



Patrik Kirjonen

Kuormanhallinta sähköajoneuvon latauksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

24.01.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Patrik Kirjonen
Otsikko: Kuormanhallinta sähköajoneuvon latauksessa
Sivumäärä: 45 sivua + 4 liitettä
Aika: 24.01.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat: Lehtori Jukka Karppinen
Dipl.ins. Teemu Saareks

Opinnäytetyö toteutettiin Ramboll Finland Oy:lle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä sähköautojen latausjärjestelmiin, latauslaitteiden teknisiin tietoihin ja tiedonsiirtoon sekä kuormanhallinnan toteutusmenetelmiin. Tavoitteena oli koota kattava tietopaketti ja ohjeistus kuormanhallinnan suunnittelua varten. Lisäksi työssä tutkittiin kuormanhallinnan laitteiden yhteensopivuutta eri valmistajien välillä.

Opinnäytetyössä tutustuttiin sähköajoneuvojen toimintaan ja toimintojen välisiin eroihin. Työssä myös käytiin läpi erilaiset lataustavat ja latauspistokkeet sekä muutaman kansainvälisen valmistajan latauslaitteita. Työssä kerrotaan myös latauspisteitä koskevista standardeista, määräyksistä ja suosituksista. Loppuvaiheessa työssä pureuduttiin kuormanhallinnan perusteisiin ja sen tiedonsiirtoon sekä toteutusmalleihin valmistajien välillä. Työn pohjatietona käytettiin verkkojulkaisuja sekä kirjallisuutta. Osa tiedoista kerättiin myös eri laitevalmistajien antamista haastatteluista.

Opinnäytetyön lopputuloksena koostui kattava kokonaisuus latauslaitteista sekä kuormanhallinnan toiminnasta ja toteutusmenetelmistä. Merkittävimpiä asioita tuloksien kannalta olivat latauslaitteiden tekniset tiedot sekä kuormanhallintatavat ja tiedonsiirtomahdollisuudet. Työtä tehtäessä huomattiin, että kuormanhallintaa suunniteltaessa tulee perehtyä tarkasti latauslaitteiden teknisiin yksityiskohtiin. Myös latauslaitteiden toimittaja on tärkeää päättää suunnittelun alkuvaiheessa. Tällä hetkellä latausjärjestelmiin ei voida kytkeä muiden valmistajien latauslaitteita käyttöliittymien eri protokollien takia. Työ on hyödyllinen työkalu yritykselle latausjärjestelmän kuormanhallinnan suunnittelun avuksi.

Avainsanat: sähköauto, kuormanhallinta, sähköajoneuvojen latausjärjestelmä, latauspisteet, älykäs lataus

Abstract

Author: Patrik Kirjonen
Title: Energy Management in Charging System for Electric Vehicles
Number of Pages: 45 pages + 4 appendices
Date: 24 January 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Degree Program in Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Electrical Power Engineering
Supervisors: Jukka Karppinen, Senior Lecturer
Teemu Saareks, M.Sc (Tech.)

The thesis work was carried out for Ramboll Finland Oy. The purpose was to get acquainted with the charging systems of electric cars, the technical data and data transfer of charging devices, and the implementation methods of load management. The aim was to compile a comprehensive data package and guidelines for load management planning. In addition, the compatibility of load management devices between different manufacturers was investigated.

In the thesis work, the operation of electric vehicles and the differences between the functions were introduced. The work also covered various charging methods and charging plugs, as well as charging devices from a few international manufacturers. The thesis also describes the standards, regulations and recommendations for charging points. At the end of the work, the basics of load management and its data transfer as well as implementation models between manufacturers are discussed. Online publications and literature were used as the basis for the work. Some of the data was also collected from interviews with various equipment manufacturers.

The result of the thesis work consists of a comprehensive of charging devices as well as load management and implementation methods. The most significant matters in terms of results are the technical data of the charger stations as well as the load management methods and data transfer options. During the work, it was noticed that when planning load management, the technical details of the charging equipment must be carefully considered. It is also important to choose charger station in the early stages of design. Currently, it is not possible to connect third-party chargers to charging systems due to different user interface protocols. The thesis is a useful tool for the company to help with load system load management planning.

Keywords: Electric car, load management, electric vehicle charging system, charging points, intelligent charging

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Sähköautot	2
3	Sähköajoneuvojen latausjärjestelmä	3
3.1	Lataustavat	3
3.2	Latauspistokkeet	6
3.3	Pikalatauspistokkeet	9
3.4	Latauslaitteiden valmistajat ja toimittajat	10
3.4.1	ABB	10
3.4.2	Defa	12
3.4.3	Ensto	14
3.4.4	Inter Control	16
3.4.5	Schneider Electric	18
3.5	Latausjärjestelmän kommunikointi ja tiedonsiirto	21
3.6	Latausjärjestelmän mittaus	23
4	Latausjärjestelmiä koskevat määräykset ja standardit	26
4.1	Standardit	26
4.2	ST-kortisto	27
4.3	Sesko	28
5	Latausjärjestelmän kuormanhallinta	28
5.1	Staattinen kuormanhallinta	29
5.2	Dynaaminen kuormanhallinta	31
5.3	Tiedonsiirto kuormanhallinnassa	33
5.4	Kuormanhallinnan toteutuksen tarve	34
5.5	Kuormanhallinnan laitteiden yhteensopivuus eri valmistajien kesken	36
6	Kuormanhallinta eri valmistajien ratkaisuilla	36
6.1	Toteutus ilman kuormanhallintaa	37
6.2	Toteutus taustajärjestelmällä	38
6.3	Toteutus ulkoisella energiamittauksella	38

6.4 Toteutus ohjausyksiköllä	39
7 Yhteenveto	41
Lähteet	42
Liitteet	
Liite 1: Sähköajoneuvon latausjärjestelmä, taustajärjestelmä toteutus	
Liite 2: Sähköajoneuvon latausjärjestelmä, toteutus ulkoisella energiamittauksella.	
Liite 3: Sähköajoneuvon latausjärjestelmä, toteutus ohjausyksiköllä 1.	
Liite 4: Sähköajoneuvon latausjärjestelmä, toteutus ohjausyksiköllä 2	

Lyhenteet ja käsitteet

AC: Alternating current. Vaihtovirta.

BEV: Battery Electric Vehicle. Täyssähköauto.

CCS: Combined Charging System. Combo. Pikalatausstandardi.

CDS: Kuormanpudotuskontaktori.

CHAdeMO: CHARGE de Move. Japanilainen pikalatausstandardi.

CLU: Cloud Link Unit. Defan kuormanhallinta ohjainyksikkö.

DC: Direct current. Tasavirta.

DSL: Digital Subscriber Line. Digitaalinen tilaajayhteys.

EV: Electric Vehicle. Sähköajoneuvo.

GB/T: Guobiao standards. Kiinalainen pikalatausstandardi.

GPRS: General Packet Radio Service. GSM-verkon pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu.

HEV: Hybrid Electric Vehicle. Ei ladattava hybridiajoneuvo.

HTTP: Hypertext Transfer Protocol. Hypertekstin tiedonsiirto protokolla.

RTU: Modbus sarjamuotoinen tiedonsiirto RS232 / RS485:n kautta.

OCCP: Open Charge Alliance Protocol. Avoin lataustiedonsiirto protokolla.

PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Ladattava hybridi.

- PLC: Programmable Logic Controller. Ohjelmoitava logiikka.
- PnC: Plug-in Charge. Tunnistautuminen latauskaapelin kytkeytyessä.
- RFID: Radio Frequency Identification. Radiotaajuinen etätunnistin. Lataus-
aseman käyttäjätunnistusmenetelmä.
- SOAP: Simple Object Access Protocol. Sovellusohjelmien välinen tiedonsiir-
toprotokolla.
- TCP/IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol. Modbus tiedonsiir-
toväylä.
- Yazaki: SAE J1772. Tyypin 1 latauspistokestandardi.

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on kuormanhallinta sähköajoneuvon latauksessa. Sähköauto- ja lataustekniikka on kehittynyt viime vuosina huimaa vauhtia, joka on johtanut sähköautojen kasvavaan suosioon. Viimeisen kolmen vuoden aikana Suomessa ladattavien hybridautojen määrä on nelinkertaistunut ja täyssähköautojen määrä kolminkertaistunut. Sähköautokanta on lisännyt tarvetta latauspaikoille, eikä pelkkä kotitalouspistorasian latausteho riitä sähköautojen akustojen lataukseen. Sähköautojen määrä ja akuston kapasiteetin kehitys on lisännyt kuormanhallinnan tarvetta, jotta kiinteistöjen kuormitus ei ylittäisi liittymän nimellisvirtaa. Tarve on varsinkin vanhempien kiinteistöjen keskuudessa, jossa huipputehot ovat jo valmiiksi korkeat.

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä eri valmistajien latausjärjestelmiin, latauslaitteiden teknisiin tietoihin, tiedonsiirtoon ja kuormanhallinnan toteutusmenetelmiin, joista tullaan kokoamaan tietopaketti ja ohjeistus. Työ on tarkoitettu sähkösuunnittelijalle opastamaan latausjärjestelmien kuormanhallinnan suunnittelua. Lisäksi työssä tutkitaan kuormanhallinnan laitteiden yhteensopivuutta eri valmistajien välillä.

Opinnäytetyössä tutustutaan sähköajoneuvoihin sekä niiden lataustapoihin, latauspistokkeisiin ja latausjärjestelmiä valmistavien tai toimittavien yritysten latausasemiin. Lisäksi työssä tutustutaan kuormanhallinnan toimintaperiaatteisiin ja toteutusmalleihin kohteittain eri valmistajien laitteilla. Työssä myös esitetään suunnittelua ja toteutusta koskevia standardeja, määräyksiä ja suosituksia, joita noudattamalla taataan turvallinen ja hyvää asennustapaa noudattava latausjärjestelmä.

Opinnäytetyö tehdään Ramboll Finland Oy:lle, joka on kansainvälinen suunnittelu- ja konsultointialan yritys. Rambollilla työskentelee globaalisti 16 000 ammattilaista, joista noin 2500 Suomessa. Rambollin tavoitteena on luoda innostavia ja vaativia ratkaisuja, jotka tukevat asiakkaiden, loppukäyttäjien ja

yhteiskunnan toimintaa. Rambollin toimialat ovat rakentaminen ja kiinteistöt, liikenne ja infra, kaupunkisuunnittelu, ympäristö, vesi, terveys ja energia. [50]

2 Sähköautot

Hybridiajoneuvot (HEV)

Hybridiajoneuvo eli hybrid electric vehicle on ensimmäinen versio sähköautosta, jossa on avustava sähkömoottori. Sähkömoottori tai -moottorit saa energiansa ajoakustosta. Hybrideissä on joko bensiini- tai dieselmoottori, joka toimii ns. generaattorina. Akusto latautuu moottorijarrutuksissa ja polttomoottorin voimin kevyissä olosuhteissa. Akustolla voidaan ajaa lyhyitä matkoja kokonaan sähköllä. Avustavan sähkömoottorin tarkoitus on alentaa kulutusta- ja pakokaasupäästöjä taajama-ajossa. [1.]

Ladattavat hybridit (PHEV)

Ladattava hybridi eli ns. pistokehybridi tai lataushybridi on kehittyneempi versio ei ladattavasta hybridiautosta. Sähköistä toimintamatkaa on kasvatettu merkittävästi isommalla akustolla ja latausmahdollisuudella. Parhaassa tapauksessa akusto on ladattu, esimerkiksi yön aikana verkkosähköllä, ennen liikkeelle lähtöä. Ladattavassa hybridissä akusto latautuu samalla tavalla, kuin perushybridissä, eli jarruttaessa ja polttomoottorin voimin. Pelkällä sähköllä voidaan ajaa, riippuen tekniikasta ja ajotyylillä, 20–80 kilometriä täyssähköauton tavoin. [2.]

Täyssähköajoneuvot (BEV)

Täyssähköauto eli ns. akkusähköauto toimii pelkästään sähkömoottorilla ja se saa energiansa akustolta. Käytännössä täyssähköauto tarvitsee latauspisteen sen säilytyspaikassa. Nykyajan markkinoilla täyssähköautomallit ovat kysytyimpiä, ja niiden tarjonta on lisääntynyt. Täyssähköautojen määrää on ennustettu kasvavan tulevaisuudessa, ja markkinoille on lisääntynyt myös pieniä ja keski- luokan malleja. Täyssähköautojen yleistymistä on lisännyt sähköauton alhainen verotusaste ja akkutekniikan viimeaikainen kehitys. [3, s. 3.]

Tällä hetkellä täyssähköautoilla pääsee keskimäärin 400 km yhdellä latauksella. Teslan sähköautoilla pääsee parhaimmillaan 550 kilometriä, mutta tähän vaikuttaa ajotyyli ja ilmasto. [2.]

3 Sähköajoneuvojen latausjärjestelmä

3.1 Lataustavat

Sähköautojen lataukseen käytetyt lataustavat on määritelty standardissa EN 61851-1. Sähköajoneuvon lataus jaetaan neljään eri luokkaan, lataustapa 1–4. Suomessa ensisijaisesti suositellaan käytettäväksi lataustapa 3. Lataustavat määräytyvät käytetyn lataustekniikan, jännitteen ja virran mukaan seuraavien kappaleiden mukaisesti. [4.]

Kevyet sähköajoneuvot – Lataustapa 1

Lataustapa 1:ssä käytetään 230 V:n standardoitua pistorasiaa, Super-Schukoa tai 400 V:n standardoitua 3-vaihepistorasiaa, jotka ovat varustettu enintään 16 A:n sulakkeilla tai johdonsuojakatkaisijoilla. Lataustapaa 1 käytettävät lähinnä kevyet sähköajoneuvot, kuten kevyet nelipyörät, sähkömoottoripyörät, sähkömopot, sähköpyörät ja muut sähköiset liikkumisvälineet. Lataustapa 1:n latausaika on 1–12 tuntia riippuen ladattavasta kohteesta. Tätä lataustapaa ei suositella käytettäväksi sähköautojen latauksessa. [4., 5.]

Pistorasiaa käytettäessä latausvirta tulisi rajoittaa 8 A:iin, koska normaalit pistorasiat eivät sovellu pitkäaikaiseen sähköauton lataukseen täydellä mitoitusteholla. Lataustapa 1:ssä liittimet ja latauskaapeli kuumenee pitkäaikaisessa käytössä, joka voi aiheuttaa suuren paloturvallisuus riskin. [4.]

Hidaslataus – Lataustapa 2

Lataustapa 2 eli hidaslataus kytketään sähköverkkoon samalla periaatteella kuin lataustapa 1:ssä. Erona lataustapa 1:een, latauskaapelissa sijaitsee ohjaus- ja suojalaiteyksikkö. Syöttöpuolella voidaan käyttää korkeintaan 32 A standardisoitua yksivaiheista pistorasiaa tai standardisoitua kolmivaiheista pistorasiaa. Lähtökohtaisesti hidaslataustapa on tarkoitettu lyhytaikaiseen käyttöön, jos lataustapa 3:n mukaista latauspistettä ei ole käytettävissä. [3, s. 4.]

Kuvassa 1 on esitetty tilapäislataukseen tarkoitettu latauskaapeli, joka sisältää älylatausyksikön. Tällaisessa älylatausyksikössä on lataus tehon rajoitin, joka rajoittaa auton ottamaan latausvirtaa 8 ampeeriin. [7.]



Kuva 1. Lataustapa 2:n yksivaiheinen latauskaapeli ohjausyksiköllä. [8.]

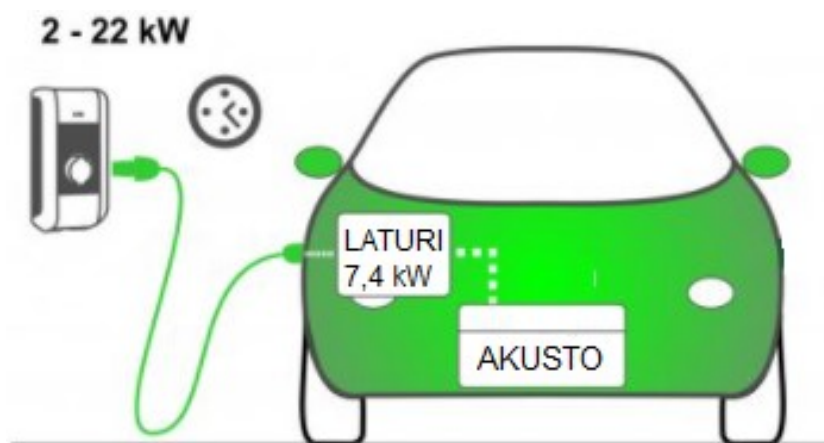
Lataustapa 2:n ohjaukset voidaan toteuttaa sähkönsyötön katkonnalla eli katkaisemalla syöttövirta aikaohjauksella. Katkonnasta johtuen jotkut automalleista ei välttämättä ota enää latausta vastaan sähköön uudelleen kytkennän jälkeen. Tämä johtuu sähköauton sisäisten suojausten herkistä säädöistä. [3, s. 4.]

