

Mika Aalto

Sähköautojen latauspisteet kerrostalorakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusalan työnjohto (AMK)

Rakennustekniikka

Mestarityö

15.3.2018

Tekijä Otsikko	Mika Aalto Sähköautojen latauspisteet kerrostalorakentamisessa
Sivumäärä Aika	40 sivua 15.3.2018
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	Lehtori Kimmo Sani Työpäällikkö Matti Leimi
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä tutkielma Rakennusliike Lapti Oy:lle sähköautojen latauspisteistä kerrostalokohteissa sekä löytää kustannustehokkaita toteutuksia latausjärjestelmille. Opinnäytetyössä syvennyttiin sähköautojen latausjärjestelmiin sekä niiden toteutuksiin uudisrakennuskohteissa. Lisäksi kerrottiin tarkemmin sähköautoista & ladatavasta hybridi-autoista ja niiden käyttökustannuksista sekä vertaillaan sähkö- ja polttomoottoriajoneuvojen eroja.</p> <p>Ensimmäistä sähköautoa ajettiin jo 1830-luvulla Skotlannissa, joten sähköautot eivät ole uusi keksintö. Toisaalta sähköautojen nykyaikaiset latausjärjestelmät, ovat sen sijaan monelle uutta. Niiden suunnittelu ja toteutus ovat Suomessa vielä vähäistä, jonka takia tiedon- saanti suomeksi on haastavaa. Saatavilla olevat tiedot ovat hajanaisia faktoja ja ristiriitaisia tietoja on yllättävän paljon. Tämän lisäksi tekniikka kehittyy erittäin nopeasti ja lait sekä sää- dökset muuttuvat, joka aiheuttaa haasteita sähköautojen latauspisteiden suunnittelulle.</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena on helpottaa sähköautojen latauspisteiden valitsemista tulevilla uudisrakentamiskohteissa. Tulevaisuudessa tullaan vaatimaan kaikkien uudisrakentalojen parkkipaikoille määrittelemätön määrä sähköautojen latauspisteitä.</p> <p>Tuloksena saatiin 7 kappaleen latausjärjestelmälle kustannustehokkain ratkaisu Rakennus- liike Lapti Oy:n Asunto Oy Espoon Loisto -kohteeseen sekä kerättyä tietoa eri latausjärjes- telmä tyypeistä yhteen pakettiin. Lisäksi tehtiin vertailuja sähköauton ja polttomoottoriauton välisistä eduista ja haitoista.</p>	
Avainsanat	sähköauton latausjärjestelmät, toteutus, kustannukset, sähkö- ajoneuvot, sähköautojen vertailut, älylataus

Author Title Number of Pages Date	Mika Aalto Implementing Electric Vehicle Charging Points in Apartment Building Projects 40 pages 15 March 2018
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	Construction Site Management
Instructors	Matti Leimi, Project Manager Kimmo Sani, Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to research electric vehicle charging points and economical ways to implement those in apartment building projects. The study was commissioned by Rakennusliike Lapti Oy.</p> <p>The main focus of the thesis is to summarize the different charging systems available for electric vehicles and research how to implement them in new apartment building projects. The thesis first examines vehicles that use electric motors, either in full or in part, as propulsion. This includes pure electrics and plug-in hybrids. The operating costs of electric vehicles and the differences between internal combustion engine powered vehicles and electric vehicles are compared at the end of the thesis.</p> <p>The first electric vehicle was driven already in 1830s in Scotland, therefore electric vehicles are definitely not a new invention. The modern charging systems on the other hand are not well known to many and the design and implementation of these systems are still in their early stages in Finland – this made finding relevant information in Finnish quite hard. The information found was often contradictory and consisted of random facts. The electric vehicle charging technology and the regulations for electric vehicles are developing in a fast pace, which was another major challenge to overcome.</p> <p>The study aims to make choosing an electric vehicle charging station for a new apartment building project easier. In near future every new apartment building project will be required to build a certain number of charging stations for electric vehicles.</p> <p>As a result, the study identifies the most economical 7 car electric vehicle charging system for the Asunto-osakeyhtiö (condominium) Espoon Loisto, being built by Rakennusliike Lapti Oy. The study also presents a summary of different charging systems used for electric vehicles as well as a comparison of the advantages and disadvantages between internal combustion engine powered vehicles and electric vehicles.</p>	
Keywords	Electric vehicles, Electric vehicle charging systems, Implementation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähkö- ja hybridautot	2
2.1	Sähköautot (EV)	4
2.2	Ladattavat hybridisähköautot (PHEV)	4
3	Latausjärjestelmät	6
3.1	Lataustapa 1	6
3.2	Lataustapa 2	7
3.3	Lataustapa 3	8
3.4	Lataustapa 4	9
3.5	Latauspistokkeet	11
3.6	Älylataus	14
3.7	Kuormanhallinta	16
4	Sähköauton latauspaikkojen toteutus	18
4.1	Kartoitus	18
4.2	Latausjärjestelmien vaatimukset	18
4.3	Toteutus mahdollisuuksia uudiskerrostalorakentamisessa	20
4.4	Kustannukset	28
4.4.1	Sähköliittymä	28
4.4.2	Sähkökeskuksen mitoitus	28
4.4.3	Kaapeloinnit	29
4.4.4	Latauslaitteet	30
4.5	Sähköautojen käyttökustannukset ja latausajat	31
5	Sähköajoneuvon ja polttomoottoriajoneuvon vertailut	33
6	Tulevaisuuden näkymät	37
7	Yhteenveto	39
	Lähteet	41

Lyhenteet ja käsitteet

EV = Electric vehicle, englanninkielinen lyhenne sähköautosta

Hakuriteholähde = yleisesti käytetty jännitemuunninperiaate, joka perustuu sähkömagneettiseen induktioon

Latausjärjestelmä = kokonaisuus, joka sisältää latauskeskuksen ja latauspisteet

Latauskeskus / latausasema = pää- / ryhmäkeskus, joka sisältää sähköajoneuvojen lataukseen tarvittavat laitteistot

Latauspiste = Latauslaite, jolla ladataan sähköajoneuvoja

NFC = Near Field Communication, tarkoittaa laitteiden tunnistamiseen ja tiedonsiirtoon tarkoitettua välinettä

OCCP = Open Charge Point Protocol

PHEV = plug-in hybrid electric vehicle, englanninkielinen lyhenne ladattavasta hybridiautosta

RFID-lukija = radio frequency identification, radiotaajuinen etätunnistus on menetelmä tiedon etälukuun ja -tallentamiseen

Schuko-pistorasia = Normaali kotitalouspistorasia

Tasasuuntaaja = tarkoittaa laitetta, joka muuttaa vaihtovirran tasavirraksi.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Rakennusliike Lapti Oy:lle kustannustehokkaimpia ratkaisuja sähköautojen latauspisteistä uudiskerrostalo rakentamisessa. Aihe on ajankohtainen ja monelle tuntematon asia. Yrityksellä on meneillään kohde johon tulee 7 kappaletta latauspisteitä. Sen takia valikoitiin opinnäytetyöksi tämä aihe.

Lapti Group on suomalainen rakennus- ja talotekniikka-alan konserni. Toiminta keskittyy asunto- ja palvelutilarakentamisen sekä talotekniikkasuunnitteluun ja projektitoteutuksiin eri rakennuttajille. Rakennusliike Lapti Oy rakentaa pääosan hankkeita perustajaurakointina sekä KVR-mallilla (kokonaisvastuurakentaminen) suunnittele ja toteuta -mallilla sekä tekee kiinteistökehitystä lisä- ja täydennysrakentamisesta aina uusien yritys- ja asuinalueiden kehittämiseen. Konsernin palveluksessa on noin. 670 henkilöä.

Rakennusliike Lapti perustettiin vuonna 1990, jolloin se oli nimellä Lappli-Tieto Oy. Toiminta oli silloin rakennusalan konsultointia ja pientalojen rakentamista. Vuonna 2008 rakennusliike Laptin toiminta käynnistyi rakennusliikkeenä ja yrityksen nimi muutettiin muotoon rakennusliike Lapti Oy. Vuonna 2010 asuntotuotanto laajenee voimakkaammin rivija kerrostaloihin uusien aluetoimistojen myötä ja Nuotek Oy siirtyi osaksi Lapti-konsernia. Vuonna 2011 Terawatt siirtyi osaksi Lapti-konsernia ja 2013 Lapti siirtyi osaksi Kastelli-konsernia. Vuonna 2018 Lapti Group eriytyi Kastelli-konsernista erilliseksi rakennus- ja talotekniikkakonserniksi. Lapti Group:n kuuluvat Rakennusliike Lapti Oy sekä talotekniikan yritykset Nuotek Oy ja Terawatt Oy. Talotekniikkayhtiöt aloittivat yhdistysprosessin vuoden 2018 alussa ja samalla otettiin käyttöön yhteinen markkinointinimi Laptitec.

