



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Teemu Verto

# Sähköauton latausjärjestelmien asennus ja huolto

Tekniikka  
2024

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Teemu Verto
Opinnäytetyön nimi	Sähköauton latausjärjestelmien asennus ja huolto
Vuosi	2024
Kieli	suomi
Sivumäärä	37 + 1 liite
Ohjaaja	Jukka Hautala

---

Opinnäytetyön aiheena oli syventyä sähköajoneuvon latausjärjestelmien asennukseen ja huoltoon. Tarkoituksena on tarjota kattava opas sähköajoneuvon latausjärjestelmien huollosta ja asennuksesta. Työssä käsitellään sähköajoneuvojen latausjärjestelmien perusteita ja syvennytään niiden tekniikkaan. Työssä tarkastellaan myös latausjärjestelmien asennusprosessia, huolto- ja ylläpitokäytäntöjä sekä niihin liittyviä turvallisuusnäkökohtia.

Työn tärkein tavoite oli tutkia erityyppisiä latausjärjestelmiä ja syventyä niiden teknisiin ja sääntelyyn liittyviin haasteisiin. Lisäksi käsitellään latausjärjestelmien huollon merkitystä ja erilaisia huoltotoimenpiteitä, jotka varmistavat järjestelmien turvallisen ja tehokkaan toiminnan. Menetelminä työssä on käytetty alan kirjallisuuskatsausta ja standardeja.

Työn tuloksena syntyi kattava tietopaketti, joka auttaa sähköajoneuvojen latausjärjestelmien asennuksen ja huollon ammattilaisia ymmärtämään paremmin näiden järjestelmien monimutkaisuutta ja tärkeyttä. Tämä on erityisen ajankohtaista nyt, kun sähköajoneuvojen käyttö yleistyy ja tarve kestäville latausjärjestelmille kasvaa. Työssä perehdytään kattavasti myös sähköajoneuvoihin ja sitä kautta tuodaan tietoa sähköajoneuvoa mahdollisesti hankkiville. Lisäksi opinnäytetyö valottaa sähköajoneuvojen omistamisen käytännön näkökohtia.

## ABSTRACT

Author	Teemu Verto
Title	Installation and maintenance of electric vehicle charging systems
Year	2024
Language	Finnish
Pages	37 + 1 Appendices
Name of Supervisor	Jukka Hautala

---

The subject of the thesis was to delve into the installation and maintenance of electric vehicle charging systems. The purpose was to provide a comprehensive guide on the maintenance and installation of electric vehicle charging systems. The thesis addresses the basics of electric vehicle charging systems and delves into their technology. It also examines the installation process of charging systems, maintenance and maintenance operations, and the related safety aspects.

The main objective of the thesis was to study the different types of charging systems and to delve into their technical and regulatory challenges. In addition, the importance of maintenance of charging systems and various maintenance measures to ensure the safe and efficient operation of the systems are discussed. A literature review and standards in the field have been used as methods in the thesis.

As a result, a comprehensive information package was created to help installation and maintenance professionals of electric vehicle charging systems better understand the complexity and importance of these systems. This is particularly relevant now that the use of electric vehicles is becoming more common and the need for sustainable charging systems is increasing. The thesis also provides comprehensive familiarity with electric vehicles and thereby provides information to those who may acquire an electric vehicle. In addition, the thesis sheds light on the practical aspects of owning electric vehicles.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄSITTEET JA LYHENTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

LIITELUETTELO

1	JOHDANTO.....	9
2	SÄHKÖAJONEUVOT.....	10
	2.1 Hybridiajoneuvo.....	11
	2.2 Ladattava hybridiajoneuvo .....	11
	2.3 Täyssähköajoneuvo.....	12
3	SÄHKÖAJONEUVON LATAUSJÄRJESTELMÄT .....	14
	3.1 Latausjärjestelmän tekniikka .....	14
	3.2 Energian varastointi akuilla.....	15
	3.3 BMS-akunhallintajärjestelmä.....	16
	3.4 BMS:n toiminta .....	17
	3.5 Taustajärjestelmät .....	18
	3.6 RFID-teknologia.....	18
	3.7 Lataustavat.....	19
	3.7.1 Lataustapa 1 .....	19
	3.7.2 Lataustapa 2 .....	20
	3.7.3 Lataustapa 3 .....	20
	3.7.4 Lataustapa 4 .....	20
	3.8 Sähköajoneuvojen latauspisteiden suunnittelu ja rakentaminen pelastuslaitosten näkökulmasta.....	21
	3.8.1 Ohjeistus sähköajoneuvojen latausasemien suunnitteluun .....	21
	3.8.2 Sähköajoneuvon akkupalo .....	21
	3.8.3 Latauspisteiden suunnittelu.....	22

3.9	Kuormanhallinta latausprosessissa.....	22
3.9.1	Dynaaminen kuormanhallinta.....	24
3.9.2	Staattinen kuormanhallinta .....	24
4	LATAUSJÄRJESTELMIEN ASENNUS .....	26
4.1	Latausjärjestelmän suunnittelu .....	26
4.2	Latausjärjestelmän vaatimukset .....	26
4.3	Latausjärjestelmän sijoittelu ja toteutus .....	27
4.4	Kaapeloinnin toteutusperiaate .....	27
4.5	Käyttöönotto.....	28
5	LATAUSJÄRJESTELMIEN HUOLTO .....	29
5.1	Huollon perusteet .....	29
5.2	Latausjärjestelmän kunnossapito .....	29
5.3	Latausjärjestelmän määräaikaishuolto.....	30
6	YHTEENVETO .....	32
	LÄHTEET .....	34
	LIITTEET .....	37

## KÄSITTEET JA LYHENTEET

PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Ladattava hybridauto, joka voidaan ladata sähköverkosta
Hybridauto	Auto, joka käyttää kahta tai useampaa voimanlähdettä, kuten sähkö- ja polttomoottorin yhdistelmää.
CCS	Combined Charging System. Pikalataus
CHAdeMO	CHArge de MOve. Pikalataus. CHAdeMO on japanilainen standardi
OCPP	Open Charge Point Protocol
MID	Mittalaitedirektiivi
RFID	Radio Frequency Identification
IP-luokitus	Kansainvälisesti käytössä oleva järjestelmä sähkölaitteiden ja laitekoteloiden tiiviyyden määrittämiseksi
IK-luokitus	Kansainvälisesti käytössä oleva järjestelmä, joka määrittelee koteloiden kestävyden mekaanisille vaikutuksille
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
IFLS	Insulation fault location system (Eristysvika paikannusjärjestelmä)
EV	Electric Vehicle (Sähköajoneuvo)
DC	Direct Current (Tasavirta)
AC	Alternating Current (Vaihtovirta)
BMS	Battery Management System (Akunhallintajärjestelmä)

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b> Vaihtoehtoista energialähdettä käyttävien ajoneuvojen kehitys [1]. ....	11
<b>Kuva 2.</b> Sähköauton kytkentä latauspisteeseen [5].....	13
<b>Kuva 3.</b> BMS-Akunhallintajärjestelmä [22].....	17
<b>Kuva 4.</b> Virransyötön katkaisupaikan opasteet [10].....	22
<b>Kuva 5.</b> Kuormanhallinta kiinteistössä [3;23]. ....	23

## **LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Latausjärjestelmän esimerkki toteutustapa. [12]



## 1 JOHDANTO

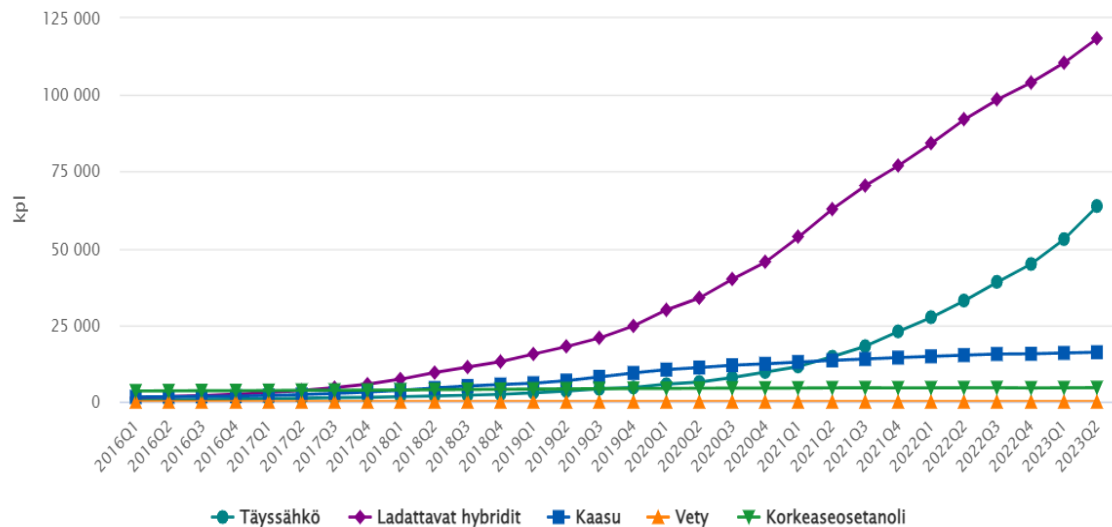
Viime vuosina sähköautojen suosio on merkittävästi kasvanut ja sitä myötä latausjärjestelmien asennus ja huolto. Tähän vaikuttavat useat tekijät, kuten entistä monipuolisempi mallivalikoima ja julkisen latausinfrastruktuurin kehittyminen, mikä on vähentänyt huolia sähköajoneuvon toimintasäteen riittävydestä liikenteessä. Sähköauton käyttökustannukset ovat edullisemmat, kuin perinteisten polttomoottoriautojen mikä on nopeuttanut sähköautojen yleistymistä. Erityisesti täys-sähköautojen kysyntä on kasvanut huomattavasti viime aikoina mikä osittain johdetaan vuosina 2021–2022 tehdyistä tilauksista, jotka ovat nyt saapumassa asiakkaille. Komponenttipula ja valmistuksen pullonkaulat, jotka alkoivat vuonna 2021 ovat kuitenkin venyttäneet ladattavien autojen toimitusaikoja huomattavasti. [20.]

