



Peltonen Eero

# Sähköauton latausjärjestelmien suunnittelu ja toteuttaminen asuin- rakennuskohteissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

15.5.2022

# Tiivistelmä

Tekijä:	Eero Peltonen
Otsikko:	Sähköauton latausjärjestelmien suunnittelu ja toteuttaminen asuinrakennuskohteissa
Sivumäärä:	31 sivua + 1 liitettä
Aika:	15.5.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Eero Kupila

---

Insinöörityön tavoitteena oli selvittää sähköauton latausjärjestelmien rakennuttamiseen ja suunnitteluun vaikuttavia asioita erityisesti asuinrakennuskohteissa, ja antaa sen tekijälle tulevaisuuteen valmiuksia niiden sähkösuunnitteluun.

Työn teoriaosuudessa selvitettiin yleisellä tasolla erilaiset sähköauto tyypit, niiden määrien kehitys Suomessa sekä lataukseen liittyviä keskeisiä teknisiä asioita. Tämän lisäksi teoriaosuuden loppupuolella käydään läpi ARA-avustukseen liittyviä asioita sekä lainsäädäntöä kiinteistöjen varustamisesta sähköautojen latausvalmiuksin asuinrakennusten kannalta.

Työn viimeiset luvut käsittävä osuus sisältää pohdintaa järjestelmien teknisestä toteuttamisesta erilaisissa asuinrakennuksissa. Pohdinta keskittyy pääosin tekniseen toteutukseen, mutta tekstissä pohditaan myös keinoja kustannusten optimointiin.

Työn lopputuloksena sen tekijä sai laajennettua ymmärrystään latausten suunnittelussa huomioitavista asioista ja valmiuksia latausten suunnitteluun tulevaisuudessa.

Avainsanat: sähköauto, latausjärjestelmä, asuinrakennus

## Abstract

Author: Eero Peltonen  
Title: Design and Construction of Electric Car Charging Systems in Residential Buildings  
Number of Pages: 31 pages + 1 appendix  
Date: 15 May 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Electrical Power Engineering  
Supervisors: Eero Kupila, Senior Lecturer

---

Aim of the thesis work was to find out information on matters that affect construction and planning of electric car charging systems in residential buildings and also give me capabilities to plan those systems.

Theory part handles different type of electric cars, increasing rates of them in Finland, and main technical matters. At the end of the theory part, this study also explain matters that are related to the ARA-subsidy and law about equipping buildings with electric vehicle charging systems and readiness of building them.

The last parts of the thesis includes technical considerations of building charging systems. This also involves how to keep costs at the low level. The result of the thesis work is information concerning construction and planning of electric car charging systems in residential buildings. Furthermore, I extended my knowledge of charging systems and got capabilities of planning systems in the future.

Keywords: electric car, charging system, residential building

# Sisällys

1	Johdanto	1
2	Suomen sähköautokanta	2
3	Sähköautomallit	4
3.1	Täyssähköautot	4
3.2	Ladattavat hybridautot	5
4	Lataustavat	5
4.1	Lataustapa 1	6
4.2	Lataustapa 2	6
4.3	Lataustapa 3	8
4.4	Lataustapa 4	10
5	Latauslaitteet	11
6	Kuormanhallintajärjestelmät	12
6.1	Lataustehon kiinteä alennus ja kuormien vuorottelu	13
6.2	Lataustehon dynaaminen ohjaus	13
7	Taustajärjestelmät	15
7.1	OCPP-protokolla	15
7.2	Latausten laskutus käyttäjiltä	15
7.3	Lataajan tunnistaminen	15
7.4	Latausoperaattorit	16
8	Sähköautonlatausinfraan mitoitus	16
9	Lait ja säädökset	18
9.1	Uudisrakennukset	18
9.2	Saneerauskohteet	19
9.3	Määritelmät	20
10	ARA-avustus	20
10.1	Edellytykset tuen saamiseksi	20
10.2	Tuen määrä	21

10.3 Avustettavat toimenpiteet	21
11 Latausjärjestelmien toteuttaminen uudisrakennuskohteissa	22
11.1 Omakotitalot	22
11.2 Kerros- ja rivitalot	26
12 Latausjärjestelmien lisääminen olemassa oleviin kiinteistöihin	27
12.1 Omakotitalot	27
12.2 Kerros- ja rivitalot	28
13 Yhteenveto	29
Lähteet	30

## Liitteet

Liite 1. Esimerkki ratkaisuvaihtoehtojen kartoituksesta lisättäessä latauspiste olemassa olevaan omakotitaloon

## 1 Johdanto

Ilmastotavoitteiden myötä maailmalla on tullut tarve siirtyä fossiilisten polttoaineiden käytöstä kestävämpiin energiamuotoihin. Liikenteen osalta tämä näkyy vaihtoehtoisia käyttövoimia kuten kaasua tai sähköä käyttävien ajoneuvojen lisääntymisenä. Erityisesti sähköautojen määrä Suomessa on tällä hetkellä nousussa, minkä seurauksena latausjärjestelmien rakentamisesta on tullut hyvin ajankohtaista.

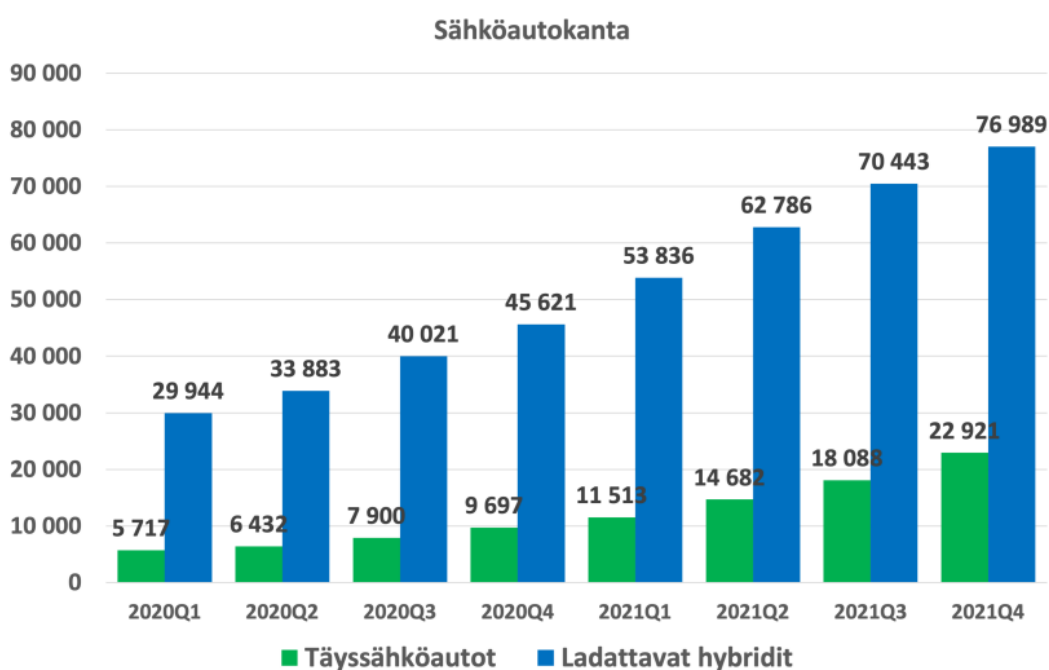
Vuoden 2021 lopulla sähköautojen määrä Suomessa nousi lähes sataan tuhatteen. Valtioneuvoston asettamana tavoitteena on, että vuosikymmenen lopussa tieliikenteessä olisi 700 000 sähkökäyttöistä henkilöautoa. Automäärän pysyessä entisen kaltaisena, tämä tarkoittaisi käytännössä, että lähes 30 prosenttia Suomen autokannasta olisi osittain tai täysin verkosta ladattavaa sähköenergiaa liikkumiseen käytettäviä. [1, s. 2; 2, s. 21.]

Osa tulevaisuuden latauksesta tulee tapahtumaan kotitalouksissa, joten asuinrakennusten latausjärjestelmät tulevat olemaan merkittävässä osassa henkilöliikenteen muutosta.

## 2 Suomen sähköautokanta

Vuoden 2021 lopulla Suomen teillä liikkui noin 100 000 sähköautoa, mikä vastaa noin 4 % osuutta Suomen autokannasta. Suurin osa sähköautoista on vielä ladattavia hybridautoja, mutta täyssähköautojen osuuden sähköautokannasta arvellaan kasvavan tulevaisuudessa. Ladattavien hybridautojen osuus liikenteessä olevista sähköautoista oli noin 77 % ja täyssähköautojen 23 %. [1, s. 16.]

