



Otto Eerikäinen

OCPP-protokolla sähköauton latauksissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

25.9.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Otto Lauri Olavi Eerikäinen
Otsikko:	OCCP-protokolla sähköauton latauksissa
Sivumäärä:	45 sivua
Aika:	25.9.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Suunnittelupäällikkö Annika Valtonen Lehtori Ossi Hämäläinen

Insinööriyön tarkoituksena oli OCCP-protokollan avaaminen kiinteistöjen sähköauton latausinfraissa. OCCP on kansainvälinen tiedonsiirtoprotokolla, joka ajaa kuluttajan vapaata valintaa sähköautojen latauslaitteiden ja niiden taustajärjestelmien kanssa.

Insinööriyössä kerrotaan sähköautojen historiasta, lataustavoista, viranomaismääräyksistä sekä syistä, miksi sähköautot ovat yleistyneet lähivuosina räjähdysmäisesti. Protokollan historian ja sen tarkoitusperiaatteiden lisäksi avataan OCCP:n mahdollistamia tekijöitä ja niiden yhdistelmiä, kuten latauslaitteet sekä taustapalvelut.

Insinööriyö on tehty yhdessä Insinööritoimisto Planmax Oy:n kanssa ja tarkoituksena on edesauttaa kuluttajaa valitsemaan tarpeisiinsa parhaiten soveltuva latauslaitemalli ilman pitkäaikaista sitoutumista yksittäiseen taustapalveluiden tarjoajaan. Tuloksena on kattava tietomäärä aiheesta sekä laajempi näkökulma sen tuomiin haasteisiin sekä etuihin.

Avainsanat:	OCCP-protokolla, latausjärjestelmät, sähköauton lataus, sähköauto
-------------	---

Abstract

Author: Otto Lauri Olavi Eerikäinen
Title: OCPP-Protocol in Electric Car Charging
Number of Pages: 45 pages
Date: 25 September 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Electrical Power Engineering
Supervisors: Annika Valtonen, Desing Manager
Ossi Hämäläinen, Senior Lecturer

The purpose of this bachelor's thesis project was to study the OCPP-protocol in property charging infrastructure. The goal of the thesis is to help the consumers choose the best possible charging stations for their needs without a long-term commitment to a singular background service operator. The thesis study was carried out for Insinööritoimisto Planmax Oy.

OCPP is an international de facto standard in electric car communication. Its intent is to aid the consumer's free choice in combining and choosing their desired charging stations and the background services.

This bachelor's thesis begins with an explanation of the history of electric cars, charging methods, and all the mandatory official requirements concerning the subject. In the process it will become apparent why the electric car market has skyrocketed in the recent years. After the basics have been addressed, the history of the OCPP, its principles and its functions will be explained. Furthermore, the possible combinations it enables will be brought up, in addition to some charging stations and background services.

As a result, is a comprehensive amount of information regarding the subject as well as broadened perspective of its challenges and advantages.

Keywords: OCPP-protocol, electric cars, electric car charging, charging systems

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköautot	2
2.1	Sähköautot 2000-luvulla	3
2.2	Sähköautokanta	5
2.3	Sähköautojen markkinat	7
2.4	Sähköautojen standardit	10
3	Sähköauton lataus	12
3.1	Lataustapa 1	12
3.2	Lataustapa 2	13
3.3	Lataustapa 3	14
3.4	Lataustapa 4	15
3.5	Kaksisuuntainen lataus	16
3.6	Langaton lataus	17
3.7	Kuormanhallinta	18
4	OCPP-protokolla	21
4.1	OCPP 1.5	24
4.2	OCPP 1.6	24
4.3	OCPP 2.0	26
4.4	OSCP ja OCPI	28
5	Latauslaitteet	29
5.1	Keba	29
5.2	DEFA	30
5.3	Garö	31
5.4	Zaptec	32
5.5	Hitaan latauksen älylliset latausasemat	34
6	Latauspalvelut	36
7	Yhteenveto	38
	Lähteet	40

Lyhenteet

- ACEA: *European Automobile Manufacturers' Association*. Euroopan autonvalmistajien liitto.
- BEV: *Battery Electric Vehicle*. Täyssähköauto.
- CCS: *Combined Charging System*. Standardi sähköauton tasavirtalatauksille.
- CHAdeMO: *CHArge de MOve*. Sähköauton pikalatauksen pistoketyyppi.
- CP: *Control Pilot*. Latausvastikkeen piiri, joka säätelee lataustehon laitteesta sähköautoon.
- EMC: *Electro Magnetic Compatibility*. Sähkömagneettinen yhteensopivuus.
- EV: *Electric Vehicle*. Sähköauto, joka toimii osittain tai täysin sähköllä.
- HTML: *Hypertext Markup Language*. Standardoitu merkintäkieli, jonka avulla voidaan viitata hyperlinkkeihin.
- IEC: *International Electrotechnical Commission*. Kansainvälinen sähköalan standardisointiorganisaatio.
- ISO: *International Organization for Standardization*. Kansainvälinen standardisointijärjestö.
- MHEV: *Mild Hybrid Electric Vehicle*. Kevyt hybridi, joka lataa itseään ajossa.
- MID: *Measuring Instrument Directive*. Mittauslaitedirektiivi.
- NFC: *Near Field Communication*. Langaton etätunnistus.

- OCA: *Open Charge Alliance*. Allianssi, joka kehittää avoimen tiedonsiirron protokollaa sähköauton latauksissa.
- OCPI: *Open Charge Point Interface*. Avoin latausaseman ja operaattoreiden välinen protokolla.
- OCPP: *Open Charge Point Protocol*. Avoin latausaseman tiedonsiirtoprotokolla.
- OSCP: *Open Smart Charging Protocol*. Avoin latausaseman ja verkkoyhtiön välinen protokolla.
- PHEV: *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*. Ladattava hybridauto.
- PP: *Proximity Pilot*. Latausvastikkeen piiri, joka tunnistaa vastuksen avulla, että latauslaite on kytketty sähköautoon ja lukitsee latausjohdon kiinni.
- RFID: *Radio frequency identification*. Radiotaajuinen etätunnistus.
- SFS: Suomen standardisoimisliitto.
- SOAP: *Simple Object Access Protocol*. Viestipohjainen tietoliikenneprotokolla sovellusohjelmien välillä.
- V2G: *Vehicle To Grid*. Ajoneuvosta verkkoon. Plug-in-sähköautossa oleva liikkuva akusto eli akusta voidaan ottaa virtaa pois esimerkiksi takaisin verkkoon.
- V2H: *Vehicle To Home*. Ajoneuvosta kotiin. Plug-in-sähköautossa oleva liikkuva akusto eli akusta voidaan syöttää talolle sähköä.
- V2L: *Vehicle To Load*. Ajoneuvon akustosta erilaisen kuorman syöttäminen esimerkiksi sähkögrillin käyttöön.

V2X: *Vehicle To Everything*. Ajoneuvosta kaikkeen, yleisnimitys kaksisuuntaiselle lataukselle.

XML: *Extensible Markup Language*. Rakenteellinen kuvauskieli, jota käytetään merkintäkielien standardina.

1 Johdanto

OCCP-protokolla luotiin vuonna 2010 sähköautojen yleistymisen ja kuluttajan vapaan valinnan ajamiseksi. Ilmaisen protokollasta on jo muodostunut de facto -standardi sähköautojen latauslaitteissa. Sähköautojen latauksien kovan suosion takia on hyvä, ettei latausinfraan taustapalveluissa olisi riippuvainen yhden latauslaitteen valmistajan tarjoamista palveluista, vaan olisi mahdollista tarvittaessa kilpailuttaa tilaajan käyttöön parhaiten soveltuva laskutuspalvelu.

Suurin osa urakoitsijoista ja suunnittelijoista tyytyy saman laitevalmistajan osiin ja sen tarjoamiin palveluihin, mikä on laitteiden ja palveluiden toimivuuden ja helppouden kannalta hyvä ratkaisu. Tämä kuitenkin sitoo tilaajan yhteen latauslaittevalmistajaan ja sen tarjoamiin operaattoripalveluihin. Tilaajan ensimmäinen näkökulma uuteen asiaan on hyvin usein sen kannattavuus, hinta ja ylläpitokustannukset. Lokeroimalla itsensä yhteen palveluntarjoajaan urakkavaiheessa antaa tilaaja tulevaisuudessa palveluiden tarjoajalle mielivaltaisen oikeuden määrittää tulevaisuuden hinnaston. Samanaikaisesti otetaan iso riski sen suhteen, tuleeko yhtiö olemaan pystyssä lähitulevaisuudessa ja voivatko he vastata tarjoamistaan palveluista koko latauslaitteiden elinkaaren verran.

Opinnäytetyön tarkoituksena on avata avointa OCCP-protokollaa ja tutustua sen tarjoamiin etuihin, haittoihin ja ratkaisuihin sähköautojen latauksissa nykyisessä ja tulevassa maailmantilanteessa. Samalla tutkitaan, mahdollistaako OCCP-hyväksyntä laitteissa jokaisen operaattoripalvelun kilpailuttamisen vai onko asia niin itsestään selvä.

Opinnäytetyö on tehty kotimaiselle sähkösuunnittelun ja konsultointialan yritykselle, Insinööri-toimisto Planmax Oy:lle. Yritys tarjoaa myös valvonta- ja muita asiantuntijapalveluita pääkaupunkiseudulla ja sen lähikunnissa.

2 Sähköautot

Voi tulla yllätyksenä, että täyssähköautot ovat tulleet aikaisemmin käyttöön kuin polttomoottoriautot. Ensimmäisiä sähköautoja markkinoille tuli jo 1800-luvun loppupuolella, ja ne olivat silloin enemmän suosiossa kuin polttomoottoriautot pääasiallisesti hiljaisuutensa ja yksinkertaisuutensa puolesta. Pakokaasuttomilla hiljaisilla autoilla oli aina helppo liikkua paikasta toiseen, kun ne olivat luotettavimpia eikä niitä tarvinnut käsin veivata käyntiin joka kerta. Tämä antoi myös mahdollisuuden pitää tapaamisia ja palavereita autossa hiljaisemmän miljöönsä ansiosta. (1.)

Käyttö ei rajoittunut täysin naispuolisiin omistajiin, vaan esimerkiksi keksijä ja liikemies Thomas Edison käytti Detroit Electric -sähköautoa (kuva 1). Sähköautojen mainostus ei kohdistunut vain kaupungissa asuviin menestyksekkäihin henkilöihin, vaan sähköautoilua mainostettiin esimerkiksi kansan rakastamassa populaarikulttuuria edustavassa Aku Ankassa, jossa Mummo Anka ajoi Detroit Electric -sähköautolla maatilalla päivittäin. Lopulta kuitenkin sähkön hinnan nousu suhteessa bensaan, sähköautojen nelinkertainen kysyntähinta ja kyseisen aikakauden polttomoottorikoneitten edistyminen, esimerkiksi jäähdyttimen keksiminen, johtivat lopulta sähköautojen suosion romahtamiseen. Näistä syistä sähköautoilu ei jatkanut suosiotaan vielä 1900-luvun alkupuolella. (2.)



Kuva 1. Thomas Edison ja Detroit Electric -auto (2).

2.1 Sähköautot 2000-luvulla

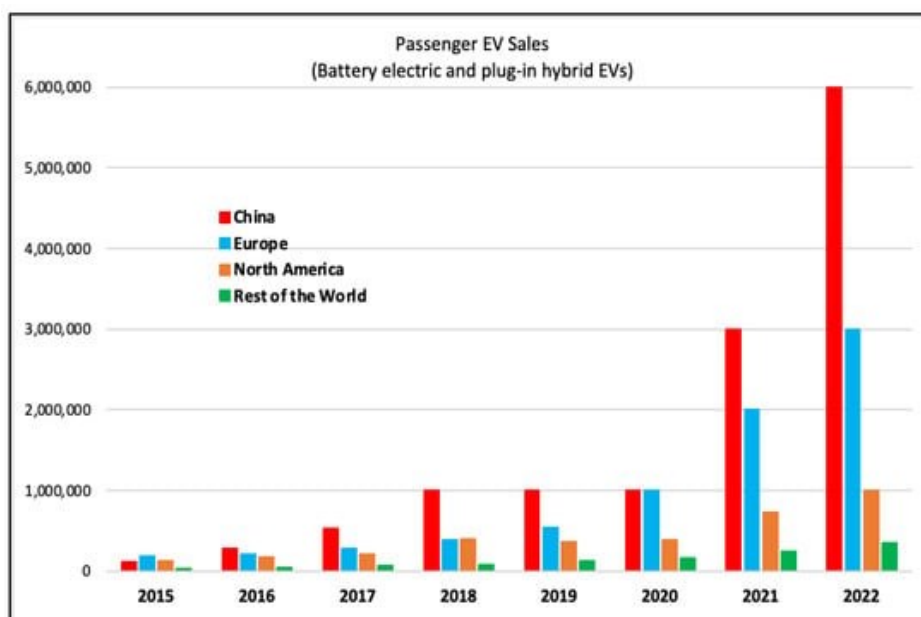
Hybridi- ja sähköautojen uudestisyntyminen alkoi vasta 1990-luvun lopussa, kun General Motors lanseerasi GM EV1:n ja Toyota RAV 4 EV:n. Kyseiset mallit eivät kuitenkaan nousseet suosioon, vaan läpimurron sähköautoiluun teki Toyota Prius, joka julkaistiin vuonna 1997 (kuva 2). Priuksen lanseeraus Amerikkaan vuonna 2000 teki siitä modernin sähköautoilun kulmakiven, joka todisti, että oikealla tekniikalla sähköautoilu oli mahdollista ja kannattavaa niin ympäristölle kuin käyttäjällekkin. Prius on iskostunut vahvasti luotettavaksi hybridiksi statukseltaan ja on sen ansiosta pysynyt vahvasti relevanttina toistaiseksi koko 2000-luvun ajan. (3.)



Kuva 2. Ensimmäisen sukupolven Toyota Prius (1997–2003) (4).

Vasta vuoden 2010 joulukuussa ensimmäinen plug-in-hybridiajoneuvo Chevy Volt julkaistiin kaupalliseen käyttöön. Myöhemmin samassa kuussa julkaistiin täyssähköauto Nissan LEAF, joka on pitkään pysynyt sähköautoilijoiden suosiossa. (5.)

