



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

HENRI WAHLBERG

SÄHKÖAUTON ÄLYKKÄÄN LATAUSJÄRJESTELMÄN KONFIGUROINTI OSANA TOIMITUSPROSESSIA

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
KOULUTUSOHJELMA
2021

Tekijä(t) Wahlberg Henri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 05/2021
	Sivumäärä 25	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Sähköauton älykkään latausjärjestelmän konfigurointi osana toimitusprosessia		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli sähköauton älykkään latausjärjestelmän konfigurointi osana toimitusprosessia. Työn tavoitteena oli luoda erilaisten laskelmien avulla käsitys konfigurointiin kuluva ajasta sekä kustannuksista nykyisillä toimintatavoilla. Työ tehtiin Plugit Finland Oy:lle.</p> <p>Työssä tutustuttiin erilaisiin sähköauton lataustapoihin, latausjärjestelmiin, niiden tekniisiin vaatimuksiin, dynaamiseen kuormanhallintaan sekä latauslaitteiden konfigurointiin. Työn aikana vierailin toimeksiantajayrityksessä sekä asennuskohteessa. Laskelmia tehtiin työhön kuluva ajasta sekä palkkakustannuksista.</p> <p>Työn lopussa pohdittiin ongelmakohtia konfiguroinnin toteuttamisessa ja niihin mahdollisia ratkaisuja sekä koottiin yhteen opitut asiat. Lopputuloksena saatiin hyvä tietopaketti sähköauton latausjärjestelmästä kokonaisuutena. Työ on hyödyllinen ajatellen konfiguroinnin optimointia tulevaisuudessa.</p>		
<u>Asiasanat</u> Sähköautot, sähköautojen latauspisteet, konfigurointi, laskelmat		

Author(s) Wahlberg Henri	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 05/2021
	Number of pages 25	Language of publication: Finnish
Title of publication Configuration of a smart charging station of an electric car as part of the delivery process		
Degree program Electrical and automation engineering		
Abstract <p>The topic of this thesis was a configuration of a smart charging station of an electric car as part of the delivery process. The aim of this thesis was to create a perception of time spent and expenses of configuration via various calculations with present procedures. The thesis is made for Plugit Finland Oy.</p> <p>The content of this thesis introduced different charging methods and charging systems of electric cars. Besides that, the technical requirements, dynamic load management and configuration process of charging stations are presented. During the process, the author of this thesis visited the company and installation site. The calculations were made of time spent and the costs of work.</p> <p>The final product of this thesis identified issues in the implementation of the configuration and considered variety of possible solutions. The result of this thesis was a good information package of electric car charging systems. The results presented in this thesis will be useful for optimizing the configuration in the future.</p>		
<u>Key words</u> Electric cars, electric car charging points, configuration, calculations		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 PLUGIT FINLAND OY	6
3 ERILAISET LATAUSRATKAISUT	6
3.1 Tekniset vaatimukset.....	8
3.2 Dynaaminen kuormanhallinta	9
3.3 Sähköautojen rajoittavat tekijät.....	10
3.4 Taustajärjestelmät ja OCPP-protokolla.....	11
4 JÄRJESTELMÄN KONFIGUROINTI	13
4.1 Latauslaitteet	14
4.1.1 Schneider EVlink Smart Wallbox	15
4.1.2 Keba KeContact P30.....	17
4.2 Case LähiTapiola	18
5 KONFIGUROINNIN OPTIMOINTI.....	19
5.1 Työhön kuluva ajan vertailu.....	19
5.2 Palkkakustannusten vertailu.....	20
5.3 Asennuskohteen etäisyyden vaikutus kustannuksiin	21
6 POHDINTA	24
7 TYÖN YHTEENVETO	25
LÄHTEET	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheen toimeksiantaja on Plugit Finland Oy. Tarkoituksena on tutkia sähköauton älykkään latausjärjestelmän konfigurointia osana toimitusprosessia ja kuinka siitä saadaan mahdollisimman kustannustehokas, kun otetaan huomioon lähtöpaikka, toimituspaikka, toimitettava volyyymi. Tarkastelua ei ole aiemmin tehty ja sen avulla halutaan vähentää toistuvaa manuaalista työtä sekä helpottaa ja nopeuttaa konfiguroinnin suorittamista. Valmista ratkaisua toimintatapojen muuttamiseksi ei tässä työssä tehdä, vaan erilaisten laskelmien avulla luodaan kuva konfigurointiin käytetystä ajasta sekä eri tapojen kustannuksista. Työssä tutustutaan yleisesti erilaisiin lataustapoihin, latausjärjestelmiin sekä kahteen toimeksiantaja yrityksen myydyimpään latauslaitteeseen. Lisäksi pohditaan sähköautojen rajoittavia tekijöitä ja luodaan käsitys taustajärjestelmistä latauslaitteiden takana.

Työn aikana vierailen toimeksiantaja yrityksessä tutustumassa konfiguroinnin tekemiseen käytännössä ja nykyisiin toimintatapoihin. Konfigurointiin tutustuminen käytännössä tapahtuu asennuskohteessa, johon tulee 50 latauspisteen kokonaisuus. Näiden vierailujen avulla luodaan käsitys nykyisistä toimintatavoista ja konfiguroinnin tekemisestä ja siihen käytetystä ajasta. Opinnäytetyössä tarvittavaa tietoa saadaan toimeksiantajalta, internetistä, aiheeseen liittyvistä standardeista, tuotemanuaaleista sekä kirjallisuudesta.

Opinnäytetyössä tutustutaan ensin toimeksiantaja yritykseen. Kerrotaan yleisesti erilaisista sähköautojen lataustavoista sekä latausjärjestelmistä, teknisistä vaatimuksista sekä kuormanhallinnasta. Porehdytään järjestelmän konfigurointiin ja sen suorittamiseen vaadittaviin asioihin. Tehdään laskelmat taloudellisista kustannuksista ja vertailaan eri tapojen kannattavuutta eri toimitusvolyyymien välillä. Lopuksi käydään läpi saatuja tuloksia ja tehdään työn yhteenveto.

2 PLUGIT FINLAND OY

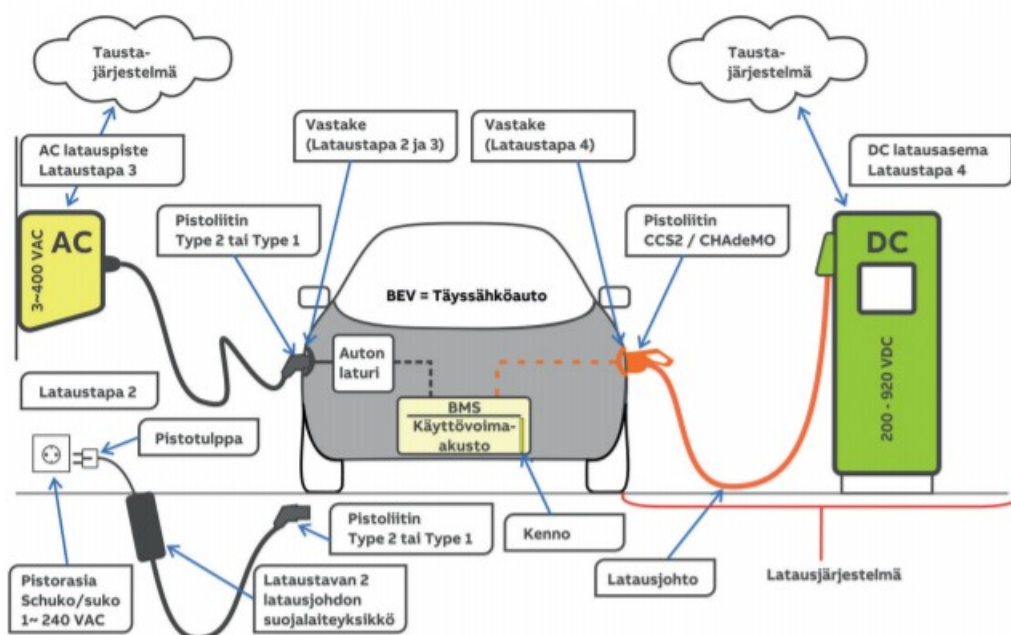
Vuonna 2012 perustettu Plugit Finland Oy on yritys, joka tarjoaa sähköautojen latausratkaisuja niin kuluttaja- kuin yritysasiakkaille. Yritys tarjoaa latausratkaisut aina suunnittelusta toteutukseen ja ylläpitoon. Yrityksen päätoimipiste sijaitsee Pirkkälässä. Kaksi muuta toimipistettä ovat Porissa ja Espoossa. Yritys on asentanut eri kohteisiin jo yli 7000 latausasemaa. Yrityksen oman sovelluksen PlugitCloud:in avulla voidaan mahdollistaa älykäs lataus ja tukitoiminnot. (Plugit Finland Oy:n www-sivut 2021.) Vuonna 2020 henkilöstöä yrityksellä oli 34 ja liikevaihtoa 9 miljoonaa euroa. (Finder.fi, 2021.)