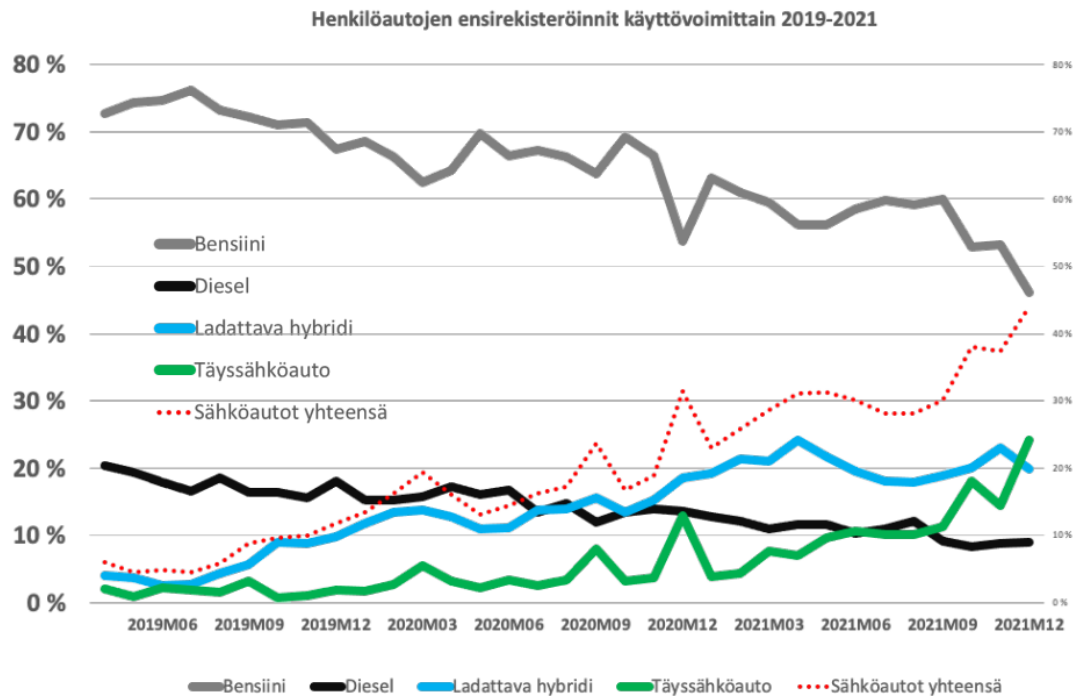
Kuvassa 1 esitetään Suomen sähköautokannan kehitystä vuosien 2020–2021 välillä. Sähköautojen määrä on lähes kolminkertaistunut 2020-luvulla, mikä kertoo siitä, että sähköautot ovat nousseet varteenotettavaksi vaihtoehdoksi polttomoottoriautojen rinnalle. [1, s. 16.]



Kuva 1. Suomen sähköautokannan kehitys vuosina 2020–2021 [1, s. 16].

Sähköautojen määrä ensirekisteröidyistä autoista Suomessa on noussut huomattavasti viime vuosien aikana. Kuvassa 2 on henkilöautojen ensirekisteröinnit käyttövoimittain vuosien 2019–2021 välillä. Vuoden 2019 alussa henkilöautojen

ensirekisteröinneistä noin 7 prosenttia oli sähköautoja, kun taas 2021 vuoden viimeisellä neljänneksellä sähköautojen osuus ensirekisteröinneistä oli noussut jo noin 43 prosenttiin. [1, s. 18.]



Kuva 2. Henkilöautojen ensirekisteröinnit käyttövoimittain vuosien 2019–2021 välillä [1, s. 18].

Hallituksen tavoitteena on, että nolla- ja vähäpäästöisten autojen osuus autokannasta pyritään kasvattamaan mahdollisimman lähelle sataa prosenttia vuosikymmenen loppuun mennessä [2, s. 21]. Autokannan muutos tulee vaatimaan suuria muutoksia nykyiseen polttoaineen jakeluinfrastruktuuriin ja ihmisten autoilutottumuksiin.

Päätavoitteena sähköautojen osalta on, että Suomen teillä liikkuisi 2030 noin 700 000 sähkökäyttöistä henkilöautoja ja noin 45 000 sähkökäyttöistä pakettiautoa, joista vähintään puolet olisi täyssähköautoja. Ladattavien hybridiajoneuvojen osuuden sähköautokannasta arvellaan olevan suurimmillaan vuonna 2025, jonka jälkeen osuuden arvellaan alkavan laskea täyssähköautojen osuuden vastaavasti kasvaessa. [2, s. 21.]



Sähköautojen määrän kasvua hidastaa tällä hetkellä vielä niiden suuret hankintakustannukset. Suomen valtio pyrkii kuitenkin erilaisten kannustimien avulla kasvattamaan määrää, ja tarjoaa esimerkiksi täyssähköauton ostajille hankintatukea [3]. Sähköautojen hinnan arvellaan myös tippuvan polttomoottoriautojen tasolle 2025 paikkeilla [2, s. 21].

### 3 Sähköautomallit

Verkkovirralla ladattavia sähköautoja on periaatteessa kahta eri tyyppiä: täyssähköautoja ja ladattavia hybridautoja.

#### 3.1 Täyssähköautot

Täyssähköautojen voimanlähteenä toimii sähkömoottori, joka saa käyttöenergiänsä taajuusmuuttajan kautta akustosta. Sähkömoottorin vääntökäyrä on tasainen laajalla kierroslukualueella, minkä vuoksi moottorit eivät tarvitse ollenkaan tyhjäkäyntiä, eikä mekaaniselle kytkimelle tai monivälityssuhteiselle vaihdelaatikon ole tarvetta. Täyssähköautoissa on tyypillisesti alennusvaihte ja tasauspyörästö, ja nelivetoisissa autoissa on etu- ja taka-akselilla omat moottorit. [4, s. 11.]

Nykyisissä täyssähköautoissa on yleensä 20–100 kWh:n akut. Akkukoot ovat kasvaneet paljon 2010-luvun aikana, esimerkiksi vuosikymmenen alkupuolella autojen akkukapasiteetit olivat vielä tyypillisesti 20–25 kWh. Täyssähköautojen toimintamatkat riippuvat paljon autosta sekä olosuhteista, ja ovat yhdellä latauksella usein 50–500 km. [4, s. 14–15.]

Täyssähköautojen vaihtosähkölataukset ovat usein 1-vaiheisia ja mahdollistavat näin maksimissaan 7,4 kW:n lataustehon. Osassa täyssähköautoista 3-vaiheista latausmahdollisuutta ei ole ollenkaan saatavilla, ja osassa siihen on mahdollisuus lisäoptiona. Lisäoptioiden kanssa täyssähköauto voi kyetä 3-vaiheisessa vaihtosähkölatauksessa jopa 22 kW:n lataustehoon. Tasasähkölatausten

tehot ovat yleisesti 50 kW:sta ylöspäin ja yli 100 kW:n latausmahdollisuudet ovat yleistymässä. [5, s. 4.]

### 3.2 Ladattavat hybridautot

Ladattavien hybridautojen voimanlähteinä toimivat yhdessä polttomoottori sekä sähkömoottori, ja niiden akustot ovat tyypillisesti pienempiä kuin täyssähköautoissa. Ladattavista hybridautoista käytetään myös nimityksiä pistokehybridi ja lataushybridi. [6, s. 2.]

Ladattavien hybridautojen akkuja voidaan ladata verkkovirralla tai ajon aikana polttomoottorin avulla. Perinteisissä hybridautoissa, joita verkosta ei voi ladata, on sähkömoottorin ja akuston pääasiallisena tarkoituksena vähentää auton polttoaineen kulutusta. Sähkömoottori voi esimerkiksi toimia auton jarruttaessa generaattorina, jolloin osa jarrutusenergiasta saadaan kerättyä talteen, ja auton polttoaineen kulutus pienenee. Lataushybrideissä saadaan samat edut hyötysuhteen kannalta kuin perinteisissä hybrideissä, mutta sen lisäksi niillä on mahdollista ajaa myös pelkästään verkosta ladattua energiaa käyttäen. Akut lataushybrideissä ovat tyypillisesti noin 10 kWh, ja toimintamatkat sähköenergialla ovat autosta ja olosuhteista riippuen noin 20–50 km. [4, s.13–14.]

Useimmat ladattavista hybridautoista kykenevät vain 1-vaiheiseen vaihtosähkölataukseen. Tämän vuoksi maksimilatausteho on yleensä ladattavilla hybridautoilla 3,7 kW. Kuitenkin joitain poikkeuksia näihin löytyy, ja osa autoista saattaa kyetä 3-vaiheiseen jopa 10 kW:n lataustehoon ja tasasähkölatauksessa vielä sitäkin tehokkaampaan lataukseen. [5, s. 3.]

## 4 Lataustavat

Sähköautojen latausjärjestelmiä koskeva standardi määrittää sähköajoneuvojen lataukselle neljä eri lataustapaa. Määrittely on tehty lataustapojen ominaisuuksien kuten jännitteen, virran ja käytetyn lataustekniikan perusteella. Lataustavoilla 1 ja 2 ladattava ajoneuvo kytketään 1- tai 3-vaihepistorasian kautta

suoraan sähköverkkoon. Lataustavoilla 3 ja 4 käytetään sähköverkon puolella erityisesti ajoneuvojen lataukseen tarkoitettuja latauslaitteita. Sähkötekniikan alan kansallisen standardointijärjestö Seskon mukaan suositeltavin lataustapa sähköautojen lataukseen on lataustapa 3. [7, s. 1–2.]

#### 4.1 Lataustapa 1

Sähköajoneuvo liitetään vaihtosähköverkkoon käyttäen syöttöpuolella enintään 16 A ja 250 V 1-vaiheista pistorasiaa tai 16 A ja 480 V 3-vaihepistorasiaa. Kyseistä lataustapaa käytetään lähinnä kevyiden sähköajoneuvojen kuten sähköpyörien, -mopojen, -moottoripyörien lataukseen. [5, s. 4.]

