



Mikko Remekselä

Sähköauton latauspisteen suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

13.9.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Mikko Remekselä
Otsikko: Sähköauton latauspisteen suunnittelu
Sivumäärä: 31 sivua
Aika: 13.9.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumismuutosvaihtoehto: Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat: Jukka Karppinen, Lehtori
Jarkko Bergqvist, Projektipäällikkö

Insinööriä tehtiin Rakentaminen-yksikössä Rejlers Finland Oy:lle. Työn tarkoituksena oli saada aikaan ohje, jonka avulla sähköauton latauspisteen suunnittelun voi toteuttaa ja jonka avulla voidaan kartoittaa parhaat ratkaisut suunnittelutyön tilaajan rakennuttamaan tai saneeraamaan kohteeseen.

Sähköauton latauspisteiden maailma muuttuu nopeasti, siksi yrityksessä nähtiin tarve tämän työn tekemiselle. Erityisen haastavana yrityksessä on koettu suunnittelutyön tilaajan antamat puutteelliset lähtötiedot. Suunnittelutyön tilaajilla ei lähtökohtaisesti ole ammattilaisen tietoa sähköauton latauspisteistä, joten tämän insinööriä tärkeänä tavoitteena oli valmistaa sähkösuunnittelija ohjaamaan suunnittelutyön tilaajaa tämän tekemisissä ratkaisuihin.

Aiheesta on olemassa paljon aineistoa, kuten sähköasennusstandardeja, lakeja, ST-kortteja, ST-käsikirja sekä latausasemien valmistajien tekemiä oppaita ja suunnitteluohjeita. Näitä hyödyntämällä on koostettu tämä opinnäytetyö, johon on pyritty saamaan ajankohtaisin ja merkityksellisin tieto.

Työn tuloksena on koottu aineisto, johon perehtymällä sähkösuunnittelija saa tietoa kaikista latausaseman suunnitteluun liittyvistä asioista. Työssä on myös taulukoita ja kaavoja, jotka auttavat sähkösuunnittelijaa latausjärjestelmien mitoituksessa.

Avainsanat: sähköauto, latausasema, suunnitteluohje, kuormanhallinta, latausjärjestelmä

Abstract

Author(s): Mikko Remekselä
Title: Designing Electric Car's Charging Stations
Number of Pages: 31 pages
Date: 13 September 2023

Degree: Bachelor of engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Specialisation option: Electrical power engineering
Instructor(s): Jukka Karppinen, Senior Lecturer
Jarkko Bergqvist, Project manager

The objective of this thesis study was to introduce means to create electric design for an electric car's charging system. Work was carried out for the buildings department of Rejlers Finland.

Electric cars and the charging systems for them are developing rapidly and this is the reason Rejlers Finland had a need for this thesis study. There have been many instances in the company, in which the customer who has ordered the electric designs for charging stations is not even sure what kind of charging system they need. So, the purpose of this thesis is to prepare and guide the electric design engineer for situations, in which he/she is expected to guide the direction where the designs are going.

Material and information regarding this subject exist for example in electrical installation standards, ST-cards, ST-handbook, and several manufacturers of charging stations and operators of charging station services have created guidebooks and information sheets about this subject. Taking advantage of various sources of information and material, this thesis collects relevant and meaningful information into a useful package.

A further goal of this thesis is to present the best options for electric car charging stations for different types of property and construction work.

Result of this thesis study is a compact collection of information, which gives an electric design engineer required information regarding design of an electric car charging system. Thesis study also includes charts and formulas which will guide the electric designer in formulating a charging system.

Keywords: Electric car, charging station, design guide, power control, charging system

Sisällys

Käsitteet ja lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tekniset vaatimukset suunnitteluun	1
2.1	Standardit	1
2.2	Laki	3
2.3	Operaattori	5
2.4	Oma toteutus	6
2.5	ARA-tuki	7
3	Valintojen tekeminen	9
3.1	Lataustapa	9
3.2	Kuormanhallinta	12
3.3	Liitettävyys	14
3.4	Latausasemat	15
4	Mitoittaminen ja suunnittelu	18
4.1	Tehotarpeen arviointi	18
4.2	Kaapelit ja sulakkeet	23
4.3	Virtakisko	25
5	Yhteenveto	28
	Lähteet	30

Käsitteet ja lyhenteet

ARA: Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus.

LAN: *Local Area Network*. Paikallinen tietoliikenneverkko.

NEDC: *New European Driving Cycle*. Vuoteen 2018 asti käytetty eurooppalainen testistandardi, jonka avulla määritetään ajoneuvon polttoaineen kulutus.

OCPP: *Open Charge Point Protocol*. Sovellusprotokolla, joka mahdollistaa kommunikoinnin latausasemien ja operaattorin välillä.

RFID: *Radio Frequency Identification*. Radiotaajuinen tunnistelätkä.

Schuko: Euroopassa käytetty pistorasiatyyppe.

WLTP: *Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure*. Maailmanlaajuinen paranneltu testistandardi, jolla määritetään ajoneuvon polttoaineen kulutus.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön aiheena on sähköauton latauspisteen suunnittelu, ja se tehdään Rejlers Finland Oy:lle Rakentaminen-yksikössä. Työn tavoitteena on kartoittaa eri vaihtoehtoja sähköauton latauspisteistä, energian mittauksesta ja operaattoreista.

Työ on toteutettu sähkösuunnittelijan näkökulmasta, ja sen tarkoituksena on tukea sähkösuunnittelutoimiston myyntiä ja erityisesti hankesuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelijaa. Työ myös antaa sähkösuunnittelijalle arvokasta tietoa kaikista sähköautojen latausasemiin liittyvistä asioista ja valmiudet tehdä mitoituksia ja valintoja latausjärjestelmän suhteen. Työssä keskitytään Rejlers Finland oy:lle tyypillisiin kohteisiin eli julkisiin kohteisiin.

Yrityksessä on huomattu, että tilaajan on vaikea tehdä valintoja sen suhteen, minkä operaattorin ja mitkä kalusteet valitaan sähköautojen latauspisteiden toteutukseen, koska operaattoreita on paljon ja sähköautojen ala on nopeasti kehittyvä. Tämän työn tarkoituksena on kartoittaa olemassa olevia vaihtoehtoja latauksen ja energiamittauksen saralla ja selvittää, mitkä vaihtoehdot toimivat parhaiten erilaisissa kiinteistöissä ja tarpeissa.

2 Tekniset vaatimukset suunnitteluun

2.1 Standardit

Sähköajoneuvojen suunnitteluun liittyy lakeja ja standardeja. SESKO ry:n suosituksessa [1, s.8] on lueteltu latausjärjestelmiin liittyviä määräyksiä, standardeja ja muita julkaisuja.

Standardisarjaa SFS 6000, joka on pienjänniteasennuksia käsittelevä standardisarja, voidaan soveltaa latausasemien suunnitteluun ja standardisarja SFS 6000-7-722 käsittelee piirejä, joita käytetään sähköajoneuvojen lataukseen ja

joissa sähköä syötetään sähköajoneuvosta takaisin yksityiseen tai yleiseen jakeluverkkoon.

Sähköajoneuvon johdollisen latauksen syöttölaitteita ja niihin liittyviä lataustapoja koskevat vaatimukset kuvataan standardisarjassa IEC 61851 ja sähköajoneuvojen johdottoman tehonsiirron syöttölaitteiden vaatimuksia kuvataan standardisarjassa IEC 61980.

ST-kortti 51.90 [2] Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus on ST-kortti, jossa esitellään keskeisimmät sähköauton lataamiseen liittyvät säädökset, määritelmät, standardit, sähköautojen tärkeimmät ominaisuudet, akkujen lataustavat sekä latauspisteiden toteutusperiaatteita. Lisäksi kortissa on mitoitusesimerkkejä erityyppisissä kiinteistöissä.

ST-kortti 51.93 [3] on täytettävä lomake, jonka tarkoitus on auttaa sähköauton latausasemien tarvekartoituksessa. ST-kortti 51.94 [4] on täytettävä lomake, jonka tarkoitus on auttaa sähköajoneuvojen latausjärjestelmän ja kiinteistön esiselvityksessä. Näitä ST-kortteja voi käyttää avuksi latausasemien suunnittelussa.

ST-käsikirja 41 [5] on nimeltään Sähköajoneuvot ja latausjärjestelmät. Käsikirja on 149-sivuinen tietopaketti ja se vastaa seuraaviin kysymyksiin: Millaisia ajoneuvoja on olemassa ja miten niiden lataus toimii, mitkä ovat latausjärjestelmien tekniset vaatimukset, millaisia erilaisia latausasemia ja latausjärjestelmiä on, miten saada selville kohteeseen soveltuva latausjärjestelmä ja mitä erityispiirteitä latausjärjestelmien sähköasennuksiin liittyy.

Merkittävänä huomiona sähkösuunnittelijan kannalta voidaan pitää seuraavaa kohtaa, koska jokaisen latauspisteen kaapelointi omalla kaapelilla nostaisi latausaseman kustannuksia, kasvattaisi latausasemia syöttäviä keskuksia ja vaikeuttaisi itse kaapelointia. Standardissa SFS 6000-7-722 esitetään mitä sähköteknisiä suojauksia latausasemien ketjuttaminen vaatii.

