Kuormanhallinta voi mahdollistaa latausjärjestelmän toteuttamisen, vaikka nykyisessä sähköliittymässä ei olisikaan tarvittavaa määrää kapasiteettia. Näissä tapauksissa ilman kuormanhallintaa saatettaisiin joutua uusimaan kiinteistön keskuksia, johdotuksia sekä esimerkiksi liittymiskaapeli. Tämä tarkoittaisi paljon suuria ja ylimääräisiä kustannuksia, joten kuormanhallinnan käyttäminen on jokaisessa latausjärjestelmässä erittäin suositeltavaa.

Kuormanhallinta voidaan toteuttaa esimerkiksi pilvipalvelun kautta, jolloin latauslaitteita ei tarvitse fyysisesti kytkeä toisiinsa, vaan kuormanhallinta toteutetaan pilvipohjaisen työkalun avulla, jolla latausjärjestelmän kuormaa voidaan ohjata ja hallita. Pilvipalvelun kautta onnistuu esimerkiksi myös käyttäjän tunnistus ja laskutus yksittäisestä lataustapahtumasta. Yleensä pilvipalvelua hyödyntävää kuormanhallintaa käytettäessä latauslaitteet kommunikoivat ainoastaan keskenään, eikä kiinteistön sähkönkulutusta tiedetä lainkaan. Tästä syystä ohjelmointia tehdessä on oltava erityisen tarkka, että kiinteistön sähkönjakelua ei voida ylikuormittaa missään mahdollisessa tilanteessa. (ST 51.90 2021, 8.)

Kuormanhallinta voidaan toteuttaa myös paikallisesti, jolloin latausjärjestelmä tulee varustaa tarvittavilla ohjausjärjestelmillä ja tiedonsiirtokaapeloinnilla. Silloin latausjärjestelmän tehoa voidaan rajoittaa esimerkiksi pääkeskuksen virtamittausten perusteella. Virtamittausten avulla latausjärjestelmää voidaan kuormittaa suuremmalla teholla, jos pääkeskuksella on ylimääräistä kapasiteettia, ja lataustehoa voidaan rajoittaa, kun kiinteistön kulutus on huipussaan. (ST 51.90 2021, 7.)

#### **8.4 Liittymisoikeuden ja pääsulakekoon kasvattaminen**

Liittymisoikeus määrittää sähköliittymän pääsulakkeiden suurimman sallitun koon ampeereina. Sähkön käyttötarpeen kasvaessa, esimerkiksi juuri latausjärjestelmää rakentaessa, voi nykyistä liittymisoikeutta korottaa, maksamalla siitä lisäliittymismaksun. Suunniteltaessa liittymisoikeuden korotusta on aina kuitenkin ensin varmistettava liittymiskaapelin sekä kiinteistön pääkeskuksen soveltuvuus suuremmalle kuormitukselle. Pääsulakekoon korottaminen voi mahdollistaa reilusti laajemman latausjärjestelmän rakentamisen. Esimerkiksi jotkut yritys kiinteistöt ovat saattaneet aikoinaan vaatia paljon sähkökapasiteettia jonkun tuotannon pyörittämiseen, jolloin mitoitus on tehty sen mukaisesti ja myöhemmin yrityksen lopettaessa liittymisoikeutta on pienennetty tarpeiden mukaisesti.

Jos kiinteistön omassa sähköliittymässä on riittävästi ylimääräistä kapasiteettia, voidaan pysäköintipaikkojen läheisyyteen sijoitettu latauskeskus kaapeloida kiinteistön pääkeskukselta ja toteuttaa lataukselle oma käyttöpaikka. Latauskeskuksen toteutukseen voitaisiin mahdollisesti hyödyntää esimerkiksi olemassa olevan liittymänkaapelin kaapelointireittiä. Mutta, jos sähköliittymän kapasiteetti ei mahdollista tällaista toteutusta, niin voidaan harkita myös kokonaan uuden sähköliittymän hankintaa latausjärjestelmälle.

#### **8.5 Uusi sähköliittymä latausjärjestelmää varten**

Jos kiinteistön sähköliittymää ei ole varaa suurentaa esimerkiksi liittymiskaapelin kuormitettavuuden takia, voi latausjärjestelmän toteuttaa myös siten, että pysäköintialueelle hankitaan kokonaan erillinen sähköliittymä latauslaitteita varten. Erillisen liittymän kiinteistö voi saada esimerkiksi läheiseltä sähkömuuntajalta tai jakokaapilta, josta kaapeloitaisiin pysäköintialueen läheisyyteen uusi latauskeskus. Uudelta latauskeskukselta kaapeloitaisiin latauslaitteet sekä toteutettaisiin hanke niin, että tulevaisuudessa uusien latauspisteiden lisääminen on helppoa sekä kustannustehokasta.

Erillisen liittymän tapauksessa on erittäin tärkeää huomioida, että latausliittymä ja kiinteistön oma sähköliittymä pysyvät toisistaan erillään.

Tällainen ratkaisu toimii parhaiten silloin, kun kiinteistön autopaikat sijaitsevat kaukana sähköpääkeskuksesta ja välissä on pitkä matka hankalaa maastoa, kuten asfaltin ja pihojen ylitystä. Uuden liittymän avulla vältetään mahdollinen liittymiskaapelin suurentaminen sekä muut kiinteistön kertyvät. Uuden sähköliittymän avulla säästetään myös kiinteistön sähköjärjestelmän kapasiteettia muita tulevaisuuden tarpeita varten.

## 8.6 Raportointi

Latauskartoituksen pohjalta laaditaan lopuksi raportti, johon kasataan kaikki kerätyt tiedot ja havainnot. Kerättyjen tietojen avulla kohteelle laaditaan ehdotuksia latausratkaisuista ja esitetään mitä niiden toteuttaminen vaatisi kiinteistöltä. Kartoitusraportin tietojen pohjalta muodostetaan tilaajalle tarjous hankkeen toteutuksesta. Raportin tulisi aina olla selkeä ja helposti ymmärrettävissä, jotta siitä ei jää kenellekään epäselvyyksiä. Latauskartoituksia toteuttavat yritykset saavat kuitenkin itse päättää, että mitä haluavat sisällyttää kartoitusraporttiin, mitkään tahot eivät ole asettaneet minkäänlaisia vaatimuksia tai muitakaan toimintaohjeita raportin sisällölle.

## 9 Tarjouslaskenta

Yrityksen tarjoamat palvelut vaativat riittävästi kysyntää markkinoilla, jotta yritystoiminta olisi kannattavaa sekä pitkäjänteistä. Yrityksen tulee myös tuntee alansa tekniset asiat ja olla ajan tasalla kehityksestä sekä tapahtumista, jotta voi vastata markkinoiden kysyntään. Asiakkaalle täytyy osata räätälöidä juuri oikea tarpeita vastaava ratkaisu. Mutta oikean ratkaisun löytäminen ei aina riitä, vaan tarjottava työ täytyy vielä muuttaa hinnaltaan kilpailukykyiseksi toimivan tarjouslaskennan avulla. (Saastamoinen & Autio 2017, 3–7.)

