



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Oskari Valtonen

# Sähköautojen latauspisteiden asennussuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

28.1.2020

Tekijä Otsikko	Oskari Valtonen Sähköautojen latauspisteiden asennussuunnitelma
Sivumäärä Aika	35 sivua + 1 liite 28.1.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine	Ajoneuvosuunnittelu
Ohjaajat	Lehtori Vesa Linja-aho Huoltopäällikkö Vesa Tuutti, Metroauto Oy
<p>Työn tavoitteena oli tehdä suunnitelma sähköautojen latauspisteiden asentamisesta Metroauton Herttoniemen kiinteistöön. Työssä perehdytään latauspisteisiin liittyviin standardeihin, vaatimuksiin sekä asennukseen. Työssä kuvataan myös yleisesti sähköautojen lataustapoja ja -menetelmiä.</p> <p>Sähköauto on lähes aina pistokkeesta ladattava, mutta erot eri valmistajien välillä esimerkiksi latauksen tehon ja tavan suhteen ovat suuret. Sähköautojen latauspisteet vaativat myös kiinteistöltä ja sen sähköverkolta paljon, ja tärkeää on myös selvittää, mitkä ovat kiinteistön sähköverkon rajoitteet.</p> <p>Työn aikana selvitettiin, millaisia lataustapoja sähköautoissa käytetään ja syvennyttiin autotalon edustamien merkkien sähköautomalleihin. Edustettujen merkkien maahantuonnilta haettiin valmistajien vaatimukset latauspisteille, jotka asettivat suuntaviivat toteutukselle. Lisäksi työssä selvitettiin Herttoniemen kiinteistön sähköverkon kyky toimittaa tarvittava määrä tehoa suunnitellulle määrälle latauspisteitä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin edustettujen merkkien standardit täyttävä suunnitelma latauspisteistä ja varmistettua, että kiinteistön sähköverkko kestää latauspisteiden mukanaan tuoman tehontarpeen.</p> <p>Tulevaisuudessa sähköautojen lisääntyessä voi olla tarvetta kasvattaa autotalon sähköverkkoa vastaamaan valmistajien tulevaisuuden vaatimuksia latauspisteiden määrästä ja tehoista.</p>	
Avainsanat	Sähköauto, hybridauto, lataus, latauspiste

Author Title	Oskari Valtonen Installation Plan of Charging Points for Electric Vehicles.
Number of Pages Date	35 pages + 1 appendix 28 January 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Professional Major	Automotive Design Engineering
Instructors	Vesa Linja-aho, Senior Lecturer Vesa Tuutti, Manager of Vehicle Services, Metroauto Oy
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to determine a plan for installation of charging points for electric vehicles for the Metroauto Herttoniemi car dealership. The aim was to construct a clear plan of how many and how powerful the charging points would have to be and where they should be situated. In addition, the standards of the manufacturers Metroauto Herttoniemi represents had to be studied, since their requirements should be fulfilled. The electrical system of the dealership was also examined to make sure that it can offer the needed increase of power the charging points require.</p> <p>At the start of the thesis, some basic knowledge of electric and hybrid cars was studied. The main focus was on the different charging methods of different types of electric vehicles, especially on the manufacturers and models the dealership represents. After that, the information of the manufacturer standards regarding charging points was gathered and the process of choosing the suitable models and locations for the charging points could start. Finally, it was necessary to ensure that the electrical system of the dealership was able to withstand the power increase brought by the charging points.</p> <p>As a result of this thesis, a clear plan for the installation of the charging points was constructed and it will stand as a guideline for the installation process. In the future, however, the number of electric and hybrid vehicles will rise and, therefore, the need of more and more powerful charging stations will be current. That might mean there will be a need to increase the overall capacity of the electrical circuit in the dealership bringing additional, possibly quite high costs.</p>	
Keywords	Electric Vehicle, Hybrid Vehicle, Charging, Charging Point

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköauto	2
2.1	Hybridi	2
2.1.1	Voimansiirtoratkaisut	3
2.1.2	Latausratkaisut	5
2.2	Täyssähkö	6
2.3	Akusto	6
2.3.1	Yleistä	6
2.3.2	Litiumioniakku	7
3	Latausjärjestelmät	8
3.1	Lataustapa	8
3.1.1	Lataustapa 1 (mode 1)	8
3.1.2	Lataustapa 2 (mode 2)	9
3.1.3	Lataustapa 3 (mode 3)	10
3.1.4	Tasavirta (mode 4)	10
3.2	Latauspisteet	11
3.2.1	Yksityinen käyttö	11
3.2.2	Julkinen käyttö	12
3.2.3	ABL Sursum eMH1 -latauslaite	12
3.2.4	Schneider electric EVlink WallBox Plus	13
3.2.5	Ratio Electric Home Box	14
3.2.6	Keba KeContact P30, b-sarja	15
4	Renault ZOEn latausmenettely	16
5	Latauspisteen suunnittelu	18
5.1	Latauspisteen suunnittelu tarvittavan lataustehon kautta	18
5.2	Standardit	18
5.2.1	SFS 6000 -standardisarja	19



5.2.2	SFS-EN-standardit	19
5.3	Kriteerit ja vaatimukset	20
5.3.1	Määrä	20
5.3.2	Teho	20
5.3.3	Suojaus	21
5.3.4	Valmistajien vaatimukset	21
5.4	Rajoitteet	23
5.4.1	Tilarajoitteet	23
5.4.2	Kiinteistön sähköverkon rajoitteet	24
6	Toteutus	24
6.1	Määrä	24
6.1.1	Ulos	24
6.1.2	Myymälä	25
6.1.3	Korjaamo	26
6.2	Sijainti	27
6.2.1	Ulkopuolelle	27
6.2.2	Myymälään	28
6.2.3	Korjaamoon	29
6.3	Malli	30
6.3.1	Ulos	30
6.3.2	Myymälään	30
6.3.3	Korjaamoon	30
6.4	Kiinteistön sähköliittymä	31
6.5	Asennus	32
7	Yhteenveto	32
	Lähteet	34
	Liitteet	
	Liite 1. Latauspisteiden tehovaatimukset	

## Lyhenteet

ORM	Object-relational mapping. Oliomallin mukaisen esityksen kuvaus relaatiomallin mukaiseksi esitykseksi.
TKHJ	Tietokannan hallintajärjestelmä. Ohjelmisto, jonka avulla hallinnoidaan tietokantoja.
A	Ampeeri. Sähkövirran yksikkö.
V	Voltti. Jännitteen yksikkö.
kW	Kilowatti = 1 000 wattia. Watti on tehon yksikkö.
mA	Milliampeeri = 0,001 ampeeria.
PP	Proximity pilot. Sähköauton latauksen tunnistus.
CP	Control pilot. Sähköauton latauksen hallinta.
DC	Direct Current. Tasavirta.
BCB	Battery Control Box. Akun ohjainlaite.
PWM	Pulse Width Modulation. Pulssinleveysmodulaatio. Pulssisuhteen muuttamiseen perustuva säätö- ja tiedonsiirtotapa.

## 1 Johdanto

Merkkiliikkeenä ja -korjaamona autotalon on pyrittävä täyttämään edustamiensa merkki- kien vaatimukset. Sähköisten ja ladattavien ajoneuvojen yleistyessä alkavat autonval- mistajat vaatimaan liikkeitä myös latauspisteitä. Valmistajilla on näihin omat kriteerinsä, jotka autoliikkeen ja huollon olisi täytettävä. Työ on tehty Metroauto Oy:lle, joka on vuonna 1925 perustettu autoalan perheyrittys. Metroautolla on useampi toimipiste pää- kaupunkiseudulla ja yksi Tampereella.

Sähköautot, joihin voidaan lukea niin polttomoottorin ja sähkömoottorin yhdistävät hyb- ridit kuin täyssähköautotkin, yleistyvät kovaa vauhtia. Syinä tähän ovat muun muassa fossiilisten polttoaineiden palamisen aiheuttamat ympäristöhaitat, polttoaineen hinta sekä ajoneuvojen verotus, joka perustuu hiilidioksidipäästöihin. Ladattavat sähköautot tuottavat suuria muutoksia infrastruktuuriin, sillä latauspisteiden asentaminen suuressa määrin vaatii sähköverkolta paljon.

Latauspisteiden asentaminen kiinteistön sähköverkkoon on prosessi, jossa pitää ottaa paljon asioita huomioon. Latauspisteille on laadittu jo standardit, jotka latauspisteiden tulee täyttää, jotta niiden käyttö on turvallista. Tämän lisäksi latauspisteitä on erilaisia, joista toiset ovat 1-vaihe-, toiset 3-vaihe- ja osa tasasähkölatauspisteitä. Latauspisteiden teho vaihtelee myös muutamasta kilowatista useisiin kymmeniin kilowatteihin. Tämä asettaa kiinteistön sähköverkolle suuret vaatimukset. Tehokkaat latauspisteet vaativat suuria virtoja, ja tästä syystä kiinteistöjen sähköverkkojen tarkastus ennen asennusta on tärkeää. Mahdollista on myös, että Herttoniemen kiinteistön sähköverkon ja valmistajien vaatimusten välille syntyy ristiriita, jolloin loppujen lopuksi on Metroauton päätös, teh- däänkö asennussuunnitelma valmistajien ohjeiden mukaan, mikä saattaa vaatia suuria muutostöitä sähköverkkoon, vai tyydytäänkö siihen, mitä olemassa olevalta sähköver- kolta saadaan.

## 2 Sähköauto

Sähköautosta voidaan puhua puhuttaessa sähkömoottorikäyttöisestä autosta. Tämä on kuitenkin varsin epätarkka termi, jonka usein mielletään tarkoittavan täyssähköautoa. Tämän takia täyssähköauto ja esimerkiksi hybridi, joka saa voimansa sähköstä ja fossiilisesta polttoaineesta, on hyvä erottaa käyttämällä tarkempia ilmaisuja kuin sähköauto.

