

Juho Kärkkäinen

Sähköauton latauspisteiden lisääminen vanhaan kiinteistöön

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

13.12.2017

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Juho Kärkkäinen Sähköauton latauspisteiden lisääminen vanhaan kiinteistöön 56 sivua 13.12.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Lehtori Jukka Karppinen Liiketoimintajohtaja Jari Hagström
<p>Opinnäytetyö toteutettiin Aro Systems Oy:lle, joka vastaa taloteknisten hankkeiden suunnittelusta, toteutuksesta ja ylläpitopalveluista Helsingin, Tampereen ja Oulun seuduilla. Työn tavoitteena oli koota yhteen ohjeistus, jonka mukaan voidaan suunnitella ja toteuttaa sähköautojen latauspisteiden lisäys vanhaan kiinteistöön.</p> <p>Insinööritöön pohjatuona käytettiin kirjallisuutta sekä verkkojulkaisuja. Suurin osa tiedosta kerättiin kuitenkin eri laitevalmistajien antamista haastatteluista. Alalla ei ole muodostunut vakiintunutta käytäntöä sähköautojen latausjärjestelmien suunnitteluun ja asennukseen liittyen, joten valmistajilta saatu tietoa oli oleellista työn onnistumisen kannalta.</p> <p>Työssä käytiin läpi sähköautojen historiaa maailmanlaajuisesti sekä nykytilannetta Suomessa. Lisäksi työssä esiteltiin eri valmistajien laitteita ja niihin liittyviä erityispiirteitä sekä palveluita.</p> <p>Kerättyjen tietojen pohjalta voitiin muodostaa ohjeistus niistä asioista, jotka tulee ottaa huomioon, kun vanhaan kiinteistöön lisätään sähköautojen latauspisteitä. Tietoja sovellettiin esimerkkikohteeseen. Esimerkissä pohdittiin erilaisia tilanteita, joissa sähköautojen osuus kaikista ajoneuvoista vaihteli.</p> <p>Esimerkkikohteen osalta tehtyjen laskelmien johdosta huomattiin, että sähköautojen latausjärjestelmän vaikutus kiinteistön huipputehoon saattaa olla hyvinkin pieni. Suomessa huipputeho on laskettu autojen lämmitysteho huomioiden, joten osittain sähköautojen lataukseen vaadittava tehokapasiteetti on jo olemassa. Dynaaminen kuormanhallinta on tärkeä osa toimivaa latausjärjestelmää.</p>	
Avainsanat	sähköauto, sähköauton lataus, vanha kiinteistö

Author Title Number of Pages Date	Juho Kärkkäinen Adding Electric Vehicle Charging Points to An Old Property 56 pages 13 December 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Jukka Karppinen, Senior Lecturer Jari Hagström, Director
<p>This thesis was carried out for Aro Systems Oy, which is responsible for designing, implementing and maintaining maintenance services in building projects in Helsinki, Tampere and Oulu regions. The aim was to compile a set of instructions for planning and implementing the addition of electric car charging points to the old real estate.</p> <p>As source of information literature and e-journals were used. Most of the information was collected from interviews by different equipment manufacturers. There has been no established practice in the field of designing and installing electric car charging systems, so the information provided by manufacturers was essential to the success of the work.</p> <p>The thesis goes through the history of electric vehicles worldwide, as well as the current situation in Finland. In addition, equipment and related features and services of various manufacturers are introduced.</p> <p>Based on the collected data, guidance could be given on the issues that need to be considered when adding electric car charging points to an old property. The information was applied to the sample object. In the example, different situations were considered, in which the proportion of electric cars in all vehicles varied.</p> <p>An example of the calculations made for the case noted that the effect of an electric vehicle charging system on the peak power of the property may be very small. In Finland, peak power has been calculated considering the heating capacity of cars, so the power capacity required to charge electric cars already partially exists. Dynamic load management is an important part of a functioning charging system.</p>	
Keywords	electric vehicle, electric vehicle charging, old property

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Sähköauton historia	2
2.1	Sähköautoja vuosisatojen takaa	2
2.2	Varhaisten sähköautojen lataus	4
2.3	Huoli ilmastonmuutoksesta	7
2.4	Sähköautot 1990-luvulla	8
2.5	Sähköautot Suomessa	9
2.5.1	Latauspisteet Suomessa	14
2.5.2	Verotus	15
3	Lataustavat	17
3.1	Lataustapa 2 tilapäislataukseen	18
3.2	Lataustapa 3 jatkuvaan käyttöön	19
3.3	Lataustapa 4 nopeaan lataamiseen	20
4	Lait, standardit ja ohjeet	22
4.1	Lain tuomat velvoitteet	22
4.2	EU-direktiivi lainsäädännän pohjalla	23
4.3	Standardit	24
4.3.1	SFS 6000	24
4.3.2	Kotitalouspistorasian käyttö lataamiseen	26
4.4	ST-kortit	29
5	Laitevalmistajat	32
5.1	IGL-Technologies Oy – eTolppa	33
5.2	Ensto	34
5.3	Schneider Electric	37
5.4	Satmatic	40
5.5	Garo	42
6	Latauspisteiden lisääminen	44
7	Esimerkkikohde	47

7.1	Yksi ladattava hybridi	48
7.2	Muutama sähköauto	50
7.3	Kaikki autot sähköautoja	52
8	Yhteenveto	55
	Lähteet	57

Lyhenteet ja käsitteet

EV Electric vehicle. Yleisnimitys sähköajoneuvolle, kuten sähköauto tai sähköpolkupyörä. Yleisimmin tarkoitetaan sähköautoa.

Hybridiauto Auto, jossa voimanlähteenä voidaan käyttää sekä sähkö- että polttomootoria.

Latausasema

Sähköauton lataamiseen tarkoitettu laite.

Latauspiste Sähköauton lataamiseen tarkoitettu paikka.

Liitäntäpiste Piste, jossa sähköajoneuvo on liitetty kiinteään asennukseen.

NFC Near Field Communication. Samankaltainen tekniikka kuin RFID, mutta NFC-laite voi toimia lukijalaitteena tai tunnisteenä.

PHEV Plug-in Hybrid Electric Vehicle. Ladattava hybridiajoneuvo.

RFID Radio Frequency Identification. Tiedonsiirtotekniikka, jolla lukijalaite tunnistaa esimerkiksi avaimenperänä toimivan RFID-tunnisteen.

Sähköauto Täyssähköauto tai ladattava hybridi.

Täyssähköauto

Auto, jonka voimanlähteenä toimii pelkästään sähkö.

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on sähköautojen latauspisteiden lisääminen vanhaan kiinteistöön. Ylipäänsä sähköautojen latauspisteitä on toistaiseksi melko harvassa kiinteistössä. Vanhassa kiinteistössä rajoittavat tekijät ovat jo olemassa. Silloin toteutuksen suunnittelu tulee aloittaa hieman eri suunnasta kuin uudisrakennuksen tapauksessa. Vanhassa kiinteistössä tulee myös pohtia, miltä osin sähköjärjestelmää on kannattavaa uusia.

Työn tavoitteena on koota yhteen ohjeistus, jonka avulla eri kokoisia latausjärjestelmiä voidaan rakentaa vanhoihin kiinteistöihin. Sähköautoista puhutaan päivittäin mediassa ja monet uskovat niiden olevan tulevaisuuden yksityisautoilun muoto. Tietoa sähköautojen latausjärjestelmistä on vaikea löytää. Merkittävä osa uutisoinnista ja eri palstojen kirjoituksista perustuu uskomuksiin tai mielikuviin.

Opinnäytetyössä tutustutaan sähköautojen varhaiseen historiaan sekä viime vuosiin Suomessa. Sähköautojen latausjärjestelmät käydään läpi yleisesti. Lisäksi tutustutaan eri laitevalmistajien järjestelmiin. Työssä esitellään oleelliset lait, standardit ja ohjeet. Lopussa kootaan yhteen yleispätevä ohjeistus, jota sovelletaan esimerkkikohteeseen.

Työ tehdään Aro Systems Oy:lle, joka vastaa taloteknisten hankkeiden suunnittelusta, toteutuksesta ja ylläpitopalveluista Helsingin, Tampereen ja Oulun seuduilla. Erityisesti työ vastaa talotekniikkahuollon tarpeisiin. Sen asiakkuuksiin kuuluu organisaatioita, jotka omistavat tai hallinnoivat vanhoja kiinteistöjä. On oletettavaa, että lähivuosina näihin kiinteistöihin tullaan lisäämään sähköautojen latauspisteitä.

2 Sähköauton historia

2.1 Sähköautoja vuosisatojen takaa

Sähköajoneuvojen juuret juontavat tiettävästi jopa 1820-luvulle asti. Varmuutta ensimmäisestä keksijästä ei pystytä tarkasti osoittamaan. Vuonna 1828 unkarilainen Ányos Jedlik kehitti pienoismallin sähköautosta, jonka voimanlähteenä oli hänen kehittämänsä sähkömoottori. Vuonna 1834 skotlantilainen Robert Anderson kehitti alkeellisen sähkövaunun. Yhdysvaltalainen Thomas Davenport kehitti oman versionsa sähköajoneuvosta pienoismallina vuonna 1835. [1.]

Tiettävästi ensimmäinen sähköauto rakennettiin vuonna 1837 skotlantilaisen kemistin Robert Davidsonin toimesta. Tässä autossa käytetyt akut eivät kuitenkaan vielä olleet uudelleenladattavia [1]. Vuonna 1859 ranskalainen Gaston Plante keksi uudelleenladattavan lyijyakun, joka on ollut käytössä jopa tähän päivään asti [2].

Akkujen kehitys on yhä tärkeä kehitysalue, jotta sähköajoneuvoista saadaan mahdollisimman käytännöllisiä. Niiden tulisi olla edullisia, pieniä, kevyitä, ympäristöystävällisiä sekä sähköisiltä ominaisuuksiltaan mahdollisimman hyviä. Perinteisesti akun suuri kapasiteetti on ollut verrannollinen sen fyysisiin mittoihin, mutta tekniikan kehittyessä akuista on saatu jatkuvasti kompaktimpia. [2.]

Vuosisadan vaihtuessa 1900-lukuun autot alkoivat yleistyä Yhdysvalloissa. Saatavilla oli höyryllä, bensiinillä sekä sähköllä toimivia autoja. Itse asiassa vuosina 1899 ja 1900 sähköautoja myytiin muita autotyyppisiä selkeästi enemmän. Esimerkkinä tuon aikakauden sähköautosta kuvan 1 mukainen Woods Motor Vehicle Companyn valmistama Phaetonmallinen tuote maksoi 2000 dollaria, sen käyttösäde oli noin 29 kilometriä ja sen huippunopeus oli jopa 22,5 km/h. Woods Motor Vehicle Company kehitti myös hybridauton vuonna 1916. [1.]



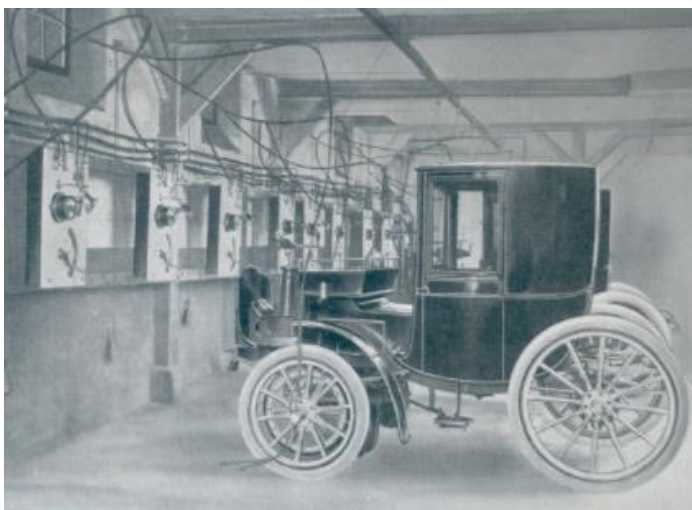
Kuva 1. Woods Motor Vehiclen valmistama Phaeton [1].

Sähköautoja pidettiin selvästi yleisempinä kuin polttomoottorilla varustettuja autoja, sillä sähköautot olivat paljon hiljaisempia ja tärisivät vähemmän. Lisäksi niissä ei tarvinnut vaihtaa vaihteita kuten bensiinikäyttöisissä autoissa. Kaasuautoissa ongelmana sen sijaan oli pitkät käynnistysajat, jotka saattoivat olla kylmänä talviaamuna jopa 45 minuuttia. 1900-luvun alun Amerikassa ainoat hyvät tiet olivat kaupungeissa, joten niiden käyttöasteet riittivät yleensä hyvin. [1.]

1920-luvulle tultaessa sähköautot hallitsivat markkinoita. Tuotannon huippu saavutettiin vuonna 1912. Öljyn hinnan tullessa alas ja Amerikan kaupunkien välisten tieverkkojen parantuessa kiinnostus sähköautoja kohtaan kuitenkin hiipui. Myös 1913 keksitty sähköinen starttimoottori sekä jo aiemmin keksitty jäähdytin laskettiin saastuttavamman kilpailijan eduksi. Henry Fordin aloittaman bensiinikäyttöisten autojen massatuotannon seurauksena saatiin markkinoille jopa kolme kertaa tyypillistä sähköautoa halvempi bensiinimalli. Tälle sähköautot eivät enää pystyneet kilpailemaan ja ne katosivatkin katukuvasta vuosikymmeniksi. [1.] Kenties ilman Henry Fordin vauhdittamaa bensiiniautojen vallankumousta olisimme jo vuosikymmeniä käyttäneet pääasiassa sähköautoja.

2.2 Varhaisten sähköautojen lataus

1900-luvun sähköautoilijaa vaivasi samanlaiset ongelmat kuin nyt yli sata vuotta myöhemminkin. Akkujen lataaminen oli hidasta eikä toimintasäde riittänyt jokaiselle. Autolla kuljettavat matkat ovat kuitenkin pidentyneet, joten vaikka ongelmat ovatkin samoja, on kehitystä tekniikassa tapahtunut. 1900-luvulla oli mahdollista hankkia latauslaite kotiin tai käyttää autokauppioiden lataushalleja, kuten kuvassa 2 on esitettyä. [3.]



Kuva 2. Kauppiaan tarjoama lataushalli, jonne sähköauto oli mahdollista jättää ladattavaksi [3].

Kuvassa 3 on esitettyä käytössä olleita liittimiä. Latausasemat oli varustettu kaapelilla, jossa oli urosmallinen liitin. Sähköautoissa oli naarasmallinen vastakappale. [3.]



Figure 3.25: 150 A charging plug with handleTM

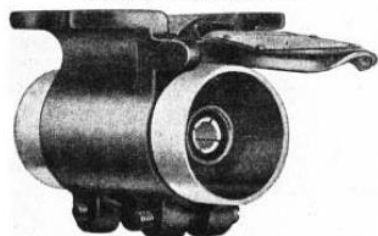
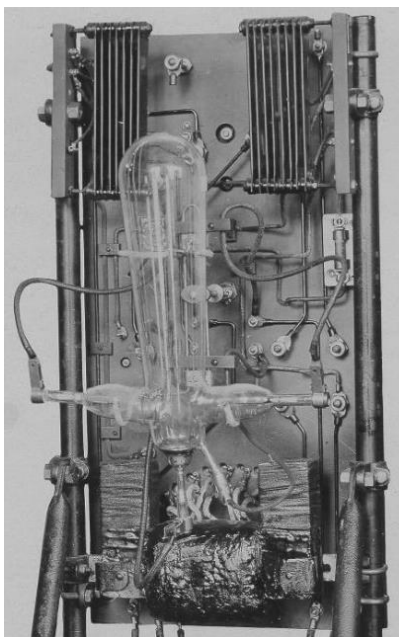


Figure 3.26: 150 ampere-hour (sic) charging receptacleTM

Kuva 3. 1900-luvun alun standardin mukainen latausliitin [3].

Koska sähköliittymiä Yhdysvalloissa oli aluksi saatavilla sekä vaihto- että tasajännitteellä, piti jännite mahdollisesti muuntaa tasajännitteeksi sähköautoa varten. Vaihtovirta tuli muuntaa tasavirraksi pyörittämällä vaihtovirralla tasavirtageneraattoria. Tästä koitui lisäkustannuksia laitehankintojen muodossa sekä lämpöhukkaa ja meluhaittaa. Ennen puolijohdediodin keksimistä käytössä oli myös kuvan 4 mukaisia elohopeatasasuuntaajia. Latauslaitteet tuli varustaa elohopeatasasuuntaajille, jos saatavilla oleva jännite oli vaihtojännitettä. [3.]



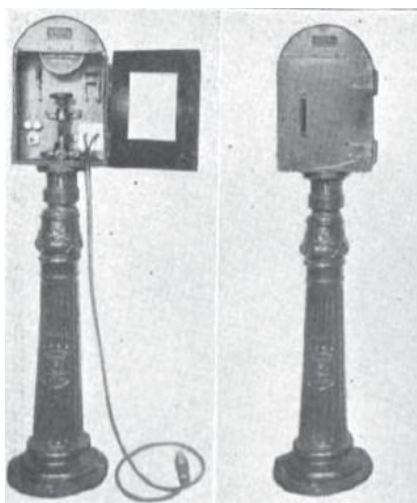
Kuva 4. Sähköauton latauslaite varustettuna elohopeatasasuuntaajalla [3].