SFS 6000-7-722 edellyttää omaa virtapiiriä kullekin liitäntäpisteelle, eli että jokainen liitäntäpiste on suojattu omalla ylivirtasuojalla ja vikavirtasuojalla, jottei mahdollinen vika haittaa muiden autojen latausta. Tämä vaatimus ei estä käyttämästä esimerkiksi ketjutettua johtojärjestelmää, kunhan kullekin latauspisteelle on omat suojat. Jokainen latauspiste tulee suojata vähintään 30 mA:n A-tyyppin vikavirtasuojalla. [6.]

Jos asennetaan saman syöttökaapelin taakse ketjutettuna useampi latausasema, tulee asennukseen käyttää sellaista latausasemaa, jossa on sisäänrakennettu A-tyyppin vikavirtasuojaja.

2.2 Laki

Sähköautojen latausasemien suunnittelua ohjaavat myös lainsäädännöt 478/2017 (Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta) ja 733/2020 (Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latausvalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä). Tähän kappaleeseen on koottu sähkösuunnittelijan kannalta tärkeitä ja suunnittelua ohjaavia kohtia.

Toiminnanharjoittaja saa asettaa julkisen lataus- ja tankkauspisteen käytölle aikarajoituksia sekä erilaisia tunnistus-, käyttö ja maksuehtoja [7, 4. §].

Sähkökäyttöisten ajoneuvojen latauksessa tulee mahdollisuuksien mukaan käyttää älykkäitä latausjärjestelmiä [7, 4. §].

Toiminnanharjoittajan tulee varmistaa, että julkisten tankkaus- tai latauspisteiden maantieteellistä sijaintia koskevat tiedot ovat avoimella ja syrjimättömällä tavalla kaikkien käyttäjien käytettävissä [7, 7. §].

Laissa 733/29.10.2020 käsitellään sitä, miten monta latauspistettä tai latauspistevalmiutta täytyy toteuttaa missäkin rakennuksessa. Sähkösuunnittelijan näkökulmasta voidaan pitää erittäin tärkeänä pykälää 5:

Sellaisen uuden asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste [8, 5. §].

Tämä kannattaa pitää mielessä esimerkiksi kerrostalon suunnitelmissa. Asemakuvaan on tämän lainsäädännön nojalla varattava putkitus tuleville latausasemille. Putkitus olisi mahdollisuuksien mukaan hyvä toteuttaa niin, ettei kaapeleita lisättäessä tarvitse rikkoa asfalttia. Putket voi myös päättää pylväsjalustaan.

Sellaisen uuden muun rakennuksen kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on yli 10 pysäköintipaikkaa, on lain 733/29.10.2020 mukaan asennettava yksi suurihoidon latauspiste tai vaihtoehtoisesti:

Vähintään yksi normaalitehoinen latauspiste, jos pysäköintipaikkoja on 11–50.

Vähintään kaksi normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on 51–100.

Vähintään kolme normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on 51–100.

Lisäksi 11–30 pysäköintipaikan rakennuksessa, on asennettava latauspistevalmius 50 prosenttiin pysäköintipaikoista. Jos pysäköintipaikkoja on yli 30, latauspistevalmius on asennettava vähintään 20 prosenttiin pysäköintipaikoista, kuitenkin niin, että latauspistevalmius on vähintään 15 pysäköintipaikassa. [8, 5. §.]

Nämä on tärkeää pitää mielessä suunnitellessa latausasemia. Laissa 733/29.10.2020 on määritelty, mitä latauspistevalmiudella tarkoitetaan:

Tässä laissa tarkoitetaan latauspistevalmiudella putkitusta tai muita johtoteitä, joihin voidaan myöhemmin asentaa tarvittava kaapelointi sähköajoneuvojen latauspisteitä varten, sekä kaapelointia sähköajoneuvojen latauspisteitä varten [8, 3. §].

Toisin sanoen jos suunnitellaan kohdetta, missä pysäköintipaikat ovat ulkona, hyvä tapa toteuttaa tätä lakia on piirtää asemakuvaan jokaiselle pysäköintipaikalle tyhjä putki. Tämä tuskin lisää rakentamisen kustannuksia juurikaan, kun

lähtökohtaisesti jokaiselle pysäköintipaikalle kuitenkin kaivetaan putki auton lämmitystolppaa varten. Jos taas kohde on esimerkiksi parkkihalli, niissä yleensä on kaapelihylly johtotienä. Tässä tapauksessa latausasemien kaapelointi jälkikäteen on helppoa. Tällaisessa kohteessa olisi hyvä suunnitella leveämpi hylly kuin oikeasti tarvitaan, niin jälkikäteen tehtäville kaapeloinneille jää tilaa. Laki ei mainitse tilavarauksista mitään, mutta jos latausasemia halutaan jälkikäteen asentaa, olisi välttämätöntä tehdä jonkinlaisia tilavarauksia tuleville latauspisteiden jakokeskuksille.

2.3 Operaattori

Suomessa on useita palveluntarjoajia, jotka tarjoavat sähköauton latauspisteille avaimet käteen -palvelua. Kattavimmissa paketeissa operaattori hoitaa latauslaitteiden toimituksen ja asennuksen sekä laitteiden huollon ja ylläpidon. Pakettiin voi myös kuulua energianmittauspalvelut, käytetyn energian laskutus ja kuormanhallinnan ohjaus. Operaattorin käyttäminen on helppoa, mutta ei kannattavaa kaikissa tapauksissa.

Esimerkiksi huoltoasemalle, ruokakauppaan tai vastaavaan tilaan halutaan latausasema, jota asiakas voi käyttää sinä aikana, kun hän asioi liikkeessä. Tässä tapauksessa lähes poikkeuksetta järkevä vaihtoehto on ottaa kokonaisuus operaattorilta. Tällainen tilanne on hankala toteuttaa muuten, koska latauspisteellä saattaa päivän aikana käydä kymmeniä asiakkaita, joten infra, jota laskutukseen, ja latauspisteen avaamiseen tarvitaan on suurta. Kun käytetään suuren operaattorin palvelua latauspisteessä, joka on julkisessa käytössä, se lisätään operaattorin palveluverkoston. Se, että latausasemakartoissa näkyy kyseinen latauspiste, luonnollisesti houkuttelee asiakkaita kyseiseen toimitilaan. Operaattorit hoitavat kaikki mobiilisovellukseen ja maksamiseen liittyvät asiat, jolloin ratkaisusta tulee mielekäs yritykselle, jonka liiketoiminta ei perustu kyseiseen latausasemaan, vaan on olemassa asiakkaiden houkuttelemiseksi.

Latauksen voi myös tarjota ilmaiseksi. Yhdysvalloissa on tehty tutkimus, jonka mukaan sähköautoilijat myös viipyvät ostoskeskuksessa 35 % pidempään, jos

siellä on tarjolla ilmainen latausmahdollisuus [9, s.9]. Näissä tapauksissa olisi hyvä laskea kustannuksia, joita ilmaisesta latauksesta syntyy ja miten paljon se voisi tuoda vastinetta yritykselle.

Yhtenä esimerkkinä on toimistorakennus. Halutaan sähköauton latausmahdollisuus, mutta ei haluta sen olevan ilmaista vaan kertamaksullista. Tämä on vaikea toteuttaa ilman operaattoria, koska latauspisteiden lukitseminen maksu-
muurin taakse on työlästä. Jos taas lataus on tarkoitettu työntekijöille, ja he maksavat siitä jonkin kuukausimaksun esimerkiksi, silloin operaattori ei välttämättä ole tarpeellinen. Latausasemat voidaan myös suunnitella ja asentaa itse. Jos latausasemat yhdistetään lähiverkkoon tai langattomalla yhteydellä internetiin, voidaan laskutus ja mittaus hoitaa operaattorin kautta, mutta urakointi ja suunnittelu kohteen omien tekijöiden toimesta.

2.4 Oma toteutus

Latauspisteet voidaan hyvinkin toteuttaa ilman operaattoria. Tässä tapauksessa pitää suunnitella sopivan kokoiset syötöt ja sulakkeet sekä suunnitella mittaus. Kuormanhallinta on syytä toteuttaa. Kuormanhallinnan toteuttaminen ei ole merkittävä kustannus, mutta hyödyt ovat kiistattomat. Jos latauspisteitä on enemmän kuin kaksi, ei silloin latauspisteitä kannata mitoittaa sen mukaan, että kaikkia latauspisteitä voidaan käyttää jatkuvasti täydellä teholla. 22 kW:n teholla lataavat latausasemat ovat tänä päivänä yleisiä. Jos latausasemia on esimerkiksi viisi kappaletta, sulakkeet ja liittymä joudutaan mitoittamaan 110 kW:n teholla, vaikka tilanne, jossa kaikki asemat lataavat täydellä teholla, on harvinainen. Kuormanhallinta näin ollen luo merkittäviä säästöjä kustannuksiin. Latausjärjestelmän kustannusjakaumaa on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Latausjärjestelmän kustannusjakauma [10, s. 3].

Kustannusjakauma tietysti vaihtelee asennettavan kohteen ja olosuhteiden mukaan, mutta kuva 1 antaa kuitenkin osviittaa. Näin ollen latausasemat, kaapeloinnit ja keskkukset kattavat noin 85 % kustannuksista. Jos aikomuksena on tilata kokonaistoimitus sähköasemaoperaattorilta, voidaan olla melko varmoja, että asennusmateriaaleja ei tulla saamaan parhaalla hinnalla. Jos laskutus, hallinta ja energiamittaus ovat tärkeimmät asiat, joita operaattoreilta haetaan, tuntuu ajatuksena järkevältä kilpailuttaa sähköurakoitsijoilla mahdollisimman suuri osuus latausjärjestelmästä. Kokonaistoimituksiin usein liittyy toimittajan valmistamat latausasemat, joihin tuskin saadaan markkinoiden parasta hintaa.