#### 4.2 Lataustapa 2

Lataustavasta 2 käytetään myös nimitystä hidas lataus. Lataustavalla 2 sähköajoneuvo liitetään vaihtosähköverkkoon ja syöttöpuolella käytetään nimellisarvoiltaan enintään 32 A, 250 V 1-vaihepistorasiaa tai 32 A, 400 V 3-vaihepistorasiaa. Yksi huomattavimmista eroista verrattuna lataustapaan 1 on vaatimus ohjaus- ja suojalaitteyksiköstä latauskaapelissa. Kaapelin suojalaitteyksikkö sisältää tarvittavan ohjauselektroniikan sekä vikavirtasuojan, ja viestii mm. ladattavalle ajoneuvolle kuinka suuren latausvirran se voi ottaa. Osa latauskaapeleista sisältää myös suojalaitteena lämpötila-anturin, jonka antaman ohjaussignaalin mukaan lataus tarvittaessa keskeytetään. Näin ollen laitteen käyttöturvallisuus paranee tulipaloriskin pienentyessä. Lataustavoilla 2 ja 3 ohjauslogiikka on samanlainen eikä ladattaessa ajoneuvolla ole tietoa kummalla lataustavalla se on kytketty verkkoon. [5, s. 4; 7, s. 1.]



Kuva 3. Hidaslataukseen tarkoitettu latauskaapeli. Kaapeleiden välissä oleva osa on kaapelin ohjaus- ja suojalaiteyksikkö [8].

Tyypillinen lataustavan 2 mukainen lataus tapahtuu perinteisestä kotitalouspistorasiasta. Kotitalouspistorasialatausta ei kuitenkaan suositella käytettäväksi kuin silloin, kun lataustavan 3 mukaista latauslaitetta ei ole saatavilla. Latausvirta tulisi sukopistorasiasta ladattaessa myös rajoittaa turvallisuussyistä maksimissaan 8 A. On todettu kokemukseräisesti, että kotitalouspistorasiat eivät sovellu 16 A jatkuvaan kuormitukseen etenkin, kun on kyseessä pitkään käytössä ollut pistorasia. [7, s. 1–2.]

Markkinoilla on myös supersuko-pistorasioita, jotka ovat tavallisen kotitalouspistorasian näköisiä, mutta vahvistetun rakenteen ansiosta kestävät jatkuvaa kuormitusta 16 A virralla. Kuvassa 4 on pinta-asennettava lataukseen tarkoitettu supersukopistorasia. Tällaisia käytettäessä tulee varmistua siitä, että myös pistorasiaa edeltävä verkko kestää jatkuvan 16 A kuormituksen. [7, s. 8.]



Kuva 4. Pinta-asennettava lataukseen tarkoitettu supersukopistorasia [9].

### 4.3 Lataustapa 3

Lataustavasta 3 käytetään myös nimitystä peruslataus. Peruslatauksessa sähköajoneuvo liitetään vaihtosähköverkkoon käyttäen erityisesti sähköautonlataukseen tarkoitettua latausasemaa. Latausvirta voi olla 6–63 A, mikä tarkoittaa kolmivaihelatauksessa maksimissaan 43 kW:n lataustehoa. Lataustavan 3 mukaisissa latauslaitteissa ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi asennettuun latauslaitteeseen asti toisin kuin lataustavoilla 1 ja 2. [5, s. 4.]

Lataustavalla 3 auton ja latausaseman välinen tiedonsiirtoväylä mahdollistaa myös kuorman ohjauksen, ja sen avulla varmistetaan auton oikea kytkeytyminen latauslaitteeseen ennen latauksen aloittamista. Peruslatauksessa käytettävien latausasemien koskettimet ovat jännitteettömiä, kun latauslaitteeseen ei ole kytketty ladattavaa ajoneuvoa. Tämä puolestaan lisää laitteiden turvallisuutta. [4, s. 24, 33.]

#### Type 2 -pistoke

Peruslatauksessa käytetyin pistoketyyppi on Type 2 -pistoke, jota kutsutaan myös ”Mennekes” -pistokkeeksi sen suunnitteleman saksalaisen yrityksen

mukaan [10]. Pistoke sisältää 7 kosketinta. Kaksi näistä ovat Control pilot- ja Proximity pilot -koskettimet, joita käytetään auton laturin ja latauslaitteen väliseen tiedonsiirtoon. Jäljelle jääviä viittä kosketinta, jotka ovat L1-, L2-, L3-, N- ja PE-kosketin käytetään latauksessa tehonsiirtoon ja suojaukseen. Kuvassa 5 on Type 2 -pistoke ja -pistokytkin. Pistoke mahdollistaa latauksen 6–63 A virralla yksi-, kaksi- tai kolmivaiheisena. Tämän vuoksi latausteho voi kolmivaihelatauksessa parhaimmillaan olla jopa 43 kW. [4, s. 24, 33.]



Kuva 5. Type 2 -pistoke ja -pistokytkin [4, s. 34].

EU:n jakeluinfradirektiivissä on määrätty, että julkiset vaihtovirtalatauspisteet tulee varustaa vähintään Type 2 -pistokkeella 17.11.2017 eteenpäin [4, s. 37]. Kyseinen pistoke löytyy myös lähes kaikista Suomessa myytävistä sähköautoista.

#### Type 1 -pistoke

Osassa aikaisimmista Suomeen tulleista sähköautomalleista löytyy vielä Type 2 pistoketta edeltänyt Type 1 -pistoke. Kuvassa 6 on Type 1 -pistoke ja -pistokytkin.

Type 1 -Pistokkeella varustettu sähköauto voidaan kuitenkin kytkeä myös Type 2 -pistokkeelliseen latausasemaan käyttämällä erillistä Type1-Type2 latauskaapelia tai -adapteria. Molemmat pistoketyypit käyttävät samaa viestintäprotokollaa, mikä tekee niistä yhteensopivia. Type 1 -pistokkeen suurimpana erona Type 2 -pistokkeeseen on se, että se mahdollistaa vain yksivaihelatauksen, ja tämän vuoksi mahdollinen latausteho jää pienemmäksi kuin Type 2 -pistokkeella [10].



Kuva 6. Type 1 -pistoke ja -pistokytin [4, s. 34].

#### 4.4 Lataustapa 4

Sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen ajoneuvon ulkopuolista laturia, joka syöttää ajoneuvon akustoon suoraan tasasähköä. Tästä lataustavasta käytetään myös nimityksiä teholataus, pikalataus ja DC-lataus. Tehonsyötön lisäksi latauksessa käytetään myös tiedonsiirtoväylää, joka huolehtii ajoneuvon oikeasta kytkeytymisestä verkkoon ja sen avulla voidaan ohjata lataustapahtumaa ja säätää lataustehoa. [4, s. 35.]

Asuinrakennuskohteissa pikalatauksen toteuttaminen ei ole käytännössä järkevää eikä mahdollista suurien investointikustannusten vuoksi. Pikalatausta käytetään lähinnä julkisissa latauspisteissä esimerkiksi huoltoasemilla.

Yleensä pikalatauksessa käytetään CCS2 (Combo 2) -pistoketta tai CHAdeMO -pistoketta. Kuvassa 7 on CCS2 (combo2) -pistoke ja pistokytkin. Kyseinen pistoke on määritetty EU:n jakeluinfradirektiivissä tasasähkölatausten peruspistokkeeksi, joka tulee vähintään olla jokaisessa julkiseen käyttöön tarkoitetussa pikalatauspisteessä. [5, s. 5.]



Kuva 7. CCS2 (combo2) -pistoke ja pistokytkin [4, s. 36].

## 5 Latauslaitteet

Asuinrakennuskäyttöön sopivia perus- ja hidaslatauksessa käytettäviä lataus- asemia löytyy markkinoilta useaa eri mallia. Latauslaitteiden vertailua voidaan tehdä nimellistehon, kustannushinnan sekä laitteiden käyttämän vaihemäärän mukaan. Suurin osa latausasemista on joko 1- tai 3-vaiheisia. 3-vaiheisella latauslaitteella voidaan ladata myös 1- tai 2-vaiheista latausta tukevia autoja. Markkinoilla on myös kaksi latauspistettä sisältäviä latausasemia, joita käytetäänkin usein taloyhtiöiden pysäköintialueilla.

Taulukkoon 1 on kerätty tyypillisimmät Suomessa asuinrakennuskäyttöön myytävät kiinteästi asennettavat latausasemamallit nimellistehojen ja niiden käyttämän vaihemäärän mukaan. Taulukon tiedot perustuvat sähkötukku Soneparin tuotelistaukseen.



Taulukko 1. Tyypilliset kiinteästi asennettavat latausasemamallit nimellistehojen mukaan [11].

Kiinteästi asennettavat latauslaitteet	
1-vaiheiset	3-vaiheiset
2,3 kW (10 A)	
3,7 kW (16 A)	11 kW (3x16 A)
7,4 kW (32 A)	22 kW (3x32 A)

Pientaloissa latausasema voidaan valita suoraan asiakkaan auton tarpeen mukaan, mutta taloyhtiöissä latauslaitteiden valinnassa tulee pyrkiä tasavertaiseen ratkaisuun.

Latausasemiin saa usein erilaisia lisätarvikkeita kuten esimerkiksi RFID-tunnisteen lukijan, sähkömittarin tai kiinteän latauskaapelin. Osalla latauslaitteista on myös mahdollista säätää lataustapahtumaan liittyviä asetteluja mobiililaitteen avulla.