Sähköurakan tarjouslaskentaprosessin on oltava toimivaa sekä luotettavaa, markkinat kiristyvät jatkuvasti ja kilpailukykyä on pidettävä yllä. Kilpailu on kireää ja samoja palveluita on saatavilla usealta eri toimijalta, joten tästä syystä ei voida olettaa, että kaikki tehdyistä tarjouksista tulee johtamaan tilaukseen. On erityisen tärkeää pitää tarjouslaskentaprosessi sujuvana ja selkeänä unohtamatta kuitenkaan mitään. Tarjouslaskennassa pienetkin virheet voivat olla kohtalokkaita,

jos tarjoushinta ei täsmää työn kustannusten ja katteen kanssa. Epäselvyydet tarjouslaskennassa voi pahimmillaan johtaa siihen, että ainoat käteen jäävät kohteet saattavat olla jopa tappiollisia. (Saastamoinen & Autio 2017, 16–17.)

## 9.1 Kustannusten määrittely

Tarvike- ja työmäärien selvittäminen vie suurimman osan tarjouslaskijan ajasta. Kustannukset koostuvat useammasta eri osa-alueesta. Työssä tarvittavien tarvikkeiden kustannukset ovat yleensä helposti määriteltävissä, mutta yksittäisen työvaiheen työmäärän arvioiminen voi olla joskus erittäin haasteellista laskea, ellei jopa täysin mahdotonta. Työmäärä on hankalasti arvioitava, koska jokainen kohde on aina erilainen ja esimerkiksi olosuhteet voivat vaihdella suurestikin. (Saastamoinen & Autio 2017, 23–24.)

Työhön tarvittavien tarvikkeiden hinnat saadaan haettua eri tuotehinnastoluetteloista, joita useat jälleenmyyjät sekä valmistajat tarjoavat. Laskentaohjelmia käytettäessä hintojen päivittäminen on helppoa ja ohjelman avulla voidaan hakea halvimmat hinnat useammalta eri toimittajalta. Jos käytössä ei ole laskentaohjelmia, niin hintojen haku ja päivittäminen täytyy tehdä käsin.

Tarjouslaskennassa tulee huomioida työ- ja tarvikekustannuksien lisäksi myös erilliskustannukset. Näitä ovat esimerkiksi työt, joita joudutaan tekemään urakan yhteydessä, mutta ei kuitenkaan voida tehdä urakkahinnoittelulla. Erilliskustannuksia ei tyypillisesti voida laskea tarjouslaskentaohjelmistoilla, vaan kustannukset pyritään arvioimaan, kun lopullista hintaa määritellään. Erilliskustannusten määrittäminen on kuitenkin tärkeä osa määriteltäessä urakan kustannuksia. (Saastamoinen & Autio 2017, 34.) Erilliskustannukset koostuvat muun muassa seuraavista:

- Purkutyöt, kuten vanhat asennukset
- Hankalat olosuhteet
- Alihankinta, kuten erikoisläpiviennit ja maanrakennustyöt
- Ylityöt
- Laitteiston käytön opastaminen
- Kuljetus ja varastointi
- Laittevuokrat
- Vakuutukset
- Suunnittelu
- Käyttöönottotyöt ja muut tarkastukset, kuten varmennustarkastukset
- Jälkityöt
- Takuutyöt

- Kärkimieslisät
- Työmaan sijainti (päiväraha, ateriakorvaus, kilometrikorvaus, majoitus...)
- Työnjohtokustannukset
- Sosiaalikulut

(Saastamoinen & Autio 2017, 34–40.)

Urakan lopullinen tarjoushinta muodostuu urakan varsinaisten kustannusten ja erilliskustannuksien lisäksi myös katteesta, joka halutaan saavuttaa. Urakkatarjouksen minimikate määräytyy yleensä budjetista, johon vuositasolla pyritään. Lopulliseen tarjoushintaan on lopuksi myös otettava huomioon muut riskit ja kustannusnousuvaraukset. (Saastamoinen & Autio 2017, 42.)

## 9.2 Tarjouslaskentaohjelmat

Tarjousten laatiminen voi viedä paljon aikaa ja laskenta sisältää paljon rutiineja, joita toistetaan jokaisen työn kohdalla. Rutiineja helpottamaan on eri sovellustoimittajat kehittäneet ohjelmia, joiden avulla voidaan vähentää ja helpottaa rutiinityötä merkittävästi. Laskentaohjelmien avulla voidaan myös välttää erilaisia lasku- ja käsittelyvirheitä, jotka voivat olla katastrofaalisia, kun kustannuksia määritellään. Laskentaohjelmistojen valmiiden tuotepakettien avulla tarjouslaskentaprosessista voidaan tehdä helppoa ja nopeaa. Ohjelmistot sisältävät yleensä paljon valmiita tuotepaketteja, mutta niiden kasaus onnistuu myös tarjouskohtaisesti, jolloin yritys voi rakentaa omiin tarpeisiinsa mukautuvia paketteja. Tarjouslaskentaohjelmistojen tuoterekisterien avulla voidaan siis helpottaa suurien massojen laskemista. (Saastamoinen & Autio 2017, 23–26.)

Hinnoittelutoimintojen avulla saadaan työn tarvikkeille päivitetty hinnat, jotka tulevat yleensä suoraan yrityksen käyttämien tukkureiden sivuilta tai vaihtoehtoisesti ohjelmatoimittajien hinnastopäivityspalvelusta. Tuoreet hinnat saa myös helposti päivitettyä tarjoukseen myöhemmin uudelleen, jos esimerkiksi rakennuttajan hankintapäätöstä siirretään. (Saastamoinen & Autio 2017, 23–24.)

CADS-ohjelmien määrälaskentaominaisuuksien avulla voidaan kappale- ja metrimääräiset luettelot siirtää yleisimpiin tarjouslaskentaohjelmiin hyödyntäen näitä tarjouslaskennan pohjana. Määrälaskennan avulla tuotetut siirtotiedostot voidaan suoraan siirtää muun muassa seuraaviin ohjelmistoihin: Broker, Ecom ja Excel. (Määrälaskenta hetkessä ja tarkasti n.d.)

### 9.2.1 Tarjouslaskenta käsin tai Excel-ohjelmistolla

Tarjouslaskentaa tehdään edelleenkin paljon vielä käsin ja käyttäen pääasiassa Excel-ohjelmistoon rakennettuja valmiita laskentataulukoita. Käsinlaskenta kuitenkin sisältää omat hyötynsä, joihin tarjouslaskentaohjelmat eivät välttämättä kykene. Esimerkiksi laskentaohjelmia käyttäessä eri yritykset voivat saada paljon samanlaisia hintoja, kun laskentaohjelmat hakevat hinnat samoista ja halvimmista tuoterekistereistä. Joitain laskentaohjelmia käyttäessä hintaa säädelläänkin muuttamalla vain kateprosenttia. Tuotteiden hinnan muuttaminen on työlästä ohjelmilla ja silloin aikaero tasoittuu käsinlaskentaan nähden. Laskettaessa käsin saa yleensä erilaisen hinnan, koska laskentamenetelmä on erilainen. Käsinlaskenta on myös halpa vaihtoehto yritykselle, koska yleisesti Excel-ohjelmisto kuuluu jo valmiiksi yrityksen perusvarusteisiin. (Latostenmaa 2017, 25–26.)