Kuva 1. Plugit Finland Oy logo (Plugit Finland Oy:n www-sivut 2021.)

3 ERILAISET LATAUSRATKAISUT

Käyttötarkoituksesta ja lataustavasta riippuen latausjärjestelmien rakenne ja ominaisuudet vaihtelevat. Lataustavat voidaan jakaa neljään eri kategoriaan. Kuvassa 2 havainnollistettuna järjestelmän rakennetta sekä käsitteitä.



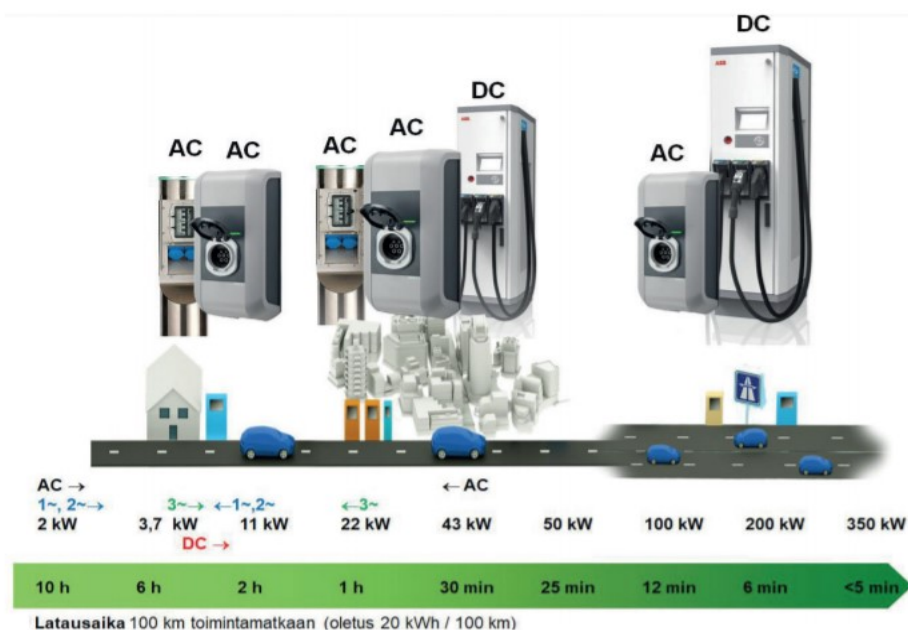
Kuva 2. Latausjärjestelmän termejä ja käsitteitä. (ST-käsikirja 41, 2019.)

Lataustapa 1 (Mode1) on tarkoitettu kevyiden sähköajoneuvojen, kuten sähköpolkupyörien ja sähköskootterien lataamiseen. Tämän tyypin latauksessa latauskaapeli liitetään tavalliseen standardoituun kotipistorasiaan. Pitkäaikaiseen lataukseen tämä lataustapa ei sovellu, sillä se voi aiheuttaa latauskaapelin sekä liittimen kuumentumisen. Ladattaessa syöttöpuolen virta saa maksimissaan olla 16 ampeeria. (ST-käsikirja 41, 2019.)

Lataustapa 2 (Mode2), eli hidaslataus, jota voidaan käyttää, jos ei varsinaista sähköauton lataustapaa 3 ole saatavilla. Sähköajoneuvo liitetään normaaliin maadoitettuun kotitalouspistorasiaan tai kolmivaiheiseen voimavirtapistorasiaan latauskaapelilla, jossa on latausvirranrajoitin. Tämän lataustavan käyttämisen edellytys on pitkäaikaisessa käytössä virranrajoitus 8 ampeeriin. Kotipistorasiasta ladattaessa 8 A virralla 230 V jännitteellä, latausteho on 1,8 kW. (ST-käsikirja 41, 2019.)

Lataustapa 3 (Mode3), on pääasiallinen sähköauton lataustapa. Kiinteä latauspiste esimerkiksi kotona tai työpaikalla, josta sähköautoa ladataan. Latausvirta laitteissa on 6A-63A välillä. Lataustehona se tarkoittaa 1,4kW-43kW. Sähköauton lataaminen kestää yhdestä kuuteen tuntiin, riippuen sähköautosta sekä laturin tehosta. Lataustavassa latauslaite ja sähköauto kommunikoivat keskenään, joten lataustehoa voidaan säädellä. (ST-käsikirja 41, 2019.)

Lataustapa 4 (Mode4), jolla tarkoitetaan pika- tai teholatausta. Lataustavassa käytetään auton ulkopuolista tasavirtalaturia eli auton oma sisäinen laturi ohitetaan. Pikalatureita ohjataan tiedonsiirtoväylän avulla. Huipputehot ovat 50kW-150kW väliltä, mutta ne voivat olla 350kW tai tulevaisuudessa jopa enemmän. Pikalatauksella ajoneuvon akut saadaan ladattua lähes täyteen jopa puolessa tunnissa. Kaikki sähköautot eivät tekniikkansa puolesta sovellu pikaladattavaksi. (ST-käsikirja 41, 2019.)

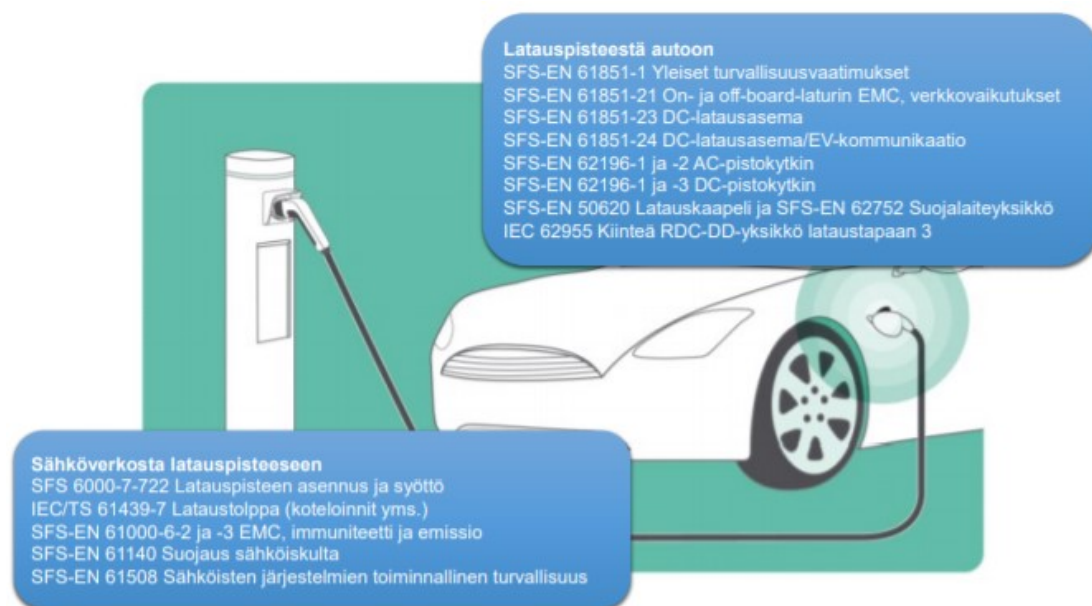


Kuva 3. Erilaisten lataustehojen latausaikoja. (ST-käsikirja 41, 2019.)