## 6 Kuormanhallintajärjestelmät

Kuormanhallintajärjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, jonka avulla hallitaan latausjärjestelmän tehoa rajoittamalla autojen ottamaa latausvirtaa tai jaksottamalla latausta. Kuormanhallintaa käytettäessä voidaan rakennuksen sähköliittymä ja latausten sähköjakeluverkko usein mitoittaa taloudellisemmin kuin ilman kuormanhallintaa. [5, s. 5; 12, s. 2.]

Asuinrakennuskohteissa asettaa liittymäkoko usein rajoituksia latausjärjestelmien toteuttamiseen, mutta kuormanhallinnan avulla on usein mahdollista toteuttaa kaikille asukkaille latausmahdollisuus nostamatta liittymäkoko tarpeettoman suureksi.

Kuormanhallinnan kaksi pääperiaatteista toteutustapaa ovat lataustehon kiinteään alennukseen ja kuormienvuorotteluun perustuva ohjaus sekä dynaaminen ohjaus [4, s. 53].

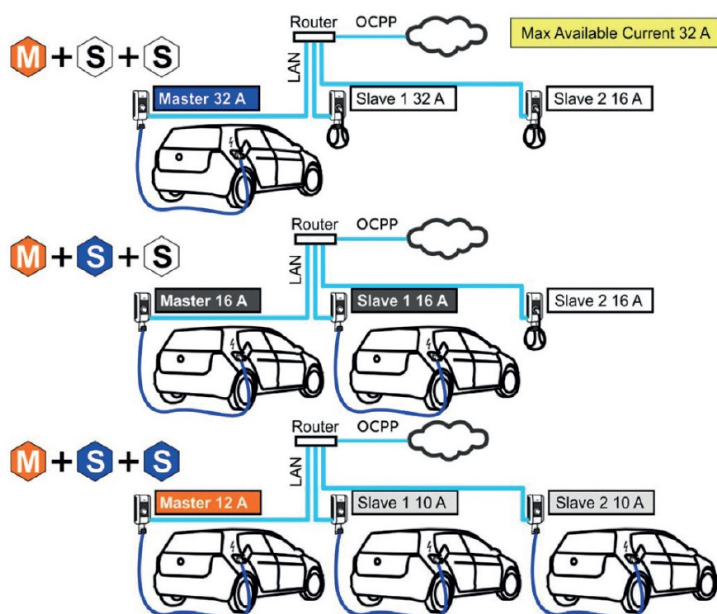
## 6.1 Lataustehon kiinteä alennus ja kuormien vuorottelu

Kuormien vuorottelua ja lataustehon kiinteää alennusta käytetään usein latausjärjestelmissä, joissa latauspisteitä on vähän esimerkiksi pientaloissa [4, s. 55].

Vuorotteluun perustuvan ohjauksen pääperiaatteena on, että latauksen alkaessa lukitaan jokin vastaavankokoinen sähkökuorma rele- tai kontaktiohjauksen avulla pois käytöstä. Sähkölämmityissä pientaloissa käytetään usein vastaavanlaisia pudotusohjauksia, joiden avulla sähköliittymä saadaan mitoitettua pienemmäksi. Lataustehon kiinteä alennus voidaan toteuttaa esimerkiksi puolittamalla latausteho liittymään kuormituksen noustessa liian suureksi. Tehon puolituksen toteuttamiseen löytyy latauslaitevalmistajilta valmiita komponentteja. [4, s. 53–55.]

## 6.2 Lataustehon dynaaminen ohjaus

Dynaaminen lataustehon ohjaus perustuu mittauksiin ja elektroniikkaan, joiden avulla valvotaan latausjärjestelmän virtaa tai jakelun kuormitusta, ja tarvittaessa ohjataan latauksia pienemmälle teholle [4, s. 53]. Kuvassa 8 on esitetty periaatekaavio dynaamisen kuormanhallintajärjestelmän toiminnasta. Kuvasta huomataan, kuinka autojen verkosta ottama virta riippuu lataajien määrästä, mikä mahdollistaa suuremman lataustehon autoille silloin, kun käyttäjiä on vähemmän.



Kuva 8. Dynaamisen kuormanhallintajärjestelmän toiminnan periaatekaavio [4, s. 54].

Dynaaminen kuormanhallintajärjestelmä voidaan toteuttaa perustuen paikallisiin virtamittauksiin tai vaihtoehtoisesti ohjelmallisia menetelmiä käyttäen [4, s. 54].

Paikallisiin virtamittauksiin perustuvassa järjestelmässä kuormanhallinnan komponentit voivat olla osa esimerkiksi KNX-pienjännitekeskusta. Tällaisen talotekniikkaan integroidun ratkaisun avulla voidaan järjestelmä toteuttaa täysin paikallisesti, eikä liityntää ulkopuolisen latausoperaattorin palveluun tarvita. [4, s. 54.]

Ohjelmallisiin menetelmiin perustuva järjestelmä laskee latausten yhteiskuormituksen ja tiputtaa lataustehoja tarvittaessa. Toiminta perustuu yleensä asemien omaan virtamittaukseen ja keskinäiseen kommunikointiin ja/tai pilvipalveluun. Ohjelmallisia ohjauksia käytettäessä ei välttämättä järjestelmän todellista kuormitusta tiedetä. Tämän vuoksi tuleekin varmistaa, että rajoitukset ovat säädetty siten, ettei missään huippukuorman tilanteessa sähköjako pääse ylikuormittumaan. [4, s. 55.]

## 7 Taustajärjestelmät

Älykkäät latausjärjestelmät tarvitsevat toimiakseen taustajärjestelmiä. Näiden avulla saadaan kuormanhallinnan lisäksi toteutettua muita latausjärjestelmissä välttämättömiä toimintoja. Esimerkiksi käyttäjän tunnistautuminen sekä latausenergian mittaus ja laskutus käyttäjältä saadaan usein ohjelmoitua osaksi taustajärjestelmää.

### 7.1 OCPP-protokolla

Taustajärjestelmien tekniikka perustuu usein OCPP-protokollaan. OCPP-protokolla on avoimen lähdekoodin kommunikaatioprotokolla, jota käytetään latauslaitteiden ja taustajärjestelmien viestinnässä. Toisin sanoen mikä tahansa OCPP-protokollan mukainen latauslaite voidaan yhdistää minkä tahansa latausoperaattorin järjestelmään, joka käyttää OCPP-protokollaa. Tämä mahdollistaa mm. latauspalveluntarjoajan vaihdon ilman fyysisiä muutoksia latausverkkoon. Taustajärjestelmää vaativat latauslaitteet, jotka eivät ole OCPP-protokollan mukaisia eivät toimi kuin kyseisen palveluntarjoajan ohjelmistolla. [4, s. 51.]

### 7.2 Latausten laskutus käyttäjiltä

Parkkipaikkojen ollessa nimettyjä voidaan latausten laskutus käyttäjiltä hoitaa yksinkertaisimmillaan kuukausittaisella laskulla ja hoitovastikkeen yhdessä perittävällä tasauslaskulla [4, s. 52].

### 7.3 Lataajan tunnistaminen

Parkkipaikkojen ollessa ns. yleisessä käytössä tulee järjestelmän pystyä tunnistamaan lataaja, jotta latauskustannusten ohjaaminen oikeille henkilöille on mahdollista. Tunnistautumiseen on käytössä erilaisia tekniikoita, joista yleisimmät ovat PIN-koodi, RFID- ja mobiilisovelluspohjaiset ratkaisut. [4, s. 52.]

## 7.4 Latausoperaattorit

Paikallisten järjestelmien lisäksi on latausjärjestelmät mahdollista toteuttaa latausoperaattorien palveluja käyttäen. Latausoperaattorit hoitavat mittaus- ja laskutuspalvelut ja perivät niiden hoidosta kuukausimaksun. Operaattorien käyttö on välttämätöntä taloyhtiöissä, joissa latauspaikan käyttäjä vaihtuu usein. [13.]

## 8 Sähköautonlatausinfraan mitoitus

Sähköautojen keskimääräinen energiankulutus on yleensä noin 10–30 kWh/100 km. Suurimmalla osalla autoista päästään kuitenkin normaaliajossa alle 20 kWh/100 km kulutukseen, minkä vuoksi latausjärjestelmien energiantarpeen mitoittamisen perustana käytetään arvoa 20 kWh/100 km. [4, s. 15.]

Sähköautonlatausta koskevassa ST kortissa 51.90 on esitetty älykkään latausjärjestelmän huipputehon arviointiin laskentakaava 1. Kaavan mukainen mitoitus perustuu autojen keskimääräiseen energiankulutukseen, latauskerran aikaan, haluttuun toimintasäteeseen latauskerralla sekä ladattavien autojen määrään. [5, s. 7.]

$$P_{lataus} = \frac{\text{haluttu toimintasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times n_{auto}}{\text{latauskerran aika } h} \quad (1)$$

$P_{lataus}$  on latausjärjestelmän teho

20 kWh/100 km on yleinen sähköajoneuvojen taloudellisen ajon keskikulutus

$n_{auto}$  on kyseistä mitoitusta käyttävien ajoneuvojen lukumäärä

Toimintasäteen määrittelyn pohjana asuinrakennuksissa voidaan käyttää esimerkiksi Traficomien henkilöliikennetutkimuksen tietoja. Suomalaisen keskimääräinen yhdellä kerralla toteutuva ajosuorite on alle 50 kilometriä. Tästä johtuen mitoituksen perustana voidaan käyttää esimerkiksi 100 kilometriä kaupunkiseudulla ja 200 kilometriä maaseudulla. Tällaisella mitoituksella suurin osa

käyttäjistä saa ladattua tarvitsemansa keskimääräisen toimintasäteen varmasti. Latauskerran kestoksi voidaan asuinrakennuksissa laskea jopa 10 tuntia, kun ajatellaan latauksen kestävän yön yli. [5, s. 7.]

