



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Sami Faraj

Liikerakennuksen sähköinfrastruktuurin kartoitus sähköajoneuvojen latausjärjestelmää varten

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

26.4.2021

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Sami Faraj Liikerakennuksen sähköinfrastruktuurin kartoitus sähköajoneuvojen latausjärjestelmää varten 86 sivua + 1 liite 26.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Vesa Sippola toimitusjohtaja Pekka Huhta
<p>Insinööri työ on tehty Huhta Sähkötekniikalle, joka on keskikokoinen sähköurakointiyritys Espoossa. Huhta Sähkötekniikka toimii pääasiallisesti pääkaupunkiseudulla sähkötekniisten hankkeiden suunnittelijana, toteuttajana ja huoltajana. Tavoitteena opinnäytetyössä oli tuottaa kattava esittely ja raportti, johon on koottu yrityksen liikerakennuksen sähköinfrastruktuuriin soveltuvia latausratkaisuja. Lisäksi työn tarkoituksena on toimia opetusmateriaalina yrityksen sisäisesti sähköajoneuvojen latausjärjestelmien kanssa toimivalle henkilökunnalle.</p> <p>Opinnäytetyössä on ensin tuotu esille liikerakennuksissa toimiville sähköajoneuvojen latausjärjestelmille yleisimmät termit ja käsitteet. Työssä on tuotu esille lakeja, standardeja ja direktiivejä, jotka koskevat erityisesti kiinteistöjä, jotka eivät ole asumiskäyttöä varten. Lisäksi käsitellään paloturvallisuutta ja riskien hallintaa latausjärjestelmien osalta. Insinööri työssä on esitelty latauslaitteiden komponentteja ja latausjärjestelmiä yleisesti. Työssä ei esitellä latauslaite valmistajia tai -operaattoreita.</p> <p>Opinnäytetyötä varten on luettu pohjatietoa kirjallisuudesta sekä haettu tietoa eri verkkojulkaisuista. Sähköalalle ei ole vielä muodostunut kattavaa ohjeistusta ja vaatimussäännöstöä sähköinfrastruktuurin kartoittamisesta latausjärjestelmiä varten, joten työssä on käytetty työpaikan käytäntöjä kartoitusten suhteen.</p> <p>Insinööri työssä kerrotaan, kuinka kartoitus voidaan suorittaa, ja kuinka se on suoritettu esimerkkikohteen liikekiinteistöön. Näistä ohjeista löytyy erityisesti sekä tietoa sähköverkkoyhtiön kanssa asioimisesta että latauspisteiden toteutustavoista ja niiden mitoituksesta.</p> <p>Insinööri työn liitteenä olevassa raportissa on tuotu esiin esimerkkikohteen tekniset tiedot sekä luotu viisi erilaista latausratkaisua palvelemaan liikekiinteistössä toimivan yrityksen tarpeita sähköajoneuvojen lataamista varten.</p>	
Avainsanat	latausjärjestelmä, sähköauton latauspiste, liikekiinteistö

Author Title Number of Pages Date	Sami Faraj Mapping of the electrical infrastructure of a commercial building for an electric vehicle charging system 86 pages + 1 appendix 26 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Program in Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Vesa Sippola, Principal Lecturer Pekka Huhta, CEO
<p>The engineering work was carried out for Huhta Sähkötekniikka, which is a medium-sized electrical contracting company in Espoo. Huhta Sähkötekniikka mainly operates in the Helsinki metropolitan area as a designer, implementer and maintainer of electrotechnical projects. The aim of the thesis work was to produce a comprehensive presentation and report that contains charging solutions suitable for the electrical infrastructure of the company's commercial building. In addition, the purpose of the work is to serve as teaching material for personnel working with charging systems for electric vehicles within the company.</p> <p>In the thesis, the most common terms and concepts for electric vehicle charging systems operating in commercial buildings are presented first. The work highlights laws, standards and directives that apply specifically to non-residential properties. In addition, fire safety and risk management for charging systems are discussed. The components of charging devices and charging systems in general are presented in the engineering work. However, loading device manufacturers or operators are not presented.</p> <p>Information regarding the subject of the thesis work was sought mainly from various online publications including the National Electrotechnical Standardization Organization SESKO and Motiva. The electricity sector has not yet developed comprehensive guidelines and requirements for the mapping of electrical infrastructure for charging systems, so workplace practices have been used in the work.</p> <p>The engineering work explains how the mapping can be performed and how it has been performed on the commercial property of the example site. In particular, these instructions contain information on dealing with the electricity network company as well as on how to implement charging points and their dimensioning.</p> <p>The report attached to the engineering work highlights technical data of the example site. It also includes five different charging solutions created to serve the needs of a company operating in a commercial property for charging electric vehicles.</p>	
Keywords	charging system, electric car charging station, commercial property

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Käsitteitä ja termistöä sähköajoneuvon lataustapahtumasta	2
3	Sähköautot	5
3.1	Sähköautokanta Suomessa	5
3.2	Sähköautojen tyypit	7
3.3	Sähköautojen akkuteknologia	9
4	Protokollat	11
5	Lataustavat ja pistokkeet	13
5.1	Pistoketyypit	13
5.2	Lataustavat	20
6	Sähköautojen ja latauspisteiden paloturvallisuus ja riskienhallinta	25
6.1	Riskitekijät poistumis- ja henkilöturvallisuuden kannalta	27
6.2	Sähköautojen tulipalojen sammuttamisen haasteet	27
6.3	Latauspisteiden yleistyminen kodeissa ja taloyhtiöissä	28
6.4	Latausjärjestelmän valinta	29
7	Standardit, suositukset ja lainsäädäntö	30
7.1	ST-Kortti 51.60	31
7.2	SFS 6000	31
7.3	Lainsäädäntö	34
7.4	Jakeluinfralaki	36
8	Avustukset ja tuet latausinfrastruktuurin rakentamiseen	37
9	Sähköautojen latausinfra rakenne	39
9.1	Latausoperaattorit ja -palveluntarjoajat	39
9.2	Älykäs lataus	39

9.3	V2G	40
9.4	Latausjärjestelmän kuormanhallinta	40
10	TATE- Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo ja kartoitusraportti	45
10.1	Sähköautojenlatausjärjestelmät ja TATE12	45
10.2	Sähköinfrastruktuurin kartoitusraportti latausjärjestelmistä	47
11	Latausinfrastruktuurin rakenne vanhassa kiinteistössä	48
11.1	Sähköverkkoyhtiöt ja sähköliittymät	48
11.2	Keskusmuutokset ja latauskeskukset	53
11.3	Sulakekoon mitoittaminen	54
11.4	Kaapelointi ja jakelu	55
11.5	Latauspisteet	56
11.6	Ladatum sähköm mittaustavat	57
12	Liikerakennukseen soveltuvan latausratkaisun kartoittaminen	59
12.1	Sähköliittymän tietojen selvittäminen	59
12.2	Asiakkaan tarpeiden selvittäminen latausjärjestelmän valinnalle	62
12.3	Keskusmuutoksissa huomioitavaa	64
13	Esimerkkikohteen kartoitusraportin syntyminen	65
13.1	Esimerkkikohteen esittely	65
13.2	Sähkötekniisten perustietojen kokoaminen	65
13.3	Sähköliittymä	67
13.4	Sähköliittymän muutosten mitoittaminen	69
13.5	Huipputehot	70
13.6	Keskukset	73
13.7	Pysäköintipaikat	73
14	Yhteenveto	75
	Lähteet	77
	Liitteet	
	Liite 1. Esimerkkikohteen kartoitusraportti latausjärjestelmää varten	

Lyhenteet

AC	<i>Alternating current.</i> Vaihtovirta.
AEV	<i>All-Electric Vehicle.</i> Täyssähköautot.
ARA	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus, joka on Suomen ympäristöministeriön hallinnon alainen virasto.
BEV	<i>Battery Electric Vehicle.</i> Akulliset täyssähköautot.
BMS	<i>Battery Management Systems.</i> Akustonhallintajärjestelmä.
CCS	<i>Combined Charging System.</i> Yhdistetty pikalatausliitäntä.
DC	<i>Direct current.</i> Tasavirta.
EV	<i>Electric Vehicle.</i> Sähköautot yleisesti.
FCEV	<i>Fuel Cell Electric Vehicle.</i> Polttokennoiset täyssähköautot.
HEV	<i>Hybrid Electric Vehicle.</i> Hybridiautot.
IEC	<i>International Electrotechnical Commission.</i> Kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio.
kW	Kilowatti, joka on tehon yksikkö. Yksi kilowatti on tuhat wattia.
kWh	Kilowattitunti, joka on energian mittayksikkö.
PHEV	<i>Plug – in Hybrid Electric Vehicle.</i> Ladattavat hybridit.
RFID	<i>Radio Frequency Identification.</i> Radiotaajuinen etätunnistus menetelmä tiedon etälukemiseen ja keräämiseen.

SESKO	Suomen sähköteknillinen standardisoimisyhdistys, joka on Suomen sähkö- ja elektroniikka-alan kansallinen standardisoimisjärjestö SESKO ry.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, joka on suomalainen standardisoinnin keskusjärjestö.
SPEK	Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö.
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa, minkälaiset sähköautojen latausratkaisut olisivat mahdollisia liikekiinteistössä ja laatia kartoituksen pohjalta raportti. Opinnäytetyön tilasi työnantajani Huhta Sähkötekniikka, joka on Espoossa Kavallinmäessä toimiva keskikokoinen sähköurakointiyritys.

Liiketila on aiemmin toiminut painotalona, minkä takia siellä on suuri sähköliittymä ja runsaasti kapasiteettia. Tämä mahdollistaa useat erilaiset latausratkaisut, joita on esitelty liitteenä olevassa kartoitusraportissa.

Opinnäytetyöllä ja raportilla on kaksi tarkoitusta. Ensinnäkin niitä voidaan käyttää yrityksessä päätöksenteon tukena, vaikka itse työssä ei oteta kantaa siihen, mikä ratkaisu on paras.

Toiseksi niitä voidaan käyttää yrityksen sisällä opetusmateriaalina sähköautojen latausratkaisujen parissa työskentelevien perehdyttämiseen. Kartoitusraportit ovat yrityskohaisia ja Huhta Sähkötekniikan raportit ovat yleensäkin laajempia kuin perinteiset tarveselvitykset. Opinnäytetyön ja kartoitusraportin avulla esimerkiksi uudet työntekijät voidaan opastaa sähköautojen latausratkaisujen perusteisiin ja siihen, mitä yrityksen kartoituksissa ja niiden pohjalta tehdyissä raporteissa huomioidaan.

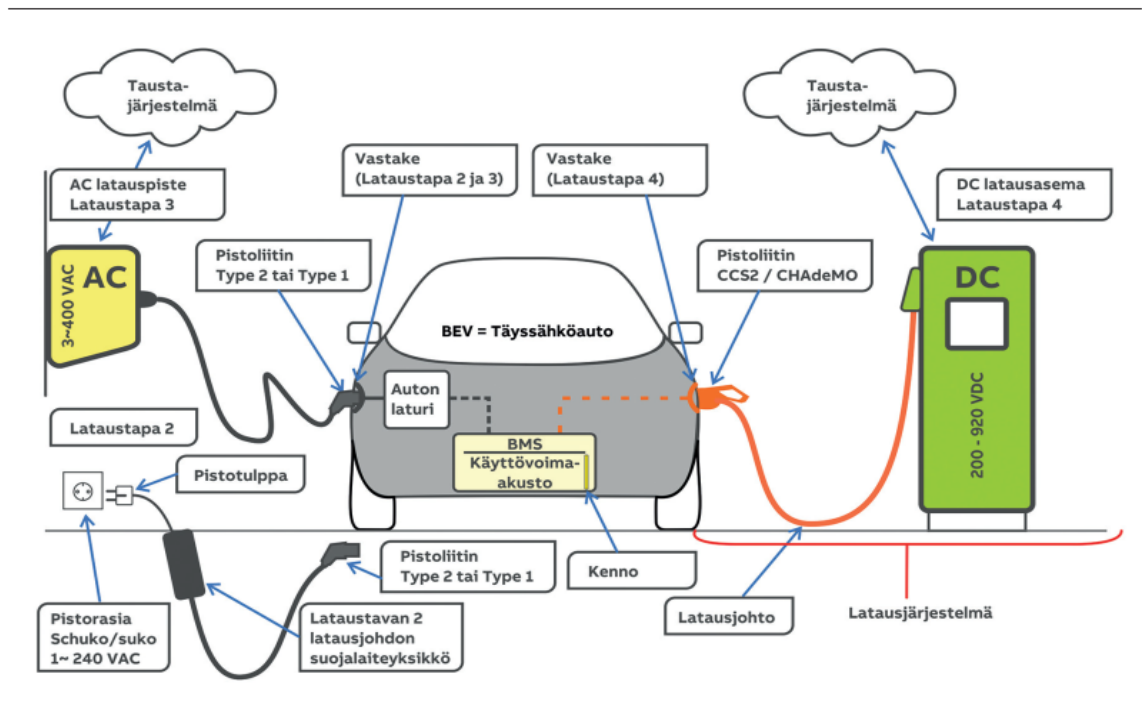
Opinnäytetyön tavoitteena on esitellä kattavasti tällä hetkellä mahdollisia sähköautojen latausratkaisuja sekä täyssähköautoille että ladattaville hybrideille, selvittää yrityksen tarpeet koskien sähköautojen latausta ja laatia raportti liikekiinteistön sähköinfrastruktuurin kartoituksen pohjalta.

2 Käsitteitä ja termistöä sähköajoneuvon lataustapahtumasta

Käsitteet ja termistö on tuotu esille opinnäytetyön alussa helpottamaan sisällön ymmärtämistä ja havainnollistamaan, mitä komponentteja lataustapahtumaan kuuluu ja mitä niihin viitattut termit tarkoittavat. Käsitteiden ja havainnollistavien kuvien lähteenä on käytetty ainoastaan ST-Käsikirja 41:tä. Sähköautojen lataamiseen liittyvistä osista käytetään joskus eri sanoja, mikä voi johtaa virheelliseen asiasisältöön. Tämän takia opinnäytetyön alussa esitellään tässä työssä käytetyt käsitteet ja termit sekä niiden merkitykset.

ST-Käsikirjassa kerrotaankin termien joskus aiheuttavan sekaannusta, kun niitä ei käytetä täsmällisesti (1, s.11.). Sähköautoista puhuttaessa joskus viitataan pelkästään täyssähköautoihin ja joskus niiden lisäksi vielä ladattaviin hybrideihin. Kyse on kuitenkin kahdesta eri asiasta (2). Jälkimmäisessä tapauksessa olisi syytä käyttää termiä ladattava auto. Mikäli tarkoituksena olisi viitata vain täyssähköautoihin, kuuluisi ST-Käsikirjan mukaan silloin puhua vain täyssähköautoista. (1, s. 11.)

Kuvassa 1 havainnollistetaan sähköautoihin ja niiden latausjärjestelmiin liittyviä käsitteitä.



Kuva 1. Sähköautojen ja latausjärjestelmien käsitteet ja termit (1, s. 10.).

Akku

Akku on sähköenergianlähde, joka muodostuu kahdesta tai useammasta sarjaan kytketystä akkukennosta. Jännite DC:llä, eli tasavirralla, sähköajoneuvon käyttövoima-akustossa voi olla 200–900 voltia. Apulaitteille tarkoitettussa akussa se on 12 voltia.

Kenno

Kenno on pieni yksikkö akussa, joka muodostuu negatiivisista ja positiivisista elektrolyyteistä ja elektrodeista.

Latausasema

Latausasema on laite, joka on tarkoitettu sähköajoneuvon lataamiseen. Latausasemasta tyypillisesti löytyy yksi tai useampi latauspiste sekä niihin liittyvät ohjaus-, suojaus-, mitaus- ja tietoliikennelaitteet.

Latauspiste

Latauspiste voi olla pistorasia tai pistoke. Latauspiste on kiinteä asennus, johon sähköajoneuvo on liitetty latausta varten. SFS-EN-61851 -standardisarjan mukaan latauspiste voi olla osa kiinteästi asennettua sähköajoneuvojen latausasemaa, jossa voi olla useampi kappale latauspisteitä.

Latauspistevalmius

Latauspistevalmiudella tarkoitetaan valmista kaapelointia, putkitusta tai muita johtoteitä, joihin voidaan myöhemmin asentaa tarvittava kaapelointi sähköajoneuvojen latauspisteitä varten.

Lataustavat 1–4

SFS-EN 61851 -standardisarjassa on esitetty neljä eri lataustapaa, jotka jakautuvat kytkentätavan, käyttötarkoituksen, tehon, tasasähkö- ja vaihtosähköominaisuuksien perusteella.

Vastake

Vastake on sähköajoneuvon ”pistorasia”. Vastakkeessa on uroskoskettimet, kun taas latausaseman pistorasiassa on naaraskoskettimet. Vastakkeeseen liitetään latausjohdon pistoliitin.

Pistoke ja pistoliitin

Pistoke on jännitteiseksi mielletävä liitäntäjohdon pää, kun taas pistotulppa on jännitteetön laitteen liitin. Pistokkeessa on naaraskoskettimet, jotka työnnetään sähköajoneuvon vastakkeeseen.

Latausjärjestelmä

Latausjärjestelmä on kokonaisuus, joka käsittää sähkönsyötöstä lähtien ohjaukset ja sähkön jakelun sähköajoneuvon latausasemille ja -pisteille saakka.

Taustajärjestelmä

Taustajärjestelmä on pilvipohjainen tai paikallinen latausjärjestelmän hallinnointiohjelmisto, johon voidaan integroida muun muassa maksujärjestelmä, kuormanhallinta, tapahtumahistoria, käyttäjähallinto, huoltoa palvelevat toiminnot ja muiden järjestelmien kanssa kommunikointi.

3 Sähköautot

Standardisarjassa SFS 6000 standardi 6000–7–722 määrittelee sähköajoneuvon SFS-EN 611851-1 pohjalta näin:

722.3.1

fi sähköajoneuvo

en electric vehicle (EV)

ensisijaisesti yleisillä kaduilla, teillä tai valtatiellä kulkemaan tarkoitettu sähkömoottorin kuljettama ajoneuvo, joka käyttää sähköä ladattavasta akusta tai muusta siirrettävästä energiavarastosta (joka ladataan käyttäen energiaa ajoneuvon ulkopuolelta esim. rakennuksen sähköverkosta tai yleisestä jakeluverkosta) (3, s. 200.)

Polttomoottoriauton ja sähköauton vertailussa selvimmät rakenteelliset erot ovat moottorissa ja energiavarastossa. Polttomoottoriautossa energia varastoidaan nestemäisenä polttoainetankkiin. Sähköautoissa energia varastoidaan akuissa oleviin suljettuihin kennoihin. Lataaminen voi tapahtua auton moottorilla, joka toimii tällöin generaattorina tai auton ulkopuolisesta lähteestä eli sähköautolatausasemasta. (4.)

3.1 Sähköautokanta Suomessa

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom kertoo Suomen autokannassa liikennekäytössä olevien noin 3,2 miljoonan auton osuudesta henkilöautojen määrän olevan 2,75 miljoonaa vuoden 2020 lopulla. Tämä arvio on pysynyt samalla tasolla jo pitkään. Pakettiautoja oli 340 000, kuorma-autoja 95 000 ja muita ajoneuvoja 12 000. (5.) Tästä on muodostettu kuvassa 2.



Kuva 2. Suomen autokanta liikennekäytössä vuoden 2020 lopussa. (5.)

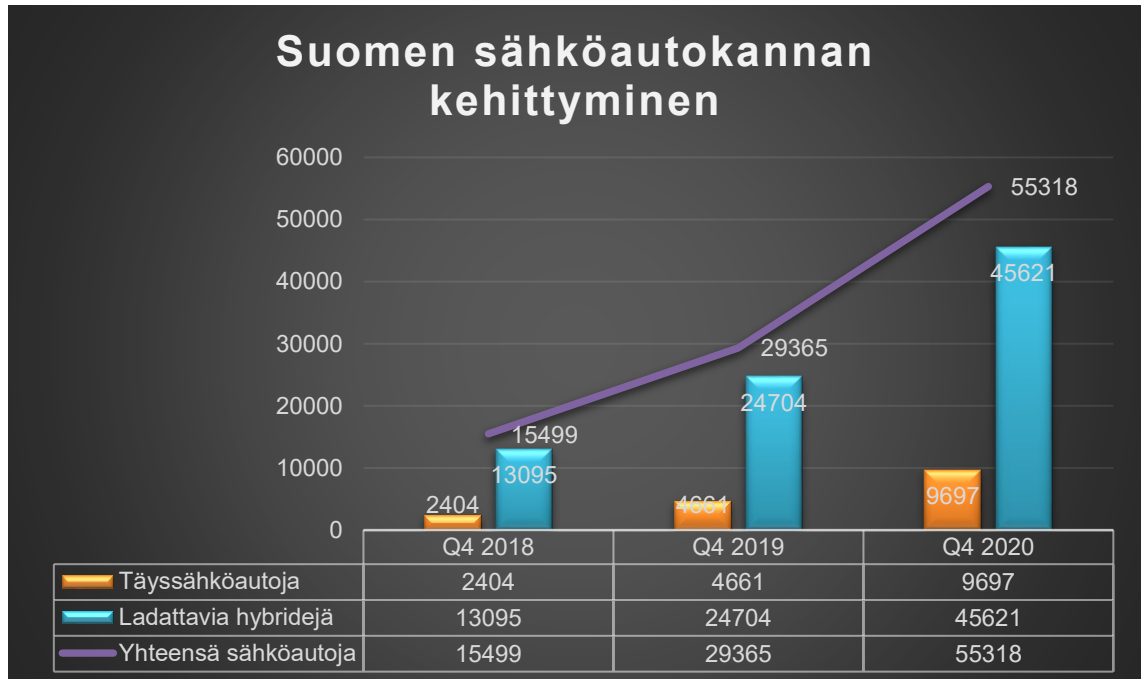
Ajoneuvojen keski-ikä on kuitenkin jatkanut vanhenemistaan. Henkilöautojen keski-ikä ilman museoautoja vuonna 2020 lopulla oli 12,1 vuotta, joka on 0,3 vuotta enemmän kuin vuoden 2019 lopussa. Liikennekäytössä olevista henkilöautoista vuoden 2020 lopussa oli bensiinikäyttöisiä 69,7 prosenttia, dieselkäyttöisiä 27,7 prosenttia ja vaihtoehtoisella käyttövoimalla toimivia 2,6 prosenttia. Tästä on muodostettu kuva 3. (5.)



Kuva 3. Suomen henkilöautokannan käyttövoima vuoden 2020 lopussa. (5.)

Teknolgiateollisuus on tuonut kvartaaleittain kolmen vuoden ajan esille sähköisen liikenteen tilannekatsauksissa Suomen sähköautokannan tilanteen. Niiden mukaan

vuonna 2020 Suomen sähköautokanta lähes kaksinkertaistui, kuten myös edellisvuosina. Tällöin sähköautoja oli 55 318 kappaletta, joista täyssähköautoja 9 697 ja ladattavia hybridejä 45 621. Kansallisena välitavoitteena sähköautojen määrälle oli, että vuoden 2020 lopussa niitä olisi 20 000. Kuva 4 havainnollistaa sähköautokannassa tapahtuneen muutoksen. (6, s. 3.)



Kuva 4. Suomen sähköautokannan kehittyminen vuoden 2018 loppuneljännekseltä vuoden 2020 loppuneljännekseen. (6.)

3.2 Sähköautojen tyypit

Kuluttajamarkkinoiden ladattavat sähköautot jakaantuvat kahteen kategoriaan: täyssähköajoneuvoihin (AEV, All-Electric Vehicle) ja ladattaviin hybridiajoneuvoihin (PHEV, Plug-In Hybrid Vehicle). Täyssähköajoneuvoissa toimii voimanlähteenä sähkömoottori, kun taas ladattavissa hybridiajoneuvoissa on sähkömoottorin lisäksi polttomoottori. (7.)

AEV eli täyssähköautot

Täyssähköauton voimanlähteenä toimii sähkömoottori ja energiavarastona auton akusto. AEV-autoihin kuuluu kahden tyyppisiä täyssähköautoja: akkukäyttöiset täyssähköautot (BEV, Battery Electric Vehicle) ja polttokennoiset täyssähköautot (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle). Sen lisäksi, että molempia tyyppisiä voidaan ladata sähköverkosta, ne myös tuottavat sähköä jarrutusenergiasta, mikä olisi normaalisti mennyt hukkaan. (7.)

Tässä opinnäytetyössä ei huomioida latausratkaisuja FCEV-polttokennoisille täyssähköautoille, koska niiden polttoaineena on pääasiassa vety eikä Suomessa ole tällä hetkellä mahdollisuutta ladata niitä. Selkeyden vuoksi tässä työssä täyssähköautoja kutsutaan BEV:ksi eli akkukäyttöisiksi täyssähköautoiksi.

PHEV eli ladattavat hybridautot

Motiva kertoo ladattavan hybridauton poikkeavan tavanomaisesta hybridautosta auton ulkopuolisella latausmahdollisuudella ja suuremmalla akustolla, joilla saadaan kasvatettua auton sähköistä toimintasädettä merkittävästi. Ladattavat hybridautot voidaan jakaa kolmeen tyyppiin: sarjahybrideihin, rinnakkaishybrideihin ja näiden hybridien yhdistelmään. (8.)

Sarjahybrideissä sähkömoottori tuottaa pääasiallisen käyttövoiman. Sähkömoottoria voidaan ladata polttomoottorigeneraattorin avulla. Kun polttomoottori käytännössä tukee sähkömoottoria, auton toimintasädettä saadaan laajennettua. Polttomoottorigeneraattorin hyödyntämistä kutsutaan sähköiseksi voimansiirroksi. (8.)

Rinnakkaishybrideissä käyttövoiman lähteenä toimivat poltto- ja sähkömoottorit, jotka voivat liikuttaa autoa joko yksin tai yhtäaikaaisesti. Yleinen malli rinnakkaishybridistä on nelivetoinen auto, jossa sähkömoottorista tuleva voima välittyy taka-akselille. Etuakselille voima kohdennetaan polttomoottorista mekaanisella voimansiirrolla. Näin muodostuu neliveto, joka normaaliajossa toimii polttomoottorilla etuvetoisena ja sähköllä ajattaessa takavetoisena. (9.)

HEV eli hybridautot

Hybridauton voimanlähteeksi on yhdistetty poltto- ja sähkömoottori. Hybriditekniikalla on tarkoitus alentaa auton päästöjä ja energiankulutusta. Hybridauton akuston sähkö tuotetaan joko osittain tai kokonaan auton polttomoottorilla. Hybridauton akustoa ei voi ladata sähköverkosta. (9.)

HEV:ssä sähkömoottorin tarjoama ylimääräinen teho sallii pienemmän polttomoottorin käytön. Tavallisen polttomoottorillisen auton akkua suuremmalla akustolla voidaan syöttää auton elektroniikkaa ja vähentää moottorin joutokäyntiä, kun ajoneuvo pysäytetään esimerkiksi liikennevaloihin. Yhdessä nämä ominaisuudet parantavat HEV:in polttoainetaloutta auton suorituskyvystä tinkimättä. (9.)

HEV:n akustoa ei voida kytkeä latautumaan ulkoisiin latausasemiin. Sen sijaan ajoneuvo hyödyntää jarrutusenergiaa ja polttomoottoria akuston lataamiseksi. Ajoneuvo kerää normaalisti jarrutuksen aikana menetetyn energian käyttämällä sähkömoottoria generaattorina ja varastoimalla talteen otetun energian auton akustoon. (9.)

3.3 Sähköautojen akkuteknologia

Suurin osa nykypäivän sähköautojen akuista on litiumpohjaisia ja ne ovat riippuvaisia nikkelin, koboltin, mangaanin, grafiitin ja muiden pääkomponenttien seoksesta. (10.)

Sähköautojen akustojen varaustaso, lämpötila ja kapasiteetti vaikuttavat siihen, kuinka kauan akkujen lataaminen kestää käytettävissä olevalla latausteholla. Sähköautojen BMS eli akustonhallintajärjestelmä määrittelee latausprofiilin eli sen, millaisella latausvirralla akustoa voidaan ladata. (11, s.10.)

Litiumakustot kestävät kylmänä purkamista, mutta kovilla pakkasilla lataaminen on hidasta, ja voi vahingoittaa akkuja. Tämän vuoksi suurimmassa osassa sähköajoneuvoista on akustolle oma lämmitysjärjestelmä, jonka ansiosta on mahdollista ladata ajoneuvoa myös pakkasilla. (1, s. 19.)

Akustonhallintajärjestelmä (BMS)

Akustonhallintajärjestelmät (BMS) ovat elektronisia ohjauspiirejä, jotka valvovat ja säätelevät akkujen lataamista ja purkamista. Akun seurattaviin ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa akuston jännitteet, lämpötila, kapasiteetti, lataustila, virrankulutus, jäljellä oleva käyttöaika ja lataussyklien määrä. (12.)

Akustonhallintajärjestelmän tehtävänä on varmistaa akustossa olevan jäännösenergian optimaalinen käyttö. BMS-järjestelmät suojaavat akkuja syväpurkautumiselta ja ylijännitteiltä, jotka ovat seurausta liian nopeasta latauksesta tai suuresta purkausvirrasta. Monikemisten akustojen tapauksissa akustonhallintajärjestelmä mahdollistaa myös kennojen tasapainotustoiminnon, joka määrittelee akuston kennoille samat lataus- ja purkausvaatimukset. (12.)

Litiumioniakku

Litiumioniakkuja käytetään tällä hetkellä suurimmassa osassa kuluttajien elektroniikkalaitteista, kuten kannettavissa tietokoneissa ja matkapuhelimissa. Niiden energiatiheys fyysiseen massaansa nähden on paljon suurempi muihin energian varastointijärjestelmiin verrattuna. Litiumioniakkujen hyviin puoliin kuuluu myös korkea energiatehokkuus ja tehopainosuhde, vähäinen itsepurkautuminen ja hyvä suorituskyky korkeissa lämpötiloissa. (13.)

Suurin osa litiumioniakkujen komponenteista on kierrätettävissä, mutta teollisuudelle ovat suurena haasteena kustannukset, jotka muodostuvat materiaalien talteenotosta. Monet järjestöt ja ministeriöt, kuten esimerkiksi Yhdysvaltojen energiaministeriö, tukevat pyrkimyksiä löytää ratkaisuja käytettyjen ja käytöstä poistettujen litiumioniakkujen lajitteluun, keräämiseen, varastointiin ja kuljetukseen materiaalien talteenottoa ja kierrätystä varten. Suurin osa nykypäivän EV- ja PHEV- autovalmistajista käyttää litiumioniakkuja, vaikka niiden kemia eroaakin kuluttajien elektroniikassa käytetyistä akuista. (13.)

4 Protokollat

Sähköautonlataustapahtumassa tapahtuu pistokeliittimen ja sähköauton välillä paljon kommunikointia, jossa muun muassa sähköajoneuvo keskustelee latausaseman kanssa latausnopeudesta ja ladatun sähköenergian maksuista. Näitä tiedonsiirto- ja kommunikointi järjestelmiä kutsutaan protokolliksi. Seuraavaksi työssä tuodaan lyhyesti esille Suomessa käytössä olevia protokollia.