Peruslataus – Lataustapa 3

Lataustapa 3 on tarkoitettu varsinaisten sähköajoneuvojen lataamiseen. Sähköauto kytketään siihen tarkoitettuun latausasemaan ja latausvirta määräytyy sähkönsyötön etusulakkeesta, joka voi olla 3 x 63 A. Sähköajoneuvon latausyksikön syötössä käytetään standardin EN 62196-2 mukaista, erityisesti sähköautonlataukseen tarkoitettua, komivaiheista pistorasiaa. [3, s. 4., 6, s. 1.]

Sähköajoneuvoa ladattaessa latauskaapelin pistoke tai pistokkeet ajoneuvon ja latauslaitteen välillä lukittautuvat mekaanisesti vastaliittimeen. Latauskaapelissa kulkee tiedonsiirtoväylä, jonka avulla voidaan ohjata kuormitusta ja virransyöttöä molempiin suuntiin. Lisäksi sillä varmistetaan ajoneuvon oikea ja turvallinen kytkeytyminen latausasemaan. [6, s. 1.]

Tämänhetkiset latausasemat ovat 2–22 kW:n tehoalueella riippuen sähkönsyötöstä ja valittavasta tuotteesta. Peruslatauksessa sähköajoneuvo määrittää tarvittaessa, kuinka suurella teholla akustoa ladataan. Esimerkiksi kuvan 2 seinälaturi lataa 22 kW:n teholla sähköajoneuvoa, jonka oma laturi on 7,4 kW. Tällöin seinälaturin latausteho on vain 7,4 kW, vaikka seinälaturista saisi enemmänkin irti. Ladattavien hybridien oma laturi on tyypillisesti 3,7 kW. [9.]



Kuva 2. Sähköautonlataus vaihtovirta latausasemasta. [9.]

Pikalataus – Lataustapa 4

Lataustapa 4 eli ns. pikalataus, teholataus tai DC-lataus. Sähköajoneuvoa ladataan suurella virralla auton ulkopuolella olevalla tasasähköasemasta. Tässä tapauksessa ulkoinen laturi kommunikoi sähköajoneuvon kanssa asettaakseen latausjännitteen ja virran. Latauskaapeli on kiinteä osa latausasemaa, sen käyttäjä turvallisuuden takia. Nykyiset pikalataus pisteiden virrat ovat satoja ampeereja ja syöttämät lataustehot 50–350 kW:iin. [3, s. 4., 6, s. 2., 10.]

Pikalataus sopii parhaiten palveluasemille ja muihin vastaaviin paikkoihin, joissa tarvitaan nopeaa latausta. Pikalatauksella voidaan ladata ajoneuvon akusto, jopa 10 %:sta 80 %:iin noin puolessa tunnissa. [5.]

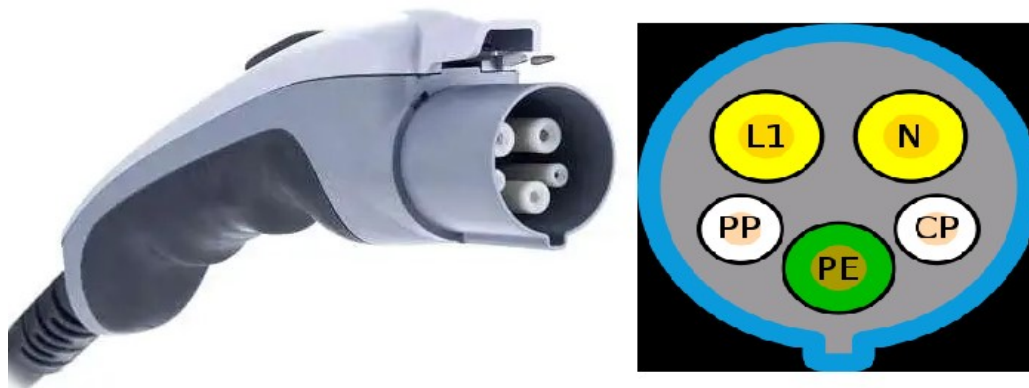
3.2 Latauspistokkeet

Latauspistokkeita ja -pistorasioita on olemassa erilaisia eri maissa, mutta kaikki käyttävät standardin SFS 62196-2 mukaisia pistoketyyppejä. Pohjois-Amerikassa ja Japanissa käytetään peruslatauksessa tyyppin 1 pistoketta, EU-maissa tyyppin 2 pistoketta ja Iso-Britanniassa sekä Kiinassa käytetään GB/T-pistoketta. Scame pistoke on käytössä vain Ranskassa sen, laki syistä johtuen. Tyyppin 1, GB/T ja Scame eivät sovi eurooppalaisiin sähköajoneuvoihin ilman liitäntäadapteria, koska nämä ei ole yleisiä Euroopan markkinoilla olevissa sähköautoissa. [3, s. 5., 14, s. 37.]

Yazaki – Tyyppi 1 pistoke

Tyyppin 1 eli SAE J1772 tai Yazaki-pistoketta käytetään pääasiassa pohjoisamerikkalaisissa ja japanilaisissa ladattavissa sähköajoneuvoissa standardina. Tyyppin 1 latauspistoke toimii yksivaiheisena latauspistokkeena. Latauskaapeli mahdollista latausvirran yksivaiheisena 70 ampeeriin asti, joka rajoittaa latauksen tehon 19 kW 240 V:n jännitteellä. Tätä kuitenkin rajoittaa jo autossa olevan laturin latausteho ja yleisesti virransyöttö on rajoitettu 16 ampeeriin. [10., 11., 12.]

Kuvassa 3 esitetty Yazaki-pistoke, jossa kulkee syöttövaihe-, nolla-, maadoitus- ja kaksi signaalijohdinta. Signaalinavoilla varmistetaan latauksen oikea kytketyminen sekä latauksen kuormituksen ohjaus.



Kuva 3. Yhdysvaltalainen tyyppi 1 pistoke. [16.]

Mennekes – Tyyppi 2 pistoke

Valmistajansa nimeä kantavaa Mennekestä eli tyyppi 2 pistoketta, käytetään enimmäkseen eurooppalaisissa sähköajoneuvoissa standardina. Lataus toimii yksivaiheisena tai kolmivaiheisena latauksena. Yksivaiheisena 230 V:n jännitteellä enintään 14,5 kW ja kolmivaiheisena 400 V:n jännitteellä enintään 43,6 kW. Latauskaapeli mahdollistaa latausvirran kolmivaiheisena 70 ampeeriin asti. Lataustehoa kuitenkin rajoittaa sähköajoneuvon omalaturin teho, joka määrittää lopullisen lataustehon. [9., 10., 17, s. 205.]

Tyyppi 2 latauspistoke on ollut vuodesta 2013 lähtien IEC 62196-2 mukainen standardi koko Euroopassa. Jokainen julkinen lataustapa 3:n latausasema on varustettava vähintään yhdellä tyyppi 2 pistokkeella. Kuvan 4 tyyppi 2 latauskaapelissa kulkee 3 syöttövaihetta-, nolla-, maadoitus- ja kaksi signaalijohdinta. Signaalinavoilla varmistetaan latauksen oikea kytketyminen, sekä voidaan ohjata kuormitusta. [14, s. 39., 17, s. 119.]

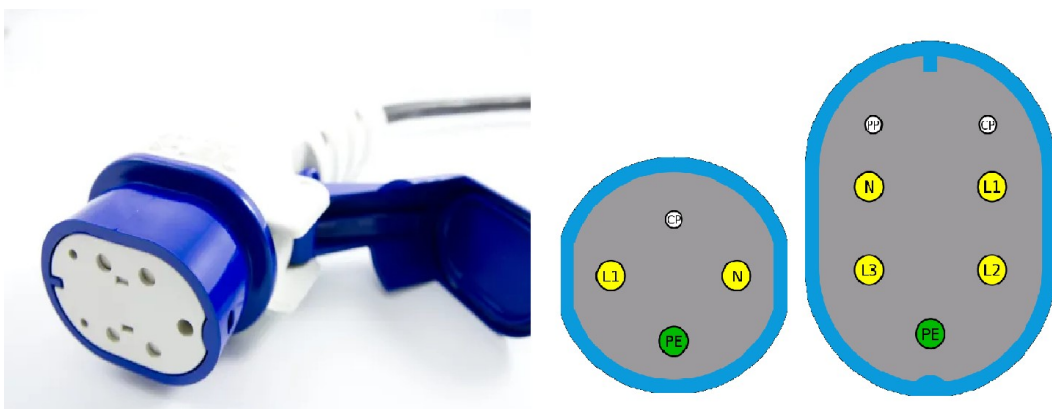


Kuva 4. Eurooppalainen tyyppi 2 pistoke. [16.]

Scame – Tyyppi 3 pistoke

Tyyppi 3 pistoke eli Scame-pistoke, joka on nimetty valmistajansa mukaan. Lataus toimii yksivaiheisena 230 V:n jännitteellä enintään 16 A:a ilman ohjausjärjestelmää, yksivaiheisena 32 A:iin saakka ja kolmivaiheisena 400 V:n jännitteellä enintään 63 A. Suurimpana etuna tyyppi 3 pistokkeessa on hyvä suojausmekanismi, jossa sähköiskun riski on lähes nolla. Scame-pistoke on siirtymässä sivuun, koska Euroopassa on päätetty tukea sähköajoneuvojen latauksessa tyyppi 2 pistoketta. [13., 16.]

Kuvassa 5 on esitetty Scame-latauspistoke, jossa kulkee joko 1- tai 3-syöttövaihetta, nolla, maadoitus ja kaksi signaalijohdinta. Signaalinavoilla varmistetaan latauksen oikea kytkettyminen sekä voidaan ohjata kuormitusta.



Kuva 5. Ranskalainen Scame-latauspistoke. [13.]

3.3 Pikalatauspistokkeet

Lataustapa 4:ssä käytetään standardin SFS 62196-3 mukaisia pistoketyyppejä, jotka ovat CCS1, CCS2 ja CHAdeMO. EU:ssa pikalatausasemat tulee varustaa CCS2- ja CHAdeMO-pistoketyypeillä. [14, s. 37.]

CCS-pikalatauspistoke

CCS eli Combined Charging System on pikalatausstandardi, jossa käytetään joko CCS 1- tai CCS 2-pistoketta. CCS 1 on pohjoisamerikkalainen standardipistoke, joka mahdollistaa latauksen tasavirralla ja vaihtovirralla samanaikaisesti, 400 V:n jännitteellä 250 A:n virran pikalatausasemasta. CCS 2 on eurooppalainen standardipistoke, joka mahdollistaa 1000 V:n jännitteellä 500 A:n virran pikalatausasemasta. [15.]

Kuvassa 6 on esitetty CCS 1- ja CCS 2-latauspistokkeet. CCS 1-pistokkeessa on seitsemän johdinta. Kaksi alimmaista on tasavirtajohtimet DC+ ja DC-, ja yläpuolella johtimet, kuten lataustapa 3:n tyypin 1 pistokkeessa. CCS 2-pistokkeessa on myös kaksi tasavirtajohtinta DC+ ja DC-, ja yksivaiheisen tyypin 2 latauspistokkeen navat.



Kuva 6. CSS tyypin 1 ja CCS tyypin 2 pistokkeet. [15.]

CHAdeMO-pikalatauspistoke

CHAdeMO eli CHArge de MOve on japanilainen standardi, joka jakautuu kahteen eri malliin CHAdeMO 1.0 ja CHAdeMO 2.0. CHAdeMO 1.0 mahdollistaa latauksen 500 V:n jännitteellä 125 ampeeriin asti eli maksimissaan 62,5 kW:n latausteholla pikalatausasemalta. CHAdeMO 2.0 mahdollistaa latauksen 1000 V:n jännitteellä 400 ampeeriin asti eli maksimissaan 400 kW:n latausteholla pikalatausasemalta. Kuvassa 7 on esitetty CHAdeMO-pistoke, jossa kulkee kaksi tasavirtaa syöttävää johdinta DC+ ja DC- ja kahdeksan signaalijohdinta. [18; 20.]



Kuva 7. Japanilainen CHAdeMO-pikalatauspistoke. [19.]

3.4 Latauslaitteiden valmistajat ja toimittajat

3.4.1 ABB

ABB on ruotsalais-sveitsiläinen johtava teknologiayritys. ABB työllistää noin 105 000 työntekijää yli sadassa maassa. Suomessa ABB työllistää noin 5000 henkilöä 20 toimipaikalla. ABB tarjoaa laajan valikoiman sähkölatausasemia pienimmästä 3,7 kW:n vaihtovirta-asemasta aina 600 kW:n tasavirta-asemiin. [21.]

ABB:n Terra AC-mallisto tarjoaa sähkölatausasemia, jotka soveltuvat omakotitaloihin, työpaikoille, liiketiloihin ja pysäköintialueille. Terra AC-asetat on mahdollista asentaa seinälle tai jalustaa. Latausjärjestelmä voidaan liittää saumattomasti ABB:n rakennusautomaatiojärjestelmiin täydentävien järjestelmien avulla. Terra AC-asema on saatavilla 1- ja 3-vaiheisina 3,7 kW (16 A) – 22 kW (32 A), yhdellä irrotettavalla tai kiinteällä tyyppin 2 pistokkeella. Kuvassa 8 on esitetty Terra AC-asema kiinteällä ja irrotettavalla pistoketyypillä. [22.]



Kuva 8. ABB:n Terra AC-latausasemat kiinteällä ja irrotettavalla latauskaapelilla. [25.]

Terra AC:ssa on sisäänrakennettu energiamittaus ja älykkään energiamittarin liittämismahdollisuus, joka mahdollistaa älykkään kuormanhallinnan liittämisen latausasemaan. Yhteys verkkoon on mahdollista muodostaa ethernetin, wifin tai 4G-verkon avulla. Terra AC käyttää latausasemien ulkopuolisessa ohjauksessa ja energiamittauksessa Modbus TCP/IP pohjaista tiedonsiirtoa. Tiedonsiirtokaapelina voidaan käyttää CAT 6 – RJ45-liittimillä. Latausasemien yhteys taustajärjestelmiin on mahdollista muodostaa OCPP 1.6-protokollan mukaisesti, lähitulevaisuudessa OCPP 2.0-protokollaa. Latausasema on varustettu käyttäjän tunnistuksella, joko erillisellä Chargersync-mobiilisovelluksella, Bluetoothilla tai käyttäjä kohtaisella RFID-lukijalla. [27.]

3.4.2 Defa

Defa on vuonna 1946 perustettu norjalainen teknologiayritys, joka työllistää yli 400 työntekijää usealla manterella. Defalla on kattava latausasemavalikoima, joka tarjoaa mahdollisuuden nopeamaan sähköajoneuvon lataukseen. Lisäksi latausasemat on suunniteltu ja testattu Pohjolan vaativiin olosuhteisiin. Defan eRange latausasemamallit ovat IQ, Uno ja Duo. [23., 24.]

eRange IQ-latausasemat soveltuvat koteihin, taloyhtiöihin ja yrityksiin. IQ-ase-
mat (kuva 9) jakautuvat kahteen eri malliin, IQ ja IQ Facilityyn. Molemmat ovat
asennettavissa seinään tai jalustaan. IQ sisältää sisäänrakennetun kuormanhal-
linnan, kun taas Facility-asema on mahdollista liittää erilliseen kuormanhallinta-
järjestelmään, kuten Defan tarjoamaan CLU-yksikköön. IQ latausasemat on va-
rustettu yhdellä kiinteällä tai irrotettavalla tyyppin 2 pistokkeella tai pistorasialla.
[24.]



Kuva 9. eRange IQ-latausasema irrotettavalla latauskaapelilla. [24.]

eRange Uno- ja Duo-latausasemat on tarkoitettu erityisesti taloyhtiöille ja yrityksille. Molemmat ovat asennettavissa seinään tai jalustaan. Uno ja Duo on mahdollista liittää erilliseen kuormanhallintajärjestelmään, kuten Defan tarjoamaan CLU-yksikköön. Unossa on yksi latauspistoke ja Duossa kaksi pistoketta (kuva 10), joka jakaa aseman lataustehon kahden auton kesken. [24.]