2.5 ARA-tuki

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskukselta eli ARAsta voi hakea ja saada taloudellista tukea sähköautojen latausasemien rakennuttamiseen. Kaupallisiin tarkoituksiin tulevia latausasemia ARA ei tue taloudellisesti. Avustuksen voi saada ARA:ta asuinrakennuksen omistava yhteisö, eli taloyhtiö tai vuokrataloyhteisö. Avustusta voi saada myös pysäköintiyhtiö. Tämä edellyttää sitä, että pysäköintiyhtiö toteuttaa asemakaavassa määriteltyä asukaspysäköintiä omakustannusperiaatteella ja joiden avustuksella toteutettava latausinfra on tarkoitettu asukaspysäköinnin käyttöön. [11.]

Avustus on 35 % arvonlisäveron alla olevista kustannuksista. Latausasemakoh-
tainen avustus voi olla maksimissaan 4000 euroa. Kriteerinä avustuksen saami-
selle on sähköauton latausvalmiuden toteuttaminen vähintään viidelle autopai-
kalle tai kaikille autopakoille, jos taloyhtiössä on alle viisi autopaikkaa yhteensä.
Keskukselta latausasemille tulevan kaapelin tulee myös kestää vähintään
11kW:n sähköteho. Avustuksen piirissä olevat kustannukset ovat: tarvekartoi-
tus, hankesuunnittelu, sähköpääkeskuksen tarvittavat muutostyöt, sähköliitty-
män tyyppin muutos, putkitukset ja kaapeloinnit, maanrakennustyöt ja latauslait-
teet edellyttäen, että ne ovat tuen saajan omistuksessa. Näin ollen operaattorin
toimittamiin, kuukausiveloitusperiaatteella toimiviin latausasemiin ei tukea voi
saada. Avustusta ei myöskään myönnetä keskeneräisiin uudisrakennuskohtei-
siin. [11.]

ARAan toimitettujen hakemusten arvo ylittää käytössä olevat määrärahat, eikä
loppuvuodelle ole vielä tiedossa lisärahoitusta. Vuoden 2024 rahoitus on halli-
tuksen käsissä, eikä siitä ole vielä tehty päätöksiä. Hakemuksia otetaan vas-
taan, mutta niitä ei käsitellä ennen kuin määrärahaa on myönnetty lisää. Hake-
muksia on 24.8.2023 jonossa noin 580 kpl ja helmikuun aikana toimitettuja ha-
kemuksia käsitellään nyt. [11.]

3 Valintojen tekeminen

3.1 Lataustapa

Sähköauton lataustavoista käytetään erilaisia termejä, ja ne voivat olla hämmentäviä. Käytössä on termejä kuten: hidas-, keskinopea-, nopea-, pika-, suurteho- ja DC-lataus. Nämä termit eivät ole tarkkoja tai standardisoituja, joten selkeää on käyttää nimitystä: Mode ja numero. Tämä on selkeä tapa jaotella erilaiset lataustavat, ja taulukko 1 esittelee erilaisia lataustapoja sähköautoille.

Taulukko 1. Eri lataustapojen nimet, lataustehot ja käyttö.

Lataustapa	Teho/Virta	Käyttö
Mode 2 (Hidaslataus, Suko-lataus, AC-lataus)	1,8–3,7 kW 8–16 A	Matkalataus. Kaupunkikeskusten kerrostaloissa pieniin lataustarpeisiin.
Mode 3 (Peruslataus, asiointilataus, AC-lataus)	3,7–43 kW 1x16–3x63 A	Yleisin lataustapa ja toimiva ratkaisu kotitalouksiin ja yrityksiin.
Mode 4 (Teho-/Pika-/suurteholataus)	50–350 kW 125–875 A	DC-pikalataus. Tienvarilla ja huoltamoilla käytettävä lyhytkestoiseen lataukseen.

Hidasta lataustapaa ei ole sopivaa suunnitella uudiskohteissa sähköauton lataukseen. Joissain asuinkerrostalojen saneerauskohteissa se voi olla toimiva vaihtoehtoinen ratkaisu kustannuksien hallinnan mielessä. Kotitalouspistorasiat eivät kestä jatkuvaa 16 ampeerin virtaa, vaikka niissä sen kokoiset sulakkeet ovatkin. Tätä lataustapaa käytetään, kun muita vaihtoehtoja ei ole. Latausvirtaa

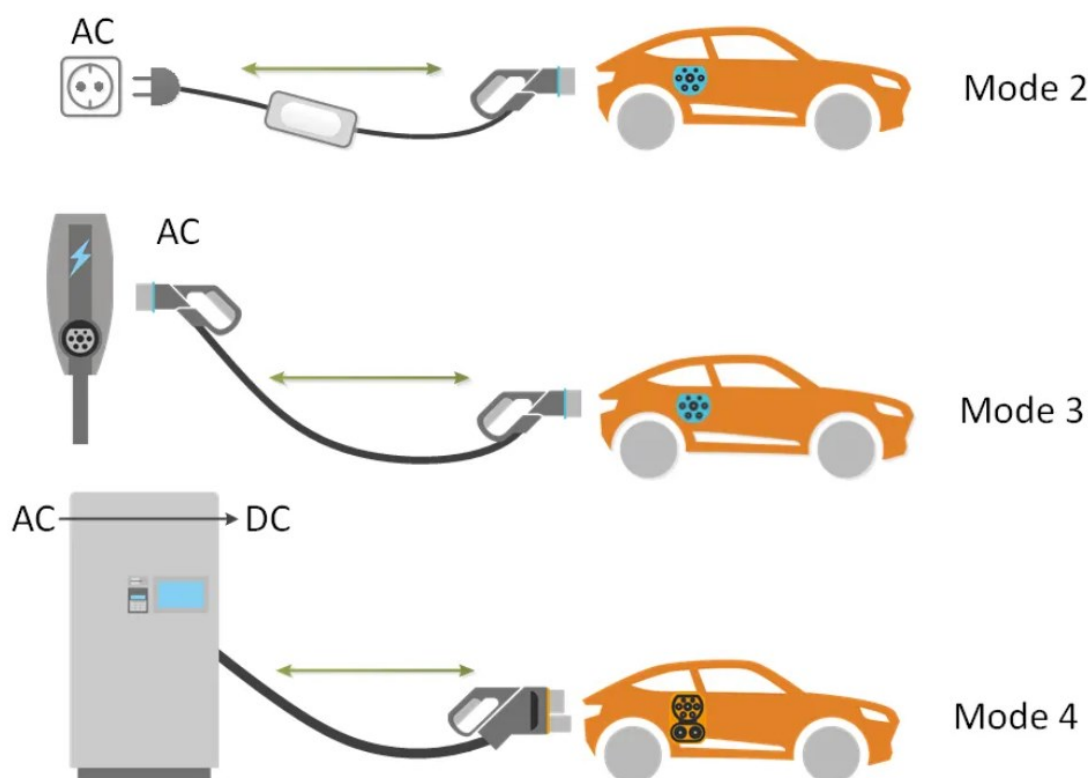
rajoitetaan latausjohdolla 8 ampeeriin latauskaapelilla. Joissain latausasemissa on Type 2-latauskaapelin lisäksi schuko-pistorasia. Tässä tapauksessa pistorasiaa voidaan käyttää lataukseen ilman virtarajoitusta, koska kyseinen kaluste on sitä varten suunniteltu ja näin ollen kestää sille kohdistuvan virran. Markkinoilla on myynnissä schuko-pistorasioita, jotka kestävät 16 ampeerin jatkuvan kuorman. Tällaisista pistorasioista voidaan ladata sähköautoa vaikka 15 ampeerin virralla. Kuvassa 2 on esitetty latauskaapeli, jota voidaan käyttää sähköauton lataamiseen tavallisesta kotitalouspistorasiasta.



Kuva 2. Schuko pistorasiaan asetettava hitaan lataustavan kaapeli [12].

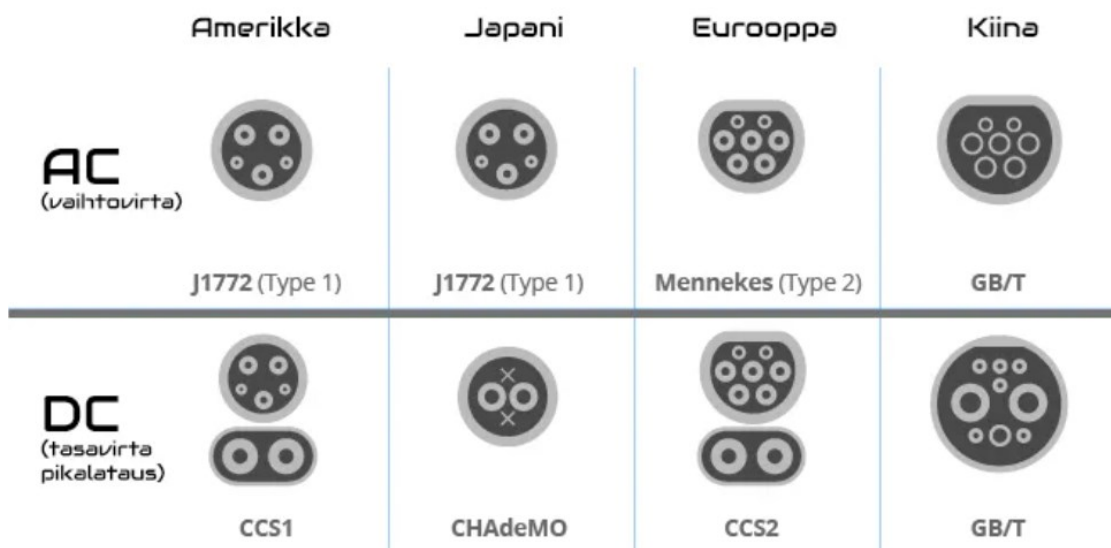
Jos sähköautoa ladetaan normaalista kotitalouspistorasiasta, virta rajoitetaan kaapelin avulla 8 ampeeriin. Jos käytössä taas on esimerkiksi sähköauton lataukseen tarkoitettu pistorasia, voidaan ladata ilman rajoitusta. Kyseinen tuote voi täyttää sähköautoilijan lataustarpeen matkustaessa, mutta asemia suunniteltaessa Mode-3 lataustapa on tarkoituksenmukaisempi.

