



Sähköauton latausasemaprojektin siirtäminen toteutuksesta ylläpitoon

Olli Ojalampi

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2023

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Sähkövoimatekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Sähkövoimatekniikka

OJALAMMI, OLLI:

Sähköauton latausasemaprojektin siirtäminen toteutuksesta ylläpitoon

Opinnäytetyö 42 sivua

Marraskuu 2023

Opinnäytetyön aiheena on sähköauton latausasemaprojektin siirtäminen toteutuksesta ylläpitoon. Sähköautojen jatkuvan kasvun myötä myös huollon ja ylläpidon kehittämisen tulee vastata kasvavaa kysyntää. Työn tavoitteena oli luoda Plugit Finland Oy:lle runko ohjeelle, jossa käsitellään projektin lopussa tapahtuvat vaiheet ennen siirtoa lopulliseen ylläpitoon.

Työssä käsitellään sähköisten ajoneuvojen latausta yleisesti, erilaisia lataustapoja, julkista latausverkostoa, rakentamisen säädöksiä, standardeja ja latausverkon toiminnan vaatimuksia. Lisäksi työssä syvennytään projektin loppupuolen vaiheisiin urakoinnin laadun varmistamisen, tarkastuksien ja mittauksien muodossa. Lopussa käsitellään latausasemien yleisimpiä ongelmia, seurantamenetelmiä ja toimivuuden varmistamista.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin pohja ohjeelle, josta voidaan rakentaa tarkempi ohjeistus latausasemaprojektin siirtämisestä urakoinnista lopulliseen ylläpitoon. Lisäksi ohjetta voi pienillä muutoksilla käyttää myös ammattiliikenteen ratkaisuihin.

Asiasanat: sähköauto, lataus, latausverkosto, latausasema, ylläpito

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Electrical Power Engineering

OJALAMMI, OLLI:
Transitioning an Electric Vehicle Charging Station Project from Implementation to Maintenance

Bachelor's thesis 42 pages
November 2023

The subject of this thesis was the transfer of an electric vehicle charging station project from execution to maintenance. Due to the constant increase in electric vehicles, the development of service and maintenance must keep pace with the growing demand. The purpose of this work was to create a framework for a guidebook for Plugit Finland Oy. The framework was meant to cover the steps that took place at the end of the project before its transfer to final maintenance.

The work covered the charging of electric vehicles in general, their different charging methods, the public charging network, construction regulations, standards and requirements for the operation of the charging network. Following this, the work delved deeper into the final stages of the projects in the form of ensuring the quality of contracting, inspections as well as measurements. Finally, the most common problems regarding charging stations, their monitoring methods, and ensuring their functionality were covered.

As a result of the thesis, a framework was created for the guidebook, from which more accurate instructions can be built for the roadmap of the charging station project from contracting to final maintenance. Additionally, the guidebook can also be used for professional transport solutions with minor tweaks.

Key words: electric vehicle, electric vehicles charging, charging station, maintenance

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	SÄHKÖAUTON LATAUS	8
	2.1 Lataustavat 1-4	8
	2.1.1 Kevyiden ajoneuvojen lataus	9
	2.1.2 Hidaslataus	9
	2.1.3 Peruslataus	11
	2.1.4 Teholataus	12
	2.2 Kaksisuuntainen lataus	15
	2.3 Langaton lataus	16
3	JULKINEN LATAUSVERKOSTO	18
	3.1 Julkinen lataus	18
	3.2 Rakentamisen säädökset ja standardit	20
	3.3 Latausasemien sijoittelu ja käyttäjien tarpeiden huomioiminen	22
	3.4 Latauspisteoperaattorit	25
	3.5 Julkisen latausverkoston nykytilanne ja kehitys	26
	3.6 Latausverkoston toiminnan vaatimukset	28
4	LATAUSASEMAN KÄYTTÖÖNOTTO JA TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN	30
	4.1 Urakoinnin laadun varmistaminen	30
	4.1.1 Visuaaliset tarkastukset	30
	4.1.2 Käyttöönottomittaukset	31
	4.1.3 Varmennustarkastus	32
	4.2 Yleisimmät ongelmat	33
	4.3 Seurantamenetelmät	34
	4.4 Toimivuuden varmistaminen	35
	4.5 Latausasemaprojektin siirtäminen toteutuksesta ylläpitoon	36
5	POHDINTA	38
	LÄHTEET	40

LYHENTEET JA TERMIT

EV	Electric Vehicle, ladattava sähköauto
BEV	Battery Electric Vehicle, akkukäyttöinen sähköauto
HEV	Hybrid Electric Vehicle, itselataava hybridauto
PHEV	Plug in Electric Vehicle, ladattava hybridauto
Latausasema	Sähköauton tai hybridauton lataamiseen tarkoitettu asema.
Latauspiste	Latauspisteellä voidaan ladata yhtä sähköistä ajoneuvoa
Hybridi	Ajoneuvo, joka käyttää useampaa kuin yhtä voimanlähdettä liike-energian luomiseen
BMS	Battery Management System, akustonvalvontajärjestelmä
Schuko-pistorasia	Kotitalouspistorasiasta käytettävä termi
V2G	Vehicle-to-Grid, sähköenergian siirtämistä sähköajoneuvon akustosta sähköverkkoon
V2H	Vehicle-to-Home, sähköenergian siirtämistä sähköajoneuvon akustosta kodin sähkölaitteiden käyttöön
V2L	Vehicle-to-Load, sähköenergian siirtämistä sähköajoneuvon akustosta laitteiden tai toisten sähköautojen lataukseen

CPO	Charge Point Operator, latauspisteoperaattori
OCPP	Open Charge Point Protocol, taustajärjestelmä
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuinen etätunnistus
SALK	Sähköauton latauskeskus

1 JOHDANTO

Sähköautojen yleistyessä on tärkeää kehittää latausinfrastruktuuria vastaamaan kasvavaa kysyntää. Julkisen latausverkoston laajentaminen on keskeinen keino edistää sähköautoilun yleistymistä ja samalla vähentää liikenteen päästöjä. Tämä opinnäytetyö käsittelee sähköauton latausasemaprojektin siirtämistä toteutuksesta ylläpitoon ja sen tavoitteena on raportoida projektin jälkeisen ajan latausasemien seurannan ja toimivuuden varmistamisen julkisessa latausverkostossa, ennen kuin projekti siirretään lopulliseen ylläpitoon.

Opinnäytetyö toteutettiin yhdessä Plugit Finland Oy:n kanssa. Plugit Finland on johtava sähköisten ajoneuvojen latausratkaisutoimittaja. Plugit Finland tarjoaa latausratkaisuja koteihin, työpaikoille, liikekeskuksiin, julkiseen lataukseen ja ammattiliikenteeseen.

Opinnäytetyön ensimmäinen osa käsittelee sähköauton latausta yleisesti, lataustapoja, latausverkostoa ja rakentamisen säädöksiä ja standardeja. Toisessa osassa käsitellään julkista latausverkostoa, sen toiminnan vaatimuksia, latausasemien sijoittelua ja käyttäjien tarpeiden huomioimista sekä julkisen latausverkoston nykytilannetta ja kehitystä. Kolmannessa osassa tarkastellaan latausasemaprojektien toimivuuden seurantaa yleisimpien ongelmien, seurantamenetelmien ja toimivuuden varmistamisen näkökulmasta. Lopuksi käsitellään pohdinnassa opinnäytetyön keskeisiä havaintoja ja tuloksia.

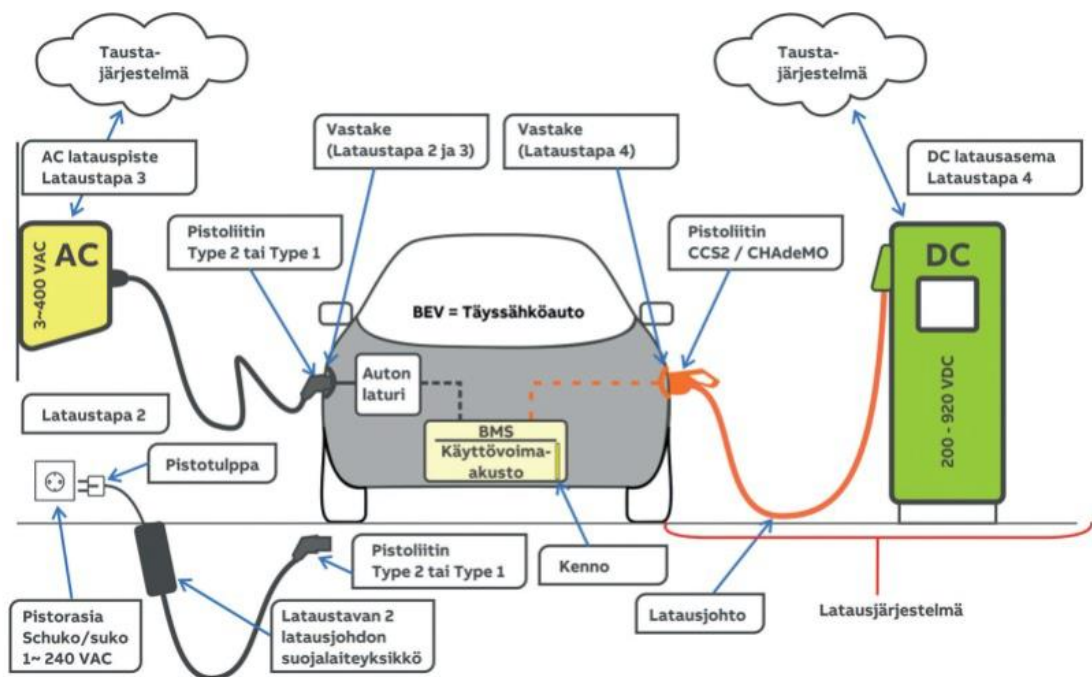
Tavoitteena on tuoda esiin tärkeimmät seikat, joita tulee huomioida sähköautojen latausasemaverkoston suunnittelussa, rakentamisessa, ylläpidossa ja kehittämisessä. Opinnäytetyön avulla voidaan saada arvokasta tietoa ja ymmärrystä siitä, miten sähköauton latausasemaprojektin toteutuksesta siirrytään onnistuneesti ylläpitoon, jotta julkisen latausverkoston toimivuus ja luotettavuus voivat säilyä ja kehittyä tulevaisuudessa.

2 SÄHKÖAUTON LATAUS

Tässä luvussa käsitellään erilaiset tavat ladata sähköisiä ajoneuvoja. Lisäksi pohdin hieman myös tulevaisuuden lataustapoja kaksisuuntaisen- ja langattoman latauksen näkökulmasta.