### 2.1 Hybridi

Hybridi tarkoittaa kahta erilaista voimanlähdettä käyttävää ajoneuvoa. Tämä tarkoittaa yleensä ajoneuvoa, jossa on sekä poltto-, että sähkömoottori. Hybridi on yleisesti käytetty termi kahta eri voimanlähdettä käyttävälle ajoneuvolle, mutta ei vielä kerro ajoneuvosta juurikaan. Muun muassa Skodalla on kaasuhybridit, joka käyttää niin bensiiniä kuin kaasua, eikä autossa ole sähköistä voimansiirtoa lainkaan. [1.]

Hybrideissä on erilaisia luokitteluja ja voimansiirtoratkaisuja. Hybridit luokitellaan pääluokiltaan mikro-, kevyt- ja täyshybrideihin.

Mikrohybridi on käytännössä start/stop -järjestelmän sisältävä ajoneuvo, eli lähes jokainen uusi henkilöauto on mikrohybridi. Joissakin mikrohybrideissä on jarrutusenergian talteenotto, jolla ladataan auton 12 V:n käynnistysakkua, jolla pienennetään auton laturin kuormaa, ja sitä kautta saavutetaan hieman pienempi kulutus ja matalammat päästöt. [2.]

Kevythybridi sisältää jo hieman hybridiksi mielletyn auton piirteitä. Se sisältää kaksi eri sähköjärjestelmää, 12 V:n ja 48 V:n piirit. 48 V:n järjestelmässä on pieni kiihdytyksissä auton polttomoottoria tukeva sähkömoottori, mutta ne eivät ole kykeneviä liikkumaan pelkällä sähkömoottorilla. Kevythybridissä on myös jarrutusenergian talteenotto. [3.]

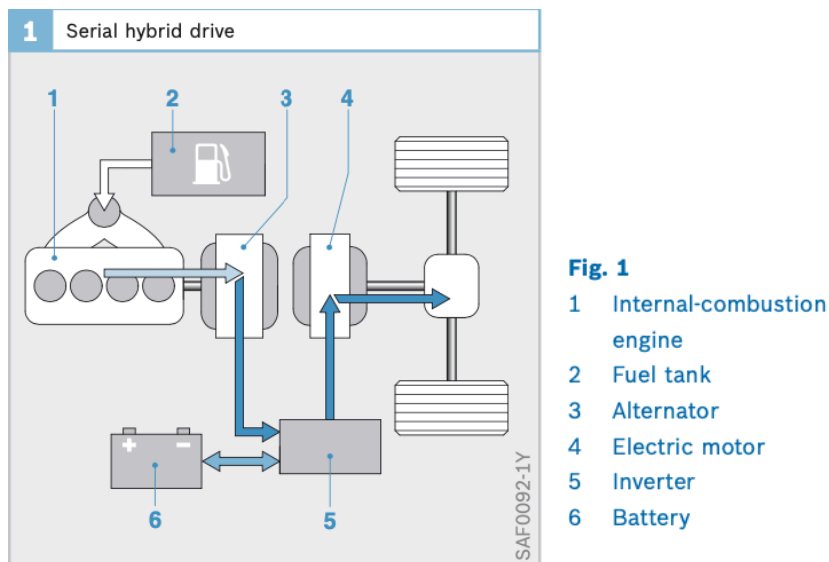
Täyshybridit on poltto- sekä sähkömoottorilla varustettu auto, joka on kykenevä liikkumaan myös pelkän sähkömoottorin voimin. Niissä on tavanomaisen polttomoottoriauton 12 V:n sähköpiirin lisäksi sähkömoottorin ja ajoakuston yhdistävä satojen volttien korkeajännitepiiri. [3.]

### 2.1.1 Voimansiirtoratkaisut

Tässä luvussa käsitellään tarkemmin hybridien eri voimansiirtoratkaisuja. Näitä on sarjahybridi, rinnakkaishybridi sekä yhdistelmähybridi.

#### Sarjahybridi

Sarjahybridi on ajoneuvo, jossa polttomoottori toimii pelkästään generaattorina sähkömoottorille, joka tuottaa voiman pyörille. Arkkitehtuuri vaatii yhden polttomoottorin, yhden sähkömoottorin toimimaan laturina ja yhden toimimaan pyöriä pyörittävänä moottorina. Nämä ovat yleensä pistokkeesta ladattavia hybridejä, ja mikäli akuston varaus laskee alle tietyn tason, alkaa polttomoottori käymään ja lataamaan akustoa. [4, s. 366; 5.] Kuvassa 1 havainnekuva sarjahybridin toiminnasta.



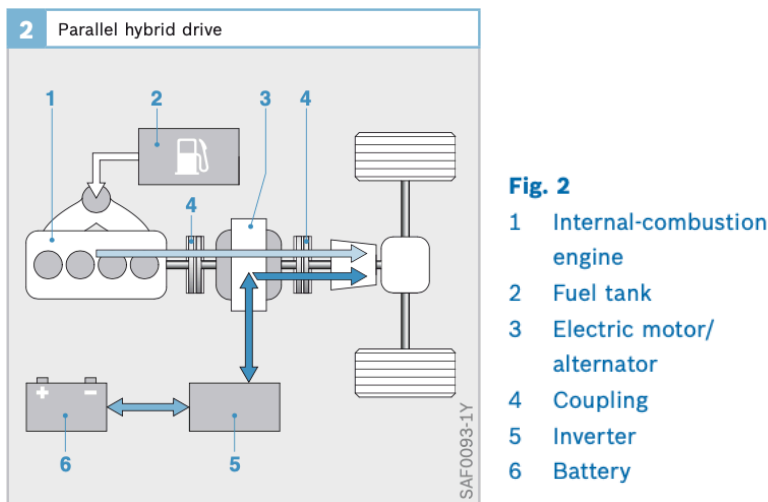
Kuva 1. Sarjahybridi [4, s. 366.]

#### Rinnakkaishybridi

Rinnakkaishybridissä on myös erilaisia voimansiirtoratkaisuja. Ratkaisussa, jossa sähkömoottori on liitetty kampiakseliin, ei voi ajaa pelkän sähkövoimalla. Tällöin sähkömoottori on yleensä kiihdytyksessä auttavassa roolissa, kuten jo esimerkiksi aiemmin

käsittelyssä kevythybridissä. Tällaisissa tilanteissa polttomoottori on yleensä tehokkaampi kuin sellaisissa, missä sähkömoottori on asetettu niin, että auto voi kulkea joko pelkän sähkö- tai polttomoottorin voimalla.

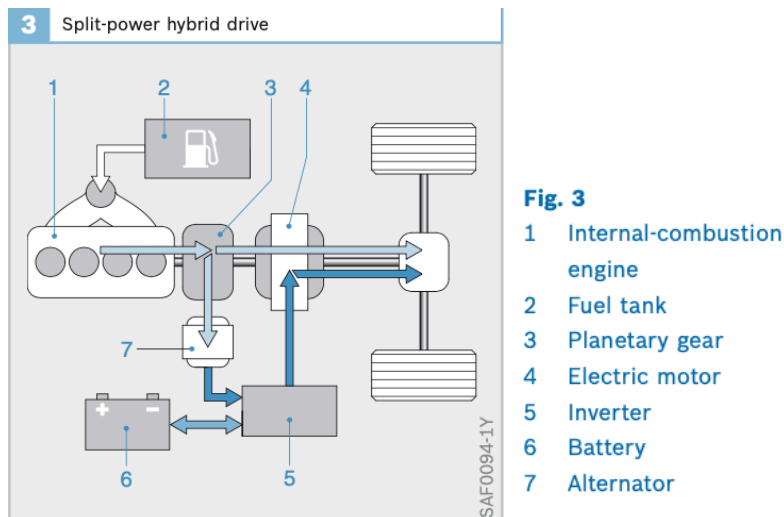
Toisessa voimansiirtoratkaisussa autoa voi ajaa niin sähkö-, kuin polttomoottorin voimalla, yhdessä tai erikseen. Nämä ovat yleensä myös pistokkeesta ladattavia malleja, jossa esimerkiksi polttomoottori ajaa etupyöriä ja sähkömoottori vastaavasti takapyöriä. Rinnakkaishybridissä on vain yksi sähkömoottori, joten se voi ei voi samaan aikaan ladata akkua polttomoottorilla ja liikkua sähkövoimalla, sillä sähkömoottori ei voi toimia generaattorina ja moottorina samaan aikaan. [4, s. 367; 5.] Kuvassa 2 havainnekuva rinnakkaishybridin toiminnasta.



Kuva 2. Rinnakkaishybridi [4, s. 367]

### Yhdistelmähybridi

Yhdistelmähybridi on kahden edellä mainitun ratkaisun yhdistelmä. Tällöin autossa on kaksi sähkömoottoria, joista toinen toimii generaattorina ja toinen moottorina. Auton polttomoottorilta tulevaa voimaa jakaa planeettapyörästö, jolloin voima voidaan jakaa laturin ja vaihteiston kautta vetoakseleiden kesken. Verrattuna rinnakkaishybridiin tämä mahdollistaa yhtäaikaaisesti akun lataamisen ja sähköllä ajamisen. [4, s. 368.] Kuvassa 3 havainnekuva yhdistelmähybridin toiminnasta.



Kuva 3. Yhdistelmähybridi [4, s. 367.]

### 2.1.2 Latausratkaisut

Hybridien pääasiallisia lataustapoja on kaksi. Toinen on niin sanottu itsestään lataava ja toinen on pistokkeesta ladattava plug-in.

#### Itsestään lataava

Itsestään lataava hybridi on nimensä mukaan itseään ajossa lataava. Näissä autoissa ei ole mahdollisuutta ladata autoa pistokkeesta vaan akusto latautuu moottorin käydessä ja jarrutusenergian talteenoton avulla. Itsestään lataavissa hybrideissä akuston koko, sähkömoottorin teho ja sähköinen kantama ovat pistokkeesta ladattaviin hybrideihin verrattuna pieniä. [5, s. 12.]

#### Plug-in

Plug-in-hybridiiä ladataan ulkoisesti pistokkeesta. Plug-ineissä on yleensä huomattavasti itsestään lataavia hybridejä isommat akut, voimakkaammat sähkömoottorit ja pidempi kantama, ja niillä pystyy ajamaan sähköllä myös moottoritienopeuksia toisin kuin itsestään lataavilla. Plug-ineissä on myös jarrutusenergian talteenotto kuten itsestään lataavissa. [5, s. 14.]