Käsinlaskenta voi siis edelleen olla potentiaalinen vaihtoehto yrityksen tarjouslaskennalle, varsinkin toimivien ja selkeiden Excel-taulukoiden avulla. Hieman pienemmät sähköurakat saadaan nopeasti laskettua käsin.

## 10 Latausjärjestelmän tarjouslaskenta

Latausjärjestelmän toteutuksen kustannukset vaihtelevat paljon riippuen tehtävistä muutoksista. Pienemmän tai ns. siirtymävaiheen ratkaisun voi saada pienilläkin kustannuksilla, mutta laajemmasta järjestelmästä, joka tulisi palvelemaan tehokkaasti myös tulevaisuuden tarpeita voi joutua maksamaan jo reilusti enemmän. Kustannukset voidaan karkeasti jakaa seuraaviin osa-alueisiin: suunnittelu- ja asennustyöt, maanrakennustyöt, projektinhallinta, logistiikka, sekä itse latausjärjestelmä.

Latauskartoitusvaiheessa tulisi kerätä kohteesta mahdollisimman paljon tietoja, jotta kustannukset voidaan arvioida luotettavasti ja antaa tilaajalle kilpailukykyinen tarjous. Kartoitus ei yleensä sido tilaajaa vielä mihinkään, niin tilaajalle ei välttämättä kannata luovuttaa kaikkia kartoituksella kerättyjä tietoja, kuten tarkkoja metrimittoja, jonka perusteella joku muu urakointifirma voi antaa valmiin tarjouksen ilman latauskartoitusprosessia.

## 10.1 Tarjouslaskennan tiedot

Tarjouslaskennan suorittamiseksi täytyy ensin suunnitella latausratkaisu asiakkaan tarpeiden pohjalta, jossa määritetään kohteeseen tehtävät muutokset. Tarjouslaskentaa varten pitää jo kuitenkin latauskartoitusvaiheessa kerätä riittävästi tietoa esimerkiksi kaapelointireiteistä ja maanrakennustöistä. Muut tarjouslaskennan tiedoista voidaan selvittää myöhemmin ratkaisuvaihtoehdon laatimisen yhteydessä. Latausjärjestelmään liittyy useita eri laitteita, komponentteja ja töitä, jotka on huomioitava tarjouksessa.

### 10.1.1 Latausjärjestelmän laitteet

Latauslaitteiden kustannukset vaihtelevat paljon riippuen latausjärjestelmän ratkaisusta, latauslaitetyypistä ja niiden tehosta. Esimerkiksi laitteet, jotka mahdollistavat kahden auton latauksen, pilvipalvelun sekä kuormanhallinnan maksavat huomattavasti enemmän, kuin latauslaitteet, jotka mahdollistavat ainoastaan yhden auton lataustapahtuman pienellä latausteholla. Asuin- ja yritys-kiinteistöihin tarkoitettut latauslaitteet maksavat tyypillisesti noin 200 € - 1500 €. Markkinoilla on useampia laitevalmistajia, jotka tarjoavat erilaisia ratkaisuja sekä yksityiseen että julkiseen käyttöön. Suurimpia laitevalmistajia ovat muun muassa Ensto, Alfen, ABB ja Schneider Electric.

Latausjärjestelmään tyypillisesti liitetään myös lisäkomponentteja, kuten kuormanhallintalaitteita. Kuormanhallintalaitteistoihin kuuluu esimerkiksi tietoliikennelaitteita, kuten tukiasemia. Nämä tukiasemat varustetaan internetyhteydellä, jonka avulla laitteisto voi keskustella keskenään. Internetyhteys voidaan toteuttaa erillisellä ethernet-kaapelilla tai operaattorin kautta SIM-kortilla. Laajemmassa kuormanhallintajärjestelmässä tuodaan myös sähkökeskukselle mittauslaite, joka tarkkailee kiinteistön kulutusta ja sen mukaan säätelee latauksen tehoa.

Muut asennukseen liittyvät tarvikkeet, kuten kaapeloinnin vaatimat kaapelihyllyt ja putkitukset muodostavat myös kustannuksia, jotka tulisi arvioida ja huomioida tarjouksessa.

### 10.1.2 Keskukset

Sähkökeskusten muutokset tai uusiminen luo myös merkittävän kustannuserän latausjärjestelmä-hankkeessa. Kokonaan uuden esimerkiksi >125 A latauskeskuksen rakentaminen voi maksaa yli 5000 €. Kustannuksia kertyy latauskeskuksen lisäksi myös syöttökaapeloinnista, suojalaitteista ja

muista asennustarvikkeista sekä tietysti itse asennuksesta, jolloin keskuksen rakentamisen kokonaiskustannukset voivat nousta vielä useampien tuhansien eurojen verran. Keskuksen sijainnilla on myös merkitystä kustannusten kannalta, koska keskuksen sijaittaessa kauempana sähköpääkeskushuoneella, täytyy latauslaitteiden ryhmäjohtojen olla pitemmät, mutta keskuksen nousujohto voi olla lyhyempi. Vastaavasti, jos latauskeskus sijaitsee pysäköintialueen läheisyydessä, täytyy nousujohtojen olla pitempi, jolloin ryhmäjohtot ovat lyhyempiä. Mitoitusvaiheessa tuleekin ottaa huomioon kaapeloinnin impedanssit, oikosulkuvirrat sekä jännitteenalenemat, jotka vaikuttavat olennaisesti kaapeleiden poikkipinta-alaan ja täten myös kustannuksiin.

### **10.1.3 Sähköliittymä**

Kiinteistön sähköliittymän suurentaminen ei onnistu ilman lisäkustannuksia, vaikka kiinteistön sähköjärjestelmä sallisikin suurentamisen ilman muutoksia. Sähköliittymän suurentamisesta täytyy maksaa lisäliittymismaksu, jonka hinta tyypillisesti muodostuu liittymismaksujen, eli suuremman ja pienemmän liittymismaksun erotuksesta. Hintaan vaikuttaa myös liittymän sijainti ja sen etäisyys olemassa olevaan muuntamoon, etäisyydet määritellään vyöhykkeittäin kolmeen eri vyöhykkeeseen. Kustannuksia voi tulla lisäksi myös tarvittavista kytkentä- ja mittarointitöistä, eli esimerkiksi pääsulakkeiden vaihdosta sekä mahdollisesta energiamittarin tai mittaustavan muutoksista. (Sähköliittymän suurentaminen – korota liittymisoikeuttasi n.d.)

Liittymismaksut ovat aina sähköverkkoyhtiö kohtaisia, mutta hinnat pyörivät kuitenkin samoissa hintaluokissa. Tässä esimerkissä käytetään Savon Voima Verkko Oy:n jakelualueen hinnastoa. Esimerkiksi, jos kiinteistö sijaitsee vyöhykkeellä 1, eli enintään 300 metrin päässä olemassa olevasta muuntamosta, niin pääsulakekoon suurentaminen 3 x 160 A -> 3 x 200 A maksaa yhteensä 14 400 € - 12 320 € = 2080 € (alv. 0 %). (Sähköverkon liittymismaksut 1.3.2022 alkaen.)