Sähköajoneuvojen yleistyessä myös niihin liittyvät infrastruktuurit, kuten latausjärjestelmät nousevat yhä tärkeämpään rooliin. Sähköajoneuvojen latausjärjestelmien asennus ja huolto ovat avainasemassa tässä kehityksessä, sillä ne takaavat sähköajoneuvojen toiminnan ja tehokkuuden. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa kattava kuvaus sähköajoneuvon latausjärjestelmien asennuksesta ja huollosta. Työ käsittelee sähköajoneuvon latausjärjestelmien asennusprosessia, huolto- ja ylläpitotoimenpiteitä sekä antaa yleistä tietoa sähköajoneuvoista ja niiden tulevaisuuden näkymistä.

## 2 SÄHKÖAJONEUVOT

Ajoneuvokannassa vaihtoehtoisten energialähteiden käyttö on kasvussa. Ensimmäistä kertaa vaihtoehtoista energianlähdettä käyttävien ajoneuvojen määrä on noussut korkeammalle kuin fossiilisia polttoaineita käyttävien ajoneuvojen määrä ensirekisteröinneissä. Vaihtoehtoisia energialähteitä ajoneuvoissa on sähkö, vety, maakaasu, biokaasu ja korkeaseosetanoli (flexfuel). Vaikka vaihtoehtoisten energialähteiden käyttö tieliikenteessä on edelleen vähäisempää, on niiden suosio kasvussa, mikä näkyy erityisesti maahantuotujen käytettyjen ajoneuvojen ja uusien ajoneuvojen ensirekisteröinnissä. Kesäkuun loppuun mennessä vuonna 2023 Suomen liikenteessä oli yli 2,8 miljoonaa henkilöautoa. Näistä 7,1 % käytti vaihtoehtoisia energianlähdeitä käyttövoimana. Vertailun vuoksi vuonna 2022 kesäkuussa tämä osuus oli 5,1 % ja vuonna 2019 vastaavasti vain 1,2 %. Sähköajoneuvojen määrä Suomessa on noussut huomattavasti. Vuoden aikana täyssähköajoneuvojen määrä on kasvanut peräti 93 % ja ladattavien hybridiajoneuvojen n. 29 %. Vuoden 2021 ja 2022 välisessä vertailussa täyssähköajoneuvojen vuotuinen kasvuprosentti oli 125 % ja ladattavien hybridien 47 %. Kuvassa 1 on esitetty vaihtoehtoista energialähdettä käyttävien ajoneuvojen kehitys. [1.]

### Vaihtoehtoiset käyttövoimat liikennekäytössä olevista henkilöautoista



**Kuva 1.** Vaihtoehtoista energialähdettä käyttävien ajoneuvojen kehitys [1].

## 2.1 Hybridiajoneuvo

Hybridiajoneuvo on ajoneuvo, joka voi hyödyntää kahta tai useampaa voimanlähdettä, kuten sähkömoottorin ja polttomoottorin yhdistelmää. Hybridiajoneuvo voi hyödyntää myös kaasua polttoaineena. Auto voi käyttää joko polttomoottoria tai sähkömoottoria riippuen akun varaustilanteesta. [4.]

Akku mahdollistaa sähköllä ajamisen pienemmillä nopeuksilla, kuten esimerkiksi kaupunkiajossa. Akku latautuu itsestään ajon aikana esimerkiksi moottorijarrutuksen yhteydessä ja erona ladattavaan hybridiin on, että hybridiajoneuvoa ei voida ladata ulkoisesta tehollähteestä. Sähkömoottorin ansiosta autossa voidaan käyttää pienempää polttomoottoria, joka mahdollistaa taloudellisemman ajon. [4.]

## 2.2 Ladattava hybridiajoneuvo

Ladattavat hybridiajoneuvot ovat samankaltaisia kuin perinteiset hybridit, mutta niiden akut voidaan ladata lisäksi verkkovirralla. Näiden autojen sähköinen toimin-

tasäde vaihtelee mallin mukaan 20–80 kilometrin välillä. Ladattavan hybridiajoneuvon akun loppuessa auto siirtyy käyttämään automaattisesti polttomoottoria. Ladattavissa hybridiajoneuvoissa sähkömoottorin käyttöaluetta on kasvatettu huomattavasti suuremman akun ja ulkoisen latausmahdollisuuden ansiosta verrattuna tavalliseen hybridiajoneuvoon. [2.]

Ladattavien hybridiajoneuvojen toimintasäde voi kylmissä olosuhteissa vaihdella huomattavasti. Joissakin malleissa polttomoottori lähtee käyntiin hyvinkin nopeasti tukemaan sähkömoottoria, kun taas toinen malli voi kulkea pelkästään akkuvirralla hyvinkin kylmässä säässä, mikäli akusto on riittävän lämmin. Monet ladattavista hybrideistä kykenee ottamaan vastaan 1-vaiheista virtaa, jonka maksimi teho on 3,7kw. [3.]

### **2.3 Täyssähköajoneuvo**

Täyssähköajoneuvo toimii täysin sähkömoottorilla ja sen energia varastoidaan akustossa, josta ajoneuvo pystyy hyödyntämään energiansa sähkömoottoriin. Markkinat tarjoavat laajan valikoiman erilaisia täyssähköajoneuvoja ja niiden saatavuus on kasvussa. Täyssähköajoneuvon suosion odotetaan kasvavan erityisesti, kun pieniin ja keskikokoisiin luokkiin tulee saataville uusia malleja. Akkuteknologian tuore kehitys ja myös alhainen verotaso edistää sähköautojen hankintaa. Täyssähköajoneuvojen lataus tapahtuu niille suunnitelluissa pisteissä, joita kutsutaan yleensä peruslatauspisteiksi. Näissä pisteissä lataaminen tapahtuu nopeammin verrattuna tavallisen kotitalouspistorasian käyttöön. Peruslatauspisteet vaativat sähköautoihin suunnitellun liitännän, joka Euroopassa yleisesti käytetty standardi on tyyppin 2 liitin. Kuvassa 2 voidaan nähdä sähköauton kytkentä ajoneuvon latauspisteeseen. [5.]



**Kuva 2.** Sähköauton kytkentä latauspisteeseen [5].

### 3 SÄHKÖAJONEUVON LATAUSJÄRJESTELMÄT

Sähköajoneuvojen lataus tarkoittaa akkujen energiavarastojen täyttämistä verkkovirralla. Tähän prosessiin tarvitaan latausasema, joka välittää sähköä verkkovirrasta latauslaitteeseen ja edelleen ajoneuvon akustoon. Ajoneuvojen lataamiseen on saatavilla monenlaisia vaihtoehtoja, jotka eroavat toisistaan lataustehon, latauksen nopeuden ja soveltuvuuden suhteen. Sääntönä pätee, että mitä korkeampi latausteho, sitä nopeammin akku saadaan täyteen. Suuremmalla teholla lataaminen ei lisää kokonaiskulutusta, mutta voi asettaa haasteita esimerkiksi kotitalouksien tai pienempien liiketilojen sähköliittymille, joissa sähköliittymän kapasiteetti voi jäädä liian pieneksi. [7.]