## 2.2 Täyssähkö

Täyssähköauto toimii nimensä mukaisesti pelkästään sähköllä. Täyssähköauto ladataan pistokkeesta kuten plug-in-hybridit, mutta akusto on vielä huomattavasti isompi ja moottori tai moottorit tehokkaampia. Akuston koko itsestään lataavassa hybridissä on noin 1 kWh:n luokkaa, kun plug-in-hybridissä akusto on 10 kWh:n luokkaa ja täyssähköautoissa peräti 20–100 kWh. Pienissä sähköautoissa, jotka on tarkoitettu lähinnä kaupunkiin, akusto on pienempi, mutta kalliimmissa ja isommissa autoissa, joissa moottoreiden tehot ovat myös korkeat, ovat akustotkin suuria. Täyssähköautolla voi yhdellä latauksella riippuen akuston koosta, ajotavasta ja olosuhteista ajaa 50–500 kilometriä. [5, s. 15.]

## 2.3 Akusto

### 2.3.1 Yleistä

Akku perustuu akkukennoihin, jotka ovat yksittäisiä energianlähteitä, jossa on elektrodit, elektrolyytti sekä erotin. Akkukennot ovat kytkettynä toisiinsa muodostaen moduulin. Akkupaketissa on useampia moduuleja, jotka on kytketty toisiinsa.

Ajoneuvokäytössä akusta on yleensä puhuttu, kun on tarkoitettu 12 V:n järjestelmän käynnistysakkua, joka on lyijyakku. Sähköautoissa ja plug-in-hybrideissä akusto on yleensä litiumioniakku, jonka tarkka akkukemia vaihtelee merkeittäin. Itsestään lataavissa hybrideissä akku on yleensä nikkelimetallihydridiakku, mutta tämän työn kannalta siihen perehtyminen tarkemmin ei ole tarpeellista.

Akustojen latausmetodeja on kolme: vakiojännite, vakiovirta ja niiden yhdistelmä. Vakiojännitelatauksessa akkua ladataan vakiojännitteellä ja akun täytyessä virta hiljalleen laskee, loppujen lopuksi akkujen ollessa täynnä nolnaan. Ongelmana tässä on latauksen alussa tarvittava kova teho, jota ei välttämättä ole latausasemalta saatavana. Kaikki akkutyypit eivät myöskään kestä tätä suurta tehoa, vaan voivat vaurioitua. [6, s. 23.]

Vakiovirralla ladattaessa jännitettä kontrolloidaan siten, että akun virta pysyy vakiona. Ongelmana tässä lataustavassa on sen tunnistaminen, milloin akku on täysi ja lataus pitää keskeyttää. Tämä voidaan toteuttaa muun muassa lämmön nousun, jännitteen



nousun ja latausajan tarkkailun yhdistelmällä. [6, s. 23.] Tämä lataustapa on yleinen nikkelimetallihydridiakkujen lataamisessa.

Edellä mainittujen yhdistelmää käytetään yleensä litiumioniakun latauksessa. Aluksi tyhjä akku ladataan vakiovirralla, kunnes tietty akun jännite saavutetaan. Tämän jälkeen virtaa nostetaan, ja kun akun jännite nousee tarpeeksi korkealle, latausta jatketaan vakiojännitteellä virran laskiessa. [6, s. 23.]

### 2.3.2 Litiumioniakku

Litiumioniakku on ylivertainen energiatiheydeltään muihin akkukemioihin nähden. Tämä tarkoittaa sitä, että perinteiseen akkuun verrattuna pienempään ja/tai kevyempään litiumioniakkuun voi varastoida saman energian. Litiumionikemioita on useampia, ja niissä kaikissa on omat etunsa ja haittansa. Eroja on muun muassa jännitteessä, energiassa, tehotiheydessä, hinnassa ja etenkin turvallisuudessa. Ajoneuvokäytössä turvallisuus on isossa roolissa, ja riippumatta kemiasta akuissa täytyy olla akunhallintajärjestelmä. [6, s. 16.]

Akunhallintajärjestelmän tarkoitus on varmistaa, että akusto toimii kullekin kemialle suosituisalla käyttöalueella. Akunhallintajärjestelmän täytyy valvoa seuraavia arvoja akustossa:

- estää kennon jännitteen nousemista yli rajan lopettamalla latauksen tai pyytämällä sen lopettamista
- estää kennon lämpötilaa nousemasta yli rajan lopettamalla latauksen, pyytämällä sen lopettamista tai pyytämällä jäähdytystä
- estämällä kennon jännitteen laskemista liian alhaiseksi lopettamalla latauksen tai pyytämällä sen lopettamista
- estää latausvirran nousemista liian korkeaksi lopettamalla latauksen tai pyytämällä sen lopettamista
- estää purkuvirran nousemista liian korkeaksi.

Akunhallintajärjestelmä voi seurata yksittäisen kennon latausta, ja mikäli kennon jännite nousee liikaa, se lopettaa akuston latauksen. Mikäli kennot ovat latautuneet epätasaisesti, akunhallintajärjestelmä voi lopettaa ja aloittaa latauksen siten, että lopulta kaikki kennot ovat täynnä. [7, s. 16.]

### 3 Latausjärjestelmät

Sähköauton lataustavat on määritelty standardissa SFS-EN 61851-1. Tässä luvussa tutustutaan tarkemmin täyssähköauton ja plug-in-hybridin akuston lataamiseen. Lisäksi tarkastellaan erilaisia latauspisteitä ja niiden toimintaa, minkä avulla on mahdollista valita autotalon tarpeisiin sopiva latausjärjestelmä.

Lataustapana voidaan pitää myös johdotonta, induktiivista latausta, mutta tämän työn kannalta ei ole olennaista käsitellä sitä tarkemmin.

#### 3.1 Lataustapa

Lataustapoja on kaikkiaan neljä erilaista, määritettynä jännitteen, virran ja lataustavan mukaan. Näistä lataustavoista kolme ovat vaihtovirralla toimivia latauksia ja yksi tasavirralla toimiva pikalataus.

##### 3.1.1 Lataustapa 1 (mode 1)

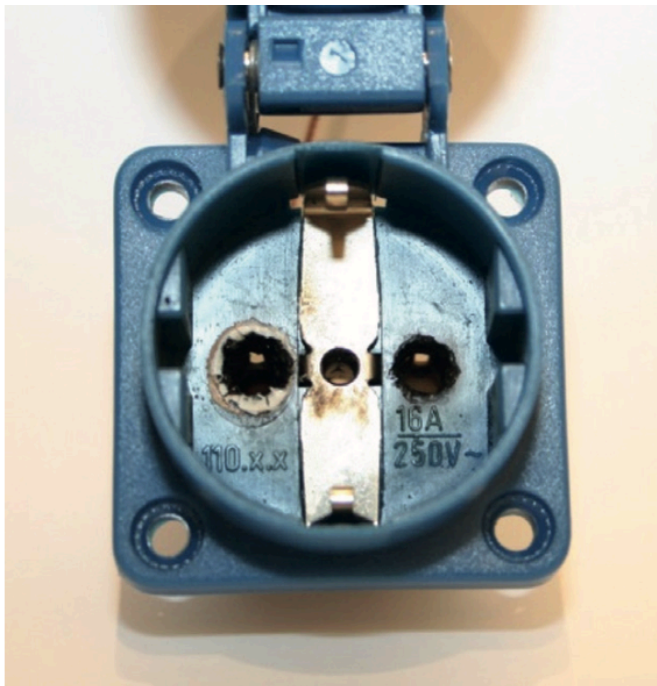
Lataustapa 1 on vaihtosähkölataus. Lataustavassa ajoneuvo liitetään joko korkeintaan 16 A:n ja 250 V:n yksivaiheiseen tai korkeintaan 480 V:n kolmivaiheiseen vaihtosähkön-syöttöön käyttäen standardoitua pistorasiaa, joka on suojattu kiinteään asennukseen kuuluvalla vikavirtasuojalla. Nämä pistorasiat ovat joko kotitalous- eli sukopistorasia tai kolmivaihepistorasia.

Tätä lataustapaa käytetään pääosin kevyiden sähkökulkuneuvojen lataukseen eikä tällä tavalla ole suositeltavaa ladata sähkö- tai plug-in-hybridiajoneuvoa. [8, s. 30.]

### 3.1.2 Lataustapa 2 (mode 2)

Lataustapa 2:ssa ajoneuvo liitetään joko korkeintaan 32 A:n ja 250 V:n yksivaiheiseen tai korkeintaan 480 V:n kolmivaiheiseen vaihtosähkönsyöttöön käyttäen standardoitua pistorasiaa. Tässä lataustavassa liitäntäjohdossa tulee olla standardin SFS-EN 62752 mukainen suoja- ja ohjauslaitteet sisältävä yksikkö. Lataustapaa 2 kutsutaan myös hidaslataukseksi, ja se on tarkoitettu lähinnä tilapäiseen käyttöön, ja siinä suositellaan enintään 8 A:n latausvirran käyttöä. [8, s. 31.]

Lataustapa 2:ssa voidaan käyttää standardin SFS-EN 60309-2 mukaista teollisuuspistorasiaa tai SFS 5610:n mukaista maadoitettua kotitalouspistorasiaa. Kotitalouspistorasiaa käyttäessä latausvirta tulee kuitenkin rajoittaa 8 A:iin standardin SFS-EN 62752 mukaisesti, sillä standardin SFS 5610 mukainen pistorasia ei sovellu pitkäaikaiseen lataamiseen pistokytkimen täydellä mitoitusvirralla. [8, s. 32.] Liian pitkä korkea virta voi johtaa pistorasian sulamiseen ja aiheuttaa tulipalovaaran (kuva 4).



Kuva 4. Tuhoutunut kotitalouspistorasia [8, s. 32]

### 3.1.3 Lataustapa 3 (mode 3)

Lataustapa 3:ssa ajoneuvo liitetään vaihtosähkösyöttöön ajoneuvon lataukseen varta vasten valmistetun latausjärjestelmän kautta. Latausjärjestelmässä tulee olla kiinteästi sähköverkkoon ulottuvat ohjaustoiminnot. Latausvirta vaihtelee aina 6 A:sta 63 A:iin, jolloin lataustehot ovat 1,4 kW:sta 43 kW:iin. Pistorasiana käytetään standardin SFS-EN 62196-2 mukaista kolmivaiheista pistorasiaa. Suomessa yleisin standardin mukainen pistoke on pistoketyyppi 2 ”Mennekes” (kuva 5). Lataustapa 3 on ladattavan ajoneuvon lataustavoista suositeltavin. [8, s. 33.]