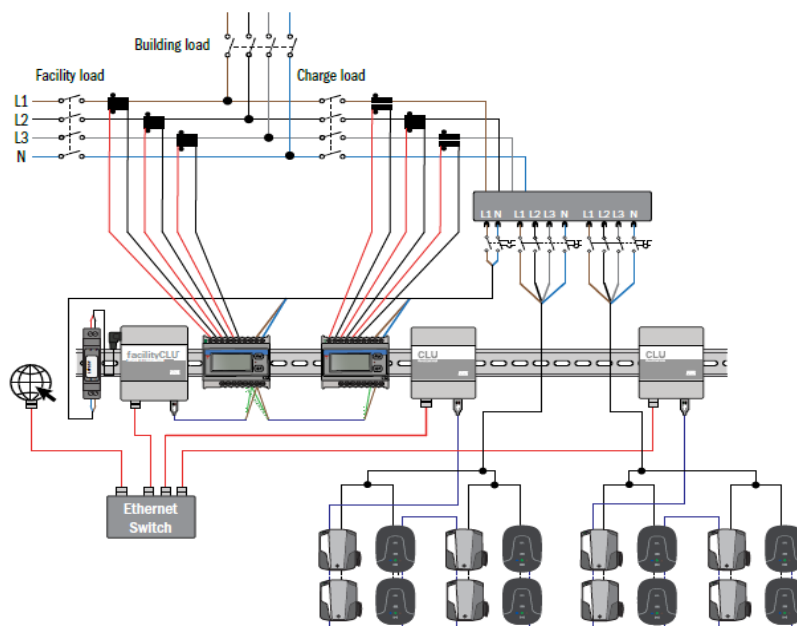
Kuva 10. eRange Duo-latausasema kahdella latauskaapelilla. [24.]

eRange-latausasemia on tarjolla 1- ja 3-vaiheisena 3,6 kW (16 A) – 22 kW (32 A), yhdellä tai kahdella irrotettavalla tai kiinteällä tyyppin 2 pistokkeella. eRange käyttää latauslaitteiden ohjaukseen ja energiamittaukseen Modbus RTU pohjaista tiedonsiirtoa. Tiedonsiirtokaapelina voidaan käyttää CAT 6:a tai KLMA 4x0,8+0,8:aa. Yhteys verkkoon on mahdollista muodostaa ethernetin tai wifin avulla. Latausasema on varustettu käyttäjän tunnistuksella, joko erillisellä CloudCharge-mobiilisovelluksella tai käyttäjäkohtaisella RFID-lukijalla. [24., 25.]

CLU eli Cloud Link Unit on Defan tarjoama ohjauslaite kuormanhallintaa varten. CLU:n avulla kiinteistön saatavilla oleva virta voidaan jakaa latausasemien välille, joka mahdollistaa latausjärjestelmän tehokkuuden. CLU voidaan liittää osaksi Cloudcharge-pilvipalvelua, jolla hoidetaan latausjärjestelmän etäohjaus, maksupalvelut ja vianseuranta. [28.]

CLU:sta on saatavilla sopiva versio omakotitaloihin, rivitaloihin ja kerrostaloihin. Myös suurempia kohteita on helppo hallita lisäämällä vain CLU-yksiköitä. CLU-yksiköitä on tarjolla neljä eri mallia Home, Facility, Basic ja COM. Home on tarkoitettu omakotitaloihin ja rivitaloihin, joissa on muutama latausasema. Basic ja COM on tarkoitettu laajempiin kohteisiin, jossa ohjainyksiköt toimivat omina latausryhminään tai osana suurempaa kokonaisuutta. Homeen on mahdollista liittää 6 latausasemaa, Basiciin ja COM:iin jopa 16 latausasemaa. Facilityllä on

mahdollista toteuttaa suuria latauskokonaisuuksia yhdistämällä Basicit hallintajärjestelmään, niin kuin kuvassa 11 on esitetty. [26., 28.]



Kuva 11. Kuormanhallintajärjestelmä toteutus CLU-yksiköillä. [28.]

Basic:n liittäminen Facilityyn toteutetaan Modbus TCP/IP-väylään avulla tähtipisteessä. Ulkoisten mittauspisteiden liittäminen Facilityyn toteutetaan Modbus RTU:n avulla. eRange COM toimii langattomana versiona ja se saa yhteyden pilvipalvelimeen GPRS-modeemin tai oman SIM-kortin avulla. CLU-yksiköt asennetaan keskuksen tai erilliseen koteloon. [26., 28.]

3.4.3 Ensto

Ensto on kansainvälinen vuonna 1958 perutettu suomalainen perhe- ja teknologiayritys. Vuonna 2021 Ensto työllisti noin 1350 henkilöä kolmella eri manta-reella. Ensto suunnittelee ja tarjoaa erilaisia sähköistysratkaisuja rakennuksiin, sähkönjakeluun ja teollisuuteen. Enston tarjoaa sähkölatausasemia koteihin, ta-loyhtiöihin, yrityksiin ja kauppakeskuksiin. Latauslaitteita on saatavilla vaihtovir-ralla ja tasavirralla käyttökohteiden mukaisesti aina 3,7 kW:sta 150 kW:iin. La-tausasemamallit ovat One, Wallbox, Pro ja Media. [29., 30.]

Ensto Onesta on kaksi eri mallia, jotka ovat Home One ja One. Home One on tarkoitettu kotitalouksille ja One taloyhtiöiden käyttöön. Molemmat ovat asennettavissa seinään tai jalustaan. One Homessa ei ole kuormanhallinta mahdollisuutta, vaan se toimii "plug & play"-tyylisesti tai mobiilisovelluksen kautta. One on mahdollista liittää kuormanhallintajärjestelmään. Onessa on sisäänrakennettu MID-hyväksytty mittari. Onet ovat saatavilla yhdellä irrotettavalla tyypin 2 tai kiinteällä tyypin 1 tai 2 pistokkeella. [31., 32.]

Ensto Wallbox ja Pro on suunniteltu pääsääntöisesti yrityksille, taloyhtiöille ja julkisille pysäköintialueille. Malleihin saatavilla sisäänrakennettu tai erilliseen koteloon sijoitettava energiamittari. Wallbox ja Pro ovat asennettavissa seinään tai jalustaan. Mallit ovat saatavilla yhdellä tai kahdella irrotettavalla tyypin 2 pistokkeella. [33.]



Kuva 12. Enstonin One-, Wallbox- ja Pro-mallit. [33.]

Latausasemia on saatavilla 1- ja 3-vaiheisena 3,6 kW (16 A) – 22 kW (32 A), yhdellä tai kahdella irrotettavalla tai kiinteällä tyypin 2 pistokkeella. Yhteys verkkoon on mahdollista muodostaa mallin varustelusta riippuen ethernetin, wifin tai 4G:n avulla. Latausasemat on varustettu käyttäjän tunnistuksella, joko erillisellä Ensto AP-mobiilisovelluksella, tekstiviestillä, Bluetooth-yhteydellä tai käyttäjäkohtaisella RFID-lukijalla. Latausasemiin on mahdollista saada sisäänrakennettu tai erilliseen koteloon sijoitettava MID-hyväksytty mittari mallista riippuen.

Latausasemat käyttävät latauslaitteiden ohjaukseen ja energiamittaukseen Modbus TCP/IP-pohjaista tiedonsiirtoa. Tiedonsiirtokaapelina voidaan käyttää CAT 6 – RJ45-liittimillä. Latausasemien yhteys taustajärjestelmiin on mahdollista muodostaa OCPP 1.6-protokollan mukaisesti. [32., 33.]

3.4.4 Inter Control

Inter Control on kotimainen vuonna 2011 perustettu teknologiayritys. Yritys on erikoistunut sähköajoneuvojen Latinki latausjärjestelmään, pikalatauksesta suurteholataukseen ja virransyöttöjärjestelmiin virtakiskoilla. Inter Control tarjoaa latausjärjestelmiä koteihin, taloyhtiöihin, yrityksiin ja julkisiin paikkoihin. [34.]

INCH-latausasemat voidaan jakaa neljään mallistoon Lite, Home, Pro ja Duo. Lite-, Home- ja Pro-malliston latausasemat ovat seinä- tai pylväsasenteisia ja Duo-mallisto on maa-asenteinen. Malliston Lite- ja Home-latausasemat ovat tarkoitettu pääsääntöisesti kotilatauksille. Pro ja Duo on tarkoitettu taloyhtiöille, yrityksille, julkisille kohteille ja pysäköintialueille. Latausasemia on saatavilla 1- ja 3-vaiheisina 3,7 kW (16 A) – 22 kW (32 A), yhdellä tai kahdella irrotettavalla tyyppin 2 tai kiinteällä tyyppin 2 pistokkeella. [35., 36., 37.]



Kuva 13. Etrell lataustapa 3:n latausasemat. Oikealla INCH Duo ja vasemmalla INCH Pro. [36.]

INCH Lite latausasema toimii ns. plug & play-asemana. Muut INCH:in latausasemat ovat liitettävissä älykkääseen kuormanhallintayksikköön, Load Guard:iin. Yhteys verkkoon on mahdollista muodostaa mallin varustelusta riippuen ethernetin, wifin tai 4G:n avulla. Jos käytetään ethernet kaapelointi latauslaitteet yhdistetään toisiinsa kytkimen kautta eli tähtipisteessä. [35., 36.]

Latausasemat on varustettu käyttäjän tunnistuksella, joko erillisellä mobiilisovelluksella, PIN-koodilla, tekstiviestillä tai käyttäjäkohtaisella RFID-lukijalla. INCH-latausjärjestelmään on mahdollista saada sisäänrakennettu MID-hyväksytty mittari mallista riippuen. INCH käyttää latauslaitteiden ohjaukseen ja energiamittaukseen Modbus TCP/IP pohjaista tiedonsiirtoa. Tiedonsiirtokaapelina voidaan käyttää CAT 6 – RJ45-liittimillä. Latausasemien yhteys taustajärjestelmiin on mahdollista muodostaa OCPP 1.6-protokollan mukaisesti, lähitulevaisuudessa OCPP 2.0-protokollalla. [36., 37.]

Load Guard yksikkö mahdollistaa älykkään latauksen latauslaitteiden välillä, kun kiinteistön muu kulutus on alhaista tai korkeaa. Load Guard käyttää virran mittaamiseen virta-anturia eli virtapihtiä. Load Guard pystyy mittaamaan sähkövirtaa molempiin suuntiin, joten se pystyy havaitsemaan paikallisen uusiutuvien energialähteiden, kuten aurinkosähkön, tuottaman ylijäämävirran. [39.]

Load Guard asennetaan keskukseen tai erilliseen koteloon ja kytketään 1- tai 3-vaiheisena, jolloin yksikkö mittaa vain 1-vaiheisena yhtä vaihetta ja 3-vaiheisena kolmea vaihetta. Load Gardin enimmäismittausvirta 150 ampeeria, jolloin johdin enintään 16 mm tai 400 ampeeria, jolloin johdin enintään 24 mm. Tiedonsiirrossa Load Guard käyttää Modbus TCP/IP-pohjaista tiedonsiirtoa eli kaapeliksi käy CAT 6 – RJ45-liittimillä. [38., 39.]

Seuraavassa kuvassa on esitetty Load Guardin kytkentään liittyvä kokonaisuus.

1. Load Guard kuormanhallintayksikkö
2. Omatuotanto (aurinkoenergiatuotanto)
3. Muut kuorma (kulutuskojeet, valaistus, yms.)
4. Latausaseman ohjaus (mobiilisovellus, web-käyttöliittymä)
5. Sähköverkko



Kuva 14. Load Guard-kuormanhallintajärjestelmä. [38.]

3.4.5 Schneider Electric

Schneider Electric on ranskalainen vuonna 1836 perustettu sähkötekniikan laitteita ja komponentteja valmistava yritys. Schneiderillä työskentelee yli 128 000 työntekijää lähes kaikilla mantereilla. Schneider tarjoaa latausjärjestelmiä koteihin, taloyhtiöihin, yrityksiin ja julkisiin pysäköintialueihin. Yritys tarjoaa latausvaihtoehtoja lataustapa 2:sta pikalataukseen. [40.]

Schneider tarjoaa kolme erilaista sähköauton EVlink-latauspistemallia, jotka ovat Wallbox, Smart Wallbox ja Parking. Kaikki EVlink-latauspisteet ovat asennettavissa seinään tai jalustaan. Wallbox on tarkoitettu pääsääntöisesti kotikäyttöön, mutta soveltuu myös taloyhtiöihin ja yksityisille pysäköintialueille. Wallboxissa ei ole kuormanhallintamahdollisuutta, mutta sitä on mahdollista ohjata tehonrajoituksen avulla. Wallbox-latauspisteen tehonrajoitus voidaan toteuttaa

kiukaan, ilmalämpöpumpun tai muun ison kuorman kytkeytyessä päälle kärkitiedolla. Esimerkiksi kärkitieto voi tulla kiuaskeskukselta tai CDS-kuormanpudotuskontaktorilta. Kärkitiedoilla voidaan tiputtaa tehoa kiinteästi yhden portaan verran 16 A:sta 10 A:iin ja 32 A:sta 16 A:iin. [41.]

Wallbox Smart ja Parking (kuva 15) ovat tarkoitettu taloyhtiölle, yrityksille ja julkisille pysäköintialueille. Wallbox Smart- ja Parking-latausasemissa on varaus schuko pistorasialle. Latausasemia on saatavilla 1- ja 3-vaiheisina 3,7 kW (16 A) – 22 kW (32A) yhdellä tai kahdella irrotettavalla tai kiinteällä tyypin 2 pistokeella. [41.]



Kuva 15. Schneider Electric EVlink mallisto. [41.]

Yhteys verkkoon on mahdollista muodostaa mallista riippuen ethernetin tai 4G:n avulla. EVlink-latausasemat ovat varustettu avainlukituksella tai käyttäjän tunnistuksella, joko käyttäjäkohtaisella RFID-lukijalla tai latausoperaattorin tunnistautumismenetelmällä. EVlink latausasemat ovat saatavissa sisäänrakennetulla tehonmittauksella eli virta-anturilla tai ryhmäkeskukseen asennettavalla MID-hyväksytyllä mittarilla. EVlink käyttää latauslaitteiden ohjaukseen ja energianmittaukseen Modbus TCP/IP pohjaista tiedonsiirtoa. Tiedonsiirtokaapelina voidaan käyttää CAT 6 – RJ45-liittimillä. Latausasemien yhteys taustajärjestelmiin on mahdollista muodostaa GPRS- tai DSL-teknologian avulla tai OCPP 1.6-protokollan mukaisesti, lähitulevaisuudessa OCPP 2.0-protokollalla. [41.]

EV Charging Expert yksikkö mahdollistaa älykkään latauksen latauslaitteiden välillä, kun kiinteistön muu kulutus on korkea tai alhainen. Kuormanhallintayksikköön on mahdollista liittää jopa 1000 latausasemaa. EV Charging Expert master-asema pystyy hallitsemaan jopa 9 EV Charging Expert-slaveä-asemaa ja jopa 100 latausasemaa itsenäisesti eli hallittuja latausasemia voi olla jopa tuhat riippuen yksikön mallista. [41.]



Kuva 16. Canalis-virtakiskojärjestelmään asennettu Smart Wallbox.

Canalis on Schneider tarjoama virtakiskojärjestelmä perinteisen kaapeloinnin rinnalle. Virtakiskojärjestelmän periaate on vähentää kaapelointia sekä nopeuttaa ja helpottaa asennuksia. Esimerkiksi latausasemien kaapelointi ei ole tarpeellista kuin yhdellä kaapelilla keskukselta. [42.]

Canalis virtakiskolta voidaan virranottimen avulla ottaa syöttö latausasemalle ja tarpeen mukaan lisätä myöhemmin virranottimia. Virranottimen sisään asennetaan latausasemaa syöttävä kaapeli ja sitä suojaavat johdonsuojakatkaisin sekä vikavirtakytkin. Virtakisko asennetaan parkkihalliin pysäköintipaikkojen läheisyyteen kattoon tai seinään kiinnitettynä, niin kuin kuvassa 16 on esitetty. Latausasemille soveltuva virtakiskosto on Canalis KS 100-1000. [42.]

Taulukossa 1 on koottu tekniset tiedot tämänhetkisten älykkäiden latausasemien valmistajien tarjoamista kokonaisuuksista.

Taulukko 1. Latauslaitteiden tekniset tiedot yhteenveto.