Euroopassa 2010-luvun alussa täyssähköautot olivat vielä suositumpia kuin plug-in-lataushybridit niiden vähäisen valikoiman takia. Tilanne muuttui vasta vuonna 2015, kun ladattavat hybridit nousivat suurempaan suosioon. Siitä asti ne ovat olleet yleisimpänä sähköajoneuvona polttomoottorin takaaman turvan ansiosta. Nykyään Kiina on johtavana sähköautojen maana, vaikka muualla maailmassa olisi määrällisesti huomattavasti enemmän ihmisiä autoiluun (kuva 3). (6, s. 8.)

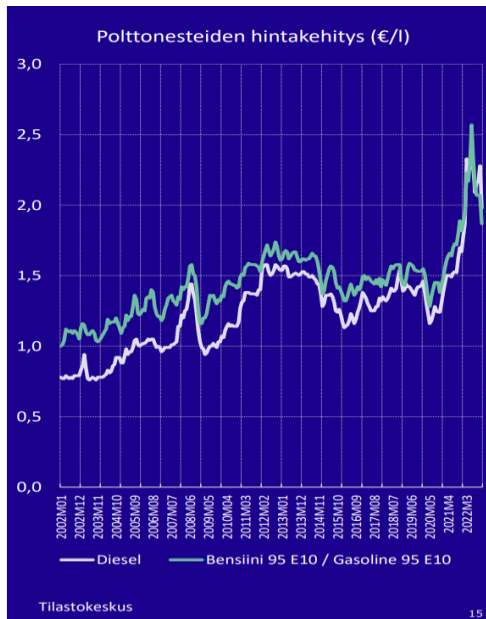


Kuva 3. BEV- ja PHEV-myyntien nousu maailmassa vuosina 2015–2022 (7).

2010–2020-luvulla sähköautojen keskimääräinen akun koko oli noin 30 kWh, kun taas 2022 ladattavien hybridien akun koko on 14 kWh ja täyssähköautojen peräti 78 kWh. Akkujen koon huima nousu on osoittautunut yhdeksi tärkeäksi tekijäksi sähköautojen nopeasti nousevan suosion kannalta. Nykyisillä akkuko'oilla pystyy ajamaan huolettomammin epäedullisimmissakin tilanteissa. (8; 9.)

2.2 Sähköautokanta



Sähköautojen kanta on ollut jo pitkään kovassa nousussa Suomessa. Muutokseen ovat vaikuttaneet muun muassa poliittiset säädökset, kuten viranomaismääräykset ja polttoaineiden roima hinnan nousu, joista jälkimmäisen kehitys näkyy kuvassa 4.



Kuva 4. Polttoaineiden hintakehitys (10).

Sähköinen liikenne ry:n tekemässä tilannekatsauksessa (11) näkyy konkreettisesti, millainen nykytilanne sähköautoilussa on. Lisäksi siinä otetaan kantaa, millaisia ongelmia tulevaisuudessa tulee vastaan. Kuva 5 osoittaa vuoden 2022 loppuun mennessä täyssähköautojen määrän lähes tuplaantuneen sekä sähköautokannan nousseen 49 %. Luvut ovat olleet yllättävän hyviä ottaen huomioon edeltävän vuoden hidastavat tekijät, jotka ovat rajoittaneet autotuotantoa, kuten Venäjän ja Ukrainan välisen sodan, kansainvälisen sirupulan sekä Suomen sähkömarkkinoiden hintojen epävarmuuden (12).

Q4/2022 - Sähköisen liikenteen tilannekatsaus
Sähköautokannan kehitys
 Henkilöautot

	Q4/2021	1 vuosi		Q4/2022
Sähköautokanta	99 910	+49 018	+49%	148 928
Täyssähkö-Autot (BEV) 	22 921	+21 968	+96%	44 889
Ladattavat Hybridit (PHEV) 	76 989	+27 050	+35%	104 039

Kuva 5. Sähköautokannan kehitys (11, s. 3).

Vaikka hybridit tulevat toimimaan vain askelkivenä tulevaisuuden täyssähköautoiluun, on niiden kasvu ja määrä pysynyt toistaiseksi runsaampana. Vuonna 2022 oli ladattavien hybridien määrä noin neljänneksen suurempi kuin täyssähköautojen ja kokonaismäärä yli tuplasti isompi. Tästä huolimatta ladattavien hybridien kehitys oli kuitenkin määrällisesti pienentynyt noin neljällä tuhannella viime vuoteen verrattuna. Vuoden loppuun mennessä oli sähkökäyttöisten henkilöautojen määrä liikenteessä noussut 148 928 kappaleeseen, joista 30 % oli täyssähköautoja (kuva 5). Sähköautojen määrä oli 5,4 % koko Suomen henkilöautokannasta. (11, s. 3.)

2.3 Sähköautojen markkinat

Hybridien ylimenokausi on tätä menoa venymässä pidempiaikaiseksi, mihin löytyy monia osasyitä. Täyssähköautojen hinnat ovat huomattavasti polttomoottoriautoja suuremmat. Kun tähän ottaa huomioon nykyisen talouden syklin Suomessa, eivät isot korot ja inflaatio edesauta sähköautokannan kehitystä (13).

Korkea ostohinta ei välttämättä ole ainoa riski sähköautoiluun siirtyvälle henkilölle. 2019 tehdyn liikennevakuutuskeskuksen tutkimuksessa todettiin, että sähköauton korvausmenot ovat lähes kaksinkertaiset ja onnettomuusriski noin puoli- tai kolminkertainen verrattuna polttomoottoriautoihin. Sähköautoilu keskittyy yleisesti kaupunkialueille, joten kolaririski on suurempi kuin taajama-alueilla. Kaupunkiautoilun, välittömän väännön ja kiihtyvyyden luoma riskitekijä uusilla kuljettajilla antaa vakuutusyhtiölle suuremman riskin vakuutuksia tehdessä. Kalliin uuden teknologian korvaaminen, akustojen nykyiset hinnat ja lunastettujen sähköautojen suppeat jälkimarkkinat ovat myös nostaneet vakuutusmaksuja sähköautoilussa. Liikennevakuutuskeskuksessa kuitenkin uskotaan, että omistuskustannukset tulevat tippumaan vuosien saatossa sähköautoilun tuotannon ja jälkimarkkinoiden yleistyessä. (14.)

Lähiaikoina moni suuri sähköauton valmistaja on alkanut maailmanlaajuisesti ja aggressiivisesti hinnoittelemaan uudempia täyssähköautoja. Trendi on rantautunut nyt myös Suomeen, ja muun muassa Tesla, Volkswagen ja uusi sähkötukas MG ovat osallisina. Tilanne alkaa olemaan taloudellisesti kuluttajalle jo

paljon parempi, kun perheille soveltuvan keskikokoisen farmari- tai katumaasturiauton saa noin 30 000 euron budjetilla. (15.)

Suomen valtio on kannustanut autoilijoita siirtymään sähköön esimerkiksi täyssähköautojen hankintatuilla ja ARA-tuella sähköauton latausinfraan. Henkilöautoille tukea on myönnetty 2000 eurosta jopa 50 000 euroon riippuen auton koosta (kuva 6). (11, s. 13.)

Q4/2022 - Sähköisen liikenteen tilannekatsaus

Hankintatuki

Henkilöautot Hakuaika päättynyt 31.12.2022		Pakettiautot Hakuaika päättyy 31.12.2024		Kuorma-autot Hakuaika päättyy 31.3.2024	
2 000 €	200 - 1 000 €	2 000 - 6 000 €	2 000 €	6 000 - 50 000 €	2 000 - 14 000 €
Täyssähkö	Etanoli/kaasu (muuntotuki)	Täyssähkö	Kaasu	Täyssähkö	Kaasu

Kuva 6. Suomen hankintatuet täyssähkö- tai kaasuautojen hankkimiseen (11, s. 13).

ARA-tuella avustetaan toistaiseksi jopa 35 % sähköauton latausinfraan edellyttämistä töistä, joihin kuuluvat muun muassa tarvekartoitus, hankesuunnittelu ja sähköpääkeskukseen liittyvät muutostyöt. Valmiita latauspisteitä ei urakan yhteydessä tarvitse kumminkaan rakentaa, vaan putkitusvaraukset ja kaapeloinnit riittävät tuen saantiin. Latauspisteen tulee siis mahdollistaa 11 kW:n latausteho, kun latauslaite on kytketty. (16.)

Tuki on ennen ollut jopa 50 %, ja se on tippunut vuosien varrella pikku hiljaa pienemmäksi. Tuesta on pitkään spekuloitu, kuinka monta vuotta se tulee vielä jatkumaan ja tuleeko se olemaan seuraavina vuosina käytettävissä. Vuoden 2023 avustusrahamäärä on ylittynyt jo hakemusten perusteella, ja hakemuksia on parhaillaan 580 kappaletta jonossa. Helmikuussa lähteneet hakemukset ovat vasta elokuussa käsiteltävissä, eikä uusia tukia enää myönnetä. (17.)

Tukitoimilla on edesautettu kuluttajaa siirtymään sähköautoiluun, mutta Autoliiton (13) mukaan muissa maissa, joissa liikenne on sähköistynyt nopeasti, on käytetty Suomea huomattavasti suurempia tukia.

Taulukko 1. Euroopan maiden sähköautojen hankintatukien vertailu (18).

Ostokannustimet		
Maa	Täyssähköautot	Hybridit
Suomi	2 000 €, kun ajoneuvon hinta on ≤ 50 000 €	-
Ranska	Kotitalouksille 6 000 € tai 4 000 € lailliselle henkilölle, kun auto tai pakettiauto päästöt ovat ≤ 20g CO2/km, Hinta on ≤ 45 000 €	
Unkari	7 350 €, kun ajoneuvon hinta on > 32 000 € tai 1 500 €, kun ajoneuvon hinta on 32 000–44 000 €	
Irlanti	5000 € asti	5 000 € asti, jos kantama on ≥ 50 km & ≤ 60 g CO2/km
Espanja	4 500–7 500 € (Riippuu romuteaanko vanha auto)	2500–5000 €
Ruotsi	70 000 kruunua (n. 6150 €)	44 417 kruunua (n. 3 900 €), kun päästöt ovat CO2/km = 1g tai 10 020 kruunua, (n. 880 €), jos päästöt ovat ≥ 60 g CO2/km
Kroatia	9 333 €	5 333 €
Saksa	9 000 € ≤ 40 000 € autoille tai 7 500 € ≥ 40 000 € autoille	6 750 € ≤ 40 000 € autoille tai 5 625 € ≥ 40 000 € autoille

Euroopan autonvalmistajien liiton ACEA:n 2022 julkaisemasta selvityksestä (18.) (taulukko 1) huomaa, kuinka pieni Suomen tuki on ollut sähkö- ja hybridi-autojen ostossa verrattuna muihin Euroopan maihin. Nykyinen pienehkö tuki on kuitenkin erittäin todennäköisesti lähtemässä lähiaikoina.

Traficommin selvityksen (19) perusteella sosioekonomisesti korkeammassa asemassa olevat ovat hyödyntäneet tukea huomattavasti enemmän. Toisin sanoen pienempituloisille tarkoitetut tukirahat ovat menneet parempituloisten taskuun, vaikka Traficommin (19) mukaan yli puolet autoista olisi pystytty ostamaan ilman hankintatukea. Tästä syystä nykyinen Petteri Orpon hallitus on päättänyt kumota hankintatukilain. Tasavertaisempi ehdotus hallitukselta olisi vähätuloisille enemmän tukea halvempiin sähköautoihin, kuten Unkarin tekee ostokannustimen kanssa (kuva 7).

Täyssähköautoihin sai 2022 muissa maissa parhaimmillaan yli nelinkertaisen tuen verrattuna Suomeen. Muissa maissa hybridautoihinkin sai moninkertaisesti enemmän tukea kuin Suomessa sähköautoihin, joten on selvää, miksi tuontiautot esimerkiksi Saksasta ja Ruotsista ovat nousseet suosioon Suomessa (kuva 7). Tuontiautot ruotsista ovat yleistyneet entistä enemmän, kruunun ennätysmäisen alhainen kurssin takia. (18.)

Sähköisen liikenteen tilannekatsaus

Yli 80 % käytettynä maahantuoduista sähköautoista tuodaan Saksasta ja Ruotsista



Käytettyjen **täyssähköjen**
TOP 5 tuontimaat 2022



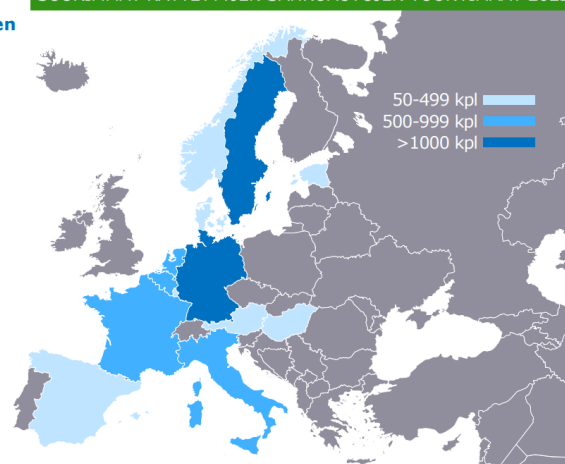
1. Saksa 5 320 kpl
2. Ruotsi 1 136 kpl
3. Italia 576 kpl
4. Alankomaat 484 kpl
5. Ranska 453 kpl
- + Muut maat yht. 677 kpl
- = **8 646 kpl**

Käytettyjen **lataushybridien**
TOP 5 tuontimaat 2022



1. Ruotsi 6 425 kpl
2. Saksa 4 403 kpl
3. Belgia 478 kpl
4. Alankomaat 323 kpl
5. Italia 243 kpl
- + Muut maat yht. 803 kpl
- = **12 675 kpl**

SUURIMMAT KÄYTETTYJEN SÄHKÖAUTOJEN TUONTIMAAT 2022



30.1.2023

Sähköinen liikenne ry
Korkia Consulting Oy

Lähde: Traficom

Kuva 7. Suomeen tulleiden käytettyjen sähköautojen tulomaat (11).