Kuva 5. Type 2 ”Mennekes” pistoke ja pistokytin [4, s. 34.]

### 3.1.4 Tasavirta (mode 4)

Lataustapa 4:ssa ajoneuvo kytketään sen ulkopuoliseen laturiin. Tämä laturi on liitetty vaihtosähkösyöttöön, mutta syöttää ajoneuvolle tasasähköä. Lataustapaa kutsutaan teho- tai pikalataukseksi, ja se on suunniteltu etenkin sähköautojen isojen akustojen lataukseen. Pistokkeena käytetään standardin SFS-EN 62196-3 mukaista sähköauton lataukseen tarkoitettua pistoketta, kuten CCS2 (combo2) -pistoketta (kuva 6). Pikalataus- asemilla latausjohto on kiinteästi ulkoisessa laturissa, jonka teho on tyypillisesti 50 kW, mutta voi erityisratkaisuin olla jopa 350 kW. [8, s. 35.]



Kuva 6. CCS2 (combo 2) -pistokytkin ja pistoke. [4, s. 36.]

## 3.2 Latauspisteet

Latauspisteet voi jakaa kahteen luokkaan: julkisiin ja yksityisiin. Julkiset latauspisteet palvelevat esimerkiksi kauppakeskusten parkkihalleissa, kun taas yksityisiä ovat esimerkiksi oman autohallin seinään asennettavat latauspisteet. Standardit ja säädökset vaihtelevat latauspisteen mukaan.

Suomessa on lukuisia toimijoita, joiden kautta saa latauslaitteet niin omaan kotiin kuin isommalle taloyhtiöllekin. Moni näistä tarjoaa työn avaimet käteen -periaatteella sisältäen työt alkukartoituksesta laitteiden asennukseen.

### 3.2.1 Yksityinen käyttö

Yksityiseen käyttöön suositellaan käytettäväksi lataustapoja 3 ja 4. Vakuutusyhtiöilläkin voi olla omat ehtonsa lataustavalle. Lataustapaa 2 voi toki käyttää standardin SFS 5610 mukaisesti kotitalouspistorasiasta, mutta latauksen hitauden takia tämä ei ole pitkällä tähtäimellä järkevää, etenkin jos kyseessä on täyssähköauto. [8, s. 30.]

### 3.2.2 Julkinen käyttö

EU:n jakeluinfradirektiivin (2014/94/EU) mukaan 17.11.2017 eteenpäin julkiset vaihtovirtalatauspisteet on varustettava vähintään tyyppin 2 pistorasioilla. Tasasähkölatauspisteet on sen sijaan varustettava vähintään CCS2-pistokkeella. [8, s. 37.]

Julkinen latauspiste vaatii älykkään latausjärjestelmän. Tämä on myös mahdollista yksityiseen käyttöön, jos latausjärjestelmän pitää olla yhteydessä muuhun kodin sähköverkkoon, tai jos latauspisteitä on useampi, mutta julkisilta latauspisteiltä tätä vaaditaan. Laissa liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta 478/2017, 3 §:n, kohdassa 6 määritellään älykäs latausjärjestelmä seuraavasti:

Älykkäällä latauksella tarkoitetaan latausjärjestelmää, joka sisältää tietoliikenneyhteyden ajoneuvon ja latauslaitteen välillä sekä tietoliikenneyhteyden latauslaitteen ja latauspalveluntuottajan välillä mahdollistaen lataustapahtuman reaaliaikaisen mittauksen ja ohjauksen sekä lataustehon porrastetun säädön ylöspäin ja alaspäin kesken lataustapahtuman ilman, että lataus keskeytyy [9]

#### Latauslaitteet

Latauslaitteita löytyy kattavasti jo useammalta toimittajalta Suomesta, useaan eri tarkoitukseen. Tässä luvussa esitellään muutama työn kannalta mahdollinen vaihtoehto. Myöhemmin kuvataan tarkemmin valittu laite perusteluineen.

### 3.2.3 ABL Sursum eMH1 -latauslaite

ABL Sursum eMH1 -latauslaite (kuva 7) on hyvä vaihtoehto latauslaitteeksi niin kotioloihin kuin julkiselle paikalle. Laite on kompakti ja tiiviysluokka IP54:n ansiosta sopiva myös ulos asennettavaksi. Lisäksi laitetta on saatavilla pistorasiolla tai kiinteällä tyyppin 2 kaapelilla. Julkiseen käyttöön hankittuna on suositeltavaa käyttää pistorasiallista mallia, sillä silloin sillä voi ladata erimerkkisiä ja eri pistokkeen omaavia automalleja. Laitteessa on myös A-tyypin 30 mA:n vikavirtasuojia sekä 6 mA:n DC vuotovirtojen havainnointi, jolloin erillistä B-tyypin vikavirtasuojaa ei tarvita. Painoa laitteella on 3 kg ilman kaapelia ja 4,5 kg kaapelin kanssa. Laite kykenee 11 kW:n lataustehoon (3 x 16 A). Laitteen hinta on 1090 euroa. [10; 11.]



Kuva 7. Kiinteällä kaapelilla varustettu ABL Sursum eMH-1 -latauslaite [10.]

#### 3.2.4 Schneider electric EVlink WallBox Plus

Schneider electricin EVlink WallBox Plusia (kuva 8) on saatavana eritehoisina väliltä 3,7 kW (1 x 10 A) – 22 kW (3 x 32 A). Hinnat alkavat 790 eurosta, ja kallein on 1090 euroa. Verrattuna ABL:n 11 kW:n laitteeseen tämä on edullisempi, sillä 11 kW:n malli maksaa 990 euroa. Tuote painaa ABL:n vastaavaa enemmän, noin 6,3 kg. EVlinkissä on myös, kuten ABL:ssä, 6 mA:n DC vuotovirtojen havainnointi sekä 30 mA:n A-typin vikavirtasuojaus. Laitetta on saatavilla niin pistorasiassa kuin kiinteällä kaapelilla. [12.]



Kuva 8. Schneider Electric EVlink WallBox Plus [12.]

### 3.2.5 Ratio Electric Home Box

Kolmas esimerkki on hollantilaisen Ratio Electricin Home Box -latausasema (kuva 9). Esimerkkinä on 11 kW:n (3 x16 A) asema kuten aiemmatkin. Kuten aiemmissakin malleissa tässäkin on A-tyyppin 30 mA:n vikavirtasuojaa sekä 6 mA:n DC vuotovirtojen havainnointi, joten erillistä B-tyyppin vikavirtasuojaa ei tarvita. Tiiviysluokka on niin ikään IP54, joten asentaminen ulko-olosuhteisiin onnistuu. Suurena erona edellisiin on hinta, sillä Ratio Electricin Home Box jää hinnaltaan 739 euroon. Painoksi on ilmoitettu 4 kg. [13.]





Kuva 9. Ratio Electric Home Box [13.]

### 3.2.6 Keba KeContact P30, b-sarja

Keba KeContact P30, b-sarja (kuva 10) on 22 kW:n lataustehoon kykenevä laturi, joka voidaan kuitenkin asentaa tarvittaessa 2,3 kW – 22 kW:n teholle 1 x 10 A – 3 x 32 A:n virralla. Tiiviysluokka on IP54, joten asennus ulkotiloihin onnistuu. Laitteessa on DC-vikavirtatunnistin. [14.]

Keban KeContact P30:llä on myös Renault ZOEn lataukseen tärkeä Renaultin ZE hyväksyntä b-, e- ja x-sarjan latauspisteissään. Tämä on siltä osin tärkeää, että valmistajan mukaan Renaultin sähköautoja saa ladata pelkästään tämän hyväksynnän saaneilla tuotteilla. [15.]

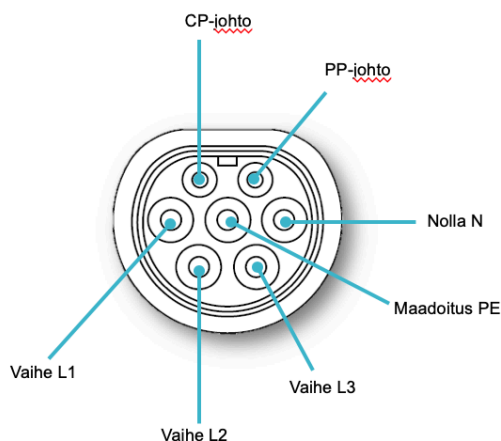


Kuva 10. Keba KeContact P30, b-sarja [14.]

#### **4 Renault ZOEn latausmenettely**

Tässä luvussa tarkastellaan esimerkinomaisesti Renault ZOEn latausmenettelyä. Seuraavassa kuvataan tarkemmin, miten itse lataus toimii ja miten auto ja latauspiste kommunikoivat keskenään. Kuvassa 11 on tyypin 2 pistoke, jolla suurinta osaa sähköautoista ladataan vaihtovirtalaturilla. Luvussa tutustutaan tarkemmin pistokkeen kanavien tarkoituksiin ja toimintaan ja kuvataan, miten auto, tässä tapauksessa ZOE, kommunikoi latauspisteen kanssa.

Myös Renault ZOE voidaan ladata type 2 -pistokkeella. Kuvassa 11 nähtävä PP-johto havaitsee, kun pistoke on kytketty autoon. Auton PP-johtoon syöttämä 5 V:n jännite maadoitetaan maajohtimeen PE, jolloin ajoneuvo huomaa jännitteen laskeneen ja päättää pistokkeen olevan liitetty. Pistokkeen sisällä vastus on liitetty PP-navan sekä maadoitusnavan PE väliin, ja sen suuruus määrittelee latausjohdon maksimivirran. Pistokkeen havaitseminen aktivoi pistokkeen lukituksen, käynnistyksen eston sekä latausmenettelyn aloittamisen.



