



Sähköautojen latauslaitteiden vertailu omakoti- ja kerrostalo- kiinteistöissä

Samuel Kirmo

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2025

Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Sähköinen talotekniikka

KIRMO, SAMUEL:

Sähköautojen latauslaitteiden vertailu omakoti- ja kerrostalokiinteistöissä

Opinnäytetyö 29 sivua
Huhtikuu 2025

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä vertaileva tutkimus, jonka tuloksia voidaan hyödyntää, kun valitaan latauslaitetta sähköajoneuvon latauslaitteita omakotitalo- ja kerrostalokiinteistöihin.

Työn teoriaosuudessa esitetään perustietoa sähköajoneuvon lataamisesta, pakollisia lataustavoista, latauslaitteista sekä kuormanhallinnasta. Työssä toteutettiin vertaileva tutkimus, jossa sähköajoneuvojen latauslaitteiden ominaisuuksia verrattiin kahdessa erilaisessa kiinteistötyypissä.

Työn tuloksena saatiin latauslaitteista ja kuormanhallinnasta kattavaa tietoa, jonka perusteella voidaan todeta, että oikea latauslaite kuormanhallinnalla on tärkeä laite jokaiselle sähköajoneuvon omistajalle. Latauslaitteissa on paljon eroavaisuuksia ja niiden ominaisuuksia kannattaa vertailla tarpeen mukaa. Omakotitalossa harvoin tarvitaan kaikkia niitä ominaisuuksia, jotka ovat kerrostalossa

Lopputuloksena syntyi kattava yhteenveto, josta selviää mikä latauslaite soveltuu omakotitaloon ja mikä taas kerrostaloon. Vertailun tuloksia voidaan hyödyntää suunnittelutyössä tai sähköajoneuvon hankintaa harkittaessa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Systems

KIRMO, SAMUEL:

Comparison of Electric Car Charging Facilities in Single-Family and Apartment Buildings

Bachelor's thesis 29 pages

April 2025

The purpose of the thesis was to conduct a comparative study, the results of which can be used when selecting charging equipment for electric vehicle charging devices for single-family homes and apartment buildings.

The theoretical part of the thesis presents basic information on electric vehicle charging, charging methods, charging equipment and load management. A comparative study was carried out comparing the characteristics of electric vehicle charging equipment in two different types of properties.

As a result of this work, comprehensive information on charging devices and load management was obtained, which allows us to conclude that the right charging device with load management is an important device for every electric vehicle owner. There are many differences between charging equipment, and it is worth comparing their features where appropriate. In a detached house, you rarely need all the features that are mandatory in a block of flats. The results of this comparison can be used in planning work or when considering the purchase of an electric vehicle.

Key words: electric vehicle, load management

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	SÄHKÖAJONEUVON LATAUS	7
	2.1 Sähköajoneuvon lataaminen Suomessa	7
	2.2 Sähköajoneuvojen latauslaitteet.....	10
	2.3 Latauslaitteen liittäminen osaksi kiinteistön sähköverkkoa.....	12
	2.3.1 Omakotitalokiinteistö	13
	2.3.2 Kerrostalokiinteistö	13
3	KUORMANHALLINTA	14
	3.1 Kuormanhallinta osana sähköajoneuvon latausta	14
	3.1.1 Kuormanhallinnan ominaisuudet	14
	3.1.2 Kuormanhallinnan komponentit	15
	3.2 Kuormanhallintajärjestelmien tyypit.....	16
	3.2.1 Manuaalinen kuormanhallinta.....	16
	3.2.2 Staattinen kuormanhallinta	16
	3.2.3 Dynaaminen kuormanhallinta	17
	3.2.4 Kaksitasoinen kuormanhallinta	17
4	SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU.....	19
	4.1 Vertailumenetelmät ja vertailtavat parametrit	19
	4.2 Vertailtavat latauslaitteet	20
	4.2.1 Omakotitalokiinteistö	21
	4.2.2 Kerrostalokiinteistö	22
5	TULOKSET	24
6	POHDINTA	26
	LÄHTEET.....	28

1 JOHDANTO

Sähköajoneuvojen määrä on kasvanut viime vuosina merkittävästi. Vuonna 2023 Suomessa täyssähköisiä henkilöautoja oli 83 762 ja vuonna 2024 jo 118 297. Täyssähköisten henkilöautojen määrä on kasvanut vuodessa reilulla 41 prosentilla. Ladattavia hybridihenkilöautoja oli vastaavasti vuonna 2023 135 105 ja vuonna 2024 166 848. Lataushybridien määrä henkilöautoissa kasvoi vuodessa yli 23 %. (Autoalan Tiedotuskeskus, 2025)

Tämänhetkisen arvion mukaan sähköajoneuvojen ja ladattavien hybridien määrä ylittää polttomoottorilla toimivien autojen määrän vuonna 2037. Tämä tahti ei ole riittävä, sillä Suomen päästötavoitteena on puolittaa liikenteen päästöt 2005 vuoden tasolta vuoden 2030 loppuun mennessä. Sähköajoneuvojen hankintaa hidastaa tällä hetkellä korkea hankintahinta sekä kotilatauksen rajoitukset, etenkin kaupungissa. (Kauppalehti, 2023)

Julkisia latausasemia Suomessa oli 2022 vuonna 2000 kappaletta. Latausasemien yhteenlaskettujen latauspisteiden määrä oli yhteensä 9100 kappaletta. Yli 150 kW lataustehon tarjoavia latauspisteitä oli 820 kappaletta. 50 kW-150 kW tarjoavia latauspisteitä oli 670 kappaletta. (Toimitilat Kauppalehti, 2023)

Peruslatauslaitteita myytiin vuonna 2024 jopa 21,2 prosenttia vähemmän kuin vuonna 2023. Myynti kasvoi hidaslatauslaitteissa 1,4 prosenttia. Hidaslatauslaitteiden myyntiä selittää ARA-latauslaitteiden tuen lopettaminen, jolloin edullisemmat latauslaitteet ovat kysytympiä kuin kalliimmat. Hidaslatauslaitteet voidaan asentaa vanhoihin pistorasioihin, jotka ovat tarjonneet sähköä auton lämmitykseen. (Sähkömaailma, 2025)

Tavallisesta pistorasiasta voidaan ladata sähköajoneuvoa, mutta se tarjoaa lataustehoa rajoitetusti. Tällöin lataaminen on hitaampaa. Suuret akustot sähköajoneuvoissa vaativat pitkiä latausaikoja sekä pistorasian kovaa kuormitusta. Kova kuormitus voi johtaa sulakkeen palamiseen tai pahimmillaan kuormitettu pistorasia voi syttyä palamaan. Sähköajoneuvon lataamiseen tarkoitettu latausasema on valmistettu kestävämpiä pitkiä latausaikoja isoilla lataustehoilla. Latauslaite nopeuttaa lataamista parhaimmillaan lataamalla kaksi autoa kymmenen kertaa nopeammin verrattuna tavalliseen pistorasiaan. Sähköajoneuvon latauslaite tarjoaa

helpotusta esimerkiksi työsuhdeautoilijalle sekä kiinteistön omistajalle. Lataus-
aseman avulla saat veloitettua auton lataamisen työnantajaltasi tai kiinteistön
omistajana saat veloitettua sähkön käytöstä sekä rajoitettua, kuka saa ladata ajo-
neuvoaan. (Alfen Elkamo, 2025)

Väliaikaisella latauslaitteella lataamisen riskit korostuvat. Väliaikainen latauslaite
useimmiten kytketään lähimpään pistorasiaan ja kyseessä voi olla jopa useam-
man vuosikymmenen käytössä ollut pistorasia. Silmämääräisesti voi vanhakin
pistorasia näyttää täysin toimivalta ja riittävästi suojatulta, mutta ratkaisevassa
roolissa olevien johtimien kunto voi olla todella huono. Pistorasia voi toimia täysin
normaalisti, mutta tavallisesti pistorasiaa kuormitetaan vain hetki, kun taas autoa
ladattaessa kuormitus on suurta ja jatkuvaa. Sähköajoneuvoa saatetaan ladata
kahdeksan tuntia päivässä joka päivä. Latauslaitteella ladattaessa voi syntyä yli-
kuormitusta tai jopa oikosulku. Virallisen latauslaitteen suojalaitteet kuitenkin
huolehtivat, ettei synny suurempia vaaratilanteita, joissa vahingoittuisi ajoneuvo
tai syntyisi sähköiskun vaara. (LähiTapiola, 2021)

Kuormanhallinnan sekä latauslaitteiden eroavaisuuksia tarkastelemalla saadaan
tietoa, mitä ominaisuuksia missäkin latausjärjestelmässä on. Tarkoituksena on
löytää ratkaisut oikean latauslaitteen valintaan erilaisissa kiinteistötyypeissä. Li-
säksi tarkoituksena on selvittää lataamisen erilaisia riskitekijöitä.