2.4 Sähköautojen standardit

Kaikki sähköautoihin liittyvät sähköistyksen kytkeänpisteeltä eli latausasemalta lähtien muodostuvat laitestandardien mukaisista sähkölaitteista, minkä katsotaan kuuluvan osaksi rakennuksen kiinteää sähköasennusta (20, s. 63). Latauslaitteiden tulee noudattaa standardia kaikille pienjännitesähköasennuksille, mikä on osana Suomen sähköturvallisuuslain SFS 6000 -standardisarjaa. Standardisarjan merkittävin osa sähköautojen kannalta on SFS 6000-7-722, joka käsittelee sähköauton latausjärjestelmiä (20, s. 62.). Alla olevissa listoissa on jaoteltu sähköautojen latauksiin liittyvät standardit kolmeen eri osa-alueeseen, joihin luokituvat myös OCPP:n ja muiden tiedonsiirtojen kannalta relevantit standardit.

Latauspisteestä ajoneuvoon koskevat standardit:

- SFS-EN 50620 Latauskaapeli
- SFS-EN 61851-1 Yleiset turvallisuusvaatimukset
- SFS-EN 61851-21 On- ja off-board-laturin EMC, verkkovaikutukset
- SFS-EN 61851-23 DC-latausasema
- SFS-EN 61851-24 DC-latausaseman ja EV:n välinen kommunikaatio
- SFS 62196-1 & -2 AC-pistokytin
- SFS 62196-1 & -3 DC-pistokytin
- SFS-EN 62752 Suojalaiteyksikkö
- IEC 61980-1 Johdoton latausjärjestelmä
- IEC 62955 Kiinteä RCD-DD-yksikkö lataustapaan 3.

Sähköverkosta latauspisteeseen koskevat standardit:

- SFS-EN 61000-6-2 ja -3 Sähkömagneettinen yhteensopivuus
- SFS-EN 61140 Suojaus sähköiskuilta
- SFS-EN 61508 Sähköisten järjestelmien toiminnallinen turvallisuus
- SFS 6000-7-722 Latauspisteen asennus ja syöttö
- SFS-EN IEC 61439-7 Latauskeskukset. (20, s. 62; 21.)

Tietoliikenne- ja turvastandardit:

- ISO/IEC 15118 Ajoneuvon ja latausasemien välinen tiedonsiirto

- SFS-EN 61850-7-420 DER Datamodels
- ISO/IEC 15408-sarja Security technics
- ISO/IEC 27001-1 Security technics, management
- IEC 63110 Protocol for Management of EV charging and discharging infrastructures
- IEC 63119 Information exchange for EV Charging roaming services (21).

3 Sähköauton lataus

Sähköauton lataukseen on monia tapoja, joista kaikki noudattavat standardia SFS-EN IEC 61851-1. Latauspistoketyypit vaihtuvat tavan mukaisesti, ja ne on luokiteltu latausvirran ja jännitteen mukaisesti. Suomessa suositellaan ensisijaisesti lataustapoja 3 ja 4, koska lataustavat 1 ja 2 eivät sovellu yhtä hyvin ja turvallisesti pitkä- tai lyhytaikaiseen lataukseen. (22, s. 4.)

3.1 Lataustapa 1

Lataustavassa 1 (Mode 1) käytetään standardisoitua maadoitettua yksi- tai kolmivaiheista pistorasiaa (kuva 8). Sähköverkkoa käyttäessä sulake- tai johdon-suojakatkaisijan koko saa olla maksimissaan 16 A ja jännite yksivaiheisena 250 V tai kolmivaiheisena 480 V. Lataustapa ei sovellu pitkäaikaiseen lataamiseen ja siksi sitä käytetään useimmiten kevyissä sähköajoneuvoissa, kuten sähköpyörissä ja -mopoissa. (22, s. 4.)



Kuva 8. Lataustavan 1 mukainen lataaminen (23).

3.2 Lataustapa 2

Hidas yön tai työpäivän yli lataus on periaatteessa samanlainen kuin lataustapa 1, mutta mitoitusvirta voi nousta jopa 32 A:iin asti. Lataustavassa tavallista suko-pistorasiaa suositellaan kuormitettavan enintään 8 A:n virralla, ja ladattavan ajoneuvon ottaman pitkäaikaisen latausvirran rajoitettavan riittävän pieneksi. Syy tähän löytyy tavallisiin pistorasioihin mitoitettujen kaapelien kuormitettavuuksista, koska niitä ei tavallisesti ole mitoitettu kestäämään pitkäaikaisia latauksia (kuva 9). (20, s. 48.)



Kuva 9. Ylikuumentunut kotitalouspistorasia (24).

Kyseisen ongelman takia markkinoille on tullut myös 16 A:n vahvistettu pistorasia eli supersuko, joka on suunniteltu kestäämään jatkuvaa 16 A:n virtaa (kuva 10). Taloyhtiökäytössä supersukoja käytetään esimerkiksi silloin, kun ei haluta tai voida tehdä suurta investointia latausinfraan vaan tyydytään maksimoimaan nykyisen autolämmitysinfran potentiaali mahdollisimman kustannustehokkaasti. Vaihtoehtoisesti voidaan todeta, että yhtiön sähköautojen käyttäjät tulevat toimeen hyvin pienemmällä latausteholla. Yleinen yhdistelmä on latauksen ja lämmityksen mahdollistama latauspistorasiakotelo, joka sijoitetaan nykyisen autolämmityskotelon sijalle. (20, s. 50.)



Kuva 10. Lataustavan 2 mukainen lataustapahtuma (23).

3.3 Lataustapa 3

Peruslataus eli lataustapa 3 (Mode 3) on tarkoitettu erityisesti sähköauton lataukseen. Pistorasia on kolmivaiheinen, ja tiedonsiirtokaapelin avulla se voi ohjata lataustapahtumaa ja virran kuormitusta 6–63 A:n välillä. (20, s. 51.) Latauksen voi myös suorittaa 16 A:illa yksivaiheisesti 3,7 kW:n latausteholla kuin myös kaksivaiheisena 7,4 kW:n latausteholla 32 A:lla. Yksi- ja kaksivaiheiset lataustavat ovat yleisimpiä pieniakkuisissa sähköautoissa kuten, plug-in hybrideissä.

Pistokevaihtoehtoja peruslataukseen löytyy monenlaisia, tyyppi 1 Yazaki, tyyppi 2 Mennekes ja tyyppi 3 Scame (kuva 11). Suomessa yleisin latauspää on tyyppi 2, joka noudattaa SFS-EN 62196-2 -standardia, kun taas tyyppi 1 on suosituimpi Japanissa ja Yhdysvalloissa ja tyyppi 3 Ranskassa ja Italiassa. (20, s. 51; 25.)



Kuva 11. AC- ja DC-latauspistokkeita (26).

3.4 Lataustapa 4

Lataustavassa 4 (Mode 4) käytetään aina auton ulkopuolista tasavirtalaturia eli latausaseman kiinteää laturia. Tasavirtalatauksen ansiosta lataustapa tunnetaan yleensä nimellä DC- tai teholataus. Latauspistokevaihtoehdot tasavirtalatauksessa ovat AA CHAdeMO tai FF CCS2 (Combo 2), joista yleensä molemmat latausvaihtoehdot ovat käytössä samassa teholatausasemassa. Suomessa yleisemmän CCS2-pistoketyypin (kuva 12) etuna on se, että se jakaa tyyppin 2 vaihtovirtalatauksen PP-, CP- ja PE-pinnit. Sen ansiosta autossa voi olla vain CCS2-latausvastake, jonka avulla autoa pystyy lataamaan joko vaihto- tai tasavirralla ilman useampia latausvastakkeita säästäten samalla tilaa autossa toisin kuin CHAdeMO-tyyppi, jolla ei voi vaihtolatausta suorittaa. CHAdeMO on enemmän suosittu aasialaisilla autovalmistajilla, kuten Toyota ja Nissan, joiden ansiosta se on DC-latausstandardi Aasiassa. (20, s. 54.)

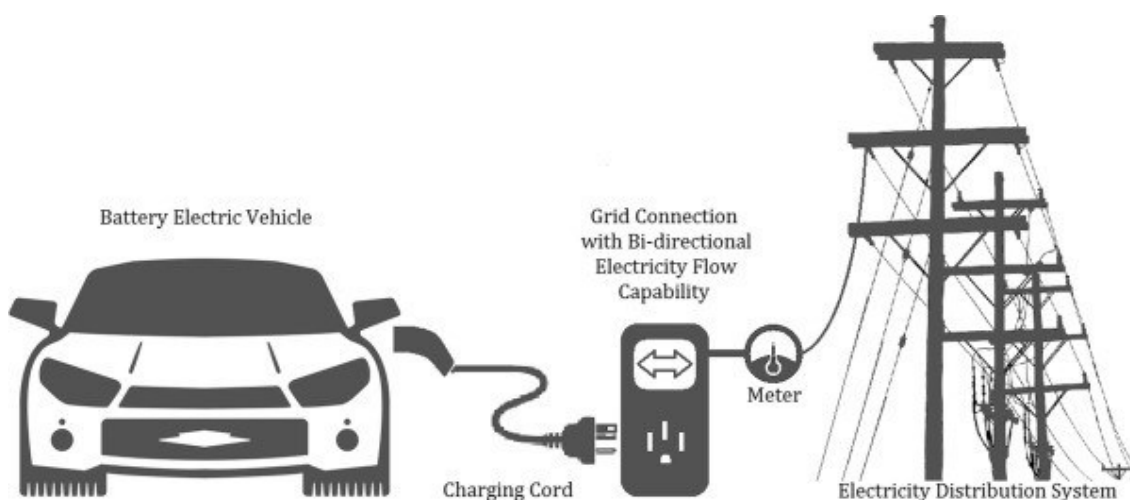


Kuva 12. CCS2-latausvastake, jota voi käyttää myös peruslatauksissa tyyppin 2 pistokkeella (27).

Teholataus on useimmiten käytössä julkisilla paikoilla, esimerkiksi isojen teiden vieressä olevilla pysäköintialueilla tai muilla lyhytaikaisilla paikoitusalueilla, missä pysähtymisaika on nopea. Suurin osa hybrideistä ei tue pikalatausta muun muassa akun pienen koon ja sen käyttöiän pitkittämisen takia. (20, s. 55.)

3.5 Kaksisuuntainen lataus

Tietyissä sähköautoissa on mahdollisuus käyttää ajoakkaa muuhunkin kuin ajamiseen. Tätä ilmiötä kutsutaan kaksisuuntaiseksi lataukseksi (kuva 13), toiselta nimeltään V2X, jonka avulla ajoakku toimisi varavirtalähteenä arjen ongelmissa. Toistaiseksi maailmassa on vain harva automerkki, joka tukee kaksisuuntaista lataamista, vaikka ensimmäinen V2G- ja V2H-auto Nissan Leaf on ollut markkinoilla jo vuodesta 2013. (28.)



Kuva 13. V2G, sähköauton lataaminen sekä purkaminen verkkoon (29).

V2G (Vehicle to grid) tarkoittaa sähkön myymistä auton akustosta takaisin verkkoon (30). Kuluttaja voisi hyödyntää tätä, jos hänellä olisi esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmä, jonka ylijäämää hän pystyisi myymään takaisin verkkoon.

V2H:n (Vehicle to home) avulla omistaja voisi syöttää kesämökkiään tai omakotitaloaan sähkökatkon aikaan. Toinen mahdollinen käyttötarkoitus olisi hintapiikkeiltä suojautuminen, jolloin omistaja lataisi ajoakun täyteen halpoina tunteina ja syöttäisi siitä asuntoa korkeiden hintapiikkien aikana. (30.)

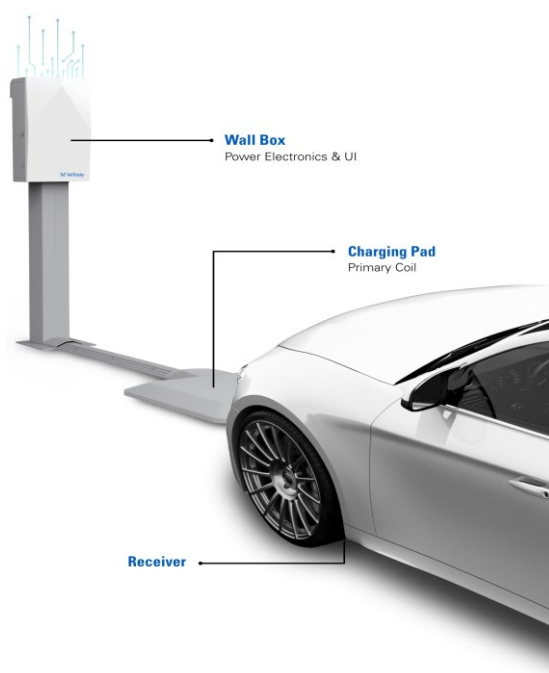
V2L (Vehicle to load) ei käytännössä ole kaksisuuntainen lataus, mutta on usein yhdistetty edellä mainittuihin sähköauton akun purkautumistapahtumiin. V2L mahdollistaa sähköauton akun virran jakamisen 230 V:lla vaihtosähkölaitteisiin. Mahdollisia käyttötarkoituksia ovat muun muassa kannettavien tietokoneiden

lataaminen tai kahvinkeitin käyttö matkalla, mökillä tai vaikka sähkökatkon aikana. (30.)

Kaksisuuntaisen latauksen ja siihen liittyvien akun purkutapahtumien ongelmat piilevät parhaillaan niiden käytön vähäisyydessä. V2G tarvitsisi toimiakseen kaksisuuntaista latausta tukevan latausaseman, jotka ovat harvassa nykyisillä markkinoilla, ja mahdollisesti aurinkovoimalan hyödyntääkseen täyden potentiaalinsa. Tämän lisäksi EU ei ole antanut minkäänlaisia standardeja tai säännöksiä aiheesta, mikä hankaloittaa sähkön myymistä takaisin verkkoon. Todennäköisimmin kaksisuuntainen lataus tulee yleistymään vasta, kun sähköautojen kanta kasvaa huomattavasti ja siihen liittyvät säädökset on täysin julkaistu. (31.)

3.6 Langaton lataus

Niin kuin älypuhelimissa tai sähköhammasharjassa, on myös sähköauton latauksissa edistetty langatonta latausta. Lataus toimii samalla tavalla kuin älypuhelimessa, mutta vain suuremmassa skaalassa. Kun latausaseman magneettikäämien alustan päälle saapuu sähköauto vastaanottavan käämin kanssa ja ne ovat päällekkäin, voi lataus alkaa resonoivan sähkömagneettisen induktion avulla, kuten kuvassa 14.



Kuva 14. Sähköauton langattoman latauksen havainnekuva (32).