Kuva 11. Type 2-pistoke

CP-johto on tiedonsiirtoon ja latauksen ohjaukseen tarvittava johto. Kun latausasema on käytössä, se liittää CP-johdon +12 V:n tasavirtaan. Autossa on 2,8 k $\Omega$ :n vastus  $R_2$ , joka latauskaapelin yhdistettäessä laskee 12 V:n jännitteen 9 V:iin. Täten latausasema havaitsee auton kiinnittyneen latausasemaan ja vaihtaa sisäisen releen +12 V:sta PWM-generaattoriin joka syöttää 12 V:n jännitettä 1 kHz:n taajuudella. Tämä määrittää suurimman virran, minkä latausasema voi syöttää. Latauksenhallintayksikkö (BCB) mittaa CP-johdon jännitteen, mikä ilmaisee tehon, jonka latausasema voi syöttää ajoneuvoon. Auto päättää tästä, että latausasema on valmis aloittamaan latauksen.

Mikäli mitään vikoja ei huomata, auton laturi kytkee releen  $S_2$ , joka yhdistää 1,3 k $\Omega$ :n vastuksen  $R_3$  rinnan vastuksen  $R_2$  kanssa, jolloin PWM:n syöttämä jännite laskee 6 V:iin. Latausasema tunnistaa jännitteen laskun ja aloittaa latauksen kytkemällä virtakytkimen päälle.

Auton BCB ei lataa vielä, mutta sille syötettävän virran ansiosta se voi mitata vaihe- ja maadoituspiirin vastuksen. Se on jännitteinen mittausta ja virtaa syötetään maadoitukseen alle 30 mA. Mikäli vastuksen arvo on alle 200 Ω: n aloitetaan lataus, ja mikäli arvo on yli, BCB avaa  $S_2$ -releen ja latausprosessi pysähtyy.

Autossa on myös 1-vaihelatauksen ja 3-vaihelatauksen tunnistus. Mikäli kunkin vaiheen jännite on yli 380 V (L1, L2, L3), BCB tietää auton saavan 3-vaiheista latausta. Mikäli näiden vaiheiden välistä jännitettä ei havaita kolmessa sekunnissa  $S_2$ -releen kytkemisestä, BCB päättää auton saavan 1-vaihelatausta. BCB kytkee esilatausreleen ja sitten neutraalireleen, minkä jälkeen vaiheiden 1 ja 3 välillä on vähintään 220 V, ja BCB vahvistaa saavansa 1-vaiheista latausta. [16.]

## 5 Latauspisteen suunnittelu

### 5.1 Latauspisteen suunnittelu tarvittavan lataustehon kautta

Latauspisteen suunnittelu alkaa selvityksestä, kuinka monta ja minkä tehoisia pisteitä tarvitaan. Koko järjestelmän teho voidaan laskea seuraavalla kaavalla.

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

$P$  on kokonaisteho, johon siis vaikuttaa haluttu toimintasäde, joka latauksella halutaan, 0,2 kWh/km, joka on keskimääräinen sähköajoneuvon sähkönkulutus taloudellisessa ajossa,  $n$  eli ladattavien autojen määrä sekä latauskerran aika tunneissa. [4]

### 5.2 Standardit

Sähköajoneuvon latauspisteen suunnittelussa pitää ottaa huomioon useita standardeja. Osa standardeista koskee julkisia latausasemia, mutta tässä työssä suunniteltavat latausasemat eivät tule julkiseksi vaan tulevat kiinteistön pihalle ja kiinteistöön, kiinteistön

omaan ja siellä asioivien asiakkaiden käyttöön, joten tässä luvussa käydään läpi vain tähän työhön vaikuttavat standardit.

### 5.2.1 SFS 6000 -standardisarja

SFS-standardit ovat täysin kansallisia standardeja ja SFS-EN -standardit taas eurooppalaisia standardeja. Suomalaisista sähköalan standardeista 95 % on identtisiä eurooppalaisten kanssa, eikä kansallinen standardi saa olla ristiriidassa eurooppalaisen kanssa. [3.]

SFS 6000 -sarjaan kuuluvat pienjännitesähköasennuksiin kuuluvat standardit. Näistä tämän työn kannalta tärkeitä ovat SFS 6000-5-52, joka käsittelee johtojärjestelmiä sekä SFS 6000-7-722, joka käsittelee sähkönsyöttöä.

Standardin SFS 6000-7-722 mukaan latauspisteet on suojattava mitoitustoimivirraltaan enintään 30 mA:n B-tyypin vikavirtasuojalla. Latauspiireihin ei myöskään saa liittää muita kuin sähköajoneuvojen syöttöön tai lämmitykseen tarkoitettuja piirejä. Piiri pitää myös mitoittaa siten, että se kestää sähköajoneuvon pitkäaikaista latausta täydellä kuormituksella myös lämpimänä vuodenaikana.

SFS-6000-5-52 standardin mukaan suositellaan käytettäväksi Dca-s2d2a2-luokan kaapeleita. C-luokka on mahdolliseen paloon rajoitetusti osallistuva kaapeli. [5.]

### 5.2.2 SFS-EN-standardit

SFS-EN 62196-2 -standardissa on määritelty lataustapa 3:lle sopiva pistoke, jota tulee käyttää julkisilla latausasemilla. Lataustapa 3:n latausjärjestelmän perusvaatimukset on määritelty standardissa SFS-EN 61851-1. Latauskaapelin tulee noudattaa standardin SFS-EN 50620 määritystä. Sähkönsyöttö ajoneuvosta sähköverkkoon on sallittu standardin SFS-EN 62196 mukaisella pistokkeella. Julkiselle paikoitusalueelle asennettavan latauslaitteen on kestettävä standardin SFS-EN 62262 -luokan Ik10 mukainen isku. Alueet, joihin pääsy on rajoitettua, riittää Ik7-luokan iskun kestävyys, vaikkakin suositus on Ik8. [5; 2, s. 4.]

### 5.3 Kriteerit ja vaatimukset

Standardien lisäksi tontti ja kiinteistö, johon latauspisteet suunnitellaan, asettavat omat kriteerinsä ja vaatimuksensa latauspisteiden asennuksen toteutukseen. Myös autotalon edustamilla merkeillä on latauspisteisiin liittyen omat kriteerinsä, joita voidaan pitää vähimmäisvaatimuksina latauspisteille. Tärkeää on myös löytää Metroauto Herttoniemen tarpeisiin parhaiten sopiva latausjärjestelmä.

#### 5.3.1 Määrä

Latauspisteiden määrän pitää riittää autotalon omien tarpeiden, sekä siellä autoaan huollattavien ja korjauttavien asiakkaiden tarpeiden täyttämiseen. Autotalon edustamilla merkeillä on omat kriteerinsä latauspisteiden määrän suhteen, mikä antaa minimimäärän latauspisteiden määrää päätettäessä. Tarvittaessa määrää voidaan lisätä, mikäli tuntuu siltä, että siitä olisi asiakkaille hyötyä. Valmistajien kriteereitä vähempää latauspisteitä ei voi olla.

#### 5.3.2 Teho

Latauspiste tulee valita siten, että sen teho riittää lataamaan sähköautoa tarpeeksi nopeasti. Tämä tarpeellinen latausteho tulee määritellä tarkemmin toteutusta suunniteltaessa. Valmistajilla on omat kriteerinsä tehonkin suhteen, jonka vähimmäistavoite on minimikriteeri. Mahdollisesti valmistajien minimikriteeri on tosiasiasa niin matala, ettei ole järkevää käyttää niin matalaa lataustehoa.

Latausasemien tehot voidaan laskea kaavalla, jossa sähköverkon jännite kerrotaan vaiheella, joka kerrotaan virralla. Esimerkiksi 32 A:n virralla 1-vaiheisesta saa 7,4 kW ja 3-vaiheisena 22 kW. 1-vaiheinen laskukaava on  $230 \text{ V} \times 1 \times 32 \text{ A} = 7\,360 \text{ W}$  ja 3-vaiheinen laskukaava  $230 \text{ V} \times 3 \times 32 \text{ A} = 22\,080 \text{ W}$ .

Ulkolatauspisteillä tulee huomioida, että auton lämmittäminen syö myös energiaa, jolloin liian matalatehoinen laturi ei talvella autoa lämmitettäessä oikeastaan lataa akkua vaan kaikki energia menee auton lämmittämiseen. Pahimmassa tapauksessa auto purkaa

akun varausta, mikäli latauspisteestä saatava teho jää alle sen, mitä lämmittämiseen vaaditaan.

### 5.3.3 Suojaus

Laitteiden johdotukset on suojattava vähintään standardien mukaisesti. Kiinteistö saattaa vielä tuoda omat erityishaasteensa suojauksille, jolloin jotkin osat joudutaan mahdollisesti suojaamaan paremmin, kuin mitä standardin mukaan vaaditaan.

On myös pidettävä huoli, että asennuksessa käytetään standardin edellyttämiä suojuuksia, kuten vikavirtasuojat.

### 5.3.4 Valmistajien vaatimukset

Valmistajilla on omat vaatimuksensa latauspisteisiin, jotka autotalojen tulisi täyttää.

#### Groupe PSA

PSA:lla eli Peugeotin ja Citroenin valmistajalla on omat vaatimuksensa isoille ja pienille kaupungeille. Molemmille kategorioille on omat alakategoriansa: nykyhetken vaatimus sekä vuodesta 2023 voimaan tuleva vaatimus.

Suurissa kaupungeissa vaatimuksena on 2 x 22 kW:n latausasema esittelyautoille, 22 kW:n latausasema uuden auton valmistelupisteelle sekä korjaamoon. Vahvana suosituksena on myös 22 kW:n latauspiste uuden auton luovutusalueelle sekä yli 45 työtä päivässä tekevään korjaamoon 50 kW:n DC-latauspiste ja alle 45 työtä päivässä tekevään 22 kW:n DC-latauspiste.

Isoissa kaupungeissa vuodesta 2023 eteenpäin vaaditaan 2 x 22 kW:n latauspisteet edellä mainittujen lisäksi asiakaspaikoitukseen sekä sijaisautopaikoitukseen sekä 22 kW:n latauspiste luovutusalueelle. Vuodesta 2023 eteenpäin 22 kW:n AC-latauspiste korjaamossa ei ole enää vaatimus, vaan korjaamolla tulee olla koosta riippuen joko 50 kW:n tai 22 kW:n DC-lataus.