2.1 Lataustavat 1-4

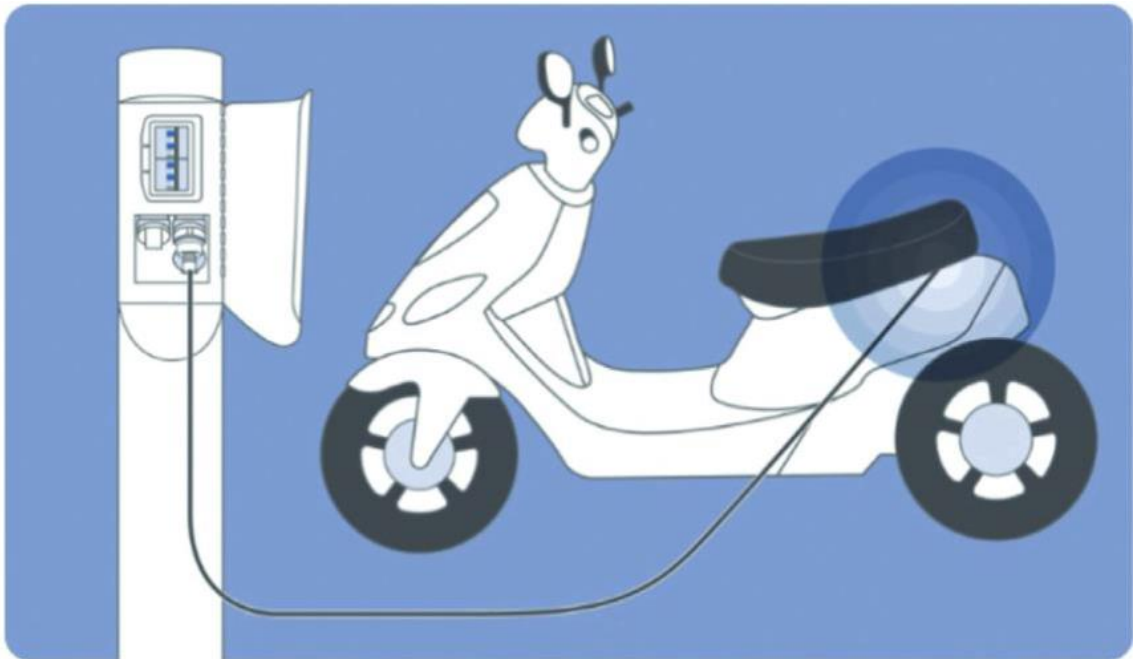
Sähköautojen lataus jaetaan Suomessa neljään eri ryhmään. Tässä luvussa käyn läpi tiivistetysti kaikki neljä eri lataustapaa. Lataustavat määritellään standardissa EN-61851-1. Kuviossa 1 näkyvät kaikki eri tällä hetkellä käytössä olevat lataustavat.



Kuvio 1. Sähköautojen latausjärjestelmien käsitteitä (ST-Käsikirja 41 2022, 11)

2.1.1 Kevyiden ajoneuvojen lataus

Lataustavalla 1 tarkoitetaan kevyiden ajoneuvojen lataamista. Kevyillä ajoneuvoilla tarkoitetaan esimerkiksi sähköskoottereita ja sähköpyöriä. Lataustavassa ajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen tavanomaista maadoitettua 230V kotitalouspistorasiaa (Kuva 1). (Sesko 2023).



Kuva 1. Sähköskootterin lataus lataustavalla 1 (ST-Käsikirja 41 2019, 48)

2.1.2 Hidaslataus

Lataustapa 2, eli hidaslataus on vaihtoehto lataukselle, jos ei ole käytettävissä lataustapaa 3. Lataustavalla 2 tarkoitetaan sähköauton lataamista muusta kuin sähköauton lataukseen varsinaisesti tarkoitettusta pistorasiasta. Tässä lataustavassa ajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen tavanomaista maadoitettua kotitalouspistorasiaa, kuten lataustavassa 1 (Sesko 2023).

Lataustavalla 2, on erityisen tärkeää huomioida, että tavanomainen kotitalouspistorasia ei ole tarkoitettu kestämään toistuvia kuormia. Pistorasiat saattavat kuumentua ja kuumenemisen seurauksena liittimet voivat kulua ja mustua. Pahimmassa tapauksessa jatkuva kuorma ja liittimien kuumeneminen voi aiheuttaa tulipalon. Tavallisessa kotitalouspistorasiassa suositellaan käytettäväksi enintään

8A virtaa jatkuvassa kuormituksessa ja tämä arvo on myös monien matkalatureiden oletusarvo. Yksi ratkaisu on asentaa vahvistettu pistorasia, eli superschuko, jos ei ole mahdollista asentaa lataustavan 3 mukaista latauspistettä. Superschuko on tavallisen pistorasian kokoinen, mutta valmistajat lupaavat sen kestävä jatkuvan 16A kuorman. Superschukoa asennettaessa tulee ottaa huomioon, että se on ryhmän ainut pistorasia, eikä ryhmässä ole ketjutettuna muita pistorasioita (Tukes 2023).



Kuva 2. Kotitalouspistorasiaan asennettava sähköauton latauskaapeli 3,7kW kuormankestolla (Finnparttia EVSE1 tuotesivu 2023)

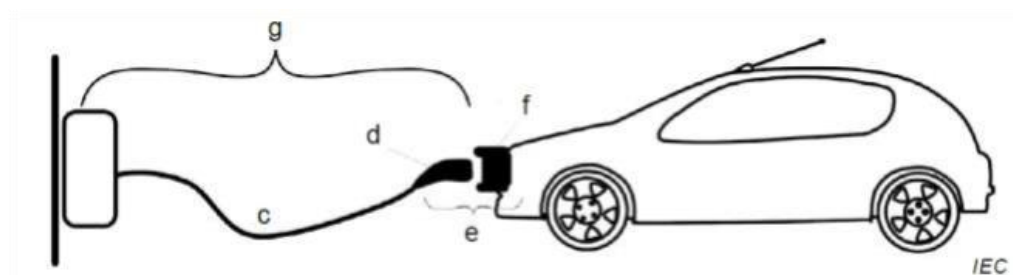
2.1.3 Peruslataus

Lataustapa 3, eli peruslataus on suositeltavin tapa ladata sähköautoa. Lataustavassa 3 sähköauton lataamiseen tarkoitetaan kiinteästi asennettavaa latauslaitetta. Latauslaitteessa tulee olla SFS-EN 62196-2 mukaan pistoke, mikä on tyyppi 2 mallia (Kuva 3).



Kuva 3. Latauspistokkeen tyyppi 2 (Type 2) (Plugit Finland Oy 2023)

Latausjohto voi olla latauslaitteen päässä myös kiinteästi kytkettynä (Kuva 4).



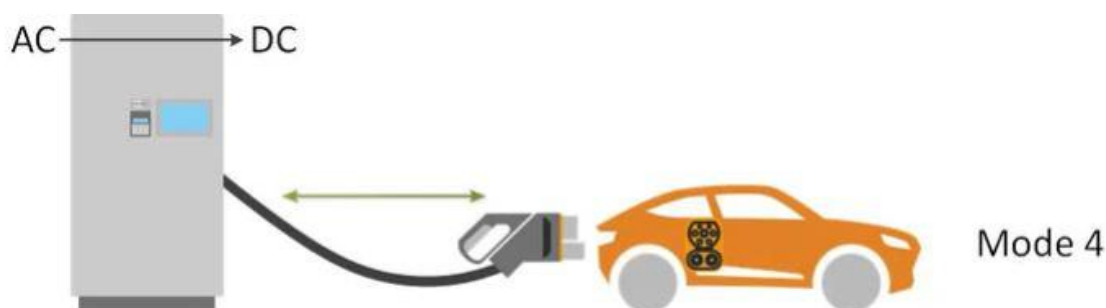
Kuva 4. Lataustavan 3 mukainen latauslaite kiinteällä latauskaapelilla (Sesko 2023)

Peruslatauksella voidaan saavuttaa enimmillään 43kW (63A) latausteho. Latausvirta voi kuitenkin olla 6-63A. Useimmissa sähköautoissa on korkeimmillaan 22kW sisäinen latauslaite. Tämä tarkoittaa, että vaikka verkosta olisi saatavilla isompi teho, niin auton sisäinen latauslaite rajoittaa tehon tyypillisesti luokkaan 7,4-22kW. Auton sisäiset latauslaitteet voivat olla yhtä, kahta tai kolmea vaihetta käyttäviä (Nordicplug 2022).

Lataustavassa 3 käytetään lataamiseen tarkoitettuja pistokkeita, jotka lukittuvat mekaanisesti tai sähköisesti vastakappaleisiinsa. Lisäksi käytetään tiedonsiirtoväylää, mikä takaa onnistuneen ja turvallisen latauksen. Turvallisuuden lisäksi tiedonsiirtoväylällä voidaan ohjata virran syöttöä ja tarvittaessa rajoittaa sitä (Sesko 2023).

2.1.4 Teholataus

Lataustapa 4, eli tehodataus on lataustapa, jossa autoa ladataan verkosta saatavan vaihtovirran sijaan tasavirralla. Teholatauksesta käytetään yleisesti myös nimityksiä pikalataus tai DC-lataus. Vaihtovirran muuntaminen tasavirraksi tapahtuu tehodatauksessa auton sisäisen laturin sijaan suoraan kiinteästi asennetussa tehodatauslaitteessa. Tehodatauksessa lataustehot ovat tyypillisesti 50kW:sta aina useisiin satoihin kilowatteihin. Tehodatauksessa myös latauskaapeli on aina kiinteä osa latauslaitetta (Kuva 5). (Sesko 2023).



Kuva 5. Sähköauton tehodataus (Nordicplug 2022)

Ajoneuvon pistoke, mihin teholatauksen kaapeli kytketään, on standardin SFS-EN 62196-3 mukaan kahta erilaista. (Sesko 2023). CCS, eli Combined Charching System, mikä näkyy kuvassa 6 ja CHAdeMo, kuvassa 7 (Plugit Finland Oy 2023).



Kuva 6. CCS (Combined Charching System) teholatauspistoke (Plugit Finland Oy 2023).



Kuva 7. CHAdeMo teholatauspistoke (Plugit Finland Oy 2023).

Teholataus soveltuu erityisesti julkiseen lataukseen huoltoasemilla tai kauppojen pysäköintialueella. On olemassa sähköautomalleja, jotka eivät tue laisinkaan teholatausta (ST-Käsikirja 41 2022, 53), (Korhonen 2019).

Julkiset latausasemat on jakeluinfradirektiivin (2014/94/EU) mukaan varustettava vähintään Type 2 mukaisilla pistorasioilla. Vastaavasti teholatauspisteillä tulee olla CCS2 -pistokkeet. EU:n tavoite on ohjata käyttämään Type 2 ja CCS -mallisia pistorasioita. Yhä harvemmissa uusissa autoissa on enää CHAdeMO -latausta. Tästä syystä myös CHAdeMO -latauspisteet tulee julkisissa latausasemissa vähentämään (ST-Käsikirja 41 2022, 55). Sähköisen liikenteen tilannekatsauksesta näemme, että vuoden 2022 kesäkuusta vuoden 2023 kesäkuuhun CHAdeMO latauspisteiden määrä on vähentynyt kuudella latauspisteellä. Eli CHAdeMO latauspisteitä on purettu enemmän kuin rakennettu. Vastaavasti CCS latauspisteiden määrä on jatkanut kasvuaan. Taulukossa 1 alemmalla rivillä näkyy kesäkuun 2022 tilanne ja ylemmällä rivillä uusin vuoden 2023 kesäkuun tilanne.