Karkeasti voitaisiin sanoa, että sähkösuunnittelijan näkökulmasta keskinopea lataustapa on lähes aina oikea vaihtoehto. Tämä lataustapa tunnetaan myös termeillä Mode-3 ja asiointilataus. Mode-3 latausasema kytketään kolmivaihejännitteeseen ja näin ollen saadaan paljon korkeampi latausteho kuin yksivaiheisella. Ihan kaikki sähköautot eivät tätä kolmivaiheista latausta pysty hyödyntämään, mutta suunnittelussa tämä ratkaistaan vaihekierrätyksellä. Yhtä vaihetta latauksessa käyttävät automallit ladataan kumminkin samasta asemasta kuin kolmivaiheisetkin. Mode-3 latausasemassa voi olla kolmivaihepistorasia, johon asetetaan latausjohto, tai sitten Type-2 laturi voi olla myös kiinteänä latausasemassa. Latausasemassa voi myös olla Type-2 irroitettava johto. Kuva 3 selkeyttää erilaisia lataustapoja ja niiden nimityksiä.



Kuva 3. Eri lataustavat havainnollistettuna [13].

Nopea lataustapa lataa autoa tasajännitteellä ja onkin parhaimmillaan huoltoasemilla ja ruokakaupoissa. Tätä lataustapaa käytettäessä on suositeltavaa kääntyä operaattorin puoleen, jos jokainen lataus pitää laskuttaa erikseen. Kuva 4 mallintaa minkälaisia latauspäitä maailmalla käytetään.



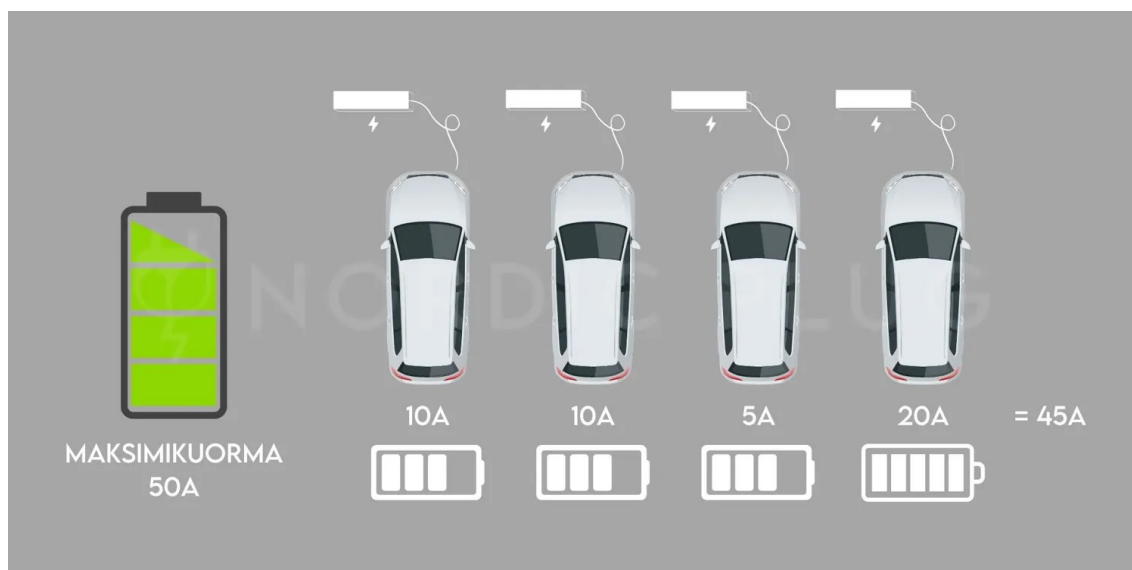
Kuva 4. Maailmalla käytettävät sähköauton latauspistokkeet [13].

CCS2-EU-pistoketta käytetään pikalataukseen sähköautoissa, jotka voivat vastaanottaa latauksen tasajännitteellä. Type-2 on yleisin Euroopassa ja varma valinta kohteeseen kuin kohteeseen. [2, s. 4–5.]

3.2 Kuormanhallinta

Kuormanhallintaan on olemassa kolme selkeää ratkaisua. Staattinen kuormanhallinta tarkoittaa sitä, että sähköasemilla lukitaan jo ennen käyttöönottoa tietty virtamäärä, mitä käytetään. Esimerkiksi jos latauspisteitä on viisi kappaletta ja latausasemille asetetaan maksimivirraksi 50 ampeeria, latausasema huolehtii siitä, ettei raja-arvo ylity vaan jakaa virran 10 ampeeria jokaiselle asemalle. Tietysti jos vain yhtä autoa ladataan, silloin on koko 50 ampeeria käytettävissä. Staattisen kuormanhallinnan suurimmaksi varjopuoleksi jää se, että se ei ota saman sähköliittymän sisällä olevaa muuta kulutusta huomioon. Staattinen kuormanhallinta on toimiva ratkaisu esimerkiksi uudisrakennuskohteissa, joissa voidaan mitoittaa liittymä ja latausasemien jakokeskuksen syöttö. Ratkaisu voisi toimia hyvin esimerkiksi suurissa pysäköintihalleissa tai taloyhtiöissä. Jos staattista kuormanhallintaa käytetään tilanteessa, jossa pääsulakkeilla on muutakin merkittävää kuormaa, pääsulakkeet saattavat palaa, jos kiinteistön muussa sähkökulutuksessa tulee nousua. Jos taas muun kulutuksen nousua huomioidaan

liaksi, ei koskaan täytetä maksimikapasiteettia sähköauton lataukselle. Kuva 5 esittää staattisen kuormanhallinnan virranjakoa.



Kuva 5. Havainnollistettu kuormanhallinnan kyky jakaa käytössä oleva virta latausasemille [14].

Staattista kuormanhallintaa käytettäessä tulee ottaa huomioon se, että jos käytettävissä oleva virta jaetaan liian monen auton kesken eikä sähköauton latauksen minivirta ylitä, niin silloin sähköauto ei lataudu ollenkaan [5, s.76].

Manuaalinen kuormanhallinta soveltuu vain yksityishenkilön omassa kotikäytössä olevalle latausasemalle. Manuaalisessa kuormanhallinnassa latausta säädetään esimerkiksi mobiilisovelluksella. Näin voidaan säätää lataus esimerkiksi yöaikaan, jolloin sähkö on halvempaa, tai pysäyttää sähköauton lataus saunomisen ajaksi. Manuaalista kuormanhallintaa käytetään yhden latausaseman ohjaamiseen yhden käyttäjän toimesta, ja näin ollen manuaalinen kuormanhallinnan käyttäminen sähkösuunnitelmissa ei ole tarkoituksenmukaista.

Dynaaminen kuormanhallinta seuraa koko sähköliittymän sähkönkulutusta ja mukauttaa latausasemien lataustehon sen mukaan. Dynaamisella kuormanhallinnalla saadaan sähköliittymästä täysi hyöty irti vaarantamatta kuitenkaan pääsulakkeita tai kiinteistön muiden sähkölaitteiden toimivuutta. Dynaaminen kuormanhallinta jakaa käytettävissä olevan virran samaan tapaan kuin staattinen

kuormanhallinta. Tämän lisäksi dynaamisessa kuormanhallinnassa käytettävissä oleva maksimivirta muuttuu, myötäillen kiinteistön muuta kulutusta [9, s.7].