Pienissä kaupungeissa vaatimukset ovat samat kuin isoissa kaupungeissa ennen vuotta 2023. Vuodesta 2023 eteenpäin pienissä kaupungeissa vaaditaan 22 kW:n asemat sijaisautopaikoitukseen, uuden auton luovutusalueelle sekä asiakaspaikoitukseen.

PSA:n vaatimukset brändäämisen kannalta ovat joko Citroenille ja Peugeotille brändätyt pisteet tai brändineutraalit pisteet.

#### Groupe Renault

Renaultin maahantuonnista ilmoitettiin vaatimukseksi Renaultin Z.E.-standardi, joka laitevalmistajan on itse haettava Renaultilta. Tämä Z.E.-standardi on haettava maakohtaisesti, joten joillain latauslaitteilla saattaa olla Z.E.-hyväksyntä toisessa maassa mutta ei Suomessa. Suomessa hyväksynnän harvinaisuuden takia voi edetä siten, että mikäli laitteella on toisessa maassa Z.E.-hyväksyntä, on hyväksyttävää käyttää laitetta Suomessaakin.

Renaultin vaatimuksena on esittelytilaan yksi latausasema, joka kykenee vähintään 3,5 kW:n yksivaiheiseen lataukseen. Toivottavaa kuitenkin olisi, että latausasema pystyisi peräti 43 kW:n lataukseen, sillä se saattaa tulla vaatimukseksi myöhemmin. Latausasemiin vaaditaan A-tyyppin vikavirtasuojat. Näiden laitteiden tulee olla ”Z.E. Ready” -hyväksynnän hakeneiden toimittajien toimittamat. Myös uusien autojen luovutustilaan vaaditaan 22 kW:n latauspistettä

Ulkopuolelle, asiakkaiden käyttöön kriteerinä on vähintään 22 kW:n latausaseman, mutta tähänkin suositellaan 43 kW:n latausasemaa tulevaisuuden takia. Ulkoasennuksiin vaaditaan myös B-tyyppin vikavirtasuojat sekä ”Z.E. Ready” -hyväksyntä. Demoautoille vaaditaan myös yhtä 22 kW:n latauspistettä.

Niin yleiskorjaamon kuin korikorjaamonkin puolelle vaaditaan minimissään 11 kW:n 3-vaihe- ja minimissään 3,7 kW:n 1-vaihe -latauspistettä. Herttoniemen autotalon tiloissa korikorjaamo ja yleiskorjaamo sijaitsevat niin lähellä toisiaan, että käytännössä ne voivat jakaa latauspisteet.



Kaikkiaan Renault vaatii kolme 22 kW:n 3-vaihe -latauspistettä, kaksi käytännössä 3,7 kW:n 1-vaiheista latauspistettä sekä yhden 11 kW:n 3-vaihelatauspisteen.

## Hyundai

Hyundain vaatimukset latauspaikoille olivat suhteellisen löyhät. Maahantuojan mukaan latauspisteen pitää olla vähintään 7 kW:n 1-vaiheinen ja latauspisteitä tulee olla vähintään kolme kappaletta, yksi myymälässä luovutettavia autoja varten, yksi huollossa ja yksi asiakkaiden käyttöön asiakaspaikoilla.

Maahantuojalla ei ollut paikkojen merkitsemisen suhteen vaatimuksia kuin että jos autotalon jollain muulla edustamalla merkillä on brändätty latauspaikka, niin siinä tapauksessa tulee Hyundaillakin olla. Jos muilla merkeillä ei ole brändättyä latauspaikkaa, ei Hyundaillakaan tarvitse sellaista olla.

## 5.4 Rajoitteet

Rajoitteet, jotka lisäksi pitää tutkia ennen kuin lopullista suunnitelmaa voi alkaa tehdä, ovat kiinteistön fyysiset rajoitteet sekä kiinteistön sähköverkon rajoitteet.

### 5.4.1 Tilarajoitteet

Kiinteistön ulkoseinät ovat pitkälti lasia tai aaltopeltiä. Lasiin latauspistettä ei voi asentaa eikä aaltopeltikään ole välttämättä tarpeeksi vahva. Kiinteistö on myös iso verrattuna tonttiin, eikä asiakaspaikoitusta ole varsinaisesti talon seinien välittömässä läheisyydessä, vaan seinien vierestä kulkevat lähinnä väylät kiinteistön ympäri. Tämä hankaloittaa latauspisteen paikan valintaa entisestään, sillä paikka ei saa tukkia väylää. Sopiva paikka on selvitettävä korjaamo- sekä myyntipäälliköiden kanssa.

Sisällä kiinteistössä tilanne on helpompi, sillä seiniä ja kantavia rakenteita, johon latauspisteen voi asentaa, on kohtuullisen hyvin. Sopiva paikka on selvitettävä automyyntin kanssa yhteistyössä.

Korjaamohallissa sopivan paikan löytäminen pitää sopia yhdessä mekaanikkojen sekä korjaamopäällikön kanssa, jotta paikka olisi mahdollisimman hyvä ja ettei korjaamotoiminnan tehokkuus häiriintyisi siitä.

#### 5.4.2 Kiinteistön sähköverkon rajoitteet

Kiinteistön sähköverkko täytyy tutkia, jotta saadaan varmuus, että se kestää tarvittavan määrän latauslaitteita. Todennäköistä on, että jokainen latauspiste on käytössä samaan aikaan ja jokaiselta vaaditaan tehoa, joten sähköverkon tulisi olla sellainen, että koko laitteisto voi olla kytkettynä täydellä teholla samaan aikaan. Tässä ei välttämättä kuormanhallinnasta ole apua, sillä se rajoittaisi latauspisteiden tehoa. Mahdollista voi myös olla, ettei kiinteistö kykene kaikkiin kriteereihin, jolloin kuormanhallinta vaaditaan tai joku vaatimus on jätettävä täyttämättä.

## 6 Toteutus

Tässä luvussa esitetään ehdotus, kuinka monta latauspistettä vaaditaan, ehdotukset malleista sekä ehdotus latauspisteiden sijoittelusta, niin että aiemmin työssä läpi käytyt kriteerit ja vaatimukset täyttyvät.

### 6.1 Määrä

Määrän sanelee pitkälti valmistajien vaatimukset. Vaatimukset ovat myös osittain päällekkäisiä, eli toisen merkin vaatimuksen mukaisella laitteella täytetään myös toisen merkin vaatimus. Tällöin latauspisteitä ei tarvitse olla yhteensä yhtä paljon kuin kaikkien merkkien vaatimuksien yhteenlaskettu määrä.

#### 6.1.1 Ulos

Hyundain kriteerit latauspisteelle tehon osalta on 7 kW. Tämä on käytännössä 7,4 kW 1-vaiheisella latauksella 32 A:n virralla. Tämä riittää ulkolatauspisteelle, sillä Suomen olosuhteissa on otettava huomioon auton esilämmitys. Auton esilämmitys voi viedä peräti 7

kW tehoa, jolloin 7,4 kW:nkin latausteho menee melkein täysin esilämmitykseen. Tässäkään tapauksessa auto ei kuitenkaan pura omaa ajoakkuaan esilämmitykseen. Pienemällä laturilla auto käyttäisi ajoakun varausta myös esilämmitykseen, jolloin auton akku hupenisi latauksessa ollessaan, mikä ei ole toivottavaa. [17.]

Ulkopuolelle tarvitaan Renaultin mukaan kaksi 22 kW:n latausasemaa, Hyundain mukaan yksi 7,4 kW:n ja PSA:n mukaan yksi 2 x 22 kW:n latausasema ennen vuotta 2023 ja kaksi sen jälkeen. Tällöin asiakkaille tulisi asentaa yksi 3-vaiheiseen 22 kW:n lataukseen kykenevä latauspiste, kuten Keba KeContact P30, b-sarja ja yksi 2 x 22 kW:n latauspiste. 22 kW:n 3-vaihelatauspiste kykenee 1-vaiheisena tarjoamaan Hyundain vaatiman 7,4 kW. PSA:n esittelyautoille on asennettava yksi 2 x 22 kW:n latauspiste.

Täten ulos sijoitettavien latauspisteiden määrän tulisi olla vähintään yksi 22 kW:n 3-vaiheinen latauspiste ja yksi 2 x 22 kW:n latauspiste. Esittelyautoille voi olla kuitenkin tarpeellista asentaa 2 x 22 kW:n pisteen lisäksi yksi 22 kW:n asema. Näin ollen ulkona olisi kolme erillistä latauslaitetta, joista yksi on kahdella pistokkeella varustettu.

### 6.1.2 Myymälä

Myymälään ei Hyundain kriteerien mukaan vaadita latauspistettä. Renaultin vaatimus on käytännössä 3,7 kW:n 1-vaihelataus, mutta käytännössä hintaero matalatehoisilla ja korkeampitehoisilla latauspisteillä ei ole kovin suuri, joten ei ole kannattavaa sijoittaa matalatehoiseen latauspisteeseen.

Myymälän luovutustilaan pitää Renaultin vaatimuksen mukaan asentaa yksi 22 kW:n latauspiste. Hyundai vaatii 7,4 kW:n latauspistettä. Kuten ulkopuolellekin, nämä kaksi vaatimusta saadaan täytettyä yhdellä 22 kW:n 3-vaihelatauspisteellä.

PSA:n vaatimus vuodesta 2023 eteenpäin on sama, kuin Renaultilla on jo, joten PSA:n vaatimus täytetään täyttämällä Renaultin vaatimus.

Yhteensä myymälään on asennettava kaksi latauspistettä, joista luovutettavien tilaan tulevan tulee olla 3-vaiheinen 22 kW:n latauspiste. Toinen myymälään sijoitettava latauspiste voi olla käytännössä parhaiten myymälän tarpeisiin sopiva latauspiste, sillä tehon kannalta minimikriteeriä ei voi alittaa.