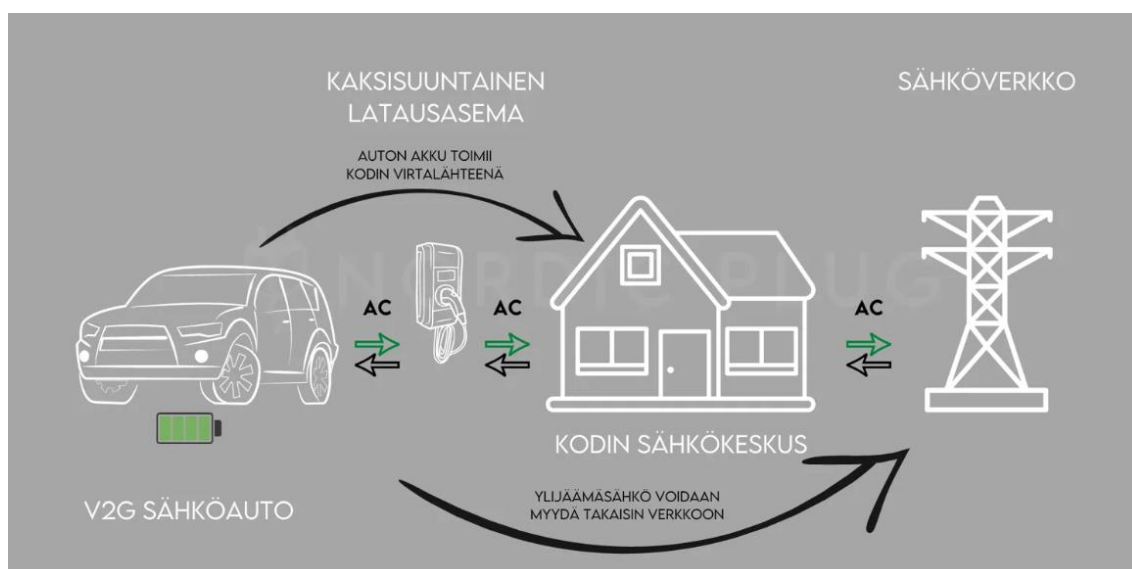
Taulukko 1. CHAdeMO ja CCS latauspisteiden kehitys 6/2022–6/2023

Pikalataus alle 100 kW			
CHAdeMO		CCS	
paikat	pisteet	paikat	pisteet
413	472	364	534
392	478	349	504
5 %	-1 %	4 %	6 %

2.2 Kaksisuuntainen lataus

Kaksisuuntaisella latauksella tarkoitetaan ajoneuvosta sähköverkkoon ja sähköverkosta ajoneuvoon siirrettävää sähköenergiaa. Tällöin siis auto toimisi energiaravastona ja auton akkua voitaisiin käyttää energianlähteenä kotiin tai vaihtoehtoisesti takaisin verkkoon. Ajoneuvosta verkkoon sähköä siirrettäessä siitä käytetään termiä V2G (Vehicle-to-Grid). Sähköauto on loistava energiavarasto, koska se pitää sisällään energiaa, joka on nopeasti siirrettävissä takaisin verkkoon (Moottori.fi 2020). Kaksisuuntaiseen lataukseen tarvitaan kaksisuuntainen sähköauton latauslaite. Se saattaa kuulostaa yksinkertaiselta, mutta se vaatii virran muuntoprosessin. Toisin kuin tavalliset laturit, kaksisuuntainen laturi muuttaa vaihtovirran tasavirraksi latauksen aikana ja päinvastoin verkkoon päin syöttäessä. Koska kaksisuuntaiset latauslaitteet sisältävät virran muuntamiseen vaativaa tehoelektroniikkaa, ne ovat kalliimpia kuin perinteiset latauslaitteet. Vielä tällä hetkellä on myös todella vähän sähköautoja, jotka tukevat kaksisuuntaista latausta. Kaksisuuntaisia latureita voidaan käyttää kolmella eri tapaa. Ensimmäinen tapa on käyttää akusta saatavaa energiaa sähköverkon tueksi, eli syöttää akusta saatava energia suoraan sähköverkkoon (V2G). Toinen tapa on käyttää akusta saatavaa energiaa kodin sähkölaitteisiin, eli käyttää sähköenergiaa omaan jokapäiväiseen käyttöön (V2H). Kolmas tapa on käyttää akusta saatavaa energiaa toisien sähköautojen tai muiden laitteiden lataukseen (V2L) (Clean Energy Reviews 2023).

Kaksisuuntainen lataus toimisi yhtenä työkaluna kysyntäjoustoön. Kysyntäjoustolla tarkoitetaan sähkönkäytön siirtämistä korkean hinnan ja myös korkean kulutuksen ajankohdilta edullisempiin ajankohtiin. Tulevaisuudessa kysyntäjouston tarve lisääntyy, kun joustamattomat tuotantotavat sähköverkossa yleistyvät, kuten uusiutuvat energiat ja ydinvoima (Fingrid 2017).



Kuva 8. Kaksisuuntainen lataus periaatekuva (Nordicplug 2023)

2.3 Langaton lataus

Yksi tapa ladata sähköautoa on langaton lataus. Langaton lataus on vaihtoehto perinteisille langallisille latauksille. Siinä auto ladetaan ilman kaapeleita. Langaton lataus tarkoittaa samaa kuin induktiivinen lataus. Langaton lataus on tuttua jo esimerkiksi matkapuhelimien ja sähköhammasharjojen latauksesta.

Langattoman latauksen toimintaperiaate muistuttaa muuntajan toimintaperiaatetta. Se perustuu magneettisen induktion lakeihin. Ensioipiiri luo ajassa muuttuvan magneettikentän ja toisiopiiri vastaanottaa magneettikentän. Iso merkitys latauksen teholla ja nopeudella ovat näiden kahden piirin välinen etäisyys toisistaan ja myös suuntaus. Mitä huonompi suuntaus ja isompi etäisyys, sitä pienemmän tehon lataus tuottaa.

Langattomat latauslaitteet ovat vielä kehityksessä alkuvaiheessa ja kehityksen esteenä on vielä monta haastetta. Langalliset lataukset siis tulevat olemaan lähitulevaisuudessa sähköautojen ensisijaisia lataustapoja. Mahdollisesti ensimmäisiä langattomia latauksia käyttävät ajoneuvot tulevat olemaan hyötyajoneuvot, kuten linja-autot, jakeluajoneuvot ja taksit. Näiden ajoneuvojen langattomasta la-

tauksesta tekee helpompaa se, että ajoneuvot pysäköidään yleensä rutiininomaisille paikoille useamman kerran päivässä. Näille paikoille asennettaisiin induktiivinen latausratkaisu (Di Paolo Emilio, Maurizio 2021).



Kuva 9. Sähköauton langaton lataus (Di Paolo Emilio, Maurizio 2021)

3 JULKINEN LATAUSVERKOSTO

Tässä luvussa käsitellään sähköautojen julkista latausverkostoa. Ensimmäisenä käyn läpi julkista latausta sähköisten ajoneuvojen jatkuvan lisääntymisen näkökulmasta. Seuraavana käyn läpi latausasemiin liittyviä säädöksiä ja standardeja. Lopussa pohdin julkisen latausverkoston nykytilaa ja tulevaisuutta.

3.1 Julkinen lataus



Julkisiin latauspisteisiin kuuluu niin peruslatausta, kuin teholataustakin. Peruslatauspisteet ovat tyypillisesti tyyppin 2 (Type 2) liittimellä varustettuja. Isoin osa julkisesta latausverkosta on peruslatauspisteitä. Jatkuvasti lisääntyvä lataustapa julkisessa latauksessa on tasavirtaa käyttävä teholataus ja se yleistyy nopeimmin etenkin päätieverkon solmukohtissa ja kaupunkiseuduilla. Teholataus ei sovellu kaikkiin täyssähköautoihin, eikä suurimpaan osaan ladattavista hybridiajoneuvoista (Autoalan tiedotuskeskus 2020).

Ladattavien autojen kasvun myötä myös latauspaikkojen ja julkisen latausverkoston tarve kasvaa jatkuvasti. Esimerkiksi vuoden 2022 toisesta vuosineljänneksestä, vuoden 2023 toiseen vuosineljännekseen täyssähköautojen määrä kasvoi 93% ja ladattavien hybridien osuus kasvoi 29% (Taulukko 2). (Teknologiateollisuus 2023).

Taulukko 2. Ladattavien autojen määrän kehitys Suomessa (Teknologiateollisuus 2023)

Q2/2023 - Sähköisen liikenteen tilannekatsaus
Sähköautokannan kehitys
 Henkilöautot



	Q2/2022	1 vuosi		Q2/2023
Sähköautokanta	125 084	+57 148	+46%	182 232
Täyssähkö- Autot (BEV) 	32 981	+30 807	+93%	63 788
Ladattavat Hybridit (PHEV) 	92 103	+26 341	+29%	118 444



Sähköisten ajoneuvojen vauhdikkaan lisääntymisen myötä myös latausverkosto on kehittynyt latauspisteiden ja latauspaikkojen määrässä. Vuoden 2022 toisesta vuosineljänneksestä vuoden 2023 toiseen vuosineljännekseen asiointilatauspisteiden (Type 2) määrä on kasvanut 33% ja pika- ja suurteholatauspisteiden (CCS) määrä on kasvanut 101% (Taulukko 3). (Teknologiateollisuus 2023).

Taulukko 3. Julkisen latausverkoston kehitys Suomessa (Teknologiateollisuus 2023)

Q2/2023 - Sähköisen liikenteen tilannekatsaus

Latausverkoston kehitys, Latauspaikat ja -pisteet



	Q2/2022	1 vuosi		Q2/2023
Asiointi-latauspisteet 	6 306	+ 2 076	+33%	8 382 Latauspaikat 2 073
Pika- ja suurteho-latauspisteet 	958	+970	+101%	1 928 Latauspaikat 772
Latausteho <100 kW	504	+30	+6%	534 Latauspaikat 364
Latausteho ≥100 kW	454	+940	+207%	1 394 Latauspaikat 408

3.2 Rakentamisen säädökset ja standardit

Tässä kappaleessa käyn läpi sähköautojen latausasemien rakentamisen säädöksiä ja standardeja. Latausasemia rakennettaessa on erityisen tärkeää tuntea noudatettavat säädökset ja lain määrittämät vaatimukset rakentamiseen liittyen.

Vuoden 2021 maaliskuusta eteenpäin sähköautojen latauspisteiden rakentamista ohjaa osaltaan laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (Kuntaliitto 2021). Laissa määritetään, että uuden asuinrakennuksen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, tulee asentaa latauspistevalmius niin, että siihen voidaan asentaa latauspiste myöhemmin (Finlex 2020).