3.1 Tekniset vaatimukset

Latausjärjestelmillä on tiettyjä teknisiä vaatimuksia, joita niiden tulee täyttää, jotta sähköautojen lataaminen olisi turvallista. Kaikissa pienjännitesähköasennuksissa tulee noudattaa SFS 6000-standardisarjaa ja tässä tapauksessa erityisesti osaa SFS 6000-7-722, joka koskee sähköautojen latausjärjestelmiä. Oletuksena latausjärjestelmän kaikki sähköistykset kytkentäpisteelle asti luetaan osana rakennuksen kiinteää sähköasennusta. Jossain tapauksissa latausjärjestelmissä on erikseen latauskeskus eli jakokeskus. Tällaisessa tilanteessa se luetaan myös osana kiinteää sähköasennusta, joten yleisiä SFS 6000:n vaatimuksia on noudatettava latausasemia edeltävän jakelun osalta. Muutoin tulee lähtökohtaisesti noudattaa laitestandardeja, jos asiasta ei ole erillistä

kirjausta SFS 6000:ssa. Laitestandardeja noudattamalla varmistetaan turvallisuusvaatimusten täyttyminen sekä yhteensopivuus. (ST-käsikirja 41, 2019.)



Kuva 4. Sähköautojen latausjärjestelmiin liittyviä standardeja. (ST-käsikirja 41, 2019)

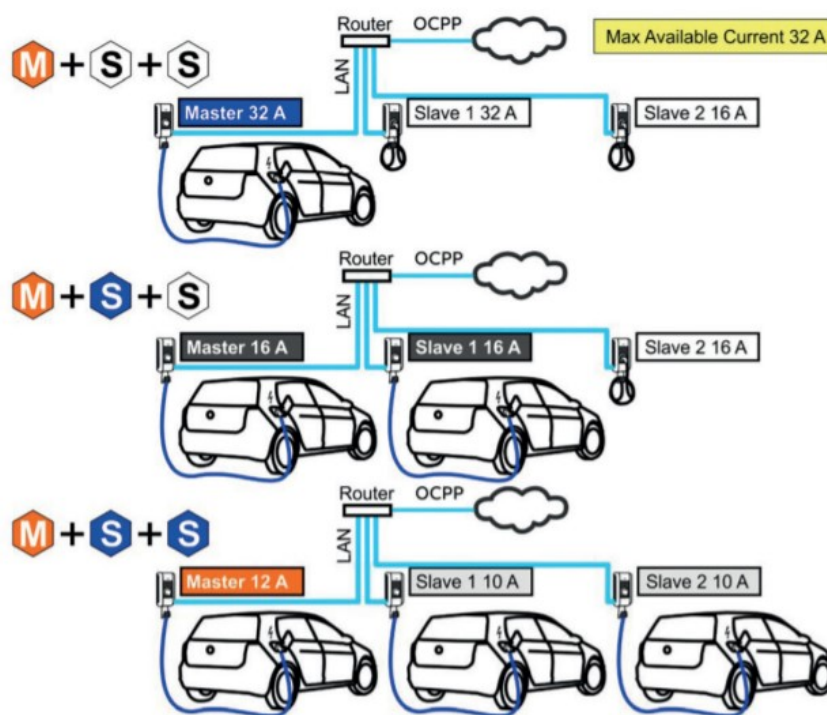
Latauspisteet on suunniteltava omaksi virtapiirikseen, eli jokainen latauslaite on oman ylivirtasuojan ja vikavirtasuojan takana. Vikavirtasuojana on oltava vähintään 30mA:n A-tyyppin vikavirtasuojaja. Jos latausasemissa käytössä on SFS-EN 62196:n mukaisia pistorasioita tai pistokkeita, jokainen latauspiste tulee suojata joko B-tyyppin vikavirtasuojalla tai A-tyyppin vikavirtasuojalla, joka yhdistettynä 6mA:n tasasähkövikavirran poiskytkevään laitteeseen. Kaikissa latausasemissa ei välttämättä ole vikavirtasuojaa valmiina, joten suunnitteluvaiheessa latauskeskukseen tulee ottaa huomioon vähintään tilavaraukset vikavirtasuojille. (ST käsikirja 41, 2019.)

3.2 Dynaaminen kuormanhallinta

Dynaamisella kuormanhallinnalla tasataan sallittua maksimikuormaa latauslaitteilla olevien sähköautojen kesken, ottaen huomioon myös kiinteistön muu energiankulutus. Latausjärjestelmä tarkkailee ja hallitsee aktiivisesti lataukseen käytettävää ja kohteessa käytettävissä olevaa tehoa. Näin ollen voidaan tarjota useampi tehokas latauspiste kiinteistön sähkönsyötön ja muun kuorman asettamissa rajoissa. Dynaamisen

kuormanhallinnan avulla ei vaadita suuria lisäinvestointeja kiinteistön olemassa olevaan sähköjärjestelmään. (ST-käsikirja 41, 2019.)

Kuormanhallinta voidaan karkeasti jakaa kahteen eri toteutustapaan. Yksitasoisessa järjestelmässä latauslaitteisiin konfiguroidaan tietty teho, jota laitteet käyttävät ja jakavat keskenään. Latausteho ja latausaika riippuvat tällöin siitä, kuinka paljon annetusta kapasiteetista on milloinkin käytettävissä. Monitasoisessa järjestelmässä mittauspiste on kiinteistön pääsähköliittymällä. Näin ollen järjestelmällä ei ole yhtä tiettyä asetettua tehoa. Järjestelmä pystyy käyttämään kiinteistön sähkökapasiteettia niin paljon, kun sitä on vapaana. Ajankohtina, jolloin kiinteistön muu sähkönkulutus on vähäisempää, lataamiseen käytettävissä oleva kapasiteetti on suurempi. (Plugit Finland Oy:n www-sivut 2021.)



Kuva 5. Dynaamisen kuormanhallinnan toimintaperiaate. (ST-käsikirja 41, 2019.)

3.3 Sähköautojen rajoittavat tekijät

Akun tyyppi, kapasiteetti eli akun kyky varastoida sähköistä latausta ja virran vastaanottokyky vaihtelevat eri sähköauto valmistajien ja mallien välillä. Sähköautojen akkua ei yleensä päästetä tyhjenemään täysin, mikä parantaa toimintakyvyn säilymistä.

Valmistajan ilmoittama täysi kapasiteetti eli nimelliskapasiteetti ei siis ole täysin käytettävissä vaan hyödynnettävissä oleva hyötykapasiteetti, joka on muutama kilowattituntia ilmoitettua pienempi.

Sähköauton akun latausnopeus riippuu monesta tekijästä. Mitä isompi akku sähköautossa on, sitä kauemmin sen lataus kestää. Myös miten alhainen akun varaus on latauksen alkaessa sekä akun lämpötila vaikuttavat latausaikaan. Latauskaapeleita on erilaisia. Jos autoa halutaan ladata suurella teholla, on syytä varmistaa, että latauskaapeli ei rajoita lataustehoa latauslaitteen ja auton välissä. Sähköautoissa on sisäinen laturi, jonka teho vaihtelee valmistajien ja eri mallien välillä. Sähköauton oma sisäinen laturi rajoittaa lataustehon, vaikka laturin teho olisi suurempi, kuin auton sisäisen laturin teho. Pikalataus ohittaa auton oman sisäisen laturin, jolloin se ei rajoita lataustehoa. Kaikissa sähköautoissa ei kuitenkaan ole pikalataukseen soveltuvaa liitintä.