	VALMISTAJAT/TOIMITTAJAT								
	ABB	DEFA		ENSTO		INTER CONTROL		SCHNEIDER ELECTRIC	
	TERRA AC	eRange IQ	eRange DUO	Wallbox	Pro	Inch Pro	Inch DUO	Wallbox smart	Parking
Asennustapa	Seinä/Jalusta	Seinä	Seinä/Jalusta	Seinä/Jalusta	Jalusta	Seinä/Jalusta	Jalusta	Seinä/Jalusta	Seinä/Jalusta
1-Vaihe	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3-Vaihe	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Teho (kW)	7,4/11/22	7,4/11	7,4/11/22	7,4/22/22+22	22/22+22	3,7/7,4/22	22+22	7,4/22	7,4/22/22+22
Pistokemalli	Type 1 / Type 2	Type 2	Type 2	Type 2	Type 2	Type 2	Type 2	Type 2	Type 2,
IP- ja IK-luokitus	IP54 IK10	IP54 IK10	IP54 IK10	IP54 IK10	IP54 IK10	IP54 IK10	IP54 IK10	IP54 IK10	IP54 IK10
Käyttäjätunnistus	RFID/Bluetooth/Sovellus	RFID/ Sovellus	RFID/ Sovellus	RFID/Bluetooth/Sovellus	RFID/ Sovellus	RFID/Bluetooth/Sovellus / PIN	RFID/Bluetooth/Sovellus / PIN	Avain/RFID/Sovellus	RFID/ Sovellus
Datayhteys	Ethernet, WiFi, 4G - OCPP 1.6	LAN/Wifi	LAN/Wifi	Ethernet, WiFi, 4G - OCPP 1.6	Ethernet, WiFi, 4G - OCPP 1.6	Ethernet, WiFi, 4G - OCPP 1.6	Ethernet, WiFi, 4G - OCPP 1.6	LAN/Wifi/ 4G - OCPP 1.6 ¹⁾	LAN/ 4G - OCPP 1.6 ¹⁾
Tiedonsiirtoväylä	Modbus TCP/IP ²⁾	Modbus RTU ³⁾	Modbus RTU ³⁾	Modbus TCP/IP ²⁾	Modbus TCP/IP ²⁾	Modbus TCP/IP ²⁾	Modbus TCP/IP ²⁾	Modbus TCP/IP ²⁾	Modbus TCP/IP ²⁾
MID-mittari	Sisäänrakenettu ⁴⁾	Sisäänrakenettu	Sisäänrakenettu ⁴⁾	Sisäänrakenettu ⁴⁾	Sisäänrakenettu ⁴⁾	Sisäänrakenettu ⁴⁾	Sisäänrakenettu	Liitäntä ulkoiselle	Sisäänrakenettu
Toteutus kohteet	Taloyhtiöt/ Työpaikka/ Julkinen	Taloyhtiöt/ Työpaikka	Taloyhtiöt/ Työpaikka	Taloyhtiöt/ Työpaikka/ Julkinen	Taloyhtiöt/ Työpaikka/ Julkinen	Taloyhtiöt/ Työpaikka/ Julkinen	Taloyhtiöt/ Työpaikka/ Julkinen	Taloyhtiöt/ Työpaikka/ Julkinen	Työpaikka/ Julkinen

1) Liitettävä erillinen GMS-lähetin.

2) Tiedonsiirtokaapeli CAT 6 - RJ45-liittimillä.

3) Tiedonsiirtokaapeli CAT 6, KLMA 4x0,8+0,8, JAMAK 2x(2+1)x0,5

4) Optiona tai toteutus erilliseen koteloon.

3.5 Latausjärjestelmän kommunikointi ja tiedonsiirto

Älykkäissä latausjärjestelmissä toiminta, komponenttien ja hallinta- ja ohjaustoimintojen lisäksi tarvitaan tiedonsiirtoa ja kommunikointia. Tiedonsiirrolla välitetään latausasemalta ja mittauksesta dataa kuormanhallintajärjestelmälle, joka säättää latausta tarpeen mukaan. Käyttäjän ja latausaseman välille voidaan tarvita tunnistautuminen lataustapahtuman ohjauksen ja seurannan mahdollistamiseksi. Latausasemien seuranta ja ohjausta voidaan suorittaa pilvipohjaisella palvelulla taustajärjestelmän kautta hyödyntäen OCPP-protokollaa. Kuormanhallinnan tiedonsiirtoa käsitellään luvussa 5.3.

Käyttäjän tunnistus

Käyttäjän tunnistuksella tarkoitetaan latausasemalle tunnistautumista käyttäen jotain käyttäjätunnistusmenetelmää. Tunnistautumisella käyttäjä pääsee aloittamaan tai lopettamaan latauksen. Tunnistautuminen onnistuu latausaseman mallista riippuen, esimerkiksi mekaanisella tai sähköisellä avainlukituksella, mobiilisovelluksella, pin-koodilla tai henkilökohtaisella RFID-tunnistella. Käyttäjiä ja tunnistautumisen asetuksia pystyy muokkaamaan selainpohjaisen käyttöliittymän kautta.

Nykyään on käyttäjän tunnistuksessa SFS-EN 15118-standardisarjan mukaan mahdollisuus Plug-in Charge- eli PnC-tunnistautumiseen, jossa käyttäjän ei tarvitsen erikseen tunnistautua lataustapahtumaa varten, vaan latauskaapelin liittäminen latausasemaan riittää. PnC-tunnistautuminen toteutuu ajoneuvon ja latausaseman tiedonsiirron kautta niin, että latauksesta on tehty ennalta sopimus, joka mahdollistaa latauksen aloittamisen. [44, s. 166., 45.]

Tiedonsiirto latausjärjestelmän ja taustajärjestelmien välillä

Latausjärjestelmän ohjaus on mahdollista toteuttaa etänä taustajärjestelmän avustuksella. Taustajärjestelmän käyttö mahdollistaa energianhallinnan lisäksi kuormanhallintajärjestelmään liittyviä ominaisuuksia, jotka ovat merkittävässä roolissa latausjärjestelmän seurannan ja käytön kannalta. Tällöin latausjärjestelmä liitetään taustajärjestelmään, jota yleensä hallinnoi erillinen latausoperaattori.

Latausjärjestelmän ja taustajärjestelmien välillä tiedonsiirtoon käytetään avointa Open Charge Alliancen kehittämää OCPP-protokollaa, joka on vakiintunut nykyaikaisessa latausteknologiassa. Nykyään lähes jokaisen latausjärjestelmiä valmistavan yrityksen latausasemissa on tuki OCPP-protokollalle. OCPP-protokollalle on olemassa useampi versio, joista 1.5 ja 1.6 tukee IEC 61851-1-standardia. OCPP 2.0 tukee nykyaikaista IEC 15118-standardia, joka on kehitetty V2G-rajapintaa varten. [43, s. 12., 44, s. 166.]

OCPP 1.5 toimii HTTP:n yli SOAP-protokollalla. OCPP 1.6 toimii HTTP:n ja WebSockettien yli kaksisuuntaisella tiedonsiirrolla mahdollistaen älykkään latauksen ja on saatavilla SOAP-protokollan lisäksi JSON-protokollalla. OCPP 2.0 on parannettu versio 1.6:sta. OCPP 2.0-protokolla mahdollistaa latauksen sähköautosta verkkoon ja latauksen ohjaussignaalien käytön ohjauksen yhteydessä järjestelmän ulkopuolelta. [45.]

Suomessa latausoperaattorit käyttävät palveluissaan OCPP 1.6 protokollaa versiota korvaten aikaisemman 1.5 version. OCPP 2.0 versiota ei olla vielä Suomessa otettu yleiseen käyttöön.

3.6 Latausjärjestelmän mittaaminen

Tärkeä osa latausjärjestelmän kokonaisuutta on myös energiamittaus. Latauskohteen vaatimuksista ja tarpeista riippuen voidaan latausjärjestelmästä mitata, esimerkiksi tehoja, virtoja ja energiaa tietyn ajanjakson aikana ja lataustoimintojen kestoja. Mittauksesta saatavia tietoja tarvitaan yleisesti kuormanhallinnan ohjaustoimintoja varten.

Mittauksia toteuttaessa kuormanhallintaa varten, tarvitaan latauspistekohtaisia mittauspisteitä latauksen tehokapasiteetin jakamiseksi latausjärjestelmän sisällä. Suositeltavaa on myös mittauspisteen toteuttaminen latausjärjestelmän syötölle latauksen kokonaistehon määrittämiseksi. Kiinteistön liittymän yhteyteen on mahdollista toteuttaa myös mittauspiste, jotta kuormanhallinta reagoisi kiinteistön muuhun kuormaan. Mittausvaatimusten pohjalta voidaan suunnitella varsinainen tekninen toteutus, joka kohdistuu latausjärjestelmään. Kohteeseen valittujen latausasemien tekniset ominaisuudet vaikuttavat latausjärjestelmän mittaustavan valintaan.

Älykkäissä latausasemissa on sisäänrakennettu virta- ja energiamittaus, jota voidaan hyödyntää latausjärjestelmän kuormituksen mittauksessa. Kuvassa 17 on esitetty erään latausasema valmistajan virtamuuntajat, jotka on kytketty ohjauspiiriin yhteyteen latausasemassa.

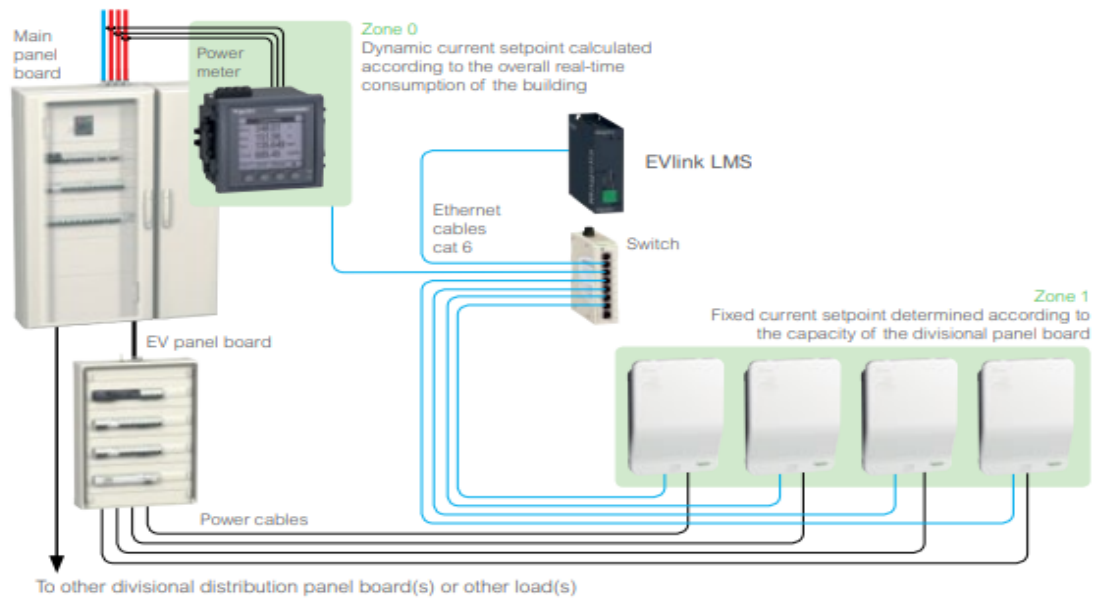


Kuva 17. Latausasemaan sisäänrakennettu energiamittaus virtamuuntajilla. [47.]

Perusmallisten latausasemien, joissa ei ole sisäänrakennettua energiamittauslaitetta, on käytettävä erillisiä energiamittareita. Vaikka älykkäämissä latausasemissa on energiamittaus, voidaan myös hyödyntää erillistä energiamittaria tarkemman mittaustuloksen saamiseksi. Latausjärjestelmän, latauskeskustän tai latauspisteen energiamittaus suunniteltaessa erillisellä mittauksella on otettava seuraavat tekijän huomioon: asennusolosuhteet ja asennuspaikka, liitettävyyden, mittaustapa, mittaustarkkuus ja MID-hyväksyntä. MID-direktiivin mittarin tarkoitus on todentaa kulutetun energian oikeellisuutta ja laskutusta lataaja kohtaisesti. Erilliset energiamittarit voidaan asentaa latausjärjestelmän syöttökeskukseen tai hajauttaa latausasemien läheisyyteen, esimerkiksi pieneen keskuskoteloon latausaseman jalustaan. [46.]

Latausaseman virran jäädessä alle 63 A voidaan energiamittareiden mittaustapana käyttää suoraa mittauslaitetta. Suorassa mittauksessa mitataan latausvirta mittarin läpi kulkevasta virrasta. Silloin kun syötössä käytetään yli 63 A:n

katkaisijaa mittaukseen, on käytettävä epäsuoraa mittausta eli ulkoisia virta-
muuntajia käyttävää energiamittaria. Tätä mittaustapaa käytetään yleensä osa-
kuorman esimerkiksi kerrostaloissa saunakeskuksen syötön mittaukseen tai
koko kiinteistön kuormituksen mittaukseen. [46.]



Kuva 18. Mittarin liittäminen Modbus-väylällä kytkimen kautta hallintajärjestelmään. EVlinkin latausasemissa sisäänrakennettu energiamittaus. [41.]

Energiamittareiden liitettävyyden yhteensopivuus latausjärjestelmään kuormanhallinnan kannalta on erittäin tärkeää. Erilliset energiamittarit voidaan liittää latausasemien tai erillisen kytkimen Modbus-väylän avulla hallintajärjestelmään, kuten kuvassa 18 on esitetty. Latausasemien sisäänrakennettuja energiamittareiden tiedonsiirrossa voidaan hyödyntää Modbus-väyläliitettä.

4 Latausjärjestelmiä koskevat määräykset ja standardit

Latausjärjestelmille on laadittu kiinteistön liittymästä ladattavaan sähköajoneuvoon monenlaisia lakeja, standardeja ja suosituksia. Monet määräykset ja standardit vaikuttavat latauspisteeseen ja sähköautoon tai joissain tapauksissa molempiin samanaikaisesti. Tässä luvussa listaan tärkeimpiä lakeja, standardeja ja suosituksia latausjärjestelmistä.

4.1 Standardit

Suomen sähköturvallisuuslain mukaan standardisarja SFS 6000 on vahvistettu noudattamaan kaikkia pienjännitesähköasennuksia. SFS 6000-7-722 koskee sähköajoneuvojen latausjärjestelmiä, joka on tärkeä osa latausjärjestelmän toteutusta. Seuraavaksi esitän standardien eri osa-alueet:

- Turvallisuusstandardit latauspisteen ja ajoneuvon välillä:
 - SFS-EN 61851 Sähköajoneuvojen latausjärjestelmä.
 - SFS-EN 62196 Pistokkeet, pistorasiat, ajoneuvoliittimet ja -liitännät.
 - SFS-EN 50620 Latauskaapeli.
 - SFS-EN 62752 Suojalaiteyksikkö.
 - IEC 62955 Kiinteä RDC-DD-yksikkö lataustapaan 3.

- Turvallisuusstandardit liittymän ja latausaseman välillä:
 - SFS 600-7-722 Latausaseman asennus ja syöttö.
 - SFS-EN 61000-6-2 ja -3 EMC, immunitetti ja emissio.
 - SFS-EN 61140 Suojaus sähköiskulta.
 - SFS-EN 61508 Sähköisten järjestelmien toiminnallinen turvallisuus.
 - IEC 61439-7 Lataustolppa.

- Turvallisuusstandardit latausjärjestelmän tiedonsiirtoon ja tietoturvaan:
 - IEC 15118-1 Yleinen tieto ja käyttötapojen määritelmä.
 - IEC 15118-2 Verkko- ja sovellusprotokollavaatimukset.
 - IEC 15118-3 Fyysisen- ja datalinkkikerrosten vaatimukset.
 - IEC 15118-4 Verkko- ja tietolinkkikerroksen vaatimusten mukaisuustesti.
 - IEC 15118-5 Fyysisen- ja tietolinkkikerroksen vaatimusten mukaisuustesti.
 - IEC 15118-8 Fyysisen kerroksen ja datalinkkikerroksen vaatimukset langattomalle tiedonsiirrolle.
 - IEC 15118-20 Toisen sukupolven verkko- ja sovellusprotokollavaatimukset.
 - IEC 61850-7-420 Tietojärjestelmien ja -verkkojen määrittäminen sähköaseman automaatiolle.

4.2 ST-kortisto

ST-kortisto on monipuolinen tiedonlähde sähköalan ammattilaiselle. Sähkötietory on julkaissut ST-kortiston sivulle eri sähkötekniikka-alan, kuten automaatio-, sähkö-, tele-, turva-alan suunnittelu ja toteutusohjeita. ST-kortiston tarkoitus on opastaa määräysten ja standardien ratkaisuihin ja toimintatapoihin. ST-kortistosta löytyy käsikirjoja eri sähköalan töille eli ohjeistuksia, toteutus esimerkkejä, mallilomakkeita ja muistilistoja, jotka helpottavat käytännöntyötä. ST-kortiston ohjeistukset eivät ole suoraan määrääviä, vaan suosituksia, ohjeita suunnittelulle ja toteutuksille, noudattaen lakeja, säädöksi ja hyviä käytäntöjä.

ST-kortistosta löytyy myös sähkölatausjärjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen toimintaohjeita ja esimerkkejä. Pääsääntöisesti näitä ohjeita tulisi noudattaa. Sillä varmistetaan, että sähkölatausjärjestelmät olisivat lakien, standardien ja suositusten mukaisia. ST-kortiston sähkölatausjärjestelmiä suunnittelua ja toteutusta tukevat kortit ovat: ST 41, -51.90 ja -51.91. [3., 14.]