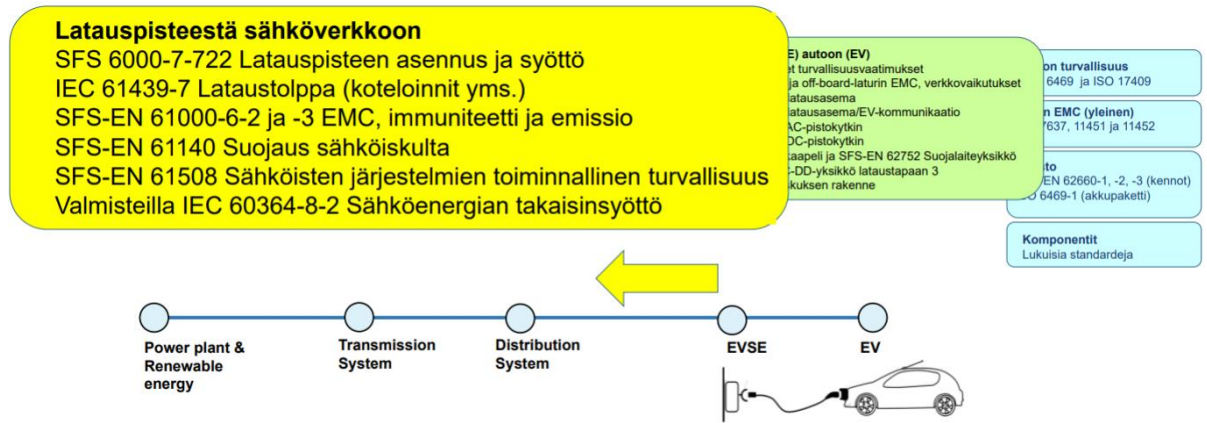
Laki määrittelee, että sellaisen muun kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on yli 10 pysäköintipaikkaa, tulee rakentaa vähintään yksi suuritehoinen latauspiste. Vaihtoehtoisesti voidaan rakentaa vähintään yksi normaalitehoinen latauspiste, mikäli rakennuksessa on 11-50kpl pysäköintipaikkoja. Jos rakennuksessa on pysäköintipaikkoja 51-100kpl, normaalitehoisia latauspisteitä tulee rakentaa vähintään kaksi. Jos taas rakennuksessa on yli 100 kpl pysäköintipaikkoja, normaalitehoisia latauspisteitä pitää olla vähintään kolme (Finlex 2020).

Tämän lisäksi laki määrittelee, että muun kuin asuinrakennuksen, missä on 11-30kpl pysäköintipaikkoja, tulee rakentaa latauspistevalmius vähintään 50% kaikista pysäköintipaikoista. Jos pysäköintipaikkojen lukumäärä nousee yli 30 kappaleeseen, latauspistevalmius tulee rakentaa vähintään 20% paikoista, mutta niin, että se on vähintään 15 pysäköintipaikassa (Finlex 2020).

Myös laajamittainen korjaustyö rakennuksen yhteyteen velvoittaa samoihin vaatimukseen latauspisteiden rakentamisen osalta, kuin täysin uuden rakennuksen rakentamisen yhteydessä. Laajamittainen korjaustyö on kyseessä silloin, jos rakentamiseen on haettava maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n pykälän mukaista rakennuslupaa (Finlex 2020). Maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n pykälän mukaan rakennusluvan tarvitsee silloin, jos korjaus kohdistuu rakennuksen vaippaan tai teknisien järjestelmien muutos- ja korjaustöihin, joilla voidaan vaikuttaa merkittävästi rakennuksen energiatehokkuuteen. Rakennuslupa tarvitaan myös, jos rakennuksen tai sen osan käyttötarkoitusta muutetaan olennaisesti (Finlex 1999).

Jos ei rakenneta, eikä remontoida kiinteistöä, niin rakennuksen omistajan tulee huolehtia, että muussa kuin asuinrakennuksessa tulee olla vuoden 2024 loppuun mennessä vähintään yksi latauspiste, mikäli rakennuksessa on enemmän kuin 20 pysäköintipaikkaa (Finlex 2020).

Sähköautojen latauspisteitä suunniteltaessa ja rakentaessa tulee ottaa huomioon monia eri sähköalaan liittyviä standardeja. Standardien noudattaminen on erityisen tärkeää, että asennettu sähkölaitteisto on turvallinen käyttää, eikä siinä esiinny toimintahäiriöitä. Kuvassa 10 voimme nähdä latauspisteeltä sähköverkkoon välillä kaikki käytettävät standardit.



Kuva 10. Sähköauton latauspisteen turvallisuusstandardit (Vesa, J. 2019)

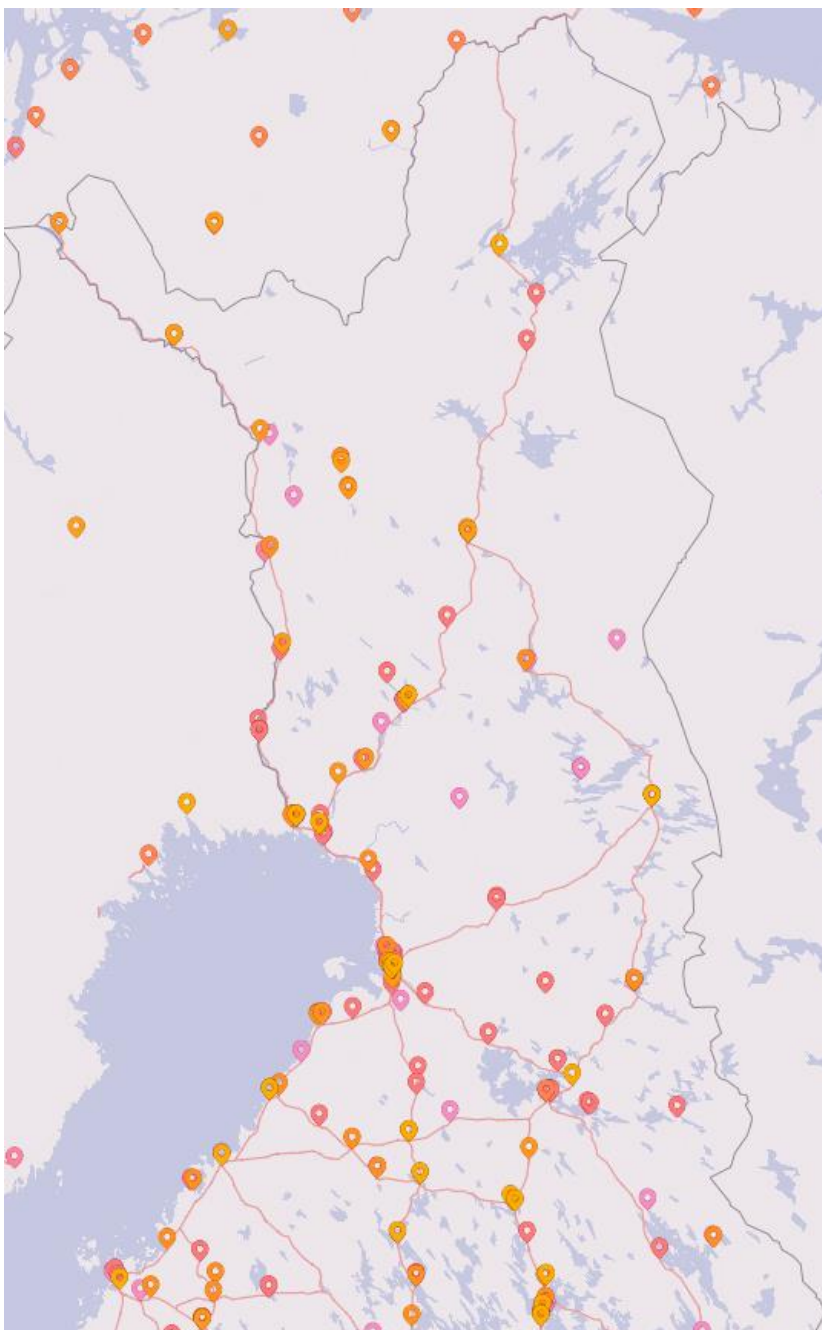
3.3 Latausasemien sijoittelu ja käyttäjien tarpeiden huomioiminen

Julkisen latausverkoston asemien sijoittelussa tulee ottaa huomioon useita tekijöitä. Latausasemin sijainti vaikuttaa sekä aseman käyttäjämääriin, että latausaseman profiilijakaumaan. Jos julkinen latausasema sijaitsee esimerkiksi ostoskeskuksen yhteydessä, niin siinä lataavilla käyttäjillä ei ole välttämättä niin kiire, kuin pidempää automatkaa tekevillä käyttäjillä. Tällöin myös lataustehon ei tarvitse olla välttämättä yhtä suuri. Kauppakeskusten yhteydessä voikin olla esimerkiksi pelkästään AC-latausta, joka sopii täyssähköautoja ajavien lisäksi myös ladattavilla hybrideillä ajaville käyttäjille (ST-Käsikirja 41 2022, 110).

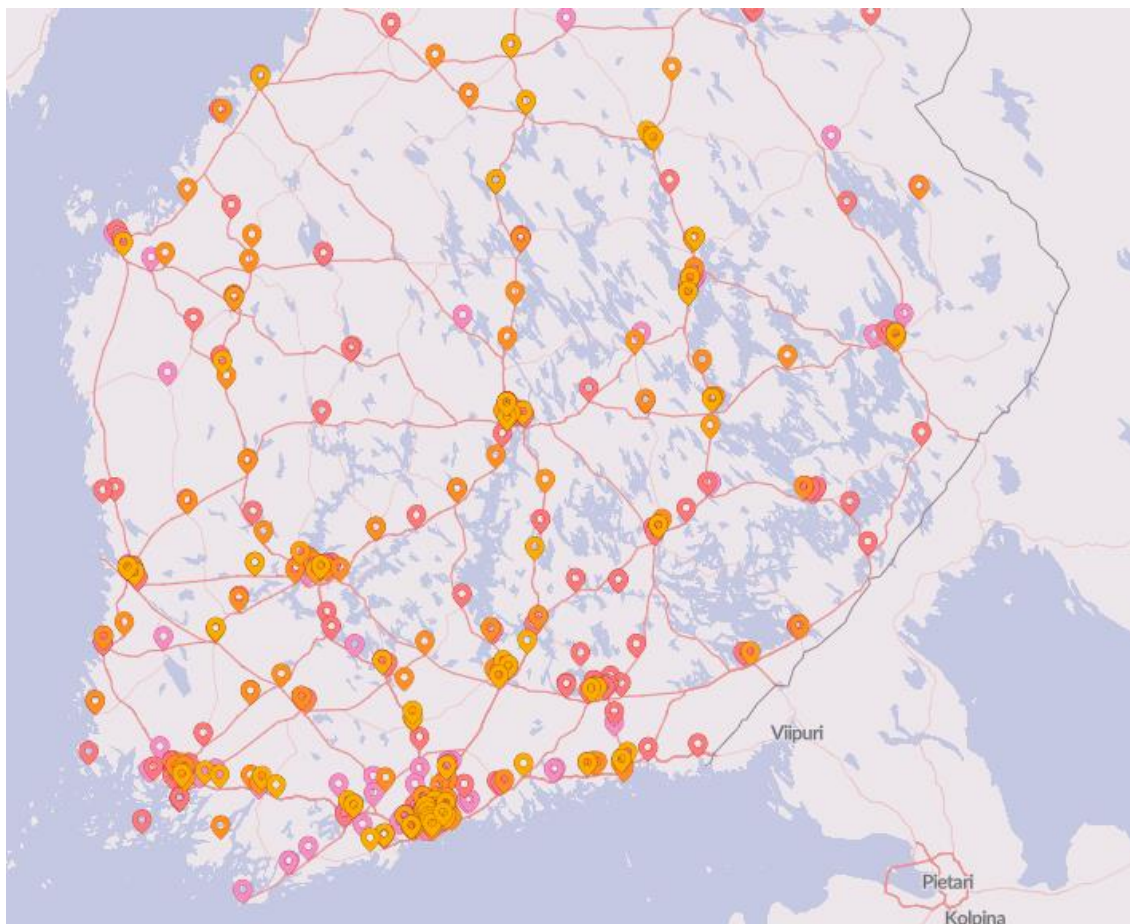
Vastaavasti taas pidempää matkaa tekeville autoilijoille tieverkoston solmukohdissa ja sisäänmenoväylillä saattaa jo nykyiseltään olla palveluasemia. Näitä olemassa olevia palveluasemia voidaan täydentää tehollatausasemilla. Jos tonttimaata on vapaana ja sähköverkossa riittää tehoa, tehollatausaseman rakentaminen olemassa olevien palveluiden yhteyteen saattaa olla kannattavaa. Kannattavuus edellyttää, että lataajille on tarjolla myös lisäpalveluja lataustauon ajaksi. Kannattavuuden saattaa ratkaista juuri lisäpalveluiden saatavuus. Yhden suurteholataustapahtuman keskimääräinen kesto on 20 minuuttia (ST-Käsikirja 41 2022, 111).