Tehdään esimerkiksi 40 autopaikan pysäköintialueen tehomitoitus. Autopaikka-kohtaisena vähimmäismitoitustehona käytetään 100 km toimintasäteen mahdollistavaa 2 kW/autopaikka. Valitaan latauslaitteiksi 3,6 kW:n lataustehon mahdollistavat supersuko-pistorasialliset latauslaitteet. Kun järjestelmä toteutetaan kuormanhallinnalla varustettuna, voidaan pysäköintialueen tehomitoitus tehdä seuraavasti:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{lataus}} &= \frac{\text{haluttu toimintasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times n_{\text{auto}}}{\text{latauskerran aika h}} & (1) \\
 &= \frac{100 \text{ km} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times 40}{10 \text{ h}} \\
 &= \mathbf{80 \text{ kW}}
 \end{aligned}$$

, jos kohde puolestaan toteutetaan ilman kuormanhallintajärjestelmää, tulee tehomitoituksessa huomioida latauslaitteiden mahdollistama 3,6 kW latausteho jokaiselle autopaikalle. Tällöin:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{lataus}} &= n_{\text{auto}} \times \text{paikkakohtainen maksimi latausteho (kW)} \\
 &= 40 \times 3,6 \text{ kW} \\
 &= \mathbf{144 \text{ kW}}
 \end{aligned}$$

Kaavan 1 avulla huipputehoa arvioitaessa latauspisteiden tulee olla keskenään samanlaisia. Rakennettaessa erilaisia latauspisteitä samaan kohteeseen, tulee niiden huipputehot laskea erikseen ja summata yhteen jakelua mitoitettaessa. [5, s. 7.]

Sähköautojen latausta koskevassa standardissa annetaan latausten vähimmäismitoitusvirraksi 6 A. Tätä ei kuitenkaan suositella käytettäväksi latausjärjestelmiä mitoitettaessa, koska kaikkien sähköautojen lataus ei välttämättä käynnisty näin pienellä virralla. Tämän vuoksi älykkäiden latausjärjestelmien vähimmäismitoitustehona tulisi käyttää 2 kW/latauspiste. Älykkäällä järjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, joka valvoo runkojohtojen kuormitusta, ja ohjaa lataustehoa tarvittaessa. Tällaisissa järjestelmissä runkojohtoja ei tarvitse mitoittaa latauspisteiden maksimitehon mukaan vaan syötön mitoituksessa voidaan käyttää tasoituskerrointa. [5, s. 7.]

Ilman kuormanhallintaa olevissa latausjärjestelmissä latauspistekohtaisena vähimmäismitoitustehona tulee käyttää 4 kW/latauspiste. Tällaisien latausjärjestelmien runkojohdot tulee myös mitoittaa mahdollisen huipputehon mukaan, mikä usein johtaa epätaloudelliseen lopputulokseen. [5, s. 7.]

Yksittäisen latauspisteen tehomitoitus tehdään latauspisteen maksimitehon mukaan. Poikkeuksena on kuitenkin latauspisteet, joissa on mahdollista ohjelmallisesti rajoittaa latausteho haluttuun arvoon. Tällaisissa tilanteissa latauspisteen syöttökaapeli voidaan mitoittaa rajoitetun tehon mukaan. [5, s. 7.]

## **9 Lait ja säädökset**

Marraskuussa 2020 tuli voimaan laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä [14]. Laissa määrätään latauspisteiden ja latauspistevalmiuden toteuttamisesta erilaisten rakennusten tapauksissa, ja annetaan vähimmäisvaatimukset sähköautojen latausinfraalle.

### **9.1 Uudisrakennukset**

Uudisrakennettavissa asuinrakennuksissa latauspisteiden toteuttamisesta laissa määrätään seuraavasti:

”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennuksen yhteyteen suunnitellaan ja asennetaan sähköajoneuvojen latauspisteet tai latauspistevalmius tämän lain mukaan, jos kyse on sellaisesta uudesta rakennuksesta, jonka rakentamiseen on haettava maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukainen rakennuslupa.” [14]

sekä

”Sellaisen uuden asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.” [14]

## 9.2 Saneerauskohteet

Saneerattavista asuinrakennuksista laissa määrätään seuraavasti:

”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennuksen yhteyteen suunnitellaan ja asennetaan sähköajoneuvojen latauspisteet tai latauspistevalmius tämän lain mukaan, jos kyse on laajamittaisesta korjaustyöstä, jonka rakentamiseen on haettava maankäyttö- ja rakennuslain 125 §:n mukainen rakennuslupa.” [14]

”Sellaisen laajamittaisen korjauksen kohteena olevan asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste.” [14]

Saneerattavien asuinrakennusten suhteen lakiin on vielä lisätty tarkennus, että edellä oleva koskee rakennuksia, joissa:

”Pysäköintipaikat sijaitsevat rakennuksessa ja korjaukset kattavat rakennuksen pysäköintipaikat tai rakennuksen sähköjärjestelmän; tai” [14]

”Rakennuksen pysäköintipaikat sijaitsevat kiinteistöllä, jolla rakennus sijaitsee, ja korjaukset kattavat pysäköintipaikat tai pysäköintipaikkojen sähköjärjestelmän.” [14]



### 9.3 Määritelmät

Laissa tarkoitetaan:

”Latauspistevalmiudella putkitusta tai muita johtoteitä, joihin voidaan myöhemmin asentaa tarvittava kaapelointi sähköajoneuvojen latauspisteitä varten, sekä kaapelointia sähköajoneuvojen latauspisteitä varten;” [14]

”Asuinrakennuksella asumiskäyttöön tarkoitettua rakennusta, jonka kerrosalasta vähintään puolet on asumiskäytössä;” [14]

”Laajamittaisella korjauksella korjausta, jossa rakennuksen vaippaan tai rakennuksen teknisiin järjestelmiin liittyvien korjausten jälleerakentamiskustannuksiin perustuvat kokonaiskustannukset ovat yli 25 prosenttia rakennuksen arvosta, rakennusmaan arvo pois lukien;” [14]

## 10 ARA-avustus

Asumisen rahoittamis- ja kehittämiskeskus ARA myöntää avustusta sähköisen liikenteen latausinfra rakentamiseen. Avustuksen hakuohjeessa siitä sanotaan seuraavalla tavalla: ”Sähköautojen latausinfra-avustuksella edistetään sähköautojen kotilatausmahdollisuuksien yleistymistä ja siten sähköautokannan kasvua kansallisen ilmasto- ja energiastrategian tavoitteiden mukaisesti.” [15, s. 3.]

### 10.1 Edellytykset tuen saamiseksi

Avustus on tarkoitettu asuinrakennuksen omistaville yhteisöille kuten esimerkiksi asunto-osakeyhtiöille. Avustusta voidaan myöntää myös sellaiselle pysäköintiyhtiölle, joka tarjoaa omakustannusperiaatteella asemakaavan mukaista asukaspysäköintiä. [15, s. 3.]

Tukea myönnetään vain ympärivuotisessa asuinkäytössä oleville kohteille, joiden pinta-alasta vähintään puolet ovat asuinkäytössä. Vapaa-ajan asuntojen tai asuntoloiden latausjärjestelmien rakentamiseen tukea ei myönnetä. [15, s. 3–4.]

Edellytyksenä tuen saamiseen on, että yhteisö rakentaa sähköautojen toiminnallisen latausvalmiuden vähintään viidelle autopaikalle. Alle viisi autopaikka sisältävissä kohteissa tuen saamiseksi tulee jokainen autopaikka varustaa latausvalmiudella. Avustusta saadakseen ei sen hakijalle voi olla myönnetty myöskään muita avustuksia samaan tarkoitukseen. [15, s. 3.]

Latausvalmiudeksi katsotaan tuen näkökulmasta, että autopaikalle on yksinkertaisin toimin saatavissa latauslaitteen sähkön syöttö, joten käyttökuntoon latauslaitteita ei tuen saamiseksi tarvitse asentaa vaan syöttökaapelien tuonti latauspaikoille riittää. Syöttökaapeleille on määritetty, että niiden tulee mahdollistaa autopaikalle vähintään 11 kW:n 3-vaihesyöttö. [15, s. 4.]

## 10.2 Tuen määrä

Tukea on mahdollista saada enintään 35 % toteutuneista kustannuksista, jotka on hyväksytty hakemusvaiheessa. Enimmäismääränä on kuitenkin 90 000 e hakijaa kohden. Yhtenä määrittelynä avustuksen saamiseksi on myös, että kustannuksiin huomioidaan enintään 4000 e yhtä latausvalmiutta kohden. Mikä tarkoittaa, että latausvalmiutta kohden voi yhteisö saada enintään 1400 e avustusta. [15, s. 5.]