General Electricin kehitti ja valmisti useaa erilaista latauslaitetta 1900-luvun alkupuolella. Latauslaitteet eivät olleet säältä suojattuja, joten ne tuli sijoittaa esimerkiksi autotalliin. Kuvasta 5 pystyy hahmottamaan tyypillisen latauslaitteen mittasuhteita. [3.]



Kuva 5. General Electricin valmistama latauslaite vuodelta 1912 [4].

Myös julkiseen käyttöön oli olemassa General Electricin valmistama tuote. Se toimitettiin yhtenä kokonaisuutena pylväineen ja latauskaapeleineen. Sähkön käytöstä maksettiin erikseen 25 senttiä 2,5 kWh:sta. [3]. Kuten kuvasta 6 huomaa, tänäkin päivänä käytössä olevat autolämmitystolpat ovat hyvinkin samannäköisiä. Pyörää ei siis ole keksitty uudelleen.



Kuva 6. General Electricin valmistama julkinen latausasema [3].

2.3 Huoli ilmastonmuutoksesta

Jo vuonna 1938 G.S. Callendar väitti hiilidioksidin määrän ilmastossa nousevan, mikä johtaisi ilmaston lämpenemiseen. Vasta 1950-luvulla tutkijat pystyivät todentamaan, että ilmaston lämpeneminen on mahdollista, mikäli hiilidioksidin määrä ilmastossa kasvaisi. Yleinen huoli ilmastosta heräsi 1960-luvulla. [6.]

Räjähdysmäisesti kasvanutta autokantaa pidettiin yhtenä isoimpana ilmastonmuutoksen aiheuttajana [6]. Tämän lisäksi etenkin Amerikassa haluttiin vähentää riippuvuutta öljyn tuonnista ulkomailta. Usea taho pyrki kehittämään kilpailevaa, ympäristöystävällisempää vaihtoehtoa polttomoottorille. Batronic Truck Company valmisti ensimmäisen sähkökäyttöisen pakettiauton vuonna 1964. Yritys valmisti General Electricin kanssa yhteistyössä 175 sähköllä toimivaa pakettiautoa osoittaakseen sähköajoneuvojen kilpailukykyyn. Tuohon aikaan henkilöautomarkkinoille Sebring-Vanguard valmisti CitiCars-mallia. Kilpailijan Elcar Corporation vastine oli nimeltään Elcar, joka esitettynä kuvassa 7. Kummankin toimintasäde oli noin 95 km. [1.]



Kuva 7. Elcar Corporationin valmistama Elcar [5].

2.4 Sähköautot 1990-luvulla

Yhdysvalloissa sähköautoja on tuettu verohuojennuksin aina 1980-luvulta alkaen. Esi-merkkinä tuon ajan sähköautoista General Motors tarjosi 1990-luvulla malleja, joiden toimintasäde riitti varsin hyvin tyypilliseen työmatka-ajoon. Kalifornian osavaltio jopa edellytti valmistajilta tietyn osuuden myytävistä ajoneuvoista olevan sähköautoja, mikäli valmistaja tahtoi osavaltiossa myydä autoja jatkossakin. Autonvalmistajien valitusten jälkeen kiintiöstä kuitenkin luovuttiin. Valitus juontui siitä, että sähköautojen kehitystä ja valmistusta ei koettu taloudellisesti järkeväksi. [7.]

Kiintiötä seurasi määräys, joka edellytti valmistajia jatkamaan sähköautojen kehitystyötä. Tästä kuitenkin seurasi lupaavienkin mallien kehittämisen lopetus, ja leasing-sopimuksen tehneiltä kuluttajilta kerättiin autot pois ja jopa romutettiin, kuten kuvan 8 General Motorsin EV1-sähköautoille tehtiin. Japanilaiset autonvalmistajat Honda ja Toyota olivat myöskin valmistaneet sähköautoja Kalifornian markkinoille. Honda päätti seurata General Motorsin mallia ja tuhosi leasing-autonsa, mutta Toyota tarjosi autojaan myös vuokrattavaksi ja ostettavaksi. [7.]



Kuva 8. Romutettavaksi joutuvia General Motorsin EV1-sähköautoja [7].

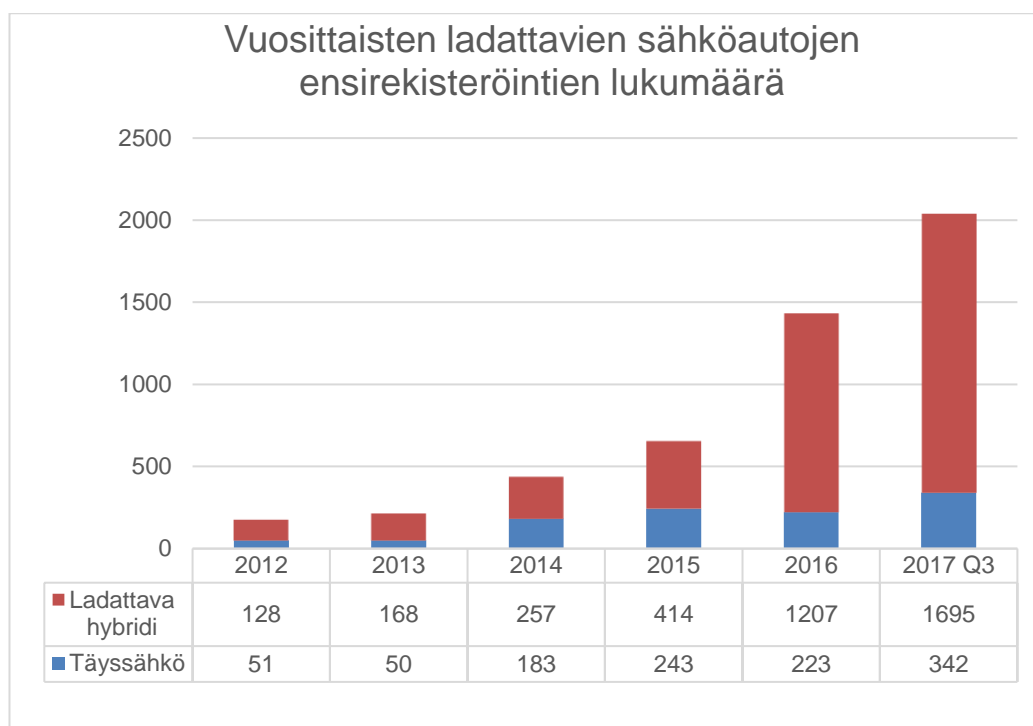
2.5 Sähköautot Suomessa

1990-luvulla useat kunnat ja yritykset hankkivat käyttöönsä sähköautoja. Esimerkiksi Suomen Posti pyrki kasvattamaan sähköautojen osuutta jakelupalustossaan 10 prosenttiin. Yhtiöllä olikin parhaimmillaan käytössä yli 60 kotimaisen yrityksen Fortumin kehittämiä Elcat-sähköautoja. Yhteensä Elcat-autoja valmistettiin 160 kappaletta, kunnes niiden valmistus lopetettiin kokonaan. Suomen Posti onkin käyttänyt jakelupalustossaan sähköavusteisia polkupyöriä jo pitkään. [8.]

Uusin kokeilu sähköautojen käytöstä postinjakeluun on aloitettu Espoossa. Autoksi valittiin Nissan-sähköpakettiauto, jolla ihanneolosuhteissa pääsee 170 kilometriä yhdellä latauksella. Vuosien saatossa Suomen Postilla on ollut kokeilussa myös muita sähköautomalleja. [9.] Suomen Posti onkin merkittävimpiä sähköautojen testaajia Suomessa viimeisinä vuosikymmeninä. Se onkin loogista, sillä tavallisesti jakelureitin pituus on tiedossa jo ennen matkan alkamista.

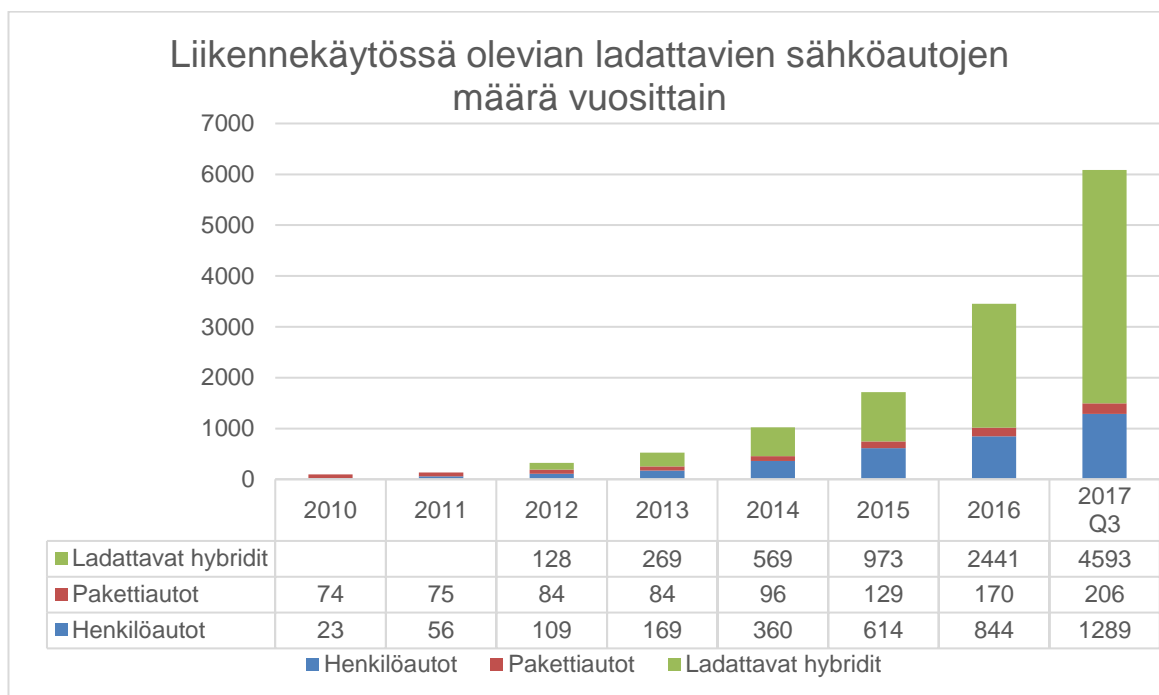
Trafin julkaisemien tilastojen valossa sähköautojen määrä on vahvassa kasvussa, kun tarkastellaan vuosittaisten ensirekisteröintien määriä. Kuluva vuoden tilasto käsittää ainoastaan aikavälin tammikuusta elokuuhun, joten 2017 todellinen määrä on suurempi. Trafi tarjoaa tilastoa myös sähkökäyttöisten pakettiautojen ensirekisteröinneistä alkaen vuodesta 2016, mutta vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi se jää tästä kaaviosta pois. Mainittakoon kuitenkin, että sähkökäyttöisiä pakettiautoja Suomessa rekisteröitiin vuonna 2016 yhteensä 59 kappaletta ja vuonna 2017 tammikuusta syyskuuhun yhteensä 37 kappaletta. [10; 11.]

Kuvassa 9 on esitettyä ladattavien sähköautojen ensirekisteröintien lukumäärä vuosittain. [10; 11.] Täyssähköautojen ensirekisteröintien määrä saatetaan jopa tuplata edelliseen vuoteen verrattuna. Tästä voinee päätellä, että latauslaitteita tarvitaan myös vastaavasti yhä enemmän. Toisin kuin ladattava hybridi, täyssähköauto on riippuvainen ulkoisesta lataustavasta.



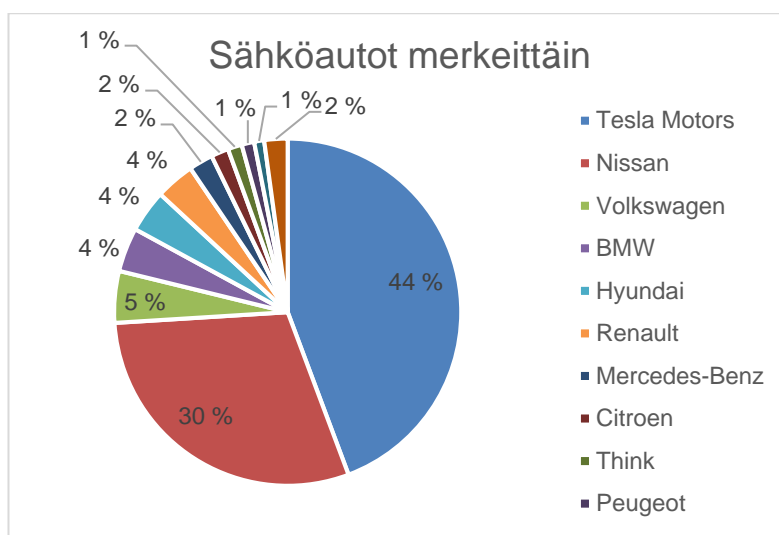
Kuva 9. Sähköautojen suosio on ollut kasvussa useana vuonna peräkkäin [10; 11].

Suomessa on liikennekäytössä kirjoitushetkellä yli 6000 ladattavaa sähköautoa, joista hieman alle 1500 on täyssähköautoja. Yli puolet niistä on Tesla Motorsin valmistamia. Kuvassa 10 on liikennekäytössä olevien täyssähköautojen sekä ladattavien hybridien lukumäärät aina vuodesta 2010. [12; 13.]



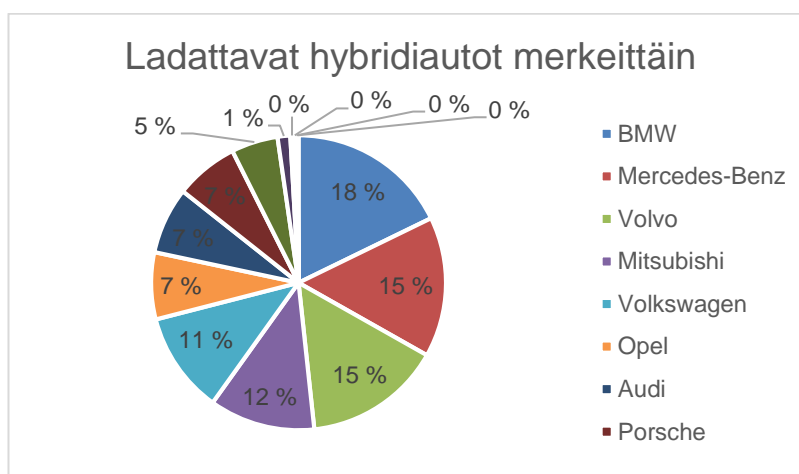
Kuva 10. Sähköautojen lukumäärät eri vuosina Suomessa [12; 13].

Tesla Motorsin tehokkaina markkinoidut täyssähköautomallit ovat Suomen liikenteessä ehdottomasti yleisimpiä. Toisena tulee japanilainen autovalmistaja Nissan. Kuvasta 11 voi todeta, että käytännössä nämä kaksi sähköautovalmistajaa ovat onnistuneet valtaamaan Suomen sähköautomarkkinat. Markkinoita dominoi siis kaksi täysin erilaisella brändillä markkinoitua sähköautovalmistajaa. [14.]



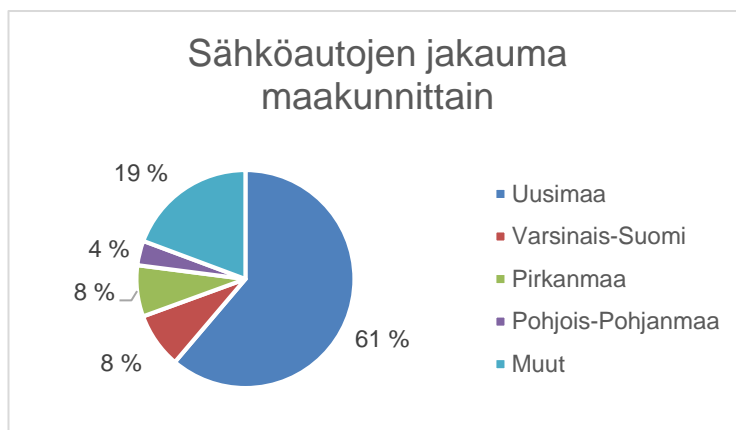
Kuva 11. Liikennekäytössä olevat täyssähköhenkilöautot merkeittäin syyskuun lopulla 2017 [14].

Ladattavia hybridi-autoja liikennekäytössä Suomessa on yhteensä 4593 kappaletta. Eri valmistajien osuudet autokannasta jakaantuvat kuitenkin selkeästi tasaisemmin kuin täyssähköautojen osalta, kuten kuvasta 12 voi todeta [15].



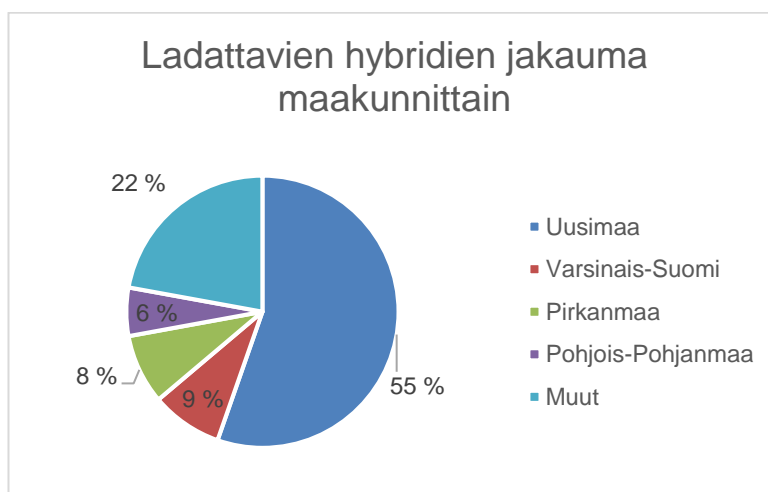
Kuva 12. Liikennekäytössä olevat ladattavat hybridit merkeittäin [15].