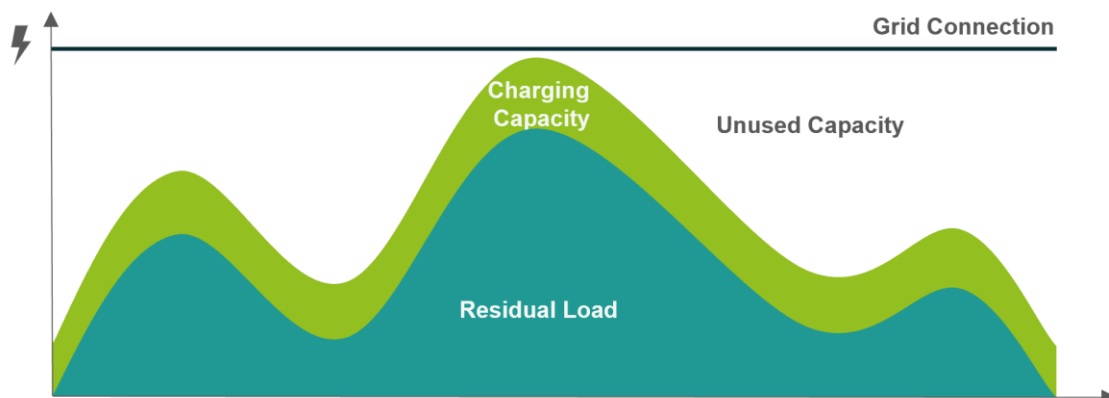
Langattoman latauksen avulla käytännöllisyys latauksissa nousisi huomattavasti, kun ei aina tarvitsisi laittaa latauspiuhaa autoon ja laitteeseen. Langattomassa latauksessa olisi kaksi vaihtoehtoa: staattinen ja dynaaminen lataaminen. Staattinen lataaminen toimisi samalla tavalla kuin nykyinenkin johdollinen lataus, esimerkiksi latauksiin tarkoitetuissa parkkiruuduissa. Dynaaminen lataaminen taas tapahtuisi ajaessa, ja on alustavasti ajateltu toimivan jopa nopeudessa 100 km/h. Tämä mahdollistaisi loputtoman lataamisen täydellä akulla sekä pienemmät akkujen koot ajoneuvoihin alentaen niiden hintaa ja painoa. (32.)

Langattoman latauksen suurimpana ongelmana on kuitenkin sen hinta. Yhdysvalloissa pelkkä staattinen latausasema maksaa 3 500 \$ asennuskuluja lukuun ottamatta verrattuna 22 kW älyä sisältävään latauslaitteeseen, jonka keskihinta on noin 1 000 €. Joten dynaamisen latauksen mahdollistavat tietyt tulisivat olemaan huomattavasti suurempi investointi kuin pikalatausasemat asfaltointityöt mukaan lukien. Toisaalta dynaaminen lataus mahdollistaisi huomattavasti pitkäikäisempään asfaltin, kun kevyemmät ajoneuvot kuluttaisivat tietä hitaammin. (32.)

3.7 Kuormanhallinta

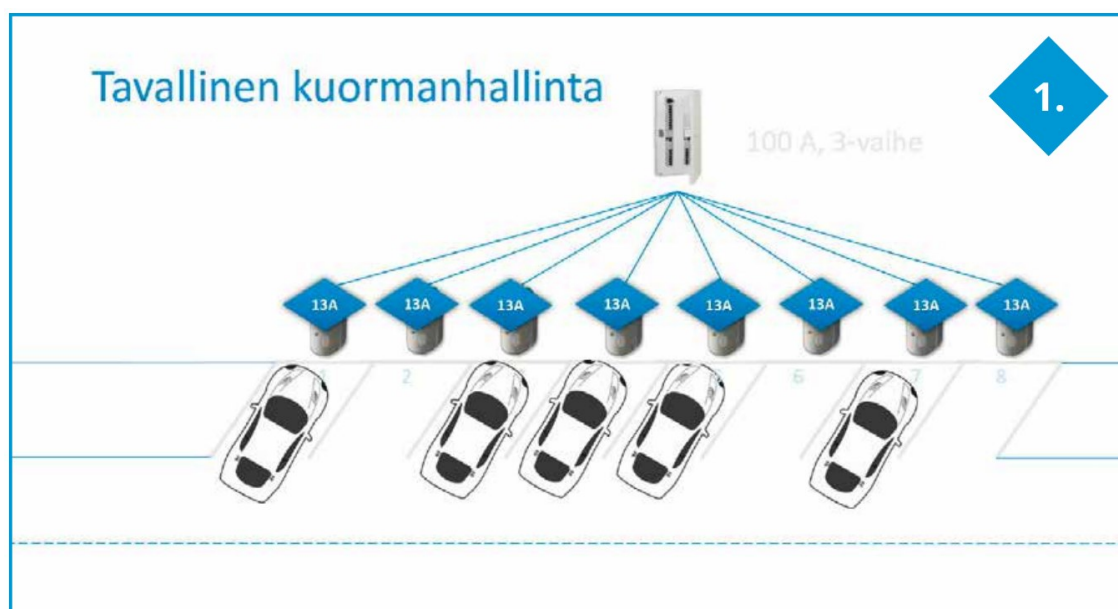
Kuormanhallinta on järjestelmä, joka valvoo kiinteistön sähkönjakelua ja sen perusteella rajoittaa tehoa syötettäviin kohteisiin, kuten sähköauton latauksiin. Kuormanhallintaa ohjataan joko yksi- tai monitasoisesti. Kuormanhallinnalla on monia etuja, joiden ansiosta se on välttämätön isoissa kohteissa. Ensimmäinen hyöty on syöttävän jakelun mitoituksessa, jossa normaalisti tulee käyttää syötettävillä ryhmäjohtoilla tasauskerrointa 1. Kuormanhallinnan ansiosta tasauskerrointa voidaan pienentää, sillä tällöin ei tarvitse huomioida ääritilannetta, jossa kaikki latausasemat syöttäisivät 11 kW ja jolloin mitoitus olisi huomattavasti suurempi. (20, s. 63.)

Tavallisessa kuormanhallinnassa jokaiselle autopaikalle varataan tietty määrä kapasiteettia, oli autopaikalla auto lataamassa tai ei. Staattisella kuormanhallinnalla latauskapasiteetti pysyy aina samana, vaikka käytettävissä oleva potentiaalinen teho olisi huomattavasti suurempi (kuva 15).



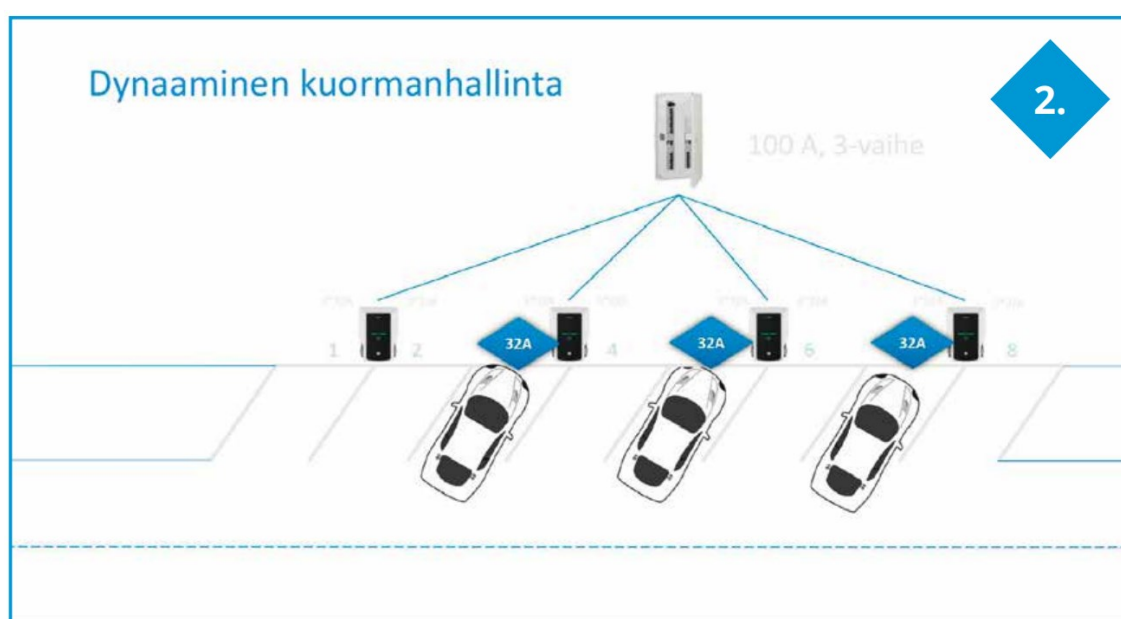
Kuva 15. Tavallisen kuormanhallinnan mahdollistama teho pysyy aina samana riippumatta muusta kiinteistön käytettävästä kuormasta (33).

Tällöin paikoitusalueelle on aina varattu niin sanottua tyhjää kapasiteettia, sillä kaikkia latureita suurella todennäköisyydellä ei tulla koskaan käyttämään samanaikaisesti. Siksi tavallinen kuormanhallinta (kuva 16) esiintyy usein nykyistä latausinfraa hyödyntävissä kohteissa, joissa ei uusita kaapelointeja ja keskuk- sia, vaan yritetään minimaalisilla kuluilla saada paras mahdollinen lopputulos. (34, s. 7.)



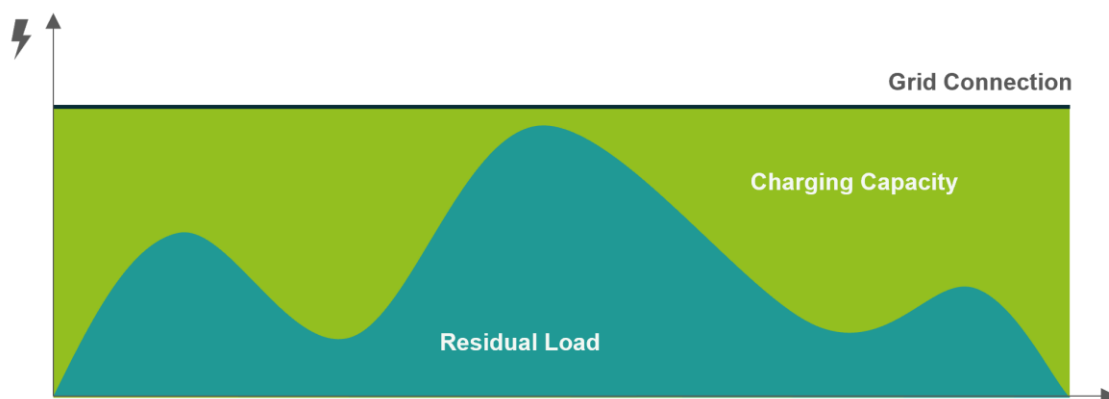
Kuva 16. Tavallinen kuormanhallinta, jossa kaikille autopaikoille varataan samanveroinen kapasiteetti huolimatta, siitä onko auto latauksessa (34, s. 7).

Dynaaminen kuormanhallinta (kuva 17) mahdollistaa vapaan kapasiteetin maksimaalisen hyödyntämisen jakamalla sen tasaisesti kaikille aktiivisille latauslaitteille, ja se on mahdollista toteuttaa joko yksi- tai monitasoisena. Yksitasoinen kuormanhallinta eroaa tavallisesta kuormanhallinnasta siten, että latausryhmälle määritetty teho jaetaan aktiivisten lataajien kesken eikä sitä ole rajoitettu niin, että tyhjää kapasiteettia jää ideaalitalanteessa ryhmään. Monitasoisessa kuormanhallinnassa mitataan normaalisti päälliittymästä asti virtamuuntajilla todellinen keskuksen käytössä oleva kapasiteetti, joka voidaan jakaa esimerkiksi latauksen alakeskuksiin ja siitä latausasemille. (35.)



Kuva 17. Dynaamisen kuormanhallinnan avulla maksimaalinen latausteho mahdollistetaan kaikissa tilanteissa eikä hukkakapasiteettia jää (34, s. 7).

Dynaamisen kuormanhallinnan (kuva 18) avulla verkon ylikuormitukset vähenevät, ja sen avulla lataus voidaan kohdistaa tehomaksuajan ulkopuolelle, ettei kiinteistölle synny lisäkustannuksia tehopiikkien aikana. Dynaamisen kuormanhallinnan voi myös konfiguroida seuraamaan sähkön spot-hinnastoa, jonka avulla käyttäjä voisi ladata autoaan vain halvimmilla tunneilla. (35.)

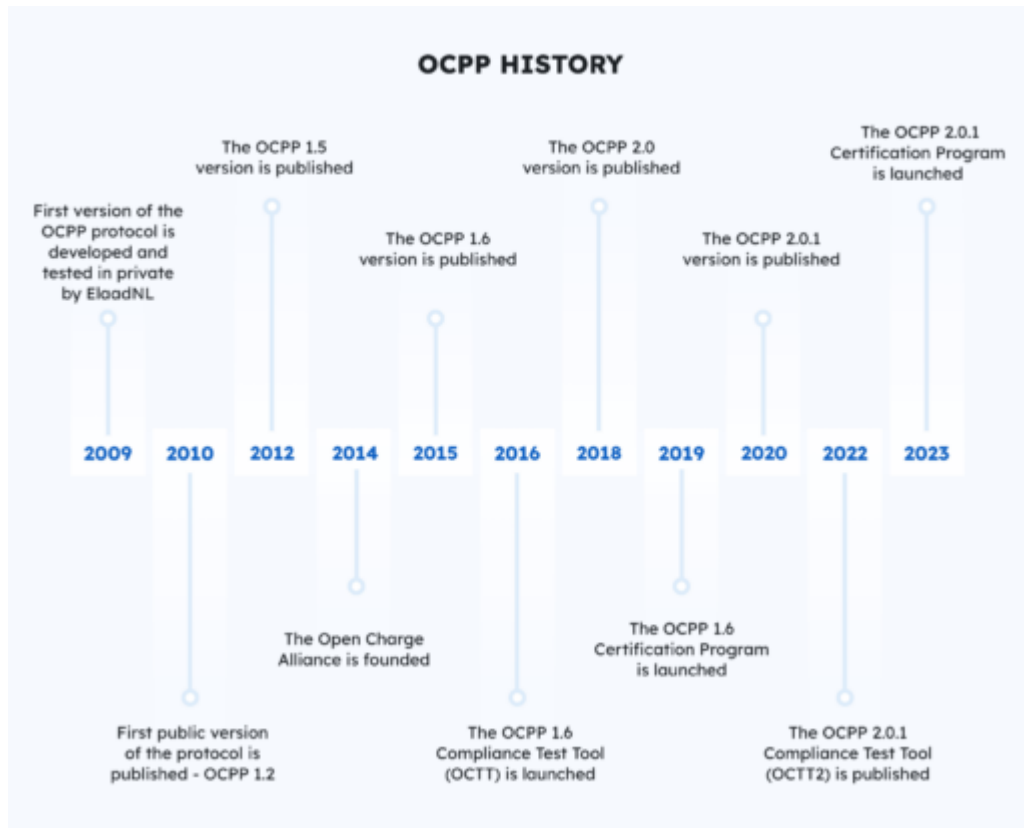


Kuva 18. Dynaamisella kuormanhallinnalla on aina halutessa käytössä täysi vapaa kapasiteetti (33).