#### 3.1 Latausjärjestelmän tekniikka

Siirryttäessä kohti ekologisesti kestävämpää energiaympäristöä, sähköautot ovat muodostuneet modernin liikenteen kulmakiveksi. Tehoelektroniikka on muodostunut avainasemaan tässä muutoksessa. Tehoelektroniikalla on tehokas kyky hallita ja muuntaa sähkövirtaa näin ollen se tarjoaa kriittisen teknisen pohjan latausjärjestelmille. Tehoelektroniikka edistää sähköautojen yleistymistä ja niiden sujuvaa toimintaa mahdollistaen vallankumouksen liikenteen alalla. Sähköajoneuvoissa tehoelektroniikan keskeinen tehtävä on muuntaa ja ohjata sähköä. Sähköajoneuvon ensisijainen energialähde on akku, joka tuottaa korkeaajännitteistä tasavirtaa (DC) ja tehoelektroniikka muuttaa tasavirran vaihtovirraksi (AC). Vaihtovirta on tarpeen sähkömoottorin käyttämiseksi, koska se tuottaa ajoneuvon liikevoiman. [18;19.]

Sähköajoneuvoissa käytetään joko tasavirta- tai vaihtovirtamoottoreita. Nykypäivän sähköajoneuvoissa suositaan pääasiassa vaihtovirtamoottoreita, sillä niiden ominaisuudet ovat erinomaiset. Merkittävämpiä etuja ovat vaihdettavien hiiliharjojen puute, mikä vähentää moottorin kulumista ja huollon tarvetta. Lisäksi AC-moottorit tarjoavat paremman hyötysuhteen ja teho- ja painosuhteen. Nämä te-

kijät yhdessä parantavat koneiden taloudellisuutta ja luotettavuutta. Vaihtovirta-moottorit tarjoavat korkean vääntömomentin ja ne toimivat ilman erillistä vaihteistoa. Vaihtovirta voidaan muuntaa tasavirraksi tasasuuntauksen ansiosta, joka on olennainen osa tehoelektronikan järjestelmää. Sähköajoneuvon sähkömoottori toimii regeneratiivisen jarrutuksen aikana generaattorina hyödyntäen ajoneuvon liikevoimaa ja näin ollen tuottaa vaihtovirtaa ja se muutetaan tasasuuntaajan ansiosta tasavirraksi ajoneuvon akustolle. Sähköajoneuvon muut apujärjestelmät kuten ilmanvaihto, valaistus ja infotainment-järjestelmä hyödyntävät tehoelektronikkaa jännitteen ja virran säätelyyn. DC-DC-muuntimet ovat keskeisiä komponentteja näissä järjestelmissä, sillä ne pienentävät akun korkeaa jännitettä alemmille tasoille, jotka ovat sopivia näille järjestelmille. Tehoelektronikan teknologian kehittyessä kehittyä myös sähköajoneuvojen suorituskyky ja energiatehokkuus. Puolijohdemateriaalien, kuten piikarbidin (SiC) ja galliumnitridin (GaN) kehitys on mahdollistanut tehokkaampien, kompaktimpien ja parempia lämpöominaisuuksia omaavien tehoelektronikkakomponenttien valmistamisen. [18;19.]

### **3.2 Energian varastointi akuilla**

Akkuteknologia tarjoaa erinomaisen menetelmän sähköenergian varastoimiseksi. Tyypillisesti akku sisältää useita kennoja, akunhallintajärjestelmän sekä suojaavan kotelon. Erilaiset akkutekniikat, kuten lyijy-, litiumioni (Li-ion), nikkeli-kadmiumakut (NiCd) ja nikkelimetallihybridiakut (NiMH) ovat yleisiä nykyajan akuissa. Lisäksi käytössä on muita akkutyyppisiä, kuten natriumrikkiakut (NaS), jotka tarjoavat energianvarastointi ratkaisuja. Kiinteistöjen akkutiloissa yleensä käytetään lyijy-, litiumioni- ja nikkelpohjaisia akkuja. Lisäksi hyödynnetään natriumpohjaisia akkuja. [25.]

Akkujen käytöllä on mahdollista tasapainoittaa sähköntuotannon ja kulutuksen vaihteluita tai vaihtoehtoisesti ylimääräistä energiaa voidaan toimittaa takaisin sähköverkkoon. Energiavarastot tarjoavat myös mahdollisuuden toimia varavoi-man lähteenä itsenäisesti tai perinteisten generaattorien rinnalla. Akkuvarasto on

laitteisto, joka varastoi energiaa kiinteistön omaan käyttöön mahdollistaen sen hyödyntämisen myöhemmin tarpeen mukaan. [25.]

### 3.3 BMS-akunhallintajärjestelmä

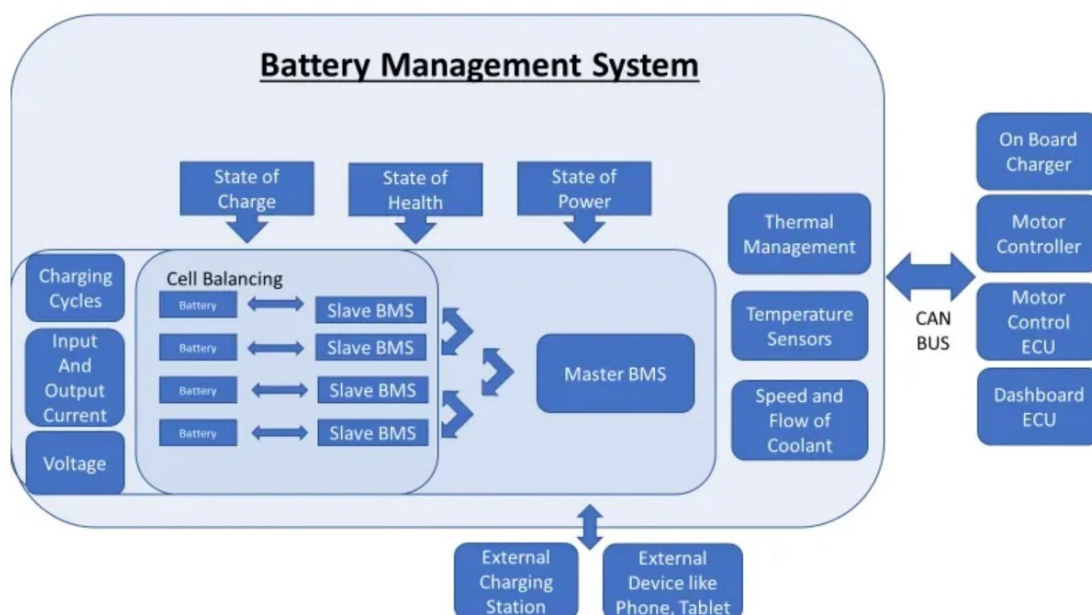
Akunhallintajärjestelmä (BMS) viitataan elektroniseen järjestelmään, joka hallinnoi ja valvoo ladattavia akkuja riippumatta siitä ovatko ne yksittäisiä kennoja tai kokonaisia akkuyksiköitä. BMS:n toiminnot sisältävät akun suojelemisen käyttöalueen rajojen ulkopuolelle joutumiselta, akun nykytilan seurannan, lisätiedon tuottamisen, raportoinnin, akkuympäristön hallinnan, autentikoinnin sekä akun tasapainon ylläpitämisen. BMS-järjestelmiä hyödynnetään erityisesti suurikokoisissa akkujärjestelmissä, kuten ajoneuvoissa ja energian varastointiratkaisuissa. Sen keskeisiin tehtäviin kuuluvat akkupakettien ohjaus, turvallisuussuojaukset, lataus- ja purkausprosessien hallinta sekä informaation seuranta. Sähköajoneuvojen maailmassa akunhallintajärjestelmä (BMS) rooli korostuu. BMS toimii keskeisenä välikappaleena akkujärjestelmän ja ajoneuvon muiden osien välillä. Tämä järjestelmä prosessoi monenlaisia signaaleja, kuten akkujen kennojen jännitteen, mahdolliset törmäykset, ajoneuvon sisäisen viestintäverkon (CAN) tiedot, latausprosessin tiedot, vesipumpun toiminnan, korkeajännitetilanteet, eristystason ja paljon muuta. Yksikin kerta akun ylilatauksessa voi aiheuttaa peruuttamattomia vahinkoja. [22.]

Erittäin vakavissa tilanteissa litiumioniakkujen ylikuumentuminen tai ylilataus voi johtaa lämpöreaktioiden kiihtymiseen, akun vaurioitumiseen tai pahimmassa tapauksessa jopa räjähdykseen. BMS:n tehtävänä on varmistaa, että ylilatauksen, ylipurkautumisen ja ylikuumentumisen riskit pysyvät hallinnassa. BMS toteuttaa tämän valvomalla tarkasti akun latauksen ja purkauksen prosessia. Litiumioniakkujen laadun säilyttäminen niiden massatuotannon aikana voi olla haasteellista ja epätasainen suorituskyky voi vaikuttaa negatiivisesti akkujen käyttöikäen ja tehokkuuteen. [22.]