### **10.1.4 Työmäärän hinnoittelu**

Työlle oikean hinnan määrittäminen voi olla hankala ja monimutkainen tehtävä, varsinkin, jos kyseistä työtä ei ole aiemmin tehnyt tai siitä on hyvin vähän kokemusta. Hinnoittelu usein perustuu yrityksen omiin kokemuksiin ja niiden pohjalta tehtäviin arvioihin. Sähköistysalalla on käytössä



myös urakkahinnoittelutaulukko, jossa on esitetty usean eri sähköistysalan työt ja niille määritellyt hinnat. Omia ja urakkahinnoittelutaulukon tietoja olisi hyvä osata yhdistellä ja vertailla saavuttaakseen työlle kilpailukykyisen hinnan.

### **10.1.5 Erilliskustannukset**

Kun työn hinnoittelu on saatu tehtyä, niin voidaan siirtyä työhön liittyvien erilliskustannusten laskentaan. Työhön on aina liitettävissä jotain erilliskustannuksia, oli urakka sitten pieni tai suuri. Esimerkiksi matkakustannuksia syntyy aina kun kohteeseen liikutaan autolla ja työntekijöille on maksettava aterikorvausta. Riippuen kohteen sijainnista ja laajuudesta myös päivärahat, matka-ajan palkat ja majoitukset on huomioitava. Latausjärjestelmien toteutukseen liittyy lisäksi yleensä laitteiden käyttöönottoa ja käytön opastusta sekä vaadittaessa myös sähkölaitteiston varmennustarkastus. Urakan aikana tehdään useaa erilaista työtä, joita hinnoitellaan erikseen ja ne on huomioitava, kuten latausjärjestelmän suunnittelutyöt, mahdolliset yli-, jälki-, purku- ja takuutyöt sekä lisäksi on myös työnjohdosta koituvat kustannukset. Näiden töiden määrää voi olla välillä hankala arvioida ja yleensä se perustuukin yrityksen kokemusperäiseen tietoon.

## **10.2 Tarjouksen laatiminen**

Kun kaikki materiaalit, työt ja muut kustannukset on saatu lasketuksi, lasketaan kaikki nämä kulut yhteen ja määritetään urakalle hinta. Lopulliseen hintaan lisätään vielä itse määritelty kate, joka voi perustua esimerkiksi urakan haastavuuteen tai yrityksen omaan budjettiin. Asiakkaalle annettavassa tarjouksessa tulisi aina sisällöstä riippumatta ilmoittaa tarjoushinnan ja arvonlisäveron lisäksi se, kenelle tarjous on osoitettu ja mahdollinen sopimuskumppani, tarjouksen kohde ja mihin tarjous perustuu, mahdolliset poikkeamat, sopimusehdot, tarjouksen voimassaoloaika, maksuehdot sekä tarvittavat yhteyshenkilöt. (Saastamoinen & Autio 2017, 51.)

Tarjouksen valmistuttua voidaan lopullinen raportti esittää asiakkaalle tehtävien muutoksien, tarjoushinnan ja muiden huomioitavien asioiden kera. Asiakkaalle esitettävä tarjous tulisi aina pitää selkeänä ja helposti ymmärrettävänä, jotta mikään asia ei jäisi epäselväksi, koska epäselvyydet voivat herkästi johtaa tarjouksen hylkäämiseen. Tarjouksen tukena voidaan käyttää esimerkiksi kerätyillä tiedoilla ja dokumentaatioilla, joita on jalostettu ymmärrettävämpään muotoon.

## 11 Esimerkkikohteen kartoitus ja tarjouksen kokoaminen

Esimerkkinä latauskartoituksista ja tarjouksen kokoamisesta käytetään Kuopiossa sijaitsevaa asuin-kiinteistöä, joka on kaksikerroksinen rivitalo. Kohteessa on yhteensä 32 autopaikkaa, joista 16 paikkaa on autokatoksessa ja 16 paikkaa autokatoksen vieressä paikoitusalueella. Kaikki pysäköintipaikat on varustettu autolämmitysrasioilla, joita syötetään sähköpääkeskuksella sijaitsevasta kiinteistökeskuksesta.

Tilaajan toiveena oli, että latausjärjestelmä toteutettaisiin mahdollisimman edullisesti, eli keskuk-sia, kaapeleita tai muutakaan sähköjärjestelmässä ei uusittaisi, vaan hyödynnettäisiin olemassa olevaa autolämmitysjärjestelmää toteutuksessa. Kuitenkin vähintään 8 pysäköintipaikalle haluttai-siin asentaa mahdollisuus sähköauton lataukseen. Taloyhtiöillä ei ole tällä hetkellä tarvetta nope-ammalle lataukselle ja lataus tultaisiin suorittamaan pääosin yöaikaan, eli latausajat keskimäärin ovat noin 10 tuntia. Asukkaiden keskimääräinen ajomatka päivässä on noin 100 kilometriä. Kartoi-tuksen avulla selvitetään, että voidaanko järjestelmä toteuttaa tilaajan toiveiden mukaisesti.

### 11.1 Kohteen esitiedot

Sähköverkkoyhtiöltä saatiin kartoituskohteesta esitietoina, että kiinteistön sähköliittymän liittymisoikeus ja pääsulakekoko on 3 x 250 A ja liittymiskaapeli on AXMK 4 x 185. Sähköliittymän pääsulakekoko ei suositella nostettavaksi nykyisellä liittymiskaapelilla. Sähköverkkoyhtiöltä ilmoitettiin myös pää- ja kiinteistökeskuksen mitatut tuntitehot. Pääkeskuksella on mitattu parhaimmillaan 41,3 kW huipputeho, joka laskennallisesti tarkoittaa noin 3 x 79 A virtakaistaa. Kiinteistökeskuksella, jonka pääsulakekooksi ilmoitettiin 3 x 63 A, on huipputehoksi mitattu 11,9 kW, joka tarkoittaa noin 3 x 23 A virtaa. Virran laskennassa on otettu huomioon huippukulutuksen aikana tapahtuvat lyhyemmät tehopiikit ja korjauskertoimena on käytetty kerrointa 1,3. Tehoker-toimena asuin-kiinteistöissä yleisesti käytettyä kerrointa 0,98.

Näiden esitietojen avulla saadaan jo selville, että olemassa olevan sähköjärjestelmän avulla sähköliittymää voitaisiin vielä kuormittaa noin 3 x 171 A virralla, koska  $3 \times 250 \text{ A} - 3 \times 79 \text{ A} = 3 \times 171 \text{ A}$ . Kiinteistökeskuksessa on jäljellä vielä noin 3 x 40 A vapaata virtakaistaa laskusta  $3 \times 63 \text{ A} - 3 \times 23 \text{ A}$ .

## 11.2 Esimerkkikohteen latauskartoitus

Kohteessa latauskartoitus aloitettiin tutkimalla saatavilla olevia sähköpiirustuksia, sähköpääkeskukselta löytyi asemapiirustus sekä pääkeskuskaavio. Asemapiirustuksesta selvisi pysäköintipaikkojen määrän ja sijainnin lisäksi myös autolämmitysrasioiden syöttökaapelointi, rasioiden ryhmitely sekä liittymiskaapelin tyyppi. Pääkeskuskaaviosta tarkastettiin vielä, että liittymiskaapeli ja pääsulakekoko ovat vastaavat, mitä sähköverkkoyhtiö on ilmoittanut.