4 OCPP-protokolla

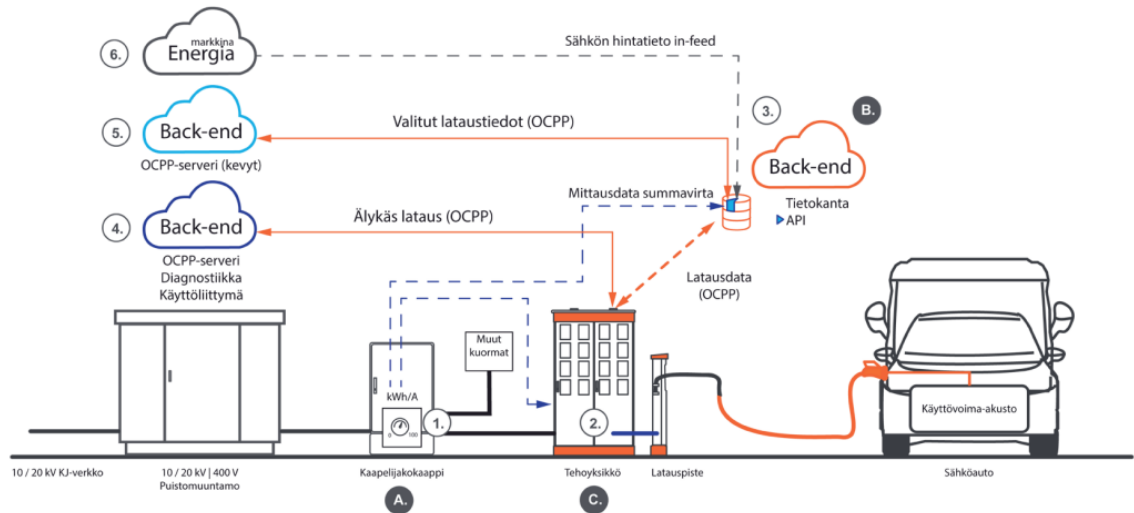
OCPP-protokollan juuret ovat peräisin vuodelta 2009, jolloin alankomaalainen yritys E-Laad foundation (nykyään ELaadNL) halusi tehdä kotimaansa sähköautojen ja latauspisteiden välisen kommunikation helpommaksi. Alkuperäiseltä nimeltään Open Charge Point Protocol Forum ei ole vuosien aikana muuttunut paljoa, mutta antaa osviittaa, millaiselta alustalta se on lähtenyt liikkeelle. E-Laad foundation yhdessä Greenlotsin ja ESB:n kanssa perustivat nykyisen Open Charge Alliancen eli OCA:n, mikä on antanut yritykselle kansainvälistä menestystä. (36, s. 1.)

Alkuperäinen 1.0-versio tuli julki 2010, ja sitä seurasi versio 1.2 samana vuonna (kuva 19) (37). Työssä tullaan keskittymään 1.5:ttä edeltäviin versioihin, koska aikaisempia protokollia ei enää tueta nykyaikaisissa latauslaitteissa.



Kuva 19. OCPP-versioiden kehitys (37).

OCPP on latausjärjestelmien ja latausoperaattorien välinen kansainvälinen protokolla. Ohjelmointikielenä se mahdollistaa eri valmistajien taustajärjestelmien ja eri laitevalmistajien välisen kommunikaation toimien itse tulkkina järjestelmien välillä (kuva 20). OCPP on käyttäjälle periaatteessa taustajärjestelmä, joka on latauspisteiden ja -järjestelmien aivot ja mahdollistaa esimerkiksi kuormanhallinnan ja sen valvonnan. Kuormanhallinnan voi OCPP:n avulla toteuttaa joko paikallisena tai pilvenä. Jos operaattoripalvelut toteutetaan paikallisena, on asiakkaalla niihin täysi pääsy paikan päällä, ja yhtälöstä minimoidaan mahdolliset virheet esimerkiksi tietohäiriön ja verkkovirheiden takia. (20.)



Kuva 20. Latausjärjestelmän taustajärjestelmän toiminta (20, s. 74).

OCPP mahdollistaa latauspalveluiden kilpailutuksen, koska sen avulla laite ei ole riippuvainen operaattoristaan. Jos esimerkiksi operaattoripalvelu menisi konkurssiin, ei olisi tarvetta uusista raudasta asti latausjärjestelmiä, vaan kilpailuttaa uusi toimija tilalle. OCPP on paremmin soveltuva julkisiin latauspisteisiin, mutta se soveltuu myös erinomaisesti asuinkehteisiin, kuten suurempiin taloyhtiöihin.

OCPP-hyväksyntä laitteessa ei kuitenkaan takaa, että jokainen latauslaite toimii jokaisen operaattoripalvelun kanssa. Operaattoripalvelut joutuvat muokkamaan erikseen oman operaattoripalvelunsa koodia ollakseen yhteensopivia eri latauslaittevalmistajien kanssa. Tästä syystä moni operaattori suosii vain yhtä latauslaitetta, jonka ympärille on rakennettu koko koodi. Latauslaitteita kuitenkin on todella paljon ja kaikilla omat ominaisuutensa, sillä mikään laite ei ole samanlainen. Toisin sanoen pahin mahdollinen tilanne tilaajan kannalta olisi urakan jälkeen, kun tilaajan tai urakoitsijan haluama latauslaitteita ei ottaisi kukaan operaattori haltuunsa sen takia, että integrointia ei ole suoritettu laitteeseen kenenkään ulkopuolisen toimijan kanssa.

4.1 OCPP 1.5

Ensimmäinen versio OCPP 1.5 tuli markkinoille kesäkuussa 2012. Kyseinen versio käytti SOAP-protokollaa, joka mahdollisti nopean toteutuksen viestien lähettämässä ja vastaanotossa. Standardi myös suojasi kyseiset viestitykset, minkä ansiosta komponentit pystyivät kommunikoimaan internetin välityksellä. Extensible Markup Language (XML) -standardin kielellä toimiva SOAP on hyvin samantapainen kuin kaikkien tuntema internetissä toimiva HTML-kieli. Etuina SOAP-kielessä on luettava teksti sekä XML-viestit, jotka sisältävät kuvia ja suoritettavaa koodia. (38, s. 3.)

OCPP 1.5:n toiminta voidaan tiivistää yksilöityjen latausasemien valvomiseen ja ohjaamiseen reaaliajassa sekä datan lähettämiseen latauspisteoperaattoreille tai käyttäjille. Protokolla toimi maksujen läpimenemisen viimeisenä hyväksyjänä ja pystyi varaamaan laitteille kuormaa hallitsemalla sille konfiguroitua sähkönmäärää. (39.)

4.2 OCPP 1.6

Tämänhetkisen suosituimman ja yleisimmän protokollan versio 1.6 Suomessa sai alkunsa OCA:n toukokuussa 2015 tekemässä ilmoituksessa. Ilmoituksessa kerrottiin vanhan protokollan 1.5:n korvaajasta. 1.6-versioon sisältyi muun muassa vaatimuksenmukaisuustyökalu. Tätä aikaisemmin OCA:n kehityksen toimijat kertoivat, että sen hetkisen yhtiöiden suosimaan protokollaan 1.5 oltaisiin lisäämässä parannuksia. Myöhemmin samana vuonna lokakuussa julkaistiin viimein OCPP 1.6, johon oli tehty tarvittuja korjaustoimenpiteitä ja tarpeellisia päivityksiä. Valitettavasti 1.6 ei ollut yhteensopiva aikaisemman version kanssa, mitä OCA perusteli uusien päivitysten ja ominaisuuksien ja vanhemman version ristiriidalla. (40, s. 13.)

Suurimpana muutoksena versiolle 1.6 tuli SOAP-ohjelmointikielien vaihtoehtoisena valintana JavaScript Object Notation (JSON). JSON-käyttöönotto mahdollisti tiedonsiirrossa samankokoisten viestien lähettämisen pienemmässä muodossa. Muiden elämänlaadun parannusten lisäksi tärkeimpiä päivityksiä oli muun muassa älykäs lataus. Älykäs lataaminen on sähköauton, latauslaitteen ja

sähkön tuottajan välistä kommunikaatiota, jossa OCPP toimii läpimenevän datan tulkkina. Tämän avulla latausasema pystyy säätämään annettua tehoa esimerkiksi energian saatavuuden tai latauksessa olevien autojen määrän perusteella eli toisin sanoen suorittamaan kuormanhallintaa. (40.)

Toinen painos OCPP 1.6:sta julkaistiin 28.9.2017. Varsinaisia muutoksia koodiin tai toimintatapoihin ei tullut, vaan ainoastaan dokumentin ohjeet tuotiin ajantasaisiksi ja tarkemmiksi. OCPP 1.6 edition 2:sta tuli ajantasaisin versio, kun kaikki tekstin ja koodin tiedetyt virheet oli päivitetty ja tyyliä paranneltu. (40, s. 8.)

Versioon 1.6 lisättiin neljä operaatiota keskusjärjestelmän puolelle (kuva 21). Yhteensä protokollan 29 operaatiosta 10 kuului latausasemalle ja 19 keskusjärjestelmälle. Uusien ominaisuuksien komentoja ovat.

- Clear Charging Profile antaa mahdollisuuden poistaa muistista vanhoja latausprofiileja.
- Get Composite Schedule mahdollistaa paikallisten rajoitusten huomioimisen. Esimerkiksi maksiteho luetaan kolmannelta osapuolelta eikä laite anna enempää tehoa laitteille kuin sallitun määrän.
- Set Charging Profile luo latausprofiilin latausasemalle laskutuksen mahdollistamiseksi.
- Trigger Message mahdollistaa keskusjärjestelmän pyytämään latausasemalta diagnostiikkapyynnön, koska ilman tätä latausasemalla on tieto asiasta, muttei varmuutta milloin keskusjärjestelmää haluaa päivityksen.

OVERVIEW: OCPP VERSIONS		
OCPP 1.5	OCPP 1.6	OCPP 2.0
June 2012	October 2015	March 2018
SOAP	SOAP & JSON	JSON
24x2 messages	60 use cases	116 use cases
42 data types	28x2 messages	65x2 messages
15 configuration keys	49 data types	129 data types
	43 configuration keys	85 configuration keys
		260 test cases

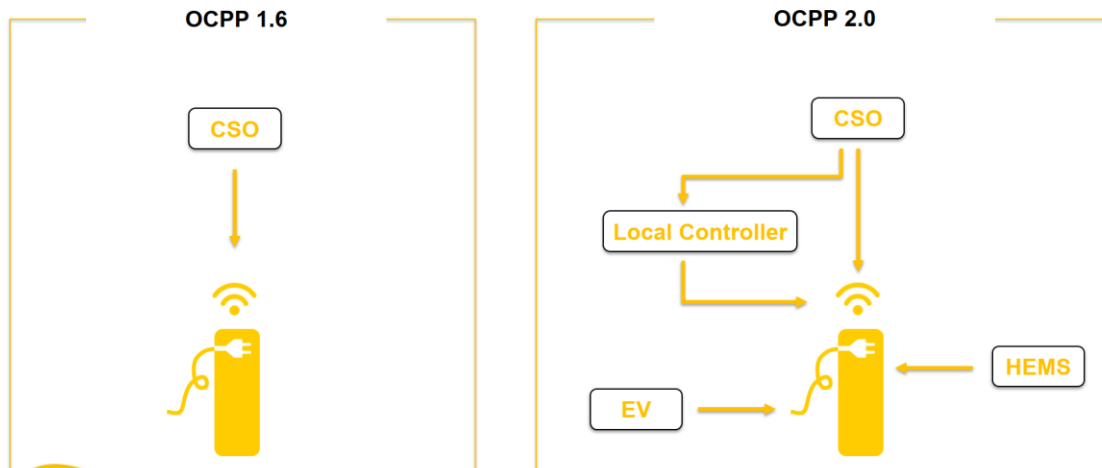
Kuva 21. OCPP 1.5-, 1.6- ja 2.0-versioiden eroja (37).

4.3 OCPP 2.0

OCPP 2.0-versio julkaistiin huhtikuussa 2018, ja siihen tuli huomattavasti enemmän päivityksiä verrattuna 1.6-version julkaisuun, mikä näkyy jo protokollan eri operaatioiden määrän lisäyksessä (kuva 22). Versio 2.0 tukee uudempaa ISO 15118 sähköautostandardia, jonka ansiosta protokollaan on voitu lisätä plug and charge. Plug and charge mahdollistaa tunnistautumisen auton ja latauslaitteen välillä, jolloin erillistä tunnistautumista RFID:llä tai mobiilisovelluksella ei tarvita. (40.)

Myös älykästä lataamista paranneltiin (kuva 22) lisäämällä paikallisen ohjaimen, HEMS eli Home Energy Management Systems, joka paransi sähköauton, latausaseman ja operaattorin CSO:n (Charging State Operator) välistä kommunikatiota. EMS yhdessä dynaamisen kuormanhallinnan kanssa mahdollistaa tiedon vastaanottamisen esimerkiksi asunnon ryhmäkeskuksesta ja tiedon lähettyksen latausasemalle siitä, kuinka paljon latauskapasiteettia on käytettävissä. EMS on sovellettavissa myös kiinteistöissä, jolloin lyhenne on BEMS eli Building Energy Management Systems. (41.)