### 3.4 BMS:n toiminta

BMS rakentuu tietokoneesta, johon on liitetty laajasti antureita. Nämä anturit ovat vastuussa kunkin akkukennon jännitteen, virran ja lämpötilan seuraamisesta ja mittauksesta. Ne keräävät ja siirtävät nämä tiedot takaisin BMS:ään, joka mahdollistaa toiminnan ja seurannan. Antureista lähetetään tietoa ja, kun BMS saa tiedot se suorittaa niiden analysoinnin varmistaakseen, että kaikki akkukennot toimivat asetettujen arvojen mukaisesti. Mikäli BMS havaitsee ongelmia, niin se aktivoituu ja toteuttaa tarvittavat toimenpiteet ongelman korjaamiseksi. Akkukennon lämpötilan noustessa liian korkeaksi BMS järjestelmä säätelee jäähdytysjärjestelmää, jotta akun kokonaislämpötila saadaan laskemaan turvallisemmalle tasolle. BMS korjaa myös akun kennojen epätasapainoa havaittuaan jännitteessä poikkeavuuksia. Tämä tarkoittaa, että BMS ohjaa energiaa siirtymään yhdestä kennosta toiseen, jotta kaikkien kennojen jännitetasot saadaan tasapainoon. Tämän toimenpiteen tarkoituksena on pitää koko akusto tasapainossa. Alla on havainnollistava kuva BMS-järjestelmästä. [22.]



**Kuva 3.** BMS-Akunhallintajärjestelmä [22].

### 3.5 Taustajärjestelmät

Latausasemien älykkäiden toimintojen takana on pääasiassa käytössä OCPP protokolla. Avoimeen standardiin perustuva protokolla tarjoaa joustavuutta latauslaitteiden käyttöön eri operaattoreiden kesken. OCPP toimii käytännössä latauspisteiden älykkäänä ohjausjärjestelmänä, jonka kautta laitteiden valvonta, hallinta sekä kuormituksen seuranta ja säätelu toteutetaan. Markkinoille on tullut lisäksi nykyaikaisia latausratkaisuja, kuten pörssisähköön perustuvat ohjausjärjestelmät joita voidaan pitää osana taustajärjestelmiä. Sähköajoneuvojen omat pilvipalvelut tarjoavat myös mahdollisuuden taustajärjestelmien lisäpalveluiden hyödyntämiseen. Ajoneuvoon voidaan myös integroida ohjaus suoraan latausjärjestelmään, mikä vähentää riippuvuutta ajoneuvokohtaisista ratkaisuista. Latausjärjestelmissä on mahdollista toteuttaa järjestelmä siten, että se mahdollistaa yksittäisen lataustapahtuman tunnistamisen ja sen pohjalta laskuttamisen. Tämä edellyttää latauspisteeltä käyttäjätunnistus-, energiamittaus- ja taustahallintajärjestelmän. Käyttäjien tunnistamiseen käytetyt yleisimmät menetelmät ovat RFID-teknologia, PIN-koodit tai mobiilisovellukset. [3.]

Jokaisella latauspisteellä tulee olla oma energiamittari ja laskutuksen luonteen mukaan se voi vaatia MID-sertifikaatin. Taustajärjestelmät latauspisteissä tarjoavat laajan valikoiman toimintoja, kuten etähallinnan, käyttäjien hallinnan, raportoinnin sekä huolto- ja ylläpitotietojen kirjaamisen. Etähallinta on erityisen tärkeää julkisilla latausasemilla, joissa on tarve esimerkiksi laitteiden uudelleenkäynnistykseksi tai huoltotilaan saattamiselle. Raportointi sekä huolto- ja huoltopäiväkirjat mahdollistavat latausjärjestelmän toiminnan seurannan. [3.]

### 3.6 RFID-teknologia

Radiotaajuista tunnistamista käytetään laajasti erilaisten tuotteiden ja kohteiden seurantaan, identifiointiin ja yksilöintiin. Teknologia toimii tallentamalla tietoa RFID-tageihin, jotka voidaan lukea langattomasti RFID-lukijan avulla käyttäen hyväksi radioaaltoja. RFID-tagit ovat käytännössä langattomia tietovarastoja. RFID-

järjestelmien perusidea on tallentaa tietoa näihin tageihin, kiinnittää ne kohteisiin ja lukea niiden tietoja lukijoilla, jotka siirtävät tiedot edelleen taustajärjestelmiin. Tarvittaessa näiden tagien tietoja voidaan päivittää lukijan avulla. RFID:tä käytetään monesti samoissa sovelluksissa kuin viivakoodeja. Kohteeseen kiinnitetään RFID-tagin, joka tarjoaa tietoa kyseisestä kohteesta. Toisin kuin viivakoodit, RFID-tunnistus ei vaadi suoraa näköyhteyttä ja tagin sisältöä voidaan muokata tarvittaessa, kun taas viivakoodi on pysyvä. [16.]

RFID-tekniikka sisältää useita erilaisia standardeja ja ominaisuuksia, kuten luetäisyyden ja tunnistamisnopeuden. Teknologia on jo pitkälle standardoitu ja kehittynyt. RFID on teknisesti ollut mahdollista jo vuosikymmenien ajan ja sitä on käytetty monipuolisesti esimerkiksi turva-avaimissa, julkisen liikenteen matkakorteissa ja eläinten tunnistamisessa. Teollisuudessa ja logistiikassa sen käyttö kasvaa tuotannon ja laadunvalvonnan tehostamisen sekä tavaravirtojen seurannan osana. [16.]

### **3.7 Lataustavat**

Sähköautojen lataustavat on standardoitu SFS-EN IEC 61851-1:n mukaisesti. Tyyppin 2 latauspistoke on yleisimmin käytetty ja sillä voi ladata 63 ampeeriin saakka. Lataustavoissa täytyy ottaa huomioon, että jotkut vakuutusyhtiöt asettavat ehtoja perinteisen kotitalouspistorasian käyttämiseen sähköautojen lataamisessa. Tästä syystä on tärkeää tarkastaa vakuutusehdot huolellisesti. [3.]

#### **3.7.1 Lataustapa 1**

Lataustapa 1 voidaan ladata pienitehoisia sähköajoneuvoja, kuten sähköskootterit ja sähkönelipyörät. Voidaan ladata käyttämällä vaihtovirtaa tavallisesta 230 voltin kotitalouspistorasiasta, joka on maadoitettu eikä ole vaurioitunut. Tärkeää on muistaa, että pistorasia on varustettu osana kiinteää asennusta olevalla 30 mA:n

vikavirtasuojakytkimellä. Erona lataustapa 2:seen on se, että tämä latausmenetelmä ei ole tarkoitettu jatkuvaan käyttöön, koska latauskaapeli sekä liitin voivat kuumeta merkittävästi. [8;21.]

### **3.7.2 Lataustapa 2**

Lataustavassa 2 auto yhdistetään latauspisteeseen asianmukaisella latauskaapelilla, joka sisältää standardin SFS-EN 62752 mukaisen ohjaus- ja suojalaitteen. Lataus voidaan toteuttaa tavallisesta kotitalouspistorasiasta tai 3-vaiheisesta pistorasiasta ja tätä kutsutaan hidaslataukseksi, koska lataustavan 2 kaapelissa on latausvirranrajoitin. Kotitalouspistorasian käytössä on kuitenkin rajoituksensa, sillä ne on usein suojattu 10 A:n sulakkeella tai johdonsuojakatkaisijalla. On havaittu, että vanhat kotitalouspistorasiat eivät välttämättä kestä jatkuvaa 16 A:n kuormitusta. [8.]

### **3.7.3 Lataustapa 3**

Lataustapa 3 menetelmä on suositeltu lataustapa sähköajoneuvojen lataamiseen. Sähköajoneuvon sisäistä laturia ladataan vaihtosähköllä käyttäen ajoneuvoon soveltuvaa latauskaapelia, joka liitetään standardin SFS-EN 62196-2 mukaiseen tyyppiin 2 sähköautopistorasiaan. Latauskaapeli, jossa on ajoneuvoon soveltuva pistoke voi olla myös osana latausasemaa. Maksimaaliseen 43 kW lataustehoon päästään käyttämällä 3x63 A latausvirtaa. Laitteistoa voidaan käyttää myös alhaisemmillä virroilla sähkötehon mitoituksen mukaan. [8.]

### **3.7.4 Lataustapa 4**

Lataustavassa 4 vaihtosähkön muuntaminen tasavirraksi tapahtuu kiinteästi asennetussa latauslaitteessa auton sisäisen laturin sijaan, jolloin autoon syötetään suoraan tasasähköä. Tämän lataustavan tyypillisin käyttömuoto on pikalataus ja näissä käsitellään usein kymmeniä tai satoja kilowatteja tehoa. [8.]