2 SÄHKÖAJONEUVON LATAUS

2.1 Sähköajoneuvon lataaminen Suomessa

Sähköajoneuvon lataamista suositellaan aina auton ollessa pidempään pysäköitynä. Mikäli kotona on latausmahdollisuus, helpottaa tämä arkea sähköajoneuvon kanssa. Kotilataamisen lisäksi ajoneuvoa pystyy mahdollisuuksien mukaan lataamaan julkisilla latausasemilla sekä työpaikoilla. (Motiva 2024)

Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvon latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (733/202) astui voimaan vuonna 2020. Laissa sähköajoneuvojen latauspisteet tulivat pakollisiksi joihinkin kiinteistöihin. Latauspiste on pakollinen rakennuksissa, jotka eivät ole asuinkäytössä ja niissä on yli 20 pysäköintipaikkaa. Poikkeuksena ovat uudet asuinkiinteistöt, joissa on vähintään neljä pysäköintipaikkaa. Tällöin jokaiselle pysäköintipaikalle tulee tehdä latauslaittevalmius.

Latauslaittepakko koskee seurakuntia, yrityksiä, kaupunkeja ja kuntia. Vaatimuksena latauspisteelle on yli 3,7 kW latausteho sekä CCS-liitin tai Type 2-liitin. Siirtymäaika annettiin vuoden 2024 loppuun ja latauspisteiden valvonta aloitettiin vuoden 2025 alussa. (Traficom 2024)

Vaikka lähes kaikki täyssähköautot, mukaan lukien lataushybridit, tukevat yhden vaiheen latausta sekä yksivaiheista AC-latausasemaa, tulisi silti latausasema aina asentaa kolmivaiheisena. Mikäli ajoneuvo ei tue yksivaiheista latausta, ei lataaminen onnistu yksivaiheisesta latausasemasta. Tulevaisuudessa sähköautojen akustot kasvavat, joka tarkoittaa myös lataustehon tarpeen kasvua. Lataustehoa ei pystytä yksivaiheisena määräänsä enempää kasvattamaan ja latausajan pidentäminen on harvoin mahdollista kiireisessä arjessa. Kolmivaiheinen latausasema mahdollistaa erilaiset muutokset sekä tekniikan kehittymisen. Esimerkiksi tulevaisuudessa voidaan hyödyntää Vehicle to Grid-tapaa (V2G), jolloin latausasema toimii päinvastoin eli sähköajoneuvosta syötetään sähköverkkoon sähköä latausasemaa hyödyntäen. Kolmivaiheisesta latausasemasta ei ole haittaa, sillä sähköajoneuvot, jotka tukevat pelkkää yksivaiheista latausta, pystyvät lataamaan kolmivaiheisesta latausasemasta yhtä vaihetta käyttämällä. (Sähkötieto, 2022a.)

Sähköajoneuvojen latauksessa on kolme erilaista lataustapaa. Suositelluin lataustapa on peruslataus eli lataustapa 3. Peruslataustavassa sähköajoneuvossa olevaa omaa latauslaitetta syötetään vaihtosähköllä sähköalan SFS-EN 62196-2 standardin vaatimusten mukaisella Type 2 sähköauton latauspistorasiasta (kuva 1). Lataustapa 3:n maksimi latausteho voi olla enintään 43 kW, joka on latausvirtana 3x63 A. Lataustehoa pystytään säätämään pienemmäksi sen perusteella, minkä kokoiset pääsulakkeet kiinteistössä ovat. Jos sähköauton lataukseen ei ole käytettävissä lataustavan 3 mukaista pistorasiaa tai ajoneuvopistoketta, lataukseen voidaan käyttää hidaslatausta eli lataustapaa 2. (SESKO, 2023)



KUVA 1. Type 2 Sähköajoneuvon latauspistorasia sekä latauspistoke. (Plugit 2021)

IEC:n eli maailmanlaajuisen sähköalan standardijärjestön määrittämä 2 lataustapa on sähköajoneuvon lataamista pistorasiasta, jota ei ole tarkoitettu sähköajoneuvon lataamiseen. Hidaslatauksessa tulee käyttää latausjohtoa tai latauslaitetta, joka täyttää SFS-EN 62752 standardin vaatimukset erityisesti suojalaiteyksikön ja ohjausyksikön osalta. Hidaslataus on sähköajoneuvon lataamista tavallisesta pistorasiasta. (SESKO, 2023)

Sähköajoneuvoa voidaan ladata hidaslatauksella tavallisesta lämmityspistorasiasta. Tavallinen pistorasia on suojattu useimmiten 10 A johdonsuojakatkaisijalla tai tulppasulakkeella. Pistorasioiden käyttökokemukset ovat osoittaneet, etteivät ne kestä 16 A jatkuvaa kuormitusta, jos käytettävä pistorasia on ollut käytössä pidempään. Hidaslatausta on rajoitettu SFS-EN 62752 standardissa, jossa vaatimuksena on, että latausvirta tulee rajoittaa kahdeksaan ampeeriin. Lisäksi suo-jalaiteyksikkölatausjohdossa ei saa roikkua, vaan se pitää tukea niin, ettei se aiheuta veto- tai vääntörasitusta pistorasiaan. (SESKO, 2023)

Lataustapa 2 mukainen lataus on mahdollista toteuttaa myös teollisuuspistorasiasta, joka on määritelty standardissa SFS-EN 60309 tai karavaanaripistorasiasta, joka on yksivaiheinen tai kolmivaiheisesta voimavirtapistorasiasta. Ladattaessa näistä pistorasioista, voidaan niitä kuormittaa omalla mitoitusvirrallaan, joka on yleensä 16 A. (Sähkötieto, 2022b)

Lataustapa 4 eli tehodataus on nopein tapa ladata sähköajoneuvo. Tehodatausta käytetään yleisesti julkisilla latausasemilla. Tehodatauksessa latauslaite muuttaa vaihtosähkön tasasähköksi ennen ajoneuvoon syöttöä. Tämä takaa tehokkaamman ja nopeamman latauksen. Tehodatauksessa käytettävä CCS-pistoke (kuva 2) on isompi ja kestävämpi latauspistoke. (SESKO, 2023)

Sähköajoneuvon lataamisen aloittamiseen julkisessa latauspisteessä saattaa tarvita RFID-tunnisteen, mobiilisovelluksen tai erillisen latauskortin, jolla tunnistetaan lataaja. Seuraavaksi valitaan oikea latausaseman pistorasia, johon kiinnitetään latauskaapeli. Kun molemmat latauskaapelin päät ovat kytketty, kaapeli lukittuu latauslaitteeseen sekä ajoneuvon ovien ollessa lukittu, lukittuu kaapeli myös autoon, ettei sitä voi irrottaa lataamisen ollessa käynnissä. Tämän jälkeen lataaminen alkaa ja siitä kertoo latauslaitteen merkkivalo muuttamalla väriään. Kun lataus päättyy, kaapeli irrotetaan ajoneuvosta sekä latauslaitteesta ja ajoneuvo on valmis liikenteeseen. (Skoda, 2025)