4.3 Sesko

Sesko ry on kansallinen standardisointijärjestö, joka vastaa sähkötekniikan alan standardeista. Seskon tarkoitus on esittää täydentäviä ohjeistuksia eri standardeille, kuten esimerkiksi SFS 6000-7-722-standardissa esitettyihin vaatimuksiin. [5.]

5 Latausjärjestelmän kuormanhallinta

Kuormanhallinnan perustarkoituksena on ohjata, hallita, jakaa ja säätää kohteen kokonaiskuormituksen perusteella latausjärjestelmän tehoa. Ilman kuormanhallintaa kiinteistössä tulisi latausasemien toteuttaminen huomattavasti kalliimmaksi liittymän suurentamisen takia. Ilman kuormanhallintaa latauskokonaisuudesta voi muodostua kiinteistön verkolle kohtuutonta kuormaa ja häiriötä, jos useat sähköajoneuvot latautuvat samanaikaisesti. Kuormanhallinnan avulla voidaan rajoittaa ja valvoa latausasemien syöttävää tehoa kiinteistön kuormitustilanteen mukaisesti. [48.]

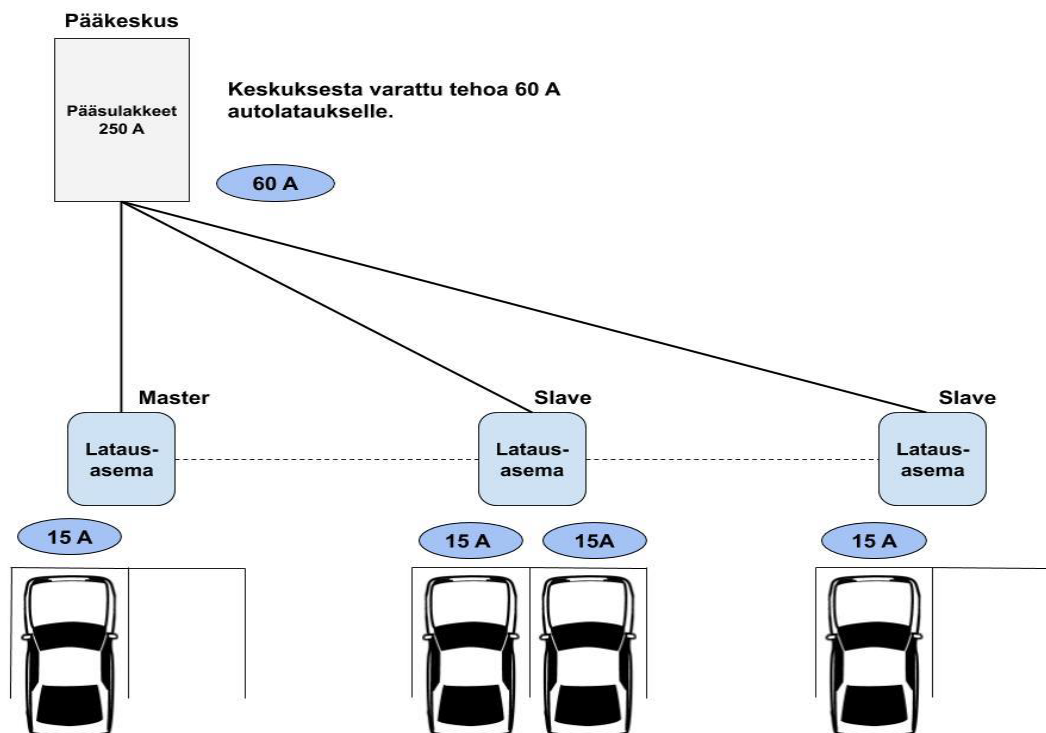
Kuormanhallinta voidaan jakaa kahteen ryhmään: staattiseen kuormanhallintaan ja dynaamiseen kuormanhallintaan. Tässä yhteydessä staattisella kuormanhallinnalla tarkoitetaan kiinteistössä laskennallisesti ylijäävän virran rajoittamista tiettyyn kiinteään arvoon. Dynaamisella kuormanhallinnalla taas viitataan kiinteistön ylijäävän virran jakamista älykkäästi latausasemien kesken.

Kuormanhallinta voidaan jakaa eri tasoihin. Yksittäisten latausasemien kuormanhallinnasta, jolloin lataustehoa rajoitetaan dynaamisesti tai staattisesti auton ja latauspisteen välillä. Välitason ohjauksen muodostavat kahden latauspisteen latausasemat, joissa latausteho jaetaan latauspisteiden välillä, kun kumpikin latauspiste on käytössä. Seuraavan ohjaustason muodostavat latausasemat ja latauspisteet latauksen hallintajärjestelmän kanssa. Yksittäiset latauspisteet saavat ohjaukskomentonsa latauksen hallintajärjestelmältä latausvirran rajoittamiseksi, jotta asetettua staattista tai dynaamista latauskapasiteetin rajaa ei ylitettäisi. [48.]

5.1 Staattinen kuormanhallinta

Staattinen kuormanhallinta eli ns. tavallinen kuormanhallinta voidaan toteuttaa karkeasti kahdella tavalla. Yksinkertaisemmassa toteutuksessa latauskentälle annetaan tietty teho, joka ohjelmoidaan latausasemille, jonka jälkeen latausasemat keskustelevat keskenään ja jakavat käytössä olevan tehon latausasemien välille. Yleensä yhdestä latausasemasta tehdään ns. master-asema, joka vastaa, että jokainen latausasema lataa oikealla teholla ja ettei kentälle määritelty tehorajaa ylitetä. Tämä vaihtoehto ei ota huomioon eikä mittaa kiinteistön todellista kulutusta. [49.]

Kuvassa 19 on pääkeskuksesta varattu 60 A autolataukselle, joka on ohjelmoitu latausasemien asennuksen yhteydessä master-asemaan. Master-asema ohjaa slave-asemia ja varmistaa, että latauskentälle asetettu latausteho on jaettu tasan, eikä latauskentän varattua virtaa ylitetä. Tässä tavassa dataliikenne on vain latausasemien välillä eikä sähkökeskuksen ja latausasemien välillä.



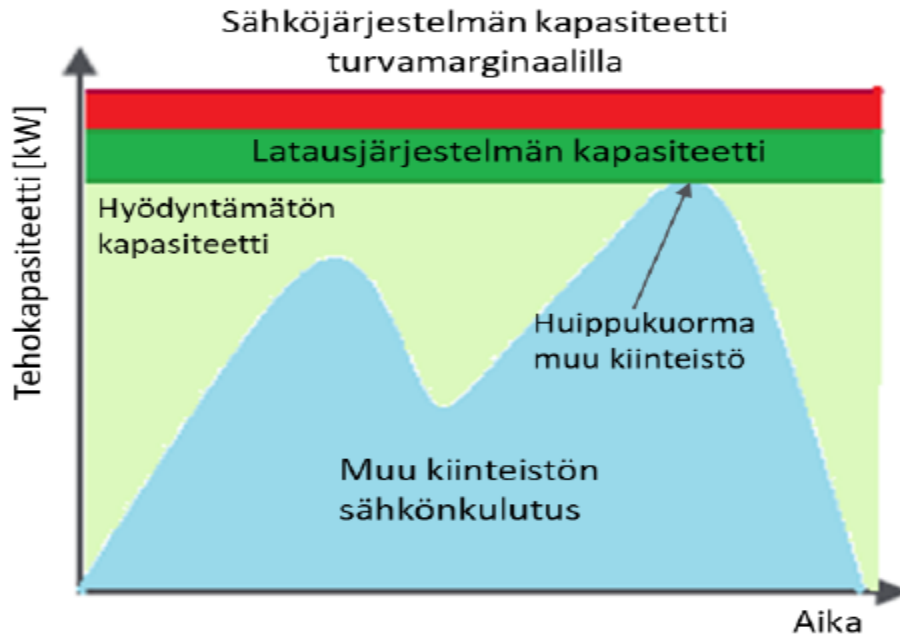
Kuva 19. Staattinen kuormanhallinta, jossa jokaisen latauspisteen latausteho jakautuu latauskentälle varatun tehon ja ladattavien autojen mukaan.

Toisena mahdollisuutena on rajoittaa tehorojoituksella, joka voidaan toteuttaa, esimerkiksi kärkitiedolla kiuaskeskukselta, CDS-kuormanpudotuskontaktorilta tai latausaseman energianmittauksella. Kuormanpudotus tiputtaa lataustehoa esimerkiksi, kun kiuas, lämmitys tai muu isompi kuorma kytkeytyy päälle. Tämä on mahdollista vain tietyissä malleissa, kuten Schneider Electric Smart Walbox tai Parking-latausasemien kanssa, jossa voidaan latausvirta määrittää yhden ampeerin tarkkuudella latausasemille määriteltyjen arvojen puitteissa. [42]

Staattinen kuormanhallinta voidaan toteuttaa perusmallisten latausasemien, kuten Schneider Electric Walboxien kanssa. Staattisessa kuormanhallinta tapauksessa ei pystytä helposti rajoittamaan latausasemien kuormaa kiinteistön muiden kuormien kytkeytyessä niin kuin dynaamisessa kuormanhallinnassa on mahdollista. Jos lataustehon on liian pieni sähköajoneuvo ei välttämättä tunnista latausta vaan jää tilaan, jossa auto valmiustilaan odottaa latausvirtaa. Valmiustila saattaa kuluttaa akun loppuun, jolloin auto ei reagoi enää mihinkään. [42.]

Latausjärjestelmän syötön osalta käytetään sitä osaa, joka on kiinteistön mitoituksessa varalle huomioiden huippukäytön ajankohdan. Tuolloin latausasemien tehoja pudotetaan tarpeen mukaan asetettuihin rajoitusarvoihin, jotta latausjärjestelmän syötön mitoitusarvoa ei ylitettäisi. [49.]

Kuten kuvassa 20 nähdään, kuinka staattisessa kuormanhallinnassa joudutaan mitoittamaan kiinteästi latausjärjestelmän teho kiinteistön huippukuormituksen mukaisesti. Tällöin sähköjärjestelmän tehokapasiteettia jää huomattavasti hyödyntämättä, silloin kuin kiinteistön kuormitus on alhaista. Latausjärjestelmälle on jätettävä riittävä turvamarginaali maksimikapasiteettiin nähden, sillä latausjärjestelmän kuormanohjaus reagoi pienellä muutaman sekunnin viiveellä. Jos kohteessa on suuria käynnistysvirtoja aiheuttavia laitteita, kuten IV-koneita tai puhaltimia tulee silloin jättää hieman suurempi turvamarginaali.

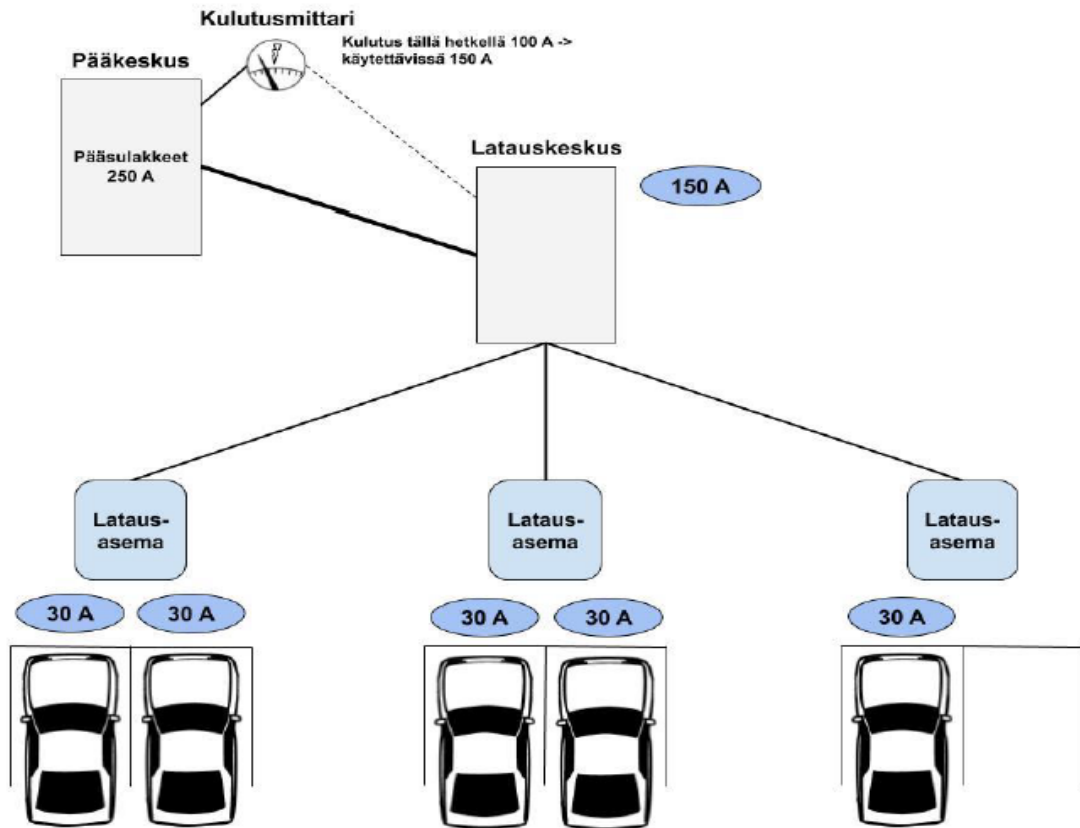


Kuva 20. Latausjärjestelmän tehokapasiteetti staattisella kuormanhallinnalla kiinteistössä.

5.2 Dynaaminen kuormanhallinta

Dynaaminen kuormanhallinta eli adaptiivinen kuormanhallinta säättää latausasemien lataustehoja automaattisesti sen mukaan, kuinka paljon kiinteistössä on virtaa käytettävissä. Tällöin kuormanhallinta mittaa aktiivisesti kiinteistön huipputehoa ja säättää latauskentän tehoa sen mukaan, jonka avulla voidaan hyödyntää kiinteistön ylijäävää tehoa. Dynaamisella kuormanhallinnan avulla voidaan tarjota useampi tehokas latausasema ja silti noudattaa kiinteistön liittymän ja muun kuorman asettamia rajoja. [49.]

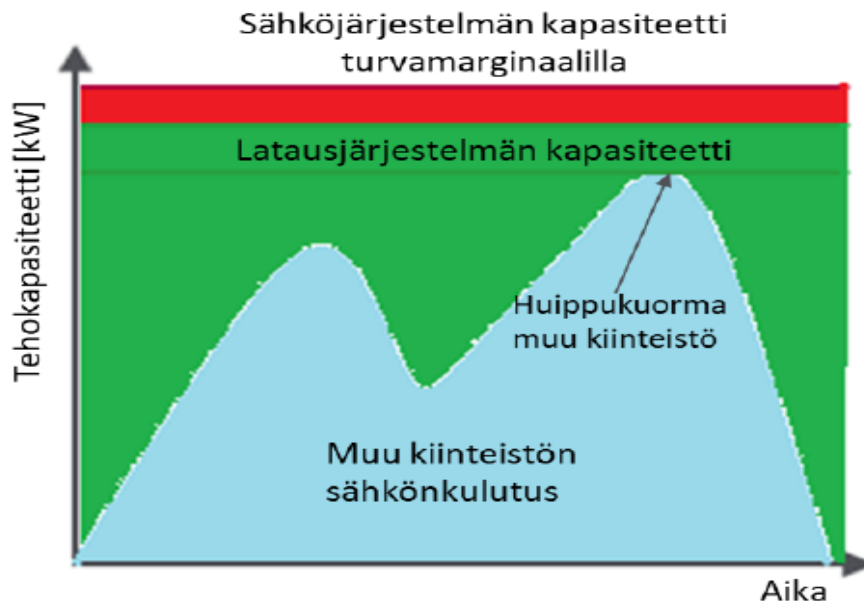
Kuvassa 21 on esitetty dynaamisen kuormanhallinnan toteutus, jossa pääkeskuksen pääsulakkeeksi on asetettu 250 A. Aktiivinen kulutusmittari mittaa tähän hetkiseksi kulutukseksi 100 A, joten 150 A jää käytettäväksi latausjärjestelmään. Latauskeskus jakaa käytettäväksi jääneen tehon ladattavien sähköautojen kesken tasaisesti.



Kuva 21. Dynaaminen kuormanhallinta, jossa jokaisen latauspisteen latausteho jakautuu kiinteistön kuormituksen perusteella.