Pienemmän tehon julkisissa latausasemissa lisäpalveluiden asiointiaika saattaa määräytyä lataustapahtuman keston mukaan. Jos latausaika on pidempi, latausaseman käyttäjät haluavat lataustapahtuman kestoon soveltuvia palveluita. Näitä palveluita voivat olla esimerkiksi erikoisliikkeet, parturipalvelut ja ravintolapalvelut. Jos tarjolla ei ole kattavia palveluita, suuremman tehon tarve latauksessa korostuu, jolloin yksittäinen lataustapahtuma jää lyhyemmäksi ja käyttäjä pääsee jatkamaan nopeammin matkaa (ST-Käsikirja 41 2022, 111). Kuvissa 11 ja 12 näkyy tämänhetkinen tilanne suurteholatauspisteistä Pohjois- ja Etelä Suomesta. Kuvista näemme, että suurteholatausasemia löytyy jokaisen päätien varrelta, mutta ainakin vielä suurteho latauspisteiden sijainnit keskittyvät isompien kaupunkien läheisyyteen (Latauskartta.fi 2023).

Julkisen latausasemien suunnittelussa tulee sijainnin lisäksi ottaa huomioon myös aseman liikennejärjestelyt. Parkkiruudut eivät saa olla liian kapeita, vaan niiden leveyden tulisi olla mielellään vähintään 3 metriä. Jos tila antaa myöden, niin latausasemin ruuduista tulisi tehdä läpiajettavia. Tällöin ajoneuvon ajaminen latauspisteelle on helpompaa ja myös peräkärrylliset ajoneuvot pystyvät ajamaan lataukseen irrottamatta peräkärryä pois (ST-Käsikirja 41 2022, 111).



Kuva 11. Julkisten pika- ja suurteholatauspisteiden määrä pohjoisessa Suomessa kartalla (latauskartta.fi 2023)



Kuva 12. Julkisten pika- ja suurteholatauspisteiden määrä eteläisessä Suomessa kartalla (latauskartta.fi 2023)

3.4 Latauspisteoperaattorit

Latauspisteoperaattorit (CPO eli Charge Point Operator) ovat keskeisiä toimijoita, kun sähköinen liikenne jatkaa kasvuaan ja latauspisteiden määrä kasvaa jatkuvasti. Latauspisteoperaattori rakentaa sähköautojen latausjärjestelmiä ja ylläpitää niitä. Latauspisteoperaattori voi ylläpitää tai omistaa omat latausasemat, tai asentaa ja ylläpitää niitä kolmannelle osapuolelle (WattLogic 2023). Latauspisteoperaattori tarjoaa myös ohjelmistot maksupalveluihin ja asemien hinnoitteluun (Monta 2023).

Latauspisteoperaattori huolehtii, että operaattorin hallinnoimat laitteet ovat huollettu ja aina sähköautojen lataajien käytettävissä. Operaattorin on tärkeää tarjota vakaita ja toimintavarmoja latausjärjestelmiä jo nyt, mutta tulevaisuudessa sähköautokannan lisääntyessä toimintavarmuuden merkitys lisääntyy entisestään

(WattLogic 2023). Järjestelmien on oltava valmiita ilmoittamaan operaattorille, kun niissä esiintyy jotain vikaa. Järjestelmien tulisi tarvittaessa myös korjata ilmennyt vika ilman fyysistä käyntiä kohteella (Driivz 2022).

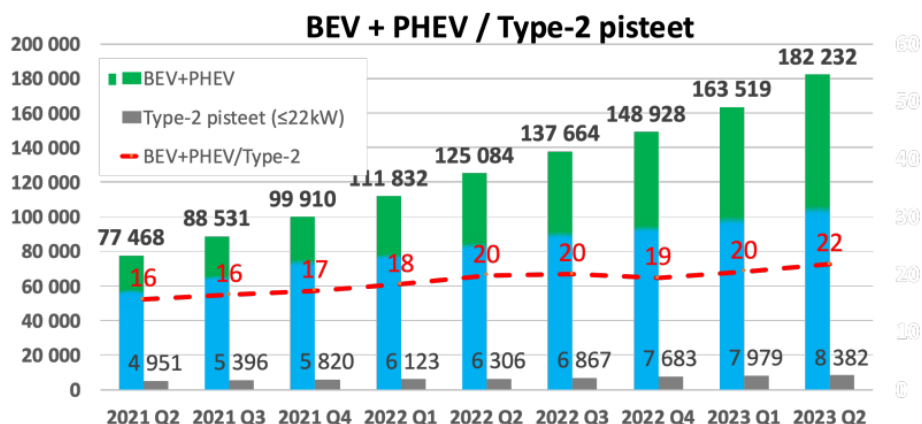
Laitteiden, lataustapahtumien ja maksujen hallinnointiin käytetään taustajärjestelmää, mikä perustuu tyypillisesti OCPP (Open Charge Point Protocol) -protokollaan. OCPP mahdollistaa tiedonsiirron laitteiden ja operaattorin välille, mahdollistaen mm. laitteiden ja kuormitusten valvonnan, sekä lataustapahtumien yksilöinti ja laskutus lataajalta. Tämä vaatii tietysti sen, että lataaja tunnistautuu laiturille. Yleisimpiä tunnistautumistapoja ovat Mobiilisovellus tai RFID-tunniste. Järjestelmä voi olla pilvipohjainen tai paikallinen. (ST-Käsikirja 41 2022, 73).

Suomessa latauspisteoperaattoreita on noin 30 kpl. Isoimpina operaattoreina teholatauksen osalta toimii K-Lataus, ABC-lataus, Recharge, Ionity, Virta, Tesla ja Neste. Kaikki edellä mainitut operaattorit Ionitya lukuunottamatta tarjoavat myös peruslatausta (latauskartta.fi 2023).

3.5 Julkisen latausverkoston nykytilanne ja kehitys

Sähköautojen julkisen latausverkoston tilanne jatkaa kasvuaan vuosi vuodelta. Verkosto kasvaa sekä asiointilatauksen, että suurteholatauksen osalta. Asiointilatauksen kasvu on ollut vuoden 2022 toisesta vuosineljänneksestä vuoden 2023 toiseen vuosineljännekseen noin 2000 latauspistettä lisää. Samaan aikaan myös täyssähköautojen ja ladattavien hybridien määrä on kasvanut, joten on hyvä seurata myös ladattavien autojen suhdetta asiointilatauspisteisiin. Vuodesta 2022 vuoden 2023 alkuun ladattavien autojen suhde asiointilatauspisteisiin on ollut keskimäärin 20. Luku saadaan, kun ladattavien autojen määrä jaetaan latauspisteiden määrällä (Kuva 13).

Sähköautot ja asiointilatauspisteet (≤22kW)

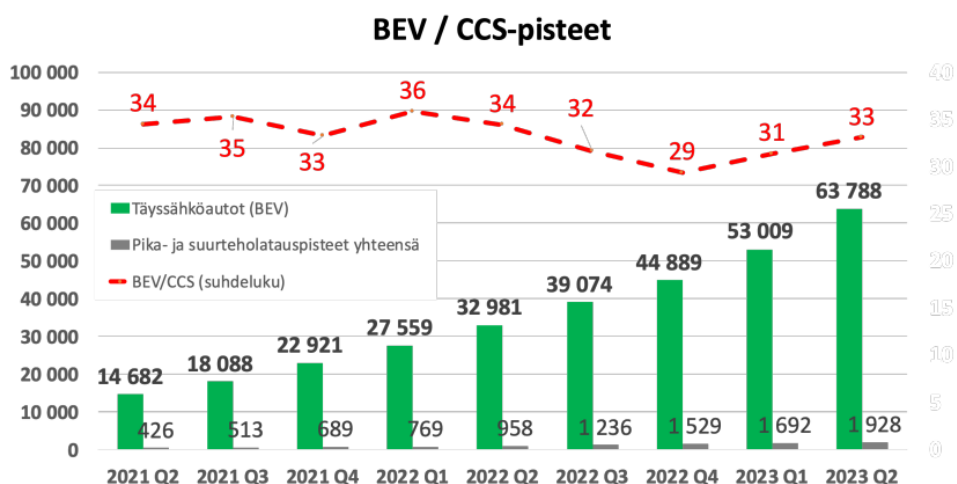


Kuva 13. Ladattavien autojen ja asiointilatauspisteiden suhde (Teknologiateollisuus 2023)

Kun tehdään sama vertailu pika- ja suurteholatauspisteisiin, niin vertailussa otetaan huomioon ainoastaan täyssähköautot. Tämä siitä syystä, että suurin osa ladattavista hybridautoista ei tue laisinkaan suurteholatausta (U.S. Department of Transportation 2023). Täytyy ottaa huomioon, että sähköisen liikenteen tilannekatsauksessa pika- ja suurteholataus tarkoittaa kaikkea yli 22 kW:n teholla tapahtuvaa DC-latausta.

Raportista selviää, että pika- ja suurteholatauspisteiden määrä on kasvanut vuoden 2022 toisesta vuosineljänneksestä vuoden 2023 toiseen vuosineljännekseen suhteessa nopeammin kuin asiointilatauspisteiden määrä. Latauspisteiden määrä on vuoden aikana yli kaksinkertaistunut. Huomioitavaa on silti, että täyssähköautojen suhde pika- ja suurtehoisiin latauspisteisiin on pienempi kuin vuosina 2021 ja 2022 (Kuva 14). Tätä selittää varmasti täyssähköautojen vauhdikas kasvu loppuvuodesta 2021 eteenpäin.