Sähköpääkeskuksella tarkastettiin pää- ja kiinteistökeskuksen nimellisvirrat. Pääkeskuksen nimellisvirta on 400 A ja kiinteistökeskuksen nimellisvirta on 63 A. Seuraavaksi varmistettiin keskusten pääsulakkeiden koot suoraan keskukselta ja todettiin fyysisesti, että kiinteistökeskuksen syöttökaapelina käytetään MMJ 5 x 16 S kaapelia ja pääsulakkeet ovat 3 x 63 / 63 A gG-tyyppin tulppasulakkeita. Tätä tietoa ei ollut merkattu saatuihin sähköpiirustuksiin. Kiinteistökeskuksen sähköenergianmittaus toteutetaan pääkeskuksella suoralla mittaustavalla.

Olemassa olevaa 32 pysäköintipaikan autolämmitysjärjestelmää syötetään kiinteistökeskukselta, joka sijaitsee sähköpääkeskuksessa pääkeskuksen viereisellä seinällä. Autolämmitysrasioista puolet on sijoitettuna autokatokseen seinäasennettuina ja puolet maahan pylväasennettuina. Autolämmitysjärjestelmä on toteutettu 4 eri ryhmässä. Kaikki ryhmät on kaapeloitu MCMK 4x6+6 maa-kaapelilla 3 x 25 A C-tyyppin johdonsuojakatkaisijoiden takaa. Oikosulkuvirtamittausten ja asemapiirustuksen perusteella kaikki ryhmät ovat samankokoisia, eli jokaisen ryhmän perässä on 4 kappaletta autolämmitysrasioita, 1 rasia palvelee aina 2 pysäköintipaikkaa. Autolämmitysrasiat ovat hyvässä kunnossa ja kaikissa rasioissa on kellot, 16 A C-tyyppin johdonsuojakatkaisijat sekä A-tyyppin 30 mA vikavirtasuojat.

<b>Kiinteistökeskuksen syöttämät autolämmitysr ryhmät</b>				
<b>Ryhmä</b>	<b>Kaapeli</b>	<b>Sulake (Johdonsuojakatkaisija)</b>	<b>Autopaikkoja (kpl)</b>	<b>Lämmitysrasioita (kpl)</b>
<b>1</b>	MCMK 4x6+6	3 x 25 A	8	4
<b>2</b>	MCMK 4x6+6	3 x 25 A	8	4
<b>3</b>	MCMK 4x6+6	3 x 25 A	8	4
<b>4</b>	MCMK 4x6+6	3 x 25 A	8	4

Taulukko 4. Autolämmitysjärjestelmän kaapelointiryhmät

Sähköpääkeskuksella sekä muualla sisätiloissa kaapelointi on toteutettu joko kaapelihyllyillä tai seinäasennuksena koteloiden sisässä. Kaapelihyllyillä ja läpivienneissä on paljon tilaa uudelle kaapeloinnille. Ulkona kaapelointi on suoritettu maa-asennuksena ja paikoitusalue on lähes kokonaan asfaltoitu. Sähköpääkeskukselta tulee paikoitusalueen lähimmille lämmitystolpille matkaa noin 15 metriä ja kauimmat autokatospaikat sijaitsevat noin 80 metrin päässä sähköpääkeskukselta.

### 11.3 Ratkaisuvaihtoehdot esimerkkikohteelle

Latausjärjestelmälle voidaan aluksi laskea kokonaisteho, joka perustu tilaajan asettamiin vaatimuksiin sekä perusoletuksiin.

$$P_{lataus} = \frac{100 \text{ km} * 8 * 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}}}{10 \text{ h}} = 16 \text{ kW}$$

Laskusta selviää, että yhden latauslaitteen teho pitäisi olla vähintään 2 kW, jotta se täyttää tilaajan vaatimukset. Latauspisteiden toteutus asetetuilla vähimmäisarvoilla 8 autopaikalle vaatisi latausjärjestelmältä 16 kW kokonaistehon. Kiinteistökeskuksesta on huipputehon perusteella tällä hetkellä saatavilla 28 kW tehoa, joka tarkoittaa, että tilaajan toive saadaan täytettyä helposti nykyisellä järjestelmällä. Kiinteistökeskuksen 28 kW teho mahdollistaa 3,5 kW eli yksivaiheisesti lähes 16 A lataustehon jokaiselle 8 autopaikalle.

Ratkaisuna asennetaan paikoitusalueen autolämmitysrasioiden tilalle 4 kappaletta 16 A latauslaitteita. Koska autolämmitysrhyimiä on 4 kappaletta, niin voidaan jokaiseen ryhmään asentaa 1 latauslaite, jolloin kuormitus voidaan pitää tasaisena. Valitaan latauslaitteeksi malli, josta voi ladata 2 autoa samanaikaisesti ja joka tukee kuormanhallintajärjestelmää. Kuormanhallintajärjestelmän avulla latauspisteitä voidaan lisätä vielä 6 kappaletta lisää, koska 28 kW teholla voidaan asentaa yhteensä  $28 \text{ kW} / 2 \text{ kW} = 14$  latauspistettä. Kuormanhallinnan avulla voitaisiin siis kuormittaa 14 autopaikkaa vähintään 2 kW teholla, mutta kuorman salliessa myös täydellä 3,7 kW teholla. Huomioon täytyy kuitenkin ottaa, että kaikkea mahdollista tehoa ei tulisi käyttää latausjärjestelmän mitoitusalueeseen, varsinkaan jos useampi autolämmitysrasia jätetään paikalleen.

Latauspisteet (kpl)	Latausjärjestelmän teho (kW)	Vaihevirta (A)
2	4	6
4	8	12
6	12	18
8	16	24
10	20	30
12	24	36
14	28	42
16	32	48
18	36	54
20	40	60
22	44	66
24	48	72
26	52	78
28	56	84
30	60	90
32	64	96
34	68	102
36	72	108
38	76	114
40	80	120
42	84	126
44	88	132
46	92	138
48	96	144
50	100	150

Taulukko 5. Vaadittu vaihevirta, kun toteutetaan latausjärjestelmä vähimmäismitoituksen mukaan (2 kW / latauspiste)

#### 11.4 Esimerkkitarjouksen kokoaminen

Tilaajan toiveena oli 8 latauspisteen eli 4 latauslaitteen asennus kiinteistön olemassa olevaan sähköjärjestelmään hyödyntäen autolämmitysjärjestelmän kaapelointeja. Latauslaitteet voidaan asentaa autolämmitysrasioiden tilalle niiden syöttöihin, joten latausjärjestelmän toteutukseen riittää, että hankitaan tarvittavat latauslaitteet. Seuraava esimerkkitarjous sisältää latausjärjestelmän asennuksen ja käyttöönoton tilaajan tarpeiden mukaisesti. Esimerkkitarjouksessa ei oteta esille varsinaisia tuotteita, eikä käytetä tuotteiden ja töiden todellisia hintoja, vaan ainoastaan arvioita tai keskimääräisiä hintoja esimerkin vuoksi.