Dynaamisessa kuormanhallintajärjestelmässä energiamittari tai kuormanhallintayksiköön liitettävä virta-anturi eli virtapihdit seuraavat aktiivisesti kiinteistön kuormitusta. Tämän jälkeen tieto kulkee latauskeskuksessa olevaan kuormanhallintayksikköön, esimerkiksi Defan CLU-yksikköön, tai latauskentän master-asemalle, jotka säätelevät lataustehoa energiamittauksesta saatujen tietojen perusteella.

Kuvassa 22 nähdään, kuinka dynaamisesti ohjatussa latausjärjestelmässä pystytään hyödyntämään kiinteistön koko ylijäävä tehokapasiteetti tehokkaammin kuin staattisessa kuormanhallinnassa.



Kuva 22. Latausjärjestelmän tehokapasiteetti dynaamisella kuormanhallinnalla kiinteistössä.

5.3 Tiedonsiirto kuormanhallinnassa

Kuormanhallinta tarvitsee toimiakseen erinäisten laitteiden kommunikointia ja tiedonsiirtoa. Kuormanhallinnan oheislaitteisiin yleisesti kuuluu energiamittari ja tarpeen mukaa ohjausyksikkö, kytkin sekä internet modeemi. Energiamittarit ovat yleistymässä latausasemien yhteyteen, joka johtaa entistä enemmän älykkäämpään latauksen hallintaan taustajärjestelmillä. Latausaseman tiedonsiirto voidaan toteuttaa hallintajärjestelmään langallisena tai langattomana wifin tai GPRS:n avulla.

Tiedonsiirrossa latausasemien valmistajat käyttävät Modbus-väyläliitintä laitteiden välillä eli tiedonsiirtokaapeliksi voidaan käyttää CAT 6 – RJ45 tai KLMA. ABB, Ensto, Latinki ja Schneider Electric käyttävät ulkoisessa ohjauksessa ja energiamittauksessa Modbus TCP/IP-liitintäväylää. Defa käyttää tiedonsiirrossa ulkoisten energiamittausten ja CLU Basicin ja latausaseman välillä Modbus RTU RS485-väyläliitintä. CLU Facility:n ja CLU Basic:n välinen tiedonsiirto toteutetaan Modbus TCP/IP-liitintäväylän avulla tähtipisteessä. Modbus RTU käyttää verkkotopologiana ketjua ja väylää.

TCP/IP taas käyttää tähteä ja väylää. Tähtipisteenä voi olla esimerkiksi kytkin, jossa kaikki laitteen yhdistyy toisiinsa.

Langattomassa tiedonsiirrossa latausasemat, oheislaitteet ja hallintajärjestelmä keskustelee langattoman verkon, wifin ja 4G:n avulla. Langattoman tiedonsiirron huono puoli on mahdollinen viive- tai yhteyskatko, riippuen kohteen rakenteesta. Liitteissä 1–4 on esitetty kaapelointi eri valmistajien laitteilla.

5.4 Kuormanhallinnan toteutuksen tarve

Kuormanhallinta sopii kohteisiin, jossa nykyisellä sähköjärjestelmällä ei pystyttäisi kattamaan lataustarvetta ilman sähkönjakelujärjestelmä uusimista. Tässä tilanteessa kuormanhallintajärjestelmä tulee moninkertaisesti halvemmaksi kuin liittymän uusinta. Usein vanhemmissa kiinteistöissä huipputeho on jo todella lähellä liittymän laskennallista maksimitheoa. Tässä tilanteessa kiinteistön pääsulaketta on suurennettava mahdollisuuksien mukaan. Muulloin latausjärjestelmälle tulisi toteuttaa uusi liittäminen, joka tulisi kalliiksi. Jos kiinteistöön tulisi vain muutaman latausasema, toteuttaminen kuormanhallinnalla voi olla tarpeetonta, jos kiinteistön huipputeho on alhainen valmiiksi. Tässä tilanteessa suora lataus olisi helpompi ja halvempi kiinteistölle.

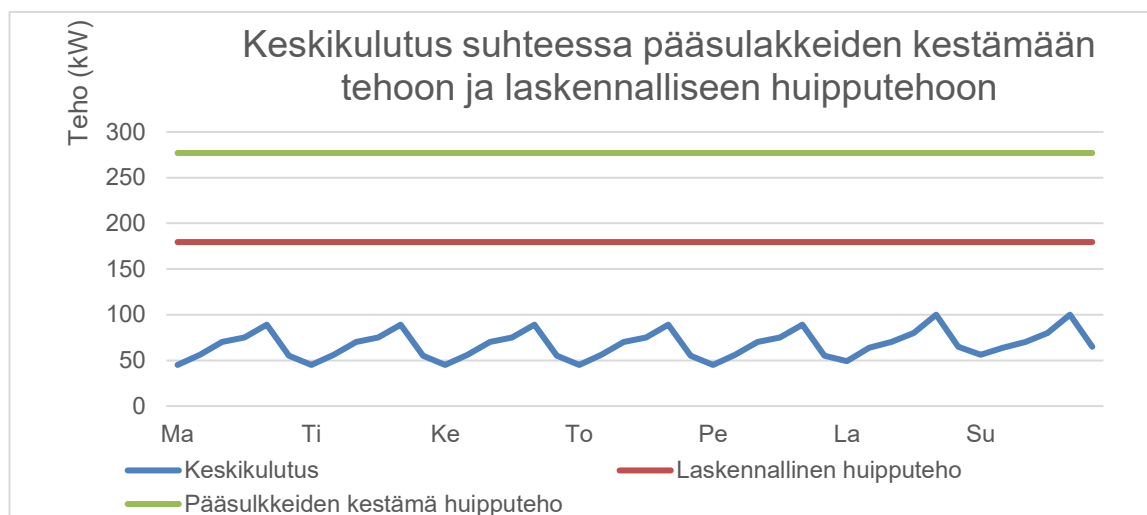
Kuormanhallintaa ja latausjärjestelmää suunnitellessa tulee ottaa huomioon useita asioita, kuten sähköliittymän koko, huipputeho, sähköjärjestelmän kunto, keskuksien tilavara, latausasemien määrä ja sijainti, häiriösuojauksen vaatimukset, lataustarpeet, kuormanhallinta ja mahdollinen liityntä turvallisuusjärjestelmiin.

Tässä esimerkki kohde isosta parkkihallisesta kiinteistöstä:

Rakennuksia:	1 kpl
Autopaikkoja	126 kpl
Kerrosala:	6738 m ²
Pääsulakkeet:	400 A (2 x (3 x 200 A))

Pääsulakkeiden kestävä virta:	400 A
Pääsulakkeiden kestävä teho:	277 kW
Laskennallinen huippuvirta:	259 A
Laskennallinen huipputeho:	179,5 kW

Taulukko 2. Keskisuuren kiinteistön huipputehoarvot ja keskkulutus viikon ajalta.



Taulukossa nähdään ison parkkihallillisen kiinteistön, johon latausjärjestelmän suuruuden kannalta kuormanhallinta olisi järkevää. Jos esimerkiksi kohteen jokainen parkkipaikalle tarjottaisi vähintään 2 kW latausteho, tulisi latauskapasiteettia olla vapaana käytössä 252 kW. Tällä hetkellä kiinteistössä katsottaessa huipputeho on noin 90 kW. Kapasiteettia tulisi siis nostaa nykyisen sähkönjakelujärjestelmän uusimisella. Laajennuskustannukset tulisivat olemaan todella suuret, joten tässä tilanteessa kuormanhallinta olisi helpoin ja halvempi ratkaisu. Tällöin jokaiselle latauspisteelle voidaan taata hyvä latausnopeus. Tällöin jokaista latauspistettä ei ladata samanaikaisesti ja tällä hetkellä sähköautokanta ei ole niin suuri, että jokaiselle parkkiruudulle sellainen tulisi.

Kuormanhallintaa suunnitellessa latausasemien ja mahdollisten palvelun tarjoajan valinnassa tulee joitain rajoitteita. Rajoitteina on, mitä latausasema sisältää valmiiksi ja monet kuormanhallintajärjestelmät velvoittavat käyttämään tietyn tarjoajan latausasemia ja ohjelmistoja. Kuormanhallintajärjestelmät saattavat sisältää kuukausimaksuja ja muita maksuja. Lisäksi kuormanhallintajärjestelmää tukevat latausasemat vaativat ohjelmointia ja käyttöönottoa.

5.5 Kuormanhallinnan laitteiden yhteensopivuus eri valmistajien kesken

Kuten aiemmassa 5.3 luvussa on kerrottu, suurimmalla osalla laitevalmistajien latausasemissa ja kuormanhallintajärjestelmissä sama tiedonsiirtomenetelmä eli Modbus TCP/IP-väyläliitäntä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että jokaisen laitevalmistajan laitteet toimisivat keskenään saumattomasti tai ylipäätään.

Latausjärjestelmissä valmistajat käyttävät latausaseman ja ohjainyksikön sekä oheislaitteiden käyttöliittymissä omaa sisäistä protokollaa. Tämä estää eri laitevalmistajien laitteiden yhdistämisen samaan kuormanhallintajärjestelmään.

Tällä hetkellä ei ole tarpeeksi tietoa tai kokemusta eri latauslaitteiden yhdistämisestä keskenään.

Vaikka eri valmistajien laitteet eivät tue toisiaan, lähes jokaisen laitevalmistajan latausasemat tukevat langatonta tiedonsiirtoa OCPP-protokollan avulla. Näin ollen OCPP-protokollan pohjalta tiedonsiirto onnistuisi eri laitteiden välillä, mutta tässäkin on muutama rajoittavia tekijöitä, jotka pitää ottaa huomioon kuormanhallintaa suunnitellessa. Kuten luvussa 6.4 käy ilmi, latausasemien tarjoaja saattaa velvoittaa käyttämään tietyn tarjoajan latausasemia ja ohjelmistoja.

6 Kuormanhallinta eri valmistajien ratkaisuilla

Kuten tutkielmassa on aiemmin todettu, voidaan sähköajoneuvojen latausjärjestelmän kuormanhallinta toteuttaa monin eri tavoin ja laittein. Suunnittelussa täytyy huomioida latauskohteen vaatimukset, tarpeet ja mahdolliset rajoitteet.

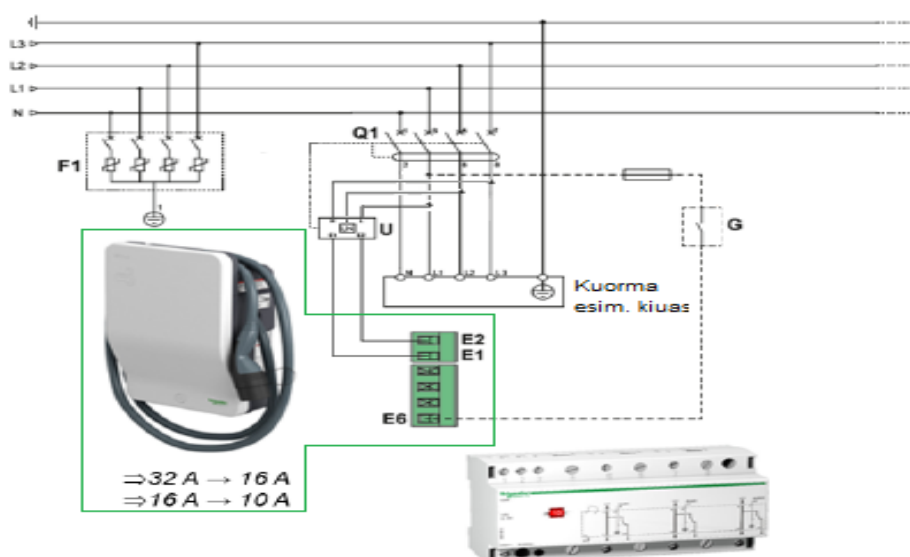
Tässä luvussa keskitytään peruslataukselle tyypillisiin latauskohteisiin, kuten yksityiset asuinkiinteistöt, taloyhtiöt, yritykset ja julkiset latauskohteet. Suunniteltaessa latausjärjestelmiä ja siihen liittyviä kuormanhallinnan toteutuksia on huomioitava aiemmissa luvuissa läpikäytyjä menetelmiä. Näitä menetelmiä ovat mm. latausasemat, energiamittaus, tiedonsiirto, ja kuormanhallinnan tarve. Työn liitteissä 1–4 on esitetty kuormanhallinnan toteutusmenetelmiä, joita voidaan soveltaa suunnittelukohteen mukaiseksi.

6.1 Toteutus ilman kuormanhallintaa

Latausaseman hankkiminen kiinteistöön ei suoraan tarkoita, että se tarvitsee kuormanhallintaa toimiakseen. Tällaisia kohteita ovat yleensä yksityiset asuinkiinteistöt, kuten omakotitalot ja muut pientalokohteet. Yksityisten asuinkiinteistöjen latausjärjestelmä koostuu tyypillisesti 1–3 latauspisteestä. Tarvetta latausase-
makohtaiselle energiamittaukselle ei yleensä tällaisille kohteille ole, koska se on jo toteutettu sähköliittymän yhteydessä.

Kuormanhallinnan tarpeellisuus riippuu kohteen liittymän koosta ja valittavasta latausasemasta. Tyypillisesti asuinkiinteistön sähköliittymät ovat 3 x 25A, jolloin pienitehoinen latausasema voidaan asentaa sellaisenaan. Tehokkaampien lataus-
asemien tehot saattavat nostaa kohteen huippukuorman lähelle liittymän huippua, jos kohteessa on samanaikaista muuta kulutusta. Tässä tilanteessa voidaan käyttää latausaseman kuormanpudotustoimintoja.

Kuormanpudotus voidaan toteuttaa Schneiderin CDS-kuormanpudotuskontakto-
rilla, joka antaa ulkoisen tilatiedon latausasemalle lataustehon pudottamiseksi. CDS:lle on asetettu kiinteistön sähkökapasiteetin mukainen virta-arvo, joka ylityessään siirtää latausasemalle tarvittavan tiedon. Kuvassa 23 on havainnollis-
tettu CDS:n käyttöä latausaseman yhteydessä.



Kuva 23. Schneider Electricin CDS-kuormanpudotusmenetelmä kiinteistön huippukuorman tasaamiseksi. [41]

6.2 Toteutus taustajärjestelmällä

Latausjärjestelmän kuormahallinta voidaan toteuttaa langattomana taustajärjestelmien kautta, jolloin ei tarvita erillistä kuormanohjausyksikköä. Taustajärjestelmään ohjelmoidaan järjestelmässä olevat latauspisteet ja latauksen parametrit, esimerkiksi käytössä olevat tehot verkosta ja käyttäjäkunta. Lähes jokaisen valmistajan asema tukee langatonta tiedonsiirtoa OCPP-protokollan avulla. Tällöin kuormanhallinta voidaan toteuttaa taustajärjestelmän kautta lähes jokaisella latauslaitteilla. Taustajärjestelmällä toteuttaessa tulee latausasemassa olla jokin langaton tiedonsiirtoratkaisu, esimerkiksi GSM-lähetin tai wifi. Tätä toteutustapaa voidaan käyttää pienissä ja keskisuurissa latausjärjestelmissä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi julkisten paikkojen, taloyhtiöiden ja yritysten latausasemat, jossa lataaja voi olla kuka vain ja taustajärjestelmän kautta hoituu samalla laskutus.

Liitteessä 1 on havainnollistettu taustajärjestelmän toteutus Ensto Wallboxin ja Pro:n avulla. Latausasemissa on sisäänrakennettu energiamittaus ns. MID-mittari, jonka avulla taustajärjestelmä voi seurata kuormitusta ja jakaa lataustehot sitä tarvitseville. Latausasemille tulee asettaa jokin virtaikkuna, jos yhteys taustajärjestelmiin katkeaa tai tiedonsiirrossa ilmaantuu viivettä.

6.3 Toteutus ulkoisella energiamittauksella

Latausjärjestelmän kuormanhallinta voidaan toteuttaa master-slave menetelmällä, jossa yksi latausasema toimii master-asemana ja muut slave-asemina. Järjestelmässä voi olla 1–14 slave-asemaa. Master-asema vastaa siitä, että jokainen slave-asema lataa oikealla teholla. Tässä tapauksessa master-asema saa ulkoiselta energiamittarilta tiedon, kuinka paljon latausasemat voivat käyttää lataustehoa. Ulkoinen energiamittari on sijoitettu kiinteistön liittymän syöttöön, josta se mittaa kiinteistön kokonaiskulutuksen. Master-asemaa ohjelmoidaan järjestelmän huipputehon, jonka mukaan se laskee, kuinka paljon latauskapasiteettia, on käytettävissä ja jakaa sen latauksessa oleville sähköautoille.