Täyssähköautot ja suuritehoiset latauspisteet (>22 kW)



Kuva 14. Täyssähköautojen ja pika- ja suurteholatauspisteiden suhde (Teknologiaeteollisuus 2023)

3.6 Latausverkoston toiminnan vaatimukset

Latausverkoston ja ladattavien autojen kasvun myötä myös latausverkoston toiminnan varmistaminen korostuu jatkuvasti enemmän. Isossa Britanniassa on vuonna 2022 määritetty lakiluonnos, jossa vaaditaan julkisen latauspisteiden toimivuuden olevan 99% (GOV.UK 2022). Suomessa ei ole ainakaan toistaiseksi vastaavaa julkisen latausverkoston toimivuuteen määrittävää lakia tai määräystä. Julkisen latauksen asiantuntijat eivät näe tarpeellisena luoda latauksen ympärille uusia lakeja (Energiateollisuus Ry, Heikkilä Tuukka 2023).

Latausverkoston toiminnan tärkeimpänä vaatimuksena on turvallisuus. Vaikka latausasema toimisi kuten pitääkin, turvallisuus on kuitenkin aina aseman ja laitteen tärkein vaatimus. Seuraavaksi tärkeimpänä vaatimuksena voidaan pitää latausaseman luotettavuutta. Luotettavuudella tarkoitetaan, että latausasema tekee sen mitä siltä pyydetään. Sitä voidaan mitata ainakin sillä tavoin, että latauksien aloitukset onnistuvat ja asema on riittävän helppokäyttöinen ja käyttäjäystävällinen. Tässä korostuu erityisesti latausaseman ohjeistus. Riittävän käyttäjäystävällinen latauksen aloitus ja lopetus, sekä hyvät ohjeet ovat tärkeässä roolissa. Lisäksi latauksien tehotasot tulisivat olla sitä, mitä latausasemalla on luvattukin.

Tehotasoihin pääsemiseen etenkin pikalatauksessa vaaditaan kuitenkin aina tietyt olosuhteet niin auton, kuin ulko- ja akuston lämpötilojenkin osalta. Olosuhteet ovat riippuvaisia ainakin auton mallista, akuston varaustasosta laturille tultaessa ja akuston lämpötilasta. Näistä asioista voisikin olla hyvä ohjeistaa autoilijoita väärinkäsityksien välttämiseksi (Heikkinen, Olli 2023), (Pod-Point 2021).

4 LATAUSASEMAN KÄYTTÖÖNOTTO JA TOIMIVUUDEN VARMISTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään latausaseman käyttöönottoprosessi Plugit Finland Oy:ssä alkaen laitteiden sähköasennuksista, päättyen yksittäisten lataustapahtumien läpi käymiseen ja yleiseen toimivuuden seurantaan. Luvussa käydään läpi yleisimmän esiintyviä ongelmia, urakoinnin asennuksien turvallisuutta ja laadun varmistamista, sekä pohditaan erilaisia seurantamenetelmiä ja pohditaan, miksi on tärkeää, että seurantaa latausasemille tehdään.

4.1 Urakoinnin laadun varmistaminen

Sähköautojen latausasemaprojektin valmistuttua on erityisen tärkeää varmistua siitä, että laitteiden asennus on tehty turvallisesti, ohjeita ja standardeja noudattaen. Laadun varmistaminen on tärkeää, jotta asiakaskokemus laturilla olisi miellyttävä ja ennen kaikkea turvallinen. Jos jostain ohjeesta, standardista tai mittauksesta poiketaan, on aina vaarana, että asennus ei ole enää turvallinen ja voi pahimmassa tapauksessa johtaa materiaali- ja henkilövahinkoihin.

4.1.1 Visuaaliset tarkastukset

Visuaalisella tarkastuksella tarkoitetaan tarkastusta, missä kohteen sähkökeskus, latauslaitteet, mainoskyltit ja muut asennettavat materiaalit käydään paikan päällä toteamassa oikein asennetuksi. Visuaalisella tarkastuksella tulee tarkistaa, että asennettavat laitteet ovat suorassa ja asennettu niille paikoille, mihin ne ovat suunniteltu asennettavaksi. Tämä on erityisen tärkeää siitä syystä, että laitteiden käyttökokemus tulee vastaamaan etukäteen suunniteltua käyttöä. Lisäksi tulee tarkastaa, että laitteiden ja keskuksen mukana on toimitettu kaikki osat ja etenkin, että kaikki kosketukselle alttiit osat ovat suojattu asianmukaisesti.

Lisäksi visuaalisella tarkastuksella tulee varmistua siitä, että kaapelointi on tehty oikein ohjeita ja standardeja noudattaen. Kaapelointireitit ja kaapelien kiinnitys

tulee olla tehty asianmukaisesti ja maa-asennukset pitää olla kaivettu tarpeeksi syväälle ja oikeanlaista suojaputkitusta käyttäen. Lisäksi syöttökaapeleiden läpiviennit ja palokatkot rakenteissa tulee olla tehty standardeja noudattaen.

Visuaalisen tarkastuksen suorittaa sähköurakoinnin tekevä yritys ja heidän vastuulleen kuuluu myös valokuvata työmaa sen verran kattavasti, että Plugit pääurakoitsijana pystyy valokuvien ja muiden dokumenttien perusteella ja todeta projektin olevan tehty ohjeistusta noudattaen.

4.1.2 Käyttöönottomittaukset

Ennen laitteiston käyttöönottoa latauslaitteille ja sähköauton latauskeskukselle (SALK) tulee tehdä sähköturvallisuuslain edellyttämät käyttöönottotarkastukset. Toimintatarkastukset tulee tehdä laitteiston valmistajien ohjeiden mukaisesti, kun taas latauslaitteiden ja keskuksen suojalaitteille tulee tehdä sähköturvallisuuslakiin perustuvat käyttöönottomittaukset (ST-Käsikirja 41 2022, 113), (Tukes 2023).

Latausaseman ja latauskeskuksen syöttökaapeleille tulee tehdä käyttöönottotarkastus, joka sisältää aistinvaraisen tarkastuksen, suojajohtimen (PE) jatkuvuusmittauksen, oikosulkuvirran (silmuikkaimpedanssi) mittauksen, eristysresistanssin mittauksen ja vikavirtasuojan mittauksen. Joissain tapauksissa vikavirtasuojaa saattaa olla laitteessa itsessään. Tässä tapauksessa latausaseman vikavirtasuojaa tulee tarkastaa ja mitata. Latauslaitteissa oleville vikavirtasuojille vaaditaan erityisominaisuuksia tasasähkövirran mahdollisen esiintymisen takia. Se ei kuitenkaan aseta käyttöönottomittauksella erityisiä vaatimuksia. Vikavirtasuojaa voidaan samalla tavalla todeta oikein toimivaksi sinimuotoisella testivirralla. Jos testi menee vaihtosähköllä testatessa läpi, voidaan se todeta oikein asennetuksi ja toimivaksi (ST-Käsikirja 41 2022, 113).

Mikäli latausasema sisältää muita suoja, kuten johdonsuojia tai sulakkeita, tulee niidenkin osalta tehdä tarvittavat tarkastukset. Esimerkkinä, jos syöttävän kaapelin alkupäässä on ainoastaan oikosulkusuojana toimiva ylivirtasuojaa, pitää varmistaa, että kaapeli on oikein mitoitettu latausaseman suojalaitteen tai kuormavirran kannalta. Lisäksi on tärkeää noudattaa laitevalmistajan omaa asennusohjetta. Laitevalmistajan ohjeessa voi olla tavanomaisista käyttöönottomittauksista

ja tarkastuksista poikkeavia vaatimuksia, mitkä ovat tärkeä suorittaa ja/tai tarkastaa laitteen täyden toimivuuden, sekä laitetakuun säilymisen kannalta (ST-Käsikirja 41 2022, 114).

Käyttöönottomittauksista tulee myös laatia pöytäkirja, mistä ilmenee kaikki laitteistolle tehdyt mittaustulokset. Käyttöönottopöytäkirjasta ei ole säädetty määrämuotoa, mutta siitä on käytävä ilmi ainakin seuraavat asiat: Kohteen yksilöintitiedot, sähkölaitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi sekä yhteystiedot, selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräystenmukaisuudesta, sovelletut standardit, yleiskuvaus käytetyistä tarkastusmenetelmistä, tarkastusten ja testausten tulokset sekä tarkastuksen tekijän allekirjoitus (Tukes 2023).

4.1.3 Varmennustarkastus

Sähköturvallisuuslain mukaan pääsulakkeiltaan yli 35A:n sähkölaitteistoille tulee teettää varmennustarkastus käyttöönottotarkastusten lisäksi. Varmennustarkastus on teetettävä sekä uusiin asennuksiin, että merkittävälle muutos- tai laajennustyölle. Merkittäväksi muutostyöksi katsotaan, mikäli muutosaluetta suojaavan ylivirtasuojan koko on vähintään 35A siinä laitteistossa, jolle ei erikseen edellytetä käytön johtajaa tai laitteistolle, jonka ylivirtasuojan koko on vähintään 250A ja jolle on nimettävä käytön johtaja. Muutoksen katsotaan myös olevan merkittävä ilman, että edellä mainitut kohdat täyttyvät, jos muutosalue sijaitsee räjähdysvaarallisessa tilassa, räjähteiden valmistustilassa, tai sairaalan/lääkäriaseman leikkauksalissa (Tukes 2023).

Varmennustarkastuksen vastuu on sähkötöitä tekevän tahon vastuulla. Varmennustarkastuksessa todetaan käyttöönottotarkastuksien olevan asianmukaiset ja tarkistetaan erilaisin pistokokein asennusten turvallisuus. Varmennustarkastuksen tekijä laatii varmennustarkastuksesta todistuksen, minkä lisäksi hän kiinnittää tarran tarkastuksesta pääkeskukseen tai pääkeskusta vastaavaan kohtaan. Kohteen haltijan tulee säilyttää varmennustarkastustodistus vähintään kymmenen vuoden ajan (Tukes 2023).

4.2 Yleisimmät ongelmat

Sähköauton latausjärjestelmä toimii linkkinä sähköverkon ja sähköauton välillä, joten käytettävyyden tulee olla korkein mahdollinen. Latausjärjestelmän päivitystä valvontaa suoritetaan osakseen myös käyttäjien avulla. Latausasemalla tulee olla aina yhteystiedot käyttötukeen, mihin käyttäjä voi ilmoittaa latausasemalla tapahtuvista poikkeamista (ST-Käsikirja 41 2022, 115).