<b>4 latauslaitteen asennus olemassa olevaien auto- lämmitysrasioiden tilalle</b>	<b>Määrä (kpl, h)</b>	<b>Yksikköhinta (€/á)</b>	<b>Kokonaishinta (€)</b>
Latauslaitteet 3,7 kW / 16 A	4	500,00	2000,00
Kuormanhallinta / pilvipalvelu	1	250,00	250,00
Työtunnit (suunnittelu ja työnjohto)	3	50,00	150,00
Työtunnit (purku- ja asennustyöt)	5	40,00	200,00
Muut kustannukset (pientarvikkeet, kilometrit, käyttöönotto, testaus, ym.)	-	-	150,00
Yhteensä (alv. 0 %)	-	-	2750,00
Kate (15 %)	-	-	485,29
<b>Tarjous (alv. 0 %)</b>	-	-	<b>3235,29</b>
<b>Tarjous (alv. 24 %)</b>	-	-	<b>4011,76</b>

Taulukko 6. Esimerkkitarjous

## 12 Prosessin parannusehdotuksia

Voimatelin sähköautojen latausjärjestelmien kartoitus- ja tarjouslaskentaprosessi on tällä hetkellä toimiva, mutta työn aikana esille on noussut eri ideoita ja näkökulmia, miten prosessia voitaisiin parantaa entisestään. Nykyistä prosessia voitaisiin kehittää muun muassa parantamalla ja laajentamalla prosessin dokumentointia kartoitusvaiheesta suunnitteluun ja aina ylläpitoon saakka. Prosessin digitalisointi esimerkiksi sähköistämällä kartoitusraportti kokonaan helpottaisi ja nopeuttaisi kartoittajan työtä merkittävästi sekä laajempi valokuvadokumentointi esimerkiksi kypäräkameralla tai 360° kameralla selkeyttäisi kartoittajan ja tarjouslaskijan välistä yhteistyötä. Latauskartoitusvaiheen yhteydessä voitaisiin myös tutkia kohteen soveltavuutta muihin energiajärjestelmiin, kuten aurinkosähköjärjestelmiin ja energianvarastointiin.

### 12.1 Laskentaohjelmat tarjouslaskennan tueksi

Latausjärjestelmien tarjouslaskenta toteutetaan Voimatelillä käyttäen apuna Excel-laskentapohjia sekä Broker Estimate tarjouslaskentaohjelmaa. Tarjousten laatimisen tukena voitaisiin hyödyntää

sähkösuunnitteluohjelman CADMATIC Electrical määrälaskentaominaisuutta, jonka avuin tuote-luettelon tarvikkeet voidaan siirtää suoraan Brokeriin tarjouksen laatimista varten. Koska Voimate-liltä löytyy tarvittavat lisenssit molempiin näihin ohjelmiin, mitään merkittäviä lisäinvestointeja ei tarvitsisi tehdä.

### **12.1.1 CADMATIC Electrical**

CADMATIC Electrical -ohjelmiston määrälaskentaominaisuuksien avuin voidaan helpottaa ja selkeyttää urakan määrien laskemista. Määrälaskennan tarkoituksena on laskea urakkaan liittyvien tarvikkeiden määrät sähköpiirustuksen tai vastaavan dokumentin pohjalta. Tätä voidaan hyödyntää kustannusarvioiden ja urakkatarjousten laadinnassa, sekä madaltaa niissä tapahtuvien virheiden mahdollisuutta. Määrälaskentaominaisuuksien lisäksi CADMATIC Electricalia voitaisiin hyödyntää myös prosessin dokumentoinnin tukena koko urakan aikana aina ylläpitoon saakka. Muita ehdottomia hyötyjä ohjelman käytöstä olisi myös esimerkiksi se, että tilaajalle voitaisiin tarjota yksityiskohtaisempaa kuvaa toteutuksesta ja sen vaatimista töistä ja tarvikkeista. CADMATIC Electricalin täysversiota voitaisiin määrälaskentaominaisuuksien lisäksi hyödyntää myös urakan sähkötekniisiin laskenta- ja tarkistustoimintoihin, kuten oikosulkuvirran ja jännitteenaleneman laskemiseen. Näiden lisätoimintojen avuin voitaisiin toteuttaa tarkempaa suunnittelua tarjouksen kotiutuessa.

Latausjärjestelmän määrälaskennan suorittamista varten tarvitaan kohteesta jokin sähköpiirustus, missä on näkyvillä kiinteistö sekä sen paikoitusalue. Sähköpiirustus voi olla esimerkiksi asema- tai tasopiirustus ja se voi olla lähes missä tahansa muodossa, mutta mieluiten sähköisenä. Piirustuksen valokuvaus tai skannaus on myös mahdollista, mutta tässä tapauksessa kuvan skaalaukseen, laatuun ja valaistukseen tulisi kiinnittää erityistä huomioita.

Kun piirustus on saatu tuotua ohjelmaan sisälle, voidaan kuvaan alkaa sijoittamaan tarvittavia komponentteja ja kaapeleita aivan kuten tehtäisiin perinteistä sähköpiirustusta. Kuvaan voidaan sijoittaa kaikki latausjärjestelmän toteutukseen tarvittavat komponentit latauslaitteista, sähkökeskuksiin ja kaapeleihin. Myös pilvipalvelun ja kuormanhallinnan vaatimat komponentit voidaan ottaa kuvassa esille. Määrälaskentaominaisuuden avulla saadaan valmiista kuvasta tuotua kaikki tiedot ja komponentit lukumäärineen ja metrimittoineen taulukkomuotoon allekkain.

### 12.1.2 Broker Estimate tarjouksen laatimiseen

Määrälaskennan jälkeen CADMATIC Electricalista tuodaan siirtotiedostot Brokeriin ja tarkastetaan sekä täydennetään luettelo, jos havaitaan puutteita. Siirtotiedoston jokaiselle tuotteelle määritellään Brokerissa erikseen materiaali tai isompi paketti, joka voi sisältää esimerkiksi myös muut tarvikkeet sekä työn osuuden. Ohjelman tuoterekisteriin saadaan tallennettua useita paketteja, jotka ovat helposti uudelleen käytettävissä ja muokattavissa tarpeiden mukaisesti. Valmiiseen tarvikeluetteloon lisätään tarvikkeiden päivitettyt ja halvimmat hankintahinnat esimerkiksi analysointityökalulla tukkumyyjien hinnastoista. Arvioidaan myös muita toteutukseen liittyviä kuluja, kuten maanrakennustöiden alihankintakustannuksia. Lisätään ohjelmaan myös urakkaan liittyvät lisät, kilometrikorvaukset ja muut tarvittavat vakioarvot ja lopuksi optimointityökalun avulla voidaan vielä muokata tarjousta tarpeen vaatiessa. Tarjouksen valmistuessa Broker suorittaa vielä automaattisen virheidenhallinta testin, joka paljastaa tarjouksen mahdolliset virheet ja esimerkiksi normaalista poikkeavat rivit. Lopulliseen tarjoukseen lisätään vielä työlle määritetty kate.

## 13 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä sähköautojen latausjärjestelmien kartoitus- ja sen pohjalta tehtävään tarjouslaskentaprosessiin. Tavoitteena käydä koko prosessi ja sen aikana huomioitavat asiat läpi kattavasti sekä löytää ratkaisu, jonka avulla prosessia saadaan parannettua ja helpotettua. Työssä käsiteltiin asioita, joita on tulisi ottaa huomioon jo ennen prosessin aloittamista, sen aikana sekä sen jälkeen.