Extended: Smart Charging

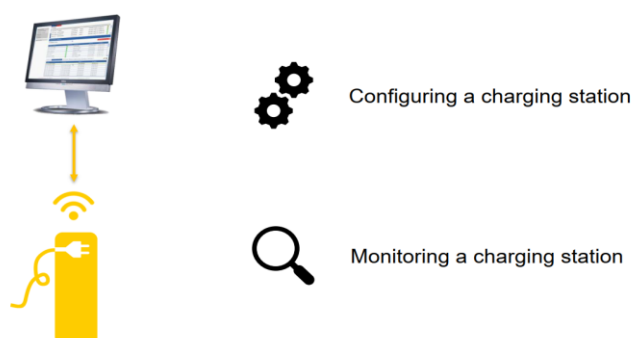


Kuva 22. OCPP:n 2.0-version parannukset älykkäässä lataamisessa verrattuna edelliseen 1.6-versioon (42).

Muita mainitsemisen arvoisia uusia ominaisuuksia ovat muun muassa parannettu turvallisuus niin pilvessä kuin tunnistautumisessa, tariffin mukaisen hinnoituksen näyttäminen asiakkaalle ja yleisesti käyttäjän ja latauslaitteen kommunikation parantaminen. Edeltäjänsä jalanjälkiä seuraten 2.0 ei kuitenkaan ole yhteensopiva aikaisempien versioidensa kanssa. (40.)

Uusi device management -toiminto (kuva 23) auttaa latauspisteoperaattoreita, joilla on monia latausasemia operoitavana. Toiminto mahdollistaa tilastoinnin, virhe- ja tilaraportoinnin ja yleisesti latausaseman paremman valvonnan. (40.)

New: Device management



Kuva 23. Uusi device management -toiminto OCPP-protokollassa (42).

Dataa oli pienennetty ja vähennetty edellisissä versioissa, ja OCA halusi jatkaa trendiä 2.0-version yhteydessä tekemällä sen yhteensopivaksi WebSocket Compressionin kanssa. Edellisten versioiden MeterValue Start- ja Stop Transaction -toiminnot olivat kiteytetty yhdeksi TransactionEvent-toiminnoiksi, joka auttoi säästämään vielä enemmän dataa ja mobiilidatakustannuksia sekä tekemään siitä operaattorille helpompilukuisen. (40.)

Huhtikuussa 2020 OCA päivitti uusinta protokollansa, jonka uudeksi nimeksi tuli OCPP 2.0.1. Kyseinen versio korvasi kaksi vuotta vanhemman edeltäjänsä eli OCPP-version 2.0. Edeltävän version ongelmia ei pystytty paikkaamaan samalla tavalla kuin OCPP 1.6:n päivityksessä, vaan vaati protokollan koneellisesti luettavaan määritelmätiedostoihin muutoksia, jotka eivät olleet taaksepäin yhteensopivia. Tästä syystä 2.0-version päivitys sai uuden kolminumeroisen nimensä 2.0.1. (43.)

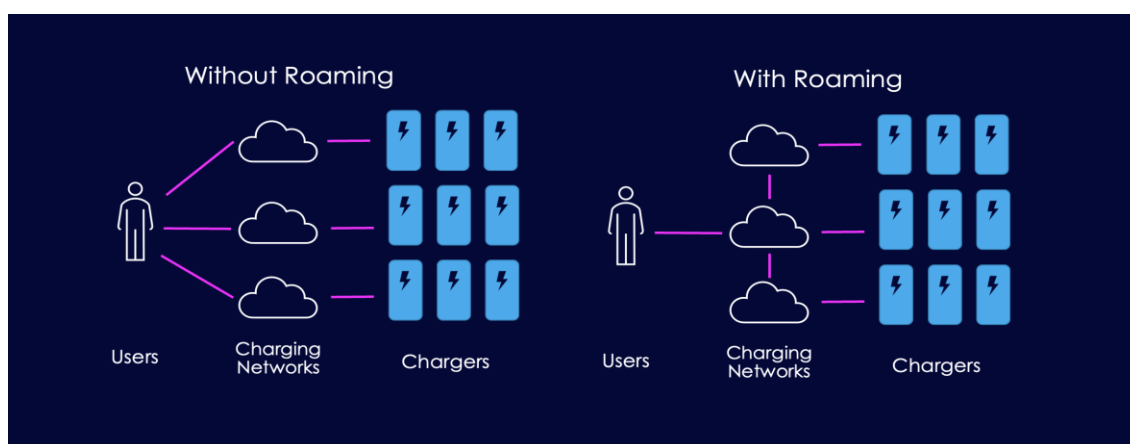
4.4 OSCP ja OCPI

Seuraavat protokollat eivät kuulu OCPP-protokollaan, mutta samankaltaisten nimien, periaatteiden ja ominaisuuksien takia ne usein sekoitetaan. Siksi kyseisiä protokollia avataan väärinkäsityksien välttämiseksi aiheesta.

Open Smart Charging Protocol eli OSCP on myös OCA:n tekemä avoin protokolla, jonka avulla latausoperaattori pystyy kommunikoimaan jakeluverkkoyhtiön kanssa. OSCP pystyy jakamaan latausoperaattorille 24 tunnin ennusteen sähköverkon kuormasta ja hinnasta. OSCP kertoo, kuinka paljon kapasiteettia on saatavilla lähitulevaisuudessa, ja antaa tiedon, onko tehoa mahdollista palauttaa verkkoon. (44.)

Suomen Autoteknillisen liiton asiantuntijoiden laskelmien (45) mukaan Suomen sähköteho riittäisi jopa 750 000 sähköautoon. Kuitenkin laskelma on tehty ilman älykästä sähköverkkoa ja latausinfra hallintaa. Siitä huolimatta asiantuntijoiden mukaan sähkönsiirtokapasiteetti riittäisi lukuun ottamatta yksittäisiä pullonkauloja, jotka vähenisivät entisestään älykkäiden latausinfrojen lisääntymisen avulla. (45.)

OCPI (Open Charge Point Interface) ei ole OCA:n vaan EVRoaming Foundationin tekemä avoin roaming-protokolla, joka kumminkin ajaa samaa asiaa OCPP:n kanssa eli sähköautojen laajamittaisempaa käyttöä. Tästä syystä OCPP ja OCPI usein sekoitetaan keskenään. OCPI yhdistää latausasemien operaattorit palveluntarjoajiin (kuva 24). Yksinkertaistettuna OCPI mahdollistaa käyttäjän minimoimaan erinäköiset sovellukset ja käyttämään kaikkia OCPI-ase- mia yhdellä kortilla tai sovelluksella. Tämä houkuttaa lataajaa käyttämään hel- pommin julkisia asemia sekä säästämään aikaa, kun ei aina tarvitse rekisteröi- tyä uudella latauspisteellä toisen palveluntarjoajan sovelluksella. (27.)



Kuva 24. Havainnollistava kuva OCPI:n käyttäjäystävällisestä mallista (46).

5 Latauslaitteet

Tässä luvussa käsitellään suurimmalta osin peruslatauksen latauslaitteita, jotka tukevat OCPP-protokollaa. Esille tuodaan myös muutamat hitaan latauksen lait- teet ilman älyä ja sen kanssa vertailun vuoksi.

5.1 Keba

KEBA KeContact P30 on kolme eri vaihtoehtoa: a-, c- ja x-sarja, joista kaikki mahdollistavat 2,3–22 kW:n lataustehon. A-sarja on lähtötason latauslaite itse- näisillä toiminnoilla, eli se ei mittaa esimerkiksi energiaa eikä siinä ole OCPP:tä. X- ja c-sarja toimivat muuten samalla tavalla, mutta ketjuttaessa latausasemia yksi x-sarjan laite voi ohjata useita c-sarjalaisia. Yksinkertaistettuna x-sarja toi- mii master-yksikkönä ja c-sarja slave-yksikkönä. (47.)

X-sarjan P30 (kuva 25) on myös MID-sertifioidun energiamittauksen lisäksi DC-vikavirtojen tunnistus ja RFID-lukija. 4G/LTE-tiedonsiirron lisäksi x-sarja mahdollistaa säännölliset ilmaiset ohjelmistopäivitykset. Muun muassa Plugit Finland Oy suosittelee KEBA:n latausasemia lähtökohtaisesti kohteisiinsa. Syynä on esimerkiksi valmiiksi tyhjäksi jätetty taustajärjestelmä, jonka ansiosta siihen on helppo ohjelmoida oma taustajärjestelmä OCPP 1.6:n avulla ja konfiguroida valitun palveluntarjoajan järjestelmän kanssa. Plugit on palveluntarjoaja, joka ei valmista omia latauslaitteitaan, vaan suosii niitä, jotka toimivat parhaiten paikallisen kuormanhallinnan kanssa. (48.)



Kuva 25. X-sarjan Keba P30 (47).

5.2 DEFA

DEFA on vuonna 1946 perustettu norjalainen teknologiayritys, joka on kylmässä Suomessa tullut tutuksi auton sisätila- ja lohkolämmittimistä. DEFA Power (kuva 26) on heidän uusin latauslaitteensa, ja se on varustettu kiinteällä 6 metrin latauskaapelilla, OCPP 2.0.1-protokollalla sekä MID-hyväksytyllä energiamittarilla ja mahdollistaa korkeimmillaan 22 kW:n lataustehon. Laitteeseen sisältyy myös A-tyypin vikavirtasuojaja DC-vuotovirtasuojaja, ja tunnistautuminen tapahtuu joko RFID/NFC-tunnisteella tai SMS-viestillä. Dynaamisen kuormanhallinnan laitteeseen mahdollistaa erillishintainen DEFA Balancer, joka valvoo kiinteistön

virrankulusta ja mahdollistaa maksimaalisen virranoton laitteelle kaikissa tilanteissa. (49.)



Kuva 26. DEFA Power 22 kW (49).

DEFA Power on ollut urakoitsijoiden kovassa suosiossa erinäisten sähköautonlatausinfrojen kilpailutuksissa. Powerin julkaisussa keväällä kuitenkin ilmeni muutamia ongelmia, kuten sisäisen vikavirtasuojan puute, joka pitää toistaiseksi toteuttaa ulkoisella mallilla, sekä suurempiin latausinfroihiin soveltuva kuormanhallinta. Taloyhtiökäyttöön soveltuva kuormanhallinta tulee saataville loka-kuussa 2023.

5.3 Garo

Garon Entity Pro (kuva 27) on 22 kW:n latausasema, jossa on elektroninen ja mekaaninen AC/DC-viantunnistus, 4-napainen mekaaninen katkaisija sekä sisäänrakennettu energiamittari, joka voidaan myös tilata näytöllisellä MID-hyväksytyllä mittarilla. Entity Pro on varustettu myös vaiheen- sekä kuormantasauksella, joista jälkimmäinen sovittaa lataustehon taloyhtiön ajankohtaiseen kulu-tukseen. Vaiheentasauksen avulla latauslaite tunnistaa, kun teho ei riitä kolmi-vaihelataukseen, ja alkaa ladata yksivaiheisena vaiheelta, jossa on eniten

vapaata. Latauslaitteella on myös kaksiosainen versio ja sitä on saatavilla myös harmaana, valkoisena sekä punaisena. (50.)

Entity on OCPP-yhteensopiva, ja tiedonsiirto voidaan toteuttaa langallisesti tai langattomasti latauslaitteiden välillä. Yhteensopivia operaattoreita on parhailaan kolmetoista, joista tunnetuimpia ovat muun muassa Korttelilataus, Monta, e-Parking sekä Movel. Latauslaitetta voi myös hallita ilmaisen Garo Connect -sovelluksen avulla, eikä Garo veloita lisäkustannuksia eri taustapalveluiden käytöstä. (51.)



Kuva 27. Garo Entity Pro 22 kW:n latausasema (50).

5.4 Zaptec

Zaptec Pro (kuva 28) on norjalaisvalmisteinen ja laadukkaalla kuormanhallinnalla varustettu taloyhtiökäyttöön soveltuva 22 kW:n latausasema. Zaptec Pro -järjestelmän dynaaminen vaihdetasapainotus on patentoitu, eli se on ainoa markkinoilla kyseisen ominaisuuden kanssa. Dynaaminen vaihtetasaus optimoi latausasemat yksi- ja kolmivaihelatauksen välillä mahdollistaen kuormittuneissa tilanteissa kolmivaihevirran 1,5 kW:n tehon per vaihe muuttamisen yksivaiheiseksi ja antaen suuremman 4,5 kW:n tehon yhdeltä vaiheelta. Vaihdetasapainotus toimii myös toiseen suuntaan vaihtaen tarvittaessa yksivaihevirran

kolmivaiheiseksi ja pystyy kesken latauksen siirtämään tehon edullisimmalle vaihteelle. Laitteesta saa epäedullisimmassakin tilanteessa 1x6 A eli 1,38 kW ulos. Latauslaitteessa on myös sisäänrakennettuna 3x40 A:n C-typin johdon-suojakatkaisijat, B-typin vikavirtasuoja ja MID-sertifioitu energiamittaus kWh-näytöllä tai ilman. Tunnistautumisen voi hoitaa RFID- tai NFC-tunnisteilla, ja laite on tekniikkansa kannalta valmis ISO 15118, eli se voi tulevaisuudessa tukea plug and chargea ja V2X:ää. (52.)



Kuva 28. Zaptec Pro 22 kW:n latauslaite (53).

Tiedonsiirto voidaan toteuttaa ilmaisella integroidulla 4G eSim sirulla tai vaihtoehtoisesti myös Wi-Fillä tai PLC:llä. Zaptec Pro:n mukana tulee kuormanhallinta, taustajärjestelmä sekä Zaptec Portaali ja pilvi, jotka ovat aina ilmaiset. Zaptec Portaalin avulla kuluttaja näkee omat kulutustietonsa ja pääkäyttäjät voivat tarkastella yksittäisiä laitteita tai koko latausinfraan kulutusta. Sparkli kouluttaa tarvittaessa isännöitsijän tai hallituksen jäsenen pääkäyttäjäksi, jolloin Zaptec sekä Sparkli eivät tuo juoksevia kuluja lisää ja kolmannen osapuolen operaattori jää pois yhtälöstä. (52.)

Laitteen mukana tuleva taustajärjestelmä on Zaptecin oma, ja ilman sitä kuormanhallinta ja dynaaminen vaihetasaus ei toimi. Zaptec lupaa OCPC

päivittymistä nykyisestä 1.6J-versiosta 2.0 lähitulevaisuudessa, jolloin päivitys tulisi automaattisesti pilven välityksellä myös jo asennettuihin laitteisiin. Testattuja operaattoreita pilvipalveluiden kanssa ovat muun muassa eParking, EasyPark, Monta, EuroPark ja moni muu. Jos operaattorit ottaisivat kuormanhallinnan itselleen, ei patentoitu vaihdetasapainotus enää toimisi. (52.)