Yleisimpiä latausasemilla ilmi tulleita ongelmia ovat käyttäjäperäiset ongelmat. Ne voivat liittyä latauksen aloitukseen/lopettamiseen sovelluksessa tai laitteiden käyttöön. Sähköauton lataus eroaa tietyltä osin perinteisen polttomoottoriauton tankkauksesta, esimerkiksi, että lataukseen käytetään ainakin tällä hetkellä RFID- tunnistusta tai vaihtoehtoisesti mobiilisovellusta. Näiden käyttö saattaa tuottaa osalle lataajista ongelmia. Yksi mahdollinen ongelma on myös, että käyttäjä valitsee mobiilisovelluksesta latauksen aloittamiseen eri laitteen tai pistokkeen, kuin mihin auton on todellisuudessa kytketty. Lisäksi latauslaitteilla on laitteen mallista riippuen tietty aika yhteyden muodostamiseen auton ja latauslaitteen välille ja mikäli yhteyttä ei tietyn ajan sisällä ei pystytä muodostamaan, lataustapahtuma epäonnistuu. Käyttäjäperäisen virheen voi tunnistaa useammalla eri tavalla. Jos taustajärjestelmästä nähdään, että laitteella on useita epäonnistuneita lataustapahtumia lyhyen ajan sisään, mutta laite on ennen niitä ja niiden jälkeen toiminut normaalisti, voidaan olettaa, että välissä on tapahtunut käyttäjävirhe. Tässä tapauksessa käyttäjä on saattanut tehdä latauksen aloitukseen vaadittavat toimenpiteet väärässä järjestyksessä, latauskaapelia ei ole kytketty autoon kunnolla, tai auto ei ole kykeneväinen ottamaan latausta vastaan esimerkiksi päällä olevan latausrajoituksen takia.

Laitteet itsessään toimivat pääsääntöisesti teknisesti hyvin. Yleisimmät vikatyypit itse laitteissa liittyvät useimmiten latauslaitteen kommunikointiin auton tai taustajärjestelmän kanssa. Laite ja auto eivät välttämättä saa aina muodostettua yhteyttä toistensa välille ja tästä syystä auto ei ala lataamaan, tai lataus keskeytyy ennen kuin se olisi toivottavaa. Latauslaitteita päivitetään jatkuvasti valmistajien toimesta ja ilmi tulleita ongelmia pyritään parantamaan. Päivityksiä tehdään myös laitteen asennuksen jälkeen, eli latauslaitteet kehittyvät jatkuvasti myös niiden asennuksien jälkeenkin (Heikkinen, Olli 2023).

Se miten yleisimpiä ongelmia voitaisiin vähentää ja tulevaisuudessa välttää kokonaan olisi ainakin tietoisuuden lisääminen sähköautoiluun ja lataukseen liittyen. Tämä vähentäisi ainakin ongelmia latauksien aloitusten ja lopetusten kanssa, sekä selkeyttäisi lataajaa latausnopeuksiin liittyen tietyissä sen hetkissä olosuhteissa. Lisäksi teknisillä ratkaisuilla lataustapahtuman yksinkertaistaminen. Lisäksi olisi tärkeää, että eri latauspalveluja tarjoavat yritykset yhtenäistävät latauksen aloitukseen liittyvät käytännöt. Ihmiset ovat tottuneet tankkaamaan polttomoottorilla toimivia ajoneuvoja ja polttonesteen tankkaamisessa noudatetaan lähes poikkeuksetta samanlaista käytäntöä maksamiseen ja tankkaamiseen asemasta riippumatta (Heikkinen, Olli 2023). Esimerkiksi Plug & Charge -toiminto lisääisi lataustapahtuman aloituksen helppoutta. Plug & Charge -toiminto on lataajalle kaikista yksinkertaisin tapa aloittaa lataustapahtuma. Siinä autoilijan tarvitsee ainoastaan kiinnittää latauskaapeli autoonsa ja lataustapahtuma alkaa ilman erillisiä käyttäjältä vaadittavia toimenpiteitä. Sen tavoitteena on tulevaisuudessa varmistaa käytön helppous autoja ladattaessa (Driivz 2022).

4.3 Seurantamenetelmät

Säännölliseen jokapäiväiseen seurantaan kuuluu arvioida aistinvaraisesti latausaseman rakennetta ja toimintaa. Peruslatausasemissa tulee keskittyä ensisijaisesti latauspistorasian ja kaapelin kuntoa. Pistorasia- ja kaapelikomponenttien valmistajat ilmoittavat käyttöikäksi noin 10 000 kytkentää. Väärin tai huolimattomasti käytettynä komponentit saattavat vaurioitua ja kytkentämäärä voi olla merkittävästi pienempi verrattuna valmistajan ilmoittamaan määrään. Onkin erityisen tärkeää saada latausaseman käyttäjät ilmoittamaan asemalla tapahtuvista ongelmista ja muista havainnoista esimerkiksi kaapelin tai pistorasian kuntoon liittyen (ST-Käsikirja 41 2022, 115).

Aistinvaraisen seurannan lisäksi on tärkeää seurata asemien toimintaa lataustapahtumien näkökulmasta. Taustajärjestelmästä voidaan seurata asemien yksittäisten latauslaitteiden lataustapahtumia. Lataustapahtumasta voidaan nähdä ajan suhteen muuttuva latauksen jännite, virrat ja teho. Lisäksi taustajärjestelmästä saadaan ajettua ulos tietoa verkostokokonaisuuden, latausaseman tai yk-

sittäisen latauslaitteen statistiikkaa. Statistiikasta pystytään näkemään latausta-
pahtumien onnistumisprosentit ja tehotietoja. Jos taustajärjestelmän tietojen pe-
rusteella todetaan, että latauslaitteessa on jotain vikaa, niin itse laitteen korjaa-
minen vaatii aina kohdekäynnin. Ainoastaan ohjelmistoissa esiintyvät viat voi-
daan tietyissä tapauksissa korjata etänä ilman kohdekäyntiä. Lisäksi latausase-
man tai laitteen tiettyjä osia voidaan ohjata etänä pois käytöstä väliaikaisesti, jotta
asemaa tai laitetta voidaan edelleen käyttää viasta huolimatta turvallisesti niiltä
osin, kun se on kunnossa. Esimerkiksi kontaktoreita voidaan avata ja sulkea
etänä taustajärjestelmän kautta, jolloin laitteistoa saadaan ohjattua tarvittaessa
jännitteettömäksi (Heikkinen, Olli 2023).

4.4 Toimivuuden varmistaminen

Toimivuuden varmistaminen on osa ennakoivaa kunnossapitoa. Ennakoiva kun-
nossapito voidaan jakaa kolmeen osaan. Ensimmäisenä osana on päivittäinen
aistinvarainen valvonta, mikä on pääosin käyttäjien varassa. Toisena on määrä-
aikaishuollot ja kolmantena vuosihuollot (ST-Käsikirja 41 2022, 115).

Määräaikaishuoltojen huoltovälin määrittelee laitteiden valmistajat. Ainakin tois-
taiseksi laitevalmistajat määrittelevät huollon tarpeen ainoastaan kalenteriperus-
teisesti. Laitteiden huollossa voisi kuitenkin olla parempi ottaa huomioon laittei-
den olosuhteet ja käyttöaste tunteina tai suorittaa huollot ladatun energian mu-
kaan. Jos jotain laitetta kuormitetaan todella säännöllisesti, niin huoltovälikin voisi
olla hieman tiheämpi kuin laitteella, jota kuormitetaan vähemmän. Lisäksi asen-
nuserästä, mihin latauslaite asennetaan, saattaa vaatia tiheämpää huoltotar-
vetta. Esimerkiksi kuumat ja pölyiset tilat (Heikkinen, Olli 2023).

Yleisimpiä tarkastettavia asioita latauslaitteissa ovat kaapeleiden liitokset, kaikki
liikkuvat osat kuten latauspistoke ja kaapeli, laitteiden eristykset ja ulkoisesti nä-
kyvät kolhut. Latauslaitteissa komponentit ja kaapelointi on tyypillisesti mitoitettu
hyvin lähelle sallittua rajaa käytettävän virran kanssa, joten kaapeleiden liitokset
ovat erittäin tärkeä tarkastaa säännöllisesti. Jatkuvan korkean virran takia kaape-
lit lämpenevät ja jos liitos on tehty huonosti, niin se saattaa ylikuumentua ja pa-
himmassa tapauksessa aiheuttaa komponenttien vikaantumisen tai tulipalon. On
siis erityisen tärkeää puristaa liitokset oikein ja kiristää ne oikeaan momenttiin.

Lisäksi olisi hyvä pohtia voisiko olla järkevää mitoittaa kaapelointi hieman yli nimellisvirran, jolloin lämpenemä ei olisi yhtä suuri pitkäkestoisessa nimelliskuormassa. Latauskeskuksessa tai laitteessa itsessään ei välttämättä ole suojalaitetta mikä reagoi kasvavaan lämpötilaan, jolloin on olemassa tulipalovaara liiallisen lämpenemisen myötä. Tulipalovaara on yksi keskeisimpiä aseman käyttäjän terveydelle kohdistuvia yksittäisiä uhkia.

Kaapeloinnin ja liitoksien lisäksi laitteista tarkistetaan kaikki liikkuvat osat. Liikkuvat osat, eli yleisimmin latauspistoke ja kaapeli ovat laitteen yleisesti vaurioituneimmat osat. Tarkastukset suoritetaan aistinvaraisesti tarkastamalla pistokkeen ja kaapelin eristyksen kunto. Pikalatauslaitteissa itsessään on sisällä mittareita, jotka mittaavat laitteen eristysvastusta ennen ja jälkeen lataustapahtuman, jolloin laite osaa isossa osassa vikatilanteita myös suojella itse itseään.

Laitteissa tulee tarkistaa myös laitteen omat eristykset. Tämä on erityisen tärkeää Suomen vaihtuvien vuodenaikojen takia. Jos laitteen eristyksissä löytyy huomautettavaa, niin laite voi joutua alttiiksi sääilmiöille, kuten vedelle ja jälle. Latauslaitteet sisältävät runsaasti herkkiä komponentteja, joiden toimintaan kosteus voi vaikuttaa merkittävästi. Lisäksi laite tulee tarkastaa myös ulkoisien kolhujen osalta. Jos laitteessa on ulkoisesti näkyviä kolhuja, myös sillä voi olla merkittävä vaikutus laitteen eristykseen ja sitä kautta laitteen toimintaan. Lisäksi DC-laitteissa tulee huoltojen yhteydessä tarkastaa ja putsata, tai tarvittaessa vaihtaa kaikki laitteen jäähdytysilman suodattimet. Tukkeutunut suodatin estää ilmankiertoa ja aiheuttaa virtalähteiden kuumenemisen ja mahdollisen rikkoontumisen. Lisäksi tukkeutunut suodatin saattaa edesauttaa korvausilman kulkemisen suodattamattomana latauslaitteen sisään (Heikkinen, Olli 2023).