Tehokkaan elektroniikan asentaminen kiinteästi latausasemaan on usein kustannustehokkaampaa ja helpommin jäähdytettävissä, kuin sen sijoittaminen itse autoon. Latausaseman mukana tuleva latausjohto ja sen ajoneuvopistoke noudattavat standardia SFS-EN 62196-3 ja niiden rakenne on joko FF (tunnetaan nimellä CCS) tai AA (tunnetaan nimellä CHAdeMO) [8.]

### **3.8 Sähköajoneuvojen latauspisteiden suunnittelu ja rakentaminen pelastuslaitosten näkökulmasta**

#### **3.8.1 Ohjeistus sähköajoneuvojen latausasemien suunnitteluun**

Ohjeistus tarjoaa pelastuslaitosten näkemyksiä sähköajoneuvojen latauspisteiden suunnitteluun ja rakentamiseen. Suositukset perustuvat pelastusoperaatioiden työturvallisuuteen sekä rakennusten paloturvallisuuden varmistamiseen. Ohje on tarkoitettu noudatettavaksi uudisrakennuksissa ja sitä suositellaan sovellettavaksi myös olemassa olevien rakennusten muutos- ja peruskorjaustöissä. Ohje ottaa huomioon maankäyttö- ja rakennuslain sekä rakennusten paloturvallisuutta koskevan asetuksen vaatimukset mukaan lukien pelastuslain kiinteistön omistajille, haltijoille ja toiminnanharjoittajille asettamat velvoitteet. [10.]

#### **3.8.2 Sähköajoneuvon akkupalo**

Sähköauton akkupaloa ei pysty sammuttamaan pelkästään käsisammuttimella, mutta palon leviäminen on mahdollista väliaikaisesti vain hillitä. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) on tehnyt tutkimuksia, jotka vahvistavat käsisammuttimien rajallisen tehon akkupalojen sammutuksessa. Akkupalon synnyttämien myrkyllisten kaasujen takia vain pelastuslaitoksen asianmukaisesti suojautunut henkilöstö tulisi yrittää hillitä tai sammuttaa sähköauton akkupaloja. Ei ole tarpeellista asettaa sähköautojen latauspisteiden yhteyteen erityisiä alkusammutusvälineitä nimenomaan akkupalojen varalta, vaan sen sijaan pysäköintilaitoksia suositellaan varustamaan latauspisteiden läheisyyteen pikapaloposteja. [10.]

### 3.8.3 Latauspisteiden suunnittelu

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä (733/2020) määrittelee vaatimukset latauspisteille erilaisissa rakennuksissa ja sähköasennukset on noudatettava SFS 6000 standardia. Olemassa oleviin kiinteistöihin suunniteltaessa latauspisteitä on tärkeää arvioida kiinteistön sähköjärjestelmän kuormitus ja mahdolliset muutostarpeet. Sähköjärjestelmän muutokset ja lisäykset on tarkastettava valtuutetun tarkastajan toimesta suositusten mukaisesti. Kiinteistöön asennettaessa latauspisteitä on tärkeää ottaa huomioon sähköliittymän kapasiteetti erityisesti sellaisissa tilanteissa, joissa latauspisteet ovat käytössä samanaikaisesti muiden suurta virtamäärää vaativien paloteknisten järjestelmien kanssa, kuten koneellisen savunpoistojärjestelmän aktivoituessa. Kuvassa 4 on esitetty virransyötön katkaisupaikan opasteita. [10.]



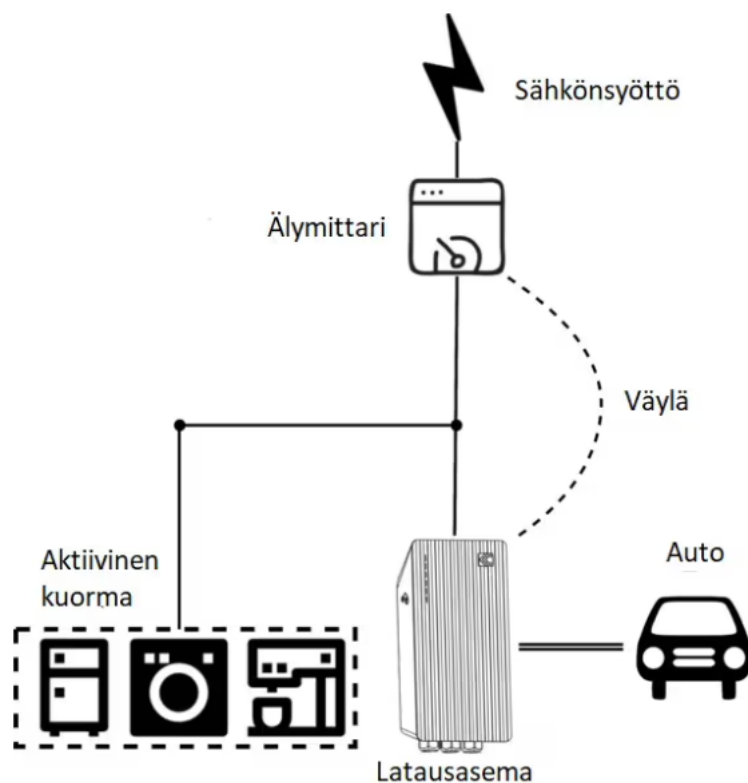
**Kuva 4.** Virransyötön katkaisupaikan opasteet [10].

### 3.9 Kuormanhallinta latausprosessissa

Kuormanhallinta tarkoittaa menetelmää, jossa sähkö- tai hybridiajoneuvoa ladataan kotitalouden sähköjärjestelmän kapasiteetin rajoissa ottaen huomioon myös muu kodin sähköntarve. Tämän menetelmän tavoitteena on varmistaa, että sähköliittymän kapasiteetti ei ylitä ja näin ollen vältetään pääsulakkeiden ylikuormitus ja mahdollinen palaminen. Kiinteiden latausasemien arvioinnissa kuormanhallin-

nan merkitys on olennainen sillä se mahdollistaa sähköliittymän tehokkaan ja turvallisen toimimisen samalla, kun sähkönkulutusta optimoidaan ja riskit minimoidaan. Ilman kuormanhallintaa latauksen tehokas optimointi on haastavaa ja ilman sitä riski sähköliittymän kapasiteetin ylittymiselle kasvaa ja pääsulakkeet voivat vaurioitua. [3;23.]

Kuormanhallinta on valvonta- ja ohjausjärjestelmään perustuva älykäs kokonaisuus, joka valvoo ja ohjaa latausjärjestelmän käyttämää virtaa tai jakeluverkon eri osien kuormitusta ja tarvittaessa pienentää lataustehoa. Tulevaisuudessa voi olla tarve tuoda verkkoyhtiöiden ohjaustoimintoja järjestelmiin, mikäli jakeluverkon tilanne edellyttää tehonsäätöä. Kuorman ohjausta voidaan toteuttaa yksinkertaistettuna sähköjä katkaisemalla suko-latauksessa, mutta joissakin automalleissa toistuva sähkökatko voi aiheuttaa latauksen keskeytymisen kokonaan. Kuvassa 5 on havainnollistettu kuormanhallinta kiinteistössä. [3;23.]



**Kuva 5.** Kuormanhallinta kiinteistössä [3;23].

### 3.9.1 Dynaaminen kuormanhallinta

Dynaamisessa kuormanhallinnassa latausasema mukauttaa lataustehon automaattisesti kiinteistössä käytössä olevan tehon mukaan. Tämä menetelmä varmistaa, että kiinteistön sähköliittymä ei ylikuormitu. Esimerkiksi, jos kiinteistön muu sähkönkulutus on suurta iltapäivisin kodinkoneiden käytön vuoksi, vähentää latausasema lataustehoa automaattisesti. Dynaamisen kuormanhallinnan etuna on, että käyttäjän ei itse tarvitse säädellä lataustehoa, vaan se hoituu automaattisesti eikä kiinteistön sähköliittymän kuormitus kasva liian suureksi. Dynaamisella kuormanhallinnalla saavutetaan maksimaalinen latausteho. Ilman sitä useiden latausasemien tehoa tulisi rajoittaa tasolle, jonka pääsulakkeet kestävät. Tämä estää tehon täysimääräisen hyödyntämisen, varsinkin silloin, kun sähkönkulutus on pienempää kiinteistössä. Dynaamisen kuormanhallinnan käyttöönotossa sähköasentaja asentaa älymittarin sähkökeskukseen. Mittari seuraa liittymän sähkönkulutusta ja kommunikoi latausaseman kanssa mukauttaen lataustehoa sen mukaan, mitä on saatavilla kiinteistössä. [11.]