### 6.1.3 Korjaamo

Hyundain kriteerien mukaan korjaamoon on asennettava 7,4 kW:n latauspiste. Tämä vaatii 1-vaiheisen 32 A:n virran. Renaultin vaatimus korjaamoon ja korikorjaamoon on minimissään 11 kW:n 3-vaihe latauspisteet ja minimissään 3,7 kW:n 1-vaihelatauspiste. PSA vaatii 22 kW:n AC-latausta korjaamoon ja vuodesta 2023 eteenpäin vähintään 22 kW:n DC-pikalatausta. PSA vaatii 22 kW:n latauspistettä myös auton varustelutilaan.

Korjaamoon on siten asennettava yksi 22 kW:n latausasema, jolla täytetään käytännössä kaikkien merkkien vaatimukset. Renaultin ZOEn diagnooseja varten olisi hyvä saada korjaamolle yksi 1-vaiheinen ja yksi 3-vaiheinen matkalatausjohto. Tässä tarvitaan kuitenkin vähintään 1-vaiheinen 16 A:n virtaa ottava matkalatausjohto, joka liitetään tavalliseen kotitalouspistokkeeseen. Tässä riskinä on pitkään jatkuvassa latauksessa pistorasian vaurioituminen. Matkalatausjohtoa ei tämän takia saa käyttää pitkään ja sitä tulee käyttää pelkästään auton latauksen diagnosointiin. Lisäksi laitteessa tulee olla pistokkeen lämpötila-anturi ja automaattinen virran säätö, jottei pistorasia pääse vaurioitumaan korkeasta virrasta. Täytyy myös varmistaa laitteen valmistajalta, että latausjohto kykenee lataamaan ZOEA.

Herttoniemen autotalon yleiskorjaamon ja korikorjaamon tilat ovat niin vahvasti yhteydessä, että käytännössä matkalatausjohtoja voisi tarvittaessa käyttää myös koripuolella olevan auton lataamiseen, jos niillä ei sillä hetkellä ole käyttöä yleiskorjaamon puolella.

Kannattavinta on osoittaa yksi paikka 22 kW:n 3-vaiheiselle latauspisteelle ja osoittaa matkalatausjohdot yhteiskäyttöön, kuitenkin yleiskorjaamo priorisoiden. Yksi 22 kW:n latauspiste tulee asentaa myös varustelutilaan.

## 6.2 Sijainti

Latauslaitteiden sijainti tulee valita siten, että ne tukevat autotalon toimintaa ja ovat helposti käytettävissä nykyisillä toimintatavoilla. Täten sijaintia suunniteltaessa on otettu huomioon autotalossa päivittäin työskentelevien mielipiteet latauspaikkojen hyvästä sijoittelusta.

### 6.2.1 Ulkopuolelle

Ulkopuolelle Renaultin esittelyautoille tuleva latauspiste tulee kiinteistön etupuolelle, tien puolelle. Esittelyautot on merkeittäin sijoitettu kiinteistön etupuolelle, jotta koeajolle lähtö on mutkatonta. Kiinteistössä on paljon lasiseinää, mutta etupuolella on kiviseinä, johon latauspiste voidaan sijoittaa, kuten kuvasta 12 nähdään.

Kuvassa autojen välissä olevan esteen oikealle puolelle voi tulla 22 kW:n latauspiste Hyundaille ja Renaultille ja esteen vasemmalle puolelle 2 x 22 kW:n latauspiste Citroenille ja Peugeotille.



Kuva 12. Latauspaikka esittelyautoille

Asiakasparkki on talon takana ja tieltä katsoen vasemmalla sivustalla. Asiakkaille määrätty 22 kW:n latauspiste tulee talon vasemmalle takakulmalle, joka näkyy kuvassa

13. Kulman taakse toiselle seinustalle voi tarvittaessa asentaa myöhemmin toisen latauspisteen lämmitintolpan paikalle.



Kuva 13. Kiinteistön takakulma

### 6.2.2 Myymälään

Myymälän Renaultin puolen luovutustilaan on asennettava toinen latausasemista. Myymälän toiseen päähän tulisi asentaa myös PSA:n kriteerit täyttävä latauspiste. Toisaalta luovutustapahtumaa voisi muuttaa siten, että kaikki ladattavat autot luovutetaan samasta paikasta, jolloin Renaultin ja PSA:n kriteerit saisi täytettyä yhdellä latauspisteellä. Hyundaiin kriteeri täyttyy joka tapauksessa, jos toinenkin edellä mainituista latauspisteskenaarioista toteutuu. Kuvassa 14 on tällä hetkellä Renaultin, Dacian ja Hyundaiin luovutusalue, jonka seinään latauspiste asennetaan.





Kuva 14. Luovutusalue

### 6.2.3 Korjaamoon

Korjaamon kiinteä laturi voitaisi sijoittaa korikorjaamon ja huollon väliseen tilaan, joka tällä hetkellä toimii hieman epämääräisenä korjaus-varastointitilana. Latauspisteen voi asentaa kuvassa 15 näkyvien autojen takana näkyvälle seinustalle tai mahdollisesti kuormaajan vasemmalle puolelle seinustalle, jolloin latauksessa olevaa autoa voi tarvittaessa siirtää pois edestä, jos vasemman puoleista nosturia tarvitaan käyttöön. Mikäli latauspiste asennetaan takaseinustalle, syö latauksessa oleva auto väkisinkin yhden nosturipaikan.



Kuva 15. Korjaamohalli

## 6.3 Malli

Valittava malli riippuu laitteen sijoituskohteesta.

### 6.3.1 Ulos

Ulos tulevien laitteiden tulee täyttää standardit ja valmistajien vaatimukset. Käytännössä laitteen on kyettävä 22 kW lataukseen sekä on täytettävä tarvittavat standardit muun muassa tiiveyden kannalta, sillä sääolosuhteet Suomessa ovat haastavat.

Ulos voitaisiin asentaa kaksi 3-vaiheiseen 22 kW:n lataukseen kykenevää latauspistettä, esimerkiksi Keba KeContact P30, b-sarja.

PSA:lle vaaditaan kahden pistokkeen latauspistettä, ja tähän tarpeeseen Defa eRange Duo -latauspiste olisi hyvä valinta.

### 6.3.2 Myymälään

Myymälään tulee kaikkiaan sijoittaa kaksi latauspistettä. Toisen, luovutustilaan tulevan tulee olla 22 kW:n tehoiseen lataukseen kykenevä, ja toinen liikkeeseen tuleva voi olla matalatehoisempi.

Myymälän luovutustilaan kuten uloskin asennettava latauspiste voisi olla Keba KeContact P30, b-sarja. Saman tuotteen sijoittaminen myymälään olisi olla järkevää, sillä sen voi kytkeä matalampitehoisiksi tarvittaessa. Näin ei turhaan kuormitettaisi kiinteistön sähköverkkoa, mutta tulevaisuudessa sen voisi tarvittaessa kytkeä korkeammallekin teholle.

### 6.3.3 Korjaamoon

Korjaamoon niin ikään asennettava 22 kW:n latausasema voi olla, kuten edellä, Keba.



Matkalatausjohtoina 3-vaiheinen voimavirtaan liitettävä Ratio Electricin johto täyttäisi 3-vaiheisen latauksen kriteerin ja 1-vaiheinen latausjohto voisi olla RAY:n matkalatausjohto, joka kykenee täyttämään 3,7 kW:n kriteerin. [15.]

#### 6.4 Kiinteistön sähköliittymä

Ennen asennusta on tarpeellista varmistaa, paljonko kiinteistön sähköliittymästä voidaan ottaa tehoa. Latauspisteiden tehontarve saattaa olla liikaa kiinteistön pääsulakkeille, jolloin vaihtoehto on selvittää edelleen, onko pääsulakekokoa mahdollista kasvattaa vai onko latauspisteillä oltava dynaaminen kuormanhallinta.

Kiinteistön huippukulutustiedot saatiin Vantaan Energialta. Kiinteistössä on kaukolämpö, joten talven kylmät ajat eivät huomattavasti kasvata sähkönkulutusta. Huippukulutustieto olisi hyvä ottaa pitkältä aikaväliltä, mutta Herttoniemen toimipiste on ollut Metroauton vasta heinäkuusta 2018 ja mittaustiedot ovat ajalta 1.12.2018–30.11.2019, joten aikaväli on täten tasan vuosi. Kulutus on dokumentoitu päivittäin tunnin välein. Kulutushuippu on laskettu 10:n eri sähkömittarin yhteen lasketusta kulutuksesta Excelin maksimikaavalla. Huippu on ollut maksimissaan 238 kWh eli tunnin aikana 238 kW. Keskiarvo kulutukselle on 108 kWh, mutta tähän vaikuttaa suuresti yöajan sekä viikonloppujen matala kulutus, jolloin korjaamo on kiinni. Esimerkiksi viikon 48 sähkönkulutuksen keskiarvo arkipäivinä kello 07–18 on 176,4 kWh, kun taas saman viikon kulutuksen kello 19–07 ja viikonlopun sähkönkulutuksen keskiarvo on 73,6 kWh.

Sähköliittymän pääsulakkeiden koko on 3 x 3 x 200 A, joten pääsulakkeet **kestävät** kokonaisuudessaan 414 kW:n tehon.

Liittymiskaapeli on kooltaan 3 x AXMK 4x185S eli kolme kappaletta AXMK 4x185S -kaapelia. Kiinteistön sähköliittymän kokoa ei voi enää kasvattaa, sillä Helen sallii kyseiselle liittymiskaapelille ainoastaan 200 A:n sulakkeet toisin, kuin esimerkiksi Vakka-Suomen Voima, joka sallisi peräti 250 A:n sulakkeet samalle liittymiskaapelille. [18, 19]

## 6.5 Asennus

Sähköliittymän maksimiteho on 414 kW, ja otettu huipputeho on ollut 238 kW. Tästä voi laskea, paljonko sähköjärjestelmää on varaa kasvattaa muuttamatta pääsulakkeiden kooka. Viimeisen vuoden huippukulutus on ollut 238 kW, ja sitä aikaisempi huippukulutus vuodelta 2016 on 235 kW, joten 240 kW:a voidaan pitää turvallisena kulutushuippuna. Kapasiteettia sähköjärjestelmässä on siis pääsulakkeiden kestämän maksimitehon ja sähköjärjestelmästä otetun huipputehon erotus eli 174 kW. Kaikkiaan asennetaan neljä 22 kW:n latauspistettä, yksi 2 x 22 kW:n latauspiste ja yksi 3,7 kW:n latauspiste. Näiden latauspisteiden olisi syytä olla samassa jakokeskuksessa irrallaan muista. Tällöin välttäisiin vikatilanteessa kiinteistön muiden sähkölaitteiden häiriöiltä. Myös latauspisteiden viemää tehoa olisi helpompi seurata. Nämä latauspisteet vaatisivat samaan aikaan täydellä teholla toimiessaan tehoa yhteensä 135,7 kW. Kiinteistön sähköliittymä on siis riittävä kaikkien latauspisteiden asennukseen jopa ilman erillistä kuormanhallintaa. Sähköliittymä ei ylikuormittuisi myöskään matkalatausjohtojen satunnaisesta käytöstä, sillä tehoreserviä jää vielä 38,5 kW.