5.5 Hitaan latauksen älylliset latausasemat

Älykästä latausta pystyy soveltamaan kaikissa sähköautoihin lataukseen tarkoitetuissa lataustavoissa, mutta se esiintyy harvemmin lataustavassa 2. Termi on saanut jopa oman paikkansa lakikirjasta. Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta 478/2017, 3 § Määritelmät, kohta 6:

Älykkäällä latauksella tarkoitetaan latausjärjestelmää, joka sisältää tietoliikenneyhteyden ajoneuvon ja latauslaitteen välillä sekä tietoliikenneyhteyden latauslaitteen ja latauspalveluntuottajan välillä mahdollistaen lataustapahtuman reaaliaikaisen mittauksen ja ohjauksen sekä lataustehon porrastetun säädön ylöspäin ja alaspäin kesken lataustapahtuman ilman, että lataus keskeytyy. (54.)

Taloyhtiömalleissa autonlämmitykset kuuluvat normaalisti autopaikan vastikkeisiin, mutta on myös mahdollista konfiguroida auton lämmitykset maksullisiksi pakkasaikoihin tai antaa pelkille lataajille keskiarvollisen lämmityksen verran alennusta kilowattitunneissa. (55.)

Fibox Heat'n Charge Smart mahdollistaa 3,6 kW:n lataustehon yhdelle autolle tai 1,8 kW:n samanaikaisen tehon kahdelle autolle supersukolla, jonka avulla autoa voi ladata tai lämmittää samasta rasiasta (kuva 29). Kahdessa pistokeessa on pistokekohtaiset 16 A / 30 mA -johdonsuoja ja vikavirtasuojayhdistelmäkojeet MID-hyväksytyin energiamittauksen kanssa. Tietoliikenneyhteys luonnistuu Xodem-tukiasemilla Mesh-verkon avulla ja laskutus- ja kuormanhallintapalvelut eParking-palvelussa. (56.)



Kuva 29. Fibox Heat'n Charge Smart R-I päivityssarja ja F-I kotelo (56).

Harju ElektrA -tuoteperheen lämmitys- ja latausasema eTolppa High Load suku A2713-44-002 (kuva 30) jakaa Fibox Heat'n Charge Smartin kanssa kaikki ominaisuudet, vaikka onkin eri valmistajalta ja on periaatteessa vain ulkonäöltään eriävä. Molemmat laitteet kuuluvat eTolppiin, jonka ansiosta on mahdollista etäohjata laitteita eParkingin kautta ja käyttää eParking-laskutuspalveluita. Xodemtukiasemat hyödyntävät mesh-verkkoa, jonka ansiosta kuormanhallinta sekä tiedonsiirto voidaan toteuttaa langattomasti eTolpissa. (57.)



Kuva 30. High Load suku A2713-44-002 (57).

Tulevaisuudessa eTolpan hitaan latauksen latauslaitteet tulevat olemaan OCPP-yhteensopivia ja koodi on jo 90 % valmis (58). Muita OCPP-yhteensopivia tavan 2 latauslaitteita ei ole vielä markkinoilla, ja nähtäväksi jää, yleistyvätkö ne, jos 11 kW mahdollistamista latausinfraa ARA-tuet tulevat loppumaan täysin. Tukien loppuessa hinta latausinfraa tulee paljon kalliimmaksi tilaajalle ja pienemmän kapasiteetin modulaariset latausinfraat voivat mahdollisesti yleistyä. Tällöin muiden laskutuspalveluiden lisääminen OCPP:n avulla 3,6 kW:n latausasemiin olisi huomattava käyttömukavuuden lisäys ja vielä enemmän houkutteleva latausvaihtoehto taloyhtiön lataajille.

6 Latauspalvelut

OCPP:n mahdollistaessa taustapalvelut on olennaista, että niistä tuodaan muutamia integraatioita esiin opinnäytetyössä. Esille tuodaan muutamia taustapalveluiden tarjoajia lyhyesti hinnastojen sekä toimintaperiaatteiden kera. Hinnat esitetään arvolisäprosenttien kanssa (alv 24 %).

Parhaillaan eParking operoi yli 55 000:ta latausasemaa ympäri Suomea, joista melkein 10 000 on julkisia. Latauksen aloittaminen toimii eParking-mobiilisovelluksella tai selaimessa, joista pystyy valitsemaan lyhytaikaista pysäköintiä tai yksityisiä sopimusalueita. eParking parhaillaan tukee monia eri latauslaittevalmistajien OCPP-laitteita, joista tunnetuimpia ovat Zaptec, Garo, Schneider Electric sekä Elektra. (59.)

Taloyhtiöille eParking tarjoaa kahta palvelukokonaisuutta: ylläpito- ja laskutuspalvelu, sekä suosittelee malliaan yli 10 autopaikan kokonaisuuksiin. Laskutuspalvelu sisältää kaikki samat palvelut kuin ylläpitopalvelu ja tuo lisäksi laskutuspalvelun sekä loppukäyttäjien teknisen tuen. Palveluilla on vuosittainen minimilaskutussumma ja latauspaikkakohtainen kuukausikulu, joka määräytyy latauspaikan mukaisesti. Type 2 -latauksissa on 3,72 €/kk ja suko-autopaikoilla joko 1/3 tai 2/3 type 2 -latauksen hinnasta, riippuen palveluvaihtoehdosta. Jos eParking ottaa myös kuormanhallinnan haltuun, tulee lisäpalvelu maksamaan noin 1,24 €/kk per autopaikka tai tason 2 kuormanhallinta eli dynaaminen kuormanhallinta tulee maksamaan saman verran. (58.)

Plugit Finland Oy:llä on parhaillaan yli 10 000 etähallittavaa latauspistettä sekä yli 400 asiakkuutta lukuun ottamatta roaming-asemia. Plugit Cloud on taustajärjestelmä, jonka palvelukokonaisuuden tarkoitus on mahdollistaa kustannustehokas latauspalvelun tarjoaminen. Ylläpitopalveluihin kuuluvat muun muassa ympärivuorokautinen asiakaspalvelu sekä etähallintatoiminnot, kuten latauslaitteen ongelman korjaaminen etänä ja latauksen monitorointi. Ylläpitopalvelujen kustannukset ovat 4,5 €/kk per pistoke. Taustajärjestelmä toteutetaan paikallisena DLDS-ohjauskeskuksien avulla, joista vedetään tietoliikenneyhteys CAT-kaapeloinnilla latausasemille. Kaapelointitapa on siis tähtimäinen, mikä lisää alkukustannuksia verrattuna ketjuttamiseen, mutta on pitkäikäisyyden kannalta luotettavampi sekä edesauttaa yksilöidyn diagnostiikan havaitsemisesta. (48.)

Vanha Parkkisähkö Oy eli nykyään Parking Energy on toimittanut latausvalmiuden yli 10 000 autopaikalle. Parking Energy on omalla nimellään kulkeva laskutuspalvelu, jonka ainoa kuluerä on lataajalle 0,02 €/kWh:n laskutuslisä kulutusta sähköstä, ja joka kvartaali se hyvittää käytetyn sähkön takaisin taloyhtiölle Kiinteistöliiton ohjeistamalla taloyhtiöiden yhdenmukaisuusperiaatteella. Taloyhtiöille vuoden määräaikaissopimuksen jälkeen irtisanoutumisaika on kolme kuukautta. Sähkösopimus on kiinteä, eikä siinä ole mahdollisuutta hyödyntää pörssi- tai -yösähköä. Parking Energy myöntää laitteiden toimivuustakuun ja on vastuussa latauslaitteistaan koko sopimuskauden ajan. Vastuuseen kuuluu latauslaitteiden etävalvonta ja ennakoiva huolto, joiden avulla ennakoidaan virheitilanteita ja tarvittaessa vaihdetaan laite uuteen. (60; 61.)

DEFA CloudCharge on sähköautojen latausjärjestelmän hallinnointiin tehty portaali, josta on lisäksi saatavilla puhelinapplikaatio. Portaalin kautta on mahdollista seurata ja ohjata latauksia etänä, saada vikailmoituksia, määrittellä hinnoitus sekä hoitaa laskutus. Laskutustapoja on erilaisia, ja niihin kuuluvat latauskohtainen, asteittain nouseva ja kWh-perusteinen hinta tai tuntiveloitus. Laskutuksia on mahdollista toteuttaa joko luottokortilla Stripen kautta tai kuukausilaskutuksella Arvaton kautta (62).

Julkisilla paikoilla yleisempi muoto eli luottokorttiveloitus suoritetaan jokaisen lataustapahtuman jälkeen heti, jolloin lähtee 11 prosentin käsittelykulu Stripelle ja loput sovitetaan latausjärjestelmän haltijalle. Kuukausiveloituksessa

minimimaksuaika on kvartaalin välein ja lisäkuluna on 3 euron laskutuskulu per lasku. Pilvipalveluiden kalenterivuositmaksu yhdeltä latauspisteeltä on 45 €, johon sisältyvät kaikki palvelut. Jos käyttäjä haluaa laskuttaa itse asiakkaitaan taylorhtiössä, peritään CloudCharge-ylläpitomaksu 4,96 € /kk jokaisesta latauspisteestä.

7 Yhteenveto

Insinööriyön aiheena oli tutustua OCPP-protokollaan ja sen tuomiin ominaisuuksiin sähköautojen latauksissa. Tavoitteena oli tutustua protokollaan syvemmin ja sen kautta luoda vielä entistä parempi pohja latauslaitteiden sekä laskutuspalveluiden valitsemisessa. Moni laitevalmistaja ja operaattoripalvelu kertoi heti kättelyssä aiheen olevan todella lavea ja haastava, mikä myös välittyi teoreettiseen viitekehykseen tutustuessa.

Protokollan avaaminen ja sen soveltaminen on osoittautunut jopa valmistajille haastavaksi, kun omien taustapalveluiden integrointi eri latauslaitteisiin ei olekaan niin helppoa kuin se paperilla vaikuttaisi. Tilannetta ei auta se, että tuoreessa markkinassa latauslaitteita tulee kuin hihnalta ja on vaikea päättää, mihin laitevalmistajiin turvautuisi pohjaamaan koodinsa. Monet latauslaitteet saattavat yliajaa operaattoripalveluiden koodin omilla ominaisuuksillaan, tai yhdistelmät eivät muista syistä toimi, mitä ei voi tietää ennen kuin ne on koeponnistettu. Opinnäytetyö ohjautui matkan varrella teknisen ymmärtämisen puolelta kohta kohdalta enemmän ohjelmoinnin ja koodaamisen puoleen.

Standardia on moitittu monen opinnäytetyötä varten puhutetun tahon puolesta (58), mutta negatiiviset kommentit eivät ole löytäneet tietänsä internetiin. Tämä on luonut ristiriitaa aihetta tutkiessa. Protokollasta tiedon hankkiminen oli vaativaa suppean tietomäärän, vähäisten esimerkkien ja vaikeaselkoisen aiheen takia. Lopputuloksena kuitenkin saatiin kattava määrä tietoa aiheesta ja sen ympäriltä sekä avartunut näkökulma suhteellisen uuden asian haasteista ja eduista.

Sähköautojen räjähdysmäinen suosion kasvu on tuonut kentälle paljon erilaisia laitteita ja palveluita, joiden välillä OCPP on toiminut yhdistävänä tekijänä.

OCCP on jatkuvasti päivittyvällä protokollallaan adaptoitunut sähköautojen latauksien uusiin ilmiöihin, kuten äly- ja V2G -lataamisiin sekä mahdollistanut kulluttajalle vapaamman valinnan operaattori- ja maksupalveluissa. Vaikka protokolla sopeutuu enemmän julkisen infran puolelle, on se kuitenkin kannattavaa huomioida taloyhtiöissäkin.

Protokollan yleisyys nykyisissä suurempiin kokonaisuuksiin tarkoitetuissa latauslaitteissa todistaa, että se on tullut jäädäkseen. Vaikka palveluntarjoajien vaihtoja esiintyy harvemmin, toimii OCCP turvana antaen vaikutusvaltaa tilaajan päätöksiin niin ennen hankintaa kuin myös sen jälkeen. Neuvottelumahdollisuuksien ansiosta asiakas pystyy kilpailuttamaan sopimuksiaan edullisempaan tiukemman paikan tullen. Esimerkkinä on tullut vastaan kiinteistö, joka tiedusteli konsultin avulla lataushallin korkeista kustannuksista, mikä lopulta johti nykyisen operaattorin kulujen alentamiseen kohteessa ja paremman kuormanhallinnan lisäämiseen. Hintojen tiputtamisen mahdollisti OCCP-protokolla, joka oli paikoitushallin latauslaitteissa.

OCCP:n maksimaalinen hyödyntäminen pitkäikäisesti vaatii kuitenkin isomman investoinnin urakan alkuvaiheessa. Tietoliikennekaapelointien lisääminen urakaan tai paikoitusalueen oman nettiyhteyden hankkiminen OCCP:n mahdollistamiseksi eivät kuulosta kilpailutusvaiheessa houkuttavilta, varsinkin, kun latausinfraurakat eivät ole perushinnoiltakaan halvimmasta päästä. Tämä yleensä ohjaa taloyhtiöt edullisempaan alkuinvestointiin varsinkin hintavilla nykymarkkinoilla, mikä kuitenkin voi koitua kohtalokkaaksi tulevaisuudessa.