Tätä toteutustapaa voidaan käyttää pienissä latausjärjestelmissä. Tällaisia kohteita voivat olla esimerkiksi yksityisten asuinkiinteistöiden, taloyhtiöiden ja yritysten latausasemat. Toimittajista ABB:n ja Enstonin latauslaitteilla voidaan toteuttaa kuormanhallintaa master-slave vaihtoehtoa. Latausjärjestelmä voi olla itsenäinen järjestelmä tai yhdistetty taustajärjestelmään, jolla päästään hallinnoimaan ja ohjaamaan latauksia.

Liitteessä 2 on havainnollistettu ulkoisen energiamittauksen toteutus ABB Terra AC:n avulla. Terra AC:n tiedonsiirrossa käytetään Modbus TCP/IP-liitäntäväylää eli kaapeliksi voidaan valita CAT 6 – RJ45-liittimillä. Tällöin energiamittariksi voidaan valita MID-mittari samalla liitännällä.

6.4 Toteutus ohjausyksiköllä

Kuormanhallinta voidaan toteuttaa myös ohjausyksikön avulla. Kuormanhallintayksikkö mahdollistaa monitoroinnin, ohjauksen ja maksimoi käytettävissä olevaa lataustehoa ulkoisen energiamittauksen perusteella. Se varmistaa kustannus- ja energiatehokkuusrajoitusten noudattamisen latausasemissa ohjaamalla niiden toimintaa. Latausjärjestelmä voi olla itsenäinen järjestelmä tai yhdistetty taustajärjestelmään, jolla päästään hallinnoimaan ja ohjaamaan latauksia.

Tätä toteutustapaa voidaan käyttää keskisuurissa ja suurissa latausjärjestelmissä, joissa on useita kymmeniä latausasemia. Tällaisia kohteita voivat olla esimerkiksi julkisten paikkojen, yritysten tai taloyhtiöiden latausasemat. Toimittajista Schneider, Defa ja Inter Control tarjoavat ohjausyksikköä vaihtoehtona kuormanhallinnan toteutukseen.

Liitteessä 3 on havainnollistettu Schneider Electricin kuormanhallintayksikön toteutus Wallbox Smartin avulla. Latausjärjestelmän ja kuormanhallinnan tiedonsiirrossa käytetään Modbus TCP/IP-liitäntäväylää eli kaapeli CAT 6 – RJ45-liittimillä. Ulkopuolissa mittauksessa voidaan käyttää Schneiderin suosittelemaa kolmivaiheista iEM3255 energiamittaria tai muuta mittaria esimerkiksi MET-SEPM5320, joka tukee TCP/IP-väylää. Koska edellä mainitussa energiamittari

käyttää tiedonsiirtoväylänä Modbus RTU – RS485:ta, tulee se muuttaa väylämuuntimella (SE EGX150) TCP/IP-väylämuotoon. Energiamittarin liitäntä kaapelina voidaan käyttää KLMA 4x0,8+0,8 tai JAMAK 2x(2+1)x0,5.

Liitteessä 4 on havainnollistettu Defan kuormanhallintayksikön kytkentä eRange Duon avulla. CLU Facility toimii pääohjausyksikkönä latauskenttien ohjausyksiköiden (CLU Basic) ohella. Kuormanhallinta voidaan toteuttaa myös ilman pääohjausyksikköä yhdellä CLU-yksiköllä, jos latausasemia on alle 17. Tiedonsiirtomenetelmänä latausjärjestelmä käyttää ohjausyksikön eli CLU Basicin ja latausaseman välillä sekä ulkoisessa mittauksessa Modbus RTU - RS485-väyläliitintä, joten tiedonsiirrossa voidaan käyttää KLMA 4x0,8+0,8 tai JAMAK 2x(2+1)x0,5 kaapeleita. Latauskenttien ohjausyksiköt liitetään CLU Facilityyn Modbus TCP/IP-väyläliitännällä tähtipisteessä eli kytkimen kautta. Ulkoisena energiamittarina voidaan käyttää Modbus-liitintään sopivaa energiamittaria esimerkiksi Carlo Cavazzin EM210-sarjan mittarit.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua eri valmistajien latausjärjestelmiin, latauslaitteiden teknisiin tietoihin ja kuormanhallinnan toteutusmenetelmiin. Lisäksi tavoitteena oli selvittää valmistajien kuormanhallinta- ja latauslaitteiden yhteensopivuutta eri valmistajien välillä. Työtä tehdessäni huomasin, että sähköautojen määrä Suomessa on moninkertaistunut viime vuosina ja autokannan suurentuessa tarve latauspisteille ja kuormanhallinnalle kasvaa.

Työ toteutettiin hyödyntämällä toimittajilta saatuja vastaksia kuormanhallinnan kysymyksiin. Vastaukset toimittajilta saapuivat nopeasti, ja ne tukivat tätä tutkimustyötä. Työssä haastavaksi osoittautui aiheen rajaus, sillä sähköautolataukseen ja kuormanhallintaan liittyvien dokumentaatioiden, säädösten ja standardien määrä on suuri ja niiden lukeminen työlästä. Työn lopussa esiteltiin toteutusmalleja, jotka ovat vaihtoehtoja monien mahdollisuuksien joukosta.

Tutkimuksen tuloksena muodostui kattava kokonaisuus kuormanhallinnan toiminnasta ja toteutusmenetelmistä. Merkittävimpiä asioita tuloksien kannalta olivat latauslaitteiden tekniset tiedot, tiedonsiirtotapa ja valmistajien kuormanhallintatavat. Tutkimusta tehdessäni huomasin, että kuormanhallintaa suunniteltaessa tulee perehtyä tarkasti latauslaitteiden teknisiin yksityiskohtiin, jotta latausjärjestelmä saataisiin toimimaan halutulla tavalla. Myös latauslaitteiden toimittaja on tärkeää päättää suunnittelun alkuvaiheessa. Kokonaisuudessa työn tekeminen oli mielenkiintoinen projekti, joka kasvatti tietämystä ja ammattitaitoa latausjärjestelmien suunnittelua kohtaan. Aihetta voisi jatkaa vielä perehtymällä tarkemmin DC-latauksen liittämiseen peruslatausjärjestelmään.

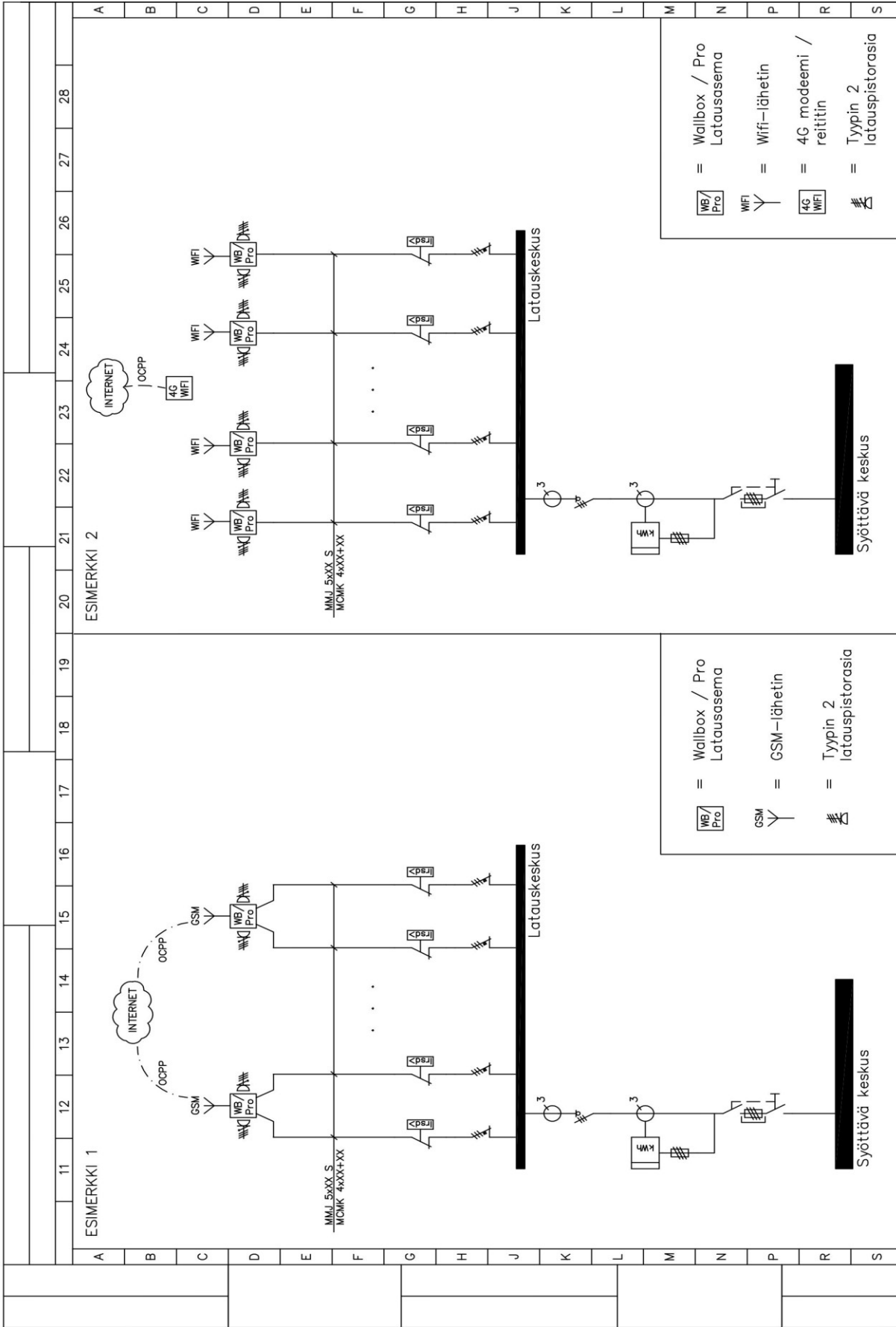
Lähteet

- 1 Hybridiauto. 2020. Verkkoaineisto. Motiva Oy. https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/hybridiauto. Luettu 19.11.2021.
- 2 Ladattava hybridiauto. 2020. Verkkoaineisto. Motiva Oy. https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/ladattava_hybridiauto. Luettu 19.11.2021.
- 3 Kuronen, Jarkko. Oksanen, Ville. 2021. ST-kortti 51.90, Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Sähköinfo Oy. 04.05.2021. Luettu 19.11.2021.
- 4 Täyssähköauto. 2021. Verkkoaineisto. Motiva Oy. https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/tayssahkoauto. Luettu 19.11.2021.
- 5 Sähköauton lataustekniikka ja turvallisuus. 2021. Verkkoaineisto. Motiva Oy. https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi/sahkoauton_lataustekniikka_ja_turvallisuus. Luettu 19.11.2021.
- 6 Sähköauton lataussuositus 5, painos 2021-02-17. 2021. SESKO ry. 17.02.2021. Luettu 20.11.2021.
- 7 Latauskaapelit. 2021. Verkkoaineisto. Defa Oy. <https://www.defa.com/fi/tuoteryhm%C3%A4/sahkoauton-lataus/latauskaapelit/>. Luettu 20.11.2021.
- 8 Tyypin 1 latauskaapeli. 2021. Verkkoaineisto. Netonnet. <https://www.netonnet.no/art/hjem-fritid/bil-og-gps/elbillader/deltaco-e-charge-cable-mode-2-schuko-type-1-10-16a-5m/1012814.18338/?siteType=2>. Luettu 20.11.2021.
- 9 Penttinen, Jyrki. 2021. Täyssähkö- ja hybridiautojen latausperiaatteet. SLO Oy. <https://ideat.slo.fi/tayssahko-ja-hybridiautojen-latausperiaatteet/>. 16.07.2021. Luettu 20.11.2021.
- 10 Sähköauton lataustavat. 2019. Verkkoaineisto. Plugit Tmi. <https://plugit.fi/artikkelit/sahkoauton-lataustavat/>. Luettu 23.11.2021.
- 11 Type 2 charging plugs. 2021. Verkkoaineisto. Clipper creek. <https://store.clippercreek.com/level2-40-to-80/cs-100-80-amp-charging-liberty-enabled?sort=p.price&order=DESC>. Luettu 23.11.2021.

- 12 Latauspistoketyypit sähköautoille. 2021. Verkkoaineisto. Plugit Tmi. <https://plugit.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>. Luettu 23.11.2021.
- 13 T3 Charging cables for France. 2021. Verkkoaineisto. Evchargeking. <https://Evchargeking.com/en/t3-charging-cables-for-france>. Luettu 26.11.2021.
- 14 Korhonen, Eero. Linja-aho, Vesa. Mäkinen, Jukka. Orrberg, Matti. 2019. ST-käsikirja 41, sähköautot ja latausjärjestelmät. Sähköinfo Oy. 01.05.2019. Luettu 26.11.2021.
- 15 DC charging cables for fast charging stations. 2021. Verkkoaineisto. Phoenix Contact. https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/products/subcategory_pages/Charging_cables_and_charging_sockets_P-29-03/df8e2122-37ca-4529-8a17-ed17e8eba258. Luettu 26.11.2021.
- 16 IEC 62196. 2021. Verkkoaineisto. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_62196#Type_3. Luettu 28.11.2021.
- 17 SFS-käsikirja 600–1–2 pienjännitesähköasennukset. Osa 1–2: Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset. 2017. SFS ry. 01.10.2017. Luettu 28.11.2021.
- 18 "Mikä DC, HPC, CHAdeMO?" Sähköauto- ja lataussanastoa. 2020. Verkkoaineisto. Inter Control Oy. <https://www.intercontrol.fi/artikkelit/mika-dc-hpc-chademo-sahkoauto-ja-lataussanastoa/>. Luettu 30.11.2021.
- 19 Pohjonen, Pekka. 2019. Sähköauton lataus. Verkkoaineisto. Autotalo Ampeeri. <https://www.autotaloampeeri.fi/blogi/sahkoauton-lataus/>. Luettu 28.11.2019. Luettu 30.11.2021.
- 20 CHAdeMO. 2021. Verkkoaineisto. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/CHAdeMO>. Luettu 30.11.2021.
- 21 ABB Yleisesti. 2021. Verkkoaineisto. ABB Oy. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa>. Luettu 03.12.2021.
- 22 ABB: Sähköauton lataamisen koti. 2021. Verkkoaineisto. ABB Oy. <https://new.abb.com/ev-charging/fi/terra-ac-latausasema>. Luettu 03.12.2021.
- 23 Tietoa DEFA:sta. 2021. Verkkoaineisto. Defa Oy. <https://www.defa.com/fi/tietoa-defa/>. Luettu 03.12.2021.

- 24 eRange® IQ-latausasema. 2021. Verkkoaineisto. Defa Oy. <https://www.defa.com/fi/tuote/erange-iq-kaapelilla/>. Luettu 03.12.2021.
- 25 Hannonen, Toni. 2021. Tekninen päällikkö. Defa Oy. Sähköpostikeskustelu 26.11.2021.
- 26 eRange® IQ Facility-latausasema. 2021. Verkkoaineisto. Defa Oy. <https://www.defa.com/fi/tuote/erange-iq-facility/>. Luettu 03.12.2021.
- 27 Luokkanen, Mika. Myynti-insinööri. ABB Oy. Sähköpostikeskustelu 03.11.2021.
- 28 Tehokas, tasapuolinen ja turvallinen sähköautojen latausratkaisu taloyhtiölle. 2021. Verkkoaineisto. Defa Oy. https://www.defa.com/content/uploads/Documentation/EV-Charging/Marketing-materials/DEFA_emobility_taloyhti%C3%B6esite_v4_2021_web.pdf?timestamp=1638599349. Luettu 04.12.2021.
- 29 Ensto. 2021. Verkkoaineisto. Wikipedia. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Ensto>. Luettu 03.12.2021.
- 30 Ensto eFiller. 2021. Verkkoaineisto. Ensto Oy. https://static.ensto.com/files/datasheets/BR2_eFiller.pdf. Luettu 04.12.2021.
- 31 Ensto One Home. 2021. Verkkoaineisto. Ensto Oy. <https://www.ensto.com/fi/building-systems/tuotteet/sahkoauton-lataus/kotilataus/ensto-one-home/>. Luettu 04.12.2021.
- 32 Ensto One Home - superhelppoon kotilataukseen. 2021. Verkkoaineisto. Ensto Oy. <https://www.ensto.com/fi/yhtio/uutiset-ja-media/tuoteuutiset/ensto-one-home---superhelppoon-kotilataukseen/?bu=EBS>. Luettu 04.12.2021.
- 33 Ensto Wallbox. 2021. Verkkoaineisto. Ensto Oy. https://static.ensto.com/files/datasheets/BR2_Wallbox.pdf. Luettu 05.12.2021.
- 34 Inter Control. 2021. Verkkoaineisto. Inter Control Oy. <https://www.intercontrol.fi/yritys/>. Luettu 06.12.2021.
- 35 Etrek Inch Home. 2021. Verkkoaineisto. Inter Control Oy. <https://latinki.fi/wp-content/uploads/2021/05/INCH-HOME-brochure.pdf>. Luettu 06.12.2021.
- 36 Etrek Inch Pro. 2021. Verkkoaineisto. Inter Control Oy. https://latinki.fi/wp-content/uploads/2021/05/INCH-PRO-brochure_2020.pdf. Luettu 06.12.2021.