## 10.3 Avustettavat toimenpiteet

Avustuksen perusteena oleviin kustannuksiin hyväksyttäviin toimenpiteisiin huomioidaan seuraavat asiat [15, s. 4]:

- kartoitus latauspisteiden asentamismahdollisuudesta ja sijoituksesta, jos hanke toteutetaan
- hankesuunnitelma, jos hanke toteutetaan
- kiinteistön sähköliittymään, sähkönousuihin, sähköpääkeskukseen sekä putkitukseen ja sähköjohtimiin kohdistuvat muutostyöt ja näihin liittyvät tavanomaiset maanrakennustyöt

- latauslaitteeseen liittyvät kustannukset, jos latauslaitteet ovat avustusta hakevan yhteisön omistuksessa ja ne on varustettu tyypin 2 koskettimella ja niissä voidaan tarvittaessa käyttää vähintään 11 kW lataustehoa

## **11 Latausjärjestelmien toteuttaminen uudisrakennuskohteissa**

Uudisrakentamisessa latausjärjestelmiin varautuminen sähkösuunnittelussa on tärkeää. Latausten toteuttaminen ei ole vielä kaikissa kohteissa välttämätöntä sähköautojen vähäisyyden vuoksi, mutta järjestelmiin on viisasta kuitenkin varautua. Tällä tavoin investointikustannukset saadaan pysymään kurissa, kun latauspisteiden käyttöönotto on aiheellista.

Latausjärjestelmiä suunnitellessa kannattaa huomioida kiinteistön sijainti. Kaupunkialueella voidaan yleisesti ajatella, että autoon tarvittava toimintamatka ei ole niin suuri kuin maaseudulla. Kohteen sijainnilla on myös vaikutusta sähköliittymän kustannuksiin. Sähköliittymän rakennuskustannukset riippuvat liittymäkoosta, minkä vuoksi liittymä olisi hyvä mitoittaa aina niin pieneksi kuin kohteessa on mahdollista. Rakennuskustannusten lisäksi verkkoyhtiöt perivät kuukausittaista maksua liittymän ylläpidosta, jonka suuruus on myös usein riippuvainen liittymäkoosta. Liittymähinnastot ovat kuitenkin aina verkkoyhtiö-kohtaisia, minkä vuoksi eri vaihtoehtojen vertailu kannattaa tehdä tapauskohtaisesti.

### **11.1 Omakotitalot**

Uudisrakennettavien omakotitalojen sähköliittymät valitaan 25–63 A:n väliltä riippuen kohteiden arvioiduista huipputehoista. Merkittävimmät huipputehot omakotitaloissa aiheutuvat yleensä lämpöpumpuista tai lämmityspattereista ja kiukaasta. Sähköauton latausasema tulee tulevaisuudessa näiden rinnalle yhdeksi merkittävimmistä kuormista huipputehon suhteen sellaisissa kohteissa, joissa halutaan toteuttaa keskinopean latauksen mahdollistava järjestelmä.

Laskennallisen huipputehon perusteella mitoitetaan sähköliittymän pääsulakkeet, jotka määrittävät osaltaan millainen latauspiste kohteeseen voidaan asentaa.

Jos omakotitalon rakennuttajalla on käytössä sähköauto, voidaan latausjärjestelmä toteuttaa vastaamaan juuri käyttäjän tarvetta. Latausjärjestelmän mitoittamisen pohjana voidaan käyttää rakennuttajan keskimääräisiin ajomatkoihin perustuvaa tehomitoitusta, ja ottaa huomioon juuri käyttäjän auton latausmahdollisuudet. Kaapeloinnit ja keskuskeskukset kannattaa kuitenkin silti usein mitoittaa, niin että vähintään 11 kW:n 3-vaihelataus on mahdollista toteuttaa tulevaisuudessa, vaikka valittaisiinkin vielä pienempitehoinen latauslaite. Tällä tavoin järjestelmän päivittäminen tulevaisuudessa vaatii vain latauslaitteen vaihdon, ja vaihdosta aiheutuvat kustannukset pysyvät alhaisina.

Taulukkoon 2 on laskettu autoon latautuvat kantamat eri lataustehoilla sivulla 16 esitetyllä kaavalla. Kantamat ovat suuntaa antavia johtuen autojen energiankulutuksen vaihtelusta sekä autokohtaisista eroista kulutuksessa. Taulukkoa voidaan kuitenkin käyttää esimerkiksi suunnittelun tukena havainnollistamaan asiakkaalle, kuinka nopeasti lataus keskimäärin tapahtuu eri tehoisilla latauslaitteilla.

Taulukko 2. 100–500 km:n kantamien laskennalliset latausajat eri lataustehoilla.

Latausteho [kW]	Latautuva kantama [km]	Latausaika [h]
1,8	100	11,1
	200	22,2
	300	33,3
	400	44,4
	500	55,5
3,7	100	5,4
	200	10,8
	300	16,2
	400	21,6
	500	27,0
7,4	100	2,7
	200	5,4
	300	8,1
	400	10,8
	500	13,5
11	100	1,8
	200	3,6
	300	5,5
	400	7,3
	500	9,1
22	100	0,9
	200	1,8
	300	2,7
	400	3,6
	500	4,5

Taulukosta huomataan, että 3-vaiheinen 11 kW:n tehoisella latauksella kantama saadaan ladattua keskimäärin yli 500 km 10 tunnin aikana. Tällaisella mitoituksessa saadaan hyvin suuri osa täyssähköautoista ladattua täyteen yön aikana, eikä julkisiin latauspisteisiin tarvitse turvautua kuin useamman päivän kestäville matkoilla. Hyvin harva sähköauton omistaja ajaa 500 km päivässä, minkä vuoksi akun latausta ei aloiteta juuri koskaan tyhjällä akulla. Tästä syystä myös matalampitehoisen latauslaitteen valinta on usein perusteltua.

Omakotitaloissa 11 kW:n 3-vaihelatauksen mahdollistavan infran rakentaminen antaa laajat mahdollisuudet erilaisiin latausratkaisuihin. Ongelmana

nykypäivänä on kuitenkin vielä osittain se, että suurin osa sähköautoista ei tue latausta kolmelta vaiheelta. Tämän vuoksi joissain tapauksissa vastaan tulee tilanne, jossa 11 kW:n 3-vaiheisella latauslaitteella ei saada autoa ladattua kuin 1-vaiheelta, minkä vuoksi todellinen latausteho jää 3,7 kW:iin. Tästä kannattaa suunnitteluvaiheessa keskustella asiakkaan kanssa.

Vaikka rakennuttajalla ei olisi vielä täyssähkö- tai hybridautoa ja autopaikalle haluttaisiin normaali lämmityspiste, kannattaa kaapeloinnit mitoittaa niin, että keskinopea lataus on tulevaisuudessa mahdollista ilman kaapelointimuutoksia. Taloissa, joissa tarvitaan maakaapelointia, on esimerkiksi kaivuutyöt ja kaapeli-asennukset kustannustehokasta tehdä samalla, kun tarvittavat työkoneet ovat jo tontilla. Toisena vaihtoehtona tällaisissa tapauksissa on toteuttaa ainoastaan putkitus tai muu johtotie, johon syöttökaapeli voidaan tulevaisuudessa asentaa. Tämä ratkaisu on hieman halvempi, kun kaapeleita ei tarvitse vielä hankkia ja asentaa, mutta aiheuttaa puolestaan latausaseman käyttööntovaiheessa enemmän kustannuksia. Sähköjärjestelmien kuten kaapelien ja keskusten käyttöä ajatellaan olevan noin 30–40 vuotta, minkä vuoksi tulevaisuuteen varautuminen on aiheellista.

Kaapelien kuormitettavuus kannattaa mitoittaa vähintään siten, että on mahdollista toteuttaa 3,7 kW:n 1-vaihelataus. Tämä mahdollistaa lataustehon nostamisen kaapelien puolesta 11kW:iin asti 3-vaihelatauksessa, kun syöttökaapelina käytetään 5-johtimista kaapelia. Syöttökaapelin lisäksi kannattaa syöttävän keskuksen ja latauspisteen välille vetää tiedonsiirtokaapeli tai vähintään sille johtotie, jotta kuormanhallinnan toteuttaminen on tarvittaessa helppoa. Tällaisten varustusten avulla lataukselle ei aiheudu rajoitteita kiinteistön sisäisten kaapelointien puolesta, kunhan liittymäkokoo on tarpeeksi suuri.

Järjestelmän keskuksia mitoittaessa kannattaa myös huomioida mahdollinen latauspisteen lisäys. Latauspistettä syöttävä keskus tulee mitoittaa nimellisvirraltaan sellaiseksi, että latauksen syöttö onnistuu keskukselta tulevaisuudessa. Tämän lisäksi tulee keskukseen huomioida myös tilavaraukset johdonsuojille, vikavirtasuojalle ja mahdollisesti lisättävälle kuormanhallintayksikölle.

## 11.2 Kerros- ja rivitalot

Kerros- ja rivitalokohteiden latausjärjestelmien toteuttamisessa tulee pyrkiä lopputulokseen, jossa jokaisella osakkaalla on yhtäläinen mahdollisuus sähköautonlataukseen. Latausjärjestelmien toteuttamiseen löytyy paljon erilaisia vaihtoehtoja, ja järjestelmän räätälöimisen juuri kohteeseen sopivaksi merkitys taloyhtiöissä korostuu. Kerros- ja rivitaloyhtiöiden parkkialueet ja niiden käyttötavat voivat olla hyvin erilaisia eri kohteissa, mikä hankaloittaa samojen ratkaisumallien käyttöä useissa kohteissa.