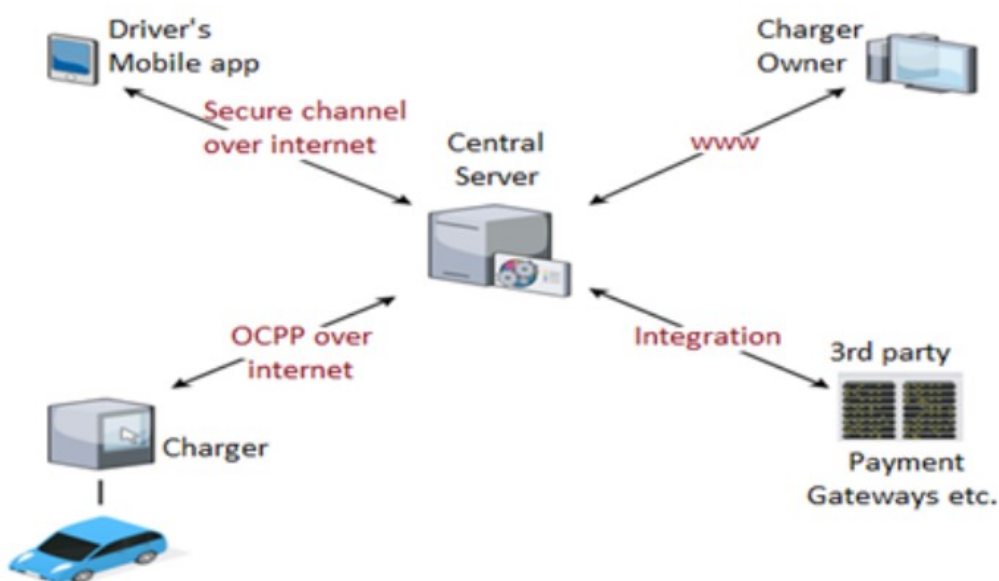
3.4 Taustajärjestelmät ja OCPP-protokolla

Taustajärjestelmien toiminta perustuu OCPP (Open Charge Point Protocol) -protokollan avoimeen toimintaperiaatteeseen. OCPP-protokollan tarkoitus on luoda yhtenäinen ja avoin kommunikointi latauspisteen ja taustajärjestelmän välille ja mahdollistaa eri operaattoreiden taustajärjestelmien kommunikointi keskenään. OCPP on latauspisteiden ja latausjärjestelmien äly, jonka avulla mahdollistetaan kuormitusten valvonta ja hallinta. Sen avulla myös voidaan yksilöidä lataustapahtumat ja laskuttaa ne käyttäjältä. Tässä tapauksessa latausjärjestelmän tulee sisältää tausta-, ohjaus-, energianmitaus-, sekä käyttäjätunnistusjärjestelmät. Yleisimmin käytössä olevia tunnistustapoja ovat RFID, eli esimerkiksi tunnistekortti, PIN-koodi tai mobiilisovellus. (ST-käsikirja 41, 2019)

Ohjausjärjestelmä voi olla paikallinen tai pilvipohjainen. Osana taustajärjestelmiin kuuluu mahdollisuus etähallintaan ja käyttäjähallintaan. Etähallinta on olennainen osa julkisia latauspisteitä, jotta latauksia voidaan hallita manuaalisesti ja tarvittaessa käynnistää latauspiste uudelleen. Jos latauspisteen käyttäjäkuntaa on tarkoitus rajoittaa, tällöin käyttäjähallinta on tarvittava ominaisuus. Taustajärjestelmien tarve vaihtelee kohteesta riippuen. Kotilatauspisteet eivät välttämättä tarvitse minkäänlaista

taustajärjestelmää, taloyhtiöissä voivat riittää tunnistautuminen sekä laskutusjärjestelmä. Kun taas julkisissa latauspisteissä voidaan tarvita kaikki ominaisuudet. (ST-käsikirja 41, 2019)

OCPP-protokollasta on olemassa eri versioita, joissa on eri operaatioita. Vanhin versio OCPP 1.5 sisältää 25 operaatiota. 10 niistä kuuluu latausasemalle ja 15 keskusjärjestelmälle. Nämä operaatiot tarkoittavat tietoliikennettä latausaseman ja keskusjärjestelmän välillä. Uudemmassa versiossa OCPP 1.6 on 29 operaatiota, joista 10 kuuluu latausasemalle ja 19 keskusjärjestelmälle. Tämän version älykäs lataus tukee kuorman tasapainottamista ja erilaisten latausprofiilien käyttöä. OCPP 1.6 versio ei ole yhteensopiva version 1.5 kanssa. On myös kehitetty vielä uudempi versio OCPP 2.0, mutta sitä ei ole otettu vielä käyttöön, sillä Suomessa latausoperaattorit käyttävät pääasiassa OCPP 1.6 versiota. Myöskään monet sähköautot eivät vielä tue 2.0 versiota. Latauslaitteen konfiguroinnin yhteydessä tulee ottaa huomioon, mitä versiota konfiguroitava laite tukee. (Open Charge Alliancen www-sivut 2021)



Kuva 6. OCPP latausjärjestelmän osana. (RF Wireless-World www-sivut 2021.)

4 JÄRJESTELMÄN KONFIGUROINTI

Konfigurointi eli asetusten määrittäminen on työvaihe, jossa latauslaitteeseen asetetaan erilaisia asetuksia riippuen kohteesta, asiakkaan tarpeista ja siitä, mihin se asennetaan. Konfiguroinnin tekemiseen tarvitaan tietoja asennuskohteesta sekä sen käyttö-tarkoituksesta. Se on monivaiheinen ja aikaa vievä prosessi.

Latauslaitteet saapuvat rahdin mukana varastolle. Rahtikirja tarkistetaan ja todetaan vastaako rahtikirja tilausta. Tarkistuksen jälkeen latauslaitteet siirretään konfigurointi pisteelle. Pakkaukset avataan ja nostetaan konfiguroitavat laitteet pöydälle, johon niitä tällä hetkellä mahtuu noin viisi kappaletta kerrallaan. Latauslaitteen kansi sekä kosketussuoja täytyy irrottaa, jotta se voidaan kytkeä sähköihin, jotta päästään aloittamaan itse konfigurointi.

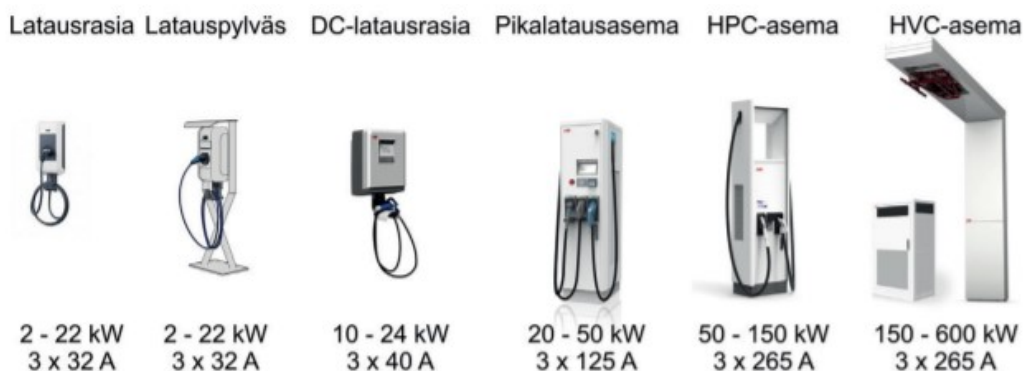
Konfiguroinnilla määritellään eri asetukset ja halutut ominaisuudet laitteelle. Laitteeseen kirjaudutaan sisään oletus käyttäjänimellä ja salasanalla. Valitaan, tuleeko laite taustajärjestelmään ja onko laitteessa tunnistautuminen vai onko se vapaakäyttöinen. Laitteeseen asetetaan aikavyöhyke, jossa sen asennuskohde sijaitsee. Asetetaan IP-osoite ja kopioidaan MAC-osoite talteen, jonka avulla osassa konfiguroitavista laitteista saadaan määrättyä laitteelle haluttu IP-osoite. Laitteen sarjanumero asetetaan ilman välilyöntejä kohtaan, jolla se löydetään taustajärjestelmästä. Määritetään aikamääre, kuinka usein laite lähettää energiatietoja. Valitaan maksimi virta, jota laitteen on mahdollista ottaa lataukseen. Määritellään, onko laitteeseen asennettu energiamittari. Valitaan vaiheistuksen järjestys, jotta kuormitus ei kasva liian suureksi yhdelle vaiheelle asennuskohteessa. Asetetaan laitteelle uusi salasana. Päivitetään laiteohjelmisto, jos tarve ilmenee.