RFID eli Radio Frequency Identification teknologiaa hyödynnetään latauslaitteen käytössä, kun käyttäjiä tunnistetaan. RFID on radiotaajuudella toimiva tekniikka, jossa tunnistamiseen on tallennettu tietty tieto, joka luetaan RFID lukijalla. Tunnisteen aktivointi sekä tietojen muuttaminen tapahtuu RFID lukijan avulla. Lukijan avulla tiedot pystytään välittämään taustajärjestelmään. (RFID Lab, 2022)



KUVA 2. Pikalatausliitin CCS. (Plugit 2021)

2.2 Sähköajoneuvojen latauslaitteet

Sähköautojen latauslaitteiksi kutsutaan yleisesti latauspistettä, joka koostuu yhdestä tai useammasta AC- tai DC-latauslaitteesta. On myös mahdollista, että se koostuu molemmista sekä AC- että DC-latauspisteistä. Lataustapa 2 mukaista kotilatauslaitetta ei yleisesti kutsuta latausasemaksi, eikä tavallista kotilatauspistorasiaa (schuko) määritellä lain 733/2020 mukaan latauspisteeksi. Pistorasiaa ei ole tehty kestäväksi suurta jatkuvaa kuormitusta, joka saattaa aiheuttaa ylikuumenemisen riskin. (Sähkötieto, 2022a)

Latausasema asennetaan yleensä seinäasennuksena sekä syöttökaapelointi toteutetaan pinta-asennuksena. Pinta-asennuksena asennuskustannukset ovat maltilliset sekä seinäasennettuna latauslaite on suojassa mahdollisilta iskuilta ja törmäyksiltä. Latauslaitteessa voi olla yksi tai useampi latauspistorasia tai latausjohto, jotka ovat kiinteitä. Latausaseman paras sijoituspaikka pysäköintipaikan vasemmalla puolella nurkassa, jolloin lataaminen on helpointa autoille, jotka lataavat vasemmalta etupuolelta tai oikealta puolelta takaa. (Sähkötieto, 2022a)

Latauslaitteissa, jotka toimivat vaihtosähköllä, on useimmiten näyttö tai LED valo. Valon erilaisilla väreillä kerrotaan latauslaitteen käyttäjälle latauksen eri vaiheet. Merkkivalon väreissä ei ole yleistä standardisointia, mutta yleisesti käytetään vihreää valmiustilassa, sinistä lataustilassa, oranssia odotustilassa, punaista tai kel-

taista häiriötilassa. Latausasemien tiedonsiirtorajapinnat ovat myös täysin latauslaitekohtaisia, eikä niihinkään ole standardisointia. Tämän takia tiedonsiirtorajapinnoissa saattaa olla puutteita ja eroavaisuuksia. (Sähkötieto, 2022a)

Tasasähkölatauksessa eli DC-latauksessa latausasemat sijoitetaan yleensä kiinteästi maahan suuren koon ja painon vuoksi. DC-latausasemia voidaan tarvittaessa toteuttaa seinäasenteisesti tai latauspylvääseen. Tällaiset latausasemat toimivat aina pienellä latausteholla. Suurteholatausasemissa saattaa olla useampi latauspistoke, jolloin se tukee useampaa erilaista lataustapaa. Tietyissä suurteholatausasemissa voi olla tavallinen AC-lataus mahdollisuus Type 2-latauspistokkeella, Type 2-latauspistokkeesta muunnettu tehollatauspistoke CCS sekä tehollatauspistoke CHAdeMO. (Sähkötieto, 2022a)



KUVA 3. Pikalatausliitin CHAdeMO. (Nordic Plug 2024)

DC-latausasema on varustettu 1–4 pistokkeella riippuen, kuinka laadukas latausasema on. DC-latausasema kaapeloidaan samalla periaatteella kuin AC-latausasema. DC-suurteholatausasema vaatii suuren syöttökaapeloinnin, jotta sillä voidaan saavuttaa jopa 200kW tehoinen lataus. Lisäksi latausasema vaatii tiedonsiirtoyhteyden, joka toteutetaan enenevässä määrin langattomana. Tiedonsiirto voidaan edelleen toteuttaa myös langallisesti. (Sähkötieto, 2022a)

Suurteholatausasemia on kahden tyyppisiä, keskitettyjä ja hajautettuja ratkaisuja. Hajautettu latausasema antaa mahdollisuudet sijoittaa tehoyksikön suojaisampaan paikkaan ja itse latauspisteet voivat olla silti käyttäjien saatavilla, esimerkiksi parkkiruutujen läheisyydessä. Keskitetyssä latausasemassa koko laitteisto on samassa paikassa, jonka vuoksi latausasema sijoitetaan yleensä piha-alueen reunaan, eikä pysäköintialueelle. Teholatausasemat ovat useimmiten adaptiivisia. Adaptiivisuus teholatausaseman yhteydessä tarkoittaa tehokasta latausta ajoneuvoille, jotka aloittavat lataamisen eri aikaan. (Sähkötieto, 2022a)

Julkisissa kohteissa sähköauton latauslaitteissa tulee olla SFS-EN 62196-2 standardin mukaan tyyppin 2 ajoneuvopistoke tai pistorasia. Julkisessa latauksessa tulee käyttää latausjärjestelmiä, jotka ovat älykkäitä, mikäli se on mahdollista. Älykkäistä latausjärjestelmistä on säädetty laki, jossa kerrotaan vaatimuksista, jotka tukevat vaihtoehtoisten polttoaineiden saatavuutta 478/2017. (Sähkötieto, 2022a)

2.3 Latauslaitteen liittäminen osaksi kiinteistön sähköverkkoa

Latauslaitteen liittämisessä kiinteistöön tulee huomioida sähkötekniset vaatimukset sekä sähköverkon kunto. Kun ensimmäistä latausasemaa asennetaan, on hyvä suunnitella ja varautua mahdollisiin laajennuksiin, mikäli tulevaisuudessa latauslaitteiden määrä kasvaa. Etenkin kuormanhallintaa toteuttaessa tulee huomioida tulevaisuuden vaatimukset ja tarpeet. Mikäli niitä ei huomioida, saattaa joutua vaihtamaan koko kuormanhallintajärjestelmän ja jopa latauslaitteet, mikäli laajentaminen ei ole enää mahdollista. Kun latauslaitteita asennetaan olemassa olevaan kohteeseen, voidaan hyödyntää vanhoja kaapeleita, mutta niiden kunto ja käyttöikä tulee huomioida ennen asennusta. (Sähkötieto, 2022b)

Jokainen latauslaite tulee varustaa A-tyypin vikavirtasuojalla, jossa maksimi mitoitustoimintavirta on 30 mA. Vikavirtasuojakytkimeen tulee kytkeä kaikki johtimet, jotka ovat jännitteellisiä. Jokaiselle latauslaitteelle tulee asentaa oma ryhmäjohto, jolla syötetään laitetta sekä kaapeli, joka tulee suojata oikeanlaisella ylivirtasuojalla. (SFS 6000-7-722, 2022)

2.3.1 Omakotitalokiinteistö

Omakotitalossa voidaan käyttää esimerkiksi kiinteistöautomaatiojärjestelmänä ABB-free@home -järjestelmää, johon pystytään integroimaan latausasema. Lähtökohtaisesti järjestelmä tukee parhaiten ABB Terra latausasemaa. Mikäli haluaa kytkeä toisen latauslaitteen, yhteys voidaan rakentaa OCPP-rajapintaa hyödyntäen. (ABB, 2025)

OCPP eli Open charge point protocol on latauslaitteiden yleinen ja avoin protokolla, joka tarjoaa yhtenäisen viestintäyhteyden latauslaitteiden ja kuormanhallinnan välillä. OCPP tarkoituksena on tarjota yksinkertainen ja toimintavarma yhteys, jolla saadaan etua kaikille sähköauton lataajille sekä urakoitsijoille. OCPP rajapinnan avulla pystytään tarjoamaan erilaisia laskutuspalveluita latauslaitteiden käyttäjille. (Open Charge Alliance, 2025)