Opinnäytetyön aihe oli erittäin ajankohtainen, sähköajoneuvokannan kasvaessa työn merkitys kasvaa koko ajan, koska latauskartoituksia suoritetaan yhä enemmän. Eduskunnan vuonna 2021 hyväksymän lain mukaan taloyhtiöitä sekä muita kiinteistöjä, kuten julkisia rakennuksia veloitetaan lisäämään sähköajoneuvojen latausmahdollisuuksia, jos kiinteistöön toteutetaan laajamittaisia korjaustöitä. Tämän lisäksi latausjärjestelmien toteutukseen liittyy myös muita lakisäätöisiä asioita ja standardeja, joita opinnäytetyössä on tuotu esille. Huomioitava kuitenkin on, että SFS 6000 -standardisarja uusiutuu vuoden 2022 aikana, joka tarkoittaa, että sähköajoneuvojen latausjärjestelmien standardisointiin odotetaan tulevan muutoksia.



Tuloksena työstä saatiin laaja tietopaketti kartoitus- ja tarjouslaskentaprosessin läpiviemisestä. Asiakkaan lataustarpeiden selvittämistä pyrittiin painottamaan työssä paljon, koska sen pohjalta koko latausjärjestelmähanke toteutetaan ja Voimatelin prosessissa tämä oli yksi epäkohdista. Parannusehdotuksena prosessille esitettiin sähkösuunnitteluohjelman CADMATIC Electrical määrälaskentaominaisuuden hyödyntämistä tarjouslaskentaohjelma Broker Estimaten tukena dokumentoinnissa ja tarjouksen laatimisessa. Valitettavasti kummankaan ohjelman käyttöä ei työssä keretty esittelemään, mutta Voimatelin henkilöstöllä oli jo aiempaa kokemusta kyseisistä ohjelmista ja tarkempaa informaatiota saatiin vielä palavereissa, joita järjestettiin ohjelmien asiantuntijoiden kanssa.

Työ kokonaisuudessaan onnistui mielestäni hyvin ja syvensin tietojani latausjärjestelmiin sekä niiden toteutukseen liittyen. Etenkin latausjärjestelmien mitoitusperiaatteista ja kustannuksien koostumuksesta opin paljon uusia asioita. Työn rajaaminen alkuvaiheessa olisi voitu tehdä paremmin, koska aihealue on todella laaja, jolloin helposti tuli kirjoitettua asiaa, jotka ei suoraan liity opinnäytetyöhön. Työn aikana kuitenkin tiesin, että mitä työssä tulisi vielä ottaa esille, etenemisen tukena hyödynsin toimeksiantajan palautetta ja muita ehdotuksia.

Työn suurimmat hankaluudet tulivat esille tarjouslaskentavaiheessa, koska aiheesta ei ollut lainkaan aiempaa kokemusta. Latausjärjestelmien tarjouslaskennasta ja kustannuksista oli saatavilla vähän materiaalia ja esimerkkejä, koska aihe poikkeaa reilusti tyyppillisestä sähköurakointikohteesta. Toimeksiantajan puolella oli tarjouslaskentaan liittyen kuitenkin kokenutta henkilöstä, joilta sain hyödyllisiä vinkkejä sen läpiviemiseksi. Tarjouslaskentavaiheessa hyödynnettiin myös ulkopuolisten asiantuntijoiden haastatteluita, joilta sain paljon hyvää lisäinformaatiota itse tarjouslaskennasta sekä esimerkiksi vaihtoehtoisista menetelmistä sen suorittamiseksi.

Opinnäytetyön tietojen luotettavuus varmistettiin tutkimalla lähteen julkaisijaa, julkaisutyyppiä ja julkaisun ajankohtaa. Useat laitevalmistajat ja muut alalla toimijat tarjoavat runsaasti materiaalia latausjärjestelmistä ja niiden toteutuksesta, joten osa lähteistä piti sisällään kaupallista sisältöä. Työssä kaikkia lähteitä käytettiin kuitenkin riippumattomasta näkökulmasta samalla hyödyntäen mahdollisimman paljon primäärilähteitä sekä monilähteisyyttä. Tietojen laatu varmistettiin myös toimeksiantajan säännöllisen palautteen sekä palavereiden yhteydessä.

### **13.1 Jatkotutkimusidea**

Voimatelillä on meneillään XR- eli Extended Reality-hanke yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun kanssa. Hankkeessa muun muassa käsitellään ja kehitellään soveltamismahdollisuuksia eri laitteille, kuten älylaseille. Jatkotutkimuksena voisi tutkia XR-laitteiston ja muiden laitteiden, kuten dronejen ja 360° kameroiden sekä esimerkiksi laserkeilauksen ja 3D-mallintamisen soveltuvuutta latausjärjestelmien toteutukseen ja sen dokumentoinnin rikastamiseksi koko projektin ajaksi latauskartoituksesta ylläpitoon saakka. Tutkimuksen voisi helposti myös kohdistaa tai laajentaa Voimatelin muihin lukuisiin palveluihin.

## Lähteet

Eduskunnan vastaus EV 108/2020 vp – HE 23/2020 vp. 2020. Eduskunta. Viitattu 2.12.2021. [https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/EduskunnanVastaus/Documents/EV\\_108+2020.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/EduskunnanVastaus/Documents/EV_108+2020.pdf)

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kiinteistöjen latauspaikat -esiselvitys. 2015. Motiva. Viitattu 5.12.2021. [https://www.motiva.fi/files/10869/Kiinteistojen\\_latauspaikat\\_esiselvitys.pdf](https://www.motiva.fi/files/10869/Kiinteistojen_latauspaikat_esiselvitys.pdf)

Lataa sähköautosi turvallisesti. 2019. Tiedote Tukes.fi-sivustolla. Viitattu 14.1.2022. <https://tukes.fi/-/lataa-sahkoautosi-turvallisesti>

Latausratkaisut taloyhtiöille. N.d. Artikkelit Defa.com-sivustolla. Viitattu 4.12.2021. <https://www.defa.com/fi/latausratkaisut-taloyhtiöille/>

Latostenmaa, J. 2017. Sähköurakan tarjouslaskenta ilman laskentaohjelmistoa. Insinööriyö, AMK. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Viitattu 1.2.2021. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/137960/Latostenmaa\\_Joona.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/137960/Latostenmaa_Joona.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Määrälaskenta hetkessä ja tarkasti. N.d. Artikkelit Cadmatic.com-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.cadmatic.com/fi/construction/ohjelmistoratkaisut/cadmatic-electrical/urakointi/>

Miksi sähköauton lataus tarvitsee älyä? 2019. Artikkelit Virta.global-sivustolla. Viitattu 25.9.2021. <https://www.virta.global/fi/blogi/miksi-s%C3%A4hk%C3%B6auton-lataus-tarvitsee-%C3%A4ly%C3%A4>

Ohje sähköautojen latauspisteiden toteuttamiseksi. 2021. Kiinteistöliitto. Viitattu 7.2.2022. [https://issuu.com/kiinteistoliitto/docs/ohje\\_sahkoautojen\\_latauspisteiden\\_toteuttamiseksi](https://issuu.com/kiinteistoliitto/docs/ohje_sahkoautojen_latauspisteiden_toteuttamiseksi)

Palvelut. N.d. Artikkelit Voimatel.fi-sivustolla. Viitattu 26.4.2022. <https://www.voimatel.fi/palvelut/>

Pinta-asennettava latauspistorasia. N.d. Tuote Rakennusosa.fi-sivustolla. Viitattu 15.2.2022 <https://www.rakennusosa.fi/product/126/pinta-asennettava-latauspistorasia>

Saastamoinen, A & Autio I. 2017. Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. Espoo: Sähköinfo Oy.