Trafi tarjoaa tietoa liikennekäytössä olevista sähköautojen lukumääristä eri maakunnissa. Uudenmaan sähköautokanta on moninkertaisesti vahvin, sillä yli puolet sähköautoista on Uudellamaalla, kuten kuvasta 13 käy ilmi. [14.]



Kuva 13. Yli puolet sähköautoista Suomessa on Uudenmaan maakunnassa [14].

Myös liikennekäytössä olevista ladattavista hybrideistä on tarjolla tilastotietoa. Kuten kuvasta 14 käy ilmi, sähköautojen tapaan ladattavia hybridejä on selvästi eniten Uudellamaalla. Muissa maakunnissa kuin Uudellamaalla ladattavia hybridejä on kuitenkin suhteellisesti enemmän kuin sähköautoja. [14; 15.] Näissä maakunnissa julkisia latauspisteitä on selkeästi myös vähemmän [16].

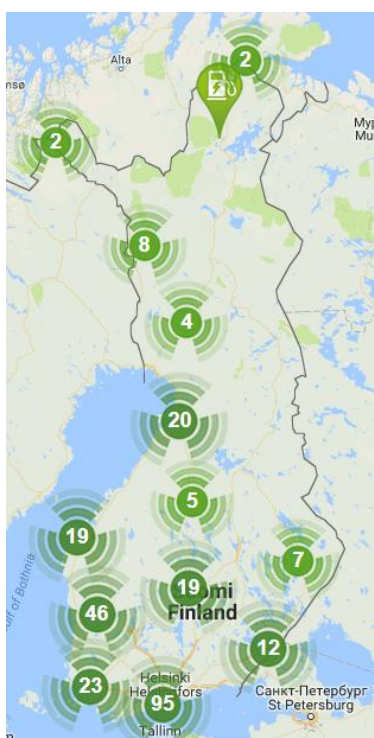


Kuva 14. Pienissä maakunnissa on suhteellisesti enemmän ladattavia hybridejä kuin sähköautoja. [14; 15]

2.5.1 Latauspisteet Suomessa

Sähköauton lataus voi tapahtua yleensä esimerkiksi kotona yöllä tai työpaikalla työpäivän aikana, jolloin auto muutenkin on käyttämättömänä. Toissijaisesti sähköautoa voi ladata julkisissa tai puolijulkisissa latauspisteissä perus- tai pikalatausta käyttäen. Puolijulkisia latauspisteitä on tarjolla esimerkiksi huoltoasemilla tai kauppakeskuksissa. Julkisia latauspisteitä on esimerkiksi sijoitettu yleisten teiden ja katujen varsille sekä julkisille pysäköintialueille. [17.] Toistaiseksi julkisissa latauspisteissä voi olla mikä tahansa yleisesti käytössä oleva latausliitin tai -johto. Sen sijaan direktiivin nojalla uusissa julkisissa latauspisteissä tulisi käyttää tyyppin 2- tai Combo 2 -liittimiä, riippuen onko käytössä lataustapa 3 vai 4 [18].

AFI-direktiivin pohjalta EU:n direktiiviesitys puhtaan liikenteen infrastruktuurista julkistettiin alkuvuonna 2013. EU-parlamentin linjauksen myötä Suomessa tulisi olla tuhansia julkisia latauspisteitä vuonna 2020. [19.] Helmikuussa 2017 Suomessa oli julkisia latauspisteitä noin 650 kappaletta [20]. Kuvassa 15 on esitettyä kartta, josta on esitetty Suomen julkisten latauspisteiden sijainnit [16].



Kuva 15. Julkiset ja puolijulkiset latauspisteet Suomessa [16].

Esimerkiksi K-ryhmä ja HOK-Elanto tarjoavat sähköautojen peruslatauspisteitä asiakkaidensa käyttöön ilmaiseksi. HOK-Elanto tarjoaa myös muutamassa ABC-liikennemyymälässään pikalatauspisteitä asiakkaiden käyttöön aikaperusteisella veloituksella. Prisma Viikissä on mahdollisuus myös sähköauton vuokraamiseen. HOK-Elannolla on peruslatauspisteitä 11 myymälässään ja lisäksi Iso Omena-, Jumbo- ja Sello -kauppakeskusten parkkihallit on varustettu latauspisteillä. [21.]

K-ryhmällä latauspisteitä on kattavasti etenkin pääkaupunkiseudun ja kehyskuntien isommissa myymälöissä. Uudet kauppapaikat varustetaan joko latauspisteellä tai latauspisteen varauksella. Latauspisteelle tulee tunnistautua K-Plussa-kortilla tai mobiilikortilla. Latauslaitteissa on perustason lataustavan mukainen 2 tyypin pistorasia. [22.]

2.5.2 Verotus

Sähköauton verotus koostuu neljästä tekijästä:

- autoverosta
- ajoneuvoveron perusverosta
- ajoneuvoveron käyttövoimaverosta
- polttoaineverosta.

Autovero on kertaluonteinen maksu, joka maksetaan, kun auto ostetaan uutena tai tuodaan käytettynä Suomeen. Autoverolakiin vuonna 2016 tulleiden muutosten tarkoituksena on keventää pieni- ja keskipäästöisten autojen verotusta. Muutos otetaan käyttöön pykälittäin vuoteen 2019 mennessä. [23.]

Perusveroa maksetaan päästöjen mukaan. Sähköautoja verotetaan päästötaulukon alimman veron määrän mukaan. Vuonna 2017 tämä vero on siis ollut 106,21 euroa koko vuodelta. [23.]

Käyttövoimavero kannetaan jokaisesta henkilö-, paketti- ja kuorma-autoista, joiden käyttövoima otetaan jostain muusta kuin bensiinistä. Taulukon 1 mukaan vuodesta 2013 alkaen sähkökäyttöisen henkilöauton käyttövoimavero on ollut 1,5 senttiä/päivä/alkava 100 kg. [23.]

Taulukko 1. Eri käyttövoiman mukaan taulukoidut käyttövoimaverotaset [23].

Käyttövoima	Snt/pv/ alkava 100kg
Diesel	5,5
Sähkö	1,5
Sähkö ja moottoribensiini	0,5
Sähkö ja dieselöljy	4,9
Metaanipolttoaine	3,1

Polttoainevero maksetaan käytännössä sähkön valmisteverona eli sähköverona. Käyttäjä voi siis vaikuttaa maksamansa polttoaineveron määrään lataamalla esimerkiksi työpaikalla tai julkisella latauspisteellä kotilatauspisteen ohella. [24.]

3 Lataustavat

Latausasemakäytössä tunnetaan yhteensä neljä erilaista lataustapaa. Ne on numeroitu käytännössä lataustehon mukaan nousevassa järjestyksessä. Näiden lisäksi mahdollisia ovat johdoton lataus sekä akunvaihto, jotka toteutetaan erityisillä akunvaihtoasemilla. Lataustavoissa 1 ja 2 on mahdollista käyttää tavallista kotitalouspistorasiaa tai ns. voimapistoriasiaa. Lataustavassa 2 on mahdollista käyttää myös kolmevaiheista pistorasiaa. Lataustapa 1 on tarkoitettu kevyille ajoneuvoilla kuten skoottereille tai sähköpolkupyörille eli sähköautojen lataamiseen tätä ei käytetä. Lataustavoille 3 ja 4 on olemassa sähköauton latauskäyttöön yksinomaan standardoidut liittimet [25.]. Taulukossa 2 on vertailun vuoksi esitettyinä lataustapojen 2 ja 3 välisiä laskennallisia eroja latausajoissa.

Taulukko 2. Yleisten sähköautojen ja ladattavien hybridien laskennallisia latausaikoja [26].

Auton merkki ja malli	Akuston koko	Laturin koko	Mode 2 latausaika (8 A)	Mode 3 latausaika (16 A)	Mode 3 latausaika (3x16 A)
Täyssähköautot					
Nissan Leaf	30 kWh	3,3 kW	16 h	9 h	-
Tesla Model S	75 kWh	16,5 kW	41 h	20 h	7 h
Ladattavat hybridit					
BMW 530e	9,2 kWh	3,6 kW	5 h	2,5 h	-
Mercedes C350	6,2 kWh	3,3 kW	3,5 h	1,5 h	-

3.1 Lataustapa 2 tilapäislataukseen

Useimmiten sähköauton mukana toimitetaan tilapäislatauskaapeli, jonka pääasiallinen tarkoitus olisi palvella sähköauton käyttäjää esimerkiksi lomamatkoilla, kun varsinaista latausasemaa ei ole käytössä. Lataustavasta 1 poiketen kaapelissa on kuvan 16 mukainen suojalaiteyksikkö, jolla latausvirta rajoitetaan. Suomessa SFS-EN 62752 -standardiin tehdyn kansallisen poikkeuksen mukaan virta tulisi olla rajattuna 8 ampeeriin. Lataukseen käytettävä rasia tulee suojata mitoitusvirraltaan enintään 30 mA:n vikavirtasuojalla. [27; 28.]

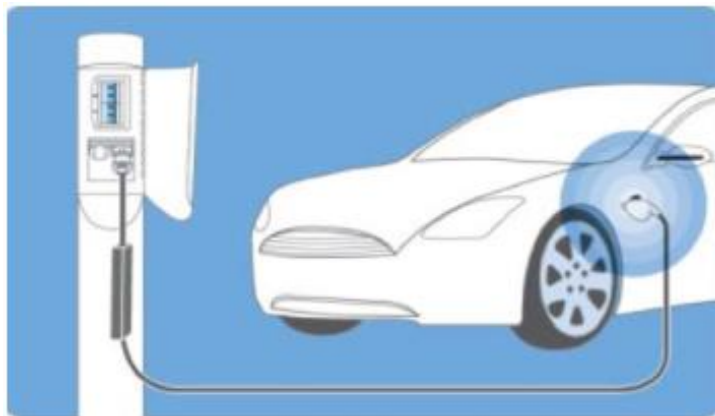


Kuva 16. Tilapäislatauskaapelissa oleva suojalaiteyksikkö [29].

Lataustapaa 2 voidaan käyttää helposti väärin, kun esimerkiksi tavallisen autolämmitysrasian kellokytkin ohitetaan. Tämä saattaa pahimmillaan johtaa tulipaloon. Jatkuvassa käytössä tulisikin käyttää latauskäyttöön suunniteltuja tuotteita, jolloin valmistaja ottaa vastuun tuotteensa kestävydestä tarkoituksenmukaisessa käytössä [28].

Periaatteessa SFS 6000-7-722 -standardin mukaan lataaminen on mahdollista käyttäen korkeintaan 32 A:n ja 250 V:n yksivaiheista tai 480 V:n kolmivaiheista standardisoitua pistorasiaa [30]. Kuitenkin useimmiten varsinkin taloyhtiökäytöissä lataus toteutetaan

olemassa olevasta autolämmitystolpasta, kuten kuvassa 17 on esitetty. Näissä tapauksissa laitteiston kunto tulisi tarkastaa sähköalan ammattihenkilön toimesta.



Kuva 17. Lataustavan 2 mukainen kokoonpano [25].

3.2 Lataustapa 3 jatkuvaan käyttöön

Varsinaiseksi lataustavaksi on määritetty lataustapa 3, jonka ominaisuuksina on enintään 43 kW:n latausteho kolmivaiheisella vaihtojännitteellä [31]. Euroopassa tälle lataustavalle julkisissa latauspisteissä on direktiivin pohjalta määrätty tyypin 2 liitin, joka on esitettynä kuvassa 18 [18]. Liitin lukittautuu, kun lataus on käynnissä, joten sitä ei pysty irrottamaan jännitteisenä. Liittimen kaksi ylintä ja ohuinta nastaa liittyvät tiedonsiirtoväylään, joilla voidaan ohjata kuormitusta sekä virran syöttöä sähköauton ja tietyissä tapauksissa myös verkon suuntaan. Latausasemassa voi olla kiinteä latausjohto tai siinä voi olla standardin mukainen pistokytkin. [31.]



Kuva 18. Type 2 -liitin "Mennekes" [32].

Tyyppin 2 liittimen ohella on käytössä myös kuvan 19 mukainen tyyppin 1 liitin, jota käytetään yleisimmin yhdysvaltalaisissa sekä japanilaisissa ladattavissa ajoneuvoissa. Liitin mahdollistaa virransyötön yksivaiheisena 80 ampeeriin asti. [32.]



Kuva 19. Tyyppin 1 liitin [32].

3.3 Lataustapa 4 nopeaan lataamiseen

Julkisessa latauksessa esimerkiksi katujen varsilla latausnopeudella on suuri merkitys. Kaikkia sähköautomalleja ei kuitenkaan ole mahdollista ladata tällä lataustavalla. Lisäksi eri sähköautovalmistajat käyttävät ajoneuvoissaan erilaisia liittimiä, joista esitetty kooste on kuvassa 20. Sähköajoneuvon akustoa syötetään suurella DC-virralla erillisestä latauslaitteesta. Poikkeuksena Renaultin Chameleon-liitin, jossa käytetään AC-jännitettä. Latausteho voi olla maksimissaan 50 kW. Latausjohto on kiinteä osa latausasemaa. [25.]

- **CHAdeMO vuodesta 2010**



- **AC Tyypi 2 Mode 3**



- **CCS / Combo T2**



Kuva 20. Eri valmistajien käytössä olevat liittimet [33, s. 5].

Euroopassa direktiivin myötä julkisissa latauspisteissä on määrätty käytettäväksi kuvan 21 mukaista CSS 2 -liitintä, joka liitetään myös tyyppin 2 liittimen tiedonsiirto- ja maadoitusnastoihin [18].



Kuva 21. CSS 2 (Combo 2) [25].

Esimerkiksi Nissan ja Tesla käyttävät sähköautomalliensa pikalataukseen liitintä CHAdeMO. CHAdeMO-liitin esitettynä kuvassa 22. [25.]



Kuva 22. CHAdeMO-liitin, jota käytetään pikalatauksessa [25].

Renaultilla on käytössään oma liitinjärjestelmä Chameleon, jolla autoa voi ladata vaihtojännitteellä jopa 43 kW:n teholla. Autossa oleva Chameleon-pistokeliitin on esitetty kuvassa 23. [34, s. 45.]



Kuva 23. Renaultin sähköautoissa käytössä oleva Chameleon-latausliitin [34, s. 45].

4 Lait, standardit ja ohjeet

Eri viranomaiset määrittävät lakien ja ohjeistuksien kautta sähköautojen lataamista koskevia seikkoja. Ne ottavat kantaa esimerkiksi turvallisuuteen, saatavuuteen ja tiedottamiseen. Tähän opinnäytetyöhön kerätään tärkeimmät standardit, ohjeet, lait ja määräykset siinä määrin kuin ne koskettavat sähköautojen latauspisteiden suunnittelua ja asentamista.

4.1 Lain tuomat velvoitteet

Toistaiseksi Suomen laki ei juurikaan tunne sähköautoja koskevia säädöksiä. Kesäkuussa 2017 on kuitenkin otettu käyttöön laki, jonka tarkoituksena on varmistaa vaihtoehtoisten polttoaineiden julkisten lataus- ja tankkauspisteiden tekninen yhteneväisyys. Lisäksi lailla halutaan taata, että käyttäjille annetaan riittävät tiedot vaihtoehtoisista polttoaineista ja niiden jakelusta. [35.]

Varsinaista latauspaikkoja koskevaa lakia valmistellaan parhaillaan. Määräys velvoittaisi rakennuttamaan joka kymmenennen pysäköintipaikan sähköauton latauspisteeksi, mikäli uudessa tai laajasti korjattavassa rakennuksessa on yli kymmenen autopaikkaa. Direktiiviluonnoksen mukaan vuonna 2025 velvoite laajenisi koskemaan myös vanhaa rakennuskantaa. Asuinrakennuksia tämä määräys ei koske. [20.]

Asuinrakennuksiin veloitettaisiin rakentamaan kaapelointi, joka mahdollistaisi latauspisteen asentamiseen jokaiseen autopaikkaan. Latauspistettä ei vielä vaadittaisi, vaan pelkästään valmius tähän. Luonnollisesti vanhoja pysäköintialueita ei tarvitsisi muuttaa, ellei tehtäisi laajoja korjauksia. [20.]

4.2 EU-direktiivi lainsäädännän pohjalla

Suomen lainsäädäntöön on tiedossa muutoksia EU-direktiivin 2014/94/EU myötä. Direktiivissä on valittu Euroopan unionin latausliittimeksi tyyppin 2 liitin. Direktiivissä kuitenkin mainitaan, että kaikkia olemassa olevia ajoneuvoja tulisi pystyä lataamaan yhä direktiivin voimaantulon jälkeenkin. [18.]