2.3.2 Kerrostalokiinteistö

Kerrostalossa nykyiset lämmityspistorasiat voidaan tarvittaessa päivittää älykkäiksi latauspistorasioiksi. Tällöin kaapelointia ei välttämättä tarvitse muuttaa lainkaan. Lämmityspistorasiat muuttamalla taloyhtiö saa lataukseen käytetyn energian laskutettua sen käyttäjältä. Älykkäät latauspistorasiat eivät kuitenkaan tarjoa nopeampaa latausta, vaan maksimissaan 3,7 kW tehoista latausta. Kun tarvitaan tehokkaampaa latausta, tulee valita lataukseen lataustapa kolmen mukainen latauslaite. (Latausasemaopas, 2025)

Mikäli kerrostalossa käytetään automaatiojärjestelmää, esimerkiksi KNX-järjestelmää, voidaan latauslaitteet integroida järjestelmään kiinni. KNX-järjestelmään voi latauslaitteet liittää kolmella eri tavalla. Ensimmäinen vaihtoehto on kytkeä latauslaitteet Modbus-väylällä kiinni järjestelmään. Toinen vaihtoehto on käyttää OCPP-rajapintaa ja kolmas vaihtoehto on kytkeä laitteet suoraan Ethernet-liitännällä. Mikäli latauslaitteet eivät tue mitään näistä kolmesta vaihtoehdosta, niitä ei pysty liittämään KNX-järjestelmään ollenkaan. KNX-järjestelmä mahdollistaa älykkäiden ominaisuuksien hyödyntämisen latauksessa. Näitä ovat esimerkiksi aurinkosähkön hyödyntäminen sekä ohjaus pörssisähkön mukaan. Mikäli kohteessa on jo valmiiksi KNX-järjestelmä, ei latauslaitteille tarvitse enää asentaa erillistä kuormanhallintalaitteistoa. (KNX-Hub, 2024)

3 KUORMANHALLINTA

3.1 Kuormanhallinta osana sähköajoneuvon latausta

Suomessa sähköä kulutetaan tällä hetkellä vuosittain noin 85 terawattituntia (TWh). Vuonna 2022 on arvioitu tulevaisuuden sähkönkulutuksen vuonna 2035 olevan 114–180 TWh. Arvioiden perusteella tämä energiamurros mahdollisesti vaatii kantaverkon kehittämistä. (Fingrid, 2022a)

Sähköverkon kuormitus vaihtelee eri kellonaikoina, mutta kulutushuiput ovat lähtökohtaisesti aamulla sekä illalla. Kulutushuiput kuormittavat valtakunnan sähköverkkoa. Sähköverkko kuormittuu vielä kello 22 aikaan, jolloin kiinteistöissä yö-sähkö alkaa ja lämmitys sekä lämminvesivaraaja lähtevät päälle. (Fingrid, 2022b)

Kiinteistötasolla sähköverkon kuormitusta voidaan seurata ja hallinta erilaisilla kuormanhallintalaitteilla. Kuormanhallinnalla tarkoitetaan kokonaisuutta, joka ohjaa ja valvoo latausjärjestelmän käyttämää virtaa. Kiinteistön kuormitus mitataan syöttökaapeleista ja niiden perusteella kuormanhallinta rajoittaa tai jopa keskeyttää ohjauksen latauslaitteelle. (Sähkötieto, 2023)

Kuormanhallinnan tärkein tehtävä on suojata ylikuormitukselta kiinteistön sähköverkkoa sekä pitää priorisoidut laitteet toiminnassa. Kuormanhallinnan avulla sähköliittymää ei välttämättä tarvitse suurentaa, joka tekee sähköajoneuvon latauslaitteen asentamisesta yksinkertaisempaa. Kuormanhallinta takaa useamman latauslaitteen kentässä jokaiselle latauslaitteelle varmemman virran saannin. (Plugit, 2021)

3.1.1 Kuormanhallinnan ominaisuudet

Kuormanhallinnan yksi ominaisuuksista on kuormituksen seuranta, jonka avulla kiinteistön muun kuormituksen ollessa pienempi, voidaan sähköajoneuvon lataamiseen käyttää enemmän tehoa. Tällöin sähköajoneuvon lataamiseen saadaan aina hetkellinen maksimaalinen teho käyttöön ilman, että pääsulakkeet ylikuormittuvat. Kuormanhallinnan avulla voidaan määrittää myös latauksen aloitusajankohta esimerkiksi pörssisähkön mukaan, jolloin latauksen kustannukset saadaan

mahdollisimman pieniksi. Kuormanhallinnan ominaisuuksiin kuuluu käyttäjien jonoitus, jossa älykkäät laitteet osaavat antaa seuraavaksi eniten tarvitsevalle ajoneuvolle virtaa. Tällöin useamman latauslaitteen kohteessa lataamisesta tulee sujuvampaa. (UTU Group, 2025)

3.1.2 Kuormanhallinnan komponentit

Kuormanhallinta vaatii toimiakseen muutamia komponentteja riippuen käytettävästä kuormanhallintajärjestelmästä. Kuormanhallinta voidaan toteuttaa esimerkiksi käyttämällä releitä, joilla kytketään toinen laite pois, kun toinen lähtee päälle. Toinen vaihtoehto on käyttää virtamuuntajia, joilla mitataan kaapelin läpi kulkevaa virtaa (kuva 4). Kolmantena vaihtoehtona on pilvipalvelut, joilla voidaan yhdistää tietoa langattomasti. Neljäs vaihtoehto on käyttää portaittaista ohjausta, jolla porrastaen säädetään lataustehoa. Jokaista toteutustapaa voidaan käyttää yksittäin tai muutama vaihtoehto voidaan yhdistää. Kuormanhallinnan toteuttamisessa tulee huomioida, ettei se vaikuta sähköjakeluun tai turvajärjestelmien toimintaan. Turvajärjestelmille tulee aina varata oma tehtävä tai varmuusvarasto, jotta niiden toimintavarmuudet täyttyvät. (Sähkötieto, 2023)



KUVA 4. Enegic 16 mm virtamuuntaja

Kuormanhallintalaite voidaan kytkeä suoraan HAN-porttiin, jolloin ei tarvita erillisiä virtamuuntajia tai releitä. Kotiautomaatioliitäntä eli HAN-portti (Home Automation Network) on tehty sähkömittareihin helpottamaan kiinteistön eri sähkölaitteistojen ohjausta sekä kiinteistön reaaliaikaista sähköseurantaa. HAN-portillisista sähkömittareista löytyy kaksi kuormanohjausrelettä, joilla voidaan ohjata laitteita tehokkaasti. Tämä myös mahdollistaa sähkömittarin avulla pörssisähköohjauksen sekä yö- ja päivä sähköön käytön. (Tampereen Sähköverkko 2024)

3.2 Kuormanhallintajärjestelmien tyypit

Kuormanhallinta on yleiskäsite erilaisille kuormanhallintatavoille, jotka eroavat merkittävästi toisistaan. Kuormanhallinnan yleisimmät tyypit ovat dynaaminen-, manuaalinen- ja staattinen kuormanhallinta, jotka eroavat toiminnallisuudeltaan todella paljon toisistaan. Kuormanhallinnan valintaan vaikuttavat yleisesti ladattavien ajoneuvojen määrä, sähköliittymän koko sekä investointiin varattu budjetti. (TOKI Sähkö Oy, 2024)

3.2.1 Manuaalinen kuormanhallinta

Manuaalisessa kuormanhallinnassa latauslaitteen käyttäjä säätää manuaalisesti itse latauslaitteen virtaa sen mukaan, paljonko kiinteistön muut sähkölaitteet kuluttavat sähköä. Manuaalinen kuormanhallinta vaatii hyvää tietämystä kiinteistön sähkönkulutuksesta, jotta latausteho olisi kaikista optimaalisin. Manuaalisen kuormanhallinnan käyttäjän täytyy seurata ja säätää latauslaitetta koko latauksen ajan. (EV-lataa, 2025)