Kun kaikki asetukset on asetettu, laitteeseen kytketään testauslaite, jonka avulla taustajärjestelmästä nähdään sen pistokenumero. Tämä numero tulostetaan tarrana ja liimataan laitteeseen. Pistokenumeron avulla asiakas osaa tunnistautua oikealle laitteelle latauspisteellä. Kun laite on testattu, kaapelit irrotetaan, kosketussuoja ja kansi ruuvataan takaisin paikalleen. Kanteen liimataan vielä käyttöohjetarra sekä yrityksen logo ennen kuin se pakataan takaisin pakkaukseensa. Tämä on nykyinen toimintatapa, josta

joitain vaiheita muuttamalla tai automatisoimalla voitaisiin säästää aikaa ja kustannuksia. (Yritysvierailut 7.1.2021 & 25.1.2021)

4.1 Latauslaitteet

Latauslaitetta valittaessa tulee ottaa huomioon sen käyttötarkoitus ja asennuskohde. Kotioloihin tarkoitetut laitteet ovat usein asennettu seinään tai muuhun vastaavaan rakenteeseen. Yleensä kotiin valitaan kiinteällä latauskaapelilla varustettu latauslaite. Kotilatauslaitteiden latausteho on yleensä 3,6 kW – 11 kW väliltä. Tällaisen laitteen asentaminen omakotitaloon tai taloyhtiöön on mahdollista lähes aina, kunhan valitaan kiinteistön sähkökapasiteettiin sopivan tehoinen laite. (Plugit Finland Oy www-sivut 2021).



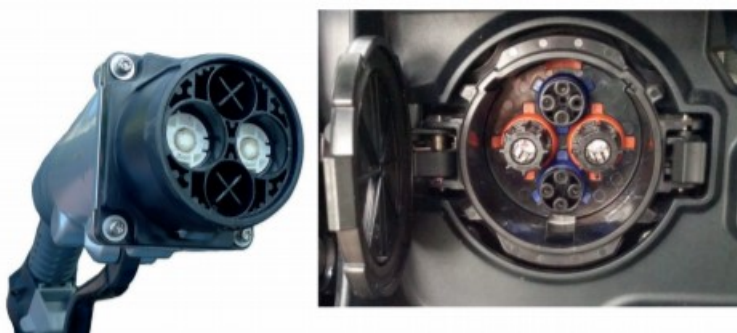
Kuva 7. Esimerkkejä erilaisista latauslaitteista. (ST-käsikirja 41, 2019.)

Asiointilatauslaite eli laite, jonka tarkoitus on palvella useita käyttäjiä ja eri merkisiä sähköautoja. Asiointilatauspisteen laitteen tulee olla varustettu lataustavan 3 (Mode3) latauspistokkeella. Asiointilatauksessa käytetään älykkäitä latauslaitteita, sillä ne sijaitsevat yleisellä paikalla ja energiankulutuksen sekä käytönrajoittaminen ovat oleellisia ominaisuuksia. Näissä laitteissa virrat vaihtelevat aina 6A yksivaihelatauksesta 63A kolmivaihelataukseen. Yleisimmin käytettyjä ovat kolmivaiheinen 16A eli 11kW ja kolmivaiheinen 32A eli 22kW. Älykkäällä latauslaitteella voidaan hallita latausvirtoja riippuen kohteen muusta kulutuksesta. Tyypillisesti asiointilatauslaitteiden kanssa asennetaan erityisesti sähköautojen lataamiseen suunniteltu latauskeskus. Näin ollen järjestelmästä tulee itsenäinen kokonaisuus, jota voidaan tarvittaessa laajentaa vaivattomasti. (latauslaitteet.fi www-sivu, 2021.)

Pikalataaminen on nopein lataustapa ja sen tarkoitus on mahdollistaa liikenne kaupunkien välillä. Investointina paljon arvokkaampi kuin esimerkiksi koti- tai asiointilatauslaite. Ei ainoastaan laiteinvestoinnin takia vaan myös sähköteknisistä syistä, johtuen laitteiden suuresta tehontarpeesta. Tämänhetkisten pikalatauslaitteiden latausteho on 50kW, mutta tulevaisuudessa se on nousemassa 125kW. Tämä tarkoittaa jopa 300A syöttövirtaa. Laitteet ovat varustettu kiinteällä latauskaapelilla. Kaapelityyppejä on kahta erilaista. Eurooppalaisen standardin CSS-kaapeli mahdollistaa 120kW lataustehon. Japanilainen CHAdeMO-kaapeli mahdollistaa 63kW lataustehon. Julkisista pikalatauspisteistä löytyy tyypillisesti molemmat kaapelit. (latauslaitteet.fi www-sivu, 2021.)



Kuva 8. CSS-pistokytin ja pistoke. (ST-käsikirja 41, 2019.)



Kuva 9. CHAdeMO-pistokytin ja pistoke. (ST-käsikirja 41, 2019.)

4.1.1 Schneider EVlink Smart Wallbox

Schneider on ranskalainen yhtiö, joka valmistaa sähkötekniikan laitteita ja komponentteja. Schneiderin valikoimasta löytyy seinään asennettava latausasema EVlink Smart

Wallbox, joka sopii niin kotikäyttöön kuin julkisiin latauskohteisiin. Sitä on saatavilla 1-vaiheisena ja 3-vaiheisena. Valikoimasta löytyy eri tehoisia vaihtoehtoja. Saatavilla on pienempi tehoisia 3,7 kW ja 7,4 kW ja suurempitehoisina 11kW ja 22 kW mallit. Näissä malleissa on sisäänrakennettu vikavirtasuoja. Latausaseman kestävän sekä vesi-
sitiiviin rakenteen ansiosta se sopii haastaviinkin sääolosuhteisiin. Latauslaitteessa olevien toimintojen avulla latauksen aloitus onnistuu ilman erityistoimia. Lataus voidaan pysäyttää sekä käynnistää uudelleen painamalla virtapainiketta. Virtapainikkeesta löytyy taustavalo, jonka avulla havaitaan latauksen tila. Avainlukituksella pystytään estämään luvaton käyttö. Käyttöjännitteenä toimii 220-240V 1-vaiheisena 3,7 ja 7,4 kW latausasemissa. Tehokkaammat 11 kW ja 22 kW latausasemat toimivat 380-415V jännitteellä 3-vaiheisena. (Schneiderin www-sivut, 2021)

Latauslaite tukee älykästä latausta. Laite tukee OCPP 1.5 sekä OCPP 1.6 version kommunikaatiota. Latauslaitteessa on monipuolisesti liitännämahdollisuuksia, joiden avulla mahdollistetaan yhteys taustajärjestelmiin. Lisäksi lisävarusteena saatavilla on Wi-Fi-moduuli sekä GPRS-/3G-modeemi. (Schneiderin www-sivut, 2021)

Schneideriin oltiin yhteydessä sähköpostitse ja kysyttiin, jos laitteet voitaisi konfiguroida jo ennen toimitusta heidän toimestaan. Vastauksena saatiin kaksi mahdollisuutta: Ohjelmistoa voitaisiin päivittää, mikä edellyttäisi toimitusketjun muutoksia. Toinen mahdollisuus olisi kokoonpanon syöttäminen manuaalisesti verkkopalvelimeen tuotantolinjalla tehtyjen testien jälkeen. Riippuen kokoonpanosta se voisi olla erittäin nopea, mutta jos verkko tarvitsee muutoksia, se tarkoittaisi lisää työtä. He olisivat kiinnostuneita tekemään konfiguroinnin alkaen 1000 latauslaitteelle, tarvittavan esiasetusten ja valitun ratkaisun mukaan. (Salmela sähköposti 16.2.2021.)