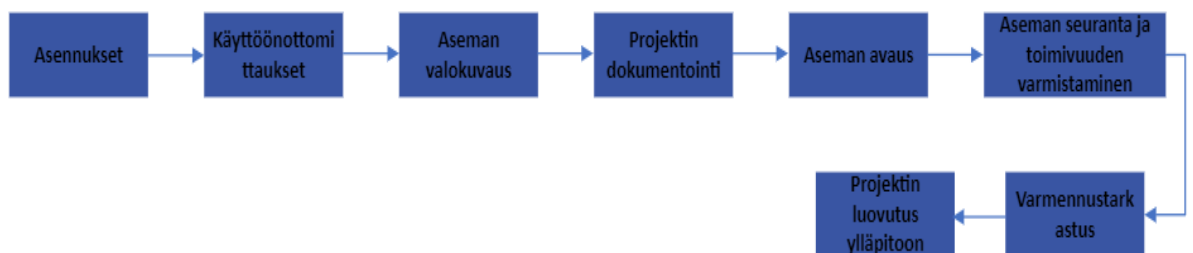
4.5 Latausasemaprojektin siirtäminen toteutuksesta ylläpitoon

Projektin siirtäminen toteutuksesta lopullisesti ylläpitoon voidaan suorittaa, kun kaikki edellä kerrotut kohdat ovat täyttyneet. Projektista vastaavan henkilön tulee varmistua, että urakoinnin laatu on täyttänyt tarvittavan tason. Latauskeskuksen ja laitteiden asennuksien tulee olla tehty kohteen suunnitelmia, sekä käytössä olevia standardeja noudattaen. Kohde tulee lisäksi dokumentoida sillä tasolla,

että pelkästään valokuvien, mittauspöytäkirjan ja muiden dokumenttien perusteella voidaan todeta työn olevan luovutuskunnossa asiakkaalle, sekä myös ylläpitoon.

Valmiin kohteen laitteille olisi myös hyvä heti aseman avauduttua tehdä tietyn ajan aktiivista seuranta, missä seurattaisiin käyttäjien lataustapahtumien onnistumista ja lisäksi lataustapahtumien yleisimpiä tunnuslukuja, kuten lataustehoja. Aikajakso voisi olla kahdesta viikosta kolmeen kuukauteen. Kolmen kuukauden aikajakso seurannalle olisi siinä mielessä sopiva, että ennen lopulliseen ylläpitoon siirtämistä kohteelle olisi suoritettu myös varmennustarkastus.

Jos kohde läpäisee seurantajakson ja laitteet toimivat, kuten ne ovat suunniteltu, niin projekti dokumentteineen voidaan luovuttaa lopullisesti ylläpidolle ja siitä eteenpäin laitteiden toimivuudesta, seurannasta ja huolloista vastaa huolto-organisaatio.



Kuvio 2. Käyttöönottoprosessi aikajanalla

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia sähköauton latausaseman projektin elinkaaren siirtymistä toteutusvaiheesta ylläpidon vaiheeseen. Työssä tarkastelin latausasemien suunnittelua, rakentamista, ja valmiin latausaseman toimivuuden seuranta julkisissa latausverkostoissa.

Latausasemien suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon eri lataustavat. Rakentamisen säädökset ja standardit vaikuttavat merkittävästi latausasemien suunnitteluun ja sijoitteluun. Julkisen latausverkoston toiminnassa on otettava huomioon käyttäjien tarpeet ja ympäristövaatimukset.

Latausasemien toimivuuden seuranta on olennainen osa niiden ylläpitoa. Urakoinnin laadun varmistamiseksi on käytettävä erilaisia tarkastusmenetelmiä, mukaan lukien visuaaliset tarkastukset, käyttöönottomittaukset ja varmennustarkastukset. Yleisimmät ongelmat, kuten latausasemien tekniset viat, on tunnistettava ja korjattava nopeasti. Seurantamenetelmät, kuten etävalvonta ja automatisoidut ilmoitukset, voivat auttaa ylläpitäjiä havaitsemaan ongelmat nopeasti.

Projektin siirtyminen toteutuksesta ylläpitoon edellyttää tiivistä yhteistyötä projektitiimin, latausverkoston operaattoreiden ja huoltohenkilöstön välillä. On tärkeää suunnitella siirtymävaihe huolellisesti ja laatia selkeä dokumentaatio, joka helpottaa ylläpidon aloittamista. Myös koulutus ja tiedon siirto ovat keskeisiä tekijöitä onnistuneessa projektin siirtymisessä ylläpidettäväksi.

Sähköautojen määrä kasvaa jatkuvasti ja latausverkoston tarve lisääntyy sähköautojen kasvun myötä. Mitä enemmän on latausasemia, niin sitä enemmän tarvitaan myös ylläpitoa ja huoltoa. Sähköautojen lisääntyessä on myös erityisen tärkeää tehdä latauksesta niin helppoa ja käyttäjäystävällistä, kuin mahdollista. Olikin syytä pohtia, että mitä keinoja tähän voisi tulevaisuudessa olla. Iso osa epäonnistuneista lataustapahtumista on tällä hetkellä käyttäjäperäisiä virheitä. Lataustapahtumien aloitusta tulisikin helpottaa käyttäjille ja tästä Plug & Charge on yksi esimerkki. Lisäksi tietoisuutta lataukseen liittyen tulisi lisätä. Latausnopeudet ja auton kyvykkyydet ottaa latausta vastaan on yksi tärkeä asia, missä käyttäjien

tietoisuutta tulisi tulevaisuudessa lisätä. Ohjeistuksien tulisi olla niin selkeitä, ettei tavallisen lataajan tarvitsisi olla sähkötekniikan ammattilainen ymmärtääkseen lataustapahtuman keskeisiä tunnuslukuja.

Sähköauton latausasemien suunnittelu, rakentaminen ja ylläpito ovat monimutkaisia prosesseja, jotka vaativat huolellista suunnittelua ja seuranta. Projektin siirtyminen toteutuksesta ylläpitoon on kriittinen vaihe, joka vaatii tiimityötä ja hyvää dokumentaatiota. Vaikka työ on rajattu julkiseen lataukseen, voitaisiin työtä monistaa myös taloyhtiöihin, työpaikoille ja ammattiliikenteen latausratkaisuihin.

LÄHTEET

Sesko, 2023. Sähköautosanasto. Luettu 14.8.2023.

https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/sahkoautosanasto

Sähköajoneuvojen lataussuositus 2023. Luettu 14.8.2023. <https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/lataussuositus/>

ST-Käsikirja 41. 2022. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo: Sähkötieto ry. Luettu 14.8.2023. Vaatii käyttöoikeuden. Sähköinfo (sahkoinfo.fi)

Sähköauton akku ja lataaminen. Tukes. Luettu 15.8.2023. <https://tukes.fi/koti-ja-vapaa-aika/kodin-tekniikka-ja-sahko/sahkoauton-akku-ja-lataaminen>

Finnparttia sähkötukku. EVSE1 Tuotesivu 2023. Luettu 20.8.2023. <https://www.finnparttia.fi/EVSE1-saehkoeauton-latauskaapel>

Latauspistoketyypit sähköautoille. Plugit Finland Oy. Luettu 20.8.2023. <https://plugit.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>

Sähköautot ja sähköautojen lataus – Pikaopas. Nordicplug 2022. <https://nordicplug.fi/pages/sahkoautojen-lataus-pikaopas>

Kaksisuuntainen lataus – Mistä on kyse?. Nordicplug 2023. Luettu 20.8.2023. <https://nordicplug.fi/blogs/sahkoautot-ja-lataaminen-blogi/kaksisuuntainen-lataus-v2g>

Kysyntäjousto, Fingrid. Luettu 15.9.2023. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyyssahkomarkkinoiden-kehityshankkeet/kysyntajousto/>

19. Di Paolo Emilio, Maurizio 2021. Wireless Charging Technology for EVs. Power Electronics News 27.5.2021. Hakupäivä 14.8.2023. <https://www.powerelectronicsnews.com/wireless-charging-technology-for-evs/>

Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q2/2023. Teknologiateollisuus. Luettu 6.10.2023. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2023%20Q2%20SähköinenLiikenne%20tilannekatsaus%202023%2008%2028%20jaettava.pdf>

Ladattavien autojen käyttäjätutkimus. 2020. Selvitys ladattavien hybridien ja sähköautojen käyttötavoista. Helsinki: Autoalan tiedotuskeskus. Luettu 16.8.2023. https://www.aut.fi/files/2116/Ladattavien_autojen_tutkimusraportti_liitteineen.pdf

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjauksjärjestelmillä, Finlex, 733/2020. Luettu 26.9.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733>

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä ("Latauspiste- ja automaatiolaki"). 2021. Luettu 26.9.2023.

<https://www.kuntaliitto.fi/yleiskirjeet/2021/laki-rakennusten-varustamisesta-sahkoajoneuvojen-latauspisteilla-ja>

Maankäyttö- ja rakennuslaki (Alueidenkäyttölaki), Finlex, 5.2.1999/132. Luettu 26.9.2023.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Sähköautojen latausjärjestelmiä koskeva standardointi, Sesko. Vesa, J. 2019. Luettu 25.8.2023.

https://sesko.fi/wp-content/uploads/2021/12/Sahkoautojen_latausjarjestelmat_perusesitys_2018dec.pdf

Latauskartta.fi, 2023. Luettu 17.11.2023

<https://latauskartta.fi>

Tenfold expansion in chargepoints by 2030 as government drives EV revolution. GOV.UK, 2022. Luettu 5.9.2023.

<https://www.gov.uk/government/news/tenfold-expansion-in-chargepoints-by-2030-as-government-drives-ev-revolution>

Sähköautojen latauspaikkojen toimintavarmuus puhuttaa, Tuukka Heikkilä ja Niila Rajala. Luettu 16.10.2023.

<https://moottori.fi/liikenne/jutut/sahkoautojen-latauspaikkojen-toimintavarmuus-puhuttaa/>

What is a Charge Point Operator (CPO)?, WattLogic 2023. Luettu 15.10.2023.

<https://wattlogic.com/blog/charge-point-operator/>

What Is a Charge Point Operator (CPO)?. Driivz 2022. Luettu 15.10.2023.

<https://driivz.com/glossary/charge-point-operator/>

What is an electrical vehicle charge point operator (EV CPO)?. Monta 2023. Luettu 16.10.2023.

<https://monta.com/uk/learn/charge-point-operator-ev-cpo/>

Bidirectional Chargers Explained - V2G Vs V2H Vs V2L. Clean Energy Reviews 2023. Luettu 25.9.2023.

<https://www.cleanenergyreviews.info/blog/bidirectional-ev-charging-v2g-v2h-v2l>

Charger Types and Speeds. U.S. Department of Transportation 2023. Luettu 14.10.2023.

<https://www.transportation.gov/rural/ev/toolkit/ev-basics/charging-speeds>

Sähköasennusten käyttöönottovaiheen tarkastukset. Tukes. Luettu 31.8.2023.

<https://tukes.fi/sahko/sahkoasennusten-kayttoonottovaiheen-tarkastukset>

Sähköturvallisuuslaki, Finlex, 1135/2016. Luettu 1.9.2023.

<https://tukes.edilex.fi/fi/lainsaadanto/20161135#L3P43>

Heikkinen, Olli 2023. Service Manager, Plugit Finland Oy. Haastattelu 12.9.2023.

What is Electric Vehicle Plug & Charge?. Driivz 2022. Luettu 16.10.2023.
<https://driivz.com/glossary/plug-and-charge/>

How Long Does It Take To Charge An Electric Car?. Pod-Point 2021. Luettu 26.9.2023.
<https://pod-point.com/guides/driver/how-long-to-charge-an-electric-car>

SÄHKÖAUTON SISÄLATURIN VAIKUTUS LATAUSTEHOON 2022. Luettu 26.9.2023.
<https://nordicplug.fi/blogs/sahkoautot-ja-lataaminen-blogi/auton-sisalaturin-vai-kutus-lataustehoon>