Direktiivissä todetaan, että sähköä avulla kyetään lisäämään maantieajoneuvojen energiatehokkuutta ja vähentämään hiilidioksidipäästöjä. Se myös ohjeistaa, että EU:n jäsenvaltioiden tulisi varmistaa, että julkisia latauspisteitä tulisi asentaa riittävän tiheään. Ohjeena olisi yksi latauspiste jokaista kymmentä autoa kohti. [18.] Suomessa suositus on liikenne- ja viestintäministeriön mukaan jo ylitetty 2017 helmikuun tiedon mukaan, sillä julkisia latauspisteitä on 650 ja sähköautoja 2500 kappaletta [20]. Tätä toki voidaan selittää myös Suomen sähköautokannan pienellä koolla.

Ajoneuvojen lataamiseen tulisi käyttää älykkäitä mittausjärjestelmiä aina, kun se on teknisesti ja taloudellisesti järkevää. Tämä ohjaisi sähköverkon kuormitusta tasaisemmaksi, kun ajoneuvoja ladattaisiin silloin, kun muun sähköä kysyntä on alhaisempaa. Direktiivissä myös todetaan, että pitkällä aikavälillä voisi olla mahdollista, että sähköajoneuvot syöttäisivät sähköä verkon suuntaan, kun yleisen sähköä kysyntä on korkea. Älykkäät latausratkaisut mahdollistaisivat, että järjestelmä toimisi edellä mainitulla tavalla. Tämä hyödyttäisi kuluttajaa alhaisemman sähköä hinnan muodossa, mutta sähköverkko voitaisiin myös toteuttaa kevyempänä, kun huipputeho on alhaisempi. [18.]

Direktiivissä sähköauton lisäksi nostetaan vahvasti esiin myös vetykaasulla sekä maa-kaasulla toimivat ajoneuvot. Lisääntyneiden polttoainelajien vuoksi olisi tarpeen antaa käyttäjille selkeää ja helppotajuista tietoutta tankkauspisteistä saatavista polttoaineista ja miten eri polttoaineet sekä latauspisteet soveltuvat heidän ajoneuvoihinsa. Myös eri polttoainelajien hintatietoutta tulisi tuoda yksinkertaisesti saataville. Niiden tulisi olla helpposti vertailukelpoisia keskenään. Kansanomasta ymmärrystä tulisi edistää esimerkiksi vertailulla ”vastaa yhtä litraa bensiiniä”. [18.] Näinhän aluksi tiedotettiin vaihtoehtoisten lampputyypin valotehoja, kun niitä verrattiin tietyn tehoisiin hehkulamppuihin. Myös esimerkiksi huoltokustannuksista sekä verotuksesta tulisi antaa vertailukelpoista tietoa käyttäjille.

18.11.2017 sähkökäyttöisten ajoneuvojen normaalitehoisten latauspisteiden tulee olla direktiivin liitteissä vahvistettujen teknisten eritelmien mukaisia ja täytettävä kansallisen tason vaatimukset. Kyseisessä liitteessä todetaan, että normaalitehoiset latauslaitteet tulee varustaa standardin EN 62196-2 mukaisilla tyypin 2 pistorasioilla tai pistokkeilla. Myös suuritehoiset vaihtovirtalatauslaitteet tulee olla tätä tyyppiä. Suuritehoiset julkiset tasavirtalatauslaitteet on varustettava standardin EN 62196-3 mukaisilla Combo 2 -liittimillä. [18.] Käytössä ainakin toistaiseksi on myös tyypin 1 liitin sekä CHAdeMO-pikalatausliitin.

4.3 Standardit

4.3.1 SFS 6000

22.8.2017 julkaistussa SFS 6000-7-722 -standardin uudessa versiossa otetaan laajemmin kantaa sähköajoneuvojen latauspisteiden asentamiseen kuin edeltävässä. Standardi rajaa pois lataustavoissa 1 ja 2 käytetyt mitoitusvirrallaan enintään 16 A:n pistorasiat, joiden varsinainen aiottu käyttötarkoitus on muu kuin sähköautojen lataaminen. [30.] Alkuvuodesta päivitetty ST-korttikin ottaa kantaa asiaan siten, ettei suosittele tavanomaisista kotitalouspistorasiaa sähköajoneuvon latauskäyttöön [36].

SFS 6000 -standardissa opastetaan käyttämään tehokaskelmissä tasauserrointa 1, koska on mahdollista, että jokainen latauspiste on käytössä samanaikaisesti mitoitusvirrallaan. Samalla todetaan kuitenkin, että kerrointa voidaan pienentää, jos käytössä on

kuormituksen valvonta [30]. Tällä hetkellä viranomaiset eivät ota kantaa kuormanhallinnan toteutukseen ja markkinoilla olevat älykkäät kuormanhallinta-ratkaisut ovat lähinnä eri valmistajien omia järjestelmiä. Tämän opinnäytetyön suurimpia haasteita onkin löytää ohjeistus tasauskertoimen optimointiin mahdollisesti siten, että asiakkaan ei olisi välttämätöntä sitoutua kaupallisiin kuukausimaksullisiin palveluihin tahtomattaan.

Sähköajoneuvon lataamiseen tulee käyttää omaa virtapiiriään. Kansallisena lisänä kuitenkin todetaan, että ajoneuvon lämmitys voidaan tarvittaessa liittää samaan virtapiiriin. [30.]

Ulos asennettavan latausaseman koteloitualueen tulee olla vähintään IP44. Sisätiloihin sallitaan vähintään IP41-koteloitualue. Sähköautojen liitäntäpisteet on suojattava vähintään luokan AG2-iskua vastaan, joka tarkoittaa keskimääräistä iskua. Tämä voidaan toteuttaa yhdellä tai useammalla seuraavista tavoista [30]:

- sijoitusasennolla tai sijoituspaikalla
- yleisellä tai paikallisella suojauksella
- kotelomalla liitäntäpiste vähintään IK07-luokan kotelolla.

Jokainen liitäntäpiste tulee suojata erikseen mitoitusvirraltaan enintään 30 mA ja vähintään A-tyyppin vikavirtasuojalla. Määräys ei koske sähköisellä erotuksella suojattuja piirejä. Mikäli latausasema on varustettu SFS-EN 62196 -standardin mukaisella tyyppin 1, 2, 3 tai 4 rasialla tai pistokkeella, on laitteessa oltava suojaus tasasähkövikavirroilta suojaamiseksi eli esimerkiksi B-tyyppin vikavirtasuojaa. [30.]

Erilaisia vikavirtasuojatyyppisiä on olemassa yhteensä neljä, jotka merkitään kirjaimella tai kirjainyhdistelmällä AC, A, F ja B. AC-tyyppin vikavirtasuojaa suojaa pelkästään puhtaalta sinimuotoiselta vaihtovirralla eikä ole Suomessa käytössä. Yleisimmin käytössä oleva tyyppin A vikavirtasuojaa suojaa vikavirroilta, jotka voivat olla sinimuotoista tai pulssimuotoista tasavirtaa. F-tyyppin vikavirtasuojaa suojaa samalla tavalla kuin A-tyyppinkin, mutta tämän lisäksi se suojaa myös yhdistelmävikavirroilta ja tasoitettua tasavirran päälle lisätyltä pulssimuotoiselta tasavirralla. Tyyppi F on käytössä hyvin harvinainen, ja se voidaan korvata B-tyyppisellä. Tyyppin B vikavirtasuojaa vaaditaan aikaisemmin mainituissa tapauksissa sähköajoneuvojen syötöissä. Muuntotyyppisten vikavirtasuojien lisäksi sen ominaisuuksiin kuuluu vikasuojaus sinimuotoiselle vaihtovirralla 1000 Hz:n

taajuuteen asti, tasoitetun tasavirran päälle lisätylle vaihtovirralla, useammasta vaiheesta johtuvalle pulssimaiselle tasavirralla sekä äkillisesti tai hitaasti kasvavalle tasoitetulle tasavirralla napaisuudesta riippumatta. [37.]

Kutakin liityntäpistettä on suojattava erikseen ylivirtasuojalla. Ylivirtasuoja voi olla sähkökeskuksen, latausaseman tai kiinteän sähköasennuksen osa. Liityntäpisteen ja syötön vikavirtasuojien selektiivisyys on säilytettävä silloin, kun käytettävyys sitä vaatii. [30.]

Normaalitehoisessa ja suuritehoisessa vaihtosähkölatausasemassa tulee olla ainakin standardin SFS-EN 62196-2 tyyppin 2 mukainen pistorasia tai ajoneuvopistoke. Latausasemassa voi kuitenkin olla SFS-EN 60309-2-standardin mukainen voimapistorasia ja/tai SFS 5610 mukainen kotitalouspistorasia. Tasasähkölatausasemassa on oltava FF2 ”Combo 2” -tyypin ajoneuvopistoke, josta on säädetty standardissa SFS-EN 62196-3. [30.] Käytännössä siis tyyppin 1 pistorasiat ja pistokkeet jäänevät ajan saatossa pois käytöstä Suomessa ja Euroopassa, mutta niiden käyttöä ei kuitenkaan toistaiseksi kiellä [18].

Yksi pistorasia tai pistoke saa syöttää vain yhtä ajoneuvoa kerrallaan eivätkä siirrettävät pistorasiat ole sallittuja. Lataustavan 2 latausasemat on varustettava laitteella, johon liitäntäkaapelin suojalaitekotelon voi kiinnittää. [30.]

4.3.2 Kotitalouspistorasian käyttö lataamiseen

Tavalliset 16 A:n mitoitusvirralla tuotetut kotitalouspistorasiat ovat alun perin tarkoitettu pienelle jatkuvalla virralla tai hetkelliseen käyttöön suuremmalla virralla. Sähköauton lataukseen saattaa kulua aikaa yli kymmenen tuntia suurellakin virralla. Tämänkaltainen käyttö on kuormitukseltaan hyvin erilaista, jos verrataan esimerkiksi valaistuksen ottamaan pieneen jatkuvaan virtaan tai hiustenkuivaimen käyttämään suureen, mutta hetkelliseen virtaan. Myös tavallisen polttomoottoriauton lämmityskäyttö on siinä mielessä erityyppistä, että kuormitus tapahtuu yksinomaan kylmissä olosuhteissa ja on tällöinkin rajoitettu kahteen tuntiin.

Tavallinen kotitalouspistorasia saattaa lämmitä liikaa ja lopulta sulaa, kuten kuvassa 24 olevalle pistorasialle on tapahtunut. Suomi onkin ilmoittanut lataustavan 2 kaapelissa olevan suojalaiteyksikön standardiin SFS-EN 62752 kansallisen poikkeuksen, että Suomessa sähköajoneuvon latausvirta on rajoitettava 8 ampeeriin pitkäaikaisessa latauksessa. [28.]



Kuva 24. Sähköautokäytössä ollut kotitalouspistorasia [25].

Standardissa SFS 5610 määritetään tarkasti pistokytkimien mekaanisten sekä sähköisten ominaisuuksien vaatimuksia. Sähköauton latausta koskee erityisesti testi, jossa tarkastellaan ruuvittomien liittimien sähköisiä ja termisiä rasituksia normaalissa käytössä. [38.] Huomionarvoista tässä on se, että 1980-luvulla testiä laadittaessa ei ole juurikaan tunnettu sähköauton lataamisen kaltaista useiden tuntien kovaa rasitusta. Tästä syystä kyseinen testi ei varsinaisesti riitäkään takaamaan pistorasian soveltuvuutta sähköauton lataamiseen.

Kansallinen SFS 5610 pohjautuu standardiin IEC 60884-1, johon on tuotu uusi ehdotus ns. High Load -pistokytkimestä (jäljempänä HL). Tämän tyyppinen pistorasia olisi fyysisesti täysin identtinen nykyisinkin markkinoilla olevien 16 A:n pistorasioiden kanssa, mutta sen virrankestokyky olisi parempi. Tosin tälläkin hetkellä Suomen markkinoilla on vastaavaan standardiehdotukseen perustuvia pistorasioita. [28.] Varsinaista HL-pistokytkimien määrittävää standardia ei siis ole ainakaan toistaiseksi olemassa, mutta tuotetta saatetaan kuitenkin mainostaa kyseisen standardiehdotuksen mukaisesti testatuna.

Taulukossa 3 on vertailtu voimassa olevan standardin sekä standardiehdotuksen mukaisia rasioita.

Taulukko 3. Vertailu voimassa olevan standardin ja standardiehdotuksen välillä [28, 38].

Standardi	Mitoitusvirta	Testivirta	Virrallisen jakson kesto	Virrattoman jakson kesto	Jaksojen lukumäärä
SFS 5610	16 A	22 A	30 min	30 min	192
Ehdotus	16 A	26 A	5 h	1 h	125

Ajatuksena uuden standardiehdotuksen pohjalla olisi tavanomaisen pistorasian käyttö sähköauton latauksessa esimerkiksi täydellä 16 A kuormalla. HL-konseptia kuitenkin on kritisoitu siitä syystä, että maallikko ei välttämättä erota tavallista pistorasiaa HL -rasiasta, jolloin voi syntyä vaaratilanne, kun tavallista pistorasiaa kuormitetaan sille soveltumattomalla tavalla. Näissä tapauksissa tulisi myös määritellä osapuolten väliset juridiset vastuut. Uusi IEC-standardi valmistunee vuonna 2019, jonka jälkeen uusitaan kansallinen standardi SFS 5610, jolloin päätetään HL-konseptin käyttöönotosta. [28.]

Suomessa asennustarvikekomitean SK 23 kokouksessa todettiin, että kotitalouskäytön pistokytkimet eivät kuulu pienjännitestandardin soveltamisalaan. Tästä syystä vastuukysymykset ja vastaavat seikat määritellään yleisessä tuoteturvallisuudirektiivissä. Teknisten vaatimusten osalta laitteen valmistaja vastaa niiden täyttymisestä sekä vastaa laitteiden turvallisuudesta. Yleisesti todettiin HL-pistokytkimien täyttävän SFS 5610 -standardin vaatimukset ja olevan jopa tätä parempi. [28.]

HL-konseptin sisältävä IEC-standardiehdotus oli lausuntokierroksella elokuussa 2017 ja monet valtiot vastustivat konseptia, koska HL-pistotulppa sopii tavalliseen pistorasiaan ja peruslatausta varten on jo standardoitu tyyppin 2 pistotulppa. Ainakin Saksa ja Sveitsi ovat ilmoittaneet, etteivät ota konseptia kansallisesti käyttöönsä. [28.]

Laittevalmistajien kesken on isoja eroja siinä, panostavatko ne tavallisesta pistorasiasta lataamiseen vai eivät. Esimerkiksi Enston ja Schneiderin edustajien tuote-esittelyissä kävi ilmi, että nämä yritykset suhtautuvat lataustavan 2 käyttöön, kuten standardissakin se on määritelty eli vain tilapäiseen käyttöön [39; 40]. Sen sijaan Etolppa-konseptia

markkinoiva IGL-Technologies suhtautuu tavallisesta kotitalouspistorasiasta lataamiseen neutraalimmin. IGL-Technologiesin edustajan mukaan Etolppa-järjestelmää käytävissä Satmaticin sähköauton lataustuotteissa käytetään HL-pistorasiaa. Samalla edustaja totesi, että esimerkiksi Aasiasta on mahdollista tilata lataustavan 2 liitäntälaitteita, joissa tehoa pystytään käytännössä ottamaan rajattomasti. [41.]

Edes kansallisen poikkeuksen mukainen 8 A:n virranrajoitus ei välttämättä takaa turvallista latausta kotitalouspistorasiasta. Maallikko ei ehkä tule ajatelleeksi, että tämäntyyppinen rasitus on sellainen, jota muissa sähkökäytöissä ei tahattomasti aiheuta pistorasiassa. Lisäksi pistotulpan pystyy irrottamaan virrallisena, joka kuluttaa pistorasiaa entisestään. Seuraavaksi on listattuna seikkoja sekä muuttujia, jotka vaikuttavat pistorasian käytön turvallisuuteen [28.]:

- käyttölämpötila
- rasian kuluneisuus (kosketinpaine)
- lika
- rikkoontuminen

Kuitenkin standardit tuntevat ja määrittävät lataustavan 2. Sille on varmasti näin Suomen nopeasti kasvavan sähköautokannan alkuvaiheissa laajempaa käyttöä kuin tarkoituksenmukainen eli tilapäinen lataus. Lataustavan sähkötekniset rajoitteet ja laitteiden haavoittuvuudet kuitenkin ohjaavat käyttäjiä perustason lataukseen eli lataustapaan 3. Lataustapa 2 puoltaa lähes yksinomaan pienet alkuinvestointikulut, sillä miltei aina pystytään hyödyntämään olemassa olevia kaapelointeja eikä keskusmuutoksia välttämättä tarvita lainkaan. Käyttäjää tulisi kuitenkin ohjeistaa käyttämään vakituiseen lataukseen sähköautojen lataukseen tarkoitettuja tuotteita. Näissä tapauksissa laitevalmistaja on vastuussa tuotteistaan.