3.2.2 Staattinen kuormanhallinta

Staattinen kuormanhallinta on tarkoitettu pääsääntöisesti useammalle latauslaitteelle, joka säätää lataustehoa tasaisesti usealle latauslaitteelle sen mukaan, kuinka suuri maksimilatausvirta on. Staattisella kuormanhallinnalla voidaan ladata täydellä latausteholla, mikäli ajoneuvoja on vain muutama ja maksimilatausvirta on riittävän suuri. Mikäli samaan aikaan latauksessa on useita autoja, on

mahdollista, ettei latausvirtaa riitä kaikkiin ajoneuvoihin ja jotkin ajoneuvot saattavat jäädä lataamatta. (TOKI Sähkö Oy, 2024)

Staattista kuormanhallintaa voidaan käyttää myös omakotitalossa, jolloin latausvirtaa jaetaan vaan yhdelle latauslaitteelle. Omakotitalossa kuormanhallinnasta huolimatta pääsulakkeet saattavat ylikuormittua. Tämä voi johtua samanaikaisesta kuormituksesta omakotitalossa, eikä staattinen kuormanhallinta tunnista kiinteistön kuormitusta. (TOKI Sähkö Oy, 2024)

3.2.3 Dynaaminen kuormanhallinta

Dynaaminen kuormanhallinta tarjoaa tehokasta kuormanhallintaa reaaliajassa. Kuormanhallinta mittaa jatkuvasti sähköverkon kuormitusta ja sen perusteella antaa tietoa, paljonko vapaata kuormaa on jäljellä. Dynaamisella kuormanhallinnalla voidaan varmistaa, että lataaminen tapahtuu mahdollisimman nopeasti sekä turvallisesti ilman huolta, että kiinteistön pääsulakkeet ylikuormittuisivat. (Autoliitto 2024)

Dynaaminen kuormanhallinta sopii jokaiselle sähköautoilijalle, mutta erityisesti siitä on hyötyä kiinteistöissä, joissa sähkönkulutus on suurta. Suuri sähkönkulutus voi esimerkiksi johtua sähköisestä lämmityksestä tai useamman sähköajoneuvon lataamisesta. Kahden ajoneuvon lataaminen saattaa muodostua hankalaksi ja lataaminen voi jopa keskeytyä suuren kuormituksen vuoksi. (Scanoffice 2024)

Dynaamisella kuormanhallinnalla lataus säätyy hyvin eri tavalla autosta ja latauslaitteesta riippuen. Dynaamisella kuormanhallinnalla tulisi täyttää minimilatausteho, jotta kaikki autot käynnistäisivät latauksen. Yleinen minimivirta sähköajoneuvoissa on 6A. (Sähkötieto, 2023)

3.2.4 Kaksitasoinen kuormanhallinta

Kaksitasoisella kuormanhallinnalla pystytään tarjoamaan suurin latausteho jatkuvasti sähköliittymän kokonaiskuormituksen rajoissa. Kaksitasoisessa kuormanhallinnassa dynaamisia kuormanhallintalaitteita asennetaan useampi, yksi säh-

köpääkeskukseen sekä yksi jokaiseen ryhmäkeskukseen tarpeen mukaan. Jokaiselle keskukselle voidaan määrittää maksimi latausvirta, jolloin jokainen latauslaite saa tarpeeksi virtaa, mutta ei ylikuormita syöttökaapeleita. Kaksitasoisella kuormanhallinnalla yhteys toteutetaan pääsääntöisesti langattomasti, jolloin keskusten välimatkat voivat olla pitkät. Kuormanhallintalaitteet osaavat mitata ja laskea keskuksen oman kuormituksen sekä pääkeskuksen kuormituksen. (Smart-me, 2023)

4 SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAUSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Latausjärjestelmiä vertailtiin erilaisten kohteiden tarpeiden perusteella. Vertailussa keskityttiin vertailemaan teknisiä ominaisuuksia sekä suojalaitteita. Teknisillä ominaisuuksilla on suuria vaikutuksia latauksen älykkyyteen. Älykkäällä latausjärjestelmällä tehdään lataamisesta tehokasta sekä turvallista.

4.1 Vertailumenetelmät ja vertailtavat parametrit

Latauslaitteita löytyy markkinoilta useita, mutta välttämättä kaikki laitteet eivät ole sopivia jokaiseen kohteeseen. Vertailtavien latauslaitteiden toiseksi kuvitteelliseksi käyttökohteeksi valittiin omakotitalo, jossa lämmitysmuotona on suora sähkölämmitys sekä kaksi ladattavaa sähköautoa. Lisäksi kohteessa on aurinkosähköjärjestelmä.

Latauslaitteiden toisena käyttökohteena toimii kuvitteellisen kerrostalon pysäköintialue, jossa on 20 pysäköintipaikkaa. Latauslaitteiden sähkönsyöttö tulee ryhmäkeskuksen kautta, jolloin sähkönkulutusta joudutaan taloyhtiön toimesta laskuttamaan käyttäjiltä. Tulevaisuudessa pysäköintipaikkojen määrä saattaa kasvaa.

Kohteiksi valittiin omakotitalo ja kerrostalo, koska jokaisen kerrostalon sekä omakotitalon sähköverkot toteutetaan pääsääntöisesti aina samalla tavalla. Kerrostalon sekä omakotitalon sähköverkot eroavat kuitenkin rakenteeltaan täysin. Rivitaloa ei vertailuun valittu, koska pysäköintipaikat voivat olla keskitetyksi tai jokaisen asunnon edustalla. Näiden pysäköintivaihtoehtojen perusteella sähkönsyöttö latauslaitteelle voi tapahtua muutamalla eri tavalla, joten vertailua ei voisi yleistää.

Omakotitaloon asennettavissa latauslaitteissa vertailtiin laitteen fyysisiä ominaisuuksia, kuten laitteen toimintalämpötiloja, kiinteää latauskaapelia tai latauspistorasiaa sekä turvalaitteita. Turvalaitteista vertailtiin DC-vikavirtasuojauksia, häätäseiskytkintä ja ylijännitesuojauksia. Suojalaitteet takaavat turvallisen latauksen sekä latauksen keskeytyksen mahdollisessa vikatilanteessa. Kiinteä latauskaa-

pelii helpottaa laitteen käyttöä. Laitteen mahdollisimman alhaiset toimintalämpötilat takaavat latauslaitteen soveltuvuuden ulos, jotta lataus onnistuu myös talvipakkasilla.

Omakotitaloon soveltuvissa laitteissa vertailtiin kuormanhallinnan ominaisuuksia ja liityntämahdollisuuksia, aurinko- ja pörssisähköominaisuuksia, mittaustapaa, latauskentän laitemäärää sekä maksimaalista lataustehoa. Aurinko- ja pörssisähköllä saadaan lataamisen kuluja laskettua alemmas, mikäli niitä pystytään hyödyntämään automaattisesti. Latauslaitteiden määrä samassa latauskentässä, tässä tapauksessa omakotitalossa, nousee merkitykselliseksi, mikäli kohteessa on enemmän kuin yksi ladattava ajoneuvo.

Kerrostalokohteessa latauslaitteilta vaaditaan hieman erilaisia asioita kuin omakotitalossa. Latauslaitteita on useampi kerrostalossa, jolloin kuormanhallinta täytyy toimia ja keskustella jokaisen latauslaitteen kanssa. On myös huomioitava sähkön kulutuksen laskuttaminen käyttäjiltä, koska sähkönsyöttö ei tule latauslaitteelle suoraan huoneistokohtaisista sähkömittareista. Tämän vuoksi vertailtiin, miten käyttäjä voi tunnistautua latauslaitteeseen, jos ei ole vakiopysäköintiruutuja sekä pystytään välttämään lataamisen väärinkäytökset.

4.2 Vertailtavat latauslaitteet

Vertailuun valittiin kymmenen erilaista latauslaitetta, viisi latauslaitetta omakotitaloasukkaille ja viisi latauslaitetta kerrostaloasukkaille. Vertailussa huomioitiin erilaiset vaatimukset omakotitaloon sekä kerrostaloon. Vertailtavat latauslaitteet valittiin tukkuliikkeiden suositeltujen latauslaitteiden perusteella.