Salminen, K. 2021. Taloyhtiön kiperä pätkinä – kuka maksaa sähköauton latauspisteiden rakennuskulut? Artikkelit Taloustaito.fi-sivustolla. Viitattu 4.12.2021. <https://www.taloustaito.fi/koti/taloyhtion-kiperä-pahkina--kuka-maksaa-sahkoauton-latauspisteiden-rakennuskulut/#6cf2ad6d>

ST-51.90. 2021. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. ST-ohjekortti. Sähkötieto ry. Viitattu 28.9.2021. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

ST-julkaisut. N.d. Sähkötieto. Viitattu 14.2.2022. <http://www.sahkotieto.fi/index.php?k=14937>

ST-kortisto. N.d. Sähköinfo. Viitattu 14.2.2022. <https://www.sahkoinfo.fi/product/group/54>

ST-käsikirja 41. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. ST-ohjekortti. Sähkötieto ry. Viitattu 11.11.2021. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

Sähköenergian mittausohje. N.d. Tampereen Sähköverkko. Viitattu 17.3.2022. <https://www.sahkolaitos.fi/globalassets/tiedostot/ohjeet-ja-opasteet/sahkoverkko/tsv-ohjepankki/2.sahkon suunnittelijalle-ja-urakoitsijalle/3.-sahkoenergian-mittaus/1.-sahkoenergian-mittausohje.pdf>

Sähköajoneuvojen lataussuositus. 2021. Sesko ry. Viitattu 25.9.2021. [https://www.sesko.fi/files/1210/SESKO\\_lataussuositus\\_2021-02-17.pdf](https://www.sesko.fi/files/1210/SESKO_lataussuositus_2021-02-17.pdf)

Sähköautojen latausjärjestelmien huomioiminen kiinteistöjen sähkösuunnittelussa. 2021. Ensto. Viitattu 25.9.2021. <https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>

Sähköautojen latausinfra-avustus hakuohje. 2022. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Viitattu 13.2.2022. <https://www.ara.fi/download/noname/%7B476B71D5-4945-4504-A665-7C97962DAA0A%7D/148167>

Sähköautojen latauslaitteet yleisesti. 2019. Artikkelit Plugit.fi-sivustolla. Viitattu 20.4.2022. <https://plugit.fi/artikkelit/sahkoautojen-latauslaitteet-yleisesti/>

Sähköautojen lataus taloyhtiöissä. 2021. Artikkelit Lindblad.fi-sivustolla. Viitattu 4.12.2021. <https://lindblad.fi/sahkoautojen-lataus-taloyhtiossa/>

Sähköauton akku ja lataaminen. N.d. Artikkelit Tukes.fi-sivustolla. Viitattu 15.2.2022. <https://tukes.fi/koti-ja-vapaa-aika/kodin-tekniikka-ja-sahko/sahkoauton-akku-ja-lataaminen>

Sähköauton kulutus – Kuinka paljon energiaa sähköauto käyttää vuodessa? 2019. Artikkelit Virta.fi-sivustolla. Viitattu 20.4.2022. <https://www.virta.global.fi/blogi/sahkoauton-kulutus-kuinka-paljon-sahkoauto-kuluttaa-vuodessa>

Sähköauton lataus. N.d. Artikkelit Lumme Energia.fi-sivustolla. Viitattu 6.10.2021. <https://www.lumme-energia.fi/sahkoauton-lataus>

Sähköauton latauspiste taloyhtiöön – kaikki mitä tulee tietää, kun suunnittelet latauspisteiden hankkimista. N.d. Artikkelit Latausasemaopas.fi-sivustolla. Viitattu 4.12.2021. [https://latausasemaopas.fi/latausasemaopas-taloyhtiöille/#Latauspisteita\\_koskeva\\_paatoksenteko\\_taloyhtiössa](https://latausasemaopas.fi/latausasemaopas-taloyhtiöille/#Latauspisteita_koskeva_paatoksenteko_taloyhtiössa)

Sähköautot. 2021. Artikkelit Motiva.fi-sivustolla. Viitattu 26.1.2021. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/valitse\\_auto\\_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot)

Sähkö liikenteen käyttövoimana osana energiamurrosta – EV-latausjärjestelmän suunnittelijan opas. 2019. Electromobility. Viitattu 25.9.2021. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107492A1741&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>

Sähköliittymän suurentaminen – korota liittymisoikeuttasi. N.d. Artikkelit Caruna.fi-sivustolla. Viitattu 9.11.2021. <https://www.caruna.fi/palvelut/sahkoliittymat/suurena-sahkoliittymaa>

Sähköverkon liittymismaksut 1.3.2022 alkaen. 2022. Savon Voima Verkko. Viitattu 1.4.2022. [https://savonvoima.fi/wp-content/uploads/2022/02/Sahkoverkon\\_liittymismaksut\\_01032022.pdf](https://savonvoima.fi/wp-content/uploads/2022/02/Sahkoverkon_liittymismaksut_01032022.pdf)

Tehokas, tasapuolinen ja turvallinen sähköautojen latausratkaisu taloyhtiöille. 2021. Artikkelit defa.com-sivustolla. Viitattu 7.2.2022. [https://www.defa.com/content/uploads/Documentation/EV-Charging/Marketing-materials/DEFA\\_e-mobility\\_taloyhti%C3%B6esite\\_v4\\_2021\\_web.pdf?timestamp=1644851259](https://www.defa.com/content/uploads/Documentation/EV-Charging/Marketing-materials/DEFA_e-mobility_taloyhti%C3%B6esite_v4_2021_web.pdf?timestamp=1644851259)

Työpaikkojen latauspisteavustus hakuohje. 2022. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. Viitattu 15.3.2022. <https://www.ara.fi/download/noname/%7B1475A2E6-1F99-4761-936F-C2B8A05831E5%7D/171961>

Varis, T & Pujals, M. 2021. Sähköauton lataus taloyhtiöissä -webinaari (27.4.2021). Video. Motivan webinaari sähköautojen lataamisesta taloyhtiöissä. Lataaja Motiva. Viitattu 4.12.2021. <https://www.youtube.com/watch?v=ziEtAp9kFQg>

Varttitase eli 15 minuutin taseselvitysjakso. N.d. Artikkelit Fingrid.fi-sivustolla. Viitattu 4.1.2022. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyyys/pohjoismainen-tasehallinta/varttitase/#taustaa>

Virolainen, M. 2021. Laki sähköautojen latauspisteistä – mitä se tarkoittaa taloyhtiöille? Helen.fi-sivustolla. Viitattu 2.12.2021. <https://www.helen.fi/taloyhtiot/asiakaspalvelu-taloyhtiöille/ajan-kohtaisia-artikkeleita/s%C3%A4hk%C3%B6autojen-lataus/laki-sahkoautojen-latauspisteista>

Älykäs kuormanhallinta. N.d. Parkkisähkö.fi-sivustolla. Viitattu 21.11.2021. <https://www.parkkisa-hko.fi/tietoa/alykas-kuormanhallinta>