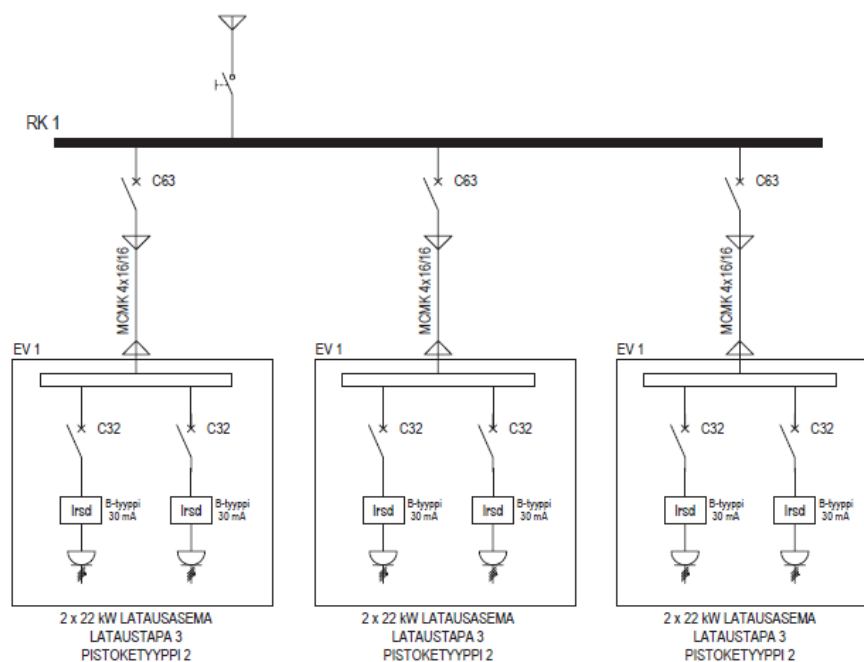
4.4 ST-kortit

Tärkeimpiä ST-kortteja sähköautojen latauspisteitä koskien ovat ST 13.31, joka antaa ohjeita pienjänniteliittymän mitoittamiseen ja ST 51.90, joka tarjoaa ohjeistusta yleisesti latauspisteiden toteutuksessa. ST-korttia 13.31 voi käyttää vanhassa kiinteistössä apuna arvioitaessa sähköliittymän riittävyyttä.

ST-kortti 51.90 sisältää jokseenkin vanhaa tietoa ja toisaalta tietoa, joka on muissa lähteissä esitetty selkeämmin tai tarkemmin. Teholaskelmiin ST-kortti opastaa huomioimaan seuraavia asioita [36, s. 4]:

- Latausasemien tyyppi
- Latausasemien määrä
- Käyttöpaikka ja käyttäjäprofiili
 - Keskimääräinen latausaika
 - Keskimääräinen latausenergia
- Muu kuorma
- Rajoitukset
 - Liittymän koko
 - Pää- ja ryhmäkeskusten koko
- Minimilatausvirta latausasemille (6 A)

ST-kortti 51.90:ssä on esitettyä kuvan 25 mukainen esimerkki keskisuuresta latausjärjestelmästä, jonkalainen 10- 20 latausaseman käsittävä taloyhtiön parkkipaikan järjestelmä voisi olla. Järjestelmässä mitataan yksittäisten latausasemien sekä latausasemakokonaisuuksien ottamaa tehoa ja taustajärjestelmän avulla niiden tehoja voidaan säätää.



Kuva 25. ST-kortin 51.90 mukainen esimerkkikohde [36, s. 5].

ST 13.31 sisältää taulukon 4 kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi. Tätä taulukkoa soveltamalla voidaan arvioida nykyisen sähköliittymän riittävyyttä toivotun sähköauton latausjärjestelmän rakentamiseksi.

Taulukko 4. Kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi [42, s. 4].

Asuinrakennukset	Huipputeho ⁽¹⁾ [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m ²]
– ilman kiukaista	$P_h = B + 17 A / 1000$ ($B = 65$ kW)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m ² . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_x = (A_{\text{tod}}/2500) \times B \geq 30$
– huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_h = B + 24 A / 1000$ ($B = 90$ kW)	
Pienet rivitalot ⁽²⁾		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 30 + 26 A / 1000$	
– suora sähkölämmitys, kiuas	$P_h = 30 + 64 A / 1000$	– käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 30 + 49 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 26 A / 1000$	
– suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 64 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 7,5 + 49 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{\text{paikoitus}} = 10 + 0,5 n_{\text{auto}}$ (n_{auto} = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä)		
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \varphi$. Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida $\cos \varphi = 0,96$.		

1 Ylitystodennäköisyys 1 %.

2 Pieniksi rivitaloiksi lasketaan talot, joissa on enintään 15 asuntoa. Alle 4 asunnon rivitalot lasketaan, kuten omakotitalot, ja saadut tulokset lasketaan yhteen.

3 Vaikka kiuasta ei asennettaisikaan, suositellaan mitoitusta kiukaalle myöhempää käyttöä ajatellen.

ST-kortin taulukkoon 4 voisi lisätä tai korvata paikoitusalueiden kaavan kaavalla numero 1. Valittu kuormanhallintajärjestelmä määrittää minkä suuruista tasauskerrointa voidaan käyttää. Mikäli kuormanhallintaa ei ole lainkaan käytössä, tulee käyttää tasauskerrointa 1. Mikäli kuormanhallinta pystyy rajoittamaan lataustehon esimerkiksi puoleen nimellistehosta, voidaan käyttää tasauskerrointa 0,5.

$$P_{\text{lataus}} = P_{\text{asema}} * n * k1 \quad (1)$$

P_{lataus} on yksittäisen latausaseman nimellisteho
 n on latausasemien lukumäärä
 $k1$ on tasauskerroin

St-kortin liitteen mukaan autolämmityspaikkojen mitoittamiseen voi käyttää myös kaavaa 2. Kaavassa jokaisen paikan oletettu teho on 1500 W ja tasauskerroin on 0,8 eli enimmillään 80 % autolämmityspaikoista on käytössä.

$$P_{\text{lämmitys}} = 1500 \text{ W} * n * 0,8 \quad (2)$$

5 Laitevalmistajat

Sähköautojen latauslaitteiden asentamiseen liittyen ei ole vielä kirjoitushetkellä muodostunut juurikaan vakiintuneita käytäntöjä. Tätä työtä varten oli tärkeää saada mahdollisimman laaja käsitys markkinoilla olevista tuotteista ja toteutustavoista. Työn alkuvaiheilla otettiin yhteyttä eri valmistajien yhteyshenkilöihin ja sovittiin tapaamisia. Useimmat valmistajat olivatkin innoissaan esittelemässä tuotteitaan yrityksemme työntekijöille. Niiltä oleellisilta valmistajilta, joilta haastattelua ei saatu, tutustuttiin latausasema-valikoimaan yritysten nettisivujen kautta.

Jokaisella valmistajalla vaikutti olevan toisistaan poikkeavia lähtökohtia latausasemien käyttöön liittyen. Siinä missä toinen valmistaja oli panostanut kuormanhallinnan monipuolisuuteen ja muokattavuuteen, toisella saattoi olla asennusta helpottavia asennustarvikkeita.

Yleisesti suurin osa ratkaisuista oli mietitty lähinnä parkkihalleihin, sillä laitteet olivat tarkoitettu useimmiten seinään asennettaviksi eikä valmista betonijalusta-ratkaisua kaikilla valmistajilla ollut lainkaan tarjolla.

Tästä tarkastelusta on jätetty pois mahdolliset pikalatausasemat, sillä niiden hankinta ja asennus ei ole juurikaan perusteltua tai usein edes mahdollista vanhaan kiinteistöön ilman mittavia muutostöitä. Erityistä huomiota kiinnitettiin laitteiden soveltuvuuteen vanhoihin kiinteistöihin.

5.1 IGL-Technologies Oy – eTolppa

eTolppa-nimellä kulkevaa ratkaisua tarjoava IGL-Technologies Oy on erikoistunut teollisen internetin sovellusten, langattomien verkkojen ja etäohjausjärjestelmien sekä automaatioteknologian yhdistettyyn käyttöön. Tässä ratkaisussa latausasemaan tai autolämmityskoteloon on lisätty koje, joka kytkee sähkönsyötön päälle tai säättää latauksen tehoa.

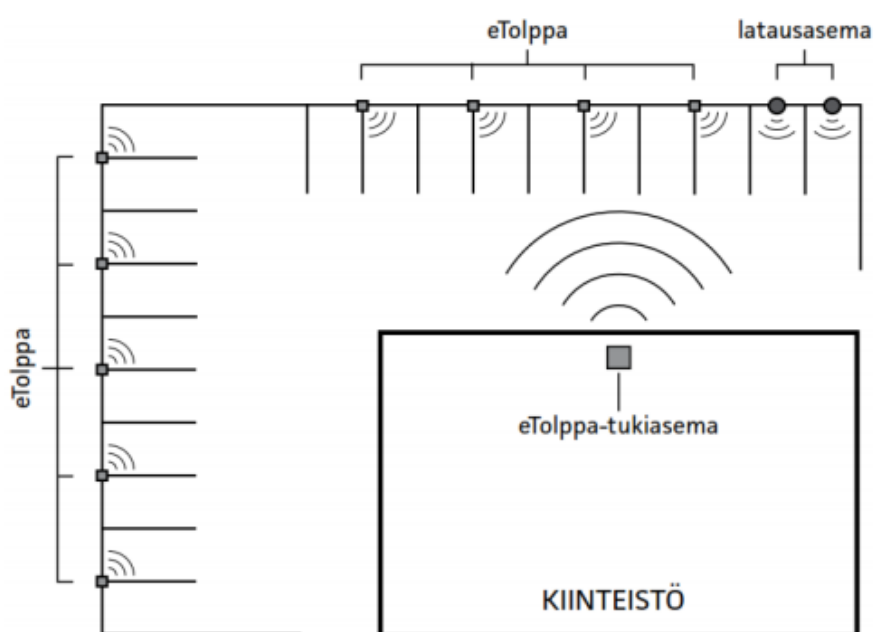
eTolppaa valmistaa Garo sekä kotimainen Satmatic, jonka tuota esitettynä kuvassa 26. Latausasemia on saatavilla 3,6 kW teholla seinä- ja pylväskiinnityksellä. Lisäksi mallistossa on jopa 2x22 kW latausasema. Latausasemissa on tyyppin 2 pistorasia tai tyyppin 1 tai 2 kiinteä latauskaapeli. Latausasema tunnistaa käyttäjänsä esimerkiksi tekstiviestillä tai RFID- tai NFC-tunnisteen avulla. [25; 43.]



Kuva 26. Satmaticin valmistama latausasema, joka on eTolppa-yhteensopiva. [25; 43.]

eParking-palveluksi kutsuttu järjestelmä kykenee hallinnoimaan kokonaisvaltaisesti koko pysäköintijärjestelmän aina paikan jonotuksen ylläpidosta sähkön käytön laskutukseen käyttäjältä. Käyttäjä hallitsee eTolppaa joko internet-selaimen tai mobiilisovelluksen kautta. IGL-Technologies Oy veloittaa palvelustaan kuukausimaksun, joka sisältää asiakaspalvelun, ohjelmistojen, palvelinten ja sovellusten ylläpidon ja kehittämisen sekä monipuoliset maksupalvelut. [41; 43.]

eTolppa-tuotteet ja palvelut soveltuvat erinomaisen hyvin vanhempaan kiinteistöön, jossa pysäköintialueen kaapelointeja ei haluta uusia. Kuvassa 27 on esitettyä esimerkitoteutus, jossa parkkipaikan vanhat perinteiset paikallisesti mekaanisella kellolla ohjattavat autolämmityskotelot on vaihdettu eTolppa-malliseksi. Lisäksi kentän reunalla on kaksi sähköauton latausasemaa. Järjestelmään kuuluva modeemi yhdistyy langattomasti lähimpään eTolppaan, josta yhteys jatkuu seuraaviin tolppiin myös langattomasti. Järjestelmään on mahdollista ohjelmoida laiteryhmiä ja niille ryhmäkohtaiset tehorajat, jolloin latausasemien tehoa vähennetään portaittain ja lopuksi lämmityskoteloita ohjataan pois päältä. [41; 43.]



Kuva 27. Tukiasema muodostaa langattoman yhteyden eTolppa-laitteisiin. [43.]

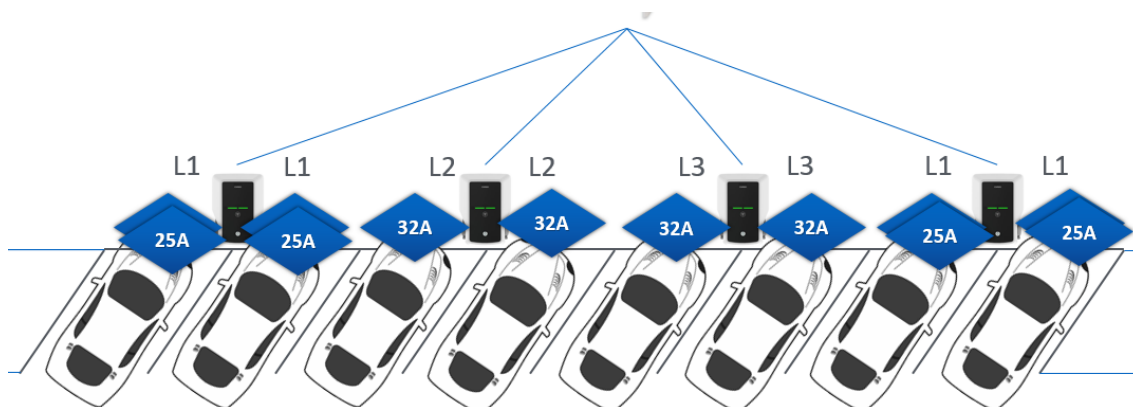
5.2 Ensto

Enston lataustuotteiden selkeäksi valttikortiksi muodostui sen monipuolinen älykäs kuormanhallinta. Lisäksi laitevalinta on tehty yksinkertaiseksi, sillä käytännössä eri tehoisia laitteita ei ole vaan tehonrajoitus toteutetaan ohjelmallisesti. Käyttäjä tunnistautuu latausasemalle esimerkiksi RFID-tunnisteen avulla, josta tieto välittyy etäpalveluun. Malleja on saatavilla kaksi erilaista, joista Chago Wallbox on hieman Chago Prota edullisempi. [39; 44.]

Enston latausasemat voidaan liittää pilvipalvelu Ensto EV Cloudiin. Pilvipalvelun kautta hallitaan käyttäjiä ja kuormanhallinnan asetuksia sekä voidaan tarkastella kulutuksia. Ensto EV Cloudin avulla kulutettu sähköenergia voidaan laskuttaa käyttäjäkohtaisesti. Enston edustajan mukaan palvelun hallintaa ei yleensä luovuteta loppukäyttäjille eli esimerkiksi taloyhtiölle vaan tyypillisesti sen hallinta jää esimerkiksi urakoitsijalle tai kolmannelle osapuolelle kuukausimaksulliseksi palveluksi. [39.]

Dynaaminen kuormanhallinta voidaan toteuttaa monipuolisesti. Tarvittaessa yksittäisten latausasemien tehoja voidaan säätää aina minimissään 6 ampeeriin. Latausasemille voidaan esimerkiksi määrittää yhteinen tehoraja, jolloin järjestelmä säätää lataustehoja tasapuolisesti siten, että käytössä on aina mahdollisimman suuri kokonaisteho. Toisille käyttäjille voidaan antaa korkeampi prioriteetti, jolloin järjestelmä lataa tämän käyttäjä auton muita nopeammin. On myös mahdollista asettaa lähtöaika, jolloin järjestelmä huolehtii, että kyseinen auto on siihen mennessä ladattu täyteen. [39].

Järjestelmän mittauksen piiriin on mahdollista liittää myös ulkoisia mittauksia, esimerkiksi kiinteistön koko sähköliittymä. Parhaan lopputuloksen aikaansaamiseksi latausasemat tulisi kaapeloida tähtimäisesti yleiskaapeloinnilla sähkönsyötön lisäksi. Tarvittaessa latausasemat voidaan liittää langattomasti tukiaseman kautta pilvipalveluun, mutta tällöin toimintaan tulee viivettä. Kuvassa 28 on havainnollistettu, miten järjestelmä säätää lataustehoja suurimman saatavilla olevan tehon mukaan. [39.]



Kuva 28. Ensto EV Cloud jakaa saatavilla olevan tehon latausasemien kesken [44].

Kalliimmassa kuvan 29 mukaisessa Chago Pro -mallissa on edistyneitä ominaisuuksia, kuten vikavirtasuojan automaattinen takaisinkytkentä ensimmäisen viiden laukeamisen jälkeen ja ilkivaltatunnistin, joka pysäyttää lataustoiminnon, jos laitetta yritetään rikkoa. Lisäksi laitteessa on akku, joka vapauttaa latauskaapelin, mikäli sähkönsyöttö keskeytyy. Chago Pro -mallissa on myös kWh-mittari, A-typin vikavirtasuojakytkin sekä suojaus tasavikavirtaa vastaan. [39; 44.]



Kuva 29. Enston Chago Pro -mallia on saatavilla yhdellä ja kahdella latauspaikalla [44].

Enstolla on tarjolla myös kuvan 30 mukainen Chago Wallbox. Siinä ei ole tilanpuutteen vuoksi kWh-mittaria vaan tehon mittaus on toteutettu virtamuuntajilla, jolloin mittauksen tarkkuus on $\pm 3 \%$. Chago Wallboxin voi tarvittaessa asentaa tavallisen halkaisijaltaan 60 mm:n tolpan päähän adapteria käyttäen. Siinä on yksi tai kaksi maksimissaan 3 x 32 A:n tyyppin 2 latauspistokepaikkaa. [39; 44.]