Uudisrakennuskohteissa latausten käyttöönotto voidaan hoitaa vaiheittain. Koko pysäköintialueen kattavan latausjärjestelmän toteuttaminen ei välttämättä ole viisasta, jos esimerkiksi vain yhdellä käyttäjällä on sähköauto. Tällaisissa tapauksissa on mahdollista rakentaa ainoastaan latauksen mahdollistava sähkönjakeluinfrastruktuuri, jota käytetään aluksi vain autojen lämmitykseen. Kun sähköautojen määrä kohteessa lisääntyy, voidaan osakkaille antaa lupa vaihtaa lämmityslaitteita latauslaitteeseen. Hankittavan latauslaitteen tyyppi tulee kuitenkin määrittää taloyhtiön puolesta, jotta tarvittavat taustajärjestelmät saadaan toimimaan. Joissain kohteissa voidaan latausjärjestelmän asentamista täysin käyttökuntoiseksi myös harkita, koska latausmahdollisuudet usein lisäävät kohteiden kysyntää. Latauslaitteiden hankinnalla voidaan ajatella olevan positiivinen vaikutus asuntojen arvoon, ja jo sähköauton omistavat henkilöt ovat varmasti kiinnostuneita taloyhtiöistä, joista latausmahdollisuus jo löytyy.

Kerros- ja rivitalokohteissa kannattaa usein toteuttaa kuormanhallinnalla varustettu järjestelmä. Poikkeuksena tähän kuitenkin ovat kohteet, joissa latauspisteiden määrä on vähäinen. Tällaisissa kohteissa kuormanhallinnan toteuttaminen ei aina ole välttämätöntä, silloin kun latausjärjestelmällä ei ajatella olevan vaikutusta kohteen huipputehoon kuormien eriaikaisen käytön vuoksi.

Latausten mitoituksessa latauspisteille määritetään vähimmäisteho, joka on käytössä jokaisella lataajalla silloin, kun kaikki latauspisteet ovat käytössä. Todellisuudessa tällaiset tilanteet ovat kuitenkin hyvin harvinaisia laajoissa

latausjärjestelmissä. Tämän vuoksi dynaamisen kuormanhallinnan avulla voidaan usein myös parantaa latausjärjestelmän käyttöä tarjoamalla tehokkaampaa latausta sitä tarvitseville. Ilman kuormanhallintaa olevissa järjestelmissä on riippumatta lataajien määrästä käytössä vain määritetty vähimmäisteho, kun taas dynaamisen kuormanhallinnan sisältävistä järjestelmistä saatava latausteho on suurimman osan ajasta moninkertainen mitoituksen vähimmäistehoon nähden. Suurempien lataustehojen käyttäminen vaatii kuitenkin myös latauslaitteet, jotka mahdollistavat tehokkaamman latauksen.

## **12 Latausjärjestelmien lisääminen olemassa oleviin kiinteistöihin**

Saneerauskohteissa nykyinen sähköjärjestelmä määrittää millainen latausjärjestelmä voidaan kohteeseen toteuttaa. Tämän vuoksi latauksia suunniteltaessa tulee ensimmäiseksi kartoittaa nykyinen sähköjärjestelmä, ja selvittää minkälainen latausjärjestelmä voidaan sen puitteissa rakentaa.

### **12.1 Omakotitalot**

Yksinkertaisimmillaan omakotitaloissa latauspisteenä voidaan käyttää vanhan lämmitysrasian tilalle vaihdettavaa supersuko-pistorasiaa. Ratkaisu on edullinen, ja soveltuu käytettäväksi päätoimisena latauslaitteena kohteissa, joissa käyttäjällä on ladattava hybridauto tai täyssähköauton päivittäiset käyttömäärät ovat vähäisiä. Ratkaisun etuna on myös se, että se lähes jokainen omakotitalon sähköjärjestelmä mahdollistaa ratkaisun toteuttamisen. Ennen rasian vaihtamista kannattaa pistorasialle kuitenkin suorittaa käyttöönottotarkastus, jossa varmistetaan vanhan asennuksen käyttöturvallisuus. Vanhoissa asennuksissa voi olla turvallisuuspuutteita, ja kaapelointien soveltuvuus lataukselle kannattaa sen vuoksi varmistaa. Jos vanhat kaapeloinnit ovat huonossa kunnossa kannattaa myös syöttävä kaapeli uusia turvallisuussyistä. Supersuko-pistorasiaa lataukseen käytettäessä latausteho rajoittuu 1,8–3,7 kW:iin riippuen käytetystä hidaslatauslaitteesta, mutta esimerkiksi yön yli kestävään hybridautojen lataukseen tällaiset lataustehot usein riittävät hyvin.



Toisena vaihtoehtona on lataustavan 3 mukaisen peruslatauslaitteen hankkiminen, jota kannattaa harkita erityisesti silloin kun käyttäjällä on käytössä täyssähköauto, ja suurin osa latauksesta halutaan hoitaa kotona. Tällä tavoin on mahdollista saada latausjärjestelmä, jonka latausteho parhaimmillaan voidaan nostaa jopa 22 kW:iin. 22 kW:n 3-vaihelataus vaatii kuitenkin usein 63 A:n pääsulakkeet kiinteistöltä.

11 kW:n 3-vaihelatauksen toteuttaminen onnistuu suurimmassa osassa vanhoja omakotitaloja. Tällaista suunnitellessa tulee kartoittaa vapaana oleva tehokapasiteetti latausaikoina, jotta liittymän ylikuormittuminen saadaan estettyä. Vapaana oleva tehokapasiteetti on aina kohdekohtainen asia, joka riippuu kiinteistön muun sähköjärjestelmän käytöstä. Omakotitaloissa ns. pudotusohjausten tekeminen on myös suhteellisen helppoa, joten niidenkin käyttöä kannattaa joissain tapauksissa harkita. Yhtenä vaihtoehtona on myös dynaamisen kuormanhallintajärjestelmän hankkiminen. Vapaan tehokapasiteetin tarkastelua ei tarvitse tehdä tällaisissa tapauksissa yhtä tarkkaan, kun järjestelmä toimii ns. itseään valvovasti. Omakotitaloihin tarkoitettua dynaamisia kuormanhallintalaitteita löytyy markkinoilta jo jonkin verran, ja niiden määrä tulee varmasti kasvamaan tulevaisuudessa.

Liitteessä 1 on esimerkki ratkaisuvaihtoehtojen kartoituksesta lisättäessä latauspiste olemassa olevaan omakotitaloon.

## 12.2 Kerros- ja rivitalot

Olemassa oleviin kerros- ja rivitaloihin latausjärjestelmien lisääminen vaatii usein sähköliittymän päivittämisen. Joissain tapauksissa voidaan nykyisellä sähköliittymällä pärjätä, jos kohteen tehomitoituksessa on laajennusmahdollisuus otettu huomioon. Osassa kohteita, joudutaan kohteen sähköliittymä päivittämään latausjärjestelmän lisäyksen vuoksi, mikä usein johtaa ainakin pääkeskuksen uusimiseen.

Korjauskohteissa latausjärjestelmä kannattaa pyrkiä toteuttamaan sellaisena, että mahdollisimman suuri osa rakennuskustannuksista saadaan ARA-avustuksen piiriin. Saneerauskohteissakaan ei latausjärjestelmää tarvitse toteuttaa täysin käyttöön asennettuna, vaan aluksi voidaan tehdä vain vaadittavat päivitykset kohteen sähköjakeluinfrastruktuuriin, jos sellaisille on tarvetta. Toisaalta toteutettaessa latausjärjestelmä jo täydessä laajuudessa, saadaan myös osa latauslaitteidenkin kustannuksista avustuksen piiriin ja rahoille saadaan näin enemmän vastinetta.

Syöttävän keskuksen ja latauspisteiden välisten kaapelointien puolesta tuen saamiseksi riittää usein, että syöttävältä keskukselta tuodaan MCMK 4 x 2,5 + 2,5-syöttökaapelit jokaiselle autopaikalle. Tolpille, joissa on 2 latauspistettä riittää usein MCMK 4 x 6 + 6-kaapelit. Tällä hetkellä latauslaitteiden tulee mahdollistaa 11 kW:n latausteho, jotta osa niiden kustannuksista voidaan saada tuen piiriin. Tällaisten latauslaitteiden kustannukset ovat usein kuitenkin vähintään kaksinkertaiset verrattuna esimerkiksi 3,7 kW:n lataustehon mahdollistaviin supersuko-pistorasiallisiin latauslaitteisiin.

### **13 Yhteenveto**

Työssä pyrittiin selvittämään sähköautojen latausjärjestelmien suunnitteluun ja toteuttamiseen vaikuttavia keskeisiä asioita asuinrakennuskohteissa. Työn tavoitteisiin päästiin mielestäni melko hyvin kirjoittamisen aikana eteen tulleista pienistä ongelmista huolimatta. Insinööriyöprosessi antoi kirjoittajalle hyvät pohjatiedot latausjärjestelmien suunnitteluun.