CAN-väylä

CAN on alun perin ajoneuvokäyttöön kehitetty sarjaväylä, jota käytetään nykyään esimerkiksi kallionporauslaitteissa, metsäkoneissa ja sähköajoneuvoissa sekä niiden latauslaitteissa. CAN on lyhenne sanoista ”Control Area Network”. CAN-väylä on fyysisesti parikaapeliliinja, jonka kautta tieto siirtyy järjestelmissä yksiköiden välillä. (14, s. 10)

CAN-väylän on oltava ISO 11898 -standardin mukainen. (15.)

PLC

PLC (Power Line Communication) eli datasähkö on viestintätekniikka, joka käyttää olemassa olevaa kaapelointia signaalien siirtämiseen. PLC-tietoliikennesignaaleja käytetään sähköajoneuvojen lataamisen ympäri maailmaa, ja se on nykypäivänä välttämättömyys sähköajoneuvomarkkinoilla. PLC antaa latausaseman ja sähköauton neuvotella latausistunnossa keskenään erilaisista latausprofiileista ja mahdollisista maksutavoista. (16.)

OCPP

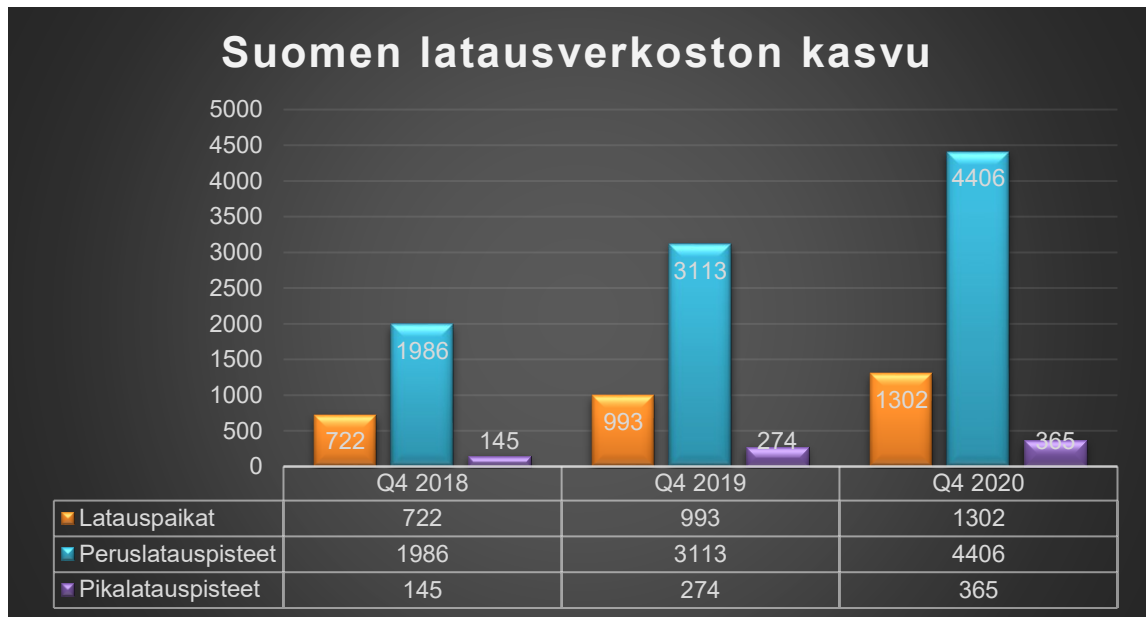
OCPP on lyhenne sanoista Open Charge Point Protocol. OCPP on avoin tiedonsiirtoprotokolla EV-latausasemien ja keskusohjausohjelmiston väliseen viestintään. OCPP mahdollistaa sähköajoneuvojen, latausasemien ja niiden hallintapalvelujen yhteensopivuuden. Virta kertoo OCPP:n kannustavan innovointiin ja yhteistyöhön yritysten kesken - samalla kun pyritään varmistamaan matalat sähköautojen lataamisen kustannukset sähköajoneuvojen kuljettajille ja yritysten omistajille.

Ocpp on suunniteltu toimittajista riippumattomaksi. Se tarjoaa operaattoreille mahdollisuuden valita, mitä latausasemia ja -järjestelmiä he haluavat käyttöönsä. Se tarjoaa valmistajille mahdollisuuden rakentaa sellaisen järjestelmän, jonka voisi ottaa käyttöön mikä tahansa operaattori.

Ocpp on OCA:n (Open Charge Alliance) johtama aloite, joka otettiin käyttöön ensimmäisen kerran vuonna 2010. Ocpp-protokollaa käyttävät nykyään monet latausasemien valmistajat ja sitä kehitetään jatkuvasti eteenpäin. (17.)

5 Lataustavat ja pistokkeet

Sähköajoneuvojen lataustavat ja pistoketyypit ovat olennainen osa latausasemaa valittaessa. Ladattavan sähköajoneuvon malli ja käyttäjä määrittelevät pistoketyypin ja lataustavan lataustarpeen mukaisesti. Kuvassa 5 näkyy, kuinka nopeasti latausverkosto on Suomessa kasvanut viime vuosina.



Kuva 5. Latausverkoston kasvu vuoden 2018 loppuneljännekseltä vuoden 2020 loppuneljänneeseen. (6.)

5.1 Pistoketyypit

Sähköautojen latauksessa huomioitaviin asioihin kuuluu pistoketyyppi, joka työnnetään sähköautolatausaseman pistorasiaan. Käytettävän pistoketyypin valinnan mukaan sähköautoilija valitsee lataustavan, jolla sähköajoneuvon lataustapahtuma suoritetaan. Esimerkiksi, jos sähköautoilija valitsee käytettäväksi lataustapahtumassa type 2-liittimen, käyttää hän silloin lataustapaa 3, jota kutsutaan peruslataukseksi. Tällöin sähköjärjestelmä on rakennettu lataustavan 3 edellyttämin vaatimuksien pohjalta ja käyttäjä nauttii sen tuomista eduista lataustapahtumaan. Taulukossa 1 on lajiteltu pistoketyypit niitä käytäviin lataustapoihin.

Taulukko 1. Pistoketyypit lataustapojen mukaan.

LATAUSTAPA	PISTOKETYYPPI	MAKSIMILATAUS- VIRTA	MAKSIMILATAUS- TEHO
Mode 1 Kevyeiden sähköajoneuvojen lataus	Schuko	2-8 ampeeria	0,46-1,84 kW
Mode 2 Hidas lataus	Schuko	8 ampeeria	1,84 kW
	Super-schuko	16 ampeeria	3,68 kW
Mode 3 Peruslataus	Type 1	1x32 ampeeria	7,4 kW
	Type 2	3x32 ampeeria	22 kW
Mode 4 Teholataus	CCS Combo 2	350 ampeeria	350 kW
	CHAdEMO	400 ampeeria	400 kW

Schuko-pistotulppa

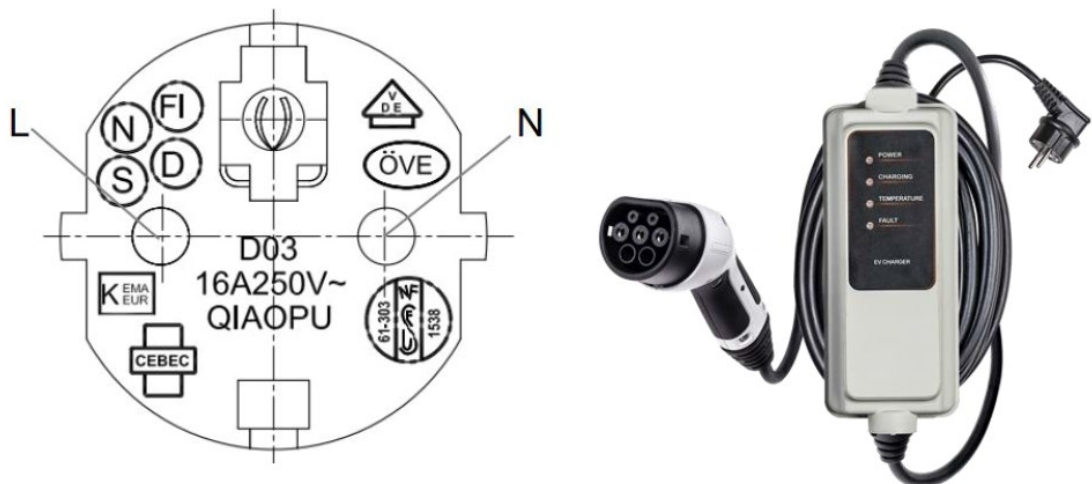
Schuko, joka tunnetaan myös maailmalla nimellä CEE 7/4 ja Tyypin F pistokeliitäntä käytetään yleisesti Euroopassa. Schuko -pistokeliitin on lyhenne saksankielisestä sanasta "Schutzkontakt" ja tarkoittaa suojakontaktia. Pistokeliitin suunniteltiin Saksassa pian ensimmäisen maailmansodan jälkeen. Sen patentti (DE 370538) myönnettiin vuonna 1926 baijerilaiselle sähkölaitetarvikevalmistajalle Albert Büttnerille. (18.)

Schuko-pistokeliitin on pyöreä ja siinä on ylä- ja alaosa, joissa on johtavia pidikkeitä laitteen maadoittamiseksi. Pistokeliitin ei ole täysin pyöreä, vaan siinä on kaksi muovilovea vasemmalla ja oikealla puolella, mitkä antavat sille lisää vakautta käyttöön. (18.)

Pistokeliittimessä on kaksi 4,8 millimetrin pyöreää pinniä, joiden pituus on 19 mm ja jotka ovat 19 mm päässä toisistaan. Siinä on myös kaksi kappaletta maadoitusliittimiä johtuen siitä, että schuko-pistokeliitin voidaan työntää kumminkin päin pistorasiaan, koska schuko-liitäntäjärjestelmä on polarisoitumaton. Toisin sanoen vaihe ja nolla voidaan

kytkää satunnaisessa suunnassa. Schuko-pistokeliitin voidaan kytkeä sähköjärjestelmiin, joista saadaan enintään 16 ampeeria. (18.)

Kuvassa 6 on kuvattu schuko-pistokeliittimen poikkileikkauskuva, sen ohjaus- ja suojausyksiköstä sekä sähköautonpäähän sijoitettavasta type 2 -liitännässä.



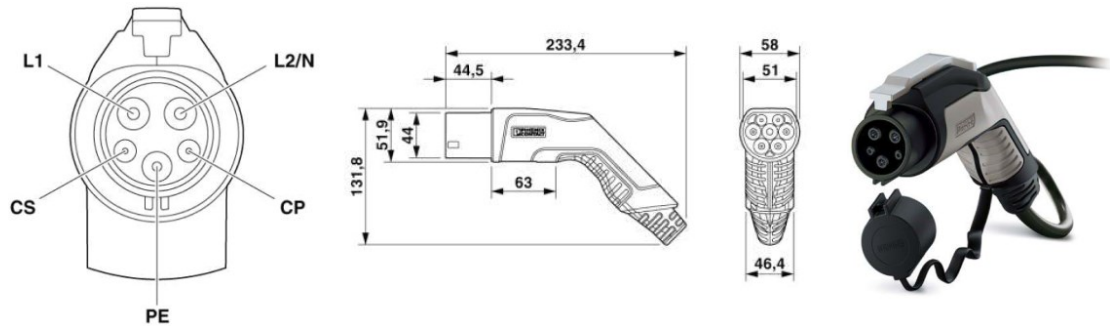
Kuva 6. Schuko-pistotulpan poikkileikkauskuva ja lataustavan 2 latauskaapeli, jossa on ohjaus- ja suojalaiteyksikkö sekä ajoneuvon pistokepää type 2 (19, 20).

Standardi 6000–8–813 käsittää lisävaatimukset pistokytkimille ja niiden asennukselle. Siinä kerrotaan standardissa SFS 5610 liitteissä Suomessa käytössä olevat julkaisun CEE 7:1963 mukaiset standardilehdet, joissa annetaan tarkemmat vaatimukset pistotulpile ja -kytkimille. Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä enempää pistotulpan rakennetta, koska siihen ei oteta kantaa työn liitteenä olevassa kartoitusraportissa. (21, s. 293.)

Type 1 J1772

Tyyppin 1 pistokeliittintä käytetään pääsääntöisesti japanilaisissa ja yhdysvaltalaisissa ladattavissa ajoneuvoissa. Tyyppin 1 liitin mahdollistaa enintään yksivaiheisesti 32 ampeerin virransyötön. Tällöin laturi on autossa ja käytössä on AC-lataus eli vaihtovirtalataus. Ladattavan ajoneuvon akuston laturi määrittelee, kuinka suurella virralla sitä voidaan pistokeliittimen kautta ladata. (21.)

Kuvassa 7 on kuvattu Type 1 -peruslatausliittimen ulkonäkö ja sen kommunikointiväylien sekä AC-vaihtovirtalatausliittimien sijoitukset liitännässä.

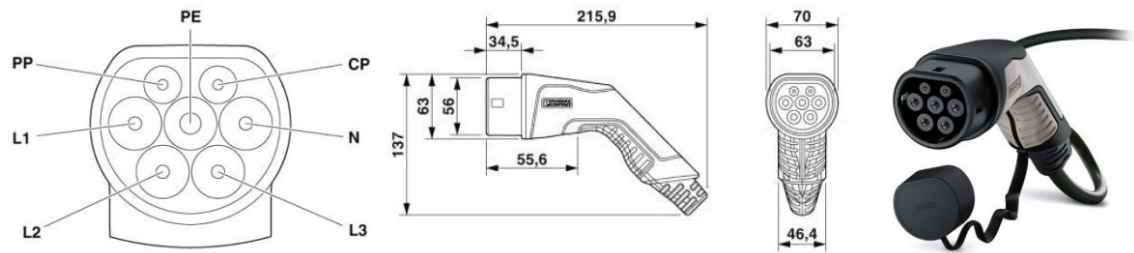


Kuva 7. Type 1 -latausliitin ja sen poikkileikkaukset (22).

Type 2 MENNEKES

Tyyppin 2 pistokeliitintä käytetään yleisesti eurooppalaisissa ladattavissa ajoneuvoissa ja se tulee todennäköisesti olemaan kaikissa Euroopassa myytävissä ladattavissa sähköautoissa vakionliitintyyppinä. Suomessa ja muualla Euroopassa standardi määrittelee julkisille latauspisteille ainoastaan tyyppin 2 pistorasian käytön. Tyyppin 2 pistokeliitin mahdollistaa virransyötön kolmivaiheisena jopa 63 ampeeriin saakka. Yleisesti kuitenkin tyyppin 2 pistokeliitännällä ladattavat hybridit lataavat 1 x 16 – 1 x 32 ampeerin virralla, kun taas täyssähköajoneuvot voivat käyttää lataamiseen jopa 3 x 32 ampeerin virtaa. (21.)

Kuvassa 8 on kuvattu Type 2 -peruslatausliittimen ulkonäkö ja sen kommunikointiväylien sekä AC-vaihtovirtalatausliittimien sijoitukset liitännässä.



Kuva 8. Type 2-latausliitin ja sen poikkileikkauskuvat (22).

CCS/Combo 1 ja CCS/Combo 2

Combined Charging System, eli CCS-pikalatausstandardin mukainen liitin voi mahdollistaa jopa 350 kW:n lataustehon tasasähköpuolelta. (23, s. 5.)

Combined Charging System, eli CCS-pikalatausstandardin luojina on pidetty Charging Interface Initiative e. V. eli CharIN e.V. -yhdistystä, jonka perustajiin kuuluvat muun muassa Audi, Opel, Porche, Volkswagen, BMW, Daimler, Mennekes, Phoenix Contact ja TÜV SÜD. Tärkeimpinä ominaisuuksina CCS pistokeliittimissä on yhden liittimen käytön mahdollistaminen AC-vaihtovirta ja DC-tasavirta lataukseen käyttämällä erillisiä nastoja saman liittimen sisällä. CCS-pikalaturit käyttävät kommunikoimiseen PLC-tietoviestintä-protokollaa. (23, s. 4)

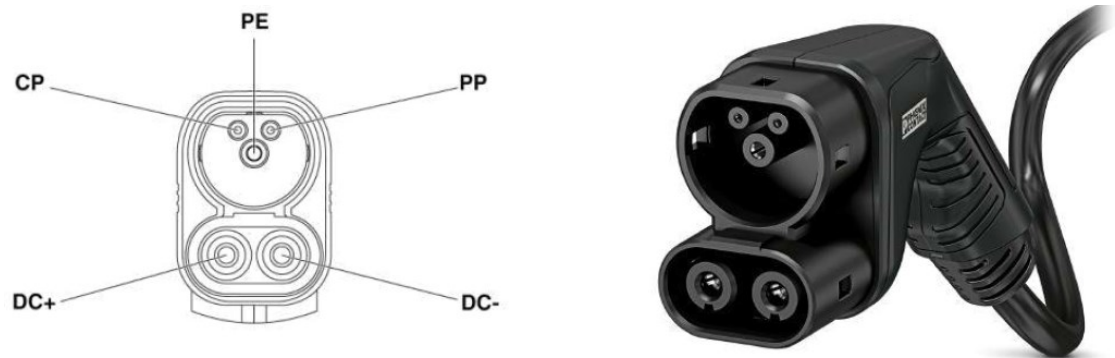
AC- ja DC-latausliittimien yhdistelmä CCS Combossa on kansainvälisten standardien IEC 62196-1, IEC 62196-2 ja IEC 62196-3 mukainen. Tiedonsiirtostandardit vaihtovirtalataukselle ovat yhteensopiva IEC 61851-1 sekä 61851-22 -standardien kanssa. Tasavirtalatauksella tiedonsiirtostandardit ovat yhteensopivia kansainvälisten standardien IEC 61851-1, 61851-23, ISO / IEC 15118, sekä saksalaisen standardien DIN SPEC 70121 ja SAE J2847/2 kanssa. (23, s. 4)

CCS Combo1:n ja Combo 2:n ajoneuvoliitin on johdettu vastaavasti AC-tyypin 1 ja tyypin 2 liittimistä, joista Combo-liittimet sisältävät ainoastaan maadoitusnastaa ja kaksi signaalinaastaa (ohjauspilotin ja läheisyypilotin). Lisäksi niissä on kaksi tasavirtanastaa (DC+ ja DC-). Ajoneuvon sisääntulossa nastojen kokoonpano yläosassa on sama kuin AC

tyypin 1- ja tyypin 2 -liitin vaihtovirtalataukseen, kun taas kahta alinta nastaa käytetään tasavirtalataukseen. (23, s. 5.)

Yleisesti CCS-laturit voivat tuottaa jopa 350 ampeeria latausvirtaa 200–1000 V:n tasajännitteellä, jolloin niiden suurin latausteho on 350 kW. Pikalatausasemien tekniset ominaisuudet muuttuvat jatkuvasti, koska niitä päivitetään vastaamaan uusien sähköautojen jännitteitä ja tehovaatimuksia. (23, s. 5)

Kuvassa 9 on kuvattu CCS/Combo 2 -pikalatausliittimen ulkonäkö ja sen kommunikointiväylien sekä DC-tasavirtalatausliittimien sijoitukset liitännässä.



Kuva 9. CCS/Combo 2-pikalatausliitin ja sen poikkileikkauskuva.

CHAdeMO

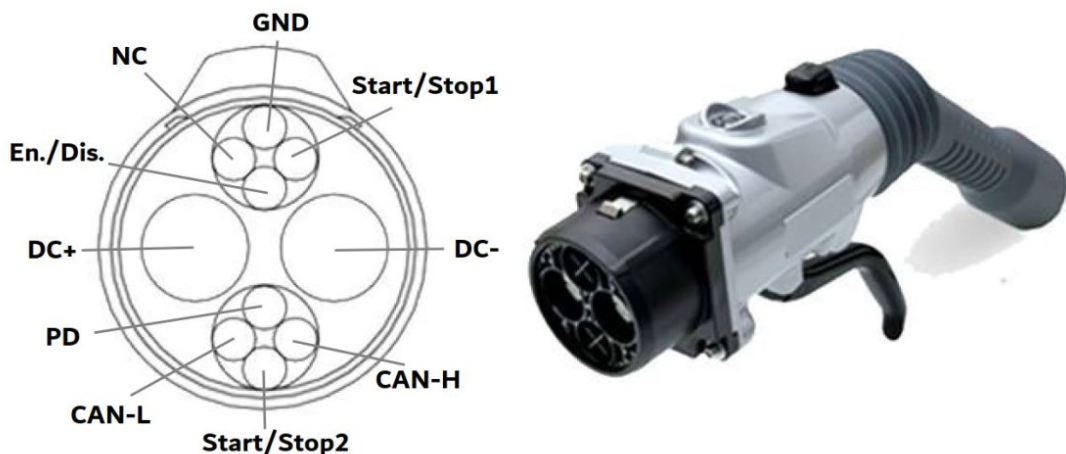
CHAdeMO on sähköajoneuvojen tasavirtalatausstandardi. Se mahdollistaa saumattoman yhteyden auton ja laturin välille. Sen on kehittänyt CHAdeMO Association -yhdistys, jonka tehtävänä on ollut myös sertifiointi, mikä varmistaa yhteensopivuuden auton ja laturin välillä. (24.) Yhdistys perustettiin vuonna 2010 (25).

CHAdeMO on kaikkien aikojen ensimmäinen sähköajoneuvojen DC-pikalatausprotokolla.

CHAdeMO on patentoitu termi yhdistyksen edistämälle pikalatausinfrastruktuurille. "CHAdeMO" on lyhenne sanoista "CHArge de MOve", joka on Suomeksi "latausta liikumisesta". Se tulee myös japanin kielestä "O cha demo ikaga desukalle", mikä tarkoittaa "Otetaan kuppi teetä latauksen aikana". (25.)

Pikalatausteholatauksessa CHAdeMO-standardin mukaisella pistokkeella lataus tapahtuu tasavirralla. CHAdeMO-pikalatausliittimen protokolla mahdollistaa lataamisen 6 kW:sta 400 kW:iin. CHAdeMO Association suunnittelee latausprotokollansa antavan tulevaisuudessa jopa 900 kW lataustehon. (26.)

Kuvassa 10 on kuvattu CHAdeMO-pikalatausliittimen ulkonäkö ja sen kommunikointiväylien sekä DC-tasavirtalatausliittimien sijoitukset liitännässä.



Kuva 10. CHAdeMO-pikalatausliitin ja sen poikkileikkauskuva (27).

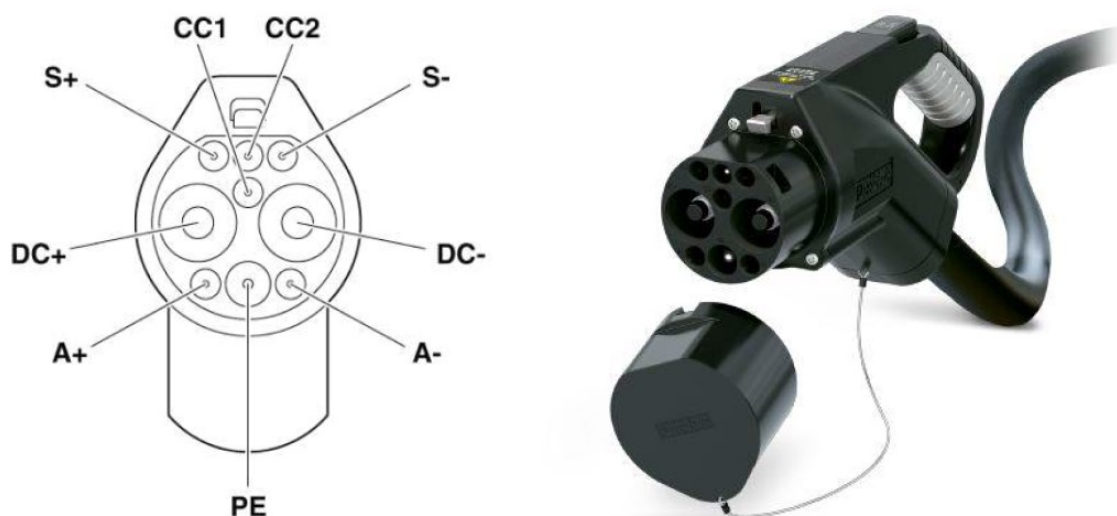
GB/T

GB/T on kiinalainen sähköautojen akkujen latausstandardi. GB/T-latausstandardi kaapelilatauksille sopii sekä täyssähköajoneuvoille (BEV) että hybridisähköajoneuvoille (PHEV). GB-standardin (kiinalainen GuoBiao - kansallinen standardi) julkaisi Kiinan sähköneuvosto CEC (Chinese Electricity Council). (28.)

Kaapelilatausstandardi GB/T perustuu SAE J1939 -verkkoprotokollaan ja käyttää CAN-väylää, jossa laturin ja akunhallintajärjestelmän (BMS) välillä on point-to-point-yhteys.

GB/T on monella tapaa hyvin samanlainen protokolla kuin CHAdeMO. GB/T käyttää CHAdeMO:n lailla myös CAN- ja 2.0B-viestintäprotokollaa, mutta väylän nopeus on pienempi. GB/T:n suurin latausteho on 185 kW (250 ampeeria 750 voltilla). (27.)

Kuvassa 11 on kuvattu GB/T-pikalatausliittimen ulkonäkö ja sen kommunikointiväylien sekä DC-tasavirtalatausliittimien sijoitukset liitännässä.



Kuva 11. GB/T-pikalatausliitin ja sen poikkileikkauskuvat (22).

Suomessa suosituista sähköautoista mikään ei kuitenkaan käytä GB/T:tä, minkä takia sitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä enempää.

5.2 Lataustavat

Mode 1 – Lataustapa 1 – Kevyiden sähköajoneuvojen lataus

Lataustapa 1:ssä voidaan ladata pienitehoista kevyttä sähköajoneuvoa, kuten sähkökootteria, -potkulautaa tai jopa sähkönelipyörää. Lataus voidaan suorittaa tavanomaisesta maadoitetusta 230V:n vaihtosähköllä toimivasta kotitalouspistorasiasta, jonka

suojaus on toteutettu kiinteästi asennetulla 30 milliampeerin vikavirtasuojalla. (29.) Ku-
vassa 12 on esimerkki lataustavan 1 toimintaperiaatteesta.



Kuva 12. Lataustavassa 1 ladataan esimerkiksi sähköskootteria kotitalouspistorasiasta (30, s. 12; 31.)

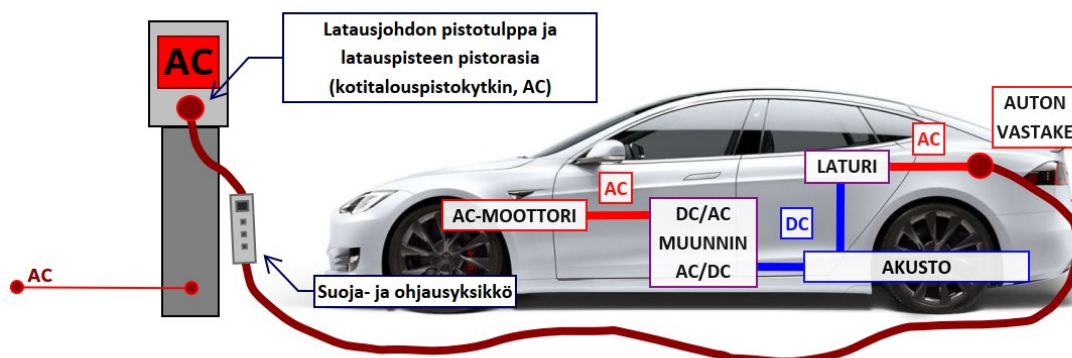
Mode 2 – Lataustapa 2 – Hidas lataus

Suomen sähköteknisen alan standardointijärjestö SESKO kertoo lataustapa 2:ssa sähköauton latauksen tapahtuvan vaihtosähköllä ajoneuvon lähistöllä olevasta teollisuuspistorasiasta (SFS-EN 60309), kuten esimerkiksi autonlämmityspistorasiakotelosta tai kotitalouspistorasiasta (SFS 5610), joiden käytölle on asetettu rajoituksia. Ladattava ajoneuvo on liitettävä latauspisteeseen vaatimusten mukaisella latausjohdolla, jossa on oltava standardin SFS-EN 62752 mukainen ohjaus- ja suojalaiteyksikkö. Latausjohdon suojalaiteyksikkö on voitava tukea niin, ettei pistorasiaan kohdistu veto- tai vääntörasitusta. (29.)

SESKO:n mukaan kotitalouspistorasiat eivät kestä jatkuvia korkeita virtoja, kuten 16 ampeerin mitoitusvirtaa etenkin, jos pistorasia on ikääntynyt tai kulunut (29). Tukes kertoo, ettei maadoitettuja schuko-pistorasioita ole suunniteltu kestävään jatkuvaa korkeaa kuormitusta (30). Lataustapa 2:ssa ladattavaa hybridiä ja sähköautoa voidaan kotitalouspistorasiasta ladata sillä edellytyksellä, että ajoneuvon ottama latausvirta pitkäaikaisessa latauksessa on rajoitettu 8 ampeeriin standardin SFS-EN 62752 mukaisesti. Markkinoille

on kuitenkin tullut kotitalous- ja teollisuuspistorasioita, jotka valmistaja on suunnitellut kestämään jatkuvaa 16 ampeerin latausvirtaa. (29.)

Motivan mukaan kotitalouspistorasioita tai lämmitystolppia voi käyttää lähinnä tilapäiseen lataukseen, jossa latausvirta on turvallisuussyistä rajoitettu latausjohdon ohjausyksiköllä melko pieneksi, noin 6–10 ampeeriin. SESKO:n suosituksen mukaan pitkäaikainen latausvirta saisi olla enintään 8 ampeeria kotitalouspistorasiasta. Vanhoissa sähköautoissa ei välttämättä kuitenkaan ole ohjausyksikköä rajoittamassa latausvirtaa ja näin saatetaan kotitalouspistorasiasta vahingossa ottaa täysi virta usean tunnin ajan. Tällöin pistorasia tai sen syöttökaapeli saattaa tulla liian kuumaksi. Lämpötolpan ajastinkellolla voidaan rajoittaa lataamiseen käytettyä aikaa enintään kahteen tuntiin, joiden aikana voitaisiin saada noin 15–25 kilometriä ladattua lisää ajomatkaa sähköajoneuvoon, kertoo Motiva. (8.) Kuvassa 13 sähköauton on-board-laturi muuttaa vaihtovirran tasavirraksi, jolla akustoa ladataan. (30, s. 16.)



Kuva 13. Lataustavassa 2 autoa syötetään vaihtovirralla schuko-pistorasiasta. (30, s. 16; 32.)