3.3 Liitettävyys

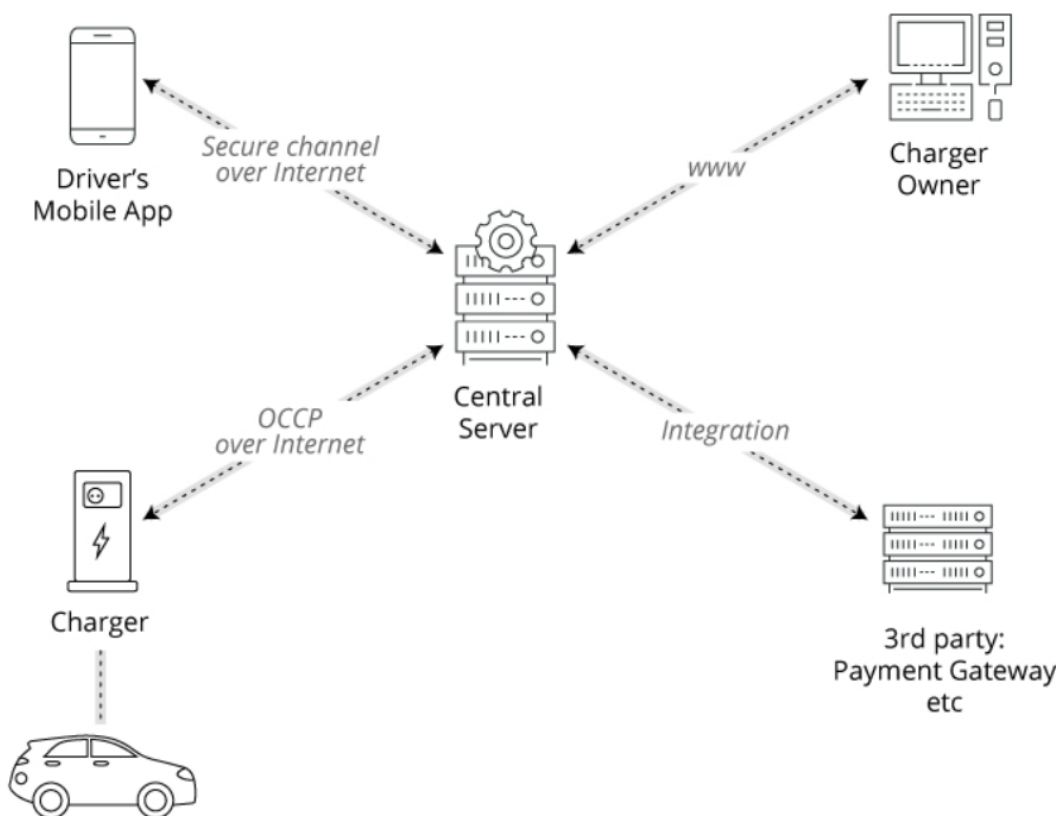
Latausasemien hallintaan on useampi vaihtoehto. Tilaajan tarpeet määrittävät, mikä on toimivin ratkaisu. Jos tilaaja on esimerkiksi yritys, joka haluaa tarjota työntekijöilleen ilmaisen latauksen työpäivän ajaksi, ei ole oikeastaan tarvetta yksilöidä lataustapahtumaa ja laskuttaa sitä lataajalta. Tällaisessa tapauksessa kuormanhallinta ja energiamittaus riittävät järjestelmän toteutukseen. Markkinoilla on paljon latausasemia, joihin saa RFID-tunnisteen tai PIN-koodin, jotka voidaan jakaa vain niille, jotka latausasemaa saavat käyttää [2, s.8].

OCPP (Open Charge Point Protocol) on protokolla, joka mahdollistaa laajempia mahdollisuuksia. Kun tämä on käytössä, voidaan tarkasti yksilöidä lataustapahtumat. Jos OCPP halutaan ottaa käyttöön, latausasemat täytyy yhdistää internetiin. Vaihtoehtoina ovat SIM-kortti jokaiselle latausasemalle, WIFI-yhteys tai internet-yhteyskaapelin vetäminen jokaiselle latausasemalle [2, s.8].

Joissakin latausasemissa on toiminto, jonka avulla voidaan yhdistää isäntäasema internetiin ja kaapeloida isäntäaseman taakse lisää latausasemia. Eli jos halutaan säästää telekaapelin vedoissa, voidaan vetää telekaapeli yhdelle latausasemalle ja ketjuttaa asemia sen taakse. Jos latausasemaan saa vaikka 5 kappaletta ala-asemia, niin telekaapelin johtoreitin ollessa vaikka 50 metriä säästetään 200 metriä kaapelia. Tietysti tässä on enemmän työtä parametrien asettelussa, eikä jokaista markkinoilla olevaa latausasemaa voida toteuttaa näin. Näin ollen joustavin ja muutosta kestävin tapa on vetää internetyhteys jokaiselle latausasemalle.

OCPP mahdollistaa sen, että mikä tahansa sitä tukeva latausasema, joka on varustettu energiamittauksella, käyttäjätunnistuksella ja kuormanhallinnalla, voidaan liittää minkä tahansa operaattorin verkkoon. Tämä mahdollistaa sen, että esimerkiksi voidaan kilpailuttaa latausasemat ja niiden lisäksi kilpailuttaa operaattori laskutusta varten. Jos latausasemat päädytään suunnittelemaan siten,

että jokaiselle vedetään oma telerasia, kaikki operaattorit ja kuormanhallintavaihtoehdot ovat avoinna. Olettaen että käytettävät latausasemat ovat varustettu kuormanhallinnalla. Tämä ratkaisu on siis avoimin tuleville kilpailutuksille ja muutoksille operaattorissa tai latausasemissa [2, s.8]. Kuva 6 pyrkii esittämään OCCP:n toimintaa.



Kuva 6. OCPP:n toiminta. Jos latausasemissa on OCPP-optio, niiden hallinta ja mittaus on hyvin joustavaa. [15.]

3.4 Latausasemat

Sähköautojen markkinaosuuden kasvaessa on tietysti selvää, että eri valmistajien tarjoamien latausasemien määräkin alkaa olemaan huomattava. Markkinoilta löytyy jo hyvin laajasti erilaisia, -kokoisia, -tehoisia ja -näköisiä latausasemia. Latausasemat voidaan jakaa mielekkäästi kahteen eri ryhmään: kotilataus ja julkinen lataus. Kotilataukseen tarkoitetuissa latausasemissa ei tarvitse olla

samanlaisia ominaisuuksia kuin julkisissa latausasemissa. Kotikäyttöisessä latausasemassa haltija voi hoitaa kuormanhallinnan itse, esimerkiksi puhelimella ja siihen ladattavalla applikaatiolla. Kuva 7 esittelee kotikäyttöön tarkoitetun kevyen latausaseman.



Kuva 7. Go-e charger-merkkinen kotikäyttöön tarkoitettu latausasema [16].

Latausasema liitetään sähköverkkoon 3-vaihepistotulpalla. Tällaisen latausaseman käyttöä helpottaa se, että asennukseen ei tarvita sähköasentajaa. Julkisiin kiinteistöihin ei tulisi tehdä tämän tyyppistä ratkaisua.

Latausasemia saa kiinteillä latauskaapeleilla sekä Type-2 pistorasialla varustettuina, jolloin latausaseman käyttäjällä pitää olla oma kaapeli käytössä. Julkisten kiinteistöjen latausasemilla toimivampi ratkaisu voisi olla latausasema, jossa on kiinteä latauskaapeli. Tähän ei oikeastaan ole suoraan oikeaa ratkaisua, vaan asia pitää miettiä tilanteen mukaan. Jos alueella, minne latausasema asennetaan, on korkea riski ilkvallalle, Type-2 pistorasialla varustettu latausasema

voisi olla parempi vaihtoehto kuin kiinteä kaapeli. Kiinteä kaapeli voi houkutella ilkivallantekijöitä repimään tai muuten hajottamaan sen. Latauskaapeli myös on ainut liikkuva osa latausasemassa, ja sitä irrotetaan ja kiinnitetään jatkuvasti sähköautoihin. Tämä luo tietysti huolen sen kestävyydestä ja kunnosta sekä huoltotarpeen latauskaapelille.

Markkinoilla on myös latausasemia, joissa on kaksi latauskaapelia tai pistorasiaa. Tämän tyyppinen latausasema tietysti vaatii isomman syöttökaapelin, mutta 16 mm²:n kuparikaapelilla pystyy toteuttamaan 36 kW:n lataustehon, mikä on täysin riittävä tuplalatausasemaan. Nämä ovat tarkoitettu asennettavaksi parkkiruutujen väliin. Joissakin latausasemissa on seinä- ja pylväsasennusoptio.

Suurin osa markkinoilla olevista latausasemista tuntuisi olevan seinäasenteisia ja yhdellä latauskaapelilla tai pistorasialla varustettuja, mutta jokaiseen tilanteeseen ja kiinteistöön löytyy ratkaisu joltain valmistajalta. Latauskaapelit ovat pääsääntöisesti 5 metriä pitkiä, joten latausaseman voi fyysisesti sijoittaa pysäköintiruudun reunaan tai keskelle. Sijoittelussa on hyvä ottaa huomioon myös se, että ei ole tarkoituksenmukaista sijoittaa latausasemia niin sanotusti parhaille paikoille.

Jos esimerkiksi ostoskeskuksessa sijoitetaan latausasemat jalankulkijoiden sisäänkäyntien läheisyyteen, polttomootoriautojen väärinpysäköintiriski kasvaa. Sähköauton kuljettajalle on varmasti tärkeämpää saada auto lataukseen kuin varmistaa mahdollisimman lyhyt kävelymatka [5, s. 95].

4 Mitoittaminen ja suunnittelu

4.1 Tehotarpeen arviointi

ST-kortti 51.93 [3] sisältää Sähköajoneuvojen latausjärjestelmän tarvekartoitusnimisen lomakkeen, jota voidaan hyödyntää suunnittelun aloittamisessa. Tämä voi olla hyvä tapa alkaa purkamaan käyttäjän tarvetta. Hyviä kysymyksiä aluksi ovat: Minä ajankohtana ladataan? Kuinka monta ajokilometriä per tunti tarvitsee ladata? Montako autoa? ST-kortti 51.94 [4] jatkaa tätä teemaa Sähköajoneuvojen latausjärjestelmän- ja kiinteistön esiselvitys-nimisellä lomakkeella.