Omakotitalokiinteistöön valittiin latauslaitteiksi ABB Terra, Beny BCP-AT1N-L, Defa Power, Garo GLBDCM-T222FC sekä Zaptec Go-latauslaite. Nämä latauslaitteet ovat tarkoitettu omakotitaloihin. Latauslaitteista osa on varustettu kiinteällä kaapelilla ja osa on pelkällä latauspistorasiolla.

Kerrostalokiinteistöön valittiin vertailtaviksi latauslaitteiksi Eaton GMB, Finlux Pro EVC-04, Garo Entity Pro, Keba KeContact P30 sekä Zaptec Pro-latauslaite. Nämä kaikki latauslaitteet ovat suositeltuja laitteita kohteisiin, joissa on useampia

latauslaitteita. Latauslaitteet ovat saman tyyliä, sillä jokaisesta laitteesta löytyy yksi latauspiste.

4.2.1 Omakotitalokiinteistö

ABB Terra-latauslaitteen laajat toimintalämpötilat takaavat toiminnan ympärivuotisesti. Latauslaite kestää -30 °C pakkasta sekä jopa $+50\text{ °C}$ kuumuutta. Applikaatio takaa helpon seurannan ja aurinkosähköllä ohjaamisen, ainoastaan pörssisähköohjaus puuttuu. Laajat yhteysmahdollisuudet, kuten Bluetooth, Ethernet, Modbus, OCPP ja Wi-Fi tarjoavat vaihtoehtoja monille. Maksimilatausteho jää vain 11 kW, mutta kuormanhallinnalla siitä tehdään tehokasta ja älykästä. Latauslaitteesta ei löydy MID-sertifioitua mittalaitetta, joten se ei välttämättä sovellu työsuhteautoiluun. Kiinteä kaapeli tuo kotilataajalle lisää käyttömukavuutta.

Beny BCP-latauslaite tarjoaa lähes jokaiselle kelille latausmahdollisuuden, ainoastaan kovimmat pakkaset saattavat rajoittaa lataamista, sillä alin toimintalämpötila on -25 °C . Applikaation avulla voidaan seurata latausta, kuormanhallintaa, ohjata aurinkosähköllä tai pörssisähkön hinnan mukaan. Yhteys latauslaitteeseen voidaan muodostaa joko Bluetoothin tai Wi-Fin avulla. 22 kW latausteho, kiinteä kaapeli ja hätäseisäkytkin takaavat tehokkaan, turvallisen ja käytännöllisen latauksen. Tästä laitteesta ei löydy MID-sertifioitua mittalaitetta.

Defa Power-latauslaite tarjoaa latausta $+40\text{ °C}$ helteestä aina -40 °C pakkaseen. Applikaation avulla voidaan seurata jopa 22 kW teholla toimivaa latausta, seurata kuormanhallintaa sekä ohjata pörssisähkön hinnan mukaan. Ethernet, OCPP-rajapinta, Wi-Fi sekä 4G-yhteys takaavat laajat liitännämahdollisuudet. Kiinteä kaapeli tuo lataamiseen mukavuutta.

Garo GLB-latauslaite lataa 22 kW latausteholla kiinteää kaapelia hyödyntäen, jota ohjataan kuormanhallinnalla. Ethernet, Modbus ja OCPP-rajapinta tarjoaa hyvät valmiudet liittää laite erilaisiin kohteisiin. Kohtuullisen laajat käyttölämpötilat varmistavat onnistuneen latauksen $+40\text{ °C}$ helteessä sekä -25 °C pakkasessa.

Zaptec Go-latauslaite on siro, ilman kiinteää latauskaapelia, mutta tarjoaa silti 22kW lataustehon kuormanhallinnalla, jossa voidaan hyödyntää aurinkosähköä sekä pörssisähkön hintoja. Laajat yhteysmahdollisuudet kuten Bluetooth, OCPP,

Wi-Fi ja 4G-yhteys tarjoaa toimivat yhteydet kaikissa kohteissa. Lataaminen onnistuu jopa -30 °C pakkasessa sekä +40 °C lämpötilassa.

4.2.2 Kerrostalokiinteistö

Kerrostalon pysäköintialueella on tärkeää, että latauslaitteet voivat keskustella keskenään. Latauslaitteiden käyttö tulisi olla myös helposti seurattavaa tai integroitavissa laskutuspalveluun. Useammalla latauslaitteella ladatessa kuormanhallinta nousee tärkeään rooliin, jotta pääsulakkeet eivät pala.

Yhdysvaltalaisen Eatonin latauslaite toimii Suomen olosuhteissa hyvin, ainoastaan kovimmilla pakkasilla laitteessa saattaa tulla ongelmia, sillä sen alin toimintalämpötila on luvattu -25 °C. Ylin toimintalämpötila on 45 °C, joka takaa latauksen onnistumisen kesähelteillä. Latauslaitteen toimintaa pystytään seuraamaan applikaatiolla, mutta Bluetooth-yhteyttä laitteeseen ei saada. Turvallista lataamista auttaa DC-vikavirtasuojaus sekä kuormanhallinta, mutta monitasoista kuormanhallintaa ei voida tällä toteuttaa. Laitteeseen voidaan muodostaa kattavasti yhteyksiä Ethernet liitännän avulla, Modbus yhteyden, OCPP-rajapinnan, Wi-Fi tai 4G-yhteyden avulla. Tehokkaan lataamisen takaa 22 kW maksimi latausteho sekä älykäs vaiheentasaus, jolloin lataus muuttuu kolmivaiheisesta latauksesta yksivaiheiseen lataukseen sekä päinvastoin. Lisäksi latauslaitteen käyttöä on helppo rajoittaa RFID-tunnistuksen avulla sekä mitata MID-sertifioidun mittarin avulla.

Finlux Pro-latauslaite sopii Suomen olosuhteisiin, sillä sen luvataan toimivan vielä -35 °C pakkasessa sekä +55 °C helteellä. Latauslaitetta voidaan seurata ja hallita applikaation avulla, vaikka latausaseman väärinkäytöt ovat rajoitetut RFID-tunnistuksen avulla. Yhteismahdollisuudet ovat tässä laajat, sillä latauslaite tukee Bluetooth, Ethernet, Modbus, OCPP, Wi-Fi ja 4G-yhteyttä. Turvallisen latauksen takaa DC-vikavirtasuojaus sekä kuormanhallinta. Monitasoista kuormanhallintaa ei ole mahdollista toteuttaa eikä laitteessa ole vaiheentasausta. 22 kW latausteho ja MID-sertifioitu mittaus takaa sopivuuden kerrostaloon.

Ruotsalainen Garo Entity Pro-latauslaite toimii -40 °C pakkasessa sekä +40 °C helteessä. Applikaatiolla voidaan seurata latauslaitetta, jonka käyttö on luotettavaa, kun tunnistus tapahtuu RFID-tunnistuksella ja sähkönkulutus mitataan MID-

sertifioidulla mittarilla. Latauslaitteeseen voidaan muodostaa yhteys Ethernet, Modbus, OCPP, Wi-Fi tai 4G-yhteydellä, ainoastaan Bluetooth-yhteys puuttuu. Tehokas 22 kW latausteho toimii yhdessä kuormanhallinnan kanssa, mutta monitasoista kuormanhallintaa ei ole mahdollista toteuttaa. Lisäksi laitteessa on myös vaiheentasaus. Latausta suojaa DC-vikavirtasuojaus.

Itävaltalainen Keba P30 X toimii lähes kaikissa olosuhteissa, mutta kovimmille pakkasille sen toimintaa ei ole taattua, sillä sen alin toimintalämpötila on -25 °C . Korkein toimintalämpötila on jopa $+50\text{ °C}$. Applikaatiosta on helppoa seurata lataushistoriaa, joka on mitattu MID-sertifioidulla mittarilla ja sitä ennen käyttäjä on tunnistettu RFID:n avulla. Bluetoothia lukuun ottamatta latauslaitteesta löytyy laajat yhteysmahdollisuudet, kuten Ethernet, Modbus, OCPP, Wi-Fi ja 4G-yhteys. Tehokkaan ja turvallisen lataamisen takaa DC-vikavirtasuojaus, kuormanhallinta sekä 22 kW latausteho. Latauslaitteessa ei voi hyödyntää monitasoista kuormanhallintaa tai vaiheentasausta.