Tässä työssä kerrotaan sähköajoneuvoista yleistietoa. Työn ulkopuolelle jätetään ei-ladattavat hybridautot, koska niitä ei ladata ulkoisesta lähteestä. Syvennytään sähköajoneuvojen eri latausjärjestelmiin, joita on neljää erilaista tyyppiä sekä kerrotaan eri latauspistokkeista. Kerrotaan alusta loppuun sähköajoneuvojen latauspaikkojen toteutus uudiskerrostalo kohteissa. Työnulkopuolelle jätetään sähkötekniillinen osa. Yrityksellä on meneillään kohde nimeltä Asunto Oy Espoon Loisto, johon tulee 7 kappaletta latauspisteitä. Tälle 7 kpl latausjärjestelmälle lasketaan kustannukset. Vertaillaan sähkö- ja polttomootoriajoneuvojen eroja ja sähköajoneuvojen latausaikoja sekä niiden sähkönkulutusta. Lopuksi vielä pohditaan tulevaisuuden näkymiä sähköajoneuvojen latauspisteistä.

Tutkimusmenetelminä käytetään internetiä sekä eri kirjallisuuslähteitä. Yrityksen puolelta saadaan vanhoista kohteista hintoja ja toteutustapoja sekä eri laitetoimittajien haastatteluita ja tarjouspyynnöistä saadaan lisätietoa sähköajoneuvojen latauspisteistä.

2 Sähkö- ja hybridautot

Sähköautojen historia ulottuu jo 1830-luvulle, jolloin ne olivat ensimmäisiä käyttöön otettuja autoja. Sähköautot olivat suosituimpia 1900-luvun alkupuolelle asti, koska sähköauto käynnistyi helposti, kun polttomoottoriautot täytyi veivata kammella käyntiin. Sähköauto oli polttomoottoriautoihin verrattuna hiljainen, siisti sekä sen ajaminen oli helpompaa. Rajallinen ajomatkakaan ei ollut suuri ongelma, koska välimatkat olivat yleensä lyhyitä. Ensimmäinen sadan kilometrin tuntinopeus rikottiin vuonna 1899 ranskalaisella sähköautolla.

Sähköautojen alamäelle suurin yksittäinen tekijä oli Henry Ford. Ford oli 1900-luvun alkupuolella hyvin kiinnostunut sähköautoista ja myös osti niitä. Vuonna 1903 perustettu Ford-yhtiö kuitenkin päätti keskittyä polttomoottoriautoihin, ja vuonna 1908 esitelty T-malli muutti autoilun maailman.

Fordin kehittämä liukuhihnatuotanto laski auton hintaa. Vuonna 1912 Fordin T-malli maksoi 650 dollaria, kun sähköautosta sai pulittaa kaksinkertaisen hinnan. Myös vaivalloinen kampikäynnistys loppui, kun Charles Kettering keksi sähköisen starttimoottorin vuonna 1912. 1930-luvun loppuun mennessä sähköautojen tuotanto hiipui kokonaan. [1.]

1990-luvulla Kalifornian lainsäädäntö yritti lisätä sähköautojen käyttöä, mutta lakimuutokset peruttiin autonvalmistajien vaatimuksesta. Vasta 2000-luvulla alkoi uudelleen kiinnostus sähkö- ja hybridautoja kohtaan.

Suomen markkinoilla on tällä hetkellä täyssähkö- sekä hybridiajoneuvoja. Hybridiajoneuvot käyttävät kahta eri voimanlähdettä eli sähkö- ja polttomoottoria. Sähköautoja on tällä hetkellä (31.12.2017) Suomessa rekisteröity tieliikennekäyttöön 1 449 kpl ja hybridiautoja 5 729 kpl. [Taulukko 1.] Hybridiautot ovat vielä suosittumia kuin sähköautot, koska niiden toimintasäde ei lopu akustojen tyhjentäessä vaan ne voivat tämän jälkeen käyttää polttomoottoria.

Taulukko 1. Sähkö- ja hybridiautot Suomessa 31.12.2017 [11.],[12.]

MERKKI	LKM	MERKKI JA MALLI	LKM
		TESLA MOTORS	600
	655	MERCEDES-BENZ GLC 350 E	529
		VOLVO XC90 PLUG-IN HYBRID	458
NISSAN	407	VOLKSWAGEN PASSAT GTE	436
		OPEL AMPERA	407
VOLKSWAGEN	73	VOLVO V60 PLUG-IN HYBRID	268
RENAULT	65	TOYOTA PRIUS PLUG-IN HYBRID	259
		BMW 330E	256
BMW	61	AUDI Q7 E-TRON	238
		VOLVO XC60 PLUG-IN HYBRID	211
HYUNDAI	57	PORSCHE CAYENNE S E-HYBRID	210
MERCEDES-BENZ	33	BMW X5	209
		VOLKSWAGEN GOLF GTE	204
CITROEN	23	BMW 530E	186
		BMW 225XE	185
THINK	16	AUDI A3 E-TRON	135
PEUGEOT	16	MERCEDES-BENZ C 350 E	126
		MERCEDES-BENZ GLE 500 E	107
MITSUBISHI	12	VOLVO V90 PLUG-IN HYBRID	105
		PORSCHE PANAMERA S E-HYBRID	80
KIA	10	BMW I3	80
		KIA OPTIMA PLUG-IN HYBRID	80
FORD	5	PORSCHE PANAMERA 4 E-HYBRID	58
FIAT	4	BMW 740E/LE	50
		MERCEDES-BENZ S500 PLUG-IN HYBRID	48
SMART	4	MERCEDES-BENZ E 350 E	47
		MINI COOPER SE	35
TOYOTA	3	KIA NIRO PLUG-IN HYBRID	34
		BMW I8	31
MICRO-VETT	2	CHEVROLET VOLT	25
OMAVALMISTE	1	VOLVO S90 PLUG-IN HYBRID	18
		HYUNDAI IONIQ PLUG-IN HYBRID	7
SAAB	1	FISKER KARMA	3
		MERCEDES-BENZ C 350 H	2
PORSCHE	1	PORSCHE 918 SPYDER	1
		FORD FUSION	1
YHTEENSÄ	1 449	YHTEENSÄ	5 729

2.1 Sähköautot (EV)

Sähköautossa ei ole lainkaan polttomoottoria, vaan kaikki auton käyttämä energia on sähköenergiaa, jota ladataan auton akustoihin sähköverkosta. Sähköautolla ajaminen Suomessa on huomattavasti vähäpäästöisempää kuin polttomoottorilla toimivat ajoneuvot. Sähkömoottori ei tuota pakokaasuja. Minkä seurauksena sähköauton hiilidioksidipäästöt sähkötuotantohuomioiden ovat keskimääräistä alhaisemmat kuin polttomoottoriautoissa. Tästä syystä sähköautojen omistajat saavat etua ajoneuvoverotuksessa.

Sähköautojen toimintamatka yhdellä latauksella on n. 50–500 kilometriin. Toimintamataan vaikuttaa akuston koko, ajoneuvon kokonaispaino, ajonopeus, ulkoilmanlämpötila sekä renkaat. Akustojen koot vaihtelevat auton merkin ja mallin mukaan (esim. Nissan Leaf vm.2015 24 kWh, Tesla Model S 100kWh).

Sähköautojen etuina toimivat sen huoltovapaus, koska käytännössä sähkömoottoreita ei tarvitse huoltaa. Ainoastaan kulutusosat vaativat huoltotoimenpiteitä. [2.]

2.2 Ladattavat hybridisähköautot (PHEV)

Hybridiautoissa käytetään kahta eri voimanlähdettä. Ne voivat kulkea joko polttomoottorilla (benssiini tai diesel), sähkömoottorilla tai molemmilla samanaikaisesti. Yleisesti ottaen liikkeellelähdöt ja hidas ajo toimivat sähkömoottorilla. Hybridiautoissa pärjätään pienemmällä polttomoottorilla sähkömoottorin ansiosta. Ladattava hybridiauto hyödyntää jarrutus- ja hukkaenergian täysmääräisesti, jonka ansiosta sillä on suuri vaikutus kokonaiskulutukseen sekä päästöihin. Ladattavalla hybridillä kokonaistoimintamatka on 650–1000 kilometrin väliltä, riippuen automallista. Pelkällä sähkömoottorin käytöllä ajokilometrit ovat n.25–100 kilometriä. Akustojen koot ovat 8-15 kWh väliltä. Ladattavat hybridiautot ovat älykkäitä, jonka ansiosta ne hoitavat eri ajomoodien vaihdot automaattisesti tai kuljettaja voi itse halutessaan ohjata manuaalisesti.