Kuva 10. Schneider EVlink Wallbox latausasema. (Schneiderin www-sivut, 2021)

4.1.2 Keba KeContact P30

Keba on itävaltalainen yritys, joka tuottaa automaattioratkaisuja useille teollisuuden aloille. Keba:n valikoimasta löytyy myös yksi latauslaite, KeContact P30, sisältäen eri mallisarjoja, joista voidaan valita eri käyttötarkoituksiin sopiva laite. Laitteet sopivat kotilataukseen sekä julkisiin latauspisteisiin. Mallisarjoja on neljä ja ne ovat luokiteltu kirjaimin e-, b-, c- ja x-sarja. Yksinkertaisin latauslaite mallisarjasta on e-sarjan laite. Latauslaite toimii yksivaiheisena ja 20 A:n virralla sen maksimilatausteho on 4,6 kW. Laite toimii ilman verkkoyhteyttä ja siinä käytettävissä olevat tiedonsiirtoa varten olevat liitännät ovat USB 2.0 ja Ethernet-portti. Näistä laitteen ohjelmisto voidaan päivittää. Tämän sarjan laitteen käyttäjäryhmää rajoittaa, sillä siinä ei ole tunnistautumisoimaisuutta. (Keba:n www-sivut, 2021.)

B-sarjan laite toimii myös ilman verkkoyhteyttä ja se sisältää samat tiedonsiirtoliitännät kuin e-sarjan laitteessa. B-sarjan laite toimii yksi- tai kolmivaiheisena ja 32 A:n virralla sen maksimilatausteho on 22 kW. Laitteen nimellisvirta voidaan määrittää porrastetusti 10 A:n ja 32 A:n väliltä. B-sarjan laitteessa on RFID-tunnistautuminen sekä avainlukko, joten käyttäjäkuntaa voidaan rajata haluttaessa. C- ja x-sarjaan laitteet ominaisuuksiltaan samanlaisia kuin b-sarja. Lisänä laitteisiin voidaan valita energiamittari sekä kiinteän verkkoyhteyden muodostus on mahdollista. X-sarjan laite toimii OCPP-kommunikaatiossa niin kutsuttuna isäntä laitteena ja siihen voidaan liittää jopa

15 c-sarjan laitetta orja laitteiksi. Tämän laitteen konfigurointi voidaan toteuttaa niin, että konfiguroidaan isäntä laite, joka välittää tiedot kaikille siihen kytkettyihin orja laitteisiin. X-sarjassa on GSM sekä WLAN yhteys, joten se kykenee kommunikoi-
maan langattomasti taustajärjestelmän kanssa. Kaikki sarjan laitteet tukevat OCPP 1.5 versiota. (Keba:n www-sivut, 2021.)



Kuva 11. Keba KeContact P30 latausasema. (Keba:n www-sivut, 2021.)

4.2 Case LähiTapiola

Käytännön esimerkki konfiguroinnin suorittamisesta kentällä LähiTapiolan pääkontorin parkkihallin 50 latauspisteen kokonaisuudesta. Konfiguroinnin suorittamiseksi jokaisen latauslaitteen kannet on avattava, sekä poistettava kosketussuoja. Laitteisiin kytketään sähköt ja verkkoyhteys. Kyseisessä kohteessa vaiheistukset olivat kirjoitettu valmiiksi laitteisiin valmiiksi jo asennusvaiheessa, joka helpottaa konfigurointia. Yhden laitteen konfiguroinnin suorittamiseen kuluu noin 5 minuuttia. Jokainen laite on konfiguroitava erikseen. Teoriassa, jos jokaisen laitteen konfigurointi sujuisi ongelmitta, pelkästään konfigurointiin kuluisi hieman yli neljä tuntia yhdeltä henkilöltä.

Kun konfigurointi on suoritettu, laitteeseen liimataan pistokenumero, jonka laite saa tunnistautumista varten. Kosketussuoja ruuvataan paikalleen, kanteen liimataan käyttöohjetarra ja yrityksen logo, jonka jälkeen kansi laitetaan paikoilleen. Lopuksi

tehdään vielä tarkastus, että laitteet toimivat. Kokonaisuudessaan yhden laitteen valmiiksi saaminen kestää arviolta 15 minuuttia. Jos konfigurointia voitaisiin nopeuttaa esimerkiksi valmiilla pohjalla, jonka avulla tarvitsisi muuttaa vain muutamaa parametria eli asetusta, voitaisiin konfigurointi vaiheen nopeus kolminkertaistaa. Tämä tarkoittaisi, että 50 laitteen konfigurointi onnistuisi hieman yli tunnissa yhdeltä henkilöltä. Kohteen valmiiksi saaminen kestäisi näin ollen arviolta neljä tuntia yhdeltä henkilöltä, joka alkuperäisellä toimintatavalla olisi pelkästään konfigurointiin käytetty aika. Tällaista valmista pohjaa ei ole, mutta toimintatapoja ollaan kehittämässä tulevaisuudessa. Tässä esimerkkinä käytetty toimintatapojen muutos tai muu vastaavanlainen tapa vähentää manuaalista työtä, nopeuttaisi konfiguroinnin tekemistä huomattavan määrän ajallisesti.

5 KONFIGUROINNIN OPTIMOINTI

Konfiguroinnin optimoinnilla pyritään mahdollisimman kustannustehokkaaseen tapaan suorittaa konfiguroinnin tekeminen. Toimintatapoja ei voida lyhyessä ajassa muuttaa, sillä muutosten tekeminen vaatii aikaa ja kehitystyötä. Erilaisten laskelmien avulla pystytään kuitenkin luomaan käsitys kustannuksista ja eri toimintatapojen kannattavuudesta. Laitteiden määrä vaikuttaa suuresti siihen, missä konfigurointi on järkevintä tehdä. Toimipisteellä tila on rajallinen, joka muodostaa omat haasteensa ja suuri määrä laitteita lisää konfigurointiin kuluva aikaa. Asennuskohteessa on mahdollista suorittaa huomattavasti suurempi määrä laitteiden konfigurointeja yhdellä kertaa, mutta kohde saattaa olla usean tunnin ajomatkan päässä, josta muodostuu lisäkustannuksia esimerkiksi kilometrikorvausten muodossa. Matka-ajan sekä työhön kuluvan ajan ylittäessä tietyn rajan, mukaan tulee päiväraha sekä mahdolliset yöpymiskustannukset.