Latausjärjestelmien rakentamisen tarve on tällä hetkellä suuri, ja se tulee tämänhetkisten näkymien mukaan vielä kasvamaan entisestään. Uskon, että tulevaisuudessa Suomessa tullaan rakentamaan entistä parempia latausjärjestelmiä asuinrakennuksiin, kun vielä kokemusperäinen tieto aiheeseen liittyy lisääntyä sekä tuotteet kehittyvät. Henkilöautoilun sähköistyminen tulee olemaan pitkän aikavälin muutos, joka vaatii myös osaltaan muutosta autoilijoiden ajatteluun.

## Lähteet

- 1 Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q4/2021. Sähköinen liikenne ry. Verkkoaineisto. <<https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/in-line-files/2021%20Q4%20Sa%CC%88hko%CC%88inen%20liikenne%20tilannekatsaus%202022%2002%2003%20%20jaettava.pdf>> Julkaistu 3.2.2022. Luettu 1.4.2022.
- 2 Fossiilittoman liikenteen tiekartta Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä. 2021. Liikenne- ja viestintäministeriö. Verkkoaineisto. <[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163258/LVM\\_2021\\_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163258/LVM_2021_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Julkaistu 22.06.2022. Luettu 5.4.2022.
- 3 Hae sähköauton hankintatukea 1.1.2022 alkaen. Traficom liikenne- ja viestintävirasto. Verkkoaineisto. <<https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-sahkoauton-hankintatukea-112022-alkaen>> Luettu 5.4.2022.
- 4 ST-käsikirja 41. Sähköautot ja latausjärjestelmät. 2019. Luettu 9.1.2022.
- 5 ST-kortti 51.90. Sähköautojen lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2021. Luettu 1.3.2022.
- 6 Sähköauton ostajan ABC. Motiva. 2017. Verkkoaineisto. <[https://www.motiva.fi/files/12738/Sahkoauton\\_ostajan\\_ABC.pdf](https://www.motiva.fi/files/12738/Sahkoauton_ostajan_ABC.pdf)> Luettu 1.4.2022.
- 7 SESKO sähköauton lataussuositus 5. painos 2021-02-17. 2021. SESKO ry. 17.02.2021. Verkkoaineisto. <[https://www.motiva.fi/files/18561/Sahkoajoneuvojen\\_lataussuositus\\_-\\_SESKO\\_17.02.2021.pdf](https://www.motiva.fi/files/18561/Sahkoajoneuvojen_lataussuositus_-_SESKO_17.02.2021.pdf)> Luettu 14.3.2022.
- 8 Finnparttia sähkötukku. Tuotesivu. 2022. Verkkoaineisto <<https://www.finnpartia.fi/EVSE1-saehkoeauton-latauskaapel>> Luettu 18.4.2022.
- 9 Rakennusosa. Tuotesivu. 2022. Verkkoaineisto. <<https://www.rakennusosa.fi/product/126/pinta-asennettava-latauspistorasia>> Luettu 30.3.2022.
- 10 Connector types for EV charging around the world. Verkkoaineisto. <<https://www.evexpert.eu/eshop1/knowledge-center/connector-types-for-ev-charging-around-the-world>> Luettu 10.4.2022.
- 11 Sonepar Oy Suomi. Tuoteluettelo. 2022. Verkkoaineisto. <<https://verkko-kauppa.sonepar.fi/fi/yritys/sonepar-suomi-oy?q=latausasemat>> Luettu 28.4.2022.

- 12 ST-kortti 51.92. Sähköajoneuvojen latauspisteet kiinteistöissä. Luettu 15.4.2022.
- 13 Helén Antti. Taloyhtiöiden vastuuhenkilöiden opas latausratkaisuihin. 2020. Verkkoaineisto. <<https://evlataa.fi/taloyhtioiden-opas/>> Luettu 1.5.2022.
- 14 Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. 2020. 733/29.10.2020.
- 15 Hakuohje 2022: Sähköautojen latausinfra-avustus. 2020. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA). Verkkoaineisto. <<https://www.ara.fi/latausinfra-avustus>> Luettu 20.4.2022

## Esimerkki ratkaisuvaihtoehtojen kartoituksesta lisättäessä latauspiste olemassa olevaan omakotitaloon

### Lähtötilanne:

Olemassa olevaan omakotitaloon halutaan lisätä sähköauton latauspiste omistajan hankittua täyssähköauton. Asiakkaan auto on vuoden 2017 Ford Focus Electric, joka tukee ainoastaan 1-vaihelatausta maksimissaan 6,6 kW teholla. Autossa on 33,5 kWh akku ja Type 2 -pistoke. Asiakkaan toiveena olisi edullinen ratkaisu, jolla saataisiin yön aikana ladattua auton akku tyhjästä täyteen. Yhtenä toiveena on myös, että latausasemassa olisi kiinteä latauskaapeli. Latausten erilliselle energian mittaukselle asiakkaalla ei ole tarvetta.

### Kohteeseen sopivan lataustehon laskenta

#### Auton laskennallinen kantama

$$\begin{aligned} \text{kantama (km)} &= \frac{\text{akkukapasiteetti (kWh)}}{\text{sähköauton keskimääräinen kulutus (kWh/km)}} \\ &= \frac{33,5 \text{ kWh}}{0,2 \text{ kWh/km}} \\ &= \mathbf{167,5 \text{ km}} \end{aligned}$$

, joten autoon tulisi ladata kantamaa noin 170 km verran yön aikana, jotta akku latautuisi tyhjästä täyteen.

Kun ajatellaan yön yli kestävän latauksen latauskerran ajaksi 10 tuntia, voidaan laskea tarvittava latausteho, jolla 170 km kantama autoon saadaan ladattua.

## Tarvittava latausteho

$$\begin{aligned} P_{\text{lataus}} &= \frac{\text{haluttu toimintasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times n_{\text{auto}}}{\text{latauskerran aika h}} & (1) \\ &= \frac{170 \text{ km} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times 1}{10 \text{ h}} \\ &= \mathbf{3,4 \text{ kW}} \end{aligned}$$

Näin ollen 3,4kW, latausteho riittäisi laskennallisesti lataamaan auton akun täyteen 10 tunnin aikana. Tämän vuoksi asiakkaalle suositellaan 3,6kW lataustehon mahdollistavaa latauslaitetta.

Kohteessa on 25A pääsulakkeet, ja yö aikana vapaa tehokapasiteetti lataukseen riittää. Päivä aikaan yhden pääsulakkeen ylikuormittuminen on todennäköistä, jos 11kW kiuas toimii täysiteholla samanaikaisesti maksimiteholle säädetyn latauslaitteen kanssa. Nykyisessä ryhmäkeskuksessa on laajennusvaraa 10 moduulia. Autopaikalla on nykyinen lämmitykseen tarkoitettu normaali IP44 pistorasia. Ryhmään kuuluu vain lämmityspistorasia, ja se on suojattu C16 – johdonsuojakatkaisijalla sekä A-tyyppin vikavirtasuojalla. MMJ 3x2,5S tyyppinen ryhmäjohto on tarkastettu, ja sitä voidaan käyttää lataukseen.

### Ratkaisuvaihtoehto 1:

Kohteeseen hankitaan esimerkiksi Enston EVH 1x16A Type2 cable RCB IP54 -latausasema (snro: 3441821), joka vaihdetaan nykyisen lämmityspistorasian tilalle. Muita muutoksia nykyiseen sähköjärjestelmään ei tarvitse tehdä. Asiakasta ohjeistetaan kuormien eriaikaisesta käytöstä, ja suositellaan ottamaan auto irti laturista tai käyttämään latausaseman minimilataustehoa silloin kun sauna on päällä.

### Hyvät / huonot puolet:

- + edullinen ratkaisu
- + vastaa hyvin käyttäjän tämänhetkistä tarvetta
- kuormien samanaikaista käyttöä tulee valvoa asiakkaan toimesta
- kuormanhallinnan lisääminen latausasemaan myöhemmin ei ole mahdollista
- jos suuremmalle latausteholle tulee tulevaisuudessa tarve, tarvitsee koko latausasema vaihtaa

### Arvioidut kustannukset:

Latausasema: 600 – 700e

Työt: 100 – 200e

**Yhteensä: 700 – 900e**

### Ratkaisuvaihtoehto 2:

Kohteeseen hankitaan esimerkiksi Walle 16M -latausasema (snro: 3403116) varustettuna kuormanhallinnan vastaanottimella. Latausasema vaihdetaan nykyisen lämmityspistorasian tilalle. Tämän lisäksi sähkökeskukseen lisätään DIN-kiskoon asennettava Walle kuormanhallinnan lähetinyksikkö (snro: 34 031 19).

### Hyvät / huonot puolet:

- Hinta yli kaksinkertainen verrattuna vaihtoehtoon 1
- + Asiakkaan ei tarvitse huolehtia kuormien eriaikaisesta käytöstä kuormanhallintajärjestelmän pitäessä huolen, ettei liittymä ylikuormitu
- + Tulevaisuudessa samalla latausasemalla voidaan ladata 11kW teholla 3-vaiheisesti, ja tarvittavat muutokset sähköjärjestelmään ovat vain syöttökaapelin vaihto 5-johdittamiseksi sekä suojalaitteiden vaihtaminen keskukselle

Arvioidut kustannukset:

Latausasema: 1200e

Kuormanhallintayksikkö: 400e

Työt: 200-400e

**Yhteensä: 1800 – 2000e**