Ladattavia hybridiautoja on kolmea erilaista tyyppiä: sarjahybridi, rinnakkaishybridi tai näiden yhdistelmä. Sarjahybridissä pääasiallinen käyttövoima tuotetaan sähkömoottorilla. Sähkömoottoria puolestaan ladataan polttomoottorigeneraattorilla. Käytännössä polttomoottori tukee sähkömoottoria, jolloin saadaan laajennettu toimintasäde.

Rinnakkaishybridissä käyttövoiman lähteenä toimivat sähkö- sekä polttomoottori. Automalleista riippuen moottoreista toinen tai molemmat yhtäaikaisesti liikuttavat autoa. Nelivetoiset autot ovat tyypillisesti rinnakkaishybridejä, jossa voima välittyy etuakselille polttomoottorista mekaanisella voimansiirrolla. Taka-akselille voima välitetään sähkömoottorista sähköisesti. Nämä tekevät yhdessä autosta nelivetoisen. Ajettaessa polttomoottorilla auto on etuvetoinen ja sähkömoottorilla auto on takavetoinen. [3. s.12.]

3 Latausjärjestelmät

Sähköautojen lataukseen tarkoitettavat lataustavat on määritelty standardissa EN 61851-1. Lataustavat voidaan luokitella neljään erilaiseen tapaan, joista Suomeen ensisijaisesti suositellut lataustavat ovat lataustapa 3 ja 4. Lataustavat määräytyvät virran, jännitteen sekä lataustavan mukaan.

3.1 Lataustapa 1

Sähköajoneuvon lataus tapahtuu vaihtosähkönsyötöllä, joka saa olla korkeintaan mitoitusvirraltaan 16 A ja syöttöjännitteeltään 250 V yksivaiheista standardin SFS 5610 tai enintään 480 V kolmivaiheista standardin SFS-EN 60309-3 mukaista pistorasiaa. Pistorasiana käytetään Schuko-pistorasiaa tai normaalia kolmivaiheista pistorasiaa. [4.]

Lataustapa 1 on suunniteltu kevyiden ja pienikokoisten sähköajoneuvojen lataamiseen. Tähän kuuluvat sähköpolkupyörät, skootterit sekä ruohonleikkurit, joita ladataan latauskaapelilla normaalista kotipistorasiasta. Tämä lataustapa ei sovellu pitkäaikaiseen lataamiseen, koska latauskaapeli sekä liitin kuumenevat käytössä. Latausvirta on rajoitettava 8 A. [5.] Kuvassa 1 ladataan Schuko-pistorasiasta sähköskootteria lataustavalla 1.



Kuva 1. Lataustapa 1 [13.]

3.2 Lataustapa 2

Sähköajoneuvon lataus vaihtosähkönsyötöllä saa olla enintään mitoitusvirraltaan 32 A ja syöttöjännitteeltään 250 V standardin SFS 5610 yksivaiheista tai 480 V kolmivaiheista standardin SFS-EN 60309-3 mukaista pistorasiaa. Hitaassa latauksessa lataustehot ovat yleisesti ottaen alle 2kW, kun käytetään standardin SFS 5610 kotitalouspistorasiaa. Lataustavassa kaksi ladataan sähköajoneuvoa normaalista kotipistorasiasta, mutta latauskaapelissa on latausvirranrajoitin. Sähköajoneuvon lataus tapahtuu samanlaisesti kuin lataustapa 1.

Latauskaapeli toimitetaan yleensä ladattavan sähköajoneuvon mukana. Kaapelissa ei kuitenkaan yleensä ole vikavirtasuojaa, joka ennaltaehkäisee mahdollisia ongelmatilanteita. Auton mukana tuleva tilapäislatauslaite (kaapeli) on tarkoitettu vain tilapäiseen hitaaseen lataukseen, joka on varustettu virtaa rajoittavalla ohjauslaitteella. Sähköajoneuvon tilapäisessä latauksessa on latausvirta rajoitettava 8 ampeeriin. [5.] Kuvassa 2 ladataan sähkökäyttöistä Mercedes-Benz merkistä autoa kodin pistorasiasta.



Kuva 2. Lataustapa 2 [14.]

3.3 Lataustapa 3

Lataustapa 3 ladataan sähköajoneuvoa kiinteästä latauslaitteesta. Tämä on varsinainen ja pääasiallinen lataustapa, joka on suunniteltu. Latauksessa käytetään vaihtovirtaa, jota syötetään kiinteästä latauslaitteesta sähköajoneuvoon. Syöttövirta on 6 A – 63 A väliltä, jolloin saavutetaan lataustehoksi 1,4 kW – 43 kW. Sähköajoneuvon ja latauslaitteen väliseen liittämiseen käytetään sähköajoneuvolle tarkoitettua standardin EN 62196-2 mukaista kolmivaihteista pistorasiaa.

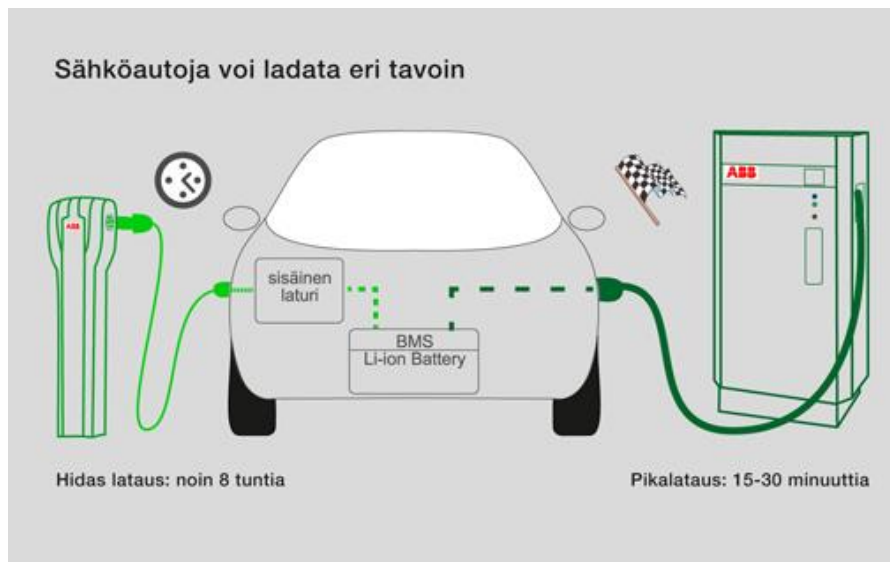
Kiinteä latauslaite mahdollistaa tiedonsiirron latauslaitteen ja sähköajoneuvon välille. Tällä pystytään ohjaamaan kuormitusta eri latauspisteiden välillä sekä pystytään rajoittamaan syöttövirtaa sähköajoneuvolle. Tiedonsiirtoväylän avulla pystytään varmistamaan oikea kytketyminen sähköajoneuvon ja latauslaitteen välille. [4.] Lisäksi pystytään ohjaamaan sähköajoneuvon lataus yöaikaan, jolloin sähkön hinta yleisesti ottaen on alimmillaan. Tämä vähentää sähköverkon kuormitusta päivällä, milloin kulutus on suurimmillaan. Kuvassa 3 ladataan sähköajoneuvoa lataustapa 3 mukaisesti.



Kuva 3. Lataustapa 3

3.4 Lataustapa 4

Lataustapa 4 on pika- / teholatausta, jolla syötetään tasasähköä latauslaitteesta sähköajoneuvoon. Eroa muihin lataustyyppeihin nähden on se, että sähköä syötetään ajoneuvoon tasavirralla eikä vaihtovirralla. Muissa lataustavoissa sähköä syötetään vaihtovirralla, jossa autonsisäinen tasasuuntaaja muuttaa vaihtovirran tasavirraksi. Pikalatauksessa tasasuuntaaja on latauslaitteessa ja syöttää suoraan sähköajoneuvoon tasavirtaa. Ajoneuvon oma laturi voidaan tällöin ohittaa, ja siksi lataus onkin nopeampaa. Sähköajoneuvoon syötettävä latausvirran teho on 22-50 kW. Tällöin saavutetaan n.30 minuutissa yleisimpien sähköajoneuvojen akkujen varaustasot 80 %. [4.] Kuvassa 4 havainnollistetaan vaihtovirta- ja tasavirtalatauksen ero. Vaihtovirtalataus on esitetty kuvan vasemmalla puolella ja tasavirtalataus oikealla puolella.



Kuva 4. Vaihtovirta- ja tasavirtalataamisen erot [15.]