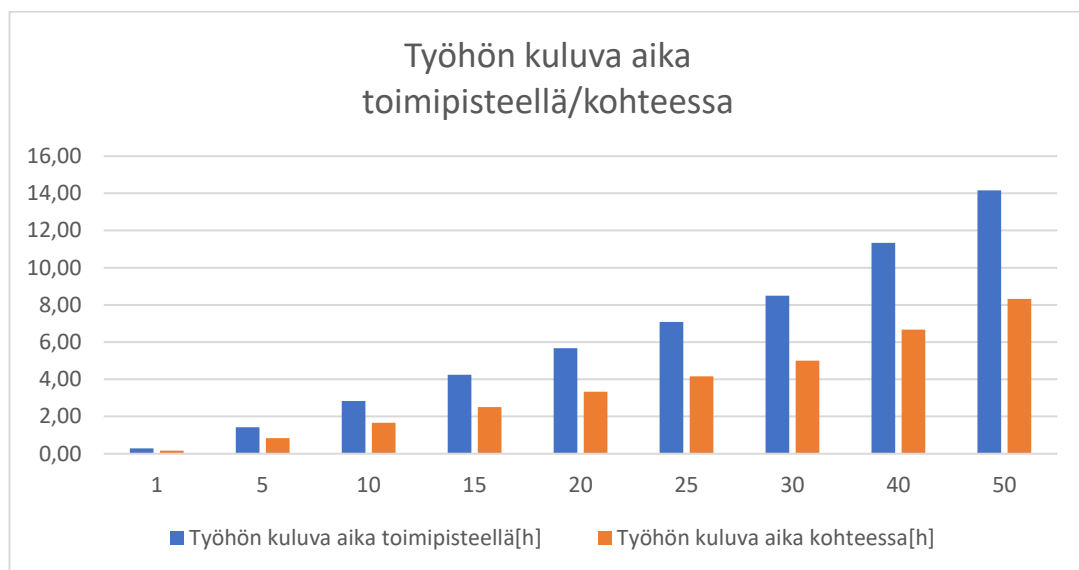
5.1 Työhön kuluvan ajan vertailu

Suurin ero työhön kuluvaan ajassa toimipisteellä verrattuna asennuskohteessa tapahtuu, kun laitemäärä kasvaa. Arviolta yhden laitteen konfigurointiin kuluu 15-20

minuuttia toimipisteellä. Tähän aikaan sisältyy kaikki työvaiheet aina laitteen pakkauksesta ottamisesta aina uudelleen pakkaamiseen. Laskennassa käytetty tähän kuluva ajaksi 17 minuuttia laitteelta. Tätä verrattaessa asennuskohteessa tapahtuvaan konfigurointiin, joka on teoriassa noin 7 minuuttia nopeampi, sillä laitetta ei tarvitse ottaa pakkauksesta tai pakata uudelleen. Asennuskohteessa yhteen laitteeseen kuluva aika on 10 minuuttia.

Taulukossa 1 pystyakselilla on työhön kuluva aika tunteina ja vaaka-akselilla konfiguroitavien laitteiden määrä. Yhden laitteen kohdalla tilanne on selkeä, sillä ero ajallisesti on vain 7 minuuttia, mutta laitemäärän kasvaessa 25 laitteeseen eroa syntyy jo lähes kolme tuntia. 25 laitteen konfiguroimiseen menisi toimipisteellä hieman yli 7 tuntia, joka työpäivän pituuden ollessa 7,5 tuntia, olisi lähes koko työpäivä. Asennuskohteessa näiden laitteiden konfiguroimiseen kuluisi hieman yli 4 tuntia. Tällaisissa tapauksissa täytyy miettiä, kuinka kaukana asennuskohde on lähtöpaikasta.

Taulukko 1. Työhön kuluva ajan vertailu.

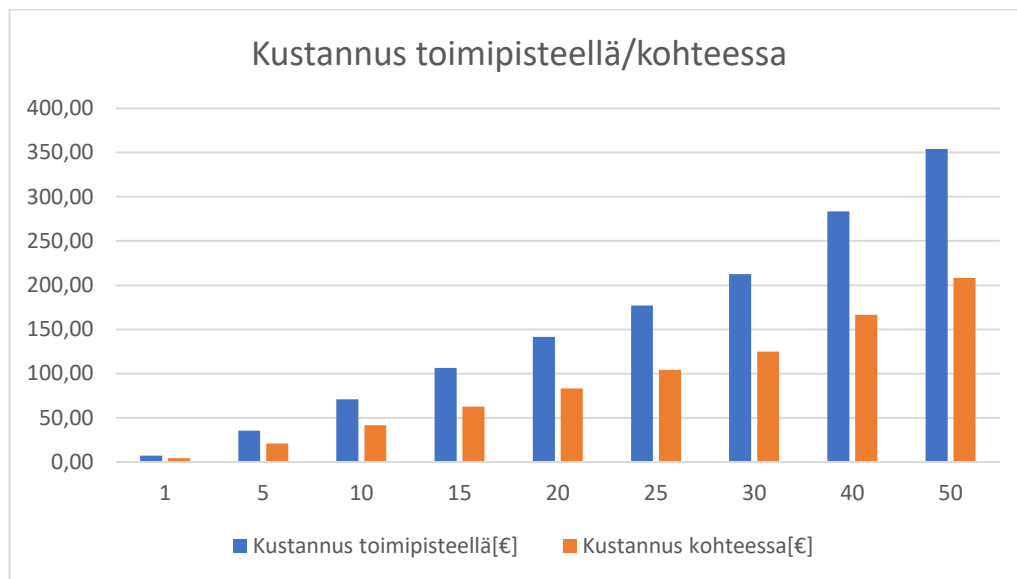


5.2 Palkkakustannusten vertailu

Palkkakustannukset kasvavat samassa suhteessa, kuin taulukon 1 mukaisesti työhön kuluva aika. Yksi työntekijä kustantaa työnantajalle 25 euroa tuntia kohden. Tällä voidaan laskea ja vertailla, kuinka paljon laitteiden konfigurointi kustantaa eri tapauksissa. Taulukosta 2 huomataan, että toimipisteellä suoritettujen konfiguroinnin kustannus

on lähes kaksinkertainen asennuskohteessa tehtävään konfigurointiin, jos huomioidaan ainoastaan palkkakustannukset. Yhden laitteen konfiguroinnin kustannukseksi toimipisteellä tulisi 7,08 euroa, kun asennuskohteessa sen kustannus olisi 4,17 euroa. Eroa yhden laitteen kustannuksissa toimipisteen ja asennuskohteen välillä on 2,92 euroa, joka tarkoittaisi 50 laitteen kohdalla 145,83 euroa eroa.

Taulukko 2. Palkkakustannusten vertailu.



5.3 Asennuskohteen etäisyyden vaikutus kustannuksiin

Palkkakustannusten lisäksi kertyy lähes aina työkohtaisia erikoiskustannuksia, kun työtä lähdetään suorittamaan asennuskohteeseen. Esimerkiksi asennuskohteen sijaitessa 50 kilometrin etäisyydellä lähtöpisteestä, joka tässä tapauksessa on Pirkkalan toimipiste, kilometri korvauksia kertyy korvauksen ollessa 0,44 euroa/kilometri yhteensä 44 euroa, koska matkaa kertyy yhteensä 100 kilometriä edestakaisin. Kun asennuskohde sijaitsee niin kaukana, että kuluu yhteensä yli 6 tuntia, mutta alle 10 tuntia, mukaan kustannuksiin lasketaan puolipäiväraha, joka on 22 euroa. Jos matka-aikaa kertyy yhteensä yli 10 tuntia, maksetaan täyspäiväraha, joka on suuruudeltaan 44 euroa.

Taulukko 3. Etäisyyden vaikutus kustannuksiin.