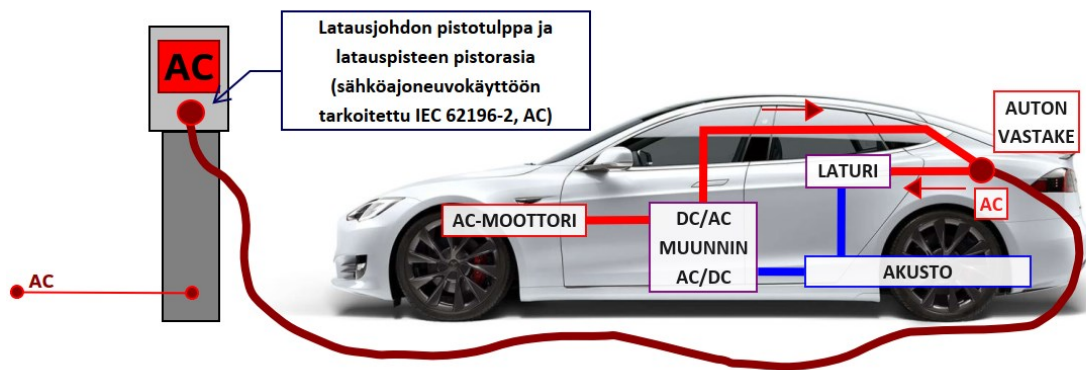
Mode 3 – Lataustapa 3 – Peruslataus

Suomen sähköteknisen alan standardointijärjestö SESKO kertoo lataustapa 3:sen eli peruslatauksen, olevan suositeltavin lataustapa sähköautoille ja ladattaville hybrideille. Lataustapa 3:ssa sähköajoneuvoa ladataan vaihtosähköllä siihen sopivalla latausjohdolla

standardin SFS-EN 62196-2 mukaisesta tyyppin 2 sähköautopistorasiasta. Peruslatauksessa latausvirta voi olla 3x63A, jolla voidaan saavuttaa jopa n. 43 kW latausteho. Lataustehoon kuitenkin vaikuttaa käytössä olevan sähköinfran tehokapasiteetti, josta riippuen voidaan ladata myös pienemmälläkin latausteholla. Lataustavan 3 latureissa voi latausjohto olla myös kiinteästi laitteeseen asennettu. (29.)

Kansallisen lainsäädännön mukaan julkisissa vaihtosähkölatausasemissa on oltava tyyppin 2 mukainen pistorasia tai ajoneuvopistoke, joka täyttää SFS-EN 62196-2 -standardin. Lisäksi niissä tulisi käyttää mahdollisuuksien mukaan älykkäitä latausjärjestelmiä, kertoo SESKO. (29.)

Kun ladataan lataustavan 3 latausasemasta, pistokytkimet lukittuvat mekaanisesti tai sähköisesti vastakappaleisiinsa. Latausjärjestelmään kuuluvan tiedonsiirtoväylän avulla varmistetaan ajoneuvon turvallinen ja oikeaoppinen kytkentä latauspisteeseen. Tiedonsiirtoväylän avulla voidaan ohjata kuormituksen lisäksi virransyöttöä molempiin suuntiin. (29.) Kuvassa 14 sähköautoa ladataan vaihtovirralla siihen tarkoitettulla lataustavan 3 pistokytkimellä. Lataustavassa 3 latausjärjestelmä mahdollistaa vehicle-to-grid (V2G) -lataamisen, jossa autosta voidaan syöttää vaihtovirtaa takaisin sähköverkkoon. (30, s. 17.)



Kuva 14. Sähköauton latausperiaate lataustavassa 3. (30, s. 17; 32.)

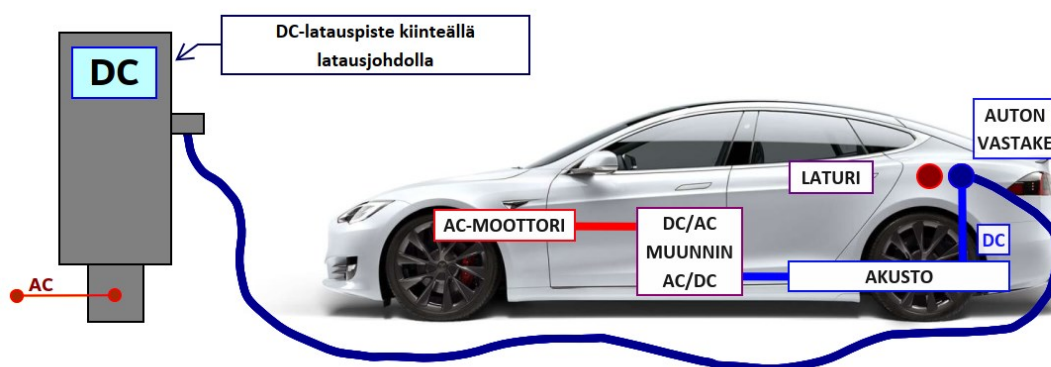
Mode 4 – Lataustapa 4 – Teholataus

Kun ladataan lataustavalla 4 eli tehoolatauksella, sähköauton tai ladattavan hybridin akustoon syötetään suurella virralla tasasähköä auton ulkopuolella olevasta tasasähkölaturista. Tästä käytetään myös nimitystä pikalataus. Tehoolatauslaitteissa latausjohto on latausaseman kiinteä osa. Latausjohdon ajoneuvopistoke on standardin SFS-EN 62196-3 mukaista rakennetta AA, eli niin sanottu CHAdeMo tai FF, eli niin sanottu CCS. (29.)

SESKO kertoo, että kansallisen lainsäädännön määrittelemissä julkisissa tehoolatausasemissa on oltava SFS-EN 62196-2 mukainen tyyppin 2 pistorasia, ajoneuvopistoke ja/tai SFS-EN 62196-3 tyyppin FF, CCS ajoneuvopistoke. Lisäksi mahdollisuuksien mukaan niissä tulee käyttää liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta määräävän lain 478/2017 mukaisia älykkäitä latausjärjestelmiä (29.) Julkisen latauspisteen tulee olla jakeluinfradirektiivin liitteessä II säädettyjen teknisten eritelmien mukainen (34.).

Tehoolatausasemien nykyisin syöttämät tasavirrat ovat satoja ampeereita ja lataustehot tyypillisesti jopa 50–350 kW (29).

Kuvassa 15 sähköauton akustoa ladataan tasavirralla latauspisteen laturista. Sähköajoneuvon akustonhallintajärjestelmä (BMS) ohjaa laturin toimintaa. Tällöin akustoon syötetään ajoneuvolle sopivan suuruinen latausvirta. (30, s. 18.)



Kuva 15. Sähköajoneuvon latausperiaate lataustavassa 4. (30, s. 18; 32.)

6 Sähköautojen ja latauspisteiden paloturvallisuus ja riskienhallinta

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmä pitää lataustoimenpidettä turvallisena. Lataustavat ovat hyvin määriteltyjä ja käytössä on tarvittava määrä latauksen turvamekanismeja. Suurin riski muodostuuakin sähköautoissa käytössä olevien akkujen tilasta. (35, s. 20.)

Kun suunnitellaan palontorjuntajärjestelmiä, on välttämätöntä kiinnittää huomiota siihen, miten luotettavasti ja varhain palo havaitaan. Kun liiallinen lämpötila havaitaan, akut on pystyttävä jäädyttämään mahdollisimman nopeasti termisen karkaamisen ja palon estämiseksi. Kohonneiden lämpötilojen tunnistamisen lisäksi palon rajoittaminen ja nopea sammutus ovat välttämättömiä. (35, s. 20.)

Akkupalojen riski ei kohdistu vain latauksessa oleviin ladattaviin sähköautoihin, vaan muihinkin rakennuksessa oleviin sähköautoihin, joissa on akkuteknologiaa käytössä. Sähköautojen akkupaloriskien todennäköisyyksiin voivat vaikuttaa akkujen iät, ulkoiset iskut, kuten osumasta aiheutuneet rakenteelliset muutokset ja käytetyt lataustavat. Palontorjuntatekniikan kehitysryhmän mukaan on myös tilan ja latauspisteiden käyttäjiä kyettävä ohjeistamaan akkuteknologiaan kohdistuvista riskeistä ja ohjattava turvallisiin käyttötapoihin. (35, s. 20.)

Tulipaloa on estettävä leviämistä autosta toiseen, oli palava auto sähköauto tai ei. Sähköauton tulipalossa auton rakenteelliset ratkaisut ja akkupalo lisäävät palonhallinnan ja sammuttamisen haasteellisuutta. Toissijaiset syttymiset on estettävä ja palo on pystyttävä rajaamaan, mutta siihen on onneksi olemassa keinoja. (35, s. 20.)

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmä ohjeistaa riskienarvioinnissa pohtimaan esimerkiksi seuraavia asioita:

- latauspisteiden sijoitus
- myrkyllisten palokaasujen kulkeutumisen hallinta ja estäminen
- turvallisen poistumisen varmistaminen
- ihmisten ohjaaminen turvalliseen suuntaan

- palotilanteessa turvallisuusorganisaation toimenpiteet
- paloa rajoittavien tekijöiden määrittely (esimerkiksi sammutuslaitteistot)
 - mitoitukset
 - toiminta-ajan arviointi
- palavan auton poistaminen hallitusti kohteesta.

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmän mukaan paloturvallisuuskokonaisuutta arvioitaessa on asennusteknisissä ratkaisuissa otettava suojattavassa kohteessa huomioon seuraavat seikat (35, s. 21.):

- palon mahdollisimman aikainen ja luotettava havainnointi
- akun lämmönkehittymisen tunnistaminen
- sammutustoimenpiteiden suorittaminen turvallisesti
- palon rajaaminen huomioiden myös rakenteelliset tekijät
- suojauksella tuotettava lisäaika, jotta sammutustoimenpiteet saadaan turvallisesti aloitettua
- palon sammuttamisen ja tunnistamisen lisäksi on huomioitava muut ohjaukset kiinteistötekniikan osalta
- myrkyllisten kaasujen leviämisen estäminen muualle rakennukseen siten, ettei tiloissa toimivia ihmisiä altistu välillisesti hengenvaarallisille kaasuille
- pelastuslaitoksen toimintamahdollisuuksien esiin ottaminen teknisessä suunnittelussa tarvittavien suojaus- ja sammutustoimenpiteiden mahdollistamiseksi.

6.1 Riskitekijät poistumis- ja henkilöturvallisuuden kannalta

Erilaisissa pysäköintitiloissa haasteita henkilö- ja paloturvallisuuden kannalta asettaa esimerkiksi latauspisteiden sijoittelu. On arvioitava sähköautojen ja latauspisteiden sijoittelun kannalta, miten altistumisen riskiä palosta aiheutuville myrkyllisille kaasuille voitaisiin minimoida ja estää niiden leviämistä muualle kiinteistön rakennukseen. Latauspisteitä usein sijoitetaan paikoitushallien poistumisteille ja kiinteistöjen sisäänkäyntien läheisyyteen. Niiden sijoittelulle ei ole sovellettavissa yksiselitteistä ratkaisumallia, vaan riskit muodostuvat kohteen rakenteellisten ja teknisten ratkaisujen sekä toiminnan luonteen mukaan. (35, s. 21.)

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmän mukaan ensisijaisesti sijoittelussa tulee arvioida pelastuslaitoksen toiminnan mahdollistaminen ja myrkyllisten kaasujen leviämisen riskit. Haasteita kokonaisuuden arviointiin tuo myös se, että sähköauto voi syttyä tuleen myös muualla kuin latauspisteiden läheisyydessä. Näin voi käydä, jos esimerkiksi auton akku pääsee käytössä vaurioitumaan. (35, s. 21.)

6.2 Sähköautojen tulipalojen sammuttamisen haasteet

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmä kertoo, että akkupalojen luonteen takia palavan sähköauton sammuttaminen on haasteellista. Sammutuslaitteiston toiminnan varmistaminen antaa palolaitokselle lisää aikaa reagoida ja voi estää myös viivästyneiden palojen syttymisen. (35, s. 21.)

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmän mukaan sammutuslaitteiston toiminnan mitoituksissa on huomioitava, että akut voivat palaa pitkään sekä syttyä myös uudelleen. Myös myrkykkaasuja pääsee palon jatkuessa muodostumaan lisää. (35, s. 22.)

Kun suunnitellaan nykyaikaisia sammutuslaitteistoja, palontorjuntatekniikan kehitysryhmä korostaa seuraavien asioiden huomioon ottamista riskien arvioinnissa:

- voimassa olevien standardien mukaisesti tehtävä suunnittelu
- autosta toiseen leviävä palo pystytään estämään ja rajaava vaikutus voidaan varmistaa
- sammutusveden syötön varmistaminen palokunnan käyttöön
- toteutuskohtaisesti on kokonaisuudesta arvioitava palokunnalle riittävä valmiusaika
- pelastuslaitoksen esteetön pääsy palokohteelle ja sen hallittu sammuttaminen tai poistaminen tilasta.
- muut välttämättömät toimintaa tukevat toimenpiteet, joilla saadaan akkupalojen riskit poistettua sekä niiden eteneminen pysäytettyä.

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmän mukaan pelastuslaitoksen toiminnan ja palokohteen poistamisen kannalta voi olla haastavaa tunnistaa ajoneuvon tyyppi sekä siirtää tarvittava pelastuskalusto palokohteelle, jotta palokohteen poistaminen olisi mahdollista toteuttaa. Toinen ongelma liittyy pelastushenkilökunnan työturvallisuuteen: suojavaarusteita akkutulipaloissa akuista vapautuvia aineita vastaan ei ole vielä markkinoilla. (35, s. 22.)

6.3 Latauspisteiden yleistyminen kodeissa ja taloyhtiöissä

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmän kertoo, että sähköautojen lataukseen kohdistuvat riskit ja uudenlaiset akkujen käyttösovellukset eivät koske vain suuria pysäköintilaitoksia, vaan tulevaisuudessa on pystyttävä huomioimaan latauspaikkojen haasteet sähköautojen yleistyessä myös kodeissa ja taloyhtiöissä. Säädökset edellä mainituissa kohteissa eivät vielä tunnista tämänhetkisessä tilanteessa riittävän hyvin paloturvallisuuteen liittyviä haasteita, jotka tulisi suunnittelussa ottaa huomioon. Haasteet koskevat niin rakenteellisia ja teknisiä ratkaisuja kuin myös pelastuslaitoksen toimintaa ja henkilöturvallisuutta. (35, s. 22.)

6.4 Latausjärjestelmän valinta

Standardeissa esitetään sähköajoneuvojen lataamiseen käytettävien kiinteistöjen sähköverkkojen asennusvaatimukset. Palontorjuntatekniikan kehitysryhmän mukaan suositeltavin lataustapa on sähköalan ammattilaisen kiinteästi asentama latauspiste. Sähköautojen latausasemat ovat sähkölaitteita, joita koskevat laitestandardit. Sähköturvallisuuslain vaatima käyttöönottotarkastus on tehtävä kaikille kiinteille asennuksille, joihin latausasemien sähkösyötöt kuuluvat. (35, s. 23.)

Sähköjärjestelmän mitoitukset ja kunto on kartoitettava ennen muutostöitä, jolloin saadaan tieto nykyisen järjestelmän soveltuvuudesta. Olemassa olevat sähköasennukset eivät sovellu välttämättä sellaisenaan sähköautojen latausjärjestelmälle ilman sen muutostöitä. Etenkin vanhoissa kiinteistöissä on sähköjärjestelmän kunto ja asennusmahdollisuudet syytä tarkistaa, kertoo palontorjuntatekniikan kehitysryhmä. (35, s. 23.)

Palontorjuntatekniikan kehitysryhmä muistuttaa, etteivät kaikki kotitalous- ja autonlämmityspistorasiat kestä suurilla jatkuvilla virroilla tapahtuvaa lataamista, jolloin ylikuumentamisen riski kasvaa huomattavasti. Latauskäyttöön tulisi käyttää siihen suunniteltuja latauslaitteita turvallisuuden takaamiseksi. Lataustapahtuman sähköturvallisuus on turvattu suojalaitteilla ja häiriötilanteissa lataus keskeytyy esimerkiksi ylikuormituksen tai eristevian ilmetessä. (35, s. 23.)




7 Standardit, suositukset ja lainsäädäntö

Maailmanlaajuisesti standardointi on jaettu kolmeen pääryhmään: 1) muut alat 2) sähköala 3) teleala. Näistä jokainen sisältää kolme alueellista pääryhmää Suomessa: 1) kansainvälinen eli maailmanlaajuinen taso 2) eurooppalainen taso 3) Suomen kansallinen taso. (36.)

Suomessa standardisoinnin keskusjärjestönä toimii Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS:n ja eri toimialayhteisöjen standardisointiryhmissä tehdään käytännön standardointityötä. Standardisointiryhmät seuraavat aktiivisesti alansa maailmanlaajuisia ja eurooppalaisia standardointia ja osallistuvat standardien laadintaan ja kommentointiin. Suomessa voimassa olevista standardeista on kansainvälisiä 97 prosenttia. Suomalaisia standardeja laaditaan kansainvälisten standardien tueksi tai tarvittaessa niitä voidaan laatia myös pelkästään Suomessa käytettäväksi. Jos suomalaiselle standardille nähdään tarvetta ulkopuolisilla markkinoilla, voi niistä silloin tulla kansainvälisiä. (36.)

SFS on jäsenenä maailmanlaajuisessa standardisointiorganisaatiossa ISO:ssa ja eurooppalaisessa CEN:issä. ISO (International Organization for Standardization) on vuonna 1947 perustettu maailman laajin standardisointijärjestö, jossa standardien laadinta tapahtuu noin 250:ssä teknisessä komiteassa. ISO-standardien Suomessa käytettäväksi standardiksi vahvistaminen on vapaaehtoista. ISO:n yhteistyökumppani on kansainvälinen sähköalan standardisointijärjestö IEC (International Electrotechnical Commission), joka perustettiin ensimmäisenä kansainvälisenä standardisointijärjestönä vuonna 1906. Tällöin sähkötekniikan toimialalla huomattiin ensimmäisenä tarve yhteisille määritelmille. (36.)

EU- ja EFTA-maiden standardisointijärjestöjen yhteistyöelin CEN (European Committee for Standardization) on perustettu vuonna 1961. Sen standardit ovat voimassa kaikissa CEN:in jäsenmaissa, jotka ovat velvoitettuja vahvistamaan kaikki eurooppalaiset standardit kansallisesti sekä kumoamaan standardit, jotka ovat niiden kanssa ristiriidassa. CENELEC:ssä (European Committee for Electrotechnical Standardization) laaditaan eurooppalaiset sähköalan standardit, joista 75 prosenttia perustuu kansainväliseen IEC-järjestön standardeihin. Sähköalan standardisoinnista Suomessa vastaa SESKO. (36.)

	Sähköala	Muut alat	Teleala
Maailmanlaajuinen taso 	IEC International Electrotechnical Commission	ISO International Organization for Standardization	ITU International Telecommunication Union
Eurooppalainen taso 	CENELEC European Committee for Electrotechnical Standardization	CEN European Committee for Standardization	ETSI European Telecommunications Standards Institute
Kansallinen taso 	SESKO Sähkötekniinen ala	SFS Suomen Standardisoimisliitto toimialayhteisöineen	Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

© SFS

Kuva 16. Standardisoinnin eri tahot (36.).

7.1 ST-Kortti 51.60

ST-kortti 51.60 julkaisijana on Sähkötieto ry. ST-kortti 51.60:ssä käsitellään keskeisimpiä sähköautojen lataamiseen liittyviä järjestelmiä. Niihin kuuluvat muun muassa akkujen lataustavat, latausjärjestelmien kaapeloinnin periaatteet ja sähköautojen ominaisuudet. ST-korttiin on koottu lisäksi kaikki sähköautojen lataukseen liittyvät standardit, asetukset, laitteet, nykyiset ohjeistukset ja määräykset. Lisäksi kortista löytyy myös esimerkkejä latauspisteiden toteutuksista. (37, s. 1.)

7.2 SFS 6000

Eritysvaatimuksia sähköautojen lataamiseen tarkoitetuille asennuksille on annettu SFS 6000-7-722 -standardissa. Standardin on tuonut sähkötekniikan alan kansallinen standardointijärjestö SESKO ry pienjänniteasennuksia käsittelevään standardisarjaan SFS 6000. Siinä on esitetty perusvaatimuksia sähköajoneuvojen lataamiseen käytettäville sähköverkoille ja niiden suunnittelulle. (3, s. 199.)

Standardissa SFS 6000-7-722 kerrotaan vaatimuksista koskien sähköajoneuvojen lataukseen käytettäviä piirejä ja suojausta, kun sähköajoneuvosta syötetään sähköä takaisin yksityiseen tai yleiseen jakeluverkkoon. Standardin soveltamisalaan ei kuulu induktiivinen lataus, jota ei myöskään käsitellä tässä opinnäytetyössä, koska se ei ole vaihtoehtona opinnäytetyön liitteenä olevassa kartoituksessa ja sen pohjalta tehdyssä raportissa. (3, s. 199.)

Standardisarjassa SFS-EN 61851 mukaisten lataustapojen 3 ja 4 sähköajoneuvojen lataaminen vaatii erityisen sähkönsyötön ja latauslaitteet sisältäen tiedonsiirto- ja ohjauspiirit. Sähköajoneuvojen lataustavoissa 1 ja 2 voidaan liittää ladattava sähköauto verkkosähköä syöttävään pistorasiaan. (3, s. 199.)

Standardi SFS 6000-7-722 ei kuitenkaan koske kuin enintään mitoitusvirraltaan 16A:n pistorasioita, joiden varsinainen käyttötarkoitus on muu kuin sähköajoneuvojen lataaminen. (3, s. 200.)

Standardissa käydään läpi yleisimmät termit ja määritelmät sähköajoneuvosta, sen liitännätpisteestä ja lataustavoista 1–4. (3, s. 200.)

Ajoneuvon liitännätpiste on määritelty pisteeksi, johon sähköajoneuvo on liitetty kiinteään asennukseen. Liitännätpisteenä voi olla pistoke tai pistorasia. Se voi olla osa SFS-EN 61851 standardisarjan mukaista kiinteästi asennettua sähköajoneuvon latausasemaa. (3, s. 200.)

Standardissa SFS 6000-7-722 kerrotaan suojausmenetelmistä kohdassa 722.4. Siinä käydään läpi suojaus sähköiskuilta ja sähköisestä erottamisesta. (3, s. 202.)

Kohdassa 722.5 on sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Siinä määritellään esimerkiksi, että sähköajoneuvojen latausasemien on täytettävä SFS-EN 61851 asianmukaisien osien vaatimukset. (3, s. 202.)

Käyttöominaisuuksista ja ulkoisten tekijöiden vaikutuksista kohdassa 722.512 on annettu ehdotukseksi lisäys, jossa liitännätpisteelle määritellään kotelointiluokat ulos ja sisälle asennettaessa sekä niiden iskunkestävyysluokitukset. (3, s. 202.)

Standardissa SFS 6000-7-722 kohdassa 722.531.3 vikavirtasuojista on kerrottu, että jokaisen liitäntäpisteen pitää olla erikseen suojattu mitoitusvirraltaan enintään 30 milliampeerin ja vähintään tyyppin A vikavirtasuojalla lukuun ottamatta sähköisellä erotuksella suojattuja piirejä. (3, s. 203.)

Mikäli sähköajoneuvon latausasema on varustettu pistokkeella tai pistorasialla, joka on SFS-EN 62196 mukainen, on käytössä oltava tasasähkövikavirroilta suojaamiseksi tehdyt toimenpiteet, ellei suojausta ole toteutettu latausasemassa. Kussakin latausasemassa tehtävien toimenpiteiden on oltava joko B-tyypin vikavirtasuojan käyttö tai A-tyypin vikavirtasuojan käyttö sovellettavilla laitteilla, joilla voidaan varmistaa poiskytkentä tasasähkövikavirran ylittäessä 6 milliampeeria. Vikavirtasuojien on oltava jokin seuraavista: SFS-EN 61008-1, SFS-EN 61009, SFS-EN 60947-2 tai SFS-EN 62423 -standardin mukainen. Vikavirtasuojien on kytkettävä auki kaikki jännitteiset johtimet. (3, s. 203.)

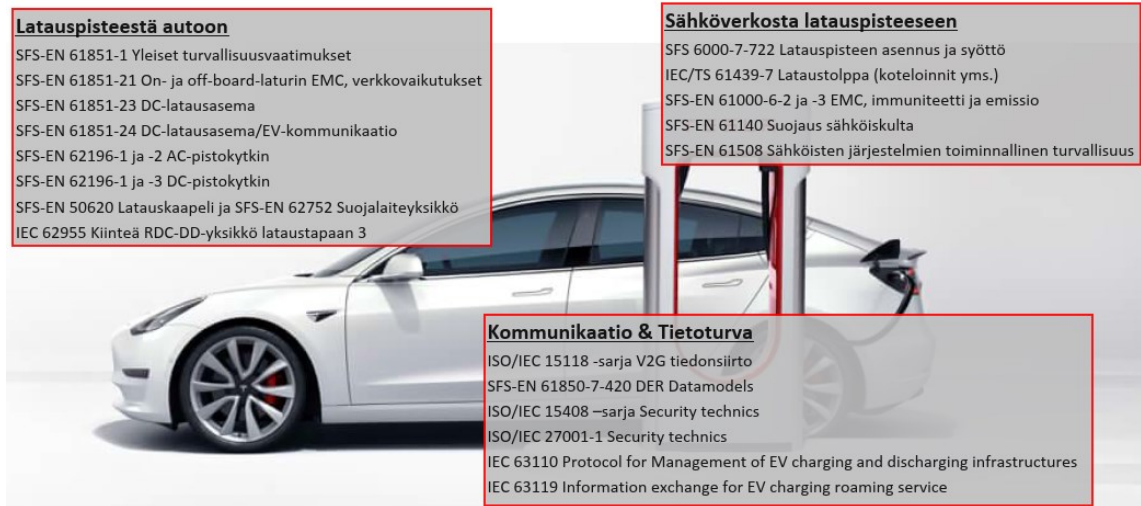
Lisäksi suojauksia käsittelevässä kohdassa käydään läpi standardin määrittelemät vaatimukset ylivirtasuojille, suojajohtimille, valvontalaitteille sekä suojalaitteiden yhteensopiavuudelle. (3, s. 204.)

Standardissa SFS 6000-7-722 kerrotaan kohdassa 722.55.101.1 vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta. EU:n direktiiviä (2014/94/EU) noudattavien latausasemien pistokkeiden ja pistorasioiden on oltava enintään 22 kW normaalitehoisissa ja yli 22 kW suuritehoisissa vaihtosähkölatausasemissa SFS-EN 62196 2 mukainen pistorasia tai ajoneuvopistoke. Latausasemiin soveltuu myös standardin SFS-EN 60309-2 mukainen pistoke tai pistorasia ja/tai SFS 5610 mukainen kotitalouspistorasia. (3, s. 205.)

Tasasähkölatausasemissa on oltava SFS-EN 62196-3 mukainen tyyppin FF "Combo 2" tai tyyppin AA "CHAdeMO" ajoneuvopistoke. (3, s. 205.)

Standardissa SFS 6000-7-722 sähköautojen latausasemista kerrotaan niiden mekaanisista vaatimuksista sekä niiden sijoittelusta rakennettaessa latauspaikkaa. (3, s. 205.)

Standardissa SFS 6000-8-813.6 kerrotaan kaapeleista, että SFS-EN 50620 mukaan sähköajoneuvojen latausliitäntään saa käyttää vain siihen tarkoitettua kaapelia ja sen alin käsittelylämpötila on oltava yhtä suuri tai alempi kuin -35°C . (3, s. 205.)



Kuva 17. Latausinfraan liittyvät standardit (1; 38.).

7.3 Lainsäädäntö

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla tuli voimaan maaliskuussa 2021 (39).

Ympäristöministeriön mukaan lainsäädännön tavoitteena on hillitä ilmastonmuutosta ja parantaa rakennusten energiatehokkuutta. Uusi lainsäädäntö toimii osana rakennusten energiatehokkuusdirektiivin muutoksen toimeenpanoa Suomessa. Lailla arvioidaan syntyvän noin 73 000–97 000 latauspistettä ja 560 000–620 000 latauspistevalmiutta vuoteen 2030 mennessä. (40.)

Latauspisteiden ja latauspistevalmiuden asentamiseen liittyvät vaatimukset eivät koske mikroyrityksen omistuksessa ja käytössä olevaa, muussa kuin asuinkäytössä olevaa rakennusta. Mikroyrityksellä tarkoitetaan alle 10 työntekijän ja alle 2 miljoonan vuosiliikevaihdon tai taseen loppusummaista yritystä. (40.)

Laissa säädetään muun muassa muiden kuin asuinrakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla. (39.)

Seuraavassa on esimerkki laajamittaisen korjauksen kohteena olevan rakennukseen (muun kuin asuinrakennuksen) kohdistuvista vaatimuksista (39):

Sellaisen laajamittaisen korjauksen kohteena olevan muun kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on yli 10 pysäköintipaikkaa, on asennettava yksi suuritehoinen latauspiste tai vaihtoehtoisesti:

1. vähintään yksi normaalitehoinen latauspiste, jos pysäköintipaikkoja on 11–50;
2. vähintään kaksi normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on 51–100;
3. vähintään kolme normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on yli 100.

Sen lisäksi, mitä 3 momentissa säädetään, sellaisen muun rakennuksen kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on 11–30 pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius vähintään 50 prosenttiin pysäköintipaikoista. Jos pysäköintipaikkoja on yli 30, latauspistevalmius on asennettava vähintään 20 prosenttiin pysäköintipaikoista kuitenkin niin, että latauspistevalmius on vähintään 15 pysäköintipaikassa. Jos pysäköintipaikkaan on asennettu latauspiste, se täyttää pysäköintipaikan latauspistevalmiutta koskevan vaatimuksen.

Mitä 2–4 momentissa säädetään, koskee sellaisia rakennuksia, joissa:

1. pysäköintipaikat sijaitsevat rakennuksessa ja korjaukset kattavat rakennuksen pysäköintipaikat tai rakennuksen sähköjärjestelmän; tai
2. rakennuksen pysäköintipaikat sijaitsevat kiinteistöllä, jolla rakennus sijaitsee, ja korjaukset kattavat pysäköintipaikat tai pysäköintipaikkojen sähköjärjestelmän.

Lain perusteella liikekiinteistöjen laajamittaisissa saneerauksissa ja uudisrakennuksissa täytyisi putkittaa joka viides pysäköintipaikka ja asentaa vähintään yksi latausasema, joka täyttää lataustavan 3 edellytykset (3).

7.4 Jakeluinfralaki

Jakeluinfradirektiivin eli Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2014/94/EU pohjalta laadittu jakeluinfralaki eli laki 478/2017 liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta vaatii vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönottoa (41.). Jakeluinfralain tarkoituksena on varmistaa vaihtoehtoisten polttoaineiden julkisten lataus- ja tankkauspisteiden yhteisten vaatimusten eli teknisten eritelmien yhdenmukaisuus. Lisäksi varmistetaan, että käyttäjälle annetaan riittävät tiedot vaihtoehtoisista polttoaineista sekä niiden jakelusta. Jakeluinfralain avulla pyritään edistämään liikenteessä vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöä. (42.)

Lain mukaan julkisella latauspisteellä tarkoitetaan sähköajoneuvon lataukseen tarkoitettua latauspistettä, jonka toiminnanharjoittaja on 1) määritellyt julkiseksi latauspisteeksi tai 2) sitä tarjotaan kaikille maksua vastaan, kaupallisen toiminnan yhteydessä. Latauspistettä ei katsota julkiseksi, jos latauspisteen käyttö on rajattu vain yksityiseen tai lupaan perustuvaan käyttöön esimerkiksi työpaikalla tai asuinkiinteistöllä. (41.)