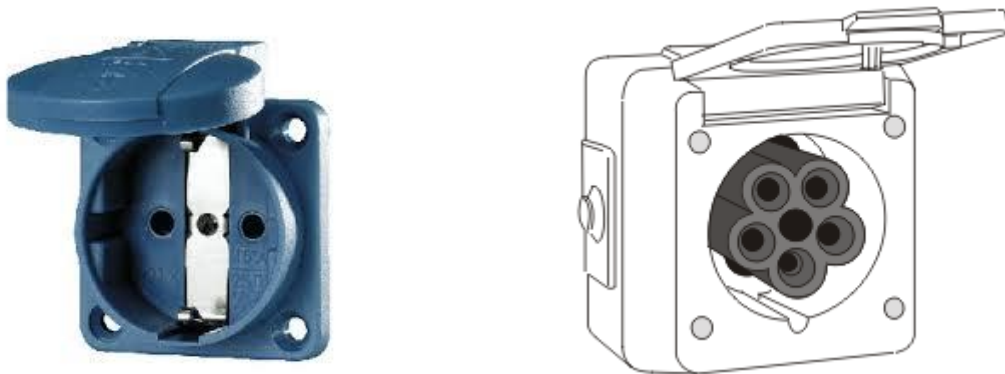
Pika- / tehollatausasemia löytyy huoltoasemilta isojen teiden varsilta sekä suurimmista kaupungeista. Näitä latausasemia ei yleisesti ottaen löydy muualta, koska niiden hinnat ovat huomattavasti suurempia (puhutaan kymmenistä tuhansista euroista) kuin lataustapa 3 latauslaitteista. [5.] Kuvassa 5 ladataan sähköajoneuvoa tasavirralla lataustapa 4 mukaisesti.



Kuva 5. Lataustapa 4

3.5 Latauspistokkeet

Lataustavoissa 1 ja 2 voidaan käyttää kahta erilaista pistorasiatyyppeä. Ensimmäinen pistorasiatyyppeä on standardin SFS-EN 60309-2 mukainen teollisuuspistorasia ja toinen on standardin SFS 5610 mukainen normaali maadoitettu kotitalouspistorasia. Kuvassa 6 nähdään vasemmalla puolella kotitalouspistorasia ja oikealla puolella teollisuuspistorasia. Sähköajoneuvon ottama pitkäaikainen latausvirta kotitalouspistorasiasta täytyy rajoittaa 8 A:iin, koska ne eivät sovellu sähköajoneuvon pitkäaikaiseen lataamiseen. [4.]



Kuva 6. Kotitalouspistorasia ja teollisuuspistorasia

Lataustavassa 3 on kolme erilaista latauspistoketta. Kuvassa 7 on tyypin 1 latauspistoke, joka on käytössä pääasiassa yhdysvaltalaisissa ja japanilaisissa ladattavissa sähköajoneuvoissa. [7. s.3] Tämä latauspistoketyyppi on aina yksivaiheinen ja mahdollistaa vaihtovirtalatauksen 80 ampeeriin saakka. Tyypin 1 liitintä kutsutaan myös nimellä Yazaki tai SAE J1772. [6.]



Kuva 7. Yazaki-tyypin 1 latauspistoke ja pistorasia [6.]

Kuvassa 8 on tyypin 2 latauspistoke, jota käyttää eurooppalaiset autonvalmistajat ladattavissa sähköajoneuvoissa. Alkujaan se oli saksalaisten, nykyisin myös italialaisten ja ranskalaisten käyttämä pistoketyyppi. Latauspistoketyyppi 2 voidaan kytkeä, joko yksivaiheisena tai kolmivaiheisena. Yksivaiheisena suurin mahdollinen vaihtovirtalataus on 70 A ja kolmivaiheisena 63 A. Latauspistoketyyppi myös tunnetaan nimeltä Mennekes. [7. s.3.]



Kuva 8. Mennekes-tyypin 2 latauspistoke ja pistorasia [6.]

Tyypin 3 latauspistoke on ranskalaisten kehittämä vastine tyypin 1 ja 2 latauspistokkeelle. Tyypin 3 latauspistoketta ei käytetä oikeastaan muualla kuin Ranskassa. Tyypin 3 latauspistokkeen etuna on kiinteä suojaläppä, mutta liittimien rakenne vaihtelee latausvirran ja käytettyjen vaiheiden määrästä riippuen. [8. s.29.] Latauspistoketyyppi 3 voidaan kytkeä, joko yksivaiheisena tai kolmivaiheisena. Yksivaiheisena suurin mahdollinen vaihtovirtalataus on 32 A ja kolmivaiheisena 63 A. Latauspistoketyyppi myös tunnetaan nimeltä Scame. [7. s.3.] Kuvassa 9 nähdään tyypin 3 erilaisia pistorasioita ja latauspistokkeita.



Kuva 9. Scame-tyypin 3 latauspistokkeita ja pistorasioita

Lataustavassa 4 käytetään CHAdeMO- tai CCS-standardin mukaista liitintä. CHAdeMO-latausliittimellä ladataan sähköajoneuvoa tasavirralla, jonka maksimi teho voi olla jopa 63kW. Kuvan 10 mukaisia CHAdeMO-latauspistoketta käytetään pääsääntöisesti japanilaisissa autoissa, kuten Nissan ja Mitsubishi. [6.]








Kuva 10. CHAdeMO-latauspistoke ja pistorasia [6.]

CCS, eli Combined Charging System (Combo) -latauspistokkeella ladataan myös tasavirralla ja sillä pystytään saavuttamaan jopa 125 kW teho. CCS Combo -liittimiä käytetään saksalaisissa autoissa, kuten Volkswagen ja BMW. [6.] Kuvassa 11 nähdään CCS-latauspistoke ja pistorasia.



Kuva 11. CCS-latauspistoke ja pistorasia [6.]

YHTEENVETO LATAUSPISTEIDEN OMINAISUUKSISTA JA TERMEISTÄ					
Lataus kuluttajan kannalta	Pistoketyyppi	Latausvirta, Vaihelukumäärä	Lataus-teho	Tekninen nimi (SFS 6000-7-722)	Lyhyt nimi, kaupan nimi
<p>Hidaslataus</p> <p>Muita nimiä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kotilataus - Tilapäinen lataus - Rajoitettu lataus - Siirtymäajan lataus - Slow Charging 	<ul style="list-style-type: none"> - Kotitalouspistoke - Schuko - CEE 7 / 4 - IEC 60884 (SFS 5610) - Domestic socket 	<p>Liitäntäkaapelin ohjauksetelo rajoittaa latausvirtaa, 6 – 10 A. Pitkäaikaisessa latauksessa suositus alle 8 A.</p>	<p>1300 W 1800 W 2300 W</p>	<p>Lataustapa 2 Mode 2</p>	<p>Lataus käyttäen kotitalouspistorasiaa ja auton mukana toimitettua kotilataukseen tarkoitettua kaapelia ohjaukseteloiin.</p>
<p>Peruslataus</p> <p>Muita nimiä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Normaali lataus - Julkinen peruslataus - Semi Fast Charging 	<ul style="list-style-type: none"> - 62196-2 Type 2 - "Mennekes" 	<p>0 - 16 A, 1~ 0 - 32A, 3~ Myös 2~</p>	<p>3600 W, 20 kW asti</p>	<p>Lataustapa 3 Mode 3</p>	<p>Lataus käyttäen varsinaista sähköauton lataukseen tarkoitettua pistoketta.</p>
<p>Kotilataus latausasemasta</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 62196-2 Type 1 tai - 62196-2 Type 2 	<p>0 - 16 A, 1~ 0 - 32A, 3~ Myös 2~</p>	<p>3400 W 3600 W 20 kW asti</p>	<p>Lataustapa 3 Mode 3</p>	<p>Lataus käyttäen kiinteällä johdolla varustettua kiinteästi asennettua kotilatausasemaa</p>
<p>Pikalataus</p> <p>Muita nimiä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teholataus - Julkinen tehollataus - Fast charging 	<ul style="list-style-type: none"> - "Chademo" - 62196-3 Combo  	<p>Tasavirta</p>	<p>22 kW- 50 kW-</p>	<p>Lataustapa 4 Mode 4</p>	<p>Lataus käyttäen auton ulkopuolista tasavirtalaturia.</p>

Kuva 12. Yhteenveto latauspisteiden ominaisuuksista ja termeistä [16.]

3.6 Älylataus

Älylatauksella tarkoitetaan latausjärjestelmää, jossa sähköajoneuvo ja latauslaite kommunikoivat keskenään tietoliikenneyhteyden kautta sekä mahdollistaa tietoliikenneyhteyden latauslaitteen ja latauspalveluntuottajan välille. Tällä pystytään mahdollistamaan

lataustapahtuman reaaliaikaisen ohjauksen ilman, että lataustapahtuma katkeaa. Yksinkertaisesti älylataus tarkoittaa älykästä latauslaitetta, jolla pystytään seuraamaan, ohjaamaan ja rajaamaan latauslaitteen toimintaa.