Kuva 30. Ensto Chago Wallbox [44].

5.3 Schneider Electric

Schneider Electric tarjoaa mallistossaan muutamaa eri perusmallia sekä niiden variaatiota. Perusmalli on nimeltään EVlink WallBox, jossa on tyyppin 2 pistorasia tai tyyppin 1 tai 2 kiinteä kaapeli. Tässä mallissa on perinteinen avaimella lukittava kansi. Tuote on mahdollista asentaa seinään tai erilliseen jalkaan, johon voidaan asentaa kaksi latauslaitetta. Tehovaihtoehdot ovat 3,7 kW, 7,4 kW, 11 kW sekä 22 kW. Tehonrajoituksen avulla latausteho voidaan puolittaa. Tehonrajoitus voidaan aktivoida kärkitiedolla esimerkiksi kiukaalta tai mittaamalla Schneider Electricin erillisen kojeen avulla mitä tahansa kuormaa. Tämä malli on tarkoitettu lähinnä pientaloihin. [40; 45.]

Hieman edistyneempi malli EVlink Wallbox Smart on tarkoitettu kauppakeskuksiin, toimistoihin ja asuinalueille. Lisänä siinä on tunnistautuminen RFID-lukijan avulla, jolloin laskutus voidaan kohdistaa käyttäjälle. Sääto onnistuu portaattomasti koko tehoalueella ja se toteutetaan itse latauslaitteessa tai etähallinnan kautta. Latausasemat liitetään SpaceLynk-monirajapintaan, joka säättää latauslaitteiden tehoja. Myös puolijulkisilla pysäköintialueilla laskutus onnistuu kolmannen osapuolen järjestelmien kautta. [40; 45.]

Kummatkaan Wallbox-tuotteet eivät sovellu asennettaviksi tavallisen halkaisijaltaan 60 mm tolpan päähän. Evlink Wallbox on esitetty kuvassa 31. [40; 45.]



Kuva 31. Schneider Electric EVlink Wallbox [45].

EVlink Parking on tarkoitettu lähinnä julkisiin yhteiskäyttökohteisiin. Tunnistautuminen ja laskutus tapahtuu laskutusoperaattorin palvelun kautta. Laitteen jalkaosassa on DIN-kisko, johon mahdolliset etukojeet ja modeemi voidaan asentaa. EVlink Parking esitetty kuvassa 32. [40].



Kuva 32. Schneider Electric EVlink Parking [45].

Schneider Electricin laitteissa ei ole lainkaan etukojeita, vaan ne täytyy asentaa sähkökeskukseen tai erilliseen koteloon. Yksinkertaisimmillaan kiinteistön keskuksessa voi olla johdonsuojakatkaisija ja vikavirtasuojakytkin, joiden lisäksi Schneider Electricin kWh-mittauskoje sekä Smartlink-kisko. kWh-mittari antaa kulutustiedon Smartlink-kiskolle, joka Ethernet-portin kautta liitetään käyttöliittymään, jonka avulla laskutus on mahdollista. Näin voidaan toimia, kun käyttäjää ei tarvitse tunnistaa ja paikkaa käyttää vain yksi käyttäjä. [40.]

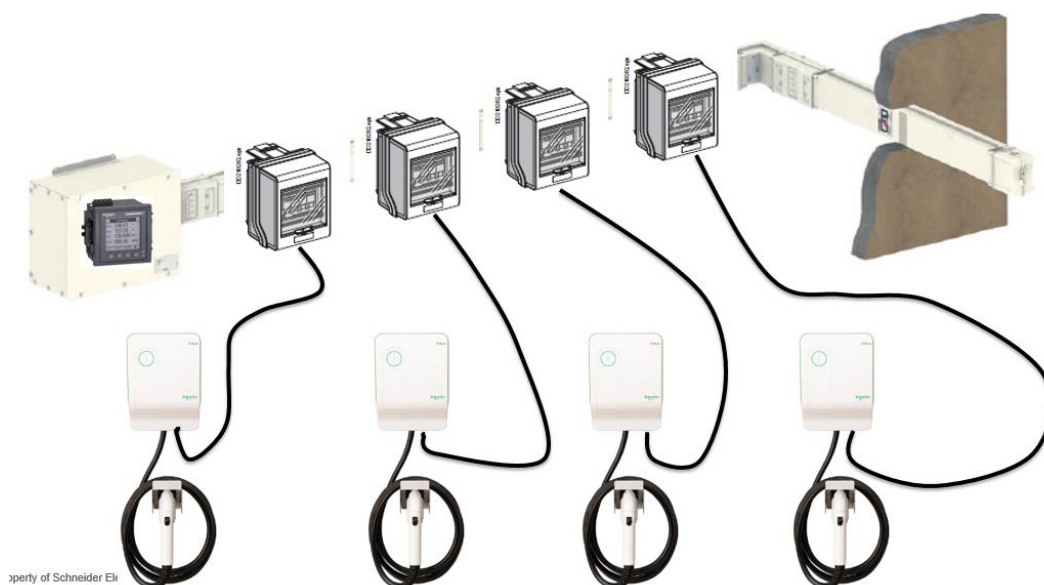
Kuvassa 33 on esitetty järjestelmän käyttöliittymä. Esimerkiksi isännöitsijä voi käyttöliittymän kautta tarkistaa jokaisen käyttäjän kulutetun energian ja laskuttaa sen käyttäjältä. Tämän lisäksi palvelusta näkyy esimerkiksi, mikäli laitetta suojaava johdonsuojakatkaisija on lauennut. Käyttöliittymän hallinnointi on mahdollista myös hankkia erillisenä kuukausimaksullisena palveluna kolmansilta osapuolilta. [45.]

The screenshot displays the Schneider Electric cloud service interface. It features a green navigation bar with the following tabs: Quick View, Monitoring & Control, Maintenance, Diagnostics, and Settings. On the left side, there is a photograph of a white wall-mounted device. The main content area is divided into three sections:

- Panel Status:** Shows an alarm message "1 Breaker is tripped !!!". Below this is a table with columns "NAME" and "STATUS". The row for "EV4" shows "Trip".
- Digital Channels:** Shows a table with columns "NAME" and "STATUS". The row for "EV4" shows "Trip".
- Pulse Meters:** Shows a table with columns "NAME" and "VALUE". The rows for "EV 1", "EV 2", and "EV 3" all show "0.07 kWh".

Kuva 33. Schneiderin pilvipalvelun käyttöliittymä [45].

Erikoisuutena Schneider tarjoaa sähköautojen latauspisteille suunniteltua kiskoa, jota voidaan asentaa pysäköintihallin seinään. Kuvassa 34 esitetyllä tavalla voidaan kiskon mihin tahansa osaan lisätä virranotin ja siitä kaapelilla syöttää latausasemaa. Näin pysäköintihalli on mahdollista varustaa sähköauton latauspisteiden varauksella, vaikka varsinaisia latausasemia lisittäisiinkin vasta tarpeen mukaan. [45.]



Kuva 34. Esimerkkikokoonpano Schneider Electricin kiskoasennuksista [45].

5.4 Satmatic

Kotimaisella valmistajalla Satmaticilla on varsin laaja valikoima erilaisia tuotteita sähköauton lataukseen. Käyttökelpoisia tuotteita löytyy varsinkin sellaisiin asennuksiin, missä halutaan muuttaa vain pieni osa autolämmityspaikoista latauspaikoiksi. Syy löytyy siitä, että Satmaticilla on tarjolla laaja valikoima vanhan lämmityskotelon tilalle suoraan sopivia malleja. Osa tuotteista on yhteensopivia aikaisemmin esitellyn eTolppa-konseptin kanssa.

Tavallisen autolämmityskotelon tilalle on saatavilla lataustavalle 2 tarkoitettuja asemia. Näissä asemissa on vakiona A-tyypin vikavirtajohdonsuoja-automaatti sekä paikallisluet-tava kWh-mittari. Kuvassa 35 esitetyssä ns. ”hybridimallissa” on yksi latauskäyttöön tar-koitettu ja yksi lämmityskäyttöön tarkoitettu pistorasia. Laite mahdollistaa lämmityskäy-tön viereiselle autopaikalle. Saatavilla on myös eTolppa-järjestelmään sopivia koteluita. [46.]



Kuva 35. Satmaticin lataus- ja lämmitysasema [46].

Satmaticilla on tarjolla myös tavalliseen autolämmityspylvääseen tai seinään kiinnitet-tävä lataustavan 3 asemia, joista tehokkain kuvassa 36 esitetty malli kykenee jopa 11 kW:n lataustehoon. Näiden lisäksi on saatavilla vielä useita erilaisia seinään kiinnitettä-viä malleja, joissa mallista riippuen on tyyppin 1 tai 2 pistorasia tai kiinteä kaapeli. Suurin osa näistä tuotteista on eTolppa-yhteensopivia. [46.]



Kuva 36. Satmaticin 11 kW:n lataustehoon kykenevä latausasema [46].

Satmaticin tehokkain malli on maahan asennettava latausasema, jonka suurin lataus-teho on jopa 22 kW tyypin 2 pistorasiasta. Latausasema on mahdollista liittää eTolppa-järjestelmään. Etuna useaan kilpailijaan nähden, tähän latausasemaan on saatavilla val-mis betonijalusta. Latausasema esitettynä kuvassa 37. [46.]



Kuva 37. Satmaticin maahan asennettava latausasema [46].

5.5 Garo

Ruotsalainen sähkölaittevalmistaja Garo tuottaa monipuolisesti erityyppisiä latausase-mia. Tuotteistus on hyvin selkeä ja jokaista mallia on saatavilla erilaisilla laitekoonpai-noilla. Lisävarusteissa on otettu huomioon maa-asennus.

Mielenkiintoisimpiin ratkaisuihin lukeutuu lataustavan 2 mukainen yhdistelmäasema, jonka pistorasiaelementti sopii Garo-autolämmityskoteloon. Kuvassa 38 esitetyssä elementissä on digitaalinen lähtöajan asetus auton lämmitystä varten sekä paikallisesti luettava kWh-mittari. Ratkaisu on varsin toimiva, kun vierekkäisissä paikoissa halutaan säilyttää toiminnallisuudet lataus- sekä lämmityskäyttöön. Koteloihin on saatavilla kansia, joissa kummallekin puolelle on erikseen avautuva luukku ja avain. [47.]



Kuva 38. Pistorasiaelementti sopii Garon pistorasiakoteloon [47].

Garo GHL-latausasemia on saatavilla erilaisilla kokoonpanoilla ja tehovaihtoehdoilla. Yksivaiheisia laitteita on saatavilla 3,7- 7,4 kW nimellistehoilla ja kolmivaiheisen laitteen nimellisteho on 22 kW. Lataustehoa voidaan tarvittaessa sähköalan ammattilaisen toimesta muuttaa laitteen sisältä. Latausasemia on saatavilla pistorasioilla tai kiinteillä kaapeleilla varustettuina. Osassa tuotteista on kWh-mittari ja joko A- tai B-tyypin vikavirtasuojia. Kuvan 39 mukaista GHL-latausasemaa mainostetaan erityisesti kotilatausasemaksi seinään asennettuna. [47.]



Kuva 39. Garo GHL-kotilatausasema [47].

Julkiseen ja puolijulkiseen tarkoitettu LS4-latausasemaan on saatavilla monista muista valmistajista poiketen valmiin maa-asennusperustan ja pylväskiinnityssarjan halkaisijaltaan 60 mm pylväälle. Myös seinäkiinnitys on mahdollinen. Laitteita on saatavilla nimelistehoilla 3,7- 22 kW. kWh-mittareilla varustettua mallia valmistetaan myös LAN- ja 3G-yhteyksillä. Verkkoon yhdistettyihin malleihin käyttäjä tunnistautuu RFID-tunnisteella. Kuvan 40 mukaisessa latausasemassa on selkeä laitteen koko yläosan kiertävä merkkivalo, joka ilmaisee latausaseman tilan. Asema suositellaan aina liitettäväksi johonkin markkinoilla yleisesti tunnettuun palvelujärjestelmään aseman toiminnan etävalvontaa ja -ohjausta sekä ohjelmapäivitysten syöttämistä varten [47.]



Kuva 40. Garo LS4-latausasema [47].

6 Latauspisteiden lisääminen

Sähköteknisesti sähköautojen latauspisteet ovat hieman uudentyypistä kuormitusta kiinteistöjen sähköverkoissa. Niiden vaatima virta voi yksittäinkin olla suuri ja lisäksi yhdenaikaisiin latauksiin tulee varautua. Myös kulutetun sähköenergian kulut usein halutaan kohdistaa käyttäjäkohtaisesti. Esimerkiksi taloyhtiöissä perinteisesti auton lämmityksestä on pystytty perimään kiinteä kuukausimaksu, mutta sähköautojen lataamiseen

käytetyssä energiamäärässä on käyttäjien kesken suurempaa hajontaa. Tässä luvussa pohditaan tekijöitä, jotka tulisi suunnitteluvaiheessa ottaa huomioon.

Aluksi on syytä selvittää sähköautoilijoiden käyttäjäprofiili. Tällä hetkellä 90 % sähköautojen latauksesta tapahtuu kotona yöaikaan [48, s. 2]. Työpaikalla saatetaan sähköautoja ladata 8 tuntia päivässä ja mahdollisesti kaikkia samaan aikaan. Toiset käyttäjät ajavat autolla päivittäin pidempiä matkoja ja näin ollen lataavat enemmän. Nämä seikat vaikuttavat etenkin mitoitus teknisiin asioihin. Vaikka kuormanhallinnan avulla on mahdollista suurimman kulutuksen aikaan rajata latausvirtoja, ei ole tarkoituksenmukaista ajautua tilanteeseen, jossa käyttäjät eivät saa ladattua ajoneuvojaan tarpeeksi.

Energian mittaukseen ja sen laskuttamiseen on useita tapoja. Yksinkertaisimmillaan jokainen latauspiste voidaan varustaa kWh-mittarilla, jonka lukeman perusteella käyttäjää laskutetaan. Laajemmat järjestelmät voidaan liittää pilvipalveluun, josta kulutuslukemat voidaan hakea palvelun pääkäyttäjän, esimerkiksi isännöitsijän toimesta. Energian mitaus on mahdollista myös hankkia erillisenä palveluna, jonka kautta laajimmillaan onnistuu myös laskutus.

Laskutukseen liittyy käyttäjän tunnistaminen. Suurimmassa osassa ratkaisuista jokaiselle käyttäjälle annetaan RFID-tunniste. Myös esimerkiksi SMS- ja internet-pohjaisia ratkaisuja on mahdollista käyttää erikseen ja muiden ohella.

Vanhoissa kiinteistöissä mitoitus tekniset asiat tulee ottaa tarkasti huomioon. Useimmiten raja-arvot on jo määritetty esimerkiksi liittymän koon, suojalaitteiden ja kaapelointien osalta. Huipputeho tulee todeta tai laskea, jolloin voidaan selvittää sähköautojen lataukseen jäljelle jäävä teho. Kuormanhallinnan avulla on mahdollista rajoittaa latausasemien tehoa mittaamalla esimerkiksi koko kiinteistön pääsulakkeiden tai muiden rajoittavien komponenttien läpi kulkevaa virtaa. Tällöin sähköliittymää ei tarvitse välttämättä suurentaa eikä varsinkaan ylittää. Käyttäjäprofiilia analysoimalla voidaan arvioida latausasemien suurinta yhtäaikaista tehoa ja pyrkiä mitoittamaan järjestelmä sen mukaan. Teoreettinen pienin latausvirta, jolla latausasema ei vielä automaattisesti katkaise lataustapahtumaa, on 6 ampeeria.

Latauspisteiden lisäämisestä kiinteistöihin koituu kuluja työstä, tarvikkeista ja suunnittelusta. Julkisissa ja puolijulkisissa kiinteistöissä kulujen maksajan määrittelemine on useimmiten helppoa. Sen sijaan asunto-osakeyhtiössä kulujen oikeudenmukainen jakaminen voi olla hankalampaa. Motivan laatimassa taulukossa 5 on esitetty erityyppisten hankkeiden esimerkinomaisia kustannustenjakotapoja.

Taulukko 5. Esimerkkejä kustannustenjakoperiaatteista asunto-osakeyhtiössä [48, s. 9].

Hankkeen tyyppi	Päätöksenteko	Esimerkkejä latauspisteiden kustannusjakotavoista		
		RAKENTAMINEN	KORJAUS JA MUU YLLÄPITO	SÄHKÖ
Taloyhtiön hanke (autopaikat yhtiön hallinnassa) • kaikki autopaikat muutetaan latauspisteiksi.	Vaaditaan kaikkien osakkaiden suostumus.	Taloyhtiö (peritään vastikkeessa).	Taloyhtiö (peritään vastikkeessa).	Käyttäjä (kannattaa veloittaa mitatun kulutuksen mukaan).
Taloyhtiön hanke (autopaikat yhtiön hallinnassa) • autopaikoista muutetaan latauspisteiksi enintään sähköjärjestelmän nykyisen kapasiteetin sallima määrä.	Vaaditaan yksinkertainen enemmistö yhtiökokouksessa.	Taloyhtiö (peritään vastikkeessa).	Taloyhtiö (peritään vastikkeessa).	Käyttäjä (kannattaa veloittaa mitatun kulutuksen mukaan).
Osakasvähemmistön hanke (autopaikat yhtiön hallinnassa).	Vaaditaan vähintään 2/3 enemmistö yhtiökokouksessa edustetuista osakkeista ja annetuista äänistä.	Ne osakkaat, jotka haluavat latauspisteen.	Ne osakkaat, jotka haluavat latauspisteen.	Käyttäjä (kannattaa veloittaa mitatun kulutuksen mukaan).
Osakkaan oma muutoshanke (autopaikat osakshallinnassa).	Vaaditaan taloyhtiön lupa.	Osakas.	Osakas.	Käyttäjä (kannattaa veloittaa mitatun kulutuksen mukaan).