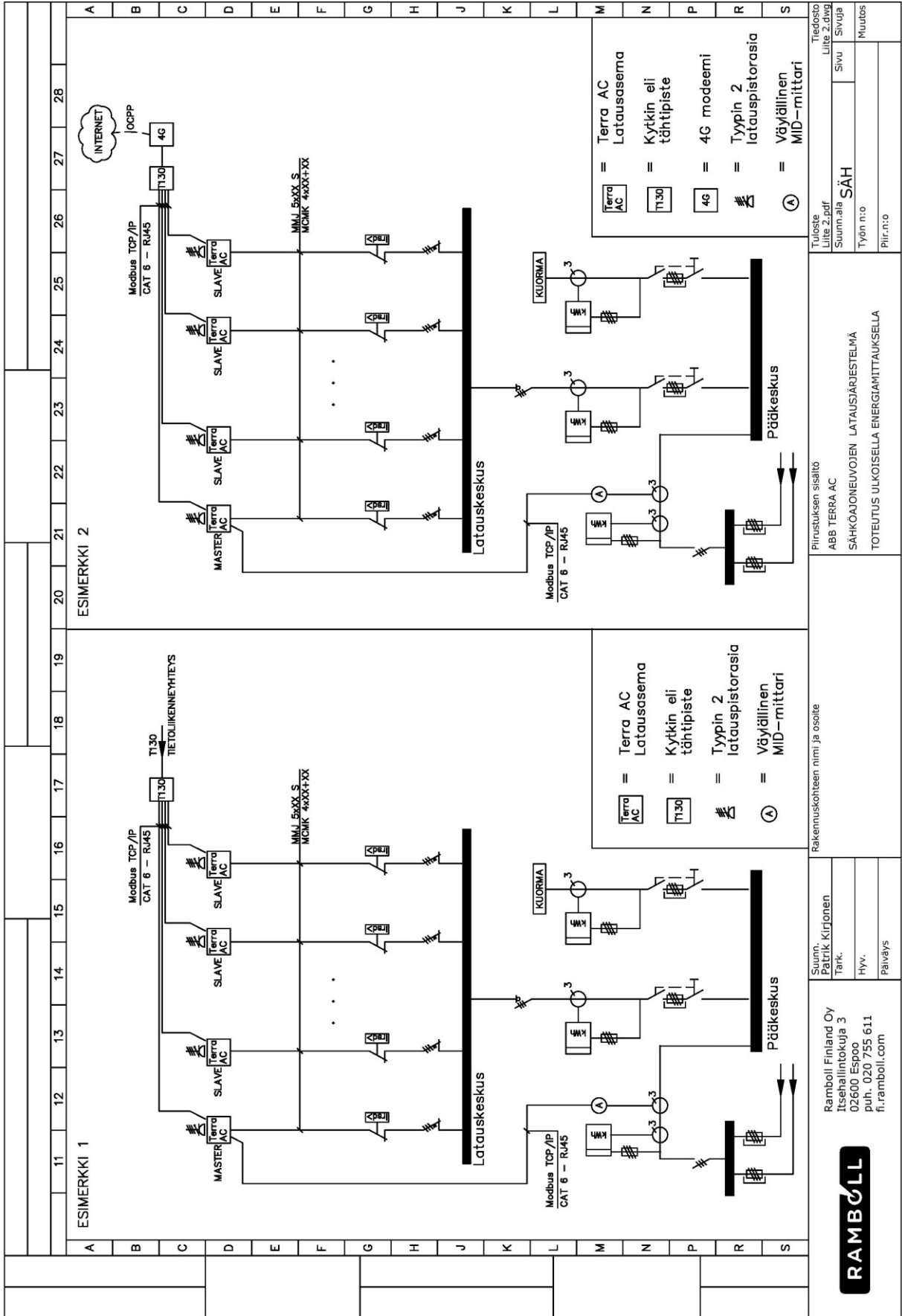
- 37 Etrel Inch Duo. 2021. Verkkoaineisto. Inter Control Oy. <https://latinki.fi/wp-content/uploads/2021/05/INCH-DUO-brochure.pdf>. Luettu 06.12.2021.
- 38 Hyvärinen, Juho. Tekninen asiantuntija. Inter Control Oy. Sähköpostikeskustelu 09.12.2021.
- 39 Etrel Load Guard Guide. 2021. Etrel. 30.07.2021. Luettu 10.12.2021.
- 40 About us, SE. 2021. Verkkoaineisto. Schneider Electric. <https://www.se.com/fi/fi/about-us/company-profile/>. Luettu 12.12.2021.
- 41 EVlink Catalog 2020, Electric vehicle charging solutions. 2020. Schneider Electric. 16.09.2020. Luettu 12.12.2021.
- 42 Schneider Electric Canalis catalogue. 2021. Schneider Electric. 01.10.2013. Luettu 15.12.2021.
- 43 SFS-EN ISO 15118-1:2019. 2019. SFS ry. 14.05.2019. Luettu 28.12.2021.
- 44 SFS-EN ISO 15118-2:2019. 2019. SFS ry. 23.07.2019. Luettu 28.12.2021.
- 45 The importance of open protocols. 2020. Verkkoaineisto. OCCP. <https://www.openchargealliance.org/protocols/>. Luettu 29.12.2021.
- 46 Mittalaitedirektiivi MID. 2019. Verkkoaineisto. Semel Oy. <https://www.semel.fi/semel/ajankohtaista/mika-ihmeen-mittauslaitedirektiivi.html>. Luettu 14.01.2022.
- 47 Wallbox intern. 2017. Verkkoaineisto. Tesla fahrer und freunde. <https://tff-forum.de/t/wallbox-intern/14340>. Luettu 02.01.2022.
- 48 ST 13.31 rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2018. Sähkötieto ry. 01.10.2017. Luettu 17.11.2021.
- 49 ABB Sähköautojen latausratkaisut. 2021. ABB Oy. 21.04.2021. Luettu 12.12.2021.
- 50 Yritys. 2022. Verkkoaineisto. Ramboll Finland Oy. https://fi.ramboll.com/ramboll_finland_oy. Luettu 02.01.2022.



Suunn. Patrik Kirijonen		Päiväys	
Tark. Hyv.		Päiväys	
Rakennuskohteen nimi ja osoite			
Pirustuksen sisältö			
ENSTO WALLBOX / PRO			
SAHKOAJONEUVOJEN LATAUSJÄRJESTELMÄ			
TOTEUTUS TAUSTA-JÄRJESTELMÄLLÄ			
Tuloste	Tiedosto	Muutos	
Lite 1.pdf	Lite 1.dwg	Sivu	Sivuja
Suunn.ala	SÄH		
Työn n:o			
Piir.n:o			



Ramboll Finland Oy
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
puh. 020 755 611
fi.ramboll.com



ESIMERKKI 2

ESIMERKKI 1

Tiedosto
Liite 2.dwg

Sivut
Sivu

Muutos

Piirustus sisältö
ABB TERRA AC
SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSJÄRJESTELMÄ
TOTEUTUS ULKOISELLA ENERGIAMITTAUKSELLA

Rakennuskohteen nimi ja osoite

Suunn.
Patrik Kirjonen

Tark.

Hyv.

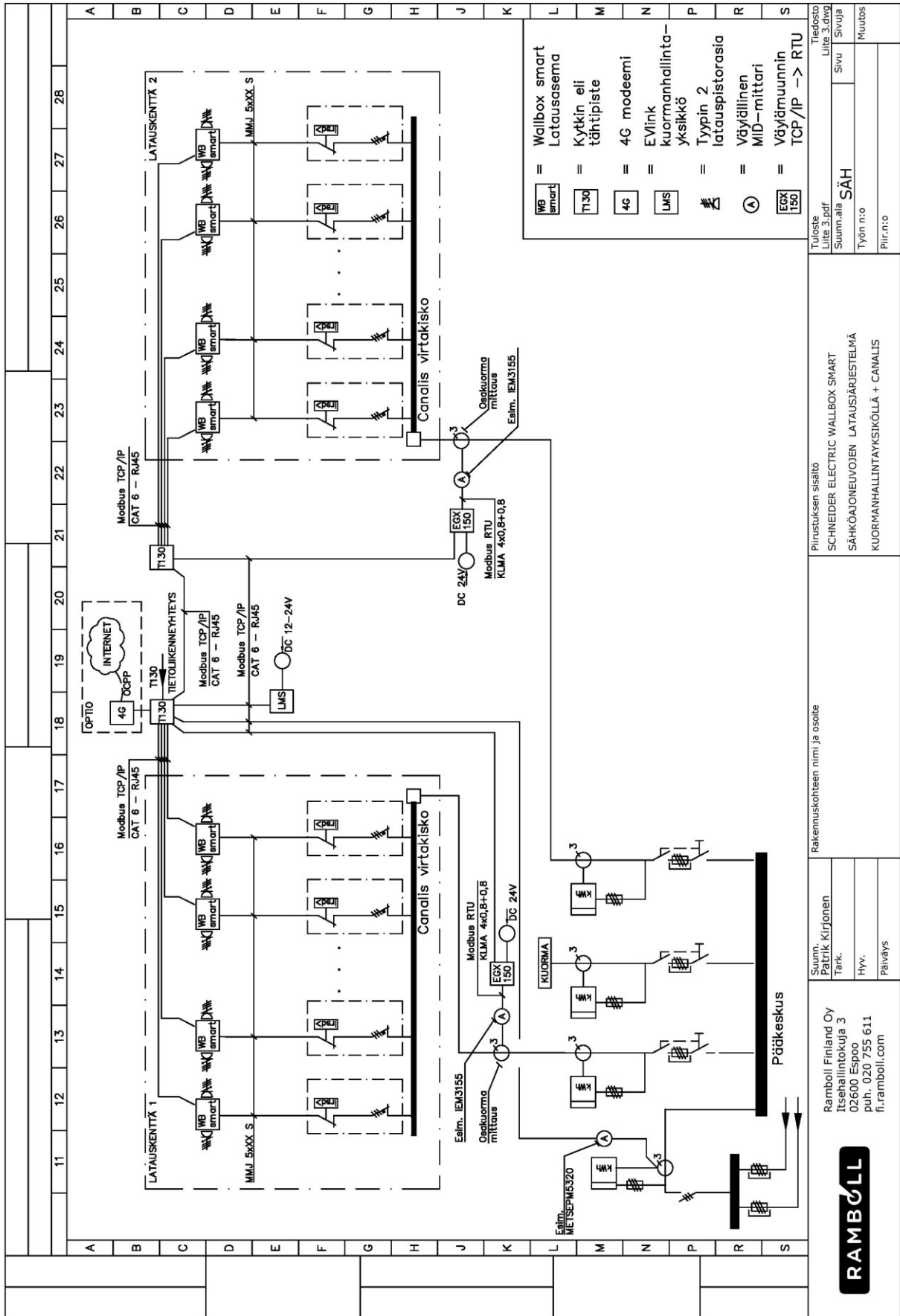
Päiväys

Ramboll Finland Oy
Itsehallintokuja 3
02600 Espoo
puh. 020 755 611
fi.ramboll.com



Terra AC = Terra AC Latausasema
T1.30 = Kytkin eli tähtipiste
4G = 4G modeemi
⚡ = Tyypin 2 latauspistorasia
ⓐ = Väyällinen MID-mittari

Terra AC = Terra AC Latausasema
T1.30 = Kytkin eli tähtipiste
⚡ = Tyypin 2 latauspistorasia
ⓐ = Väyällinen MID-mittari



Tiedosto	Liite 3.dwg
Suunn.ala	SÄH
Työn n:o	
Piir.n:o	

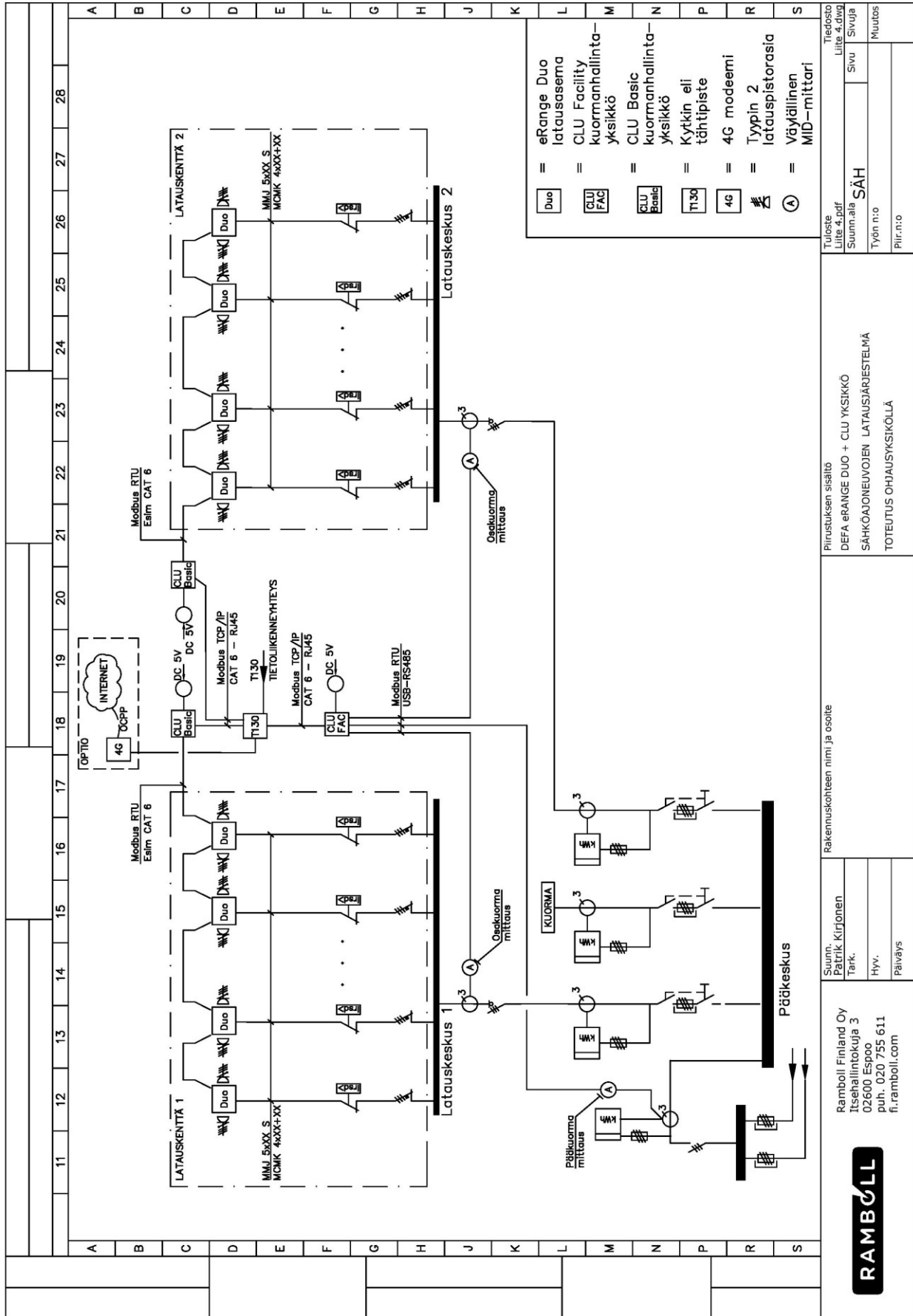
Piirustuksen sisältö
 SCHNEIDER ELECTRIC WALLBOX SMART
 SÄHKÖAJONEUVOIEN LATAUSJÄRJESTELMÄ
 KUORMANHALLINTAYKSIKÖLLÄ + CANALIS

Rakennuskohteen nimi ja osoite

Suunn.
 Patrik Kirtonen
 Tank.
 Hyv.
 Päiväys

Ramboll Finland Oy
 Itsehallintokuja 3
 02600 Espoo
 puh. 020 755 611
 fi.ramboll.com





Tuloste Liite 4.pdf	Tiedosto
Suunnala SÄH	Sivu Sivuja
Työn n:o	Muutos
Piir.n:o	
Päivityksen sisältö DEFA eRANGE DUO + CLU YKSIKKÖ SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSJÄRJESTELMÄ TOTEUTUS OHJAUSYKSIKÖLLÄ	
Rakennuskohteen nimi ja osoite	
Suunn. Patrik Kirjonen	
Tark. Hyv.	
Päiväys	
Ramboll Finland Oy Itsehallintokuja 3 02600 Espoo puh. 020 755 611 fi.ramboll.com	
RAMBOLL	