Jakeluinfralain yhteiset tekniset eritelmit säädetään julkisille latauspisteille. Sen 4. pykälän mukaan tulee toiminnanharjoittajan varmistaa, että vaihtoehtoiset lataus- ja tankkauspisteet ovat Euroopan jakeluinfradirektiivin 2014/94/EU-liitteen II esitettyjen teknisten eritelmien mukaiset. Säännösten tarkoituksena on varmistaa, että kaikissa julkisissa latauspisteissä voidaan ladata markkinoilla olevilla sähköajoneuvoilla. Julkisten latauspisteiden osalta on lisäksi asetettu vaatimuksia käyttäjille ja kuluttajille jaettavasta tiedosta, kuten latauspisteen sijainnista ja lataamisen hinnasta. (41.)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2014/94/EU-liitteen II mukainen latauspisteitä koskeva tekninen eritelmä koskien moottoriajoneuvojen normaalitehoisia latauspisteitä (34):

Sähkökäyttöisten ajoneuvojen normaalitehoiset vaihtovirtalatauspisteet on varustettava yhteentoimivuuden varmistamiseksi vähintään standardissa EN 62196-2 kuvailluilla tyyppin 2 pistorasioilla tai ajoneuvon liittimillä. Nämä pistorasiat voidaan varustaa lisäominaisuuksilla, esimerkiksi mekaanisilla sulkimilla, säilyttäen kuitenkin yhteensopivuus tyyppin 2 kanssa.

ja koskien moottoriajoneuvojen suuritehoisia latauspisteitä (34):

Sähkökäyttöisten ajoneuvojen suuritehoiset vaihtovirtalatauspisteet on varustettava yhteentoimivuuden varmistamiseksi vähintään standardissa EN 62196-2 kuvailuilla tyyppi 2 liittimillä. Sähkökäyttöisten ajoneuvojen suuritehoiset tasavirtalatauspisteet on varustettava yhteentoimivuuden varmistamiseksi vähintään standardissa EN 62196-3 kuvailuilla yhdistettyjen latausjärjestelmien ”Combo 2” -liittimillä.

8 Avustukset ja tuet latausinfrastruktuurin rakentamiseen

Työ- ja elinkeinoministeriö kertoo valtioneuvoston antaneen päivitetyn asetuksen 23.7.2020 sähköisen liikenteen ja biokaasun liikennekäytön infrastruktuurituesta vuosina 2018–2021. Tukea on siis myönnetty vuodesta 2018 lähtien. Sen tavoitteena on tukea biokaasun ja sähkön käyttöä tieliikenteessä ja näin laajentaa lataus- ja kaasuntankkausverkkoa ja niihin liittyviä investointeja. (43.)

Kattava latausinfrastruktuuriverkosto on edellytys sähkökäyttöisten ladattavien ajoneuvojen yleistymiselle, kertoo työ- ja elinkeinoministeriö. Infrastruktuurituella on pyritty kannustamaan yrityksiä ottamaan käyttöön ja kehittämään uutta teknologiaa. (43.)

Tuen kohteena ovat muun muassa sähköajoneuvojen latausinfrastruktuuriverkostoon liittyvät investoinnit, jota myönnetään tarjouskilpailun perusteella. Tarjoukset ryhmitellään siinä neljään ryhmään, joissa kussakin keskenään kilpailevat eri investointihankkeiden tarjoukset. Valtioneuvoston asetukseen tehdyillä muutoksilla pyritään tavoittelemaan tarkempaa tuen kohdistamista vaikuttavuudeltaan tehokkaimpiin hankkeisiin. Sähköisen liikenteen latausverkoston kattavuutta pyritään erityisesti parantamaan antamalla etusija sellaisten kuntien alueella oleville hankkeille, joissa ei suuritehoisia latauspisteitä vielä tarjouskilpailutuksen alkaessa ole. Investointeja, joita tuen avulla edistetään ovat (43):

- Ryhmä 1; kaasun siirto- ja jakeluverkkojen ulkopuolella sijaitsevat kiinteät kaasutankkausasemat
- Ryhmä 2; paikallisen joukkoliikenteen, kuten linja-autojen, latausjärjestelmät

- Ryhmä 3; ajoneuvojen suuritehoiset (tasavirtalatausteho yli 22 kW) latausjärjestelmät
- Ryhmä 4; ajoneuvojen normaalitehoiset latauspisteet

Vuonna 2020 oli käytettävissä noin 5,5 miljoonaa euroa, josta kohdistettiin määrärahat hankkeille, jotka olivat ryhmissä 1, 2 ja 3. Ryhmälle 4 ei kohdistettu tuolloin tukea. (43.)

Infrastruktuurituella on tarkoitus osaltaan edistää vuoteen 2030 ulottuvan kansallisen energia- ja ilmastostrategian toimeenpanoa ja kasvihuonepäästöjen vähentämistavoitteita (43).

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA myöntää avustusta sähköautojen latauspisteiden edellyttämiin kiinteistöjen sähköjärjestelmien muutoksiin valtiovastustuksen (688/2001) nojalla taloyhtiöille ja asuinrakennuksen omistaville yhteisöille tai sen omistamalle pysäköintiyhtiölle. Avustuksen tarkoituksena on edesauttaa sähköautojen kotilatausmahdollisuuksien yleistymistä ja täten sähköajoneuvokannan kasvua kansallisen ilmasto- ja energiastrategian tavoitteiden mukaisesti, kertoo Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. (44, s. 3.)

ARA:n myöntämää avustusta ei voida myöntää liikerakennuksille tai kiinteistöille, jotka eivät ole tarkoitettu asuinkäyttöön. Sen vuoksi tässä opinnäytetyössä ei käsitellä enempää ARA:n myöntämää rahoitusta. (44, s. 4.)

9 Sähköautojen latausinfra rakenne

9.1 Latausoperaattorit ja -palveluntarjoajat

Sähköautojen lataus on älykkäimmillään latausjärjestelmällä, jossa on hyödynnetty latausoperaattorien tuomat toiminnot lataamisen helppouden optimoimiseksi. Latausoperaattorit ja -palveluntarjoajat hallinnoivat latausjärjestelmiä tuoden niihin ominaisuuksia, kuten muun muassa maksu- ja laskutusjärjestelmän, roaming-integroinnin, asiakastuen, latauksen etähallinnan, järjestelmien ohjelmistojen päivittämisen, latauslaitteiden ylläpidon ja käyttäjien tunnistamisen, jonka avulla voidaan kerätä dataa ja hyödyntää sitä kustannusten optimoimiseksi ja seuraamiseksi. (45.)

Latausasemien integrointi latausoperointia varten edellyttää latausoperaattorin ja latauslaitteen väliselle tiedon siirrolle käytettäväksi OCPP-protokollaa. Operaattorit voivat OCPP:n avulla tuottaa latausjärjestelmään muun muassa pilvipalvelun kautta kuormanhallinnan ja käyttäjien hallinnoinnin. Tämä kuitenkin edellyttää palvelusopimuksen solmimista kiinteistön ja latausoperaattorin välille. (11.)

9.2 Älykäs lataus

Sähköautolatausoperaattori Virran mukaan älykäs lataus tarkoittaa latausjärjestelmää, jossa sähköajoneuvon, latausaseman ja latauspalveluidentuottajan välillä on tietoliikenneyhteys. Älykäs lataus antaa mahdollisuuden reaaliaikaiseen ohjaukseen ilman lataustapahtuman katkeamista. Käytännössä älykäs lataus tarkoittaa älykästä latausasemaa, jonka käyttöä voidaan ohjata, seurata, mitata ja rajata latauslaitteeseen liitetyllä palvelulla. (46.)

Älykkäät latausjärjestelmät mahdollistavat useita hyödyllisiä toimintoja, kuten esimerkiksi säädettävän vähimmäistehon säätämisen asemakohtaisesti. Tietyille latausasemille voidaan säätää vähimmäisteho, jolla niiden on toimittava, jolloin sitä varten muut latauspisteet voivat jäädä jonoon tai tarvittaessa ohjautua kokonaan pois päältä. ST-Käsikirjan mukaan tällainen voisi soveltua tilanteeseen, jossa pysäköintialueella pitäisi erotella ladatavien hybridien ja täyssähköautojen latauspisteet toisistaan. Älykkäimmät

latausjärjestelmät voivat saada tiedon sähköajoneuvon akun varaustilanteesta, jolloin tyhjempää akkua voidaan ladata suuremmalla latausteholla. Tällöin priorisoidaan latauskapasiteettia eniten tarvitseville ja latausverkossa olevat autot latautuvat tasaisemmin täyteen. (1.)

9.3 V2G

V2G eli vehicle-to-grid tarkoittaa suomeksi ajoneuvosta verkkoon -tekniikkaa, jonka avulla energia voidaan siirtää takaisin sähköverkkoon sähköajoneuvon akusta. Virta kertoo ajatuksen V2G:ssä olevan samanlainen kuin tavallisessa älykkäässä latauksessa. Älykäs lataus, joka tunnetaan myös nimellä V1G-lataus, antaa mahdollisuuden hallita sähköajoneuvojen latausta tavalla, joka mahdollistaa lataustehon lisäämisen ja pienentämisen tarvittaessa. Ajoneuvosta verkkoon -tekniikka menee vielä yhden askeleen pidemmälle ja mahdollistaa myös ladatun tehon hetkellisen palauttamisen sähköajoneuvon akuista verkkoon energiantuotannon ja kulutuksen vaihteluiden tasapainottamiseksi. V2G:ssä on siis Virran mukaan päätarkoituksena tasapainottaa sähköverkkoa esimerkiksi kysyntäjouston avulla, johon pyritään energijärjestelmän kanssa kommunikoimalla. (47.)

Vaikka V2G:ssä akkua voidaan purkaa takaisin verkkoon päin latauksen lisäksi, ei se kuitenkaan tarkoita samaa kuin kaksisuuntainen lataus, vaikka niitä käsitellään toisinaan toistensa synonyymeinä. (48.)

9.4 Latausjärjestelmän kuormanhallinta

Kuormanhallintajärjestelmät tarjoavat ratkaisuja tilanteisiin, joissa halutaan ottaa käyttöön useampi latauspiste yhtäaikaisesti - ylittämättä kuitenkaan pysäköintialueen enimmäistehokapasiteettia. Kuormanhallinta voidaan saavuttaa latauspisteiden dynaamisen virranhallinnan avulla. Dynaaminen virranhallinta vähentää latauksen nopeutta tarpeen mukaan sähkönkapasiteetin kokonaiskysynnän hillitsemiseksi sekä tasapainon löytämiseksi latauspisteiden määrän ja latausnopeuden välillä. Kuormanhallintajärjestelmät voidaan myös konfiguroida rajoittamaan pysäköintialueen kokonaissähkökapasiteetin osuutta. EV-latauspisteet voivat käyttää kuormanhallintajärjestelmiä estämään

kokonaiskapasiteetin ylittyminen. Kuormanhallintatekniikkaa käytettäessä voidaan välttää kalliit päivitykset sähköjärjestelmässä. Kuormanhallinnan periaate on, että kun latauspistettä käytetään, ajoneuvo ladataan nopeimmalla latauspisteen ja ajoneuvon sallimalla latausnopeudella. Kun useita latauspisteitä käytetään samanaikaisesti, latausnopeutta vähennetään jokaiselta latauspisteeltä yhteisesti käytössä olevan sähkökapasiteetin mukaan. (49, s. 11.)


Kiinteistöt ja organisaatiot, joissa on useita ladattavia sähköajoneuvoja ja joissa edellytetään nopeaa latausta päivisin ja hidasta latausta yön yli ladattaessa, hyötyisivät kuormanhallintajärjestelmistä eniten - etenkin jos sen avulla voidaan välttää sähköjärjestelmän kapasiteetin kasvattamisen tuomat rakennuskustannukset. Kiinteistöjen ja organisaatioiden tulisi harkita todennäköistä tulevaa kasvua omassa EV-autokannassaan ja ottaa kuormanhallintatekniikka käyttöön jo hankkeen alusta alkaen. Tällöin säästöjä syntyisi sähköinfrastruktuurin päivityksistä myöhemmissä tilanteissa. (49, s. 11.)


Kuormanhallinnan toteuttaminen kiinteistöissä on järkevää silloin, kun nykyisessä sähköliittymässä ei ole latauskuormaa varten riittävästi kapasiteettia. Tällöin kuormanhallinnan avulla latausmahdollisuuden toteuttaminen tulee huomattavasti halvemmaksi kuin esimerkiksi sähköliittymän nousujohdon suurentamisella tai lisäämisellä. Suurempi sähköliittymä myös kasvattaa aina liittymän kuukausimaksuja. Tällöin kuormanhallinnan käyttöönottoa varten on latausasemille kaapeloitava ohjauskaapelit.

Seuraavassa kuvassa 18 on kolme skenaariota, joissa kuvataan, kuinka kuormanhallinta voisi toimia ajoneuvojen lataustarpeen kysynnän kasvaessa. Siinä näytetään kuuden latauspisteen pysäköintialueen latausinfrastruktuuri, jossa maksimiteho ladatessa on 22 kW ja kokonaiskapasiteetti latausta varten on 32 kW. Kun yksi ajoneuvo latautuu, kuormanhallinta antaa laturin tarjota lataukseen sen tuottaman ja ajoneuvon vastaanottaman maksimilataustehon. (49, s. 11.)

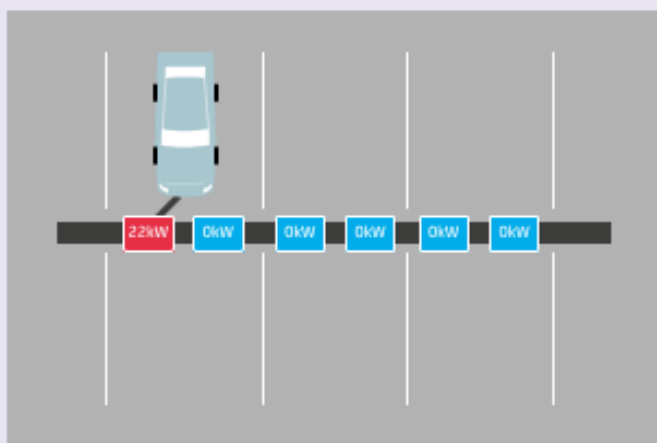
Kuormanhallinnan toimintaperiaate esimerkkitilanteessa

Pysäköintialue, jonka latausinfrastruktuurin sähkökapasiteetti latausta varten on 32 kW ja jossa on 6 kpl latauspisteitä, joiden yksittäinen tuottama maksimilatausteho on 22 kW


Latauspiste käytössä 


Latauspiste ei ole käytössä 

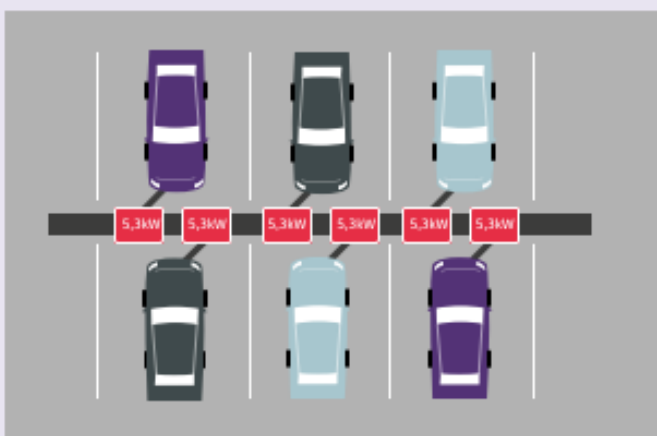
Pysäköintialueen sähköteho kapasiteetti latausta varten: 32kW




Kun kaikki 6 kpl latauspisteitä ovat yhtäaikaaisesti käytössä, kuormanhallinta järjestelmä jakaa kaikille latauspisteille käytössä olevan sähkökapasiteetin estääkseen sen ylittymisen.


Latauspiste käytössä 

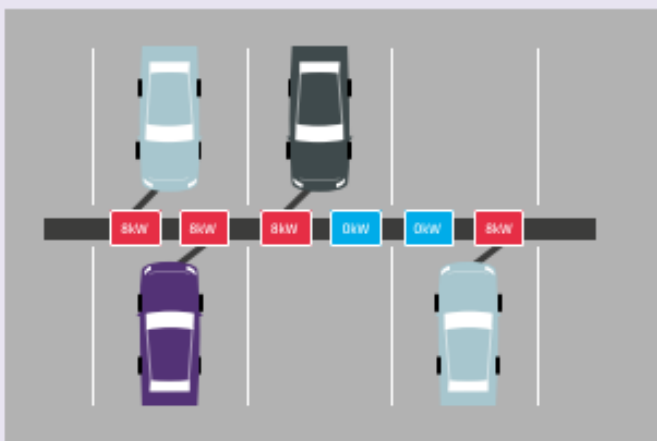
Latauspiste ei ole käytössä 



Mikä tahansa määrä latauspaikoista 1-6 on käytössä, kuormanhallinta järjestelmä pitää huolen sähkökapasiteetin tasaisesta jakamisesta lataajien kesken.

Latauspiste käytössä 

Latauspiste ei ole käytössä 



Kuva 18. Kuormanhallinta erilaisissa tilanteissa (49, s.12.).

Kevyt kuormanhallinta

ST-Käsikirjan mukaan kevyessä kuormanhallinnassa latausasemien lataustehoa ohjaamalla tai alentamalla latauksen ajaksi vastaavan määrän verran toisilta latausasemilta, saadaan kapasiteettia käyttöön useammalle latauspisteelle. Kaikki latausasemat eivät tue kiinteää tehon alennusta eli silloin latausasemassa ei ole ohjausjännitelähtöä. Useimmista latausasemista kuitenkin tämä löytyy, jolloin latausasema vaihtaa sen mukaan tilaa, onko lataus käynnissä. Tämän tilatiedon avulla voidaan releohjauksella eli kontaktorilla ja apukoskettimilla lukita pois muita kuormia käytöstä antaen näin kapasiteettia sitä tarvitsevalle latauspisteelle. (1, s. 53.)

Dynaaminen kuormanhallinta

Dynaaminen kuormanhallinta älykkäässä latausjärjestelmässä tasaa sallittua maksimikuormaa automaattisesti kaikkien latauksessa olevien autojen kesken, ottaen myös huomioon muut kiinteistön energiakuormat, kertoo Ensto suunnittelijan oppaassa. Sen mukaan paras hyöty dynaamisesta kuormanhallinnasta saadaan, kun jokainen latauspiste kaapeloidaan sen maksimitehon sallimalla kaapeloinnilla. (50, s. 7.)

Dynaamista kuormanhallintaa toteutetaan ohjelmallisilla menetelmin ja/tai paikallisiin virtamittauksiin perustuen. Paikallisissa järjestelmissä kuormanhallintaan kuuluvat komponentit voivat olla esimerkiksi osana KNX-pienjännitekeskusta. Täysin paikallisesti toimiva kuormanhallinta on mahdollista toteuttaa integroiduilla talotekniikkaratkaisulla, jolloin ulkoiseen palveluun liittymistä ei tarvita. (1, s. 54.)

ST-Kortissa 41 kerrotaan dynaamisesta kuormanhallinnasta, jossa latausjärjestelmä laskee ohjelmallisella menetelmällä yhteiskuormituksen ja alentaa lataustehoja tarvittaessa. Ohjelmalliset järjestelmät perustuvat latausasemien omaan virtamittaukseen, nousu-/ryhmäjohdon virtamittaukseen, pilvipalveluun ja/tai niiden keskinäiseen kommunikointiin. Tällöin on varmistettava ohjelmallisten rajoitusten säädöt, ettei kiinteistön sähkönjakelu ylikuormitu missään huippukuormituksen tilanteessa. (1, s. 55.)

Ohjelmalliset toiminnot dynaamisessa kuormanhallinnassa ovat usein riippuvaisia tietoliikenneyhteyksistä ja niiden kuuluvuudesta. Tällöin on otettava huomioon kuuluvuuden

voimakkuus ja varmistuttava, ettei yhteyden katkeaminen aiheuta ylikuormitusvaaraa akussa. Usein tilanteissa, joissa yhteys katoaa, ohjelmalliset toiminnot alentavat lataus-
tehon minimiin turvatoimintona sähköjärjestelmän ylikuormituksen välttämiseksi. (1, s. 55.)

10 TATE- Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo ja kartoitusraportti

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE on tarkoitettu talonrakennusta koskevien taloteknisten suunnittelutehtävien laajuuden ja sisällön määrittelyyn. Tehtäväluettelo mahdollistaa hankekohtaisesti taloteknisten suunnittelutehtävien suorittajien valinnan uudis- ja korjaushankkeissa sekä erilaisten rakennusten ja järjestelmien suunnitteluissa kaikkien hankinta- ja palkkiomuotojen kanssa.

10.1 Sähköautojenlatausjärjestelmät ja TATE12

TATE12-hankkeiden tehtäväkokonaisuuden muodostuvat yhteensä yhdestätoista vaiheesta. Nämä ovat (51.):

- A. Tarveselvitys
- B. Hankesuunnittelu
- C. Suunnittelun valmistelu
- D. Ehdotussuunnittelu
- E. Yleissuunnittelu
- F. Rakennuslupatehtävät
- G. Toteutussuunnittelu
- H. Rakentamisen valmistelu
- I. Rakentaminen
- J. Käyttöönotto
- K. Takuu aika

Tehtäväluetteloa käytetään pääsääntöisesti suunnittelijan tehtävälaajuuden määrittelyssä, osana suunnittelun laadun varmistusta ja suunnittelukokonaisuuden hallinnassa (51).

Enston mukaan TATE12 -vaiheessa A eli tarveselvityksessä selvitetään kiinteistön tarpeet latauspaikkojen määrän ja lataajan tunnistamisen osalta. Tarveselvityksessä kiinteistön sähköjärjestelmän ja lähinnä liittymän riittävyys kartoitetaan. Tässä vaiheessa tehdään päätös kuormanhallinnasta, jossa voidaan valita kevyemmän kuormanhallinnan ja dynaamisen kuormanhallinnan väliltä. (51.)

B-kohdasta Ensto kertoo webinaarissaan hankesuunnitteluvaiheesta, jossa silloin määritellään kiinteistölle sen tarpeen mukainen laitteisto. Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään kiinteistön nykyisen sähköjärjestelmän muutokset perustuen vanhoihin suunnitelmiin ja kohdetutkimuksiin. Tällöin tehdään kirjaukset lataajan tunnistamisesta, kuormanhallinnasta sekä mahdollisen taustajärjestelmän luomisen prosessista. Hankesuunnitelma toimii Enston mukaan yleis- ja toteutussuunnittelun lähtötietona. (51.)

Suunnitteluvaiheet C–E ovat sisällöltään sähköajoneuvojen latausjärjestelmien kannalta ristiin tehtäviä suunnittelutöitä ja niiden laajuus riippuu pitkälti hankkeesta. Tällöin laajasta latausjärjestelmästä tuotetaan oma järjestelmäkaavio. Latausjärjestelmät tuodaan tällöin pistesijoituspiirustuksiin, huipputeholaskelmiin sekä alustaviin maadoitus-, pää- ja nousujohtokaavioihin. (51.)

Kohdassa F rakennuslupatehtävissä latausjärjestelmä ei yleensä vaadi erityishuomiota lupaprosessissa. Suunnittelun osalta olisi hyvä huomioida latausjärjestelmät tarveselvitysvaiheessa. (51.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa G huomioidaan latausjärjestelmä syöttävissä keskuksissa, ryhmityspiirustuksissa, johto- ja yleiskaapelointikaaviossa ja sähkötyöselostuksessa (51).

Vaiheissa H ja I rakentamisen valmistelussa ja rakentamisessa suunnittelun työtehtävät ovat rajalliset. Näissä vaiheissa lähinnä todetaan, että urakoitsija etenee sovitusti laite-toimituksissa ja varmistetaan työmaapalaverien tai asennustapatarkastuksien

yhteydessä, että ryhmäpiirustuksissa ja työtapaselostuksissa määriteltyjä velvoittavia kohtia on noudatettu. (51.)

Käyttöönottovaiheessa J on huomioitava konkreettinen käytön opastus laitteistosta kiinteistöosakeyhtiön osakkaille, huoltoyhtiölle, isännöitsijälle ja taloyhtiön edustajalle. Järjestelmänhallinnan ja mahdollisten kohdekohtaisten erikoisratkaisujen käytön opastus tulee antaa niistä vastaavalle taholle, kuten isännöitsijälle tai huoltoyhtiölle. (51.)

Kohdassa K takuuajan tehtävät määräytyvät TATE:ssa kuluttajansuojalain virhevastuisiin ja rakentamismääräyksiin pohjautuen. Yleensä kukin urakoitsija vastaa toimittamiensa laitteiden virhevastuista. (51.)

10.2 Sähköinfrastruktuurin kartoitusraportti latausjärjestelmistä

Sähköinfrastruktuurin kartoitus latausjärjestelmää varten sijoittuu TATE12:n tehtäväluettelossa kohtien A ja B väliin. Kartoitusraportti on laajempi kuin tarveselvitys, mutta suppeampi kuin hankesuunnitelma. Sen vuoksi kartoitusraporttia ei voida pitää sähkösuunnitelmana, vaan ennemminkin todella kattavana tarveselvityksenä.

Kartoitusraportille, sen sisällölle tai toimintatavoille, ei ole annettu vaatimuksia viranomaisten taholta. Tämä takia yritykset voivat itse päättää mitä kartoitusraporttiin sisältyy. Tämän työn liitteenä olevassa kartoitusraportissa noudatetaan Huhta Sähkötekniikan kartoitusraportoinnin tapoja.

11 Latausinfrastruktuurin rakenne vanhassa kiinteistössä

11.1 Sähköverkkoyhtiöt ja sähköliittymät

Sähköverkkoyhtiöillä on suuri rooli sähköautojen latausinfrastruktuurin laajenemisessa. Harvan vanhan kiinteistön sähköliittymä on mitoitettu sähköajoneuvojen lataamista varten, jolloin usein sähköinfrastruktuurin laajennustyöt ovat välttämättömiä. Täyssähköauto voi parhaimmillaan ottaa lataustehoa enemmän kuin esimerkiksi rivitaloasunnon huoneiston noususulakkeet kestävät. Siksi on tärkeää kiinnittää huomiota kiinteistön sähköliittymään ja, siihen mikä sen kapasiteetti voi olla.

ST-Kortti 13.31 kerrotaan sähköverkkoyhtiöillä olevan yleisten ohjeiden lisäksi omat urakoitsija- ja suunnitteluohjeensa. Suunnitteluohjeet ovat saatavissa kohteen paikallisen verkkoyhtiön verkkosivuilta tai teknisestä asiakaspalvelusta. Sähköverkkoyhtiöiden ohjeistukset noudattavat pääsääntöisesti yleistä ohjeistusta, mutta yhtiökohtaisia eroja on esimerkiksi säännöissä sähköinfrastruktuurin mitoitusperiaatteiden suhteen. Suunnitteluvaiheessa on tärkeää ottaa selvää kohteen paikallisen sähköverkkoyhtiön ohjeistuksesta sekä noudattaa ja toimia niiden mukaan. Sähköverkkoyhtiön kanssa kommunikointi ja tietojen kyseleminen on tärkeää, ettei esimerkiksi suunnitelmassa mitoitettu liittymiskaapeli osoittaudukin sähköverkkoyhtiön oman mitoitusperiaatteen ulkopuolelle. Sähköverkkoyhtiöiltä löytyy ohjeita sähköurakoitsijoille ja suunnittelijoille, joissa on kerrottu yhtiön periaatteiden mukaiset linjaukset. (52, s. 3)

Opinnäytetyössä tarkastellaan tarkemmin Caruna Oy:n toimintaa ja periaatteita, koska se on esimerkkikohteen sähköliittymän tarjoava sähköverkkoyhtiö.

Sähköverkon mitoitus ja oikosulkuvirta

Caruna Oy:n ohjeistuksessa sähköurakoitsijoille ja suunnittelijoille kerrotaan, että liittymän sähkösuunnittelijan tehtävänä on varmistettava, että liittymän sisäverkon suojaus täyttyy suojausaikavaatimuksissa standardisarjan SFS 6000 mukaan (53, s. 9).

Yli 3 x 50 ampeerin liittymillä jakeluverkko mitoitetaan siten, että liittymän päävarokkeilla yksivaiheinen oikosulkuvirta on vähintään taulukon 2 mukainen. Taulukossa esitettyä

oikosulkuvirtaa on käytettävä sähköliittymän suojausten mitoituksessa sisäverkossa, vaikka todellinen oikosulkuvirta olisikin suurempi suunnitteluhetkellä, ohjeistaa Caruna Oy. (53, s. 9.)

Taulukko 2. Carunan liittymien mitoitusoikosulkuvirta. Mitoitusoikosulkuvirtana voidaan rinnakkaisten päävarokkeiden tapauksessa käyttää taulukon oikosulkuvirtojen kerrannaisia. (53, s. 9.)

Päävaroke (A)	Oikosulkuvirta (A)
3x25, 3x35, 3x50	250
3x63	320
3x80	425
3x100	580
3x125	715
3x160	950
3x200	1250
3x250	1650

Liittymisjohdon sähkötekkinen mitoitus

Liittymisjohto on rakennettava ja mitoitettava sähköverkkoyhtiön edellyttämällä tavalla, kertoo Caruna Oy ohjeistuksessaan sähköurakoitsijoille ja -suunnittelijoille. Liittymisjohtona on käytettävä pääasiallisesti 4-johdinkaapeleita, kuten esimerkiksi AXMK-alumiinikaapelia. Liittymisjohto on mitoitettava liittymän koon mukaan, niin että uusilla liittymillä on kuitenkin oltava vähintään 16 mm²:n kuparijohdin tai 25 mm²:n alumiinijohdin, kuten nähdään esimerkiksi taulukosta 3. Olemassa olevan liittymän suurentaminen edellyttää tapauskohtaisesti aina tarkastelun liittymiskaapelin mitoitukseen. (53, s. 9.)

Taulukko 3. Suurin sallittu sulakekoko ja liittymiskaapelin koko (53, s. 11.).

Kaapelin poikkipinta-ala, AXMK, mm ²	Suurin sallittu pääsulake yhdellä kaapelilla	Suurin sallittu pääsulake kahdella kaapelilla	Suurin sallittu pääsulake kolmella kaapelilla	Suurin sallittu pääsulake neljällä kaapelilla	Suurin sallittu pääsulake viidellä kaapelilla	Suurin sallittu pääsulake kuudella kaapelilla
25	3x63 A	-	-	-	-	-
35	3x80 A	-	-	-	-	-
50	3x100 A	-	-	-	-	-
95	3x125 A	-	-	-	-	-
150	3x160 A	2x3x125 A	3x3x125 A	4x3x100/ 125 A	-	6x3x100 A
240	3x200 A	2x3x160/ 200 A	3x3x125/ 160 A	4x3x160 A	5x3x125 A	6x3x125 A
300	3x250 A	2x3x200 A	3x3x200 A	4x3x160 A	5x3x160 A	6x3x160 A

Caruna Oy:n käyttämät standardeihin perustuvat suositukset kaapeleiden ja johtimien poikkipinta-aloille sekä liittymien mitoituksille ovat ohjeistuksen mukaan seuraavat (53, s. 10):

- SFS 6000-8-801 taulukko 801B.1
- SFS 6000-5-52 taulukko B.52.19
- Maan lämpötila: +15°C, maan lämpöresistiivisyys: 1,0 K·m/W, johtimien lämpötila: + 65°C
- Taulukon B52.1 mukainen asennustapa D1 (monijohdinkaapelit putkessa maassa)
- Putkien välinen etäisyys: 0 cm (putket koskettavat toisiaan)
- SFS 6000-5-52 taulukko Y.52.1 Johtimien kuormitettavuuden minimiarvot erilaisilla sulakkeen nimellisvirroilla

Sähköverkkoyhtiön mittausdata

Sähköverkkoyhtiön mittaamat mittaustiedot huipputehoista ovat tarkkuudeltaan yhden tunnin mittaisia. Tämä tarkoittaa sitä, että annettu mittaustieto on yhden tunnin aikana tapahtuneiden kulutusten keskiarvo, jolloin todellista huipputehopiikkiä ei voida tietää, ellei sitä erikseen käydä mittaamassa. (52, s. 11.)