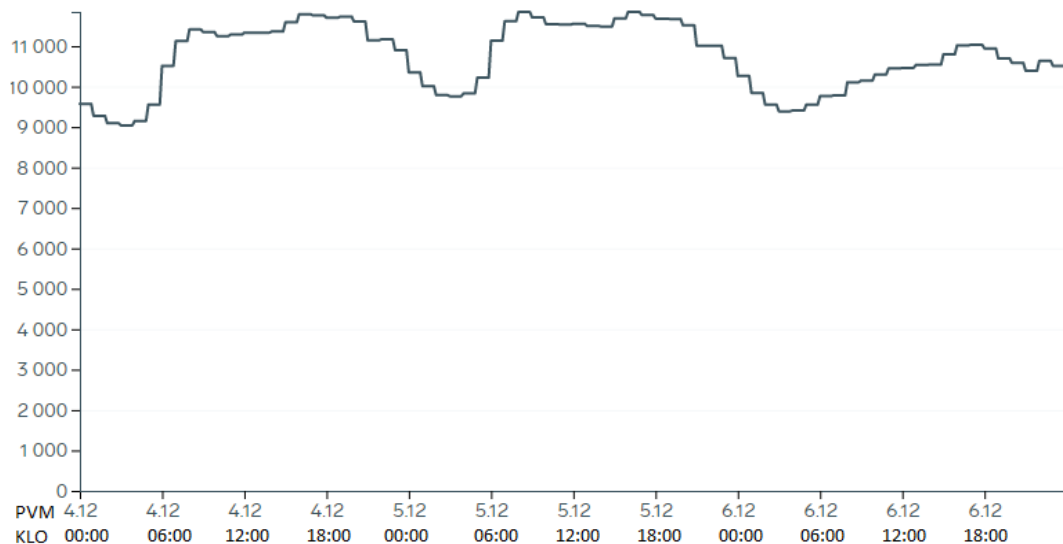
Älylatauksen avulla voidaan tehdä kuormanhallintaa, jos kiinteistössä on useita latauspisteitä. Kuormanhallinnasta kerrotaan lisää luvussa 3.7. Sähköajoneuvon latauksen turvallisuus nousee huomattavasti, koska älylatauksella laite ja ajoneuvo kommunikoivat keskenään. Laite tunnistaa ajoneuvon, kun se on kytketty laitteeseen ja ilmoittaa onko latauskaapeli liitetty oikein ajoneuvoon. [9.]

Älylatauksella pystytään talonyhtiössä kohdistamaan sähköajoneuvon latauksesta syntyvät kulut suoraan käyttäjälle. Tällöin vältetään ylimääräisiltä riidoilta talonyhtiön sisällä. Käyttäjä joutuu leimaamaan itsensä latauslaitteeseen RFID- (kuva 13) tai NFC-tunnisteen avulla. Tällöin latauslaitteesta ilmoittama leimaus kirjautuu latauspalveluun ja sen kautta kohdistetaan sähkönkulutukset suoraan käyttäjälle. [9.]



Kuva 13. Latauslaitteeseen leimattava RFID-lukija

Sähköajoneuvon lataus voidaan älylatauksen avulla ajoittaa silloin kun sähkön hinta on alhaisimmillaan. Kuvassa 14 nähdään sähkötulo Suomessa, jonka kulutushuippu painottuu päiväsaikaan ja yöaikaan se on alimmillaan. Tämä on hyvä sähköajoneuvon käyttäjälle, koska pääsääntöisesti sähköajoneuvoja käytetään päiväsaikaan ja yöaikaan niitä ladataan. Älylatauksella voidaan ajoittaa lataus vasta yöllä lähtemään käyntiin vaikka se olisi kytketty latausverkkoon jo aikaisemmin.



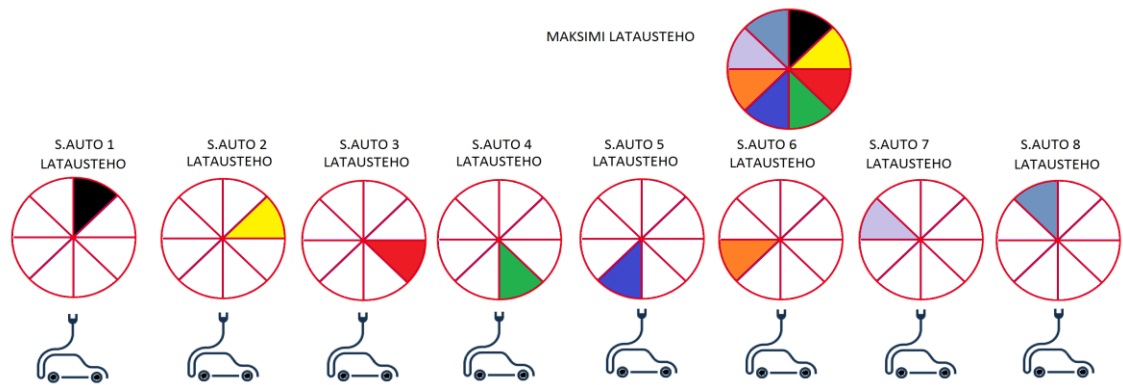
Kuva 14. Sähkötulo Suomessa 4.12-6.12.2017 [10.]

3.7 Kuormanhallinta

Kuormanhallinnalla pystytään valvomaan ja rajoittamaan sähköajoneuvoille syötettävää tehoa kuormitus tilanteen mukaan, jottei esimerkiksi keskuksen ja liittymän nimellisvirta ylittyisi. Kuormanhallintaa käytettäessä on syytä latausjärjestelmä erottaa muusta jake- lusta, sillä se helpottaa energiamittausta, käyttöä ja latausjärjestelmän hallintaa. [4.]

Latauspisteet tulee varustaa älylatauslaitteilla, jotta kuormanhallintaa, ohjauksia ja kommunikointia pystytään toteuttamaan. Kuormanhallinnalla lataukset voidaan ajoittaa eri aikoihin, jolloin vältetään yhtäaikaista latauksen käynnistyksiä ja tätä kautta aiheutuvaa verkon kuormitusta. Latausten ajoituksia voidaan ohjata ajoneuvojen akkujen latausti- lanteen mukaan siten, että priorisoidaan niitä ajoneuvoja, joiden akut ovat tyhjimmillään. [17. s.2-3.]

Esimerkiksi 125 ampeerin syötöllä voidaan syöttää 8 latauspisteelle nimellisvirraltaan 16 ampeerin kolmivaiheista (11 kW teho) tai 4 latauspisteelle 32 ampeerin kolmivaiheista (22 kW teho). Kun 8 latauspisteen järjestelmässä on 4 samanaikaisesti lataamassa sähköajoneuvoa. Voidaan kuormanhallinnan avulla jakaa tasaisesti vapaana oleva kapasiteetti (4 käyttämättömältä pisteeltä) näihin 4 käytössä olevaan pisteeseen. Näin saadaan 4 latauspisteelle 22 kW tehot. Kuvassa 15 on havainnollistettu 125 A keskukselta syötettävä latausteho 8 sähköajoneuvolle, jotka ottavat tällöin 11 kW tehot.



Kuva 15. Kuormanhallinnan toimintaperiaate

4 Sähköauton latauspaikkojen toteutus

Latausjärjestelmien toteutuksessa on otettava huomioon monia eri tekijöitä, jotka vaikuttavat toteutus mahdollisuuksiin. Tämä luvun sisältönä on sähköajoneuvojen latauspisteiden toteutus alusta loppuun.

4.1 Kartoitus

Sähköautojen latauslaitteet ovat teholtaan todella suuria, minkä takia on syytä tehdä latauslaitteen valintaan tarvekartoitus kiinteistölle. Kartoituksella varmistetaan kiinteistön soveltuvuus eri latauslaite mahdollisuuksille. Muutaman latauspisteen asentaminen ei yleisesti ottaen ole ongelma, mutta jos kyse on suuremmista (esim. kahdeksasta latauspisteestä) järjestelmistä tarvitaan älykästä ohjausta, mikä vaikuttaa latauslaitteiden toimituksen sisältöön.

On selvitettävä sähköautojen latauspisteiden tarpeet, sijoituspaikat sekä lataus järjestelmän laajuus. Latauspisteiden käyttäjäprofiili ja sen pohjalta määräytyvät palvelut ovat myös olennaista selvittää.

Latausjärjestelmän laajennettavuuden kannalta on syytä selvittää riittävän suuri ja käyttötarkoitukseen soveltuva syöttö kiinteistön keskuksista. Parhaiten soveltuvat keskuksat ovat kiinteistön pääkeskuksia, koska latauspisteet tarvitsevat suuria tehoja. Myös kaapelointi reitit ovat syytä ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa. [18.]