Sähköauton latausjärjestelmän suunnitelmat tulee huomioida useammassa dokumentissa. Suunnitelmista on hyvä julkaista ainakin latausjärjestelmän toimitajan aineistoon pohjautuva periaatekaavio. Laajimmillaan latausjärjestelmän sähkötasopiirustuksina voidaan toteuttaa mallialueiden ja asemapiirroksen pistesijoituspiirustukset [5, s.84–85]. ST 41 käsikirjan [5, s.118–149] liitteenä on esimerkkejä kaavioista: Sähkötyöselostus, huipputeholaskelma, sähkörakennustapaselostus, mallipääkaavio, alustava nousujohtokaavio sekä yleiskaapeloinnin, rakennusautomaation ja energiamittauksen periaatekaaviot.

Latausasemien suunnittelun voi aloittaa luontevasti teholaskelmalla. Kaiken tyyppisiin kiinteistöihin tehdään teholaskelma, jonka mukaan sähköliittymä mitoitetaan. Tämän voi suorittaa ihan normaalisti vaikka ilman sähköauton latausasemia. Jos todetaan esimerkiksi liittymän tehotarpeeksi 60 kW, tarvitaan:

$$60 \text{ kW} / \sqrt{3} \times 400 \text{ V} = 87 \text{ A}$$

80 ampeerin liittymä on tässä tapauksessa liian pieni eli 3 x 100 ampeerin liittymä on sopiva. 3 x 100 ampeerin liittymä mahdollistaa noin 70 kW:n huipputehon. Tässä liittymässä on 10 kW:n ylijäämä. Tässä vaiheessa on hyvä miettiä, riittääkö ylijäämäteho haluttuun sähköautojen lataukseen. Jos latausasemia tarvitaan vain yksi, liittymä on täysin riittävä. Yhteen latausasemaan voidaan asettaa parametrit esimerkiksi niin, ettei se lataa yli 10 kW:n teholla. Jos taas vaikut-

taa siltä, että tehon ylijäämä ei riitä haluttuun lataustarpeeseen kuormanhallinnan kanssa, ainoaksi vaihtoehdoksi jää kasvattaa liittymää. Kuva 8 antaa tietoa Helenin sähköliittymien hintaeroista.

Pääsulake	alv 0 %	alv 24 %
1 x 16 A ¹⁾	1 209,68 €	1 500,00 €
3 x 25 A	2 217,74 €	2 750,00 €
3 x 35 A	2 500,00 €	3 100,00 €
3 x 50 A	2 903,23 €	3 600,01 €
3 x 63 A	3 467,74 €	4 300,00 €
3 x 80 A	4 112,90 €	5 100,00 €
3 x 100 A	4 838,71 €	6 000,00 €
3 x 125 A	5 887,10 €	7 300,00 €
3 x 160 A	7 338,71 €	9 100,00 €
3 x 200 A	8 629,03 €	10 700,00 €
suuremmat/A	45,00 €	55,80 €

Kuva 8. Kuvassa Helenin sähköliittymähinnasto, josta nähdään kertamaksut liittymän kasvatukselle. Isommassa liittymässä on myös korkeammat kuukausittaiset kustannukset, joten liian isoa liittymää ei ikinä kannata ottaa. [17.]

Autovalmistajat ilmoittavat autoilleen toimintasäteet ja latausajat. Toimintasäteet aiheuttavat jonkin verran hämmennystä, koska sääolosuhteet kuten lämpötila, vaikuttavat valtavasti sähköauton toimintasäteeseen. Toimintasädettä mitattiin vuoteen 2018 asti NEDC-testisyklillä (New European Driving Cycle). NEDC-testin antamiin tuloksiin käytännössä pääsee vain ajamalla 60 km/h kesäsäässä. Testisykli uudistettiin, ja vuonna 2018 voimaan tullut WLTP-testi (Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure) antaa paljon realistisempia tuloksia [5, s.16].

Kun mietitään liittymän mitoitusta, on hyvä myös ottaa huomioon, minkälaisia lataustehoja eri sähköautot ottavat. Vaikka Mode-3 latauksella voi ladata jopa 40 kW:n teholla, käytännössä mikään auto ei tätä pysty ottamaan vastaan. Taulukoon 2 on koottu 6 kappaletta vuonna 2023 myydyintä sähköautomallia Suomessa ja niiden lataustehot 1- ja 3-vaihelatauksella Mode-3 latauksella sekä ajettava kilometrimäärä per lataustunti [18].

Taulukko 2. Eri automallien käyttämät lataustehot ja ajettavat kilometrimäärät lataustuntia kohden.

Automalli	Latausteho 1-Vaihe/3-Vaihe	Km / lataustunti 1-Vaihe/3-vaihe
Tesla Model Y	7,4 / 11 kW	47 / 71
Skoda Enyaq iV 80	7,2 / 11 kW	44 / 67
Volkswagen ID.4	7,2 / 11 kW	45 / 68
BMW i4	7 / 11 kW	49 / 78
Volvo XC40	7,2 / 11 kW	39 / 59
Audi Q4	7,2 / 11 kW	46 / 70

Kuten taulukosta voi huomata, esimerkiksi 22 kW:n teholla voidaan useassa tapauksessa ladata kahtakin autoa täydellä teholla. 22 kW:n latausta hyödyntävät autot ovat melko harvinaisia, eikä niiden latausnopeuden maksimointi julkisissa kohteissa ole tarkoituksenmukaista. Kannattaa myös muistaa, että hyvin harvoin minkään sähköauton akku on täysin tyhjä. Näin ollen latausaseman maksimitehot harvoin pääsevät oikeuksiinsa.

ST-Käsikirja 41:ssä [5, s.85] mainitaan joitakin hyväksi havaittuja keskiarvoja ja arvioita sähkökäyttöisen henkilöauton energiankulutuksesta. Keskiarvo sähkökäyttöisen henkilöauton energiankulutukselle on 20 kW/100 km. Käsikirjassa myös mainitaan, että kaupunkiolosuhteissa, kun tehdään latausasemien mitoituksia, 100 kilometriä päivässä latausta yhdelle autolle on hyvä nyrkkisääntö vähimmäismitoitukselle. Näin ollen looginen tapa tehdä mitoitus olisi laskea liittymän muu tehokulutus, laskea siitä tarvittava virta, verrata sitä lähimpään liittymään, ja katsoa paljonko kapasiteettia jää yli. Jos ylijäävä kapasiteetti ei ihan riitä latausasemille, on helppoa tehdä valinta liittymän kasvattamisesta.

$$P = \frac{\frac{0,2 \text{ kWh}}{\text{km}} * s}{t}$$

P on latauspisteen mitoitusteho (kW)

s on ajosuorite, johon halutaan tarvittava energia latauksen aikana (km)

t on keskimääräinen latausaika (h)

Näin ollen 10 tunnin latausajalla ja 2 kW:n tehoisella latauksella voidaan taata 100 km:n toimintasäde päivässä yhdelle autolle. Tietysti kannattaa muistaa, että 20 kW/100 km on keskiarvo ja sähköauton massan ja koon kasvaessa myös energiankulutus kasvaa. On hyvin vaikeaa, ellei jopa mahdotonta, suunnittelu- vaiheessa tietää, minkä kokoisia, merkkisiä ja painoisia sähköautoja kohteessa tullaan lataamaan, minkä vuoksi ST-käsikirjan 41 [5, s.85] antama keskiarvo on hyvä vaihtoehto.

Keskiarvot sähköauton energiankulutuksesta antavat hyvän kuvan kuormanhallinnan tärkeydestä. Jos 2 kW:n latausteho on pienin mitä jokaiselle sähköauton latausasemalle tulee taata, ja latausaseman teho on 11 kW nähdään, että ero on huomattava. Jos kuormanhallintaa ei käytetä ja asennetaan esimerkiksi viisi kappaletta 11 kW:n latausasemia, joudutaan mitoitus tekemään sillä ajatuksella, että kaikki asemat saattavat tietyissä olosuhteissa ladata täydellä teholla eli 55

kW yhteensä. Tällaisella mitoituksella liittymän koot ja kustannukset nousevat. Jos tähän viiden latausasemaan laitetaan edes staattinen kuormahallinta ja asetetaan maksimitehoksi 25 kW, voidaan silti täyttää 12 auton latauksen minimivaatimukset ja huomioida vain 25 kW:n teho liittymämitoituksissa ja silti optimitilanteessa ladata esimerkiksi yksinäistä Teslaa 71 kilometrin ajomatkaa lataustuntia kohden.

$$P = \frac{n * 0,2 \frac{kWh}{km} * s}{t}$$

P on latausjärjestelmälle varattava kokonaisteho (kW)

n on kyseisen mitoituksen automäärä (kpl)

s on ajosuorite, johon halutaan tarvittava energia latauksen aikana (km)

t on keskimääräinen latausaika (h)

Kun päätös yksittäisen latausaseman tehosta on tehty, voidaan laskea koko latausjärjestelmän kokonaisteho. Yllä olevalla kaavalla saadaan laskettua kokonaisteho. Teholaskelmat ovat yksinkertaisia, jos jokainen latausasema on samaa mallia, saman tehoinen ja saman kuormanhallinnan takana. Jos taas latausjärjestelmässä on erikokoisia lataustehoja tai eri kokonaisuuksissa olevia latausasemia, näiden kokonaisteho tulee laskea erikseen ja sitten ynnätä latausjärjestelmälle varattavaan kokonaistehoon [5, s.89-91].