Kuormanhallintaa ei tässä tilanteessa vaadita.

## 7 Yhteenveto

Työssä selvitettiin kriteerit ja vaatimukset sähköajoneuvojen latauspisteiden asennukseen Metroauton Herttoniemen-pisteelle. Tavoitteena oli selvittää standardit, jotka latauspisteiden on täytettävä, sekä mitä autotalon edustamat merkit vaativat niitä edustavilta liikkeiltä sekä huolloilta latauspisteiden suhteen.

Työtä tehtäessä haettiin tietoa hybrideistä sekä täyssähköautoista ja näiden latausvoista. Työssä selvitettiin standardeja, joita latauspisteisiin ja niiden asennukseen liittyy. Lisäksi haettiin vielä tiedot Metroauto Herttoniemen edustamien valmistajien maahan tuojilta, mistä saatiin merkkikohtaiset vaatimukset latauspisteille. Näiden tietojen pohjalta saatiin tietää, kuinka paljon kiinteistön sähköverkolta vaadittaisiin, jotta kriteerit täyttyisivät.

Työn tavoitteena oli tehdä kattava selvitys, minkälaisia latauspisteitä kiinteistöön pitää asentaa. Lisäksi oli selvitettävä, kuinka hyvin kiinteistön sähköverkko kestää pisteiden mukanaan tuoman tehon tarpeen.

Työtä tehtäessä huomattiin, että usean tehokkaan latauspisteen asennus kyseiseen kiinteistöön onnistuu, sillä kiinteistön sähköjärjestelmässä oli tehoreserviä tarpeeksi kattamaan latauspisteiden yhtäaikainen käyttö täydellä teholla. Oheista tapahtumaa tuskin tosielämässä tulee, mutta mitoitus on hyvä tehdä tämän hypoteettisen tilanteen pohjalta. Mikäli tehoreserviä ei olisi ollut tarpeeksi, olisi kuormanhallintaan liittyvät vaihtoehdot pitänyt kartoittaa tarkemmin.

Tulevaisuus tuo haasteita, sillä sähköautojen määrä tulee kasvamaan ja uudemmat autot tukevat tehokkaampia latauksia, mikä johtaa siihen, että valmistajien vaatimukset latauspisteiltä tulevat muuttumaan. Vaatimukset niin latauspaikkojen määrästä kuin niiden tehosta tulevat kasvamaan, mikä johtaa siihen, että kiinteistön sähköverkko ei kestä enää vaadittua tehon kasvua. Tämä vaatii joko sähköverkon uudistusta tai tarkkaa kuormanhallintaa, joka saattaa toisaalta osoittautua ongelmalliseksi, mikäli sähköautojen määrä kasvaa ja jokaista latauspisteellä olevaa autoa pitäisi saada ladattua tehokkaasti.

## Lähteet

- 1 Skoda kaasuhybridin verkkoinfo. Skoda. <<http://www.skoda.fi/mallisto/octavia/octavia-combi-g-tec/octavia-combi-g-tec-bi-fuel-technology>>. Luettu 12.11.2019.
- 2 ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2018. Verkkoinfo Oy. <<https://severi-sahkoinfo-fi.ezproxy.metropolia.fi/item/3937?search=sahkoauto>>. Luettu 21.10.2019.
- 3 SFS-/IEC-/EN -standardit. Verkkoinfo. Sesko. <[https://www.sesko.fi/standardit/sfs\\_iec\\_en-standardit](https://www.sesko.fi/standardit/sfs_iec_en-standardit)>. Luettu 23.10.2019.
- 4 Robert Bosch GmbH. 2014. Bosch Automotive Electrics and Automotive Electronics. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- 5 Sähköajoneuvojen lataussuositus 2019. Verkkoinfo. Sesko <[https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin\\_alueita/sahkoautot\\_ja\\_latausjarjestelmat/lataussuositus](https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_alueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus)>. Luettu 28.10.2019.
- 6 Garcia-Valle, Rodrigo; Peças Lopez, Joao A. 2013. Electric Vehicle Integration into Modern Power Networks. Springer-Verlag New York.
- 7 Davide, Andrea. 2010. Battery Management Systems for Large Lithium Ion Battery Packs. Artech House.
- 8 ST-41 Sähköautot ja latausjärjestelmät. 2019. Verkkoinfo Oy. <<https://severi-sahkoinfo-fi.ezproxy.metropolia.fi/item/7385?search=sahkoautot%20ja%20latausjarjestelmat>>. Luettu 21.10.2019.
- 9 Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. 2017. 478/2017.
- 10 ABL Sursum eMH-1. Verkkoinfo. 2018. Plugit <<https://plugit.fi/abl/>>. Luettu 12.11.2019.
- 11 ABL Sursum eMH-1. Verkkoinfo.Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/tuote/abl-sursum-emh1-latauslaite/>>. Luettu 12.11.2019.
- 12 Schneider Electric EVlink WallBox Plus. 2019. Verkkoinfo. Schneider Electric <[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Instruction+sheet&p\\_File\\_Name=PHA92084-02-FI.pdf&p\\_Doc\\_Ref=EVlink\\_Wall-box\\_Plus\\_rasiamalli](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Instruction+sheet&p_File_Name=PHA92084-02-FI.pdf&p_Doc_Ref=EVlink_Wall-box_Plus_rasiamalli)>. Luettu 12.11.2019.

- 13 Ratio Electric Home Box. Verkkoaineisto. Latausjohto. <[https://www.latausjohto.fi/epages/latausjohto.sf/fi\\_FI/?ObjectPath=/Shops/2019030704/Products/%2235347%203-vaihe%20type%202%20latauspiste%2011%20kW%22](https://www.latausjohto.fi/epages/latausjohto.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2019030704/Products/%2235347%203-vaihe%20type%202%20latauspiste%2011%20kW%22) > Luettu 13.11.2019.
- 14 Keba KeContact P30, b-sarja, Verkkaineisto. Plugit. <<https://kauppa.plugit.fi/pd/kotilataaminen/latauslaitteet/267/keba-kecontact-p30-b-sarja-type-2-pistorasiolla/>>. Luettu 14.11.2019.
- 15 RAY latausjohto. Verkkoaineisto. Kärkkäinen. <<https://www.karkkainen.com/verkkokauppa/ray-type2-230v-16a-schuko-sahkoauton-matkalatausjohto>>. Luettu 15.11.2019.
- 16 Renault koulutusmateriaali. Renault Academy. 2017. Luettu 13.11.2019.
- 17 Sähköauton esilämmitys. 2019. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi/blogi/nain-sahkoauto-toimii-talvella>>. Luettu 14.11.2019.
- 18 Helen Sähköverkko Oy:n alueella käytettävät liittymisjohdot. 2018. Verkkoaineisto. Helen Sähköverkko Oy. <[https://www.helensahkoverkko.fi/globalassets/hsv/palvelut/ohjeet/hsv-liittyma-liittymisjohdot-su20118\\_11.pdf](https://www.helensahkoverkko.fi/globalassets/hsv/palvelut/ohjeet/hsv-liittyma-liittymisjohdot-su20118_11.pdf)>. Luettu 27.01.2020
- 19 Liittymisjohdon sulake. Verkkoaineisto. Vakka-Suomen Voima. <[https://www.vsv.fi/sites/default/files/liittymisjohdon\\_sulake\\_051216.pdf](https://www.vsv.fi/sites/default/files/liittymisjohdon_sulake_051216.pdf)>. Luettu 27.01.2020

## Latauspisteiden teho vaatimukset

Latausvaatimukset on kirjattu Exceliin hahmottamisen helpottamiseksi. Taulukossa on valmistajan teho vaatimus kullekin sijoituspaikalle. Vihreä solu merkitsee toteutuvaa latauspisteen tehoa, sillä se kattaa myös keltaisella merkityn vaatimuksen. Oranssi merkitsee tulevaisuuden vaatimuksia, eikä sitä ole tarpeen ottaa huomioon vielä, sillä sen täyttäminen tulee vaatimaan todennäköisesti muutoksia sähköjärjestelmään. Oikeassa laidassa on määrä, jota kutakin laitetta tulee kuhunkin sijoituspaikkaan ja minkä tehoinen kyseinen laite on.

	PSA <2023	PSA 2023<	Renault	Hyundai	Yhteensä	
Sisällä					Määrä	Malli
Korjaamo	22 kW (3x32A) AC	20/50 kW DC	22 kW (3x32A) AC	7,4 kW (1x32 A) AC	1	22 kW (3x32 A) AC
Luovutusalue		22 kW (3x32A) AC	22 kW (3x32A) AC	7,4 kW (1x32 A) AC	1	22 kW (3x32 A) AC
Valmistelualue	22 kW (3x32A) AC	22 kW (3x32A) AC			1	22 kW (3x32 A) AC
Myymäla			3,7 kW (1x16 A) AC		1	3,7 kW (1x16 A) AC
Ulkona						
Asiakaspalvelus		2x22 kW (3x32A) AC	22 kW (3x32A) AC	7,4 kW (1x32 A) AC	1	22 kW (3x32 A) AC
Esittelyautopaikotus	2x22 kW (3x32A) AC	2x22 kW (3x32A) AC	22 kW (3x32A) AC		1,1	22 kW (3x32 A) AC, 2x22 kW (2x3x32A)
Sijaisautopaikotus		22 kW (3x32A) AC			1	22 kW (3x32 A) AC