Liittymismaksu

Tässä osiossa käsitellään ainoastaan Caruna Oy:n liittymisehtoja ja maksuja, koska esimerkkikohde sijaitsee Carunan toiminta-alueella.

Liittymismaksu sisältää verkkoyhtiön sähköliittymän kapasiteettivarausmaksun ja rakentamiskustannukset. Liittymiskohta on useimmiten sähköistettävän kohteen tontin tai rakennuspaikan rajalla. Liittymismaksun suuruuteen vaikuttavat rakennuspaikan pääsulakekoko, liittymisteho ja sijainti. (54.)

Carunan sähköverkkoon liitytään liittymisjohdolla. Liittymisjohto ja sen rakennuttaminen ei sisälly Carunan liittymismaksuun, vaan sen kustannukset tulevat erikseen liittyjän huolehdittaviksi. Vaatimukset liittymisjohdon mitoitukseen Caruna Oy on antanut urakoitsijaohjeissaan. (54.)

Carunan mukaan sähköurakoitsijan tulee täyttää kaikki lakisääteiset pätevyysvaatimukset ja olla sertifioitu suorittamaan työ (54).

Sähköliittymien hinnoittelussa on käytössä Caruna Oy:llä vyöhykehinnoittelu. Liittymävyöhykkeen tason määrittelee liittymispisteen etäisyys lähimpään jakelumuuntamoon. Rantakaava-alueilla sovelletaan etäisyyteen perustuvaa vyöhykehinnoittelua. Vyöhyketasoja on kolme: (54.)

- Vyöhyke 1
 - Liittymät ja asemakaava-alueet, joiden suoraan mitattu etäisyys on enintään 300 metriä olemassa olevasta lähimmästä jakelumuuntamosta.
- Vyöhyke 2
 - Liittymät, joiden suoraan mitattu etäisyys on enintään 300–600 metriä olemassa olevasta lähimmästä jakelumuuntamosta.
- Vyöhyke 3
 - Liittymät, joiden suoraan mitattu etäisyys on enintään 600–800 metriä olemassa olevasta lähimmästä jakelumuuntamosta. Pääsulakekoko voi tällöin olla enintään 3x35 ampeeria.

Vyöhykkeiden ulkopuolisella alueella on alue- tai tapauskohtainen hinnoittelukäytäntö, jossa liittymismaksu muodostuu verkon välittömistä laajennus- ja kapasiteettivarauskustannuksista, jotka ovat 28,60 €/ampeeri (54).

Sähköliittymät

Pienliittymä soveltuu sähkönkulutukseltaan erittäin pienelle yksittäiselle laitteelle tai laitteistolle kuten esimerkiksi puhelinvahvistimelle tai valomainostaululle. Laitteiston teho saa enintään olla 500 wattia. (54.)

Pienjänniteliittymät soveltuvat asuntojen ja maatilojen lisäksi pienille ja keskisuurille yrityksille. Uuden pienjänniteliittymän liittymismaksu perustuu liittämiskohdan suoraan mitatun etäisyyteen lähimmästä olemassa olevasta jakelumuuntamosta ja pääsulakekoosta. Pienjänniteliittymän koko saa olla enintään 3x960 ampeeria. (54.)

Keskijänniteliittymä hankitaan suurempaan sähkönkäyttöön, kertoo Caruna liittymismaksuhinnastossaan. Tällöin kulutusliittymille tehontarve olisi vähintään 0,7 MVA ja tuotantoliittymien osalta alkaen 0,3 MVA. Sähköntoimitus keskijänniteliittymään tapahtuu 20 kilovoltin jännitteellä. (54.)

Suurjänniteliittymät ovat lähtökohtaisesti yli 15 MVA ja ne liitetään suurjänniteverkkoon (54).

Tehomaksu

Motiva kertoo verkkosivuillaan tehoerusteisen sähkömaksun eli tehomaksun olleen tarjolla muutamalla sähköyhtiöllä. Sen uskotaan yleistyvän lähivuosien aikana sähkönostosopimuksissa. Käytännössä tehomaksu tarkoittaa kuluttajan aiheuttamaa kulutuspiikkiä, josta maksetaan sähkönsiirtomaksujen yhteydessä. (55.)

Caruna Oy kertoo tehomaksusta seuraavaa (56, s. 4):

Tehomaksun mittausjakso on yksi tunti. Caruna Oy:n ja Caruna Espoo Oy:n tehomaksu määräytyy kuukausittaisen huipputehon mukaan. Tehomaksua veloitetaan pienjännitteellä vähintään 40 kW ja keskijännitteellä 200 kW tehon mukaan.

Käytännössä tämä tarkoittaa, että Caruna Oy laskuttaa sähkönsiirrossa tehosiirtotuetta, jossa maksu muodostuu tapahtuneen tunnin keskiarvollisen huipputehon mukaan. Maksu voi tulla monelle kiinteistölle yllätyksenä, etenkin siinä vaiheessa, kun taloyhtiössä on ladattavia täyssähköautoja useampia. Esimerkiksi Tesla 3 -täyssähköauton latausteho lataustapa 3:lla voi olla 22 kW, jolloin latauksen aikana kiinteistön huipputehon tunnin keskiarvo nousee 22 kW suuremmaksi. Jos ladattavia täyssähköautoja olisi esimerkiksi 10 kappaletta samaan aikaan ladattavana täydellä teholla, olisi silloin tunnin keskiarvollinen huipputeho 220 kW.

Tehomaksu on 1,25 €/kW/kk (alv. 0 %) Espoon alueella (52, s.4). Eli jos mittauksen yhden tunnin tehohippu on kuukauden aikana noussut esim. 220 kilowattiin, niin tällöin kuukaudessa perusmaksun päälle tulee $220 \times 1,25 \text{ €} = 275,00 \text{ €}$. Tehomaksua laskutetaan vähintään 40 kW:n mukaan joka kuukausi, eli tehomaksua tulisi muutenkin vähintään 50,00 € vaikka kiinteistön tehohippu on vain esimerkiksi 13 kW. $275,00 \text{ €} - 50,00 \text{ €} = 225,00 \text{ €}$, joka voidaan jakaa kymmenelle täyssähköauton lataajalle, ovat tällöin jokaisen kuukausittaiset juoksevat kustannukset nousseet 22,50 €. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi 10 vuoden tarkastelun aikana maksettuja tehomaksuja voi kertyä yhteensä jopa 2 700,00 € (alv. 0 %), mikäli tehomaksu pääsee joka kuukausi muodostumaan suureksi. Pienissä kiinteistöissä huipputehomaksu voi olla monelle iso lisä kuukausittaisiin menoihin. Tämän vuoksi dynaaminen kuormanhallinta on hyvä keino estää ylimääräisten kustannusten muodostumisen latauksen yhteydessä.

11.2 Keskusmuutokset ja latauskeskukset

Latauskeskukseksi kutsutaan tässä opinnäytetyössä keskusta, joka on suunniteltu vain latausjärjestelmää varten. Tässä työssä ei käydä läpi keskuksien mitoittamista tai suunnittelua, koska kartoitusvaiheessa selvitetään kiinteistön tarpeet latausjärjestelmää varten. Latausjärjestelmää varten tarpeita selvittäessä pyritään löytämään mahdollisia vaihtoehtoja erityyppisten latausjärjestelmien vaatimaa kapasiteettia varten. Tällöin esimerkiksi keskuksen täydellinen mitoittaminen ei ole olennaista. Keskuksen täydellinen mitoittaminen on ajankohtainen toimenpide silloin, kun tehdään esimerkiksi sähkösuunnitelmaa ja valitaan järjestelmään soveltuvat komponentit ja tarvikkeet.

ST-kortin 51.90 mukaan olisi suositeltavaa latausjärjestelmissä varata oma ryhmä- tai jakokeskus latausasemia varten. Jakokeskuksesta syötettäisiin ainoastaan sähköautojen latausasemia. Mikäli latausasemia lisättäisiin olemassa olevaan pää- tai nousukeskukseen, olisi hyvä sijoittaa latauspisteiden ryhmäjohto oman etukojeen taakse. Tällöin latausasemat ovat oman keskuslohkon alueella ja etukojeen takana, jonne voidaan sijoittaa helpommin latausjärjestelmään liittyviä komponentteja ja suojauslaitteita. Mikäli käyttöön otettaisiin kuormanhallintaa, ohjauksia ja/tai kommunikointia, tulee latausjärjestelmään asentaa tarvittavat hallinta- ja ohjausjärjestelmät. Näiden yleisimmät sijoituspaikat ovat keskitetysti ryhmä- tai jakokeskuksessa, omassa latauskeskuksessa tai latausasemassa. Kaikkia latausasemia ei ole varustettu vikavirtasuojilla tai mittareilla, joten mikäli tulevaa latausjärjestelmää ei vielä kartoitustilanteessa tunneta, olisi hyvä keskuksissa hyvä olla vähintään tilavaraus keskuskomponentteja varten. (37, s. 4.)

Latauskeskuksia suositellaan latausjärjestelmään käytettäväksi, jotta latausinfraan tarvittavat osat saataisiin eroteltua helpommin rakennuksen tai kiinteistön muusta sähköjärjestelmästä. Tällöin pystytään paremmin suojaamaan sähköjärjestelmä esimerkiksi mahdollisia ylikuormitustilanteita vastaan. Kuormanhallinnan käyttöönotto on silloin helpompaa ja sen toiminta varmempaa. Latauskeskukset voidaan esimerkiksi varustaa moottoroiduilla pääkytkimillä, releillä ja/tai kuormanhallintamittareilla, jotka mittaavat virtamuuntajilla pääjakelujärjestelmää. (37, s. 4.)

11.3 Sulakekoon mitoittaminen

Sulakekoon mitoittaminen tapahtuu tässä opinnäytetyössä selvittämällä ryhmään liitetävän laitteen nimellisvirta, joka voidaan saada kaavalla 1 (57. s. 26):

$$I_n = \frac{P_{\text{laitte}}}{\sqrt{3} \times U_p \times \cos\varphi} \quad (1)$$

I_n on nimellisvirta ampeereina

P_{laitte} on laitteen teho watteina

U_p on pääjännite voltteina

$\cos\varphi$ on virran ja jännitteen välisen vaihekulman kosini.

Nimellisvirta määrittelee laitteelle valittavan alustavan suojalaitteen koon. Nimellisvirraltaan suojalaitteen tulisi olla yhtä suuri tai suurempi kuin laitteelle määritelty nimellisvirta.

Tämän opinnäytetyön liitteenä olevien latausratkaisujen kartoitusraportissa ei valita tietyiltä latauslaitevalmistajalta latauslaitteita, jolloin oletettu suojalaitteen koko on laskettu olettaen virran ja jännitteen välisen suojakulman kosinin olevan 1.

11.4 Kaapelointi ja jakelu

Sähköinfo kertoo ST-kortti 51.90:ssä, että latauspisteitä suoraan syöttävien ryhmäjohtojen ja latauskeskuksen syötön mitoituksessa tulisi käyttää tasauskertoimena 1:tä, mikäli käytössä ei ole älykkään latausjärjestelmän kuormanhallintaa. Latausasemien kaapelointi voidaan suorittaa useammalla erilaisella vaihtoehdolla, joista suosituin on kaapelointi *tähtenä* eli jokainen latauspiste kaapeloidaan omaan ryhmäänsä. Sähköinfon ST-Kortin 51.90 mukaan useampia latausasemia voidaan ketjuttaa samaan ryhmään. Tällöin tulee kiinnittää huomiota siihen, että runkojohto on suojattu luotettavasti oikosululta ja ylikuormitukselta. Latausasemissa olisi hyvä olla omat suojalaitteet. (37, s. 4.)

Tässä opinnäytetyössä ei oteta kantaa liitteenä olevassa kartoitusraportissa johtojen kuormitukseen, koska mahdolliset kaapeloinnin asennustavat eivät ole tarveselvitysvaiheessa olennaista tietoa lopputuloksen kannalta.

Laajemmissa latausjärjestelmissä tulee säteittäisissä syöttökaapeloinneissa huomioida latauspisteiden vinokuorman mahdollisuus. Vinokuormaa syntyy, kun sähköjärjestelmän yhtä kolmesta vaiheesta kuormitetaan enemmän kuin muita. Kansallisella tasolla merkittävin osuus eli noin 90 % ladattavista hybrideistä ja täyssähköautoista ovat ladattavissa yksivaiheisesti. Silloin on suositeltavaa kytkeä latausasemat niin, että latausaseman 1 vaihelatausliittimeen tulee vuoron perään L1-, L2- ja L3-vaiheet. Kolmivaiheisissa latauspisteissä tulee vaiheet kytkeä myös kiertävästi, kuitenkin niin, että vaiheet ovat oikeassa järjestyksessä kolmivaiheisten latausasemien toiminnan varmistamiseksi. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi näin: ensimmäisen latauspisteeseen vaihejärjestys on L1, L2 ja L3, toisessa latauspisteessä vaihekierto muuttuu ja on L2, L3 ja L1, kolmannessa latauspisteessä vaihekierto on L3, L1 ja L2 ja niin edelleen. Näin vaihekierto palaa neljännellä asemalla takaisin ja alkaa alusta. Vaiheiden kierto voidaan toteuttaa joko latausasemalla

tai syöttävällä keskuksella. Kummassakin tapauksessa on pidettävä huolta merkinnöistä poikkeavan asennuksen osalta. (37, s. 5.)

Mikäli latausjärjestelmässä on käytössä muita ohjauksia, maksujärjestelmiä, taustajärjestelmiä tai kuormanhallintaa, tulee tämä huomioida kaapeloinnissa. Tällöin latauspisteille tulee kaapeloida ohjaus- ja väyläkaapelit. Latausaseman tulee olla varustettu kommunikointikomponenteilla, kerrotaan ST-kortissa. (37, s. 5.)

Latauspisteiden kaapelointi on suojattava mekaanisilta vaurioilta. Esimerkiksi pysäköintihalleissa seinään asennettavat latauspisteen syöttökaapelit voidaan suojata alumiinisella asennusputkella. Maahan asennettavien kaapeleiden suojaus on suositeltavaa toteuttaa esimerkiksi muoviputkella. Maahan asennettavan suojaputken valinnassa on otettava huomioon kaapelin yläpuolella mahdollisesti oleva liikenne. (37, s. 5.)

Sähkön jakelu on myös mahdollista toteuttaa jakelukiskoilla, jolloin se korvaa latausjärjestelmän runkojohdon. Jakelukiskolla sähkönjakelu antaa paljon mahdollisuuksia latausjärjestelmän kasvattamisen ja muunneltavuuteen. (1, s. 69.)

11.5 Latauspisteet

ST-Kortti 51.90 mukaan jokaisen latauspisteen suojaus tulee toteuttaa vähintään 30 milliampeerin A-tyyppin vikavirtasuojalla. Jos käytössä on lataustavan 3 ja 4:n mukaisia pistorasioita tai pistokeliittimiä, tulee latauspisteet suojata joko A-tyyppin vikavirtasuojalla yhdistettynä 6 milliampeerin tasasähkövirran poiskytkevään suojalaitteeseen tai B-tyyppin vikavirtasuojalla. Näiden lataustapojen latausasemissa tulee myös olla mekaaninen tai sähköinen järjestelmä, jolla estetään irrottamista ja kytkemästä pistotulppaa, mikäli pistorasiasia tai pistokeliitin ei ole kytketty irti syötöstä. (37, s. 4.)

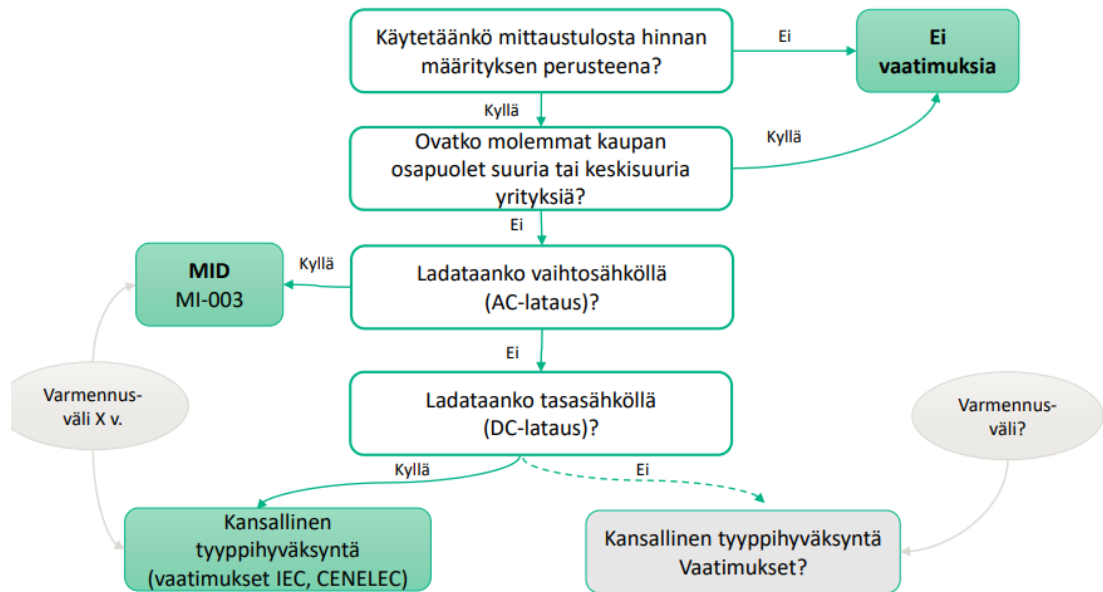
Mikäli latauspiste sijoitetaan ulos, tulisi sen kotelointiluokka olla vähintään IP44 ja sisätiloissa vähintään IP41. Asennuskorkeus, jolla tarkoitetaan pistorasian alinta osaa, on oltava 0,5–1,5 metriä. Latauspistorasia on sijoitettava mahdollisimman lähelle ladattavan sähköajoneuvon pysäköintipaikkaa. (37, s. 4.)

Julkisille pysäköintialueille ja -paikoille sijoitettavan latauspisteen on kestävä vähintään SFS-EN 62262:n luokan IK10 mukainen ulkoinen isku sekä muut IEC/TS 61439-7-julkaisun mukaiset mekaaniset testit, jotka julkiselle paikalle asennettavan latausaseman on täytettävä. Yksityisillä pysäköintialueilla, pysäköintilaitoksilla ja muilla paikoilla, joihin on rajoitettu pääsy, tulee latausaseman kestää vähintään IK07-luokan ulkoinen isku. (37, s. 4.)

Mikäli latauspisteen ulkorakenteena käytetään esimerkiksi autolämmityspistorasian terästolppaa, tulee pitää huoli siitä, että sen perustus on riittävän vahva, jotta latauspiste tai siihen kytketyn kaapelin paino ja käyttö ei kallista tolppaa ja näin taivuta syöttökaapelia. (37, s. 4.)

11.6 Ladatun sähkön mittaustavat

SESKO:n mukaan latausverkko tulee suunnitella niin, että tarvittaessa on mahdollista toteuttaa latauspistekohtainen mittaus. Julkisten latauspisteiden mittaus suositellaan toteutettavaksi älykkäällä sähköenergian mittauksella lain 478/2017 mukaan. Mittauslaitelain 707/2011 vaatimukset mittauksille on otettava huomioon sähköajoneuvon lataamiseen käytetyn laskutettavan sähkön mittaamisessa. (29.) Kuvassa 19 on selkeytetty mittauslaitteen tarvetta vaatimuksien mukaan.



Kuva 19. Mittauslaitelaki ja sähköautojen lataus (58).

EU:n mittauslaitedirektiivissä 2014/32/EU eli MID:ssä säädetään vaatimuksia mittareille. Vaatimukset on annettu kaikille mittauslaitteille direktiivin yhteisessä liitteessä I. Mittauslaitteille olennaisimpia vaatimuksia ja erityisvaatimuksia on kuvattu mittauslaitedirektiivin liitteessä MI-003. (58.)

Mittauslaitteet eivät ole olennaisessa osassa opinnäytetyön lopputulosta, minkä takia niitä ei käsitellä enempää tässä työssä.

12 Liikerakennukseen soveltuvan latausratkaisun kartoittaminen

Viranomaiset eivät ole antaneet yksiselitteisiä ohjeita tai määräyksiä siitä, miten kartoitusraportti tehdään. ST-Käsikirja 41:ssä käydään pääasiallisesti läpi latausjärjestelmän suunnitteluun liittyviä seikkoja, mutta ne eivät suoraan ohjeista kartoituksen tekemisessä. Kartoitusraportti ei ole sähkösuunnitelma. Tämän luvun tiedot perustuvat opinnäytetyön liitteenä olevaa kartoitusraporttia varten tehtyyn tiedonkeruuseen. Varsinaista kartoitusraportin tekemistä käsitellään seuraavassa pääluvussa.

12.1 Sähköliittymän tietojen selvittäminen

Sähköliittymän tietojen selvittäminen lähtee kohteen perustietojen keräämisellä. Sähköliittymätietoja tiedustellaan pääsääntöisesti kohteen sähköverkkoyhtiöltä suoraan. Sähköverkkoyhtiöltä kohteen sähköliittymän tietojen selvittäminen edellyttää kiinteistön isännöitsijältä, rakennuksen omistajan tai liittymän omistajalta allekirjoitetun valtakirja sähköliittymän tietojen hakemista varten.

Kartoitusraporttia varten sähköverkkoyhtiöltä tiedusteltaviin asioihin kuuluu seuraavat tiedot.

Kartoitusta tekevän on selvitettävä liittymän tiedot, joihin lukeutuvat muun muassa liittymisoikeuden koko ja liittymiskaapelin koko. Näiden avulla voidaan tarkastella esimerkiksi sitä, että vastaako nykyisen sähköjärjestelmän pääsulakkeiden koko liittymisoikeutta. Lisäksi liittymiskaapelin koosta voidaan tarkastella liittymän koon suurentamista ilman liittymiskaapelin uusimista, joka tarkoittaa usein maarakennustöitä ja suuria kustannuksia.

Lisäksi on selvitettävä huipputehotiedot halutulta tarkastelujaksolta eri käyttöpaikoista eli mittareista sekä kaikkien käyttöpaikkojen summasta eli koko sähköliittymästä. Tätä varten kiinteistöstä kannattaa kartoittaa verkkoyhtiön mittarien sijainnit, niiden numerosarjat ja mitä osaa sähköjärjestelmästä mittarilla mitataan.

Liittymispisteen sijaintitiedot on syytä kysyä samalla sähköverkkoyhtiöltä. Jos kiinteistössä halutaan toteuttaa latausinfrastruktuurin rakennushanke, jossa joudutaan lisäämään uusi liittymiskaapeli tai suurentamaan nykyistä, liittymispisteiden lukumäärää, jonka mukaan

sähköverkkoyhtiö on velvollinen toimittamaan liittymiskaapelin. Kiinteistössä liittymispiste voi sijaita esimerkiksi rakennuksen sähköpääkeskustilassa, rakennuksen seinässä tai kiinteistön tontin rajalla. Sähköverkkoyhtiö tuo liittymiskaapelin liittymispisteeseen asti ja asiakas liittyy siihen omalla liittymiskaapelillaan. Liittymispiste myös määräytyy sen mukaan, ollaanko liittymiskaapelia uusimassa vai ollaanko liittymiskaapelia lisäämässä nykyisen kaapelin tai kaapelien rinnalle. (52, s. 2.)

Liittymispisteellä on myös vaikutusta uuden liittymän avaamiseen sähköajoneuvojen latausjärjestelmää varten. Jos kiinteistön pysäköintipaikat sijaitsevat kiinteistön tontin reunan lähellä, kaukana sähköpääkeskuksesta, kustannustehokkaampi ratkaisu voi olla avata uusi sähköliittymä latausinfrastruktuuria varten. Tällöin esimerkiksi tontin rajalla sijaitsevalta liittymispisteeltä rakennetaan nousukaapeli latausjärjestelmän pääkeskusta varten. Uusi latausjärjestelmän pääkeskus voidaan sijoittaa pysäköinti alueen viereen ulkojakokeskukseksi ja kaapeloida siitä syöttökaapelit latausasemille. Näin toimimalla maarakennustöiden osuus voidaan pitää pienenä ja kaapelia voi kulua vähemmän, mikä voi puolestaan synnyttää säästöjä.

Esimerkiksi, jos kiinteistön nykyisen liittymiskaapelin liittymispiste on rakennuksen sähköpääkeskuksessa, sähköverkkoyhtiö voi rakennuttaa uuden vahvemman liittymiskaapelin liittymispisteeseen tai kiinteistön tontin reunaa pitkin lähimpään talon seinään asti. Jos taas sama asiakas haluaakin avata uuden liittymän vain latausinfra varten, on tällöin liittymispisteenä kiinteistön tontin reuna.

Huipputeholaskelma uuden liittymän mitoittamista varten

ST-kortin 13.31 mukaan rakennuksen sähköinfrastruktuurin ja sähköliittymän mitoittaminen on tärkeimpiä asioita rakennusten sähkösuunnittelussa. Alimitoitettu sähköliittymä ja sähköverkko rajoittavat rakennuksen käyttöä, kun taas ylimitoitettuna ne voivat aiheuttaa ylimääräisiä kuluja rakennus- ja käyttövaiheissa. Suunnitteluvaiheessa rakennuksen liittymä ja sähköverkko tulisi mitoittaa siten, että ne ovat tarpeeksi suuria tulevaisuudessa, mutta eivät kuitenkaan liian suurina ylimääräisten kulujen välttämiseksi. (52, s. 1.)

ST-kortissa esitetyt asuinrakennuksiin kohdistuvat kokemusperäiset huipputehon arviointiin tarkoitetut laskukaavat eivät sovellu esimerkiksi toimitila- ja tuotantorakennusten

huipputehojen arviointiin. Toimitilarakennuksiin asennettavat laitekannat ja niiden käyttötarkoitukset voivat poiketa toisistaan huomattavasti, minkä vuoksi erilaiset sähkölaitteet ja niiden ohjausperiaatteet aiheuttavat suuria tehovaihteluita käyttötarkoitukseltaan samantyyppisten ja kokoisten kohteiden kohdalla vertailtaessa neliötehoja eli W/m^2 . (52, s 7.)

Toimistorakennuksissa sähköenergian merkittävimmät kulutuskohteet ovat usein LVI-laitteet ja valaistus. Toimistorakennuksissa tietotekniikkalaitteet muodostavat merkittävän osuuden kulutuksesta. Tuotantolaitoksissa suurin kulutus muodostuu lähes poikkeuksetta käytössä olevista tuotantolaitteista. (52, s 7) Tällöin sähköliittymän mitoittava huipputeho saadaan laskemalla koje-, valaisin-, ja laiteluetteloiden perusteella niiden tarvitsema sähköteho. ST-kortin 13.31 mukaan sähköliittymän mitoittava sähköteho valittujen laitteistojen perusteella saadaan laskemalla kaavalla 2 (52, s 8):

$$P_M = P_X \times (P_{LVIA} + P_{valaistus} + P_{laitteet} + P_{SLK} + P_{muut}) \quad (2)$$

P_M on mitoittava sähköteho

P_{LVIA} on yhteenlaskettu sähköteho, joka saadaan LVIA-kojeluetelosta (LVIA-suunnittelija)

$P_{valaistus}$ on yhteenlaskettu teho, joka saadaan valaisinluettelosta (sähkösuunnittelija)

$P_{laitteet}$ on yhteenlaskettu teho, joka saadaan laiteluettelosta (arkkitehti)

P_{muut} on mahdolliset muut suuren tehon omaavat kuormitukset

P_X on kerroin, jolla varaudutaan esim. tiedossa olevista laajennuksista johtuvaan sähkötehon kasvuun. Jos varaudutaan esimerkiksi 10 %:n kasvuun, kerroin on 1,10.

P_{SLK} on laskettu sähkölämpökuorma kaavan 3 mukaan

$$P_{SLK} = P_{L\ddot{A}M} + P_{AL\ddot{A}M} + P_{LVV} + P_{KEV} \quad (3)$$

$P_{L\ddot{A}M}$ on sähkölämmityksen yhteenlaskettu teho

$P_{AL\ddot{A}M}$ on autolämmityksen yhteenlaskettu teho

P_{LVV} on lämminvesivaraajan teho

P_{KEV} on kiukaan ei vuoroteltu teho

Kiinteistön todelliset huipputehot

Caruna Oy voi toimittaa pyydettyä sähköliittymän tai kiinteistön huipputehotiedot Excel-taulukkona. Taulukkoon on mittarikohtaisesti listattu huipputehot tunnin keskiarvoilla tunniväleihin. (52, s 11.)

12.2 Asiakkaan tarpeiden selvittäminen latausjärjestelmän valinnalle

Asiakkaan tarpeiden selvityksessä on syytä huomioida kohde, johon latausjärjestelmää lähdetään kartoittamaan, ja se, millainen on kohteen niin sanottu käyttäjäprofiili. Käyttäjäprofiilia arvioitaessa selvitetään, kuinka paljon energiaa keskimäärin ladataan ja kuinka kauan lataus kestää. Kuormanhallinnan avulla voidaan tehoa rajoittaa etenkin suuremmissa järjestelmissä kahdessaakin portaassa, jolloin rajoitus tapahtuu sekä pää- että ryhmäkeskustasolla kerrotaan ST- kortissa 51.90. (37, s 6.)

ST-kortissa 13.31, jossa käsitellään rakennusten sähköverkon ja liittymän mitoittamista, on esitetty älykkäällä kuormanhallinnalla varustetun latausjärjestelmän huipputehon arviointimenetelmää kaavalla 4 (52, s 4):

$$P_{lataus} = \frac{toimintasäde_{km} \times 0,20 \frac{kWh}{km} \times n_{auto}}{latauskerta_h} \quad (4)$$

P_{lataus} on latausjärjestelmän teho

$toimintasäde_{km}$ on tilaajan määrittelemä toimintasäde, joka taataan kaikille latauspisteille yhdellä latauskerralla

$0,20 \frac{kWh}{km}$ on yleinen sähköajoneuvon taloudellisen ajon keskimääräinen kulutus, eli 20 kWh/100 km

$latauskerta_h$ on aika, jonka yhdellä latauskerralla sähköajoneuvo voi olla keskimäärin latauksessa

n_{auto} on kyseistä mitoitusta käyttävien ajoneuvojen lukumäärä

ST-kortti 51.90 kertoo tällöin oletuksena olevan, että latausjärjestelmässä on integroitu älykäs järjestelmä, joka valvoo runkojohtojen kuormituksia ja ohjaa tarvittaessa latauspisteiden lataustehoja. Mikäli latausjärjestelmä toteutetaan ilman älykästä järjestelmää, tulisi ST-kortin mukaan sen koko huipputeho huomioida ilman tasauskertoimia. (37, s. 6.)