Näin ollen, kun latausasemien tehoa lasketaan, kannattaa mitoittaa järjestelmä niin, että se täyttää jokaisen aseman ollessa käytössä tämän 20 kW/100 km eli minimivaatimuksen. Minimivaatimuksen täyttäminen ei ole tärkeää ainoastaan riittävän latauksen takia. Sähköautoissa on minimiteho, millä se pystyy lataamaan akustoaan ja pahimmassa tapauksessa, jos latausteho on jaettu liian moneen auton kesken, yksikään niistä ei oikeasti pysty ottamaan latausta vastaan. Vaikka tällä laskelmalla täytetään vain minimi, todellisuudessa järjestelmä on jopa hyvällä tavalla ylimitoitettu, ja ruuhkaisimpien latauspiikkien aikana kaikki

saavat varmasti tarvittavan, mutta piikin ulkopuolella voidaan karkeasti sanoa, että kaikki autot pääsevät lataamaan maksimitehollaan.

4.2 Kaapelit ja sulakkeet

Syöttökaapeleiden mitoitus on myös yksi osa latausasemien suunnittelua. Latausasemien ja niiden syöttökeskuksien kaapeleiden mitoitukseen pätevät samat lainalaisuudet kuin muidenkin sähkölaitteiden mitoitukseen. Näin ollen käytettävästä tehosta lasketaan virta ja varmistetaan, että käytettävä kaapeli kestää tämän virran. Latausasemien teholaskennassa joudutaan käyttämään kaikkien latausasemien maksimitehoa yhteenlaskettuna, jos minkäänlaista kuormanhallintaa ei ole käytössä. Jos oletetaan, että kaikki latausasemat ovat samaa mallia ja tehoa sekä samassa kuormanhallintajärjestelmässä, voidaan kuormanhallinta säätää siten, että se ei koskaan käytä enempää tehoa kuin mitä latausasemille on varattu. Tässä tapauksessa voidaan laskelmissa käyttää latausasemille asetettua tehorajoitusta huipputeholaskelmissa ilman tehokertoimia.

Lataustehon kasvattaminen kasvattaa luonnollisesti myös syöttävän kaapelin poikkipinta-alaa. Kuvassa 9 on esitetty taulukkomuodossa minkä kokoinen kuparikaapeli tarvitaan millekin virtamäärälle.

Johtimen nimellis- poikkipinta mm ²	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Kupari							
1,5	13,5	13	15,5	15	17,5	18	19
2,5	18	17,5	21	20	24	24	24
4	24	23	28	27	32	30	33
6	31	29	36	34	41	38	41
10	42	39	50	46	57	50	54
16	56	52	68	62	76	64	70
25	73	68	89	80	96	82	92
35	89	83	110	99	119	98	110
50	108	99	134	118	144	116	130
70	136	125	171	149	184	143	162
95	164	150	207	179	223	169	193
120	188	172	239	206	259	192	220
150	216	196	262	225	299	217	246
185	245	223	296	255	341	243	278
240	286	261	346	297	403	280	320
300	328	298	394	339	464	316	359

Kuva 9. Kuparijohtimien virrankestot esitettynä [19, s.38].

Jotkin sähköautot lataavat akustoaan yksivaiheisena. Nämä käyttävät samaa latausasemaa ja samaa Type-2 kaapelia kuin kolmivaiheisetkin, mutta L1-vaiheen ylikuormittumisen uhalla on syytä toteuttaa vaihekierto latausasemiin. Taulukko 3 esittää kuinka paljon lataustehoa milläkin sulakelähdöllä voidaan saavuttaa.

Taulukko 3. Saatavilla oleva lataustehon määrä eri sulakelähdöillä.

Sulake	Teho
1 x 16 A	3,6 kW
1 x 20 A	4,6 kW
3 x 16 A	11 kW
3 x 25 A	17 kW
3 x 32 A	22 kW
3 x 63 A	43 kW

Taulukosta 3 voi tarkistaa saatavilla olevan lataustehon eri sulakkeilla. Monen asuinrakennuksen liittymän koko on 3 x 25 ampeeria, eli tällaisessa asunnossa ei pysty 1-vaiheisena toteuttamaan kuin 4,6 kW:n latausaseman. 3-vaiheinen latausasema on aina parempi ratkaisu kuin 1-vaiheinen. Jos sähköauto latautuu vain yhdellä vaiheella, markkinoilla on saatavilla latausasemia, jotka osaavat yhdistää useamman vaiheen yhdeksi. Tällaiselle asemalle voi vetää 3-vaihesyötön, ja se hyödyntää virran kahdesta tai kaikista vaiheista, mutta lataa silti vain yhdellä vaiheella.

4.3 Virtakisko

Tulevaisuuden suuntaus vaikuttaisi olevan sähköautojen yleistymisessä. Helposti voisi ajatella, että latausasemia pitäisi vain rakentaa kaikkialle, niin saadaan sähköautot kaikille. Todellisuudessa latausasema on melko iso investointi

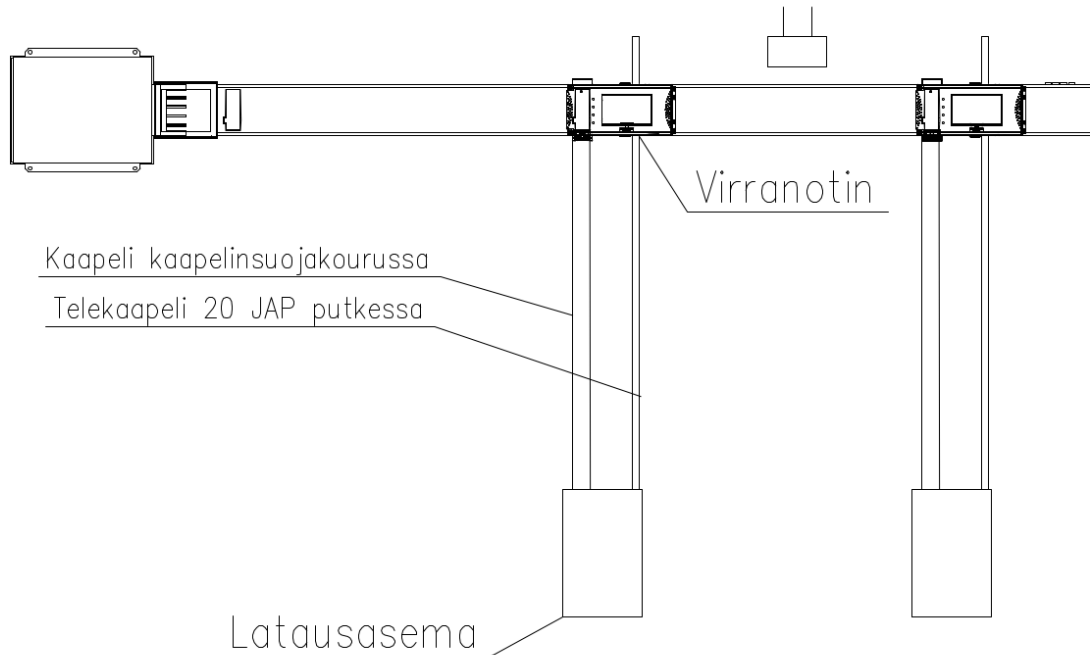
ottaen huomioon, että sähköauton hankintahintakin on korkea. Tässä päästään yleiseen ongelmaan esimerkiksi taloyhtiöissä. Kun tehdään tarveselvityksiä, ei ole kovinkaan yllättävää, että osakkaat jotka eivät sähköautoja omista, eivät myöskään niihin halua investoida. Tulevaisuutta ajatellen on todella järkevää jättää rakennusvaiheessa varausputkia, tilavarauksia ja johtoteitä standardien mukaisesti tulevaisuuden latausasemia varten.

Latausasemalle jätettävän varauksen tarkoitus on minimoida kustannuksia, jos latausasema myöhemmin päätetään asentaa. Jos maarakennusvaiheessa jätetään ylimääräinen maakaapeliputki, tämä on helpottava tekijä, mutta jos kyseiselle parkkipaikalle halutaan latausasema asentaa, niin ei se mikään päivän työ yhdelle sähköasentajalle ole. Putki pitää kuitenkin kaivaa esiin, vetää kaapeli, asentaa johdonsuojakatkaisijat ja varmistaa, että liittymässä on tarpeeksi varaa latausasemalle. Varausputki säästää maakaivuutyön, mutta muu työ pysyy ennallaan. Varauksia suunnitellessa olisi hyvä mahdollisuuksien mukaan varmistaa se, että kaapelit voidaan jälkikäteen vetää ilman tarvetta tehdä maanrakennustöitä.

Tässä esimerkissä pysäköintitalokohteessa on tarkoituksena, että parkkipaikoilla ei vakiona ole latausasemaa, mutta omistaja voi halutessaan ostaa parkkipaikalleen latausaseman. Suunnittelun lähtökohtana on se, että latausasemat voitaisiin valmistella kohtuullisilla kustannuksilla, mutta itse latausaseman kustannukset lankeaisivat sille, joka kyseisen palvelun tilaa. Yhtiö ehdottaa virtakiskojärjestelmää kyseiseen kohteeseen. Kohteeseen on tehty alustava tyyppikuva ehdotelmaa varten ja se on esitetty kuvassa 10.