Norjalainen Zaptec Pro-latauslaite toimii vaihtelevissa olosuhteissa -30 °C pakkasesta aina $+40\text{ °C}$ helteeseen. MID-sertifioidulla mittarilla mitattua lataushistoriaa voidaan seurata applikaatiosta. Laitteessa on kattavat yhteysmahdollisuudet, kuten Bluetooth, Modbus, OCPP, WiFi ja 4G-yhteys. Ethernet-liitäntämahdollisuutta laitteessa ei ole. Tehokkaan ja turvallisen lataamisen takaa DC-vikavirtasuojaus, kuormanhallinta, joka voidaan toteuttaa monitasoisena, RFID-tunnistus, vaiheentasaus sekä 22 kW maksimilatausteho.

5 TULOKSET

Vertailukohtia omakotitaloon sopiville latauslaitteille oli 16 (Taulukko 1) ja kerrostaloon sopiville latauslaitteille kohtia oli myös 16 (Taulukko 2). Tuloksista nähdään selkeitä eroavaisuuksia, mutta monessa latauslaitteessa on paljon samoja ominaisuuksia.

ABB Terra-latauslaite toimii saumattomasti kotiautomaatio free@home-järjestelmän kanssa. Laitteen kattavat ominaisuudet toimivat parhaiten osana kotiautomaatiojärjestelmää. Kattavat rajapinnat auttavat laitteen integroinnissa. Terran latausteho on vain 11 kW, joka on huomattavasti pienempi kuin muissa laitteissa. Benystä löytyy kuormanhallinta aurinkosähköohjauksella sekä pörssisähköohjaus. Kuormanhallinta toimii DLB-ohjaimella, joka mittaa syöttökaapelien ja aurinkosähkön syöttökaapelien kuormitusta virtamuuntajilla. Lisäksi kiinteä latauskaapeli helpottaa kotona lataamista. Beny ei ole yhteensopiva automaatiojärjestelmien kanssa toisin kuin ABB Terra-latauslaite. Defa Power sekä Garo GLB voidaan kytkeä OCPP-rajapintojen kautta erilaisiin järjestelmiin, mutta aurinkosähköä ei voida optimoida automaattisesti latauksessa. Zaptec Go tarjoaa johdotto-man latauslaitteen, joka tuo siistin ulkoasun. Muissa laitteissa oleva kiinteä latauskaapeli helpottaa kuitenkin laitteen käyttöä.

TAULUKKO 1. Omakotitaloon liitettävien latauslaitteiden vertailu.

Latauslaite	ABB Terra	Beny BCP	Defa Power	Garo GLB	Zaptec Go
Alin toimintalämpötila	-30°C	-25°C	-40°C	-25°C	-30°C
Applikaatio	X	X	X	X	X
Aurinkosähköohjaus	X	X	-	-	X
Bluetooth	X	X	-	-	X
DC-vikavirtasuojaus	X	X	X	X	X
Ethernet liitäntä	X	-	X	X	-
Hätäseis kytkin	-	X	-	-	-
Kiinteäkaapeli	X	X	X	X	-
Korkein toimintalämpötila	+50°C	+55°C	+50°C	+40°C	+40°C
Kuormanhallinta	X	X	X	X	X
Latausteho	11kW	22 kW	22kW	22kW	22 kW
MID-sertifioitu mittaus	-	-	-	-	-
Modbus yhteensopiva	X	-	-	X	-
OCPP- rajapinta	X	-	X	X	X
Pörssisähköohjaus	-	X	X	-	X
Wi-Fi	X	X	X	X	X
4G yhteys	-	-	X	-	X

Kerrostaloon sopivien latauslaitteiden tulokset ovat yhdenvertaisempia kuin omakotitaloon sopivissa laitteissa. Eaton, Garo ja Zaptec tarjoavat vaihteentasausta,

joka on todella tärkeä ominaisuus kerrostalossa. Zaptec tarjoaa myös monitasoista kuormanhallintaa ainoana vertailtavista laitteista. Eaton, Finlux, Garo ja Keba laitteiden kuormanhallinta voidaan toteuttaa Ethernet liitännällä, ainoastaan Zaptec ei tätä ominaisuutta tue. Korkein pakkaskestävyys on Garon laitteessa, mutta suurin lämmönkesto on Finluxissa.

TAULUKKO 2. Latauslaitteiden vertailu kerrostaloon.

Latauslaite	Eaton GMB	Finlux Pro	Garo Entity Pro	Keba P30 X	Zaptec Pro
Alin toimintalämpötila	-25°C	-35°C	-40°C	-25°C	-30°C
Applikaatio	X	X	X	X	X
Bluetooth	-	X	-	-	X
DC-vikavirtasuojaus	X	X	X	X	X
Ethernet liitäntä	X	X	X	X	-
Korkein toimintalämpötila	+45°C	+55°C	+40°C	+50°C	+40°C
Kuormanhallinta	X	X	X	X	X
Latausteho	22kW	22kW	22kW	22kW	22kW
MID-sertifioitu mittaus	X	X	X	X	X
Modbus yhteensopiva	X	X	X	X	X
Monitasoinen kuormanhallinta	-	-	-	-	X
OCPP- rajapinta	X	X	X	X	X
RFID-tunnistus	X	X	X	X	X
Vaiheentasaus	X	-	X	-	X
Wi-Fi	X	X	X	X	X
4G yhteys	X	X	X	X	X

6 POHDINTA

Lopputuloksena saatiin kattavaa tietoa lataustavoista, latauslaitteista sekä niiden kuormanhallinnasta. Latauslaite on tärkeä osa sähköautoilijan arkea ja parantaa koko kodin turvallisuutta. Latauslaitteita on useita erilaisia, jotka ovat tehty kullekin käyttäjäryhmälle. Kuormanhallintalaitteissa on myös suuria eroja ja niistä täytyy valita jokaiseen kohteeseen sopiva laite. Aurinkosähköjärjestelmän liittäminen osaksi kuormanhallintaa tulee varmasti tulevaisuudessa olemaan suosittu ominaisuus, etenkin aurinkosähköjärjestelmän tullessa pakolliseksi uusiin kohteisiin. Kaksitasoinen kuormanhallinta tulee myös merkittävään rooliin latauslaitteiden sekä sähköajoneuvojen yleistyessä, jolloin voidaan maksimoida sähkötehot jokaiselle latauspisteelle huomioiden ryhmäkeskukset sekä syöttökaapelit.

Latauslaitteiden määrä tulee kasvamaan tulevaisuudessa ja on tärkeää valita itselleen sopivanlainen laite. Kerrostalossa latauslaitteen ominaisuudet nousevat suurempaan merkitykseen kuin omakotitalossa. Kerrostalon latauslaitteet voidaan asentaa jokaiselle pysäköintipaikalle ilman, että tulee ongelmia sähkön jakeluun.

Tulevaisuudessa latauslaitteen kuormanhallinnan virtamuuntajat sekä mittarit saattaa jäädä pienempää rooliin, sillä älykkäät sähkömittarit tarjoavat mahdollisuuden mittaustiedon jakamiseen kuormanhallintalaitteelle. Mikäli kuormanhallinnalle tuleva kulutustieto tulee sähköyhtiön kautta, saattaa tämä muuttua maksulliseksi palveluksi, jolloin täysin itsenäinen kuormanhallinta saattaa muodostua edullisemmaksi. Erilaiset integraatiot tulevat varmastikin lisääntymään tulevaisuudessa ja niissä hyödynnetään OCPP-rajapintoja, jolloin tiedonsiirto on älykästä ja nopeaa.

Lisäksi tulevaisuudessa V2G-tekniikka saattaa tulla käyttöön, joka varmasti aiheuttaa haasteita ja ongelmia latauslaitteissa sekä koko kiinteistön sähköverkossa, etenkin turvallisuudessa. V2G-tekniikkaa käyttäessä täytyy huomioida, että latauslaite on kaapeloitu oikealla kaapelilla, jotta sen käytöstä tulee tehokasta ja turvallista. V2G-tekniikkaa tulee mahdollisesti hidastamaan autonvalmistajien lyhyet akkutakuut, sillä tämä lisää akun käyttösyklejä, jolloin akku kuluu nopeampaa kuin tavallisessa ajossa.