### 3.9.2 Staattinen kuormanhallinta

Staattisessa kuormanhallintajärjestelmässä tehojaon asetukset määritetään latausaseman asentamisen yhteydessä. Tässä järjestelmässä teho jaetaan tasaisesti latauspisteille ja otetaan huomioon näitä syöttävien sulakkeiden koko. Staattisen kuormanhallinnan rajoitteena on sen kyvyttömyys mukautua kiinteistön muihin sähkökuormiin eli se ei reagoi kiinteistön muuhun sähkönkulutukseen. Tämä menetelmä on suosittu valinta erityisesti laajoilla pysäköintialueilla, joissa on monta latauspistettä ja teho jaetaan tasaisesti kaikille latauspisteille. Latausasemalle kerrotaan asennuksen yhteydessä mikä on sen käytettävissä oleva maksimivirta latauksen aikana. [14;24.]

Suuremmissa kohteissa, esimerkiksi isoilla pysäköintialueilla latausasemat jakavat keskenään maksimivirran eri asemien kesken. [14;24.]



Staattista kuormanhallintaa käytetään myös kotilatauksessa, mutta se ei ole yhtä joustava ja tehokas ratkaisu kuin dynaaminen kuormanhallinta. Staattinen kuormanhallinta ei pysty seuraamaan muiden kotitalouden laitteiden sähkönkulutusta ja äkillisesti kuorman kasvaessa kiinteistön päävaroke voi palaa. Sähköasentaja määrittää asennuksen yhteydessä latausaseman turvallisen käyttötehon, jotta vältetään ylikuormitukselta ja päävarokkeen palamiselta. Staattisessa kuormanhallinnassa erona dynaamiseen on myös se, että ei päästä hyödyntämään tilanteita, joissa olisi mahdollisuus käyttää enemmän tehoa. [14;24.]

## **4 LATAUSJÄRJESTELMIEN ASENNUS**

### **4.1 Latausjärjestelmän suunnittelu**

Latausjärjestelmän suunnittelu voidaan jakaa eri osiin. Ensimmäisessä osassa on tärkeää arvioida nykyinen kuormitus ja selvittää onko mahdollista lisätä kulutusta nykyiseen järjestelmään. Tämä tarkoittaa liittymisjohdon, pääsulakkeiden, sähkökeskuksen ja sen tilojen tarkastelua, jotta uudet lähtökohdat voidaan tarkasti määrittää. Toisessa osassa tarkastetaan nykyisen sähköjärjestelmän kunto erilaisilla mittauksilla ja lämpökuvaamisella. Kolmannessa vaiheessa suunnitellaan latauspisteiden toimittajat, määrä ja sijoituspaikat kiinteistössä. [15.]

Latausasemat sijoitetaan niin, että kaikkiin ladattaviin autoihin riittävät normaali-pituiset latauskaapelit. Neljänneksi latausjärjestelmän kaapeloinnissa on otettava huomioon tietoliikenne- ja muiden kaapelointien häiriönsuojaus. Viidenneksi suunnittelussa tulee ottaa huomioon kuormanhallinta, mittaukset ja mahdollinen etähallinta. Suunnittelussa on myös tärkeää ottaa huomioon muut kiinteistön sähköjärjestelmät, esimerkiksi paloilmoitinjärjestelmä, jos latausasemat halutaan liittää näihin järjestelmiin. Viimeiseksi on hyvä huomioida sähkön syöttämiseen takaisin verkkoon ajoneuvosta ja lopuksi suuremmassa järjestelmässä olisi energianvarastointi hyvä ottaa huomioon. [15.]

### **4.2 Latausjärjestelmän vaatimukset**

Järjestelmiä asennettaessa ulkoilmaolosuhteisiin niiden tulisi täytettävä vähintään IPX4-kotelointiluokan vaatimukset roiskeveden suojaamiseksi. Järjestelmien tulee myös täyttää IP4X vaatimukset, joilla estetään pienten vieraiden esineiden pääty-misen laitteistoon. Julkisiin tiloihin asennettavat laitteet on suojattava niin, että ne kestävät mahdolliset ulkopuolelta tulevat iskut. Tämän suojauksen voi toteuttaa yhdellä tai useammalla tavalla. [17.]

Laitteiden asettelu on ensimmäinen tapa, jolla voidaan minimoida altistuminen mahdollisille iskuille. Toinen tapa on käyttää laitteiden suojaamiseen paikallista tai

yleistä mekaanista suojaa. Kolmas tapa on asentaa laitteita, jotka täyttävät vähintään SFS-EN 62262 standardin IK08-luokan vaatimukset mekaaniselta iskusuojaltaan. Latausasemien mekaanisen kestävyuden valinnassa suositellaan myös noudatettavan SFS-EN 61439-7 mukaista standardia. [17.]

### **4.3 Latausjärjestelmän sijoittelu ja toteutus**

Latausjärjestelmien asennuksessa turvallisuus ja vaaditut suoja-toimet voidaan toteuttaa useilla tavoilla. Latausaseman kiinteään asennukseen valitaan ja asennetaan siihen soveltuvat suojalaitteet tai valitaan latausasema, joka sisältää tarvittavat suojalaitteet. Suojalaitteina voidaan käyttää myös edellä mainittuja yhdistelmiä. Johdottomien tehonsiirtojärjestelmien valinta ja asennus noudattavat standardin SFS 6000-5-53 vaatimuksia. Lisäksi on syytä huomata, että standardin SFS-EN 62752 mukainen lataustavan 2 latauskaapeliin sisältyvä ohjaus- ja suoja-laite ei ole tarkoitettu kiinteään asennukseen. Sähköajoneuvoja ladattaessa samasta IT-järjestelmän syötöstä suositellaan siihen standardin IEC 61557-9 mukaisen eristysvian paikannuslaitteen (IFLS) käyttöä eristysvikojen havaitsemiseksi. [17.]

Latausjärjestelmien komponentit on asennettava siten, että ne sijaitsevat räjähdysvaarallisen tilan ulkopuolella. Sähköajoneuvojen parkkipaikat tulee sijoittaa alueille, jotka eivät ole luokiteltu räjähdysvaaralliseksi. Latausjärjestelmät asennetaan usein lähelle polttoaineen jakeluasemia ja näin ollen on tärkeää ottaa huomioon räjähdysvaarallisten tilojen luokitus. SFS-käsikirja 59 käsittelee räjähdysvaarallisten tilojen luokittelua. [17.]

### **4.4 Kaapeloinnin toteutusperiaate**

Kaapelointi voidaan suorittaa yksinkertaisesti, jos latauspisteessä ei vaadita maksu- ja ohjausjärjestelmiä. Tarvitaan ainoastaan sähkönsyöttö sähkökeskuksesta latauspisteeseen. Syöttävät ryhmäjohdot viedään suoraan latauspisteelle ja mitoituksessa käytetään tasauserrointa 1. Sama periaate pätee myös sähkökes-

kuksen syöttöjen mitoitukseen latauspisteiden osalta, jos ei käytetä älykästä latausjärjestelmää kuormanhallintaan. Latausasemien kaapelointiin on useita mahdollisia toteutustapoja ja yksi toteutustapa on säteittäinen kaapelointi. Tässä ratkaisussa jokainen latauspiste kaapeloidaan omaan ryhmäänsä mikä mahdollistaa erilaisten latausjärjestelmien yhteensopivuuden. Suurissa tehollatauspisteissä on suositeltavaa kaapeloida jokainen asema yksittäisellä kaapelilla niiden suuren tehontarpeen vuoksi. Valtaosassa latausasemia ei ole mahdollisuutta ketjuttaa useita kaapeleita samaan liittimeen tai viedä useaa kaapelia saman läpiviennin kautta. [3.]

#### **4.5 Käyttöönotto**

Latausasemaa asennettaessa sen sähkönsyöttö tulisi mieltää kiinteän asennuksen osana. Latausasema eroaa toiminnaltaan tavallisesta yleiskäyttöön tarkoitettusta pistorasiasta, sillä sen varustelussa ja toiminnallisuuksissa on merkittäviä eroja. Kiinteisiin asennuksiin, kuten latausasemiin sovelletaan sähköturvallisuuslakia ja kyseisen latausjärjestelmän valmistajan antamia ohjeita pitää noudattaa käyttöönotossa. [12.]

Tarkastuksiin kuuluu useita vaiheita: visuaalinen tarkastus, suojamaadoituksen jatkuvuuden testaus, oikosulkuvirran mittaus, eristysresistanssin mittaus sekä vikavirtasuojan toiminnan testaus. Latausaseman vikavirtasuojien tarkkuus ja toimivuus on myös varmistettava mittauksin. Latauspisteiden vikavirtasuojat vaativat erityisvaatimuksia sillä niiden on kyettävä tunnistamaan mahdolliset tasasähkövikavirrat. Liitteessä 1 näkyy latausjärjestelmän esimerkki toteutustapa, millä tavalla voidaan laskea ja mitoittaa järjestelmä. [12.]