VIRTAKISKO 250 A ESIM. SCHNEIDER CANALIS

- VIRRANOTIN LATAUSASEMAN KOHDALLE, VIRRANOTIN VARUSTETAAN JOHDONSUOJAKATKAISIJALLA
- MAX 11 KW LATAUSASEMAT JOHDOTETAAN VIRTAKISKOLTA LATAUSASEMALLE MMJ 5X2,5S JA VARUSTETAAN 16 AMPEERIN C-TYYPIN JOHDONSUOJAKATKAISIOILLA SEKÄ 30mA B-TYYPIN VIKAVIRTASUOJALLA.
- MAX 22 KW LATAUSASEMAT JOHDOTETAAN VIRTAKISKOLTA LATAUSASEMALLE MMJ 5X6S JA VARUSTETAAN 16 AMPEERIN C-TYYPIN JOHDONSUOJAKATKAISIOILLA SEKÄ 30mA B-TYYPIN VIKAVIRTASUOJALLA.
- A-TYYPIN VIKAVIRTASUOJA SALLITAAN JOS LATAUSASEMASSA ON TASASÄHKÖVIKAVIRTASUOJAUS INTEGROITUNA..
- SYÖTTÖKAAPELI LATAUSASEMALLE TUODAAN KAAPELINSUOJAKOURUSSA
- TELEKAAPELI (SINGLE) TUODAAN JAP PUTKELLA LATAUSASEMALLE 2-OAISelta TELERASIALTA
- 2-OAINEN TELERASIA JAETAAN KAHDEN LATAUSASEMAN KESKEN
- LATAUSASEMAN ALAREUNAN KORKO PARKKIHALLIN LATTIASTA 1500 MM
- YLEISKAPELOINNIN PISTORASIA 2x1xRJ45 (CAT6A)



Kuva 10. Tyyppikuva virranjakelujärjestelmästä.

Tarkoituksena on se, että syöttökaapeli tuodaan virranjakelukiskon päätykappaleeseen ja virranjakelukisko kiertää pysäköintitalon katonrajassa kaikkien pysäköintipaikkojen kohdalta. Esimerkkinä on käytetty Schneiderin Canalis-virranjakojärjestelmää, mutta muillakin valmistajilla on samanlaisia tuotteita. Virranjakelukiskossa on 500 millimetrin välein luukku, johon voidaan asentaa virranotin. Virranotin on DIN-kiskolla varustettu laatikko, joka liitetään kiskoon ja jonka sisällä on kahdeksan moduulia tilaa johdonsuojakatkaisijoille ja vikavirtasuojalle. Virtakiskon sisällä kulkevat kuparisillat liitetään virranottimen sisällä oleviin johdonsuojakatkaisijoihin ja niistä edelleen vedetään kaapeli latausasemalle. Tämä on järkevän olinen ratkaisu kyseiseen kohteeseen, koska virtakiskon asentamisen kustannukset eivät ole kovinkaan merkittävät, ja sen asennus kuuluu pysäköintitalon urakkaan. Jokaisen pysäköintipaikkaparin väliin tuodaan CAT 6A-

parikaapeli ja asennetaan kaksiosainen telerasia pysäköintipaikkojen väliin. Näin varmistetaan myös varaus LAN-yhteydelle jokaiselle mahdolliselle latausasemalle.

Jos pysäköintipaikan omistaja haluaa itselleen latausaseman, asennuksen ainoaksi työksi jää virranottimen asennus, lyhyen kaapelipätkän asennus ja latausaseman kytkentä. Telerasia odottaa valmiina, mihin voidaan vain työntää verkko-kaapeli valmiilla liittimellä ja vetää se JAP-putkessa latausasemalle. Näin saadaan LAN-internetyhteys varmistettua jokaiselle latausasemalle. Tämä helpottaa pysäköintipaikkojen vuokrausta ja myyntiä, koska tällöin kukaan polttomootoriautoa käyttävä ihminen ei joudu ostamaan tai vuokraamaan kallista latausaseman sisältävää pysäköintipaikkaa. Järjestelmällä varmistetaan se, että jokainen saa halutessaan kohtuullisilla kustannuksilla latausaseman.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä ohje, jota sähkösuunnittelija voi käyttää suunnitellessaan sähköauton latausjärjestelmää ja ohjatessaan hankesuunnittelua. Insinööriyön tekijän tietämys sähköautoista ennen työn aloittamista oli melko olematonta, ja alkuperäisenä ajatuksena oli tehdä taulukoita ja selkeitä ratkaisuja latausasemien suunnittelijalle. Melko nopeasti kävi kumminkin selväksi, että ratkaisuja on yhtä monta kuin on kohdettakin.

Insinööriyön sisältö muuttuikin enemmän siihen suuntaan, että esitellään eri vaihtoehdot pähkinänkuoressa ja näin annetaan suunnittelijalle riittävä tietämys latausjärjestelmien maailmasta. Aihealue on hyvin laaja, ja periaatteessa tämän insinööriyön useammasta alaluvusta saisi tehtyä vaikka kokonaisen opinnäytetyön.

Työssä esiteltiin erilaisia ratkaisuja, mitä ne teknisesti vaativat ja miten ne voidaan toteuttaa. Tämä insinööriyö toimii mielestäni hyvänä työkaluna suunnittelijalle, joka haluaa alkaa perehtymään latausjärjestelmien maailmaan. Tässä työssä on koostettu kaikki tarvittava, mitä täytyy tietää, jos haluaa latausasemia

suunnitella, mutta aiheeseen voi syventyä vielä paljonkin. Vaikka opinnäytetyö tuskin tarjoaa sähköautojen latausasemien asiantuntijalle mitään uutta, se kuitenkin tarjoaa hyödyllisen ja kompaktin tietopaketin sähkösuunnittelijalle, joka suunnittelee latausjärjestelmän.

Lähteet

- 1 Sähköajoneuvojen lataussuositus. 2023. Verkkoaineisto. Sesko ry. <<https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/lataussuositus/>>. Julkaistu 18.5.2023. Luettu 26.6.2023.
- 2 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2021. ST 51.90. Sähkötieto ry.
- 3 Sähköajoneuvojen latausjärjestelmän tarvekartoitus. 2023. ST 51.93. Sähkötieto ry.
- 4 Sähköajoneuvojen latausjärjestelmän ja kiinteistön esiselvitys. 2023. ST 51.94. Sähkötieto ry.
- 5 Orrberg, Matti, Linja-Aho, Vesa & Mäkinen, Jukka. 2022. Sähköajoneuvot ja latausjärjestelmät. ST-Käsikirja 41. Espoo: Sähkötieto ry.
- 6 SFS SFS 6000-7-722:2022. Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö. Suomen Standardisoimisliitto.
- 7 Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. 2021. 478/28.6.2017.
- 8 Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. 2020. 733/29.10.2020.
- 9 Rämö, Mikko; Iltanen, Timo & Malassu Henri. 2018. Suunnittelijan opas. Verkkoaineisto. Ensto oy. <<https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>>. Päivitetty 4.6.2021. Luettu 17.7.2023.
- 10 Mäkinen, Jukka. 2019. Sähkö liikenteen käyttövoimana osana energiamurrosta – EV- Latausjärjestelmän suunnittelijan opas. Verkkoaineisto. ABB oy. <https://library.e.abb.com/public/2d06de340f194cddb450624abdc55eaa/EV_latausjarjestelman_suunnittelijan_opas_9AKK107492A1741.pdf?x-sign=Cq5qQNRD6sjOYvB7PEBFKyHj1UWGzVHhs76GTMEIcY9WQuNF05wLZkm/xB9ynOjs>. Päivitetty 2019. Luettu 20.6.2023.
- 11 Avustus sähköautojen latausinfraan rakentamiseen. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. <<https://www.ara.fi/latausinfra-avustus/>>. Päivitetty 13.4.2023. Luettu 29.6.2023.
- 12 eLOAD P1 5m kaapelilla -sähköauton latauslaite, Suko 1x16 A, 3,7 kW, Type2. Verkkoaineisto. Tietoset oy. <<https://tietoset.fi/fi/shop/eload-p1-5m-kaapelilla-sahkoauton-latauslaite-suko-1x16-a-37-kw-type2/>>. Luettu 6.6.2023.

- 13 Sähköautojen lataus -pikaopas. Verkkoaineisto. Nordic Plug oy. <<https://nordicplug.fi/pages/sahkoautojen-lataus-pikaopas>>. Luettu 15.6.2023.
- 14 Esittely latausasemista yritykselle. Verkkoaineisto. Nordic Plug oy. <<https://nordicplug.fi/pages/latausasema-yritykselle>>. Luettu 15.6.2023.
- 15 Secure use of communications and protocols at charging stations. Verkkoaineisto. Instituto Nacional De Ciberseguridad. Päivitetty. 9.1.2021. Luettu 20.7.2023. <<https://www.incibe.es/en/incibe-cert/blog/secure-use-communications-and-protocols-charging-stations>>.
- 16 Verkkokauppa. Verkkoaineisto. Go-e oy. <<https://go-e.com/fi-fi/tuotteet/go-e-charger-gemini-flex>>. Luettu 15.6.2023.
- 17 Sähköliittymien hinnasto. 2020. Verkkoaineisto. Helen Sähköverkko. <<https://www.helensahkoverkko.fi/globalassets/hinnastot-ja-sopimusehdot/hsv/s%C3%A4hk%C3%B6liittym%C3%A4t.pdf>>. Luettu 3.6.2023.
- 18 Sähköautotietoa. Verkkoaineisto. Autotalo Ampeeri oy. <<https://www.autotaloampeeri.fi/sahkoautotietoa/>>. Luettu 30.8.2023.
- 19 SFS 6000-5-52:2022. Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. Suomen Standardisoimisliitto.