4.2 Latausjärjestelmien vaatimukset

19.12.2017 astui voimaan uusi rakennusten energiatehokkuusdirektiivi, jossa vaaditaan 2020-luvulta lähtien yli kymmenen parkkipaikan rakennuksissa, kuten kerros- ja rivitaloyhtiöissä valmiudet sähköautojen lataamiselle. Tämä vaatimus koskee uudisrakennus ja laajasti remontoitavia kohteita. Vaatimus edellyttää jokaiselle pysäköintiruudulle putkituksen, josta voidaan myöhemmin syöttää kaapeli latauslaitteille. Vuodesta 2025 lähtien jokaisessa yli 20 pysäköintipaikan muussa kuin asuinkiinteistöissä, kuten virastoissa ja liikerakennuksissa, tulee olla latauspisteet. Latauspisteiden määrän ja laadun saa päättää itse, kunhan niitä on vähintään yksi. [19.] [20.]

Standardissa SFS 6000-7-722 esitetään sähköajoneuvojen lataamiseen käytettävien kiinteistöjen sähköverkkojen erityiset asennusvaatimukset. Tämän standardin vaatimusten lisäksi Suomessa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Pistorasiat on suojattava mitoitusominaisuuksiltaan enintään 30 mA vikavirtasuojilla. Vikavirtasuojan tyyppi pitää olla vähintään sykkivällä tasavirralla toimiva tyyppi A. Ajoneuvovalmistajat voivat vaatia tasoitetulla tasavirralla toimivan tyyppin B käyttöä, jos vikavirtasuojat asennetaan kylmiin tiloihin, niiden pitää kestää riittävästi pakkasta (merkintä $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ "lumihiutaleen sisällä"). [21.]
- Latauspiireihin saa liittää vain sähköajoneuvojen lataamiseen ja lämmittämiseen tarkoitettuja piirejä. [21.]
- Jos latausjärjestelmässä on vain yksi sähköajoneuvo, pitää varautua sen maksimi tehon syöttämiseen (tasoituskerroin 1). Jos sähköjärjestelmässä on useita sähköajoneuvoja, voidaan tehonrajoituksen avulla käyttää pienempää tasoituskerrointa. Kuorman-ohjauksen avulla voidaan jakaa käytettävissä oleva teho käytössä olevien latauspisteiden kesken, tällöin liittymän kokoa ei tarvitse kasvattaa. Jos käytössä on vähän latauspisteitä, niin yksittäistä latauspistettä voidaan syöttää suuremmalla teholla. [21.]
- Latausverkko on suunniteltava siten, että ohjaus ja energianmittaus ovat pistekohtaisia. [21.]
- Maakaapelit on asennettava suojaputkeen, jolloin kaapelien vaihto sekä lisäkaapelointi ovat mahdollisia. [21.]
- Latausjärjestelmän kaapelointi lisää palokuormaa ja varsinkin maanalaisissa tiloissa suositellaan käytettäväksi halogeenittomia ja vähäisen savunmuodostuksen kaapeleita (SFS 6000-4-42). [21.]
- Sähköajoneuvon latausjärjestelmä(suojalaitteet, kaapelit ja pistokytkimet) on mitoitettava niin, että se kestää sähköajoneuvojen pitkäaikaista lataamista täydellä kuormituksella myös lämpimänä vuodenaikana (vähintään $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ilman ja $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ maan lämpötila). [21.]
- Lumen kinostuminen ja pölyäminen sekä muut erityisolosuhteet kuten maantiesuolan aiheuttama korrosio on otettava huomioon latauspisteen rakenteessa ja sijoituspaikassa. [21.]
- Latauspistorasian sijoituksessa on otettava huomioon SFS 6000-8-813 vaatimukset. Ilman turvasulkuja olevat pistorasiat on sijoitettava lukittuun koteloon tai vähintään 1,7 metrin korkeudelle maasta, etteivät pienet lapset pääse käsiksi niihin. Tämä ei koske sellaisia pistorasioita, joissa ei ole jännitettä ennen kuin sen vastakappale kytketty kiinni pistorasiaan. [21.]
- Latausjohto pistokkeineen voi olla myös kiinteä latauslaitteessa, jolloin ei tarvita pistorasioita. Kuitenkin pitää ottaa huomioon edellisen kohdan vaatimukset siitä, että ilman turvasulkuja olevat pistokkeet sijoitetaan lasten ulottumattomiin. [21.]

- Latauspisteille voidaan asentaa käyttäjän tunnistusmenetelmä, kuten lukitus, korttitunnistus ja energian mittaus. Euroopan unioni edellyttää kaikkiin julkisiin latauspisteisiin älykkään sähköenergian mittauksen. Energian mittarointeja tehtäessä on otettava huomioon Valtioneuvoston asetus 66/2009 sähkötoimitusten selvityksestä ja mittauksesta. [21.]

Alla listattuna vielä lakeja, standardeja, asetuksia, määräyksiä ja ohjeita, joita on otettava huomioon sähköautojen latauspisteiden toteutuksessa. [4.]

- SFS 6000 -standardisarja ja erityisesti osat:
- SFS 6000-4-4. Suojaus sähköiskulta
- SFS 6000-7-722. Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset, sähköajoneuvojen syöttö
- SFS 6000-8-813. Täydentävät vaatimukset. Pistokytkimien valinta ja asentaminen
- SFS-EN 61439 -standardisarja. Pienjännitekeskukset
- SFS-EN 61851 -standardisarja. Electric vehicle conductive charging system
- SFS-EN 62196 -standardisarja. Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles
- Open Charge Point Protocol. OCPP.

4.3 Toteutus mahdollisuuksia uudiskerrostalorakentamisessa

Tässä luvussa kerrotaan kustannustehokkaimpia ratkaisuja latauspisteille omaperustaisessa kerrostalorakentamisessa. Pohjana käytetään aikaisempien lukujen tietoja hyväksi, jonka perusteella tehdään ratkaisu 8 kappaleen sähköauton latauspisteelle.

Ensimmäiseksi kartoitetaan sähköautojen latauspisteiden tarpeet, sijoituspaikat, latausjärjestelmän laajuus sekä käyttäjäprofiilit. Seuraavaksi valikoidaan latauslaitteille sopivan kokoinen ryhmä- /pääkeskus. Keskuksen mitoituksessa on syytä ottaa huomioon, se että keskus ei ole liian pieni tai liian suuri. Liian suuren keskuksen hankkiminen aiheuttaa lisäkustannuksia, toisin kuin taas liian pienen keskuksen syöttö latauspisteille jää liian vähäiseksi. 8 kpl latausjärjestelmälle sopii 125 A syötöllä oleva ryhmäkeskus viitaten lukuun 4.4.2 sähkökeskuksen mitoitus.

Latausjärjestelmään voidaan kytkeä useita latauspisteitä, mutta siihen ei saa kytkeä mitään muita laitteita. Latauslaitteen yhdeltä pistorasialta saa syöttää vain yhtä ajoneuvoa kerrallaan.

Ryhmäkeskuksen mitoittamisen jälkeen on syytä huomioida latauspisteiden sijainti. Parhaimmat sijainnit ovat lämmitetyt tilat, joissa lämpötila pysyy 15 °C:n yläpuolella. Jos latauspiste joudutaan sijoittamaan kylmään tilaan, on syytä huomioida sähköverkosta otettu energiamääräero. Tämä ratkaisu ei ole hyvä sähköautojen käyttäjille, koska tällöin sähköajoneuvon lataaja joutuu ottamaan enemmän energiaa sähköverkosta. [22. s.27.] Pääkeskuksen ja latauspisteiden etäisyys toisistaan kannattaa saada mahdollisimman lyhyeksi. Tällöin syöttökaapelien veto sekä niiden reittien teko jää vähäisemmäksi ja säästytään ylimääräisiltä kustannuksilta.

Latauspistettä suoraan syöttävien ryhmäjohtojen mitoituksessa tulee käyttää tasauserointia 1. Sitä tulee käyttää myös keskuksen syötön mitoituksessa latauspisteiden osalta, jos ei käytetä kuormanhallintaa.

Syöttökaapelien reitit voivat mennä esim. maan alla, urattuna betonissa, seinällä tai sähköhyllyssä. Maan alla tai betonissa menevät syöttökaapelit tulee suojata suojaputkella, jos kaapelireitin päällä on yläpuolista liikennettä, joudutaan se huomioimaan suojaputkea valikoitaessa. Seinällä tai sellaisissa paikoissa, joissa on vaarana syöttökaapelien vaurioituminen, on syytä suojata syöttökaapelit teräsputkella. Kustannuksiltaan tehokkain ratkaisu on syöttökaapelien vieminen latauspisteille kaapelihyllyjä pitkin mahdollisimman paljon, jonka jälkeen kaapelit viedään seinää pitkin alas suojaputkessa latauslaitteelle.