## **5 LATAUSJÄRJESTELMIEN HUOLTO**

### **5.1 Huollon perusteet**

Pistokytkimien ja ajoneuvopistokkeiden kuntoon tulee kiinnittää huomiota sillä niiden kuluminen ja likaantuminen vaikuttavat laitteiden luotettavuuteen ja turvallisuuteen. Säännölliset tarkastukset tulisi suorittaa valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Vikavirtasuojien toiminta on varmistettava niiden omilla testauspainikkeilla niin kuin laitevalmistaja ohjeistaa. Vikavirtasuojille ja muille laitteille, jotka vaativat säännöllistä huoltoa ja tarkastusta on hyvä laatia kunnossapito-ohjelma. Huollossa on suositeltavaa tarkistaa säännöllisesti syöttökaapeleiden rivi liittimien ruuvien kireys kunnossapito-ohjelman mukaisesti, jotta voidaan ennaltaehkäistä huonot liitokset. [8.]

### **5.2 Latausjärjestelmän kunnossapito**

Ennakoivan kunnossapidon voidaan jaotella kolmeen kategoriaan:

1. Jokapäiväinen aistinvarainen tarkastus.
2. Säännöllinen määräaikaishuolto.
3. Vuotuinen ylläpitohuolto.

Suosittelaa, että latausaseman läheisyydessä on saatavilla huoltopalvelun yhteystiedot, jotta käyttäjät voivat raportoida havaitsemistaan puutteista. Julkisilla latausasemilla tulisi olla mahdollisuus ympärivuorokautiseen käyttötukeen, joilla on mahdollisuus etäohjaukseen mahdollisissa ongelma tapauksissa. Taloyhtiöiden AC-latausjärjestelmissä on olennaista varmistaa, että käyttäjät saavat riittävän perehdytyksen ja ohjeistuksen erikoistilanteiden varalta. [12.]

Tarpeettomat huoltokäynnit aiheuttavat turhia kustannuksia taloyhtiöissä ja tämä olisi voitu välttää kattavalla perehdytyksellä. Aistinvarainen tarkastus on keskeinen asia, jonka käyttäjät voivat päivittäisessä valvonnassa tehdä. AC-latausase-

mien kohdalla on erityisen tärkeää tarkkailla latauspistorasian tai kaapelin liittimen mekaanista kuntoa. Valmistajat ilmoittavat usein näille osille noin kymmentuhannen käyttötahtuman iän. Määräaikaishuoltojen ja vuosihuoltojen aikana latausasema on erotettava sähköverkosta ja lukittava turvallisesti. Ennen huoltotoimenpiteiden alkua on odotettava mahdollisten kondensaattoreiden purkautumista. Huollon aikana latausasemaa ei voi käyttää, joten sen ajoittaminen hiljaiselle ajanjaksolle on suositeltavaa ja asiakastyytyväisyyden takaamiseksi suositellaan, että tarjolla on muita latauspisteitä. [12.]

### **5.3 Latausjärjestelmän määräaikaishuolto**

Määräaikaishuolto kattaa useita tarkastuspisteitä ja sen aikaväli voi perustua joko laitteen käyttömääriin tai vakiintuneeseen aikatauluun. DC-latausasemien tasa-suuntaajat voivat olla joko ilma- tai nestejäähdytteisiä mikä edellyttää jäähdytyskomponenttien säännöllistä huoltoa. Latauskaapelin ja latauspistokkeen kunto tarkastetaan jokaisella huoltokerralla. Kaapelin kuntoa huomioidessa on tärkeää tarkistaa suojaeristeen kunto ja erityisesti sellaisilla asemilla missä ei ole kaapelin hallintamekanismeja. Joillain valmistajilla esimerkiksi Kempower Oyj:llä on käytössä tehollatausasemilla kaapelin hallintaan suunniteltu jousimekanismi, joka vähentää kaapelin kulutusta. Näiden mekanismien kunnon tarkastus sisältyy huolto-toimiin. Yli 150 kW lataustehoa tuottavien asemien nestejäähdytteiset latauspistokkeet vaativat erityistä huomiota huoltokäynnillä, kuten jäähdytinnesteen tarkastuksen ja liittimen kunnon varmistamisen. [12.]

AC-latausasemien turvallisuutta lisää syöttökeskuksen tai kaapelijakokaapin lämpökuvaus ja vikavirtasuojan testaus. DC-latausasemien vuosihuollossa korostuu tehoyksiköiden ja runkorakenteiden puhdistus. Huolto teetetään laitevalmistajan valtuuttaman ja sertifioidun henkilön toimesta. Latausasemissa tarkastetaan ja tarvittaessa uusitaan kuluneita osia. Kempower Oyj määrittelee omille laitteilleen huolto-ohjelman, jota pitää noudattaa laitteen koko elinkaaren ajan. Vuotuinen

läpikäynti pitää sisällään suodattimien putsaukset, järjestelmän läpikäynti silmämääräisesti ja liitoksien tarkastus. Huolto-ohjelma on määritelty myös ajan tai käyttötapatumien mukaan monille osille vaihtoajan. [12.]

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyö tarjosi mielenkiintoisen ja haastavan projektin pureutua sähköajoneuvon latausjärjestelmien kasvavaan maailmaan. Tämä työ on tarjonnut perusteellisen katsauksen myös sähköajoneuvojen latausjärjestelmien asennuksen ja huollon monimutkaiseen maailmaan.

Työn kautta on käynyt ilmi, että näiden järjestelmien asianmukainen asennus ja huolto ovat kriittisiä tekijöitä sähköajoneuvojen turvallisessa käytössä. Tämän opinnäytetyön myötä olen vahvistanut ymmärrystäni siitä, että alalla työskentelevien, kuten minun on pysyttävä ajan tasalla teknologian kehityksestä ja alaa koskevista säädöksistä.

Työ on tuonut esille sekä nykyisiä haasteita, että mahdollisuuksia innovoida ja parantaa sähköautoilun kokemusta. Tavoitteenani on ollut jakaa näitä tietoja ja oivalluksia ja näin ollen tarjota hyödyllisiä näkökulmia kollegoilleni, että alaa opiskeleville. Lopuksi on selvää, että sähköajoneuvon latausjärjestelmien asennus ja huolto ovat merkittävässä roolissa kestävämpään ja ympäristöystävällisempään liikenteeseen siirtymisessä.

Ala on nopeasti kehittyvää ja markkinoille tuodaan uusia menetelmiä. Jatkoa ajatellen on hyvä ottaa huomioon tulevaisuudessa tulevat langattomat latausmahdollisuudet ja näin ollen tieliikenteen täysi uudistaminen, jolloin ajoneuvoja voisi ladata samalla, kun niillä ajetaan. Useat valmistajat ovat alkaneet tutkia raskaan liikenteen käyttöä ja miten siinä voitaisiin hyödyntää vaihtoehtoisia energianlähteitä. On sanomattakin selvää, että tulevaisuudessa tullaan tarvitsemaan tehokkaampia latausjärjestelmiä kuin nykyhetkessä on tarjolla. Akkuteknologian uudistuminen avaa uusia näkökulmia varastoida energiaa ja luulen, että sillä alalla tullaan kehittymään tulevaisuudessa kovaa vauhtia. Vihreässä siirtymässä ei saa myöskään unohtaa kestäviä ja ympäristöystävällisiä ratkaisuja ja miten sillä saralla pystytään hyödyntämään tarvikkeita ja näin ollen pidentämään laitteiden elinikää.



Valmistuksessa kannattaa ottaa huomioon vanhojen tarvikkeiden kierrätys ja tätä kautta saadaan hyödynnettyä uusiin järjestelmiin mahdolliset tarvikkeet.

Tämän opinnäytetyön valmistuminen merkitsee minulle paljon ja haluan sen myötä kiittää kaikkia ihmisiä, jotka ovat olleet tukenani matkan varrella. Erityisesti haluan kiittää rakasta vaimoani ja perhettäni, jotka ovat olleet mukana matkassa alusta saakka.