Varsinkin suuremmissa hankkeissa on tärkeää varautua myös tuleviin tarpeisiin. Luvun 2.5 tilastojen mukaan sähköautoja otetaan käyttöön yhä enemmän. Lisäksi luvussa 4.1 esitetyn lakiesityksen mukaan isommassa parkkipaikan korjaushankkeessa jokainen ruutu tulisi varustaa sähköauton latauspisteen varauksella. Onkin tärkeää mitoittaa kaapelit, kesukset ja suojalaitteet sekä muut komponentit huolella. Varsinkin maakaape-

lointi on kannattavaa asentaa suoja-putkeen, jolloin sen uusiminen suurempaan on mahdollista kaivamatta kaapeleita kokonaan ylös. Useimmat valmistajat suosittelevat lataus-
asemien tiedonsiirron toteuttavan kaapeleilla langattomien ratkaisuiden sijaan, joten yleiskaapelointi on aiheellista rakentaa joka tapauksessa.

Kaikki edellä mainitut seikat vaikuttavat rakennus- ja ylläpitokustannuksiin. Jokainen hanke tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Varsinkin vanhassa kiinteistössä rajoittavat tekijät ovat jo olemassa. Silloin on korostetun tärkeää pohtia, miltä osin kiinteistön sähköjärjestelmää uusitaan. Esimerkiksi ei välttämättä ole aiheellista uusia parkkipaikan maakaapeleita, jos kiinteistökeskuksen nimellisvirta jää auttamatta liian pieneksi. Toisaalta kiinteistökeskuksen uusiminen saattaa olla ajankohtainen jo seuraavassa hankkeessa. Täten on mahdotonta antaa yleispätevää ohjetta siitä, miten sähköautojen latauspisteiden lisäämisessä vanhaan kiinteistöön tulisi toimia.

Usein kiinteistöjen korjaushankkeet toteutetaan erillisinä projekteina. Kiinteistöjen omistajilta vaaditaan aktiivisuutta, jotta hankkeet toteutetaan sopivalla laajennusvaralla kattamaan tulevaisuuden tarpeet. Tämän lisäksi heidän tulee osata vaatia suunnittelijoita ja urakoitsijoita toteuttamaan hankkeet elinkaarikustannuksia ajatellen edullisella tavalla. Tämän opinnäytetyön kirjoitushetkellä tietoa sähköautojen latauspisteiden toteuttamisesta on hankalaa löytää. Jopa sähköalan ammattihenkilöistä harvalla on pintapuolista tietoa syvempää osaamista aiheesta, joten tilaajan vastuu oman kiinteistönsä tulevaisuudesta on suuri.

7 Esimerkkikohte

Valitaan esimerkkinä kohteeksi 2000-luvun alussa valmistunut pieni rivitaloyhtiö. Taloyhtiön kokoukseen on tuotu selvityspyyntö sähköautojen lataamisen mahdollisuudesta taloyhtiössä. Tarve on ilmennyt, koska yksi osakkaista on hankkinut itselleen ladattavan hybridiajoneuvon. Pohditaan, millaisiin ratkaisuihin taloyhtiö voisi päätyä nyt ja tulevaisuudessa.

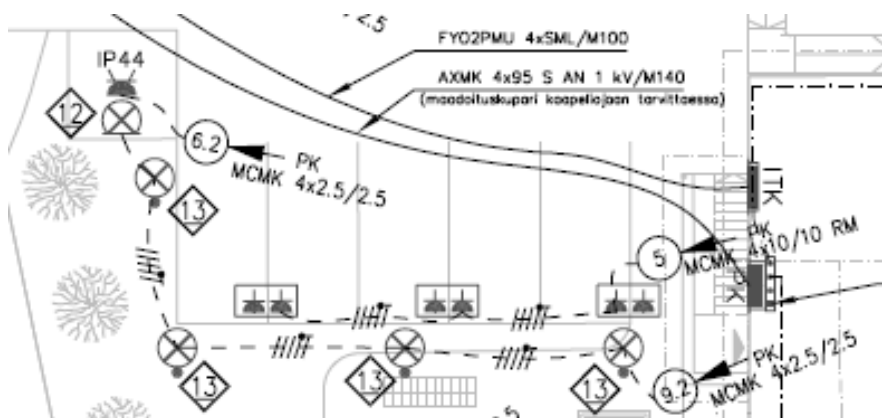
Taloyhtiössä on yhteensä viisi asuntoa, joista jokainen on pinta-alaltaan 99 m². Yhteisiä lämmitettyjä tiloja on kellarissa 85 m². Taloa lämmitetään maalämpöpumpulla. Jokaisessa

asunnossa on sähkökiuas. Kiinteistön liittymiskaapeli on AXMK 4x95 S ja liittymän pääsulakekoko 100 A, jolloin laskennallinen huipputeho on noin 70 kW.

Autolämmityspistorasioiden ylikuormitussuojana toimii gG-tyypin tulppasulakkeet nimellisarvoltaan 3 x 25 A. Määritetään ryhmän suurin mahdollinen kuormitus P_{max} .

$$P_{max} = \sqrt{3} * 400V * 25 A = 17320 W$$

Kuvassa 41 on esitetty parkkialueen asemapiirustus, jonka mukaan autolämmityspistorasioita syöttää maakaapeli MCMK 4x10+10. Autopaikkoja on yhteensä viisi ja lämmitystolppia kolme kappaletta. Autopaikat ovat taloyhtiön hallinnassa.



Kuva 41. Ote kohteen asemapiirustuksesta [49].

7.1 Yksi ladattava hybridi

Osakas on tuonut ilmi taloyhtiön kokouksessa haluavansa ladata ostamaansa ladattavaa hybridiajoneuvoa. Taloyhtiön hallitus on yksimielinen siitä, että selvitys asiasta on tehtävä, mutta ei koe sitä ajankohtaiseksi. Lisäksi parkkialueen laajennus on tarkoitus toteuttaa lähivuosina. Osakas saa kuitenkin luvan selvittää ja asennuttaa latauspisteen omalla kustannuksellaan.

Osakkaan käyttäjäprofiili on sellainen, että hänen lataamiseen kuluttamansa sähkö olisi verrattain vähäistä. Osakas on eläkkeellä ja päivittäiset ajomatkat ovat tyypillisesti lyhyitä. Todetaan siis, että tehontarve olisi vähäistä ja satunnaista.

Osakas sopii taloyhtiön ja isännöitsijän kanssa, että kulutettu teho mitataan paikallisesti. Isännöitsijä laskuttaa osakkaalta kiinteää kuukausimaksua käytetystä sähköstä. Vuoden lopuksi osakas ilmoittaa isännöitsijälle kWh-mittarin näyttämän, jolloin vuosittainen maksu tasataan toteutuneen mukaan.

Käyttäjäprofiiliin ja energian laskutuksen perusteella osakkaalle voidaan suositella nykyisen autolämmityskotelon vaihtamista ns. ”hybridimalliin”, jossa viereiselle autopaikalle jää vielä mahdollisuus auton lämmittämiseen. Kohteessa on Garo-merkkiset autolämmityskotelot, johon voidaan vaihtaa pelkästään kuvan 42 mukainen pistorasiaelementti. Vaihtotyö on helppo ja näin ollen kustannuksiltaan pieni.



Kuva 42. Garon valmistamassa latausasemassa onnistuu myös auton lämmitys [47].

Vielä tulee pohtia sähköjärjestelmän riittävyys. Käytetään sivulla 31 esitettyä kaavaa 2 ja määritetään ryhmän suurin kuormitus. Kaavaan tulee nyt lisätä sähköauton latauksesta koituva kuormitus, joka on lataustavan 2 mukaisesti rajoitettu 8 ampeeriin eli 1840 W. Valittu Garon latausasema ei salli saman käyttäjän lataavan ja lämmittävän ajoneuvoaan samaan aikaan.

$$P_{\text{paikoitus}} = 1500 \text{ W} * 4 * 0,8 + 1840 \text{ W} = 6640 \text{ W}$$

Aikaisemmin todettiin autolämmitysryhmän suurimmaksi mahdolliseksi kuormitukseksi noin 17 kW, joten teho riittää hyvin. Todetaan, että muutos on niin maltillinen, ettei erillistä huipputehon laskentaa tarvitse suorittaa.

7.2 Muutama sähköauto

Taloyhtiön kokouksessa tuodaan ilmi, että kaksi muuta osakasta aikoo hankkia sähköajoneuvon käyttöönsä. Lisäksi todetaan, että autopaikkoja tarvitaan lisää. Taloyhtiö päättää rakentaa kolme autopaikkaa lisää ja varustaa ne sähköauton latausasemilla. Aiemmin yhden osakkaan oma kustantama paikka muutetaan vieraspaikaksi. Lisäksi taloyhtiö tahtoo varautua tulevaisuudessa mahdollisesti rakennettavaan autokatokseen.

Pohditaan osakkaiden käyttäjäprofiilia. Kaksi uutta sähköautoilijaa ovat työikäisiä, joista toisella on päivittäisen työmatkan lisäksi pidempiä muutaman päivän komennustöitä. Lisäksi toinen sähköauto on Tesla Model S -mallinen, jossa on 75 kWh:n akku. Toisessa autossa on maltillisempi 30 kWh:n akku. Todetaan, että tehontarve on melko suuri, koska autot halutaan latautuvan tyhjästä täyteen yhdessä yössä.

Laskutus halutaan kuukausittaiseksi toteutuneiden kustannusten mukaan. Vilpillisen käytön estämiseksi käyttäjät tulee tunnistaa. Päätetään siis hankkia järjestelmä, jossa on mahdollista lukea kulutus etäpalvelusta kuukausittain. Tällöin on mahdollista myös käyttää dynaamista kuormanhallintaa.

Valitaan näiden tietojen perusteella latausaseman malliksi Garo LS4, joka liitetään etäpalveluun. Tähän latausasemaan on saatavilla valmis maa-asennukseen sopiva betonijalusta. Valitaan suurin 22 kW:n nimellistehoinen malli, jotta käyttäjien sähköautot latautuvat riittävän nopeasti. Jokaiselle käyttäjälle perustetaan oma tili pilvipalveluun ja heille annetaan IFC-tunniste.

Uusille latausasemille rakennetaan kokonaan oma syöttö. Maakaapeli asennetaan laajennusvaran vuoksi tarpeeksi väljään putkeen ja putkia asennetaan myös kaksi varalle. Ylikuormitussuojaksi valitaan 3 x 32 A:n gG-tulppasulakkeet, jolloin suurin mahdollinen kuormitus olisi 22 kW. Kuormanhallinta jakaa tehon tarvittaessa latausasemien välillä. Lisäksi jokainen asema liitetään yleiskaapeloinnilla lähiverkkoon omassa putkessaan.

Todetaan, että kuormitus kasvaa siten, että liittymän pääsulakkeiden riittävyyttä tulee tarkastella ja tarvittaessa ryhtyä toimenpiteisiin. Käytetään taulukossa 6 esitetyn ST-kortin 13.31 kokemusperäistä laskentamallia huipputehon määrittämiseksi. Oletetaan, että latausasemia kuormitetaan maksimikuormalla.

Taulukko 6. ST-kortin 13.31 taulukko huipputehon määrittämiseksi [42, s. 4].

Asuinrakennukset	Huipputeho ⁽¹⁾ [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m ²]
– ilman kiukaista	$P_h = B + 17 A / 1000$ ($B = 65$ kW)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m ² . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_x = (A_{\text{tod}}/2500) \times B \geq 30$
– huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_h = B + 24 A / 1000$ ($B = 90$ kW)	
Pienet rivitalot ⁽²⁾		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 30 + 26 A / 1000$	
– suora sähkölämmitys, kiuas	$P_h = 30 + 64 A / 1000$	– käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 30 + 49 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 26 A / 1000$	
– suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 64 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 7,5 + 49 A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{\text{paikoitus}} = 10 + 0,5 n_{\text{auto}}$ (n_{auto} = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä)		
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \varphi$. Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida $\cos \varphi = 0,96$.		

1 Ylitystodennäköisyys 1 %.

2 Pieniksi rivitaloiksi lasketaan talot, joissa on enintään 15 asuntoa. Alle 4 asunnon rivitalot lasketaan, kuten omakotitalot, ja saadut tulokset lasketaan yhteen.

3 Vaikka kiuasta ei asennettaisikaan, suositellaan mitoitusta kiukaalle myöhempää käyttöä ajatellen.

Käytetään taulukon 6 kohtaa ”Pienet rivitalot, ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas” sekä paikoitusalueet.

$$P_{\text{max}} = 30 \text{ kW} + 26 * 580 / 1000 \text{ kW} + 10 \text{ kW} + 5 * 0,5 \text{ kW} \\ + 22 \text{ kW} = 79,6 \text{ kW}$$

Aiemmin laskettu kiinteistön pääsulakkeiden suurin laskennallinen kuormitus 70 kW siis ylittyi hieman. Ylitys on kuitenkin verrattain maltillinen, joten päädytään lisäämään mitausmittaamaan koko liittymän kuormitusta. Dynaaminen kuormanhallinta pienentää sähköautojen lataustehoja portaittain, kun koko liittymän kuormitus lähestyy 65 kW. Lisäksi kuormanhallinta jakaa saatavilla olevan tehon latausasemien välillä, jotta ryhmän kuormitus ei kasva liian suureksi.

7.3 Kaikki autot sähköautoja

Oletetaan, että lähitulevaisuudessa tulee tilanne, jossa kaikki taloyhtiön asukkaiden autot olisivat sähköautoja. Pohditaan esimerkkikohteen osalta sellaista tilannetta, että jokaisella asunnolla olisi kaksi kappaletta parkkiruutuja. Lisäksi kiinteistössä olisi kaksi vieraspaikkaa, joissa olisi mahdollista ladata sähköautoja. Edellisessä alaluvussa todettiin, että taloyhtiö aikoo rakennuttaa autokatoksen. Myös vieraspaikat tulevat autokatokseen. Yhteensä autopaikkoja tulisi olemaan 12 kappaletta.

Tässä tapauksessa todetaan, että kaapelit ja latausasemat mitoitetaan siten, että ne palvelisivat mahdollisimman pitkään. Huomattiin, että Carunan taulukon 7 mukaan liittymisjohto mahdollistaa päävarokkeen kooksi 3 x 125 A. Kohteessa todetaan, että muitakaan esteitä liittymän koon muutokselle ei ole.

Taulukko 7. Sähköverkkoyhtiö Carunan taulukko eri päävarokekokojen vaatimista kaapeleita [50].

Päävaroke (A)	Johtotyyppi ja poikkipinta
3x25 - 3x35	AXMK 4x25mm ²
3x35 - 3x63	AXMK 4x50mm ²
3x63 - 3x125	AXMK 4x95mm ²
3x125 - 3x200	AXMK 4x150mm ²
3x200 - 3x250	AXMK 4x240mm ²

Lasketaan suurin mahdollinen kuormitus 3 x 125 A:n päävarokkeilla. Oletetaan tehoker-
toimen olevan 0,96.

$$P_{max} = \sqrt{3} * 400 V * 125 A * 0,96 = 83 kW$$

Lasketaan huoneistojen huipputeho ja vähennetään se liittymän huipputehosta. Tällöin
saadaan laskennallinen teho, joka jää latausasemien käyttöön.

$$P_{lataus} = 83 kW - (30 + 26 * 580 / 1000 kW) = 38 kW$$

Valitaan käytettäväksi kuvan 43 mukaista Ensto Chago Wallbox -latausasemaa, joka lii-
tetään pilvipalveluun kaapeloidun lähiverkon kautta. Tässä latausasemassa ja sen etä-
palvelussa on edistyneet kuormanhallintatoiminnot. Koko liittymän tehoa mitataan ja
dynaaminen kuormanhallinta pienentää automaattisesti lataustehoja, kun liittymän suu-
rinta mahdollista huipputehoa lähestytään.



Kuva 43. Ensto Chago Wallbox [44].

Sähkönsyöttö toteutetaan kahdella kaapelilla, jotka kumpikin suojataan 3 x 35 A:n sulak-
keilla. Tällöin teoriassa, mikäli liittymä antaa myöden, voidaan kutakin 12 sähköajoneu-
voa ladata 4 kW:n teholla. Sekin riittää lataamaan 30 kWh:n avulla varustetun Nissan
Leafin 9 tunnissa. Tosin Nissan Leafin perusmallin latausta rajoittaa sen 3,3 kW:n laturi.