Yksivaiheinen lataus voidaan toteuttaa muutamalla eri vaihtoehdolla. Ensimmäisessä vaihtoehdossa jokainen latauspiste kaapeloidaan omaan ryhmäänsä. Toisessa vaihtoehdossa kaapeloidaan latauspisteet ketjuun yksivaiheisella kaapelilla. Kolmannessa vaihtoehdossa kaapeloidaan pisteet ketjuun kolmivaiheisella kaapelilla autolämmitysryhmien tapaan. Kolmivaiheista kaapelia käytettäessä vaiheita 1, 2 ja 3 hyödynnetään vuorotellen. [4.]

Kolmivaiheisessa latauksessa voidaan toteuttaa myös kaapeloimalla latauspisteet yksitellen jokainen omalla ryhmäkaapelillaan, jolloin latauspistettä suojaavat suojalaitteet voidaan sijoittaa syöttävään keskukseen tai latausasemaan. Ketjutettaessa useampi latauspiste samaan ryhmään, esimerkiksi kahdeksan latauspisteen latausasema, tulee suojalaitteiden sijaita latausasemassa. [4.]

Syöttökaapelien poikkipinta-ala tulee olla 32 A kolmivaiheisena syötöllä vähintään (CU tai vastaavaa materiaalia) 10 mm² ja 16 A kolmivaiheisena syötöllä vähintään (CU tai vastaavaa materiaalia) 2,5 mm² [23. s.5]

Kaapeloinnissa tulee myös huomioida, se että tuleeko latausjärjestelmässä olemaan hallintajärjestelmä, kuormanhallinta, maksujärjestelmä tai muita ohjauksia. Tällöin latauslaitteelle tulee kaapeloida tarvittavat ohjaus- ja väyläkaapelit. Latauspisteen tulee olla älylatausta tukeva, jos latausjärjestelmässä tarvitaan edellä mainittuja ohjauksia. [4.]

Akustojen lataaminen tuottaa sähköverkkoon harmonisia yliaaltoja, jotka johtuvat sähköajoneuvoissa käytettävistä hakkuriteholähteistä. Monien latauspisteiden käyttö saattaa heikentää sähkönlaatua latauspisteitä syöttävässä sähköverkossa siitä huolimatta, vaikka latauslaitteet olisivat varustettu CE-hyväksynnällä. Sähkön laatuun on syytä kiinnittää huomioita pysäköintialueita suunniteltaessa ja latauksen tuottamiin mahdollisiin häiriöihin kannattaa varautua esimerkiksi tilavarauksin. [4.]

Latauspisteiden sijainnit on katsottava siten, että sähköajoneuvo voidaan ladata ongelmitta. Järkevintä on sijoittaa latauspiste pysäköintiruudun päähän, silloin ajoneuvoa on helpoin ladata ja säästytään pitkiltä latauskaapeleilta. Kuvassa 16 on vaihtoehtoja latauspisteiden sijainneista. Pisteellä on merkitty latauslaite.



Kuva 16. Latauspisteiden sijainnit

Latauslaitteen sijoittamiseen on syytä huomioida sähköajoneuvon kytkeminen latauslaitteeseen. Eri ajoneuvomalleissa pistorasia saattaa sijaita eri puolella ajoneuvoa. Kuvassa 17 on pisteillä merkitty pistokkeiden sijainnit sähköajoneuvossa.



Kuva 17. Pistokkeiden sijainnit sähköajoneuvoissa

Sähköajoneuvon lataus on oltava helppoa ja turvallista. Latauspisteen täytyy olla mahdollisimman lähellä ajoneuvoa, mutta se ei saa pienentää pysäköintiruudun tilaa eikä saa olla vaaraksi henkilöille. Latauslaitteen parhain ratkaisu on seinälle, missä ei ole kulkua ajoneuvon ja latauslaitteen välillä. Seinäkiinnityksellä olevat latauslaitteet ovat edullisin ratkaisu toteuttaa, koska ei tarvita ylimääräisiä jalustoja, jotka ovat lisäkustannuksella hankittavia lisäosia. Ulos sijoitetun pistorasian tai latauspisteen koteloituiluokitus on oltava vähintään IP44. Latauslaitteen asennuskorkeus on 0.5-1.5 m, joka on mitattu pistorasian alimmasta osasta. [4.]

Ennen latauslaitteiden hankintaa on selvitettävä käyttäjien tarpeet, koska eri sähköajoneuvojen laturit ottavat eri määrän virtaa itseensä viitaten taulukko 4. Tämä pätee ainoastaan vaihtovirtaa antavissa latauslaitteissa, joissa sähköajoneuvon laturi muuntaa vaihtovirran tasavirraksi. Näin ollen voidaan osa latauslaitteista hankkia pienempi tehoina, jotka ovat halvempia. Latauslaitteita saa nykyään monia erilaisia. Huomioitavia seikkoja latauslaitetta valikoitaessa on: älylataus, maksimi lataustehot, RFID-lukija, vikavirtasuojat, ulkoasu, pistokkeiden/kaapelien määrä ja tietoliikenneverkko.

Kustannustehokkaimmaksi ratkaisuksi muodostuu, jolla voidaan tehdä kuormanhallintaa eri latauspisteiden välillä. Älylatauksen avulla pystytään ns. alimitoittamaan keskuslatauspisteille.

125 A sähkökeskukselle järkevin kokoonpano on 8 älylatauspistettä, jotka ovat lataustapa 3 mukaisia ja tyypin 2 liittimellä. Tällöin saadaan samanaikaisesti jokaiselle latauspisteelle 11 kW tehot tai 4 latauspisteelle 22 kW tehot. Suurin osa tällä hetkellä markkinoilla olevista sähköajoneuvoista ei pysty ottamaan vaihtovirtasyötöllä yli 11 kW tehoja vastaan.

Latauslaitteessa kannattaa huomioida RFID- tai NFC-tunnistus, jolla pystytään kohdistamaan kaikki sähköautojen latauksesta syntyvät kulut suoraan sen käyttäjälle. Näin ollen ei välttämättä tarvitse kiinteistön sisällä nimetä parkkipaikkoja yksittäiselle henkilölle vaan voidaan paikat pitää avoinna sähköautojen käyttäjille.

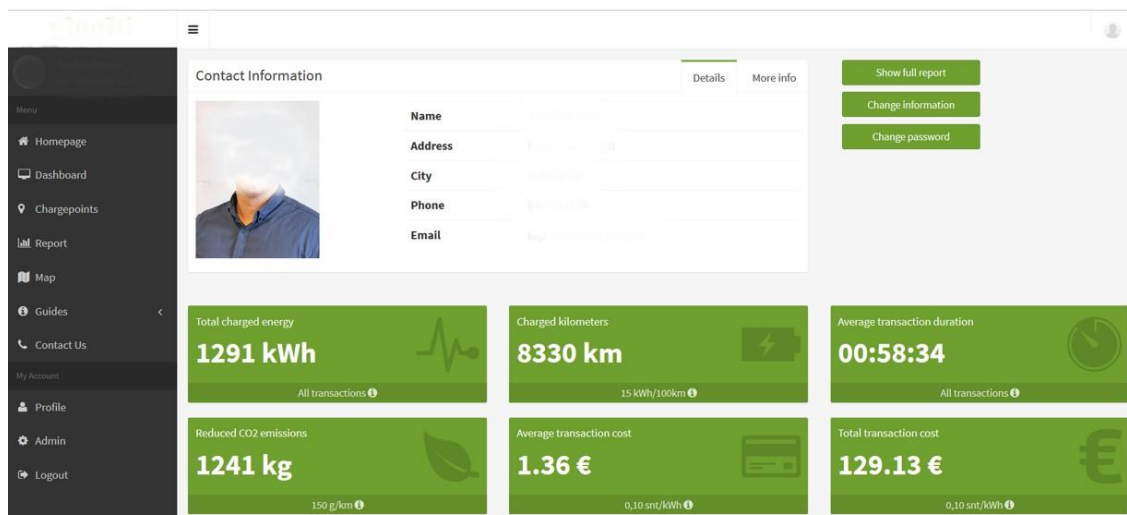
Jokainen latauspiste tulee olla suojattuna mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojalla. Tämä koskee jokaista latauspistoketta sekä -pistorasiaa. Standardin mukaan latauslaitteissa tulee olla A-tyyppin vikavirtasuojaja + DC-tunnistus. Mikäli laitteessa ei sellaista ole, vaaditaan B-tyyppin vikavirtasuojaja, joka on hintavampi. Jokainen latauskäyttöön tuleva ryhmä on varustettava ylivirtasuojalla.