Lähteet

- 1 Company. Verkkoaineisto. Detroit Electric. <<https://detroit-electric-group.com/company.html>>. Luettu 16.3.2023.
- 2 Sadler, Bob. .2022 The Detroit Electric and Its Place in Automotive History. Verkkoaineisto. Motorcities. <<https://www.motorcities.org/story-of-the-week/2022/the-detroit-electric-and-its-place-in-automotive-history/>>. Julkaistu 26.1.2022. Luettu 14.3.2023.
- 3 CarsDirect Staff. 2022. A Brief History Of Hybrid Cars. Verkkoaineisto. CarsDirect. <<https://www.carsdirect.com/green-cars/a-brief-history-of-hybrid-cars/>>. Julkaistu 10.3.2022. Luettu 15.3.2023.
- 4 Clifford, Joe. 2015. History of the Toyota Prius. Verkkoaineisto. Toyota UK Magazine. <<https://mag.toyota.co.uk/history-toyota-prius/>>. Julkaistu 10.2.2015. Luettu 16.3.2023.
- 5 The History of the Electric Car. 2014. Verkkoaineisto. Department of Energy. <<https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>>. Julkaistu 15.9.2014. Luettu 31.8.2023.
- 6 Tsakadilis, A & Thiel C. 2018. Electric vehicles in Europe from 2010 to 2017: is full-scale commercialization beginning?.Verkkoaineisto. Euroopan komissio. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bit-stream/JRC112745/jrc112745_kjna29401enn.pdf>. Julkaistu 13.11.2018. Luettu 31.8.2023.
- 7 A Comprehensive Study on the Expansion of Electric Vehicles in Europe. 2022. Verkkoaineisto. MDPI. <<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/22/11656>>. Julkaistu 16.10.2022. Luettu 31.8.2023.
- 8 Driving sustainability: the long road ahead for electric vehicles and their batteries. 2022. Verkkoaineisto. Kearney. <<https://www.kearney.com/industry/automotive/article/-/insights/driving-sustainability-the-long-road-ahead-for-electric-vehicles-and-their-batteries>> Julkaistu 17.4.2022. Luettu 7.9.2023.
- 9 McDonald, Loren. 2022. BEV Batteries Average 83 kWh Versus 15 kWh forPHEVs. Verkkoaineisto. Evstatistics. <<https://evstatistics.com/2022/04/bev-batteries-average-83-kwh-versus-15-kwh-for-phevs/>>. Julkaistu 19.4.2022. Luettu 7.09.2023.
- 10 Rissa, Pekka; Kallio, Tero & Kalenoja, Hanna. 2023. Automarkkinoiden vuosikatsaus 2023. Verkkoaineisto. Autoalan tiedotuskeskus.

- <https://www.aut.fi/files/2658/Autoala_Suomessa_2022_vuositalasto_1601_2023.pdf>. Julkaistu 16.1.2023. Luettu 17.3.2023.
- 11 Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q4/2022. 2023. Verkkoaineisto. Teknologiateollisuus. <<https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2022%20Q4%20Sa%CC%88hko%CC%88inenLiikenne%20tilannekatsaus%202023%2001%2030%20jaettava.pdf>>. Julkaistu 30.1.2023. Luettu 17.3.2023.
 - 12 Ukraine Russia war triggers fear in auto industry over worsening chip crisis. Verkkoaineisto. Auto Hindustan Times. <<https://auto.hindustantimes.com/auto/news/ukrainerrussia-war-triggers-fear-in-auto-industry-over-worsening-chip-crisis-41646382318943.html>>. Luettu 20.3.2023.
 - 13 Autoliitto: Autokanta ei sähköisty, jos ei ole varaa sähköautoon. 2023. Verkkoaineisto. Moottori. <<https://moottori.fi/liikenne/jutut/autoliitto-autokanta-ei-sahkoisty-jos-ei-ole-varaa-sahkoautoon/>>. Julkaistu 12.3.2023. Luettu 4.4.2023.
 - 14 Uusi selvitys: Sähköautoilussa on uudenlaisia riskejä ja kolarit tulevat kalliiksi. 2019. Verkkoaineisto. Liikennevakuutuskeskus. <<https://www.lvk.fi/liikennevakuutuskeskus/tiedotteet/2019/uusi-selvitys-sahkoautoilussa-on-uudenlaisia-riskeja-ja-kolarit-tulevat-kalliiksi/>>. Julkaistu 18.12.2019. Luettu 5.4.2023.
 - 15 Kuurio, Harry. 2023. Sähköauton hintasota on alkanut myös Suomessa. Verkkoaineisto. Ilta-Sanomat. <<https://www.is.fi/autot/art-2000009762672.html>>. Julkaistu 5.8.2023. Luettu 9.9.2023.
 - 16 Avustus sähköautojen latausinfraan rakentamiseen. 2023. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. <<https://www.ara.fi/latausinfra-avustus>>. Päivitetty 13.4.2023. Luettu 6.4.2023.
 - 17 ARA:n energia-avustusten hakemisella kiire. 2023. Verkkoaineisto. Isännöinti-liitto. <<https://www.isannointiliitto.fi/ajankohtaista/aran-energia-avustusten-hakemisella-kiire/>>. Julkaistu 30.8.2023. Luettu 7.9.2023.
 - 18 Electric Vehicles: Tax Benefits & Purchase Incentives. 2022. Verkkoaineisto. Euroopan autovalmistajien liitto ACEA. <<https://www.acea.auto/files/Electric-Vehicles-Tax-Benefits-Purchase-Incentives-2022.pdf>>. Luettu 31.7.2023.
 - 19 Mäkilä, Ville. 2023. Ministeri sähköautoista: Tästä varoitettiin, onneksi on hallitusohjelma. Verkkoaineisto. Verkkouutiset. <<https://www.verkkouutiset.fi/a/ministeri-sahkoautoista-tasta-varoitettiin-onneksi-nyt-on-hallitusohjelma/#9e0be13e>>. Päivitetty 10.8.2023. Luettu 10.8.2023.

- 20 Orrberg, Matti. 2022. Sähköajoneuvot ja latausjärjestelmät. ST-Käsikirja 41. 6.painos. E-kirja. Sähköinfo Oy.
- 21 Vesa, Juha.2019. Sähköautojen latausjärjestelmiä koskeva standardointi. Verkkoaineisto. Sesko. <https://sesko.fi/wp-content/uploads/2021/12/Sahkoautojen_latausjarjestelmat_perusesitys_2018dec.pdf>. Julkaistu 8.1.2019. Luettu 29.8.2023.
- 22 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2021. ST 51.90. Sähköinfo Oy.
- 23 Charging modes. Verkkoaineisto. Deltrix charging solutions. <<https://deltrixchargers.com/about-emobility/charging-modes/>>. Luettu 10.9.2023.
- 24 Lataa sähköautosi turvallisesti. 2019.Verkkoaineisto. Tukes, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. <<https://tukes.fi/-/lataa-sahkoautosi-turvallisesti#31c53c95>>.Päivitetty 27.5.2019. Luettu 1.8.2023.
- 25 IEC 62196 plugs for electric vehicles. Verkkoaineisto. Digital Museum of Plugs and Sockets. <https://www.plugsocket-museum.nl/IEC62196_1.html>.Luettu 30.8.2023.
- 26 Sawant, Aditya. 2021. Here is Why Tesla is Opening Supercharger Network for Other Cars. Verkkoaineisto. Vehicle Suggest. <<https://www.vehiclesuggest.com/tesla-opening-supercharger-network-for-other-cars/>>. Päivitetty 7.8.2021. Luettu 30.8.2023.
- 27 What is the Open Charge Point Interface (OCPI)?. 2023.Verkkoaineisto. Charge Lab. <<https://chargelab.co/blog/open-charge-point-interface>>. Julkaistu 15.2.2023. Luettu 28.8.2023.
- 28 Johnson, Peter. 2022. The Nissan LEAF is getting its first-ever V2G charger for selling energy back to the grid. Verkkoaineisto. Electrek. <<https://electrek.co/2022/09/07/the-nissan-leaf-getting-first-ever-v2g-charger/>>. Julkaistu 7.9.2022. Luettu 2.8.2023.
- 29 Piyush, Rajan. 2018. Exploring Vehicle to Grid (V2G) Technology.Verkkoaineisto. LinkedIn. <<https://www.linkedin.com/pulse/exploring-vehicle-grid-v2g-technology-piyush-rajan>>. Julkaistu 28.5.2018. Luettu 3.8.2023.
- 30 Ikonen, Taneli. 2023. Kaksisuuntainen lataus – Mistä in kyse?. Verkkoaineisto. Nordic Plug. <<https://nordicplug.fi/blogs/sahkoautot-ja-lataaminen-blogi/kaksisuuntainen-lataus-v2g>>. Päivitetty 20.6.2023. Luettu 2.8.2023.
- 31 Svarc, Jason. 2023. Bidirectional Chargers Explained V2G Vs V2H Vs V2L. Verkkoaineisto. Clear Energy Reviews.

- <<https://www.cleanenergyreviews.info/blog/bidirectional-ev-charging-v2g-v2h-v2l>>. Julkaistu 20.6.2023. Luettu 3.8.2023.
- 32 Everything You Need to Know About Wireless EV Charging. Verkkoaineisto. EV Charging Summit. <<https://evchargingsummit.com/blog/everything-you-need-to-know-about-wireless-ev-charging/>>. Luettu 2.8.2023.
 - 33 Lindermaier, Tim. 2023. Dynamic load management for electric vehicles. Verkkoaineisto. Coneva. <<https://coneva.com/en/blog/dynamic-load-management/>>. Julkaistu 13.7.2023. Luettu 5.9.2023.
 - 34 Suunnittelijan Opas. 2021. Verkkoaineisto. Ensto. <<https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>>. Julkaistu 4.6.2021. Luettu 14.8.2023.
 - 35 Dynaaminen kuormanhallinta – kaikki kuormanhallinnasta. 2021. Verkkoaineisto. Plugit Finland Oy. <<https://plugit.fi/artikkelit/dynaaminen-kuormanhallinta/>>. Julkaistu 21.1.2021. Luettu 30.8.2023.
 - 36 Background Open Charge Alliance. Verkkoaineisto. Open Charge Alliance. <<https://www.openchargealliance.org/about-us/background/>>. Luettu 9.3.2023.
 - 37 The Complete OCPP Guide. Verkkoaineisto. Ampeco. <<https://www.ampeco.com/guides/complete-ocpp-guide/>>. Luettu 16.9.2023.
 - 38 Protocols Open Charge Alliance. Verkkoaineisto. Open Charge Alliance. <<https://www.openchargealliance.org/protocols/archive/>>. Luettu 10.3.2023.
 - 39 EV Smart Charging with Advance Reservation Extension to the OCPP Standard. 2020. Verkkoaineisto. MDPI. <<https://www.mdpi.com/1996-1073/13/12/3263>>. Julkaistu 24.6.2020. Luettu 16.9.2023.
 - 40 Downloads Open Charge Alliance. Verkkoaineisto. Open Charge Alliance. <<https://www.openchargealliance.org/downloads/>>. Luettu 13.3.2023.
 - 41 A Guide to Home Energy Management Systems (HEMS). Verkkoaineisto. KNX Energy Management. <<https://sustainabilityknx.org/articles/a-guide-to-home-energy-management-systems-hems/>>. Luettu 22.8.2023.
 - 42 OCA Overview OCPP versions. 2018. Verkkoaineisto. Open Charge Alliance. <<https://www.openchargealliance.org/uploads/files/OCA-Overview-OCPP-versions.pdf>>. Julkaistu 28.8.2018. Luettu 22.8.2023.

- 43 OCPP 2.0.1. Verkkoaineisto. Open Charge Alliance. <<https://www.open-chargealliance.org/protocols/ocpp-201/>>. Luettu 29.8.2023.
- 44 Majcher, Piotr. 2022. About Open Smart Charging Protocol (OSCP). Verkkoaineisto. Solid Studio. <<https://solidstudio.io/blog/about-open-smart-charging-protocol-ocsp>>. Julkaistu 18.11.2022. Luettu 28.8.2023.
- 45 Kysymyksiä sähköautoista. 2020. Verkkoaineisto. Suomen Autoteknillinen Liitto. <https://satl.fi/wp-content/uploads/2022/02/SATL-Sahkoauto-opas_2020.pdf>. Päivitetty 14.4.2020. Luettu 28.8.2023.
- 46 Parviainen, Visa. 2022. What is OCPI?. Verkkoaineisto. eMabler. <<https://www.emabler.com/blog/what-is-ocpi>>. Julkaistu 1.2.2022. Luettu 30.7.2023.
- 47 Keba P30. Verkkoaineisto. Scanoffice. <<https://scanoffice.fi/tuote/keba-p30-nopea-ja-kestava-sahkoauton-latausasema/>>. Luettu 11.8.2023.
- 48 Azoulay, Daniel. 2023. Sales Manager, Plugit Finland Oy, Tampere. Vierailu Plugit Finland Oy pääkonttorilla 1.4.2023.
- 49 DEFA Power. 2022. Verkkoaineisto. DEFA. <<https://www.defa.com/fi/tuote/defa-power/>>. Luettu 30.7.2023.
- 50 Entity Pro 22 SIGI O. Verkkoaineisto. Garo. <<https://garo.fi/tuote/entity-pro-22-sigi-o/>>. Luettu 11.9.2023.
- 51 Puranen, Joni. 2023. Tekninen tuki, Garo Finland Oy, Espoo. Sähköpostikeskustelu 12.9.2023.
- 52 Järviaho, Oskari. 2023. Key Account Manager, Sparkli Oy, Espoo. Sähköpostikeskustelu 22.8.2023.
- 53 Zaptec Pro latausjärjestelmä. Verkkoaineisto. Sparkli. <<https://www.sparkli.fi/fi/tuotteet/zaptec-pro-latausjarjestelma>>. Luettu 23.8.2023.
- 54 Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. 2017. 478/2017.
- 55 Miten hinnoittelen palvelun taloyhtiön asukkaille? 2021. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://igl.fi/miten-hinnoittelen-palvelun-taloyhtion-asukkaille/>>. Julkaistu 27.05.2021. Luettu 8.9.2023.
- 56 Heat'n Charge. Verkkoaineisto. Fibox. <<https://www.fibox.com/fi/autonlataus-ja-lammitys/tuotteet/heatncharge>>. Luettu 13.9.2023.

- 57 Latausasemat ja lämmitystolpat. Verkkoaineisto. eParking. <<https://etolppa.fi/chargingstations.html>>. Luettu 13.9.2023.
- 58 Heikkinen, Antti. 2023. Operatiivinen johtaja, IGL-Technologies Oy, Tampere. Etäpalaveri 8.9.2023
- 59 eParking. Verkkoaineisto. eParking. <<https://eparking.fi/#/>>. Luettu 8.9.2023.
- 60 Palvelumallimme taloyhtiöille. Verkkoaineisto. Parking Energy. <<https://parkingenergy.com/palvelumalli-taloyhtiöille/>>. Luettu 5.9.2023.
- 61 Usein kysytyt kysymykset. Verkkoaineisto. Parking Energy. <<https://parkingenergy.com/faq/>>. Luettu 5.9.2023.
- 62 DEFA Cloudcharge. Verkkoaineisto. DEFA. <<https://de.cdn-website.com/5026a7bbc15c4226845c737a4dae5ac9/files/uploaded/DEFA-CloudCharge-laskutus.pdf>>. Luettu 14.9.2023.