Latauslaitteisiin olisi voinut tutustua vielä laajemmin ja tehdä testauksia erilaisissa olosuhteissa. Tulevaisuudessa kuormanhallintaa voitaisiin mitata kovissa kuormituksissa, jolloin saataisiin hyödyt paremmin näkyviin.

Työssä haasteita tuotti latauslaitteiden tuotetietojen löytäminen. Tuotetiedot olivat osittain puutteellisia, eikä kaikkiin vertailukohtiin saanut tuotetietojen perusteella tietoa.

LÄHTEET

- ABB. 2025. ABB-free@home, how to charger integration. Luettu 14.2.2025.
<https://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/kiinteistoautomaatio-kotiautomaatio/ratkaisut/freeathome>
- Alfen Elkamo. 2025. Miksi kannattaa hankkia sähköauton latausasema. Luettu 19.3.2025
<https://alfenelkamo.fi/fi/miksi-kannattaa-hankkia-s%C3%A4hk%C3%B6auton-latausasema>
- Autoalan tiedotuskeskus. 2025. Sähköautojen määrän kehitys. Luettu 12.3.2025.
https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahkoautojen_maaran_kehitys
- Autoliitto. 2024. Dynaaminen kuormanhallinta sähköauton lataamisessa. Luettu 10.3.2025.
<https://www.autoliitto.fi/blogi/dynaaminen-kuormanhallinta-sahkoauton-lataamisessa-tarvitsenko-sen/>
- EV-Lataa. 2025. Dynaaminen kuormanhallinta tekee lataamisesta turvallista. Luettu 10.3.2025.
<https://evlataa.fi/dynaaminen-kuormanhallinta/>
- Fingrid. 2022a. Sähköjärjestelmä mullistuu. Artikkel. Luettu 20.11.2024.
<https://www.fingridlehti.fi/sahkojarjestelma-mullistuu/>
- Fingrid. 2022b. Näin vältät aamun ja alkuillan sähköruuhkat. Artikkel. Luettu 20.11.2024.
<https://www.fingridlehti.fi/nain-valtat-aamun-ja-alkuillan-sahkoruuhkan/>
- Kauppalehti. 2023. Sähköautojen määrä on kymmenkertaistunut, mutta tahti hidastunee syksyllä. Luettu. 16.3.2025.
<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/sahkoautojen-maara-on-kymmenkertaistunut-mutta-tahti-hidastunee-syksylla-tilauskanta-kuin-lamavuosina/a38e7500-22fc-4cbf-8876-d3a305415965>
- KNX. 2024. KNX to EV Charging: Integration Guide. Luettu 16.3.2025
<https://www.knxhub.com/integrating-knx-with-ev-charging-a-detailed-guide/>
- Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvon latauspisteellä. 2020. Luettu 25.3.2025. <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2020/733>
- Latausasemaopas. 2025. Latausasemaopas taloyhtiöille. Luettu 17.3.2025
<https://latausasemaopas.fi/latausasemaopas-taloyhtiöille/>
- Lähitapiola. 2021. Näin vältät tulipalot sähköautoa ladatessa. Luettu 19.3.2025.
<https://www.lahitapiola.fi/tietoa-lahitapiolasta/uutishuone/tiedotteet/1509572029108/>
- Motiva. 2024. Sähköauton lataus. Luettu 12.3.2025.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/sahkoautoillen_arjen_alykas_sahkoautoilu/sahkoauton_lataus
- Nordic Plug. 2024. Sähköauton pikalataus. Luettu 1.11.2024.
https://nordicplug.fi/pages/sahkoauton-pikalataus-opas?srsId=AfmBOoqKuSC_i7xeJEC2jOaR5rE362WR-xpfFhJT09kN-xvfuN80lue9
- Open Charge Alliance. 2025. OCPP-protocol. Luettu 2.2.2025.
<https://openchargealliance.org/protocols/open-charge-point-protocol/>
- Perific. 2025. Enegic kuormanhallinta Zaptec latauslaitteille. Luettu 4.1.2025.
<https://en.perific.com/lastbalansering-zaptec-eng>
- Plugit. 2021. Latauspistoketyypit. Artikkel. Luettu 9.1.2025.
<https://kotilataajat.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>

Plugit. 2021. Dynaaminen kuormanhallinta. Artikkelit. Luettu 1.2.2025.

<https://plugit.fi/artikkelit/dynaaminen-kuormanhallinta/>

RFID Lab Finland ry. 2022. Mitä on RFID. Luettu 16.3.2025.

<https://rfidlab.fi/rfid-teknologia/>

Scanoffice. 2024. Dynaaminen kuormanhallinta sähköauton latauksessa. Luettu 10.3.2025.

<https://scanoffice.fi/sahkoauton-latausasemat/opas/ohjeet-ja-vinkit-sahkoauton-lataukseen/dynaaminen-kuormanhallinta-sahkoauton-latauksessa/>

SESKO. 2022. SFS 6000-7-722:2022, Pienjännitesähköasennukset. Luettu 27.3.2025.

<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1141188.html.stx>

SESKO. 2023. Sähköajoneuvon lataussuositus. Luettu 11.12.2024.

https://sesko.fi/wp-content/uploads/2023/06/SESKOn-lataussuositus-6-painos_2023-05-18.pdf

Skoda. 2025. Latauksesta usein kysyttyä. Luettu 16.3.2025.

<https://www.skoda.fi/sahkoautot-ja-hybridit/emobility-faq-charging>

Smart-me. 2024. Monitasoinen kuormanhallinta. Luettu 3.1.2025.

<https://web.smart-me.com/en/project/multilevel-load-management/>

Sähkötieto 2022a. ST-käsikirja 41. 2022. Sähköajoneuvot ja latausjärjestelmät. Luettu 9.12.2024

<https://severi-sahkoinfo-fi.libproxy.tuni.fi/item/7385?search=ST>

Sähkötieto 2022b. ST-kortti 51.92. 2022. Sähköajoneuvon latauspisteet kiinteistöissä. Luettu 15.3.2025.

<https://severi-sahkoinfo-fi.libproxy.tuni.fi/item/8384?search=ST>

Sähkötieto 2023. ST-kortti 51.90. 2023. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Luettu 10.12.2024

<https://severi-sahkoinfo-fi.libproxy.tuni.fi/item/3937?search=ST>

Sähkömaailma. 2025. Latauslaitteiden myynti kiinteistöihin väheni vuonna 2024. Luettu 18.3.2025

<https://www.sahkomaailma.fi/latauslaitteiden-myynti-kiinteistoihin-vaheni-vuonna-2024/>

Tampereen sähköverkko. 2024. HAN-portti. Luettu 19.1.2025.

<https://www.tampereensahkoverkko.fi/ajankohtaista/sahkomittareiden-vaihtaminen-tampereella/han-portti/>

TOKI Sähkö. 2024. Kuormanhallinnan mallit. Luettu 10.3.2025.

<https://www.tokisahko.fi/kuormanhallinnan-mallit-kuinka-ne-toimivat-ja-mitaniista-pitaa-tietaa/>

Toimitilat Kauppalehti. 2023. Sähköauton latauspiste tulee pakolliseksi toimitilakiinteistöissä.

<https://toimitilat.kauppalehti.fi/Artikkeli/sahkoauton-latauspiste-tulee-pakolliseksi-toimitilakiinteistoissa>

Traficom. 2024. Sähköautojen latauspiste pakolliseksi. Luettu 13.3.2025

<https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/sahkoautojen-latauspiste-pakolliseksi-ei-asuinkaytossa-oleviin-rakennuksiin>

UTU Group. 2025. Kuormanhallinta. Luettu 10.1.2025

<https://www.utugroup.com/fi/tuotekategoria/sahkoauton-lataus/kuormanhallinta/>