Kohteen etäisyys[km]	Kokonaismatka-aika[h]	Kilometrikorvaus [€]	Päiväraha [€]
50	1,5	44	0
100	2,5	88	0
150	4	132	0
200	5	176	0
250	6	220	20
300	7	264	20
350	8	308	20
400	10	352	44
500	12	440	44

Taulukossa 3 on arviot eri etäisyyksien matka-ajoista edestakaisin, sekä kertyvät kilometrikorvauskustannukset. Puolipäiväraha tulee ottaa huomioon kustannuksiin, kun matka-ajan sekä työhön kuluvan ajan summa ylittää yli 6 tuntia, mutta on alle 10 tuntia. Jos matka-ajan ja työhön kuluvan ajan summa ylittää 10 tuntia, puolipäiväraha muuttuu täysipäivärahaksi. Taulukossa 3 huomioitu päiväraha ainoastaan matka-ajan perusteella. Työhön kuluvaan aikaan vaikuttaa laitemäärä, jolloin päiväraha voi tulla mukaan kustannuksiin pienemmälläkin etäisyydellä. Kohteen täytyy kuitenkin sijaita yli 15 kilometrin päässä lähtöpisteestä. Matka-aikojen sekä työhön kuluvan ajan ollessa yhteensä yli 14 tuntia, on järkevämpää yöpyä, kuin lähteä ajamaan takaisin. Esimerkiksi jos kohde sijaitsee 500 kilometrin päässä pelkästään matkoihin kuluisi arviolta 12 tuntia.

Konfigurointi on lähes aina kannattavampi suorittaa asennuskohteessa, kun laitteita on 50 tai enemmän. Kannattavin toimintatapa on kuitenkin aina tapauskohtainen. Eri laitemäärille voidaan kuitenkin teoriassa määrittää säde, kuinka kauas mitäkin laitemäärä on kannattava lähteä konfiguroimaan. Taulukosta 2 nähdään palkkakustannusten ero toimipisteen ja asennuskohteen välillä. Vähentämällä palkkakustannusten erotus kilometrikorvauksen määrästä voidaan laskea etäisyys lähtöpaikasta, jossa kustannukset ovat lähes yhtä suuret, jos ei huomioida päivärahakustannuksia.

Taulukko 4. Laitemäärän säde lähtöpisteestä suhteessa kustannukseen päiväraha-kustannukset huomioimatta.

Laitemäärä [kpl]	Säde[km]
10	65
15	100
20	130
25	165
30	200
40	265
50	330

Taulukko 5. Laitemäärän säde lähtöpisteestä suhteessa kustannukseen päiväraha-kustannukset huomioiden.

Laitemäärä [kpl]	Säde [km]
10	65
15	100
20	110
25	145
30	155
40	215
50	280

Taulukossa 4 ja 5 on esitetty viiden kilometrin tarkkuudella, millä säteellä lähtöpai-kasta kunkin laitemäärän kustannukset pysyvät lähes yhtä suurina, kuin toimipisteellä. Taulukossa 4 päiväraha-kustannuksia ei ole huomioitu. Taulukossa 5 päiväraha-kustannukset on otettu huomioon, jolloin säde pienenee niissä tapauksissa, joissa matkoihin ja työhön kuluva aika ylittää puolipäivä- tai täyspäivärahaan oikeuttavan ajan taulukon 4 arvoilla. Piirrettäessä nämä säteet kartalle käyttäen lähtöpisteinä Pirkkalan toimipis-tettä (kuva 10), nähdään kohteet, jotka ovat kullakin laitemäärällä säteen sisällä. Näitä etäisyyksiä voidaan käyttää suuntaa antavina, mutta jokaisen asennuskohteen kohdalla kustannukset sekä kannattavin toimintatapa on tapauskohtainen.



Kuva 12. Plugit Finland Oy:n Pirkkalan toimipiste ja 100 km säde kartalla. (Google Maps, 2021)

6 POHDINTA

Asennuskohteen sijaitessa kaukana lähtöpisteestä, suurin kustannus syntyy kilometri-korvauksista ja muista matkakustannuksista. Toimipisteellä puolestaan suurin ongelma on tilanpuute, laitemäärän kasvaessa suureksi. Toimipisteellä yhdellä kertaa konfiguroitavien laitteiden määrää voitaisiin kasvattaa lisäämällä pöytätilaa ja sähköpistokkeita työpisteelle. Investointina se olisi suhteellisen pieni, mutta se parantaisi työskentelymukavuutta sekä mahdollistaisi yli viiden laitteen konfiguroinnin yhdellä kertaa.

Asennuskohteen etäisyyden ei voida vaikuttaa, mutta jos laitteiden konfigurointi voitaisiin suorittaa esimerkiksi kokonaan etäyhteydellä asennuksen jälkeen, välttyttäisiin

pitkiltä ajomatkoilta ja matkakustannuksilta. Etäyhteys kuitenkin vaatisi laitteiden yksilöimistä ennen asennusta niin, että tarvittavat tiedot konfiguroimiseen ovat kunkin laitteen kohdalla tiedossa. Kaikissa asennetuissa laitteissa tulisi olla myös tarvittavat ominaisuudet ja valmiudet mahdollistamaan konfigurointi etäyhteyden avulla.

Molemmissa tapauksissa tämänhetkiset toimintatavat ovat toimivia, mutta jo pienilläkin muutoksilla saataisiin niistä entistä nopeampia ja ennen kaikkea kustannustehokkaampia. Tehtyjen laskelmien perusteella saadaan käsitys siitä, mitä kustannukset ovat tällä hetkellä ja kuinka pienilläkin muutoksilla niihin voidaan vaikuttaa.

7 TYÖN YHTEENVETO

Työn aiheena oli sähköauton älykkään latausjärjestelmän konfigurointi osana toimitusprosessia. Työn alkaessa sen tavoite oli hyvin suurpiirteinen. Tarkoituksena oli optimoida konfigurointi työvaiheena mahdollisimman kustannustehokkaaksi. Konfiguroinnin suorittamisen nopeuttamiseksi ei tämän työn aikana kuitenkaan pyritty. Työn edetessä tavoitteeksi muodostui tehdä laskelmia, joiden avulla nähdään, kuinka suurina ovat kustannukset sekä konfigurointiin käytetty aika nykyisillä toimintatavoilla. Tulevaisuudessa näiden tulosten perusteella konfiguroinnin suorittamista voidaan alkaa optimoimaan syvemmin, joten tavoitteeseen päästiin.

Työn aikana tutustuin erilaisiin sähköauton latausjärjestelmiin ja latausratkaisuihin. Perehdyin myös niiden teknisiin vaatimuksiin sekä dynaamiseen kuormanhallintaan. Tutustuin myös taustajärjestelmiin ja OCPP-protokollan toimintaan. Opin, kuinka latauslaitteen konfigurointi tehdään käytännössä.

Opinnäytetyön aikana sain hyvän laajan käsityksen, kuinka sähköauton latausjärjestelmä kokonaisuudessaan toimii ja mitä kaikkea se vaatii. Olen tyytyväinen lopputulokseen ja koin tämän työn olleen hyödyllinen sekä opettavainen kokemus.

LÄHTEET

Finder.fi. Viitattu 10.2.2021 <https://www.finder.fi>

Google maps www-sivut. 2021. Viitattu 30.4.2021 <https://www.google.fi/maps>

Keba www-sivut. 2021. Viitattu 5.4.2021 <https://www.keba.com/en/home>

latauslaitteet.fi www-sivut. 2021. Viitattu 29.3.2021 <https://latauslaitteet.fi/>

Open Charge Alliance www-sivut. 2021. Viitattu 30.3.2021 <https://www.openchargealliance.org/>

Plugit Finland Oy:n www-sivut 2021. Viitattu 10.2.2021 <https://plugit.fi/>

Rf Wireless World www-sivut. 2021. Viitattu 6.4.2021 <https://www.rfwireless-world.com>

Salmela M. Plugit Finland Oy 16.2.2021. Viitattu 17.2.2021

Schneiderin www-sivut. 2021. Viitattu 5.4.2021 <https://www.se.com/fi/fi/>

ST-käsikirja 41. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät

Yritysvierailut 7.1.2021 & 25.1.2021. Viitattu 26.1.2021