ST-kortin 51.90 mukaan, mikäli kohteessa on tarkoitus rakentaa erilaisia ja eritehoisia latauspisteitä, tulee niiden tehomitoitus laskea omina laskuinaan ja summata lopuksi keskenään. Näin laskettaisiin esimerkiksi kiinteistöissä, joihin kaikille suunniteltaisiin omat lataustavan 2-latauspisteet ja lisäksi yleisille paikoille tehokkaammat lataustavan 3-latauspisteet. (37, s. 6.)

Yksittäiset latauspisteet tulisi ST-kortin 51.90 mukaan laskea latauspisteen suurimmalla antamalla teholla. Tällöin latauspisteiden syötöt mitoitetaan niille suunnitellulla maksimiteholla. Latausjärjestelmän runkojohdossa voidaan huomioida kuormanhallinta ja ohjaus tasauskertoimen tapaan. Yksittäisen latauspisteen tehonsyötön mitoituksessa voidaan myös huomioida latauspisteen asetuksien säätö pienempiin lataustehoihin. (37, s. 6.)

Mikäli liikerakennuksen kohdalla määriteltäisiin toimintasädettä työntekijöille, voitaisiin sitä varten laatia esimerkiksi kysely työpaikan sisällä työmatkojen keskimääräisestä pituudesta tai tukeutua Liikenneviraston henkilöliikennetutkimukseen. Tutkimuksessa suomalaisen keskimääräinen ajomatkan pituus on noin 15 kilometriä ja päivässä ajoja kertyisi yhteensä keskimäärin 41 kilometriä. Tällöin voitaisiin pitää riittävänä toimintasäteenä maaseudulla 200 kilometriä ja kaupunkiseudulla 100 kilometriä. (37, s. 6.)

Mikäli liikerakennuksessa latausasemia tulisi käyttöön yrityksen kalustolle, voisi silloin olla suositeltavaa selvittää työpäivien pisimpien ajomatkojen pituus tai sähköajoneuvojen pisin mahdollinen toimintasäde akuston täydellä latauksella ja taata siihen tarvittava latausteho jokaisella latauskerralla. (37, s. 6.)

Mikäli tiedetään, että käytettäväksi otetaan dynaaminen kuormanhallinta ja tiedetään haluttu maksimilatausteho, voidaan latausjärjestelmän mitoitusta arvioida seuraavalla laskukaavalla 5:

$$P_{lataus} = P_{latauspiste} \times n_{auto} \times kk_{dyn} \quad (5)$$

P_{lataus} on latausjärjestelmän teho

$P_{latauspiste}$ on latauspisteen maksimiteho

kk_{dyn} on korjauskerroin dynaamiselle lataukselle

n_{auto} on kyseistä mitoitusta käytettävien ajoneuvojen lukumäärä

12.3 Keskusmuutoksissa huomioitavaa

Sähköinfrastruktuuria kartoitettaessa latausjärjestelmää varten, voidaan usein päätyä suunnittelemaan muutoksia käytössä olevaan keskukseseen, kuten kytkentöjen, ohjauksien, suojalaitteiden ja komponenttien lisäämistä, vaihtamista tai muuttamista. Tällaisia muutoksia voivat esimerkiksi olla (59):

- johdonsuojakatkaisijan vaihtaminen toiseen kokoon tai käyrään (A, B, C)
- johdonsuojakatkaisijan lisääminen keskukseseen, keskuksen varatilaan tai erilliseen moduulikoteloon
- vikavirtasuojakytkimen lisääminen keskukseseen, keskuksen varatilaan tai erilliseen moduulikoteloon
- kontaktorien, mittareiden kuormanhallintakojeiden ja ohjauskytkimien lisääminen keskukseseen, keskuksen varatilaan tai erilliseen moduulikoteloon
- ohjausvirtapiirin muokkaaminen kohteeseen suunniteltavan latausjärjestelmän mukaiseksi
- virtamuuntajien lisääminen seuraamaan nousu- tai syöttöjohtimien virtaa ja kapasiteettia.

Keskukseseen tehtävät muutokset on pysyttävä keskukselle määritellyn nimellisvirran (I_n) sisällä. Keskukseseen tehdyt muutokset on dokumentoitava ja merkittävä keskukseseen. (59.)

13 Esimerkkikohteen kartoitusraportin syntyminen

13.1 Esimerkkikohteen esittely

Esimerkkikohde on Huhta Sähkötekniikan toimisto- ja varastorakennus, johon kuuluu myös sähkötarvikemyymälä. Rakennus on toiminut aikaisemmin Eriksen Oy:n kirjapainotalona. Kohde sijaitsee Espoossa Vanhan Turuntien varrella. Rakennuksen pinta-ala on 1100 neliömetriä ja rakennuksessa lämmitysmuotona on suora sähkölämmitys ilmanvaihtojärjestelmään ja seinälämmittimiin.

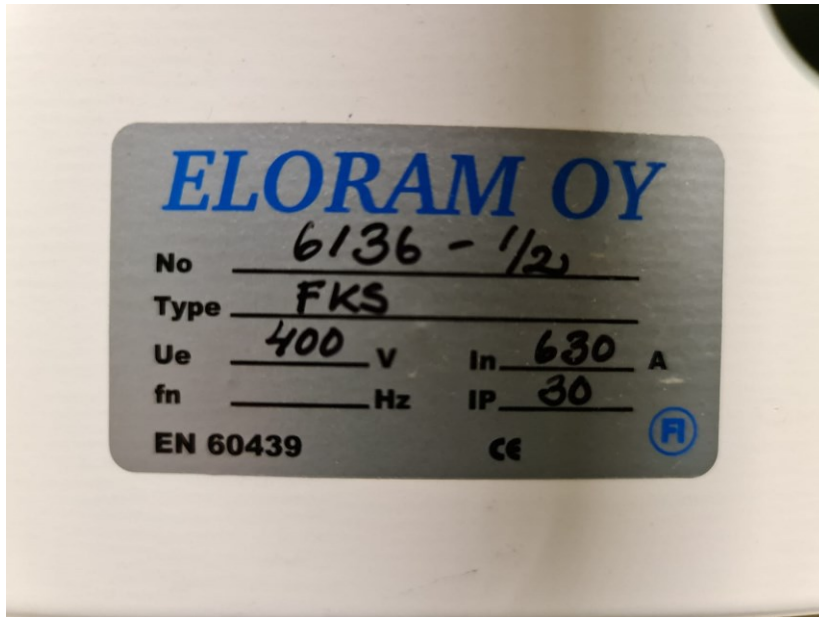
Rakennus on pääasiallisessa käytössä 07:00-17:00 välisenä aikana. Ilmanvaihtojärjestelmä ja lämmitys alkaa tehostua kello 05:00 aamulla ja hiljenee kello 18:00 illalla.

Esimerkkikohteessa on aikaisemmin ollut useita raskaita kirjapainolaitteita, joiden vaatima sähköjärjestelmä on ollut tarkkaan mitoitettu. Nykyiselle käytölle sähköjärjestelmässä on valtavasti ylimääräistä kapasiteettia.

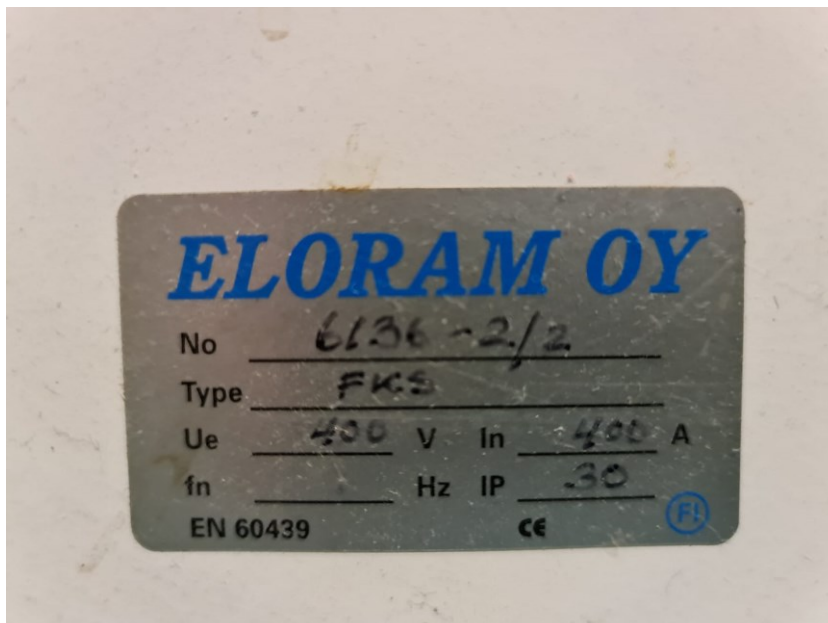
13.2 Sähkötekniisten perustietojen kokoaminen

Suurin osa sähköteknisistä perustiedoista etsittiin kohteessa lukemalla piirustuksia ja varmistamalla fyysisesti availemalla keskuksissa luokkuja ja autonlämmityskoteloita.

Tiedot keskuksien nimellisvirroista ja jännitteistä löytyivät keskuksien tyyppikilvistä kuvissa 20 ja 21. Käytössä olevien sulakkeiden koot selvisivät niitä tutkimalla suoraan keskuksista, mutta tiedot yleensä löytyvät myös keskuskaavioista. Nousujohtojen koot voidaan joskus löytää fyysisesti keskustilasta, mikäli kaapelia on näkyvissä. Nousujohto- ja keskuskaavioista sekä joskus asemapiirustuksesta löytyy tieto nousujohtojen ja liittymiskaapeleiden tyypeistä ja poikkipinta-aloista. Hyvänä asennustapana pidetään keskuksen koteloon nousu- ja liittymiskaapeleiden merkitsemistä.



Kuva 20. Sähköpääkeskuksen tyypikilpi



Kuva 21. Pääkeskuksen lisäosan tyypikilpi

Vapaiden sulake- ja varokelähtöjen selvittämisessä on hyvä ensin selvittää keskuskaavioista vapaat ryhmät, jonka jälkeen vielä varmistaa tietojen paikkaansa pitävyys fyysisesti keskuksessa, kuten kuvasta 22.

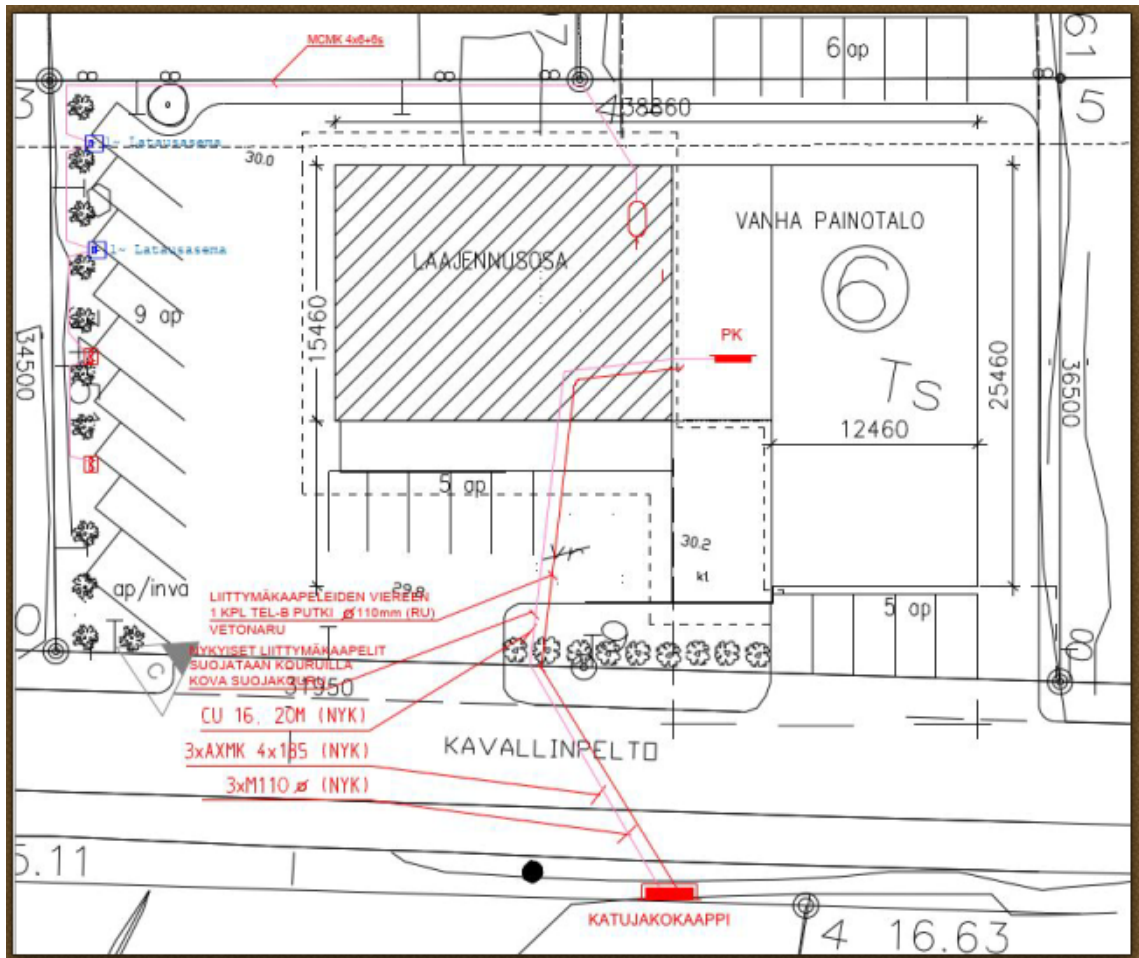


Kuva 22. Kuva esimerkkikohteen sähköpääkeskuksesta, johon on merkitty vapaana olevat lähdöt

13.3 Sähköliittymä

Uusi liittymä sähköajoneuvojen latausjärjestelmän käyttöä varten on mahdollista myöntää samalle kiinteistölle, mikäli kohde voidaan erottaa sähköisesti nykyisestä liittymästä 21118. Uudella liittymällä tulee olla erillinen sähköpääkeskustila, ja oma liittymispiste ja kaapeli Carunan sähköjakeluverkkoon. Uuden liittymän sähkönkulutus mitataan oman, verkkoyhtiön toimittaman energiamittarin kautta. Myös uuden liittymän liittymispisteeksi tulisi tontin raja, jolloin Caruna rakennuttaa maakaapelin pään tontin rajalle asti, johon tilaaja sitten liittyy omalla liittymiskaapelillaan. Toimitusaika Carunan mukaan olisi

vähintään kaksi kuukautta. Asemapiirustuksesta voi löytyä mahdollisen liittymispisteen sijaintitieto, kuten kuvassa 23.



Kuva 23. Kuva esimerkkikohteen asemapiirustuksesta.

Mahdollisen liittymispisteen voi käydä etänä tarkistamassa esimerkiksi Google Maps -sivuston kautta. Mahdollinen liittymispiste voi olla esimerkiksi kohteen tontin rajalla sijaitseva katujakokeskus, kuten esimerkkikohteen kohdalla kuvassa 24.



Kuva 24. Google Maps -kuva, johon on merkitty kuvasta löydetyn katujakokeskuksen sijainti.

13.4 Sähköliittymän muutosten mitoittaminen

Esimerkkikohteessa lämmitys on toteutettu suorana sähkölämmityksenä ilmanvaihtojärjestelmässä lämmöntalteenotolla eli LTO:lla. Järjestelmässä pääosa tuloilman lämmityksestä tapahtuu LTO:ssa, jossa tuloilmaa lämmittää etu ja jälkipatterit. Perussäätö tuloilmaan tapahtuu jälkilämmityspatterilla. Tämä lämmitysmuoto on toteutettu kohteessa, koska siellä aikaisemmin toimineen kirjapainon laitteistot ottivat suuria virtoja ja tuottivat paljon lämpöä. LVI-laitteiston ja sähköjärjestelmän kapasiteetti kohteessa on ylimitoitettu nykyistä toimisto-, varastointi- ja myymälätoimintaa varten.

Koska esimerkikohteessa nykyinen sähköjärjestelmä, ilmanvaihto ja lämmitys on aikoinaan mitoitettu painotalon suurilla painolaitteilla ja niiden tuottaman lämmön käyttämistä ja poistamista varten, ei sähköliittymän uusimiselle ja mitoittamiselle ole tarvetta laskea huipputehoa.

13.5 Huipputehot

Tuntitehotieto ei kerro todellisia lyhyempikestoisia huipputehoja, jotka voivat olla merkittävän korkeita ja/tai pitkäkestoisia. Tällöin kerron annetun huipputehotiedon varmuuskertoimella, joka on 1,5. Tällä menetelmällä pyrin estämään järjestelmän ylikuormittumisen ja jättämään varaa mahdollisia huipputehopiikkejä varten. Tuntitehotiedot sähköverkkoyhtiö toimittaa usein Excel-taulukkona, kuten kuvassa 25.

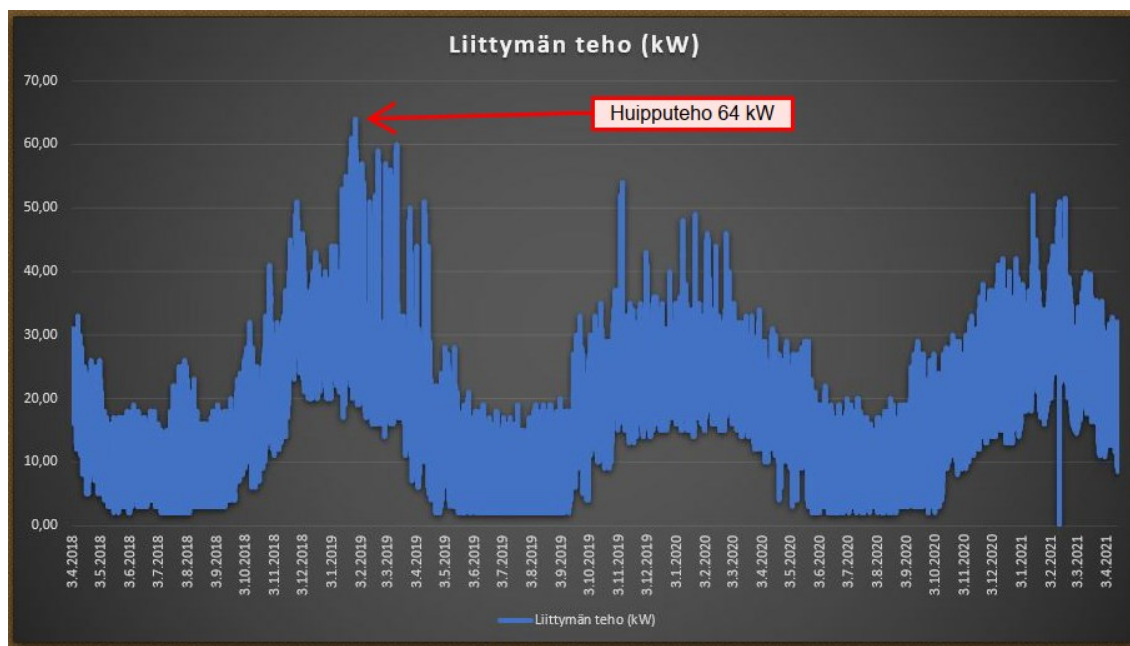
	A	B
1		Liittymän teho (kW)
2	03.04.2018 00:00 +	18,00
3	03.04.2018 01:00 +	17,00
4	03.04.2018 02:00 +	18,00
5	03.04.2018 03:00 +	18,00
6	03.04.2018 04:00 +	17,00
7	03.04.2018 05:00 +	20,00
8	03.04.2018 06:00 +	21,00
9	03.04.2018 07:00 +	28,00
10	03.04.2018 08:00 +	28,00
11	03.04.2018 09:00 +	27,00
12	03.04.2018 10:00 +	29,00

Kuva 25. Sähköverkkoyhtiön toimittama Excel-taulukko huipputehoista.

Liittymän mittaukseen perustuva korkein huipputeho on vuodelta 2019 viimeisen kolmen vuoden ajanjaksolla tarkasteltuna. Tammikuussa mitattu huipputeho on 64 kW, joka perustuu tunnin keskiarvoon. Oletettu huipputehopiikki saadaan kertomalla varmuuskertoimella tunnin keskiarvoon perustuva mittausdata. Varmuuskertoimeksi asetetaan 1,5.

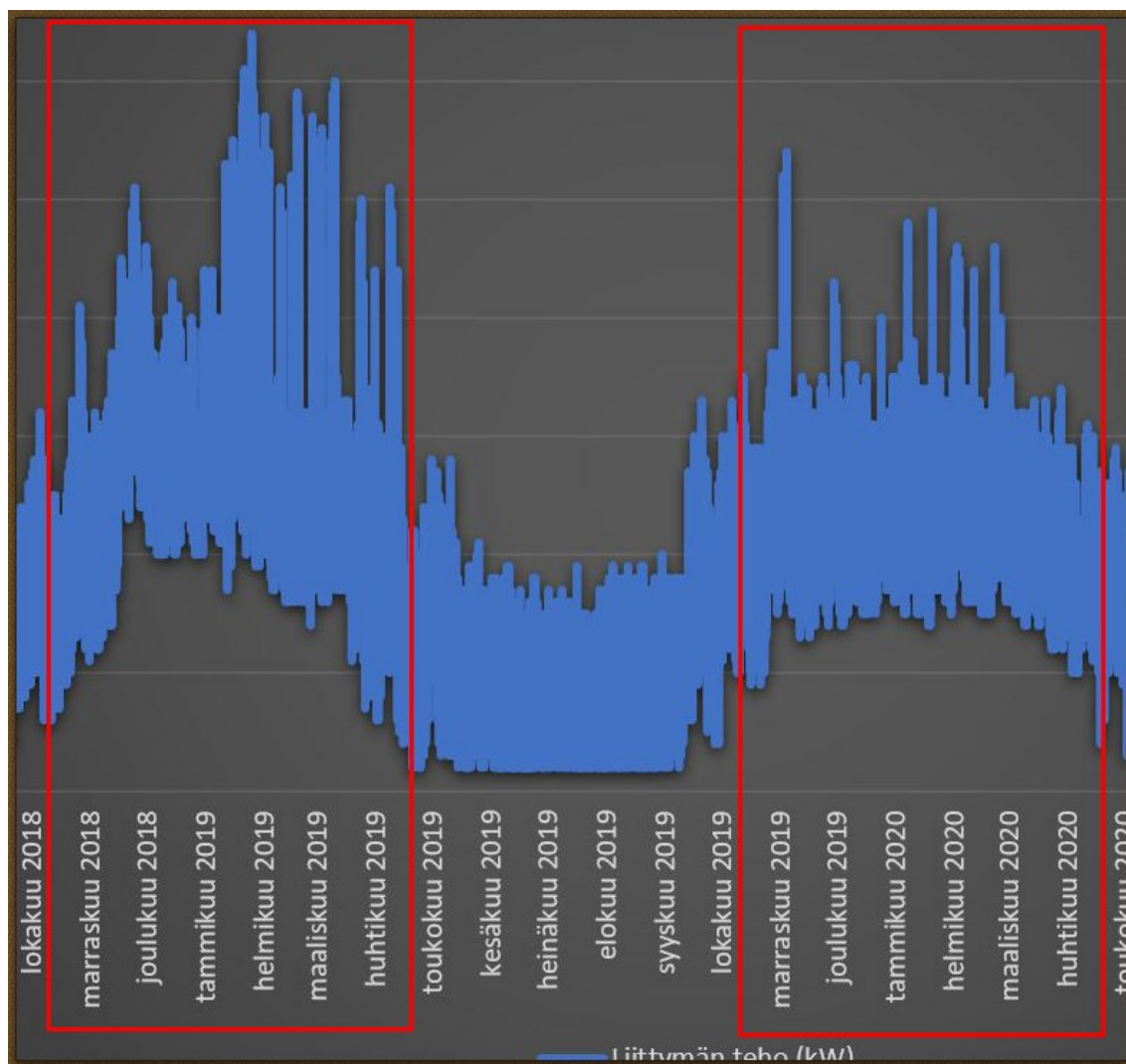
Tällöin saadaan oletettua mahdolliseksi huipputehopiikiksi 96 kW.

Taulukon lukeminen rivi kerrallaan on melko työlästä, jolloin taulukosta kannattaa koostaa kaavio, kuten kuvassa 26. Kaaviota lukemalla voidaan nähdä nopeasti huipputehon jakauma tarkasteluajalle, kuten esimerkiksi vuoden tai useamman vuoden aikana.



Kuva 26. Liittymän huipputehoista luotu kaavio, johon on merkitty korkein huipputeho.

Suurimmassa osassa kiinteistöjen ja rakennuksien kohdalla suurimmat huipputehot löytyvät Suomessa marraskuun ja huhtikuun välistä. Tämän ilmiön todennäköisin syy on se, että kyseinen aika on Suomen kylmin kausi vuodesta ja rakennuksien lämmitystä tarvitaan eniten. Lisäksi kylmänä kautena autoja lämmitetään lämmitystolpista eniten, joka kasvattaa huipputehoa suuremmaksi. Tämä voidaan huomata myös esimerkkikohteen huipputehotiedoista kuvassa 27.



Kuva 27. Esimerkkikohteen huipputehoihin merkitty suurimmat huipputehokaudet.

Huipputehokaaviosta voidaan saada paljon dataa irti siitä, kuinka sähköjärjestelmässä kuormitus jakautuu aikajanelle. Kaaviosta voidaan esimerkiksi pilkkoa data tarkasteltavaksi vain yöaikaan tai aukioloaikojen ulkopuolelle, jolloin kapasiteettia pitäisi olla enemmän käytössä rakennuksessa, jossa työaika on pääasiassa 7:00–17:00 välillä. Tällöin esimerkiksi yrityksen mahdollisten omien sähköajoneuvojen lataaminen olisi tehokkaimillaan. Lisäksi jos huomattaisiin mittausdatassa poikkeamia, kuten suuria kuormapiikkejä ajanjaksolla, jolloin sellaisia ei aikajanelle muuten näy, voidaan syytä selvittää ja varautua oletetun huipputehopiikin olevan arvioitua suurempi.

13.6 Keskukset

Keskuskaaviosta selviää useimmiten suuri osa tärkeistä tiedoista kartoitettavasta kohteesta, kuten esimerkiksi liittymissulakkeiden koko ja liittymiskaapelit, kuten kuvassa 28.

01	SYÖTTÖ	TEHO	200/400	AXMK 4X185
02	SYÖTTÖ	TEHO	200/400	AXMK 4X185
03	VARALLA	TEHO	200/400	

Kuva 28. Kuva esimerkkikohteen sähköpääkeskuksen keskuskaaviosta.

Pääkeskuksen liittymissulakkeet ovat 2x3x200 ampeeria. Lasketaan niiden sallima maksimiteho P_h muutettuna kilowateiksi kaavalla 6:

$$P_h = 2 \times 200 \times \sqrt{3} \times 400 \approx 277,1 \text{ kW} \quad (6)$$

Ne sallivat silloin 277,1 kW kuormituksen. Kun tästä vähennetään mahdolliseksi huippu-tehopiikiksi oletettu arvo 96 kW, saadaan oletetuksi jäljellä olevaksi kapasiteetiksi 181,1 kW, joka muutetaan kolmivaiheiseksi virraksi kaavalla 7:

$$I = \frac{181100}{\sqrt{3} \times 400} \approx 261,4 \text{ ampeeria} \quad (7)$$

Tällöin kapasiteettia liittymisoikeudessa on varmuuskertoimen kanssa 181,1 kW, joka on muunnettuna kolmivaiheiseksi virraksi 3 x 261,4 ampeeria.

13.7 Pysäköintipaikat

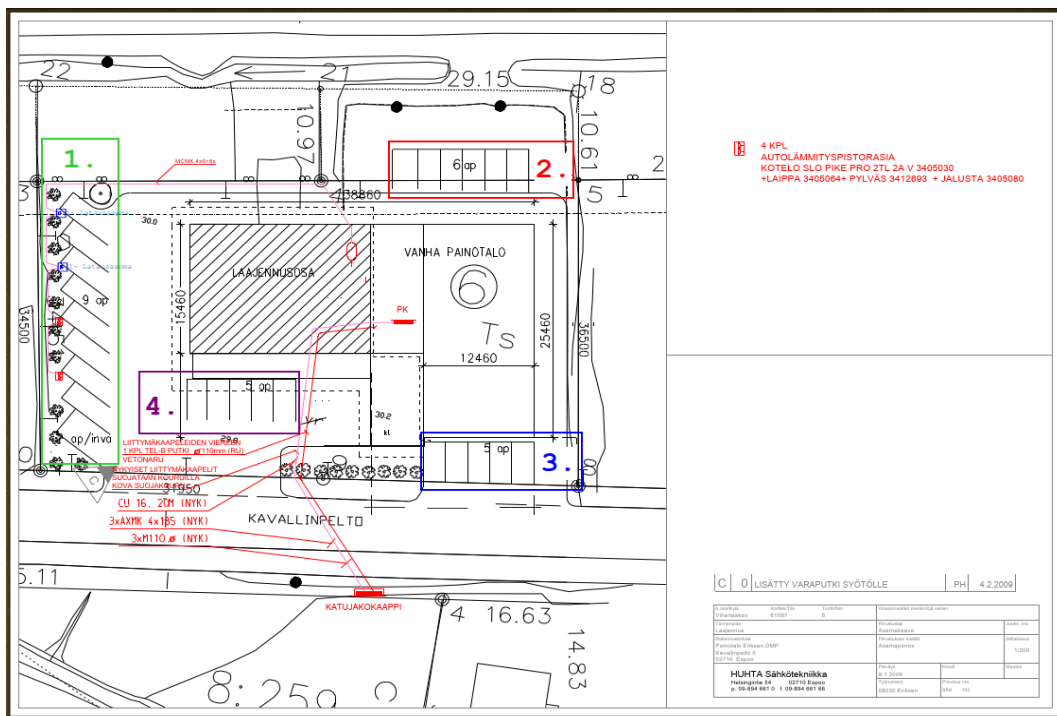
Kiinteistön pysäköintialueella on kaksi lämmityskoteloja palvelemaan neljää lämmitettyä pysäköintipaikkaa ja kaksi latausasemaa, joissa on yhteensä kaksi latauspistettä. Lämmityskoteloita ohjataan niiden sisään rakennetusta kahden tunnin ajastinkellosta. Latausasemat on kytketty lataamaan yksivaiheisesti 3,68 kW. Latausasema pystytään runkokaapelin vuoksi säätämään siten, että se antaa latausvirtaa 25 ampeeria yksi-vaiheisesti.

Lämmityskoteloita ja latausasemia syötetään pääkeskusjtko-osasta yhdellä MCMK 4 x 6 + 6S mm² kaapelilla ja sitä syöttävä sulake on 3 x 25 / 63 ampeerin gG-tulppasulake, kuten esimerkikohteen keskuskaaviossa kuvassa 29.

51		JÄÄHDYTYSKONE 1 EK	16 / 25
52		AUTOLÄMMITYSPISTORASIAPYLVÄÄT	25 / 63
53			/ 63

Kuva 29. Esimerkkikohteen keskuskaaviosta otettu kuva autonlämmityslähdöstä.