## LÄHTEET

[1] Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Tilastot. Julkaistu 24.8.2021. Päivitetty 6.11.2023. Viitattu 23.1.2024 <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/vaihtoehtoisten-kayttovoimien-osuus-tieliikenteen-ajoneuvoista>

[2] Motiva Oy, Autotyyppi. Viitattu 10.1.2024 <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava-liikenne-ja-liikkuminen/valitse-auto-viisaasti/autotyyppi/ladattava-hybridiauto>

[3] Sähköinfo Severi. ST-kortti 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Julkaistu 25.9.2023. Viitattu 10.1.2024

[4] Motiva Oy, Autotyyppi. Viitattu 11.1.2024 <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava-liikenne-ja-liikkuminen/valitse-auto-viisaasti/autotyyppi/hybridiauto>

[5] Motiva Oy, Autotyyppi. Viitattu 11.1.2024 <https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava-liikenne-ja-liikkuminen/valitse-auto-viisaasti/autotyyppi/taysahkoauto>

[6] Liikennevirta Oy, Latauspistoke. Viitattu 11.1.2024 <https://www.virta.global/fi/blogi/latausstandardit>

[7] Veeng Oy, Sähköajoneuvojen latausjärjestelmät. Viitattu 11.1.2024 <https://veeng.fi/sahkoajoneuvojen-latausjarjestelmat/>

[8] Sesko ry, Lataussuositus. Viitattu 11.1.2024 <https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/lataussuositus/>

[9] Plugit Finland Oy, Latauspistoketyypit sähköautoille. Viitattu 11.1.2024 <https://plugit.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>

[10] Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto, Sähköautojen latauspisteet. Ohje päivitetty kesäkuussa 2022. Viitattu 16.1.2024 <https://pelastuslaitokset.fi/julkaisut/sahkoautojen-latauspisteet>

[11] Nordig Plug Oy, Dynaaminen kuormanhallinta omakotitalossa. Viitattu 17.1.2024 <https://nordicplug.fi/blogs/sahkoautot-ja-lataaminen-blogi/dynaaminen-kuormanhallinta-omakotitalossa>

[12] Sähköinfo Severi. ST-käsikirja 41 Sähköajoneuvot ja latausjärjestelmät. Julkaistu 1.12.2022. Viitattu 17.1.2024

[13] Kempower Oyj. Kempower power unit. Viitattu 17.1.2024 <https://kempower.com/solution/kempower-power-unit/>

[14] Nordic Plug Oy, Sähköautot ja lataaminen. Viitattu 18.1.2024 <https://nordicplug.fi/blogs/sahkoautot-ja-lataaminen-blogi/latausasema-kuormanhallinnalla>

[15] Sesko ry, Seskon lataussuositus 6 painos. Julkaistu 18.5.2023. Viitattu 18.1.2024 [https://sesko.fi/wp-content/uploads/2023/06/SESKOn-lataussuositus-6-painos\\_2023-05-18.pdf](https://sesko.fi/wp-content/uploads/2023/06/SESKOn-lataussuositus-6-painos_2023-05-18.pdf)

[16] RFIDLab Finland ry, RFID-Teknologia. Viitattu 18.1.2024 <https://rfidlab.fi/rfid-teknologia/>

[17] Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–722: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Sähköajoneuvojen syöttö. Julkaistu 16.8.2022. Viitattu 20.1.2024

[18] Monolithic Power Systems Inc, Tehoelektroniikka. Viitattu 21.1.2024 <https://www.monolithicpower.com/en/power-electronics/special-topics/power-electronic-for-electric-vehicles>

[19] AutoDoc FI, Sähköauton moottorin toimintaperiaate ja osat. Viitattu 21.1.2024 <https://club.autodoc.fi/magazin/sahkoauton-moottori-toimintaperiaate-ja-osat>

[20] Autoalan Tiedotuskeskus Oy, Autoalan tiekartta tulevaisuuden käyttövoimista. Viitattu 25.1.2024 [https://www.aut.fi/ymparisto/autoalan\\_tiekartta\\_tulevaisuuden\\_kayttovoimista](https://www.aut.fi/ymparisto/autoalan_tiekartta_tulevaisuuden_kayttovoimista)

[21] Plugit Finland Oy, Sähköauton lataustavat. Viitattu 23.1.2024 <https://plugit.fi/artikkelit/sahkoauton-lataustavat/>

[22] MOKO Energy, Mikä on BMS akunhallintajärjestelmä. Viitattu 24.1.2024 <https://www.mokoenergy.com/fi/what-is-bms-battery-management-system/>

[23] Nordig Plug Oy, Latausasema kuormanhallinnalla. Päivitetty 20.10.2023. Viitattu 24.1.2024 <https://nordicplug.fi/blogs/sahkoautot-ja-lataaminen-blogi/latausasema-kuormanhallinnalla>

[24] Wattery Oy, Kuormanhallinta. Julkaistu 31.7.2023. Viitattu 24.1.2024 <https://www.wattery.io/dynaaminen-kuormanhallinta>

[25] Sähköinfo Severi. ST-kortti 55.37 Akkuteknologiaan perustuvat energiavarastot. Julkaistu 17.3.2023. Viitattu 5.2.2024

## LIITTEET

### LIITE 1. Latausjärjestelmän esimerkki toteutustapa. [12]

#### Lataustarpeet, asiakkaan toiveet:

Yön yli latauksessa saatava 300 km ajosuoritetta  $\rightarrow 300 \text{ km} \times 0,20 \text{ kWh/km} / 10 \text{ h} = 6 \text{ kW}$  latausteho  
 $\rightarrow 3 \times 10 \text{ A}$  kolmivaihelataus.

Päivällä pitäisi saada 100 km tunnissa, kuitenkin vähintään 50 km:

$\rightarrow 100 \text{ km} \times 0,20 \text{ kWh/km} / 1 \text{ h} = 20 \text{ kW}$  latausteho  $\rightarrow 3 \times 32 \text{ A}$  (22 kW) kolmivaihelataus.

$\rightarrow 50 \text{ km} \times 0,20 \text{ kWh/km} / 1 \text{ h} = 10 \text{ kW}$  latausteho  $\rightarrow 3 \times 16 \text{ A}$  (11 kW) kolmivaihelataus

HUOM. Oletus on, että sähköajoneuvo pystyy hyödyntämään kolmea vaihetta. On olemassa sähköajoneuvoja, jotka hyödyntävät vain yhtä tai kahta vaihetta latauksessa. Näissä tapauksissa on laskettava latausvirrat eri tavalla, ja toisaalta latausaseman valinnalla ja kuormitusten uudelleenjaolla voidaan vaikuttaa myös sähköajoneuvolle saatavilla olevaan kapasiteettiin.

On syytä varautua myös siihen, että samaan talouteen tulee useampi ladattava ajoneuvo. Sen kannalta pientaloissa on suositeltavaa aina rakentaa dynaamiseen tehohallintaan kykenevä kuormanhallinta latausjärjestelmään heti alusta alkaen.

#### Alustava tarkastelu:

Sähköajoneuvon vähimmäisvaatimus 50 km ajosuoritetta 1 tunnissa asettaa suurimman vähimmäisvaatimuksen latauspisteelle. Tällöin latauspisteen pitäisi olla  $3 \times 16 \text{ A}$  eli 11 kW tehoinen. Toiveena on kuitenkin jopa  $3 \times 32 \text{ A}$  lataus. Eri toteutusvaihtoehdot tämän esimerkin osalta ovat:

1. Halvin ratkaisu:  $3 \times 25 \text{ A}$  liittymä säilytetään ja kuormanhallinnalla  $3 \times 16 \text{ A}$  (11 kW) lataus.
2. Vähimmäisvaatimuksen täyttävä ratkaisu:  $3 \times 25 \text{ A} \rightarrow 3 \times 35 \text{ A}$  liittymän kasvatus ja ohjaamaton  $3 \times 16 \text{ A}$  (11 kW) lataus.
3. Vähimmäisvaatimuksen täyttävä ja käyttömukava ratkaisu:  $3 \times 25 \text{ A} \rightarrow 3 \times 35 \text{ A}$  liittymän kasvatus ja kuormanhallinnalla  $3 \times 16 \text{ A}$  (11 kW) lataus.
4. Laajin ratkaisu: liittymän uusinta  $3 \times 63 \text{ A}$  ja  $3 \times 32 \text{ A}$  (22 kW) lataus

#### Ratkaisu 1: $3 \times 25 \text{ A}$ liittymä ja $3 \times 16 \text{ A}$ lataus älykkäällä ½-teho-ohjauksella

Älykäs ratkaisu on välttämätön tässä esimerkin vaihtoehdossa, jotta sähkönjakelu ei ylikuormitu eri tilanteissa. Yksi toteutustapa on esimerkiksi älykäs latausasema, jossa on liittymän virranmittaus ja kyky puoliittaa tai dynaamisesti alentaa latausteho tarvittaessa. Erään valmistajan laite rajoittaa virran 16:sta  $\rightarrow 10 \text{ A}$ :iin. Mahdollisia eri kuormitustilanteita yhdelle vaiheelle voisi olla siis:

- lämmitys + täysi lataus =  $4 \text{ A} + 16 \text{ A} = 20 \text{ A}$
- lämmitys + lämminvesivaraaja + ½-teholla lataus =  $4 \text{ A} + 5 \text{ A} + 10 \text{ A} = 19 \text{ A}$
- suuri kuorma + ½-teholla lataus =  $16 \text{ A} + 10 \text{ A} = 26 \text{ A}$
- lämmitys + suuri kuorma + ½-teholla lataus =  $4 \text{ A} + 16 \text{ A} + 10 \text{ A} = 30 \text{ A}$
- kiuas + suuri kuorma + ½-teholla lataus =  $12 \text{ A} + 16 \text{ A} + 10 \text{ A} = 38 \text{ A}$