Etenkin maakaapeloinneissa on syytä pohtia kaapelin poikkipinta-alaa tulevaisuuden tarpeita ajatellen. Esimerkiksi erään tukkuliikkeen veroton ohjehinta MCMK 4x10+10 -kaapelille on 14,7 €/m. MCMK 4x16+16 -kaapelille ohjehinta on 22,2 €/m. Näin ollen 50 metriä pitkälle kaapelille hintaeroksi muodostuu 375 euroa. Suuremman maakaapelin asentaminen ei lisää muita kustannuksia merkittävästi, joten joissain tilanteissa on suositeltavaa toteuttaa hanke pykälää suuremmalla kaapelilla.

Vuonna 2012 julkaistun Liikenneviraston henkilöliikennetutkimuksen mukaan keskimääräinen suomalainen kulkee henkilöautolla noin 30 kilometriä vuorokaudessa. Keskimääräinen sähköauto kuluttaa 15 kWh/100 km. 30 kilometriä vastaa siis 4,5 kWh energiaa. Tällöin teoriassa esimerkiksi Nissan Leaf 3,3 kW:n laturilla olisi keskimääräisellä suomalaisautoilijalla latauksessa täydellä teholla vain 1 tunnin ja 20 minuuttia. [52; 53.]

Pohditaan vielä tilannetta, jossa sähköliittymän koko jätettäisiin alkuperäiseen 3 x 100 A. Lasketaan tällöin sähköautojen lataukseen jäävä pienin teho.

$$P_{lataus} = 66,5 \text{ kW} - (30 + 26 * 580 / 1000 \text{ kW}) = 21,5 \text{ kW}$$

Kullekin kahdelletoista latausasemalle siis jäisi vielä 1,8 kW:n lataustehoa. Silloin keskimääräinen suomalaisautoilija lataisi päivän 30 kilometrin ajotarpeensa 2,5 tunnissa. ST-kortin 13.31 mukaan autolämmitystolpat tulee mitoittaa 1,5 kW tehon ja 0,8 tasauskertoimen mukaan. Tästä johdetulla 1,2 kW:n teholla sama keskivertoautoilija lataisi autonsa vielä alle neljässä tunnissa. Tosin lataustavalla 3 näin pieni latausteho ei ole mahdollinen, sillä lataustapahtuma katkeaa, kun virta tippuu alle 6 A:n.

Edellä olevat latausaikoja koskevat laskelmat ovat täysin teoreettisia, koska akkujen ottamaan latausvirtaan vaikuttaa vahvasti myös esimerkiksi lämpötila. Laskelmat siltikin todistavat sitä, että liittymän kokoa ei välttämättä tarvitse kasvattaa lainkaan. Lisäksi laskelmat on tehty huipputehon mukaan, jolloin kiinteistön normaalissa kuormitustilanteessa lataustehoa on enemmän saatavilla. Tehokas lataus vähentää latausaikaa, joka puolestaan pienentää päällekkäisten latausten mahdollisuutta. Tällöin yhä useampi käyttäjä saa ajoneuvonsa ladattua nopeasti.

8 Yhteenveto

Tällä hetkellä sähköauton hankkiminen tuntuu olevan valtaosalle ihmisistä kaukainen ajatus. Vahvaan juurtuneet mielikuvat sähköautojen soveltumattomuudesta Suomen talveen ja epäilykset toimintasäteen riittämättömyydestä ovat varmasti suuri hidaste sähköautoilun yleistymiselle. Uskoakseni varsinkin suurissa kasvukeskuksissa sähköautojen hankintaa hidastaa myös latauspisteiden hankala toteutus esimerkiksi taloyhtiöissä.

Todellisuudessa toteuttamisen vaikeus tai helppous riippuu paljon työn tilaajan aktiivisuudesta löytää kohteeseen sopiva järjestelmä ja yhteistyökumppani. Tämän opinnäytetyön aikana tuli selväksi, että tätä ei ole tehty helpoksi. Tietoa on saatavilla runsaasti, mutta laadukasta ja puolueetonta näkemystä joutuu etsimään. Esimerkiksi jokaisella valmistajalla vaikutti olevan hyvin erilaisia näkemyksiä ja toteutustapoja. Toisaalta nyt, kun eri valmistajien tuotteet ovat tuttuja, niitä on helppo suositella erilaisiin kohteisiin.

Oli huolestuttavaa huomata, että yleisesti sähköalan ammattihenkilöiltä löytyi niin vähän tietoa sähköautojen lataamisesta. Tukkukauppiat eivät oikein osanneet auttaa. Parhaiten asioita pystyi selvittämään ottamalla suoraan yhteyttä laitevalmistajiin. Myös asiakkaille asia on hyvinkin vieras. Maallikon on hankala ymmärtää, sitä kuinka suurista jatkuvista tehoista oikein puhutaan. Harva on myös tullut miettineeksi sitä, miten käytetystä sähköstä käyttäjiä laskutettaisiin.

Tässä työssä oleva esimerkkikohte on kuvitteellinen, mutta realistinen. Esitetyt toteutustavat ovat vaihtoehtoja monien mahdollisuuksien joukosta. Esimerkkikohteen osalta pyrittiin pohtia erilaisia tilanteita kiinteistön elinkaaren ajalta. Esimerkkisuunnitelmat on tehty tämän päivän tuotteilla. Onkin hyvin todennäköistä, että tulevaisuudessa toteutustavat ja tuotteet poikkeavat näistä merkittävästi. Luvun lopussa esitetyt laskelmat osoittavat, että keskivertoautoilijan vaatima päivittäinen latausteho ei ole järin suuri.

Edellä mainitut syyt sähköautokannan vahvistumisen ohella johtivat mielikuvaan, että tämä opinnäytetyö on tärkeä ja äärimmäisen ajankohtainen. Edustamalleni yritykselle on ensiarvoisen tärkeää olla mukana tarjoamassa asiakkaille sähköautojen latausratkaisuja jo tässä vaiheessa, kun sähköautot ovat vasta yleistymässä tavallisten tienkäyttäjien keskuudessa. On suuri etu kyetä tarjoamaan luotettavaa palvelua ja osaamista siinä missä kilpailijat saattavat vielä harjoitella.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää vakiintunut käytäntö sähköautojen latauspisteiden toteutukseen vanhoissa kiinteistöissä. Kohteita ja tarpeita on kuitenkin niin erilaisia, että yhtä vastausta on hyvin vaikea antaa. Sen sijaan voinee todeta, että vastauksia löydettiin useita, joista jokainen on yhtä oikein.

Itselleni sähköalan ammattihenkilönä on kunnia työskennellä näin suuren ja toistaiseksi monelle niin vieraan asian parissa. Opinnäytetyötä tehdessäni sainkin useita yhteydenottoja asiakkailta ja työkavereiltani. Oli hyvin palkitsevaa kyetä tarjoamaan vastauksia aiheesta, joka muutama kuukausi sitten oli itsellenikin hyvin vieras.

Lähteet

- 1 Ballis, Mary. 2017. A History of Electric Vehicles. Verkkoaineisto. <<https://www.thoughtco.com/history-of-electric-vehicles-1991603>>. Päivitetty 15.7.2017. Luettu 14.10.2017.
- 2 Ballis, Mary. 2017. History Timeline of the Battery. Verkkoaineisto. <<https://www.thoughtco.com/battery-timeline-1991340>>. Päivitetty 12.4.2017. Luettu 14.10.2017.
- 3 Wilson, Scott. 2013. Early Electric Car Charging. Verkkoaineisto. <<http://evadc.org/2013/05/17/early-electric-car-charging>>. 17.5.2013. Luettu 15.10.2017.
- 4 Early model of the GE electric charging station. 2010. Verkkoaineisto. GEREports. <<https://www.flickr.com/photos/gereports/4993856642/in/album-72157624963317860/>> 15.9.2010. Luettu 15.10.2017.
- 5 Ballis, Mary. 2017. History of Electric Vehicles part 2. Verkkoaineisto. <<https://www.thoughtco.com/history-of-electric-vehicles-p2-1991595>>. Päivitetty 6.8.2016. Luettu 15.10.2017.
- 6 The Discovery of Global Warming. 2017. Verkkoaineisto. <<https://history.aip.org/climate/co2.htm>>. Luettu 14.10.2017.
- 7 Sähköautojen historia. 2017. Verkkoaineisto. Wikipedia. <https://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6autojen_historia>. Päivitetty 28.2.2017. Luettu 14.10.2017.
- 8 Posti otti sähköpakettiautot postinjakeluun. 2017. Verkkoaineisto. Uusi teknologia. <<https://www.uusiteknologia.fi/2017/09/08/posti-otti-sahkopakettiautot-postinjakeluun/>> 8.9.2017. Luettu 15.10.2017.
- 9 Jurvelin, Kyösti. 2003. Postin sähköauto-ohjelma hiipui. Verkkoaineisto. <<http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/2003-10-09/Postin-s%C3%A4hk%C3%B6auto-ohjelma-hiipui-3251506.html>>. 9.10.2003. Luettu 15.10.2017.
- 10 Ensirekisteröinnit käyttövoimittain. Sähkökäyttöiset ajoneuvot. 2017. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoimittain/sahkokayttoiset_autot>. Päivitetty 2.10.2017. Luettu 14.10.2017.

- 11 Ensirekisteröinnit käyttövoimittain. Hybridikäyttöiset ajoneuvot 2017. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoimittain/hybridikayttoiset_henkiloautot>. Päivitetty 5.10.2017. Luettu 29.10.2017.
- 12 Ajoneuvokannan käyttövoimatilastot. Sähkökäyttöiset autot. 2017. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/sahkokayttoiset_autot>. Päivitetty 30.9.2017. Luettu 19.10.2017.
- 13 Ajoneuvokannan käyttövoimatilastot. Hybridikäyttöiset henkilöautot. Verkkoaineisto. 2017. Trafi. <https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/hybridikayttoiset_henkiloautot>. Päivitetty 12.10.2017. Luettu 29.10.2017.
- 14 Liikennekäytössä olevat sähköautot. 2017. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/file-bank/a/1507202448/f3cd479f3b44733554dbb84de7335346/27659-Liikennekaytossa_olevat_sahkohenkiloautot_30092017_netti.xlsx>. Päivitetty 30.9.2017. Luettu 20.10.2017.
- 15 Liikennekäytössä olevat hybridiautot. 2017. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/file-bank/a/1507799741/b1397df27592baed26a6d4bfd8159af8/27746-Liikennekaytossa_olevat_plugin-hybridihenkiloautot_30092017_netti.xlsx>. Päivitetty 22.2.2017. Luettu 4.1.2017.
- 16 Suomen julkiset latauspisteet. 2017. Verkkoaineisto. PlugIt!. <<https://service.plugit.fi/kartta>>. Luettu 4.11.2017.
- 17 Ladattavan ajoneuvon ostajan opas. 2017. Verkkoaineisto. Sähköinenliikenne.fi. <<http://www.sahkoinenliikenne.fi/oppaat/ladattavan-ajoneuvon-ostajan-opas>> Luettu 28.10.2017.
- 18 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/94/Eu vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta. 2014. Direktiivi. Euroopan unionin virallinen lehti.
- 19 Edelläkävijäkaupunkien parhaita kokemuksia ja oppeja latausverkoston yleissuunnitelman tekemisestä. 2017. Verkkoaineisto. Sähköinenliikenne.fi. <<http://www.sahkoinenliikenne.fi/oppaat/edellakavijakaupunkien-parhaita-kokemuksia-ja-oppeja-latausverkoston-yleissuunnitelman>> Luettu 28.10.2017.
- 20 Pohjanpalo, Olli. 2017. Sähköautojen latauspisteitä lisätään pakolla – pistokeita voi kohta olla direktiivin takia jo enemmän kuin sähköautoja. Verkkoaineisto. <<https://www.hs.fi/talous/art-2000005094912.html>>. 19.2.2017. Luettu 19.10.2017.

- 21 Virtaa sähköautoon. Verkkoaineisto. S-kanava. <<https://www.s-kanava.fi/web/hok-elanto/yrityksesta/vastuullisuus/ymparisto/vaikuta-valinnoil-lasi/virtaa-sahkoautoon>> Luettu 28.10.2017.
- 22 K-ryhmällä Suomen laajin maksuton sähköautojen latauspisteverkosto. Kesko. Verkkoaineisto. <<https://www.kesko.fi/media/uutiset-ja-tiedotteet/uutiset/2016/k-ryhma-tarjoaa-laajan-maksuttoman-sahkoautojen-latauspisteverkoston/>> Luettu 28.10.2017.
- 23 Veron rakenne ja määrä. 2017. Verkkoaineisto. Trafi. <https://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_rakenne_ja_maara> Päivitetty 18.5.2017. Luettu 15.10.2017.
- 24 Näin vähäpäästöistä autoilua verotetaan. 2015. Verkkoaineisto. VihreäKaista. <<https://vihreakaista.fi/fi-fi/article/kaasu/nain-vahapaastoista-autoilua-verotetaan/412/>>. Luettu 14.10.2017.
- 25 Vesa, Juha. Sesko. Sähköajoneuvojen latausjärjestelmien standardointi. Powerpoint-esitys. 3.10.2017. Luettu 28.10.2017.
- 26 Estimated electric vehicle charge times. Verkkoaineisto. Clippercreek. <<https://www.clippercreek.com/charging-times-chart/>>. Luettu 8.11.2017.
- 27 Sähköauton lataustavat. 2017. Verkkoaineisto. PlugIt!. <<https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/sahkoauton-lataustavat/137/>> Luettu 28.10.2017.
- 28 Vesa, Juha. Sesko. Sähköposti. Vastaanotettu 25.10.2017
- 29 Ulander, Kalervo. Garo. Sähköposti. Vastaanotettu 29.9.2017.
- 30 SFS 6000-7-722. Sähköajoneuvojen syöttö. 2017. Standardi. Suomen standardi-soimisliitto SFS.
- 31 Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa. 2016. Verkkoaineisto. Sesko. <http://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus_2014>. Päivitetty 15.6.2017. Luettu 28.10.2017.
- 32 Latauspistoketyypit sähköautoille. 2017. Verkkoaineisto. PlugIt!. <<https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/latauspistoketyypit-sahkoautoille/135/>>. Luettu 28.10.2017.
- 33 Latausasemat. 2013. Verkkoaineisto. Garo. <http://www.garo.fi/fileadmin/garofi/Kataloger/AU/Latausasemat_05-13.pdf> Luettu 4.11.2017.

- 34 Sähköauton myyjän opas. 2012. Verkkoaineisto. WintEVE. <<http://winteve.fi/wp-content/uploads/2013/05/Sahkoauton-myyj%C3%A4n-opas.pdf>>. Päivitetty 21.5.2012. Luettu 4.11.2017.
- 35 478/2017, Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. 2017. Laki. Finlex.
- 36 ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2013. Sähköinfo.
- 37 SFS 6000-5-53. Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Erottaminen, kytkentä ja ohjaus. 2017. Standardi. Suomen standardoimisliitto. SFS.
- 38 SFS 5610. Kotitalouksiin ja vastaaviin käyttöihin tarkoitettut pistokytkimet. Osa 1: Yleiset vaatimukset. 2015. Standardi. Suomen standardoimisliitto. SFS.
- 39 Koisti, Ilkka. Ensto. Tuote-esittely. 25.10.2017. Porvoo.
- 40 Maunu, Suttinen. Schneider Electric. Tuote-esittely. 1.11.2017. Helsinki.
- 41 Marku, Teemu. IGL-Technologies. Tuote-esittely. 23.10.2017. Helsinki.
- 42 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2015. Sähköinfo.
- 43 eTolppa-järjestelmän suunnitteluohje. 2014. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://etolppa.fi/pdfs/Suunnitteluohje.pdf>>. 31.10.2014 Luettu 8.11.2017.
- 44 Ensto. 2017. Chago Price List. Tuotekatalogi. Huhtikuu 2017. Versio 4.2. Luettu 4.11.2017.
- 45 Schneider Electric. 2017. Sähköautojen lataus yleisesti. Tuotekatalogi. Luettu 14.11.2017.
- 46 Heikkilä, Sabrina. Satmatic. Sähköposti. Vastaanotettu 15.9.2017.
- 47 Tuotteet. 2017. Verkkoaineisto. Garo Finland Oy. <<http://www.garo.fi/tuotteet.html>>. Luettu 19.11.2017.
- 48 Kiinteistöjen latauspisteet kuntoon. 2017. Verkkoaineisto. Motiva. <https://www.motiva.fi/files/12544/Kiinteistojen_latauspisteet_kuntoon_Paivitetty_14.03.2017.pdf>. Päivitetty 14.3.2017. Luettu 22.11.2017.
- 49 Heimonen, Mikko; Uimonen, Niko; Kainumaa, Jarmo; Kärkkäinen, Juho. Metropolia ammattikorkeakoulu. Rivitaloyhtiön sähkösuunnitelma. 2017.

- 50 Urakoitsijaohjeet. 2017. Verkkoaineisto. Caruna. <<https://www.caruna.fi/urakoitsijat/urakoitsijan-tietopankki/urakoitsijaohjeet>> Luettu 25.11.2017.
- 51 Henkilöliikennetutkimus 2010-2011. 2012. Verkkoaineisto. Liikennevirasto. <https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lr_2012_henkiloliikennetutkimus_web.pdf>. Luettu 2.12.2017.
- 52 Mitä maksaa sähköauton lataaminen? 2015. Verkkoaineisto. VihreäKaista. <<https://vihreakaista.fi/fi-fi/article/sahko/mita-maksaa-sahkoauton-lataaminen/178/>> Luettu 2.12.2017.