Pysäköintialueita on ko. kiinteistöllä yhteensä neljä aluetta. Alueet on merkitty asemapiirustukseen ja numeroitu, jotta kartoitusraportissa voidaan osoittaa mitä pysäköintialuetta kartoitettu latausratkaisu koskee. Kuvassa 30 on asemapiirustukseen nimetty pysäköintialueet.



Kuva 30. Esimerkkikohteen asemapiirustukseen on nimetty pysäköintialueet numeroilla.

14 Yhteenveto

Opinnäytetyöni aihe on todella ajankohtainen, ja se on pinnalla tänä päivänä sähköalalla sekä talotekniikassa. Suomessa sähköajoneuvojen kanta kasvaa rajusti ja sähköautoilijat tarvitsevat latauspaikkoja kiihtyvällä tahdilla. Opinnäytetyöni aihe on myös kiinnostanut minua jo pitkään, olen seurannut alan kehitystä ja suurin osa työpäivästäni koostuu sen parissa työskentelystä.

Opinnäytetyöni tarkoitus oli moniosainen. Siinä pyrittiin tuomaan olennaisimmat asiat esille siitä, kuinka liikerakennuksen sähköinfrastruktuuri kartoitetaan sähköajoneuvojen latausjärjestelmää varten. Opinnäytetyöni tarkoituksena oli myös tuoda Huhta Sähkötekniikalle tietoa siitä, kuinka liikekiinteistössämme voidaan toteuttaa erilaisia latausratkaisuja, kun kysyntä lisääntyy ja yrityksen sekä henkilökunnan sähköajoneuvojen määrä kasvaa. Opinnäytetyön liitteeksi tuotettu kartoitusraportti toimii kattavana tarveselvityksenä, jonka pohjalta voidaan lähteä toteuttamaan hankesuunnitelmaa.

Lisäksi opinnäytetyötäni ja sen kartoitusraporttia on tarkoitus hyödyntää opetusaineistona yrityksen sisällä. Tällöin niissä esille tuotuja tietoja voidaan yhdessä opetusaineiston kanssa esitellä fyysisesti paikan päällä, jolloin opastus tehostuu ja lisäselvityksille löytyy mahdollisuus helposti.

Opinnäytetyön tavoitteet toteutuivat. Työn aiheesta olisi voinut kirjoittaa paljon enemmän sekä laajemmin, mutta opinnäytetyön aika ja resurssit olivat rajalliset, minkä takia pyrin tuomaan painottaen esille rajatut, tärkeimmät ja olennaisimmat seikat aiheesta.

Opinnäytetyöni aihetta voisi jatkaa tuomalla esille enemmän tietoa kustannuksista ja niiden muodostumisesta. Lisäksi olisi ollut mielenkiintoista verrata Huhta Sähkötekniikan sähköpakettiautojen käyttökustannuksia polttomoottorillisiin pakettiautoihimme ja tarkastella, mitä se data kertoisi kestäväen kehityksen ja päästöjen pienentämisen tavoitteiden suhteen. Lisäksi voisi tarkastella kustannusten muodostumista eri osa-alueilta tekemällä kustannuslaskentaa latausratkaisuista.

Opinnäytetyöni aiheesta kirjoittamista voisi jatkaa myös kirjoittamalla asuinkiinteistöjen sähköinfrastruktuurin kartoittamisesta latausjärjestelmää varten sekä luoda tarkemmat ohjeet kartoituksen etenemisestä ja raportin tuottamisesta.

Työtä tehdessäni pääsin syventymään aiheeseen, joka minua kiinnosti jo valmiiksi ja johon olen päässyt työssäni perehtymään. Pääsin kuitenkin selvittämään asioita, jotka ovat askarruttaneet työssäni ja sain useisiin kysymyksiini vastauksia. Opin lisäksi etsimään tietoa mahdollisimman alkuperäisestä lähteestä ja olemaan kriittinen hankkimani tiedon alkuperän ja sisällön tarkastamisen suhteen.

Opinnäytetyössäni haastavinta oli mielestäni suunnitella työn kirjoittamiseen varattava aika ja löytää se koulutöiden ja työn ohesta. Myös suunnitelmasta kiinni pitämisessä oli haastavia hetkiä, koska työtä tehdessä voi vahingossa uppoutua liian syvälle aiheeseen, jolloin vaarana on alkaa kirjoittaa aiheen ohitse.

Olen itse tyytyväinen opinnäytetyöhöni, sillä se kertoo aidosti, kuinka kiinnostunut olen ollut tästä aiheesta ja sen ympärillä työskentelemisestä. Sain kunnian tehdä sen omalle työpaikalleni ja olen siitä kiitollinen työnantajalleni. Toisaalta taas asiakkaana toiminut Huhta Sähkötekniikka on tyytyväinen opinnäytetyössä tuotettuun materiaaliin ja se menee suoraan käyttöön yrityksen sisällä, mitä pidän hyvin palkitsevana. Toivon tulevaisuudessa voivani jatkaa aiheeseen uppoutumista ja kehittyä sen parissa sähköalan ammattilaisena.

Lähteet

1. ST-Käsikirja 41. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 26.4.2021.
2. Täyssähköauto. 2020. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_vii-saasti/autotyyppi/tayssahkoauto>. 4.8.2020. Luettu 25.4.2021.
3. SFS-käsikirja 600–1–2 Pienjänniteasennukset. Osa 1–2: Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset. Standardisarja. 2017. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.
4. Sähköautot. 2020. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_vii-saasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot>. 24.8.2020. Luettu 25.4.2021
5. Henkilöautoja liikenteessä 2,75 miljoonaa – ladattavien bensiinihybridien määrä lähes kaksinkertaistunut. 2021. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/henkiloautoja-liikenteessa-275-miljoonaa-ladattavien-bensiinihybridien-maara-lahes>>. 9.2.2021. Luettu 25.4.2021.
6. Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q4/2020. 2021. Verkkoaineisto. Sähköinen liikenne ry. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2020%20Q4%20S%C3%A4hk%C3%B6inen%20liikenne%20tilannekatsaus%202021%2002%2018%20jaettava_0.pdf>. 18.2.2021. Luettu 25.4.2021.
7. Electric Vehicle Basics. Verkkoaineisto. Yhdysvaltojen energiavirasto. <<https://www.energy.gov/eere/electricvehicles/electric-vehicle-basics>>. Luettu 25.4.2021.
8. Ladattava hybridauto. 2020. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_vii-saasti/autotyyppi/ladattava_hybridauto>. 4.8.2021. Luettu 25.4.2021
9. Sähköautotyypit. 2021. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/artikkelit/sahkoautotyypit/>>. Luettu 25.4.2021.
10. Electric Vehicle Batteries: Materials, Cost, Lifespan. 2018. Verkkoaineisto. Union of Concerned Scientists. <<https://www.ucsusa.org/resources/ev-batteries>>. 9.3.2018. Luettu 25.4.2021.
11. Energiateollisuus, SESKO, Jyväskylän Ammattikorkeakoulu, Elenia OY, JESIIRTO Oy, ABB Oy. Sähkö liikenteen käyttövoimana osana energiamurrosta –

- EV-latausjärjestelmän suunnittelijan opas. Suunnittelu – toteutus – ylläpito. 2019. Verkkoaineisto. <<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK107492A1741&LanguageCode=fi&DocumentPartId=&Action=Launch>>. Luettu 25.4.2021.
12. Battery Management System (BMS). 2021. Verkkoaineisto. Infineon. <<https://www.infineon.com/cms/en/applications/solutions/battery-management-system/>>. Luettu 25.4.2021.
13. Batteries for Hybrid and Plug-In Electric Vehicles. 2021. Verkkoaineisto. Yhdysvaltojen energiavirasto. <https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_batteries.html>. Luettu 25.4.2021.
14. Hietikko, Marita; Alanen, Jarmo; Tiusanen Risto. 1996. Työkoneiden ja automaation CAN-väyläsovellusten turvallisuus. Verkkoaineisto. VTT. <<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/1996/T1745.pdf>>. Luettu 25.4.2021.
15. The CAN Protocol Tutorial. 2021. Verkkoaineisto. Kvaser. <<https://www.kvaser.com/can-protocol-tutorial/>>. Luettu 25.4.2021.
16. Pandit, Abhiemanyu. 2019. What is Power Line Communication (PLC) and How it works. Verkkoaineisto. Circuit Digest. <<https://circuitdigest.com/article/what-is-power-line-communication-plc-and-how-does-it-work>>. 11.9.2019. Luettu 25.4.2021.
17. What is OCPP? 2021. Verkkoaineisto. Virta. <<https://support.virta.global/hc/en-us/articles/360016020277-What-is-OCPP>>. Luettu 25.4.2021.
18. Power plug & outlet Type F. 2021. Verkkoaineisto. Worldstandards. <<https://www.worldstandards.eu/electricity/plugs-and-sockets/f/>>. 15.3.2021. Luettu 25.4.2021
19. European CEE7/7 Non-rewirable Moulded 2-pole Plug Schuko Power Cord. 2020. Verkkoaineisto. Yunhuan Electric. <<https://www.yunhuanelectronic.com/Schuko-CEE-power-cords.html>>. Luettu 25.4.2021.
20. K04/ST3 ---- Korea Standard KETI Power Cords - KETI PLUG. 2005. Verkkoaineisto. Ningbo Yunhuan Electronics Group Corporation. <http://www.chinapowercords.com/korea_standard_ktl_approved_power_cords_k04-st3.html>. Luettu 25.4.2021.
21. Latauspistoketyypit sähköautoille. 2021. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>>. Luettu 25.4.2021.

22. Charging cables and charging sockets for e-mobility. Verkkoaineisto. Phoenix Contact. <https://www.phoenixcontact.com/online/portaal/us?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/user/web/main/products/subcategory_pages/Charging_cables_and_charging_sockets_P-29-03/df8e2122-37ca-4529-8a17-ed17e8eba258>. Luettu 27.4.2021.
23. Electric cars: Technology. 2018. Verkkoaineisto. TuDelft. <https://courses.edx.org/assets/courseware/v1/f139af99a88d8dc335a0b68645e1a119/asset-v1:DelftX+eCARS2x+1T2018+type@asset+block/eCARS2x_Lecture_Notes_L3-3.pdf>. Luettu 25.4.2021.
24. What is CHAdeMO. 2021. Verkkoaineisto. CHAdeMO. <<https://chademo.com/about-us/what-is-chademo/>>. Luettu 26.4.2021.
25. Frequently Asked Questions. 2021. Verkkoaineisto. CHAdeMO. <<https://chademo.com/faq/>>. Luettu 26.4.2021.
26. What is Fast Charging. 2021. Verkkoaineisto. CHAdeMO. <<https://chademo.com/about-us/what-is-fast-charging/>>. Luettu 26.4.2021.
27. Introducing DC fast charging. 2020. Verkkoaineisto. <<https://www.evcreate.nl/introducing-dc-fast-charging/>>. Luettu 26.4.2021.
28. GB/T 27930 Know-how. 2021. Verkkoaineisto. Vector. <<https://www.vector.com/be/en/know-how/technologies/protocols/gbt-27930/>>. Luettu 26.4.2021.
29. Sähköajoneuvojen lataussuositus 2021. 2021. Verkkoaineisto. SESKO. <https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus>. 17.2.2021. Luettu 26.4.2021.
30. Vesa, Juha. 2017. Sähköautojen lataus. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/documents/5470659/8489681/2017+Vesa+s%C3%A4hk%C3%B6autojen+lataus/516307d5-fc96-4117-84e4-aa9534bbe4fe/2017+Vesa+s%C3%A4hk%C3%B6autojen+lataus.pdf>>. 4.10.2017. Luettu 26.4.2021.
31. Kuva skootterista. 2021. Kuva-aineisto. Pngimg.com. <https://pngimg.com/uploads/scooter/scooter_PNG11298.png>. Katsottu 26.4.2021.
32. Kuva autosta. 2021. Kuva-aineisto. Arbin Instruments. <<https://www.arbin.com/wp-content/uploads/2020/09/models@2.jpeg>>. Katsottu 26.4.2021.
33. Lataa sähköautosi turvallisesti. 2019. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/-/lataa-sahkoautosi-turvallisesti#f3adb58b>>. 9.5.2019. Luettu 26.4.2021.

34. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/94/EU. 2014. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=FI>>. 28.10.2014. Luettu 26.4.2021.
35. Palontorjuntatekniikan kehitysryhmä. 2020. Muuttuva rakennettu ympäristö ja uudet teknologiat. Verkkoaineisto. Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö. <https://issuu.com/spek_ry/docs/muuttuva_rakennettu_ymparisto_toukokuu_2020>. 26.5.2020. Luettu 26.4.2021.
36. Standardisointi Suomessa ja maailmalla. 2021. Verkkoaineisto. Suomen standardisoimisliitto SFS ry. <<https://sfs.fi/osallistu-ja-vaikuta/standardisointi-suomessa-ja-maailmalla/>>. Luettu 26.4.2021.
37. ST 51.90. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2018. Sähköinfo Oy. Luettu 26.4.2021.
38. Model3 supercharger. 2021. Kuva-aineisto. Tesla. <https://www.tesla.com/sites/default/files/images/supercharger/model3_supercharger_@1x_1020px.jpg?2038192>. Katsottu 26.4.2021.
39. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. 2020. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733#Lidp447692976>>. 29.10.2020. Luettu 26.4.2021.
40. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpano: kysymyksiä ja vastauksia. 2021. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/kysymyksia-ja-vastauksia-rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-toimeenpanosta>>. Luettu 26.4.2021.
41. Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. 2017. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170478>>. 28.6.2017. Luettu 26.4.2021.
42. Hallituksen esitys HE 23/2020 vp. 2020. Verkkoaineisto. <https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_23+2020.aspx>. 20.3.2020. Luettu 26.4.2021.
43. Sähköisen liikenteen ja biokaasun liikennekäytön infrastruktuurituen asetukseen päivityksiä. 2020. Verkkoaineisto. Työ- ja elinkeinoministeriö. <<https://tem.fi/-/sahkoisen-liikenteen-ja-biokaasun-liikennekayton-infrastruktuurituen-asetukseen-paivityksia>>. 23.7.2020. Luettu 26.4.2021.

44. Sähköautojen latausinfra-avustus. Hajuohje. 2021. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. <<https://www.ara.fi/download/noname/%7B476B71D5-4945-4504-A665-7C97962DAA0A%7D/148167>>. 11.3.2021. Luettu 26.4.2021.
45. Virran latausliiketoiminta palveluna. 2021. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi/latausratkaisu>>. Luettu 26.4.2021.
46. Miksi sähköauton lataus tarvitsee älyä? 2019. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi/blogi/miksi-s%C3%A4hk%C3%B6auton-lataus-tarvitsee-%C3%A4ly%C3%A4>>. 29.4.2019. Luettu 26.4.2021.
47. Vehicle-to-Grid: Everything you need to know. 2021. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/vehicle-to-grid-v2g>>. Luettu 26.4.2021.
48. Termit haltuun: Kaksisuuntainen lataus ja Vehicle-to-Grid. 2019. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi/blogi/kaksisuuntainen-lataus-ja-v2g>>. 29.4.2019. Luettu 26.4.2021.
49. Guide to chargepoint – infrastructure for business users. 2017. Verkkoaineisto. Energy Saving Trust. <https://energysavingtrust.org.uk/sites/default/files/reports/6390%20EST%20A4%20Chargepoints%20guide_v10b.pdf>. Luettu 26.4.2021.
50. Suunnittelijan opas. 2018. Verkkoaineisto. Ensto. <<https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>>. Luettu 26.4.2021.
51. TATE12 ja sähköautonlatausjärjestelmät. 2019. Webinaari. Ensto. 14.3.2019 Luettu 26.4.2021.
52. ST-kortti 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2020. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 26.4.2021.
53. Carunan yleisohjeet sähköurakoitsijoille ja -suunnittelijoille. 2020. Verkkoaineisto. Caruna. <https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/carunan_yleisohjeet_sahkourakoitsijoille_ja_-suunnittelijoille_2020_web.pdf?7PkEb-nkjZq_DzicLKzk3rfhhroupovLT>. Luettu 26.4.2021.
54. Liittymismaksuhinnasto Caruna Espoo Oy. 2020. Verkkoaineisto. Caruna. <https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/liittymismaksuhinnasto_caruna_espoo_oy_1.12.2020.pdf?5_fCR6NOerEnwDFUwLf-PgPzBRWEib3yv>. Luettu 26.4.2021.

55. Käytä sähköä joustavasti. 2021. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/sahkon_kulutusjousto>. 15.1.2019. Luettu 26.4.2021.
56. Verkkopalveluhinnasto Caruna Espoo Oy. 2018. Verkkoaineisto. Caruna. <https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/verkkopalveluhinnasto_caruna_espoo_oy_1.7.2018_2021.pdf?RL07jMHI9Nq_.J0HuDRcDfSBUqd1aIYk>. 1.7.2018. Luettu 26.4.2021.
57. ST-kortti 53.14. Ohjeet perinteisten sulakkeiden valinnasta ja käytöstä, alle 1000 V:n sähköjärjestelmät. 2018. Espoo: Sähköinfo Oy
58. Tuomo Valkeapää. 2019. Laskutettavan sähköenergian mittaus. Verkkoaineisto. Tukes. <https://tukes.fi/documents/5470659/6372821/2019-03-12_Mittauslaitelaki_ja_sahkoajoneuvojen_lataus_Tuomo_Valkeapaa.pdf/ba5fb9c2-6e8e-c2fa-b858-100ae5577054/2019-03-12_Mittauslaitelaki_ja_sahkoajoneuvojen_lataus_Tuomo_Valkeapaa.pdf>. 12.3.2019. Luettu 26.4.2021.
59. Keskukset, osa 2: Mitoitus ja dokumentointi. DIGMA-oppimisympäristö. 2021. Verkkoaineisto. <<https://moodle.amk.fi/mod/book/tool/print/index.php?id=3020>>

Huhta Sähkötekniikka
Kavallinpelto 5, 02710 Espoo

Esimerkkikohteen kartoitusraportti latausratkaisuja varten

Huhta Sähkötekniikka

Sami Faraj

16.4.2021

Kohteen ja toimeksiannon yleistiedot

Kohde

Kohteen osoite:	Huhta Sähkötekniikka Kavallinpelto 3–5, 02710 Espoo Y-tunnus 1972658–1
Rakennustyyppi:	Liikerakennus, johon kuuluu toimistotilat, varasto ja myymälä
Rakennettu:	-
Huoneistot:	0 kpl
Lämmönlähde:	Suora sähkölämmitys ilmanvaihtojärjestelmässä ja seinälämmittimillä
Tontin omistus:	Oma
Energialuokka:	-
Pysäköintipaikkojen määrä:	25 kpl
Lämmityspisteiden määrä:	4 kpl
Latauspisteiden määrä:	2 kpl

Muut tiedot: -

Tilaaaja: Huhta Sähkötekniikka

Tutkimuksen tekijä: Huhta Sähkötekniikka
Kavallinpelto 5
02710 Espoo

Sami Faraj
Sähköposti: etunimi.sukunimi@huhta.fi

Kartoituspäivä: 16.4.2021

Yleiskuvaus toimeksiannosta

Yritys on tilannut sähköinfrastruktuurin kartoitustyön sähköajoneuvojen latausjärjestelmää varten. Yritys haluaa ensisijaisen tiedon siitä, mitä mahdollisuuksia nykyisellä sähköjärjestelmällä voidaan toteuttaa, sekä mitä muita vaihtoehtoja on saavutettavissa erisuuruisilla muutostöillä.

Käytössä olevat materiaalit

Caruna Oy:n toimittamat tiedot sähköliittymästä
Sähköpiirustukset vuodelta 2008–2009

Sovellettavat standardit

SFS 6000/2017 Pienjännitesähköasennukset -standardisarja tai vastaava aikaisempi painos.
SFS 5610 Kotitalouksiin ja vastaaviin käyttöihin tarkoitetut pistokytkimet

Sähkötekniset lähtötiedot

Liittymä

Jakeluverkkoyhtiö: Caruna Oy

Liittymän numero: 21118

Liittymän käyttöpaikat: Pääkeskus 69357 (Kavallinpelto 5, 02710 Espoo)

Liittymä otettu käyttöön: 3.4.2018

Nykyinen liittymisoikeus: 2x3x200 ampeeria

Nykyiset käytössä olevat liittymiskaapelit: 2 kpl AXMK 4x185mm²

Huipputeho: Liittymän mittaukseen perustuva huipputeho vuodelta 2020 on 64 kW (Caruna Oy:n mittausdata perustuu tunnin keskiarvoon)

Liittymispisteen sijainti: Nykyisen liittymän 21118 liittymispiste on tontin raja.

Uuden sähkönostoliittymän avaamisen mahdollisuus: Kyllä

Uusi liittymä sähköajoneuvojen latausjärjestelmän käyttöä varten on mahdollista myöntää samalle kiinteistölle, mikäli kohde voidaan erottaa sähköisesti nykyisestä liittymästä 21118. Uudella liittymällä tulee olla erillinen sähköpääkeskustila, ja oma liittymispiste ja kaapeli Carunan sähköjakeluverkkoon. Uuden liittymän sähkönkulutus mitataan oman, verkkoyhtiön toimittaman energiamittarin kautta. Myös uuden liittymän liittymispisteeksi tulisi tontin raja, jolloin Caruna rakennuttaa maakaapelin pään tontin rajalle asti, johon tilaaja liittyy omalla liittymiskaapelillaan. Toimitusaika Carunan mukaan olisi vähintään kaksi kuukautta.

Sähköpääkeskus

Nimi: PK

Sijainti: Sijaitsee kiinteistössä sähköpääkeskustilassa

Nimellisvirta (I_n): 630 ampeeria

Keskuksen kotelointiluokka: IP30

Liittymiskaapelit: 2 kpl AXMK 4x185mm² + 1 kpl varalla

Liittymän pääsulakkeet: 2x3x200/630 ampeeria

Pääkytkin: -

Muut tiedot: -



Kuva 31. Kiinteistön sähköpääkeskus

Muut keskus

Nimi: PK-JATKO-OSA

Sijainti: Sijaitsee kiinteistössä sähköpääkeskustilassa

Nimellisvirta (I_n): 400 ampeeria

Keskuksen kotelointiluokka: IP30

Nousukaapelit: 1 kpl AMCMK 4x185+71mm²

Noususulakkeet: 3x200/400 ampeeria

Pääkytkin: -

Muut tiedot: Keskus on lohkottu neljään osaan;

- Lohko 1: 3x160/250 ampeeria, nousukaapeli MCMK 4x70+41mm²
- Lohko 2: 3x100/250 ampeeria, nousukaapeli MMJ 5x16Smm²
- Lohko 3: 3x80/125 ampeeria, nousukaapeli MMJ 5x25Smm²
- Lohko 4: 3x80/125 ampeeria, nousukaapeli MMJ 5x25Smm²



Kuva 32. Kiinteistön pääkeskuksen lisäosa

Nykyinen pysäköintialueen sähköjärjestelmä

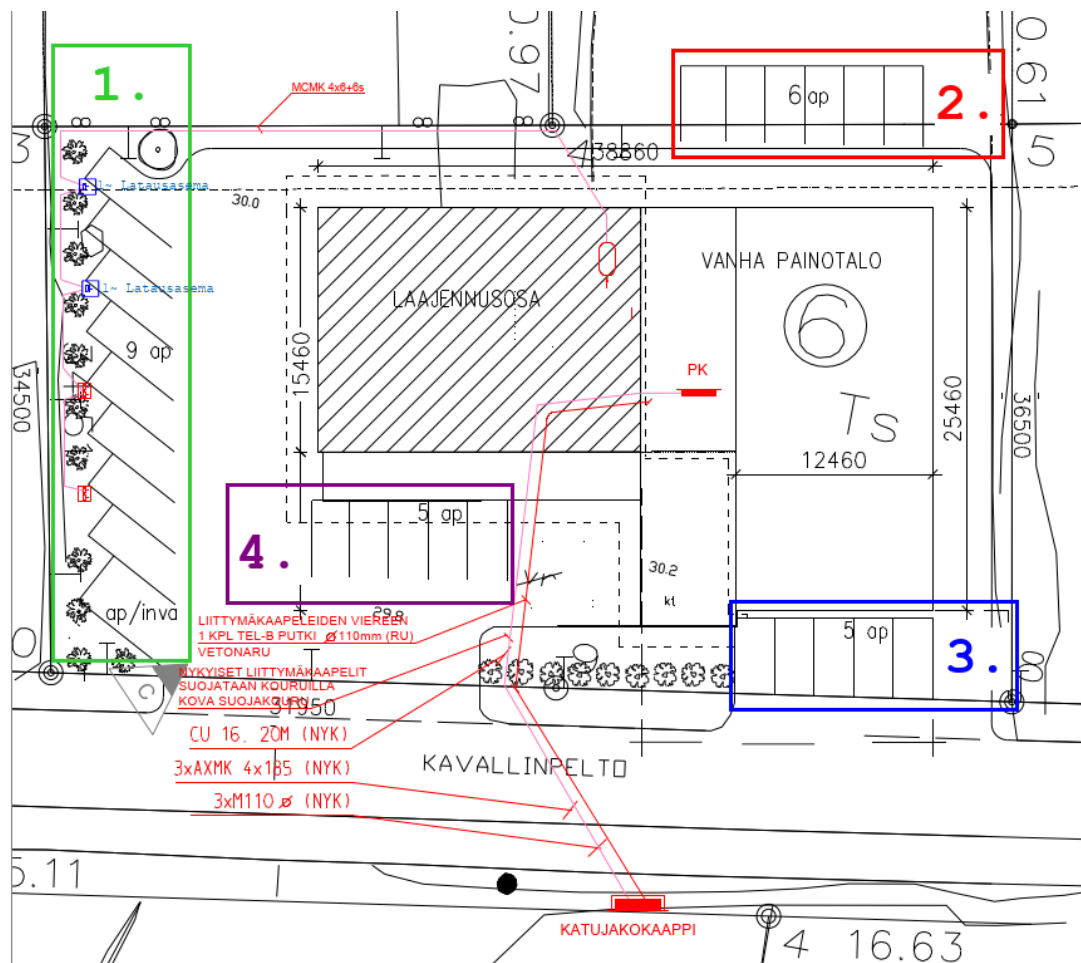
Pysäköinti-ryhmitys	Pysäköinti-paikkojen määrä	Ryhmää syöttävä kaapeli	Ryhmää suojaava sulake	Ryhmä numero	Syöttävä keskus
AP 1-8	8 kpl	MCMK 4x6+6S	3x25A gG-tulppasulake	52	PK-JATKO-OSA

Taulukko 4. Pysäköintialueen sähköjärjestelmä jakautuu taulukon mukaisesti

Kaapelien ylikuormitussuojien nimellisvirtojen perusteella määräytyy pysäköintialueen sähköpisteiden suurin sallittu kuormitusteho.

Pysäköintialueen sähköpisteiden kokonaisteho ryhmässä 52 voi olla enintään 17,3 kW. Ryhmää syöttävän pääkeskusosan nimellisvirta on 400 ampeeria ja etuvarokkeet ovat kokoa 160/400 ampeeria, joka vastaa teholtaan 110,9 kW.

Pysäköintialueen lämmityskoteloiden pistorasiat ovat tavallisia SFS 5610 -mukaisia kotitalouspistorasioita. Kotitalouspistorasioiden pidempiaikaiseksi kuormitusvirraksi suositellaan enintään 8 ampeeria.



Kuva 33. Piirustukseen on merkitty kiinteistön pysäköintialueet numeroilla 1-4.

Pysäköintialueessa 1. on autopaikkoja 9 kpl, joista lämmitettyjä paikkoja on 4 kpl ja latauspaikkoja 2 kpl. Pääsääntöisesti pysäköintialue on tarkoitettu henkilökunnan

käyttöön, mutta yrityksen sähkökäyttöinen pakettiauto latautuu tällä hetkellä yhdellä latauspaikoista.

Pysäköintialueessa 2. on autopaikkoja 6 kpl ja on pääsääntöisesti tarkoitettu henkilökunnan käyttöön yrityksen toiminta-aikana sekä sen ajan ulkopuolella yrityksen pakettiautoille.

Pysäköintialueessa 3. on autopaikkoja 5 kpl ja on pääsääntöisesti tarkoitettu yrityksen pakettiautoille.

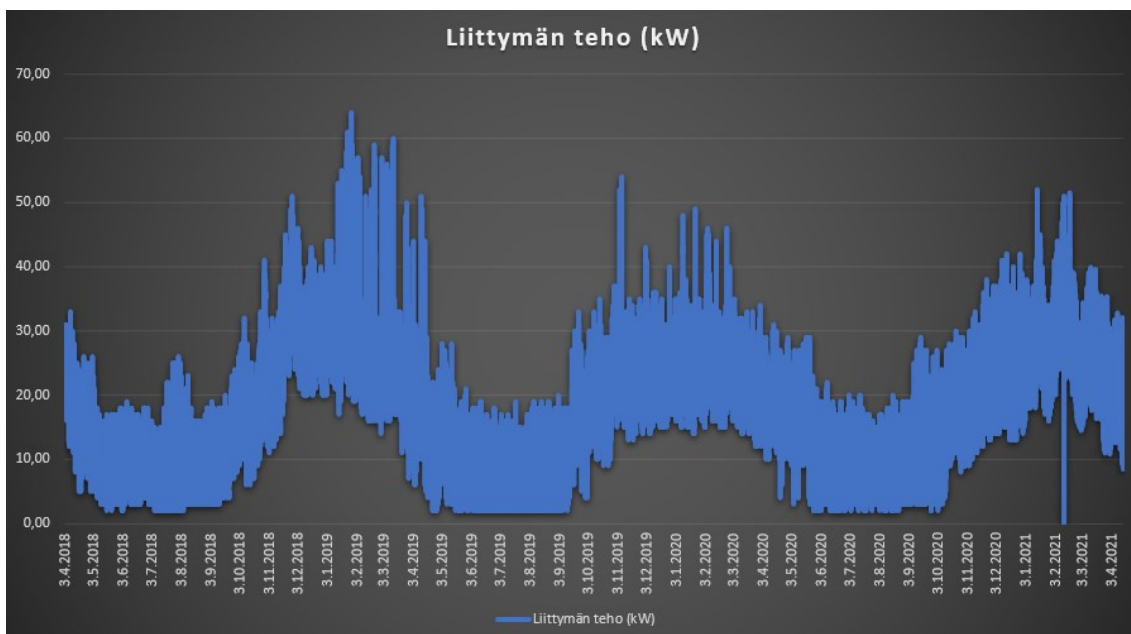
Pysäköintialueessa 4. on autopaikkoja 5 kpl ja on pääsääntöisesti tarkoitettu asiakkaiden käyttöön.

Huipputehot

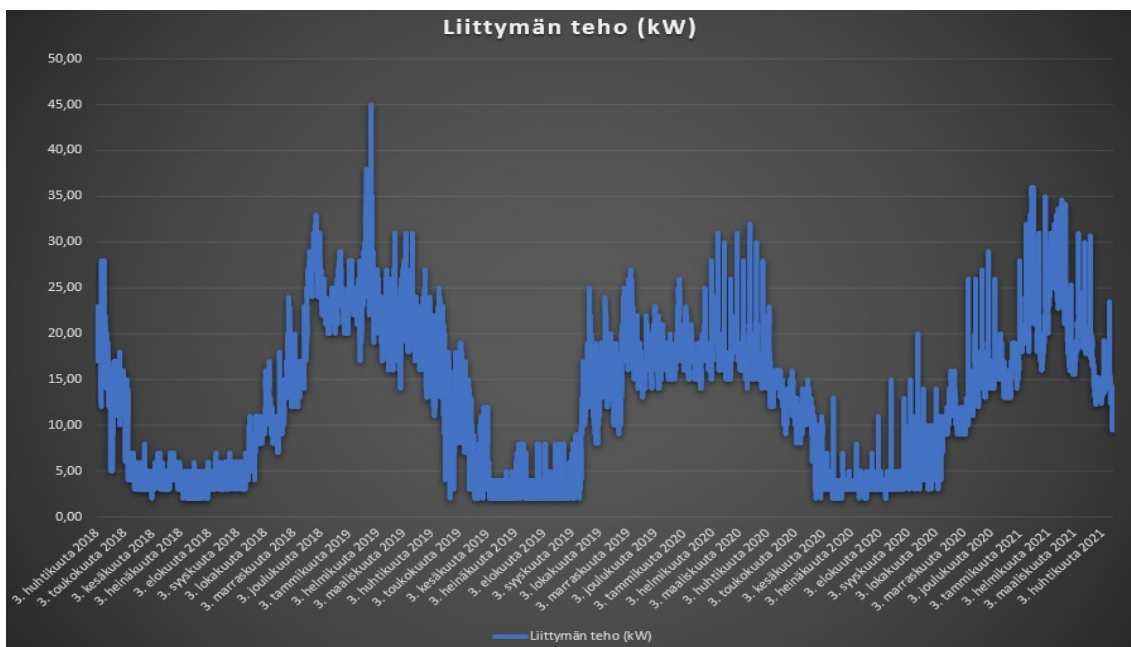
Autonlämmityspisteitä syöttävän keskuksen lohkoista ei ollut tarjolla eriteltyjä kulutuslukuja verkkoyhtiön mittarin puuttumisen vuoksi.

Koko liittymän Caruna Oy:ltä saatujen kulutuslukemien perusteella tunnin keskimääräiset huipputehoarvot koko sopimuskauden ajanjaksolla 3.4.2018-16.4.2021 sähköpääkeskuksessa PK ovat vaihdelleet 0,00–64,0 kW välillä. Huipputeho 64 kW on mitattu 28.1.2019. Mahdolliseksi huipputehopiikki arvioidaan olevan 96 kW, kun asetetaan varmuuskertoimeksi 1,5.

Pääkeskuksen liittymissulakkeet ovat 2x3x200 ampeeria ja sallivat silloin 277,1 kW kuormituksen. Kun tästä vähennetään mahdolliseksi huipputehopiikiksi oletettu arvo, saadaan oletetuksi kapasiteetiksi 181,1 kW, joka on muutettuna kolmivaiheiseksi virraksi 3x261,4 ampeeria.



Kuva 34. Liittymän huipputehot tunnin keskiarvoilla 3 vuoden ajanjaksoa tarkasteltuna klo 00:00-23:00 välisenä aikana. Tällöin huipputeho oli 64 kW tammikuussa 2019.



Kuva 35. Liittymän huipputehot tunnin keskiarvoilla 3 vuoden ajanjaksoa tarkasteltuna klo 20:00-05:00 välisenä aikana. Tällöin huipputeho oli 45 kW tammikuussa 2019.

Latausjärjestelmän käyttäjän tarpeet sähköajoneuvojen lataamiselle

Latausjärjestelmän käyttäjinä kohteessa toimii

- Sähköasentajien sähköpakettiautot
- Henkilökunnan omat sähköajoneuvot
- Asiakkaiden omat sähköajoneuvot

Sähköasentajien pakettiautot

Sähköasentajien pakettiautoja tulisi käyttöön 6 kpl. Käyttäjistä sähköasentajien sähköpakettiautojen on voitava ajaa 250 km yhdellä latauskerralla, jonka enimmäispituus on 15 tuntia kello 16:00-07:00 välillä.

$$P_{lataus1} = \frac{250 \text{ km} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times 6 \text{ autoa}}{14 \text{ h}}$$

$$P_{lataus1} = 21,43 \text{ kW}$$

Tällöin yhden pakettiauton päivän aikana tarvittavan toimintasäteen saadaan ladattua 3,57 kW latausteholla. Tällöin hidaslataustapa riittäisi sähköpakettiautojen lataamiseen, mutta nopeammalla peruslataustavalla voitaisiin saada turvallisempi latausaika taattua käyttäjille.

Henkilökunnan omat sähköajoneuvot

Henkilökunnan omia sähköajoneuvoja tulisi käyttöön 12 kpl.

Käyttäjistä keskiarvallisesti työmatkan pituus henkilökunnalla on 50 km, joka on voitava ladata yhdellä latauskerralla, jonka enimmäispituus on 8 tuntia kello 07:00-15:00 välillä.

$$P_{lataus2} = \frac{50 \text{ km} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times 12 \text{ autoa}}{8 \text{ h}}$$

$$P_{lataus2} = 15 \text{ kW}$$

Tällöin yhden henkilökunnan sähköajoneuvoon saadaan työpäivän aikana ladattua tarvittava toimintamatra työmatkaa varten 1,25 kW latausteholla. Tällöin hidaslataustapa riittäisi henkilökunnan ajoneuvojen lataustarpeeseen.

Asiakkaiden omat sähköajoneuvot

Asiakkaiden sähköajoneuvojen lataaminen tapahtuu veloitusperusteisesti tai ilmaiseksi. Veloitusperusteisessa latauksessa olisi hyvä toimittaa latauskäyttöön mahdollisimman suuri latausteho, jotta yhdellä latauskerralla ehditään saada myytyä mahdollisimman paljon sähköenergiaa asiakkaalle. Tässä tilanteessa tehollataustapa olisi paras latauspistetyyppi. Ilmaiseissa latauksissa ei välttämättä kannata satsata asiakkaan sähköajoneuvon lataamiseen yhtä paljon tehokapasiteettia kuin veloitusperusteisessa, mutta tarpeeksi saamaan asiakkaan tulemaan takaisin asioimaan liikekiinteistössä. Tällöin peruslataustapa olisi soveltuva ratkaisu.

$$P_{lataus3} = \frac{15 \text{ km} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times 5 \text{ autoa}}{0,5 \text{ h}}$$

$$P_{lataus3} = 30 \text{ kW}$$

Tässä peruslataustavalla voitaisiin saada puolessa tunnissa ladattua 15 km toimintasädetä asiakkaalle

Teholataustavalla voitaisiin saada tunnissa jopa 500 km ladattua toiminta sädetä sähköajoneuvoihin.

$$P_{lataus4} = \frac{500 \text{ km} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times 1 \text{ autoa}}{1 \text{ h}}$$

$$P_{lataus4} = 100 \text{ kW}$$

Yhteensä latausjärjestelmä tarvitsisi sähkökapasiteettia kiinteistölle:

$$P_{lataus1} 21,43 \text{ kW} + P_{lataus2} 15 \text{ kW} + P_{lataus3} 30 \text{ kW} + P_{lataus4} 100 \text{ kW} \\ = 166,43 \text{ kW}$$

Sähköliitymässä on kapasiteettia varmuuskertoimella kerrotun sähköverkkoyhtiöltä saadun huipputehon tunnin keskiarvon mukaa 181,1 kW. Latausratkaisut on silloin mahdollista toteuttaa nykyisellä sähköliitymällä.

Mikäli latausratkaisuissa on käytössä dynaamista kuormanhallintaa, on latausratkaisuiden toteuttaminen helppoa ja jopa suositeltavaa muiden latausratkaisuiden yhteydessä.

Latausratkaisu 1: Pysäköintialueen 1. autonlämmityspaikat muutetaan lataustavan 2. hidaslatauspisteiksi operaattorin avulla käyttäen kevyttä kuormanhallintaa

Yleiskuvaus latausratkaisusta (tavoite)

- Latauspisteiden määrä yhteensä: 6 kpl
- Latauspisteiden määrä pysäköintialueilla
 - Pysäköintialue 1:
 - Lataustavan 2 latauspisteitä: 4 kpl (latauspisteisiin jätetty myös autonlämmitysmahdollisuus)
 - Lataustavan 3 latauspisteitä: 4 kpl
- Saavutettava latausteho per latauspiste:
 - Lataustavan 2 latauspisteissä min.-max. (kW/kpl): 1,4375–3,68 kW
 - Lataustavan 3 latauspisteissä (kW/kpl): 5,75 kW
- Yhteensä tarvittava tehokapasiteetti: 17,30 kW

Sähköinen mitoitus

- Liittymältä saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskukselta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskuksen lisäosasta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - Ryhmä 10: 3x200/400A, 4x150+70mm² MCMK
 - 3x200A -> 138,40 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskuksen lisäosan RK1, lohko 1 saatava teoreettinen max. teho nykyisillä noususulakkeilla
 - Ryhmä 18: 3x160/250A, 4x70+41mm² MCMK
 - 3x160A -> 110,72 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Autolatauspisteille hyödynnettävien autolämmityslähtöjen teoreettinen max. teho/lähtö
 - Ryhmä 52: Sulakkeet 3x25/63A, 4x6+6mm² MCMK (6kpl autopaikkoja)
 - 3x25A -> 17,30 kW -> riittää halutulle latauskapasiteetille.

Latauspisteet

- Lataustavan 3 latausasemat rajoitetaan 25 ampeerin latausvirtaan.
- Autolatausasemat 2 kpl 2-osaisia asennetaan autopaikoille autolämmityspisteiden tilalle.
- Lataustehoa

- Hidaslatauspisteestä saadaan näin 1,4375 kW yhtäaikaikäytössä
- Peruslatauspisteestä saadaan näin 5,75 kW yhtäaikaikäytössä

Latauslaitteet

- Hidaslatauslaitteessa on 10 ampeerin johdonsuojasulake/latauspiste rajoittamassa latausvirtaa sähköauton lataukseen sekä lämmittämiseen schuko-pistorasioista
 - Latauslaitteiden taustajärjestelmän palveluntarjoaja rajoittaa latauspisteiden yhtäaikaisen latausvirran 25 ampeeriin.

Asennustyöt

- Autolatausasemat 2 kpl 2-osaisia asennetaan autopaikoille autolämmityskoteloiden tilalle.
- Modeemin asennus latausaseman selkään kiinni.
- Operointipalvelun käyttöönotto ja ohjelmointi
- Kytkenämuutokset, jossa 2 kpl peruslatausasemia kytketään omille vaihejohtimille ja 2 kpl hidaslatausasemia sarjaan kolmannelle vaihejohtimelle.

Investointi

- Latausasemat 2 kpl ja niiden asennustyöt
- Tietoliikenneyhteyden muodostaminen esimerkiksi langattomalla modeemilla
- Käyttöönotto ja ohjelmointi
- Kytkenämuutokset
- Latausoperaattorin operointikustannukset

Yhteenveto

Nykyisten latausasemien antama latausteho pystytään rajoittamaan latauslaitteessa DIP-kytkimien avulla vastaamaan kaapelin ja etusulakkeiden asettamaa sähkökapasiteettirajoitusta.

Latausratkaisu 1:ssä latausjärjestelmän rakentamisesta koituvat kustannukset ovat matalimmat mahdolliset. Tällöin kiinteistössä voidaan tarjota lisää latauspisteitä esimerkiksi henkilökunnan käyttöön. Latausasemat asennetaan jo olemassa olevaan kaapelointiin. Sähköjärjestelmään ei tarvitse tehdä sähkökeskuksessa tai kaapeloinnissa muita muutostöitä.

Latausjärjestelmään otetaan käyttöön latausoperaattori, jotta voidaan rajoittaa lataus-
asemien käytössä oleva sähkökapasiteetti latausta varten, ettei yhtäaikaisen lataamisen
vuoksi tapahdu ylikuormitustilannetta.

Latausasemia operoiva operaattori voi tarjota laskutuspalvelua, jossa latausasemasta
lataavalta henkilöltä voidaan laskuttaa ladatusta sähköstä kiinteistön määritelmää säh-
kön hintaa. Käyttäjältä veloitetut ladatun sähkön kustannukset tilitetään kiinteistön tilille.

Latausratkaisu 2: Pysäköintialueen 1. autopaikat muutetaan la- taustavan 3. peruslatauspisteiksi kevyellä kuormanhallinnalla

Yleiskuvaus latausratkaisusta (tavoite)

- Latauspisteiden määrä yhteensä: 8 kpl
- Latauspisteiden määrä pysäköintialueilla
 - Pysäköintialue 1:
 - Lataustavan 3 latauspisteitä: 8 kpl
- Saavutettava latausteho per latauspiste:
 - Lataustavan 3 latauspisteissä min.-max. (kW/kpl): 2,1625–17,30 kW
- Yhteensä tarvittava tehokapasiteetti: 17,30 kW

Sähköinen mitoitus

- Liittymältä saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskukselta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskuksen lisäosasta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulak-
keilla
 - Ryhmä 10: 3x200/400A, 4x150+70mm² MCMK
 - 3x200A -> 138,40 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskuksen lisäosan RK1, lohkoista 1 saatava teoreettinen max. teho nykyi-
sillä noususulakkeilla
 - Ryhmä 18: 3x160/250A, 4x70+41mm² MCMK
 - 3x160A -> 110,72 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Autolatauspisteille hyödynnettävien autolämmityslähtöjen teoreettinen max.

teho/lähtö

- Ryhmä 52: Sulakkeet 3x25/63A, 4x6+6mm² MCMK (6kpl autopaikkoja)
 - 3x25A -> 17,30 kW -> riittää halutulle latauskapasiteetille.

Latauspisteet

- Lataustavan 3 latausasemat asennetaan nykyiseen kaapelointiin
- Autolatausasemat 4 kpl 2-osaisia asennetaan kaikkien 1-osaisien latausasemien ja autonlämmityskoteloiden tilalle.
- Lataustehoa peruslatauspisteestä saadaan näin 2,1625 kW yhtäaikaikäytössä

Latauslaitteet

- Latausasemat ovat latausoperaattorin ohjaamia 3-vaiheisia latausasemia. Latausasemien kuormanhallinta toteutetaan rajoittamalla operaattorin toimesta taustapalvelussa yhteinen käytössä oleva kapasiteetti nykyisen sähkökapasiteetin mukaisesti, jossa rajoittavana tekijänä on syöttökaapeli. Syöttökaapeli mahdollistaa enintään 3x25 ampeerin tulppasulakkeiden käytön ylivirtasuojana.

Asennustyöt

- Autolatausasemat 4 kpl 2-osaisia asennetaan autopaikoille 1-osaisten latausasemien ja autonlämmityskoteloiden tilalle.
- Operointipalvelun käyttöönotto ja ohjelmointi
- Kytkenämuutokset, jossa 4 kpl peruslatausasemia kytketään 3-vaiheisesti sarjaan kaikille vaihejohtimelle.

Investointi

- Latausasemat 2 kpl ja niiden asennustyöt
- Operaattorin käyttöönotto esimerkiksi latausasemaan asennettavalla SIM-kortilla
- Käyttöönotto ja ohjelmointi
- Kytkenämuutokset
- Betonijalustojen ja pylväiden tukeminen
- Latausoperaattorin operointikustannukset

Yhteenveto

Latausratkaisu 2:ssa latausjärjestelmän tarjoamaa latauskapasiteettia kasvatetaan mahdollisimman pienillä rakennuskustannuksilla. Latausratkaisussa ei tarvitse tehdä muutostöitä nykyiseen kaapelointiin tai keskukseen. Nykyiseen kaapelointiin asennetaan nykyisten autonlämmityskoteloiden ja latausasemien tilalle uudet latausasemat, joita operoi latausoperaattori.

Latausoperaattori asettaa latausjärjestelmään suurimman kuormituskapasiteetin ja latausjärjestelmän pilvipalvelussa tapahtuva dynaaminen kuormanhallinta jakaa älykkäästi käytössä olevan sähkökapasiteetin lataajien kesken. Sähkökapasiteetin rajoittavana tekijänä on syöttökaapeli, jota suojaavat sen etusulakkeet keskuksessa. Koska keskuksessa kyseiseen ryhmään ei ole asennettu vikavirtasuojauksia, on latausasemista löydyttävä vaadittava vikavirtasuojaus.

Latausasemia operoiva operaattori voi tarjota laskutuspalvelua, jossa latausasemasta lataavalta henkilöltä voidaan laskuttaa ladatusta sähköstä kiinteistön määritelmää sähkön hintaa. Käyttäjältä veloitettu ladatun sähköksen kustannukset tilitetään kiinteistön tilille.

Koska latausasemista löytyy paljon tekniikkaa, kuten esimerkiksi dynaamista kuormanhallintaa varten olevat komponentit ja kaikki tarvittavat suojaukset kahdelle autopaikalle kerrallaan, voi olla tarpeen tukea latausasemien pylväitä ja betonijalustoja.

Latausratkaisussa asennettaviin laitteisiin on sisällyttävä latauspistekohtaiset vikavirtasuojauslaitteet. Nähtävillä olevia energiamittareita ei tarvita, koska kyseisessä järjestelmässä on käytössä taustajärjestelmä, josta pystytään etänä lukemaan esimerkiksi mobiiliapplikaatiolla ladatun sähköksen määrä.

Latausratkaisu 3: Pysäköintialueen 3. autopaikat muutetaan lataustavan 2. hidaslatauspisteiksi ilman kuormanhallintaa

Yleiskuvaus latausratkaisusta (tavoite)

- Latauspisteiden määrä yhteensä: 5 kpl
- Latauspisteiden määrä pysäköintialueilla
 - Pysäköintialue 3:
 - Lataustavan 2 latauspisteitä: 5 kpl
- Saavutettava latausteho per latauspiste:
 - Lataustavan 2 latauspisteissä (kW/kpl): 3,68 kW
- Yhteensä tarvittava tehokapasiteetti: 18,40 kW

Sähköinen mitoitus

- Liittymältä saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskukselta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskuksen lisäosasta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - Ryhmä 10: 3x200/400A, 4x150+70mm² MCMK
 - 3x200A -> 138,40 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskuksen lisäosan RK1, lohkoa 1 saatava teoreettinen max. teho nykyisillä noususulakkeilla
 - Ryhmä 18: 3x160/250A, 4x70+41mm² MCMK
 - 3x160A -> 110,72 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Autolatauspisteille hyödynnettävä uusi vapaa tulppasulakelähtö, jonka teoreettinen max. teho/lähtö
 - Ryhmä 53: Sulakkeet 3x35/63A, 4x10+10mm² MCMK (6kpl autopaikkoja)
 - 3x35A -> 24,22 kW -> riittää halutulle latauskapasiteetille.

Latauspisteet

- Lataustavan 2 latausasemat asennetaan uuteen kaapelointiin
- Autolatausasemat 3 kpl 2-osaisia asennetaan uuteen kaapelointiin, joka kytetään vapaaseen tulppasulakelähtöön.
- Lataustehoa peruslatauspisteestä saadaan näin 3,68 kW yhtäaikaikäkäytössä
 - Kuormanhallinnalle ja taustajärjestelmälle ei ole tarvetta

Latauslaitteet

- Latausasemat eivät ole latausoperaattorin ohjaamia. Latausasemille ei ole

tarvetta toteuttaa kuormanhallintaa. Latausasemien schuko-pistorasiat oltava valmistettu jatkuvaa 16 ampeerin virtaa kestävästä muoviseoksesta.

Asennustyöt

- 3 kpl 2-osaisia super-schukollisia latausasemia asennetaan autopaikoille.
- Kaapelointi latausasemille
- Johtoreitin rakentaminen
- Kaapelin kytkentä keskukseseen vapaaseen lähtöön

Investointi

- Latausasemat 3 kpl ja niiden asennustyöt
- Johtoreitin ja kaapeloinnin rakennustyöt
- Keskusmuutostyöt

Yhteenveto

Latausratkaisu 3:ssa on katsottu lisättävien latausasemien olevan paikassa, johon uuden ryhmän tuominen on mahdollisimman kustannustehokasta. Uusien latauspisteiden sijainti syöttävään keskukseseen on lyhyimmän kaapelointimatkan päässä. Tällöin ei ole tarvetta tehdä maarakennustöitä. Latausasemat asennetaan seinäasenteisina ja kaapelointi toteutetaan pintakaapelointina. Lisäksi latausasemat, jotka sisältävät lataustavan 2 hidaslatauspisteitä, ovat hankinta kustannuksiltaan halvempia kuin lataustavan 3 latausasemat. Latausratkaisu 3 pystytään myös toteuttamaan lataustavan 3 peruslatauslaitteilla, jolloin sen tarjoaman latauspistokkeen avulla useamman eri autovalmistajan sähköajoneuvo voi ladata suuremmalla latausteholla.

Latausratkaisussa asennettaviin laitteisiin on sisällyttävä latauspistekohtaiset vikavirtasuojauslaitteet ja nähtävillä olevat energiamittarit, koska kyseisessä järjestelmässä ei ole käytössä taustajärjestelmää, josta pystyttäisiin etänä lukemaan esimerkiksi mobiiliapplikaatiolla ladatun sähkön määrä.

Latausratkaisu 4: Pysäköintialueen 2. ja 3. autopaikat muutetaan lataustavan 3. peruslatauspisteiksi dynaamisella kuormanhallinnalla

Yleiskuvaus latausratkaisusta (tavoite)

- Latauspisteiden määrä yhteensä: 11 kpl
- Latauspisteiden määrä pysäköintialueilla
 - Pysäköintialue 2: Lataustavan 3 latauspisteitä: 6 kpl
 - Pysäköintialue 3: Lataustavan 3 latauspisteitä: 5 kpl
- Saavutettava latausteho per latauspiste:
 - Lataustavan 3 latauspisteissä min. – max. (kW/kpl): 7,40–22,08 kW
- Yhteensä tarvittava tehokapasiteetti: 81,40 kW

Sähköinen mitoitus

- Liittymältä saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskukselta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskuksen varalähtö otetaan käyttöön uutta latauskeskusta varten, josta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - Ryhmä 13: 3x160/250A, 4x70+41mm² MCMK
 - 3x160A -> 110,72 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Uudesta latauskeskuksesta RK-LK saatava teoreettinen max. teho nykyisillä noususulakkeilla
 - Ryhmä 1: 3x125/250A, 4x70+41mm² MCMK
 - 3x125A -> 86,50 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Autolatauspisteille rakennettavien ylivirtasuojien teoreettinen max. teho/lähtö
 - Ryhmät 1-11: Sulakkeet 3x32A, 4x10+10mm² MCMK (11kpl autopaikkoja) -> riittää halutulle latauskapasiteetille.
 - 3x32A -> n. 22,08 kW -> riittää halutulle latauskapasiteetille.

Latauspisteet

- Dynaamista kuormanhallintaa hyödyntävät autolatausasemat 5kpl 2-osaisia ja 1kpl 1-osaisia asennetaan autopaikoille.
- Lataustehoa per latauspiste saadaan näin:
 - n. 7,86 kW, kun 11/11 autoa latauksessa samaan aikaan
 - n. 9,61 kW, kun 9/11 autoa latauksessa samaan aikaan
 - n. 12,35 kW, kun 7/11 autoa latauksessa samaan aikaan
 - n. 17,30 kW, kun 5/11 autoa latauksessa samaan aikaan

- n. 22,08 kW, kun 3/11 autoa latauksessa samaan aikaan

Latauslaitteet

- Latausasemiksi valitaan dynaamista kuormanhallintaa hyödyntävät 3-vaiheiset 22 kW lataustavan 3 laitteet. Latausasemista ensimmäinen varustetaan niin sanotuksi master-asemaksi ja loput slave-asemiksi.

Muut asennustyöt

- Pääkeskuksen vapaan varalähdön käyttöön ottaminen
- Nousukaapelin rakentaminen latauskeskukselle
- Latauskeskuksen asennustyöt
- Latauskeskukseen kaikille latausasemille vikavirtasuojien asentaminen tarvittaessa, mikäli latausasemista se puuttuu
- Dynaamisen kuormanhallinnan mittareiden asentaminen latauskeskukseen
 - Kuormanhallintakomponentit mittaavat epäsuorasti virtamuuntajilla latauskeskuksen nousukaapelin kuormaa ja jakavat kapasiteetin latausasemien kesken
 - Virtamuuntajien asennus keskukseen
- Uuden kaapeloinnin ja johtoreitin rakentaminen latausasemille pysäköintialue 3:seen
 - 5 kpl 4x10+10mm² MCMK ja väyläkaapelointi kiertämään latausasemat
- Uuden kaapeloinnin ja johtoreitin rakentaminen latausasemille pysäköintialue 2:seen
 - 6 kpl 4x10+10mm² MCMK ja väyläkaapelointi kiertämään latausasemat
- Uusien asemien maajalustojen ja pylväiden asennus pysäköintialue 2:seen
- Latausasemien asennus pysäköintialue 2:sen pylväisiin
- Latausasemien asennus pysäköintialue 3:sen seinään

Investointi

- Keskusmuutostyöt pääkeskukseen
- Nousujohdon rakentaminen
- Latauskeskus ja sen asennustyöt
- Dynaamisen kuormanhallinnan komponenttien asennus keskukseen
- Maarakennustyöt
- Maajalustojen ja pylväiden asennustyöt 3 kpl
- Latausasemien 6 kpl asennustyöt
- Uusi kaapelointi kaikille latausasemille latauskeskuksesta 11 kpl 4x10+10mm² MCMK ja väyläkaapelointi kiertämään latausasemat
- Johtoreittien rakentaminen

Yhteenveto

Latausratkaisu 4:ssä pyritään hyödyntämään kiinteistön tehokapasiteettia lataamiseen dynaamisella kuormanhallinnalla. Tällöin on suositeltavaa erottaa latausjärjestelmä

erilleen muusta sähköjärjestelmästä rakennuttamalla latauskeskus. Latauskeskukseen lisätään latausasemille lähdöt ja suojaukset, sekä kuormanhallintakomponentit. Kuormanhallinta mittaisi näin koko sähköliittymän kapasiteettia, kun virtamuuntajat asennetaan liittymiskaapeleihin. Tällöin ei kiinteistöllä ole tarvetta operaattorille, vaan kuormanhallinta voidaan toteuttaa paikallisesti. Taustajärjestelmää varten tulee ottaa käyttöön latauspalveluntarjoajalta hallintapaneeli, josta voidaan seurata reaaliajassa latausjärjestelmän energian kulutusta, esimerkiksi käyttäjäkohtaisesti RFID-lukijoiden avulla.

Latausratkaisu 5: Pysäköintialueen 4. autopaikoille asennetaan lataustavan 4. teholatauspiste toimimaan operaattorilla

Yleiskuvaus latausratkaisusta (tavoite)

- Latauspisteiden määrä yhteensä: 1 kpl
- Latauspisteiden määrä pysäköintialueilla
 - Pysäköintialue 4:
 - Lataustavan 4 latauspisteitä: 1 kpl
- Saavutettava latausteho per latauspiste:
 - Lataustavan 4 latauspisteessä (kW/kpl): 100 kW
- Yhteensä tarvittava tehokapasiteetti: 100 kW

Sähköinen mitoitus

- Liittymältä saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskukselta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - 2x3x200A -> 276,80 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Pääkeskuksen varalähtö otetaan käyttöön uutta latauskeskusta varten, josta saatava teoreettinen max. teho nykyisillä pääsulakkeilla
 - Ryhmä 16: 3x250/250A, 4x150+70mm² MCMK
 - 3x250A -> 173 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Uudesta latauskeskuksesta RK-LK saatava teoreettinen max. teho nykyisillä noususulakkeilla
 - Ryhmä 1: 3x200/250A, 2x4x70+41mm² MCMK
 - 3x200A -> 86,50 kW – riittää halutulle latauskapasiteetille.
- Autolatauspisteille rakennettavien ylivirtasuojien teoreettinen max. teho/lähtö

- Ryhmä 1: Sulakkeet 3x160A, 4x70+41mm² MCMK (1kpl autopaikkoja) -> riittää halutulle latauskapasiteetille.
 - 3x160A -> n. 110,72 kW -> riittää halutulle latauskapasiteetille.

Latauspisteet

- Dynaamista kuormanhallintaa hyödyntävä teholatausasema asennetaan auto-paikoille. Latausasema voi olla 1 tai 2 osainen. 1-osaisen latausaseman lataus-teho voi olla esimerkiksi 100 kW. 2-osaisen latausaseman latausteho voi olla 50 kW/latauspiste.

Latauslaitteet

- Teholatausasemaksi valitaan dynaamista kuormanhallintaa hyödyntävä lataus-tavan 4 laite. Laitteella on oltava OCPP-protokolla mahdollistamaan latausope-raattorin käyttöönoton järjestelmään.

Muut asennustyöt

- Pääkeskuksen vapaan varalähdön käyttöön ottaminen
- Nousukaapelin rakentaminen latauskeskukselle
- Latauskeskuksen asennustyöt
- Latauskeskukseen teholatausasemalle vikavirtasuojan asentaminen tarvitta-essa, mikäli latausasemasta se puuttuu
- Dynaamisen kuormanhallinnan mittareiden asentaminen pääkeskukseen
 - Kuormanhallintakomponentit mittaavat epäsuorasti virtamuuntajilla pää-keskuksen liittymiskaapeleiden kuormaa ja jakavat kapasiteetin lataus-pisteiden kesken
 - Virtamuuntajien asennus keskukseen
- Uuden kaapeloinnin ja johtoreitin rakentaminen latausasemalle pysäköintialue 4:seen
 - 1 kpl 4x70+41mm² MCMK ja väyläkaapelointi kiertämään latausasemat
- Uuden aseman maajalustan valaminen pysäköintialue 4:seen
- Latausasemien asennus pysäköintialue 4:sen pylväisiin

Investointi

- Keskusmuutostyöt pääkeskukseen
- Nousujohdon rakentaminen
- Latauskeskus ja sen asennustyöt
- Dynaamisen kuormanhallinnan komponenttien asennus keskukseen
- Maarakennustyöt
- Maajalustan valaminen maahan
- Teholatausaseman asennustyöt
- Uuden kaapeloinnin ja johtoreitin rakentaminen latausasemalle pysäköintialue 4:seen

Yhteenveto

Latausratkaisu 5:ssa kiinteistölle tulee käyttöön teholatausasema. Teholatausasema mahdollistaisi asiakkaiden, yrityksen kaluston ja henkilökunnan sähköajoneuvojen lataamisen todella nopeasti. Asiakkaiden lataamaan sähköenergiaan voitaisiin lisätä yritykseltä kate, jolloin latausjärjestelmä alkaisi maksamaan itseään takaisin.

Yritys voisi myös halutessaan avata uuden liittymän vain teholatausasemaa varten. Tällöin avattavan liittymän koko voisi olla esimerkiksi 3x160 ampeeria. Tällöin uuden liittymän liittymismaksu vyöhykkeellä 1 olisi 9670,00 €.

Teholatausasemien julkiseen käyttöön on myönnetty aikaisempina vuosina TEM:in tukea julkiselle liikenteelle. Tarjouskilpailuttamalla hanke on mahdollista saada tukea sen kustannuksiin. Teholatausaseman kanssa olisi toiminnassa dynaaminen kuormanhallinta, jotta kiinteistön sähkökapasiteetti saataisiin hyödynnettyä mahdollisimman tehokkaasti.