Pistoke vaihtoehdoksi suositeltavin on tyyppin 2 liitin, jos kohteessa ladattavien ajoneuvojen merkit ja mallit vaihtelevat. Laitteessa itsessään ei kannata olla valmiina latauskaapeleita vaan käyttäjä hankkii oman latauskaapelin. Silloin huoltotoimenpiteet latauskaapelin suhteen jäävät suoraan sähköajoneuvon käyttäjälle.

Eri laitetoimittajat tarjoavat latauslaitteen hallintajärjestelmiä, joilla ohjataan kaikkia laitteen toimintoja. Älylatauslaitteet hallintajärjestelmällä mahdollistavat: verkkopohjaisen seuranta- ja raportointijärjestelmän, latauspalveluiden 24 / 7 asiakaspalvelun, etänä tehtävät ylläpidon toimet, laiteohjelmistopäivitykset sekä tiedonsiirtoyhteydet (3G) latauspisteeltä järjestelmään. Hallintajärjestelmä voi olla paikallinen tai pilvipohjainen. Kuvassa 18 on hallintajärjestelmän työpöytäkuva, josta voidaan katsoa latauslaitteiden kulutuksia, lataustapahtumien lukumäärän, latausajat sekä hinnat. Kuvassa 19 nähdään käyttäjäkohtainen työpöytäkuva, josta näkee latausajat, hinnat sekä energiamäärät. [24.]



Kuva 18. Hallintajärjestelmän työpöytäkuva



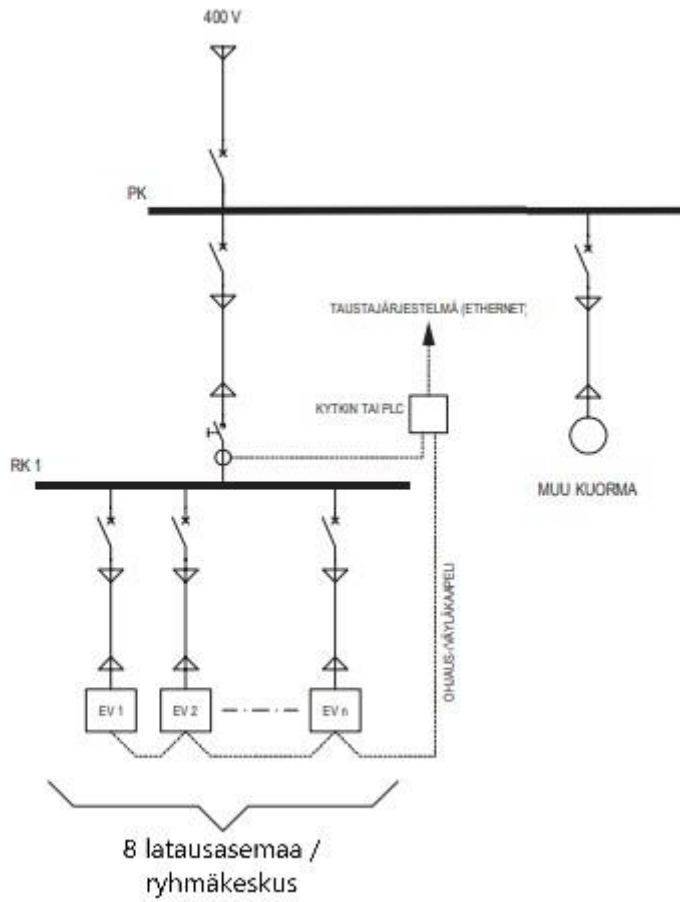
Kuva 19. Käyttäjakohtainen työpöytäkuva

Tiedonsiirto latauslaitteilta keskukseseen voidaan toteuttaa 2 eri tapaa. Jotkut laitteet vaativat tiedonsiirtokaapelit latauslaitteen ja keskuksen välille. Kehittyneimmissä latauslaitteissa on mahdollisuus tiedonsiirto tehdä langattomasti, joten ylimääräisiä tiedonsiirtokaapeleita ei tarvita.

Laitetoimittajat tarjoavat kiinteistöille sopimuksia, joissa kiinteistö maksaa hallintajärjestelmän ylläpidosta. Laskutus käyttäjälle voidaan tehdä kahdella eri tapaa. Se voidaan veloittaa vuosimaksuna vastikkeena sähköautopaikoilta tai veloittaa käyttäjältä kuukausimaksuna.

Nykyään älylatauslaitteista löytyy valmiiksi integroituna energiankulutusmittarit, joten erillisiä mittareita ei tarvitse. Energiamittarointi tulee olla käyttäjakohtainen ja riippuen laskutustavasta tarvittaessa oltava MID-sertifioitu. Energianmittaus voidaan tehdä etänä, mikäli laitteet ovat verkossa ja yhteydessä hallintajärjestelmään. Useimmat laitteet tukevat OCPP-tiedonsiirto protokollaa ja näin ollen laitteiden omistaja on riippumaton siitä, kenen palvelua haluaa laitteissaan käyttää.

Kuvassa 20 on esitetty yksikertainen kaavio 8 kpl latausjärjestelmästä sekä sen kuormanhallinnasta ja taustajärjestelmästä (lataustapa 3).



Kuva 20. Kaavio 8 kpl:n latausjärjestelmästä

4.4 Kustannukset

Tässä osiossa lasketaan Rakennusliike Laptin Asunto Oy Espoon Loisto -kohteen sähköautojen latauspisteiden kustannukset. Kohteeseen tulee 7 kappaleen latauspisteet, jotka on sijoitettu parkkihalliin vierekkäin. Lasketaan sähköliittymän, latauskeskuksen, kaapelointien ja 22 kW teholla syöttävien latauslaitteiden hinnat. Pohjana on käytetty kohteen tietoja sekä 4 tarjousta eri latauslaitetoimittajilta sekä sähköurakoitsijalta saatuja yksikköhintoja. Sähköautojen latauspisteiden kustannukset lasketaan rakennuttajalle. Muita kuluja ei huomioida, koska ne laskutetaan latauspisteiden käyttäjiltä. Asunto Oy Espoon Loisto kohteen latauspisteille muodostuu (4.4.1 sähköliittymä 125A 6048,75 € (ALV 0 %) + 4.4.2 sähköautojen latauskeskus 125A 8200 € (ALV 0 %) + 4.4.3 kaapeloinnit/ kaapelihyllyt/ kytkennät/ mittaus 4300 € alv.0% + 4.4.4 latauslaitteet 7kpl x 1375 €/kpl = 9625 €) kokonaishinnaksi 28 173,75 € (ALV 0 %). Asunto Oy Espoon Loiston suunnitelman mukaisella toteutuksella yhden autopaikan hinnaksi muodostuu ~4000 €/latauspiste (ALV 0 %).

4.4.1 Sähköliittymä

Sähköliittymän hinta muodostuu pääsulakkeen koosta ja liittymävyöhykkeestä eli kohteen etäisyys lähimpään 20 kV kaapeliin tai jakelumuuntajaan. Vyöhykkeitä on neljää erilaista (vyöhyke 1, vyöhyke 2, vyöhyke 2+ ja vyöhyke 3). As Oy Espoon Loisto -kohde sijaitsee vyöhyke 1 alueella, joka tarkoittaa liittämiskohdan olevan alle 300 metrin etäisyydellä rakennetusta 20 kV kaapelista. As Oy Espoon Loiston liittymän koko on yli 200A, jolloin ampeerin hinnaksi tulee 48,39 € / A (ALV 0 %). [25.] Lasketaan vain latauskeskuksen hinta tähän kohteelle: 125 A (latauskeskus) * 48,39 € / A = 6048,75 € (ALV 0 %). Latauskeskuksen sähköliittymän hinnaksi tulee 6048,75 €.

4.4.2 Sähkökeskuksen mitoitus

125 A keskus on sopiva vaihtoehto 7 kappaleen latauspisteille. Käytettäväksi jää tosin vielä 9 kW tehot, kuten taulukosta 2 ilmenee. Tällöin saadaan jokaiselle pisteelle 11 kW laiteilla maksimitehot kaikille samanaikaisesti. Suurin osa sähköajoneuvoista ei pysty ottamaan yli 11 kW tehoja, joten nämä tehot riittävät pidemmäksikin ajaksi. 4 kpl 22 kW tehoilla varustetut latauslaitteet laskin sen takia, koska älylatauslaitteilla pystytään tekemään kuormanhallintaa.

Taulukko 2. Sähkökeskuksen mitoitus

		kolmivaihe 16A syöttö (11kW teho / latauslaite)
Maksimi tehot (W)	125A latauskeskus	$3*230V*125A=86kW$
	1 latauspiste	$3*230V*16A*10^{-3} = 11kW$
	7 latauspistettä	$3*230V*16A*7*10^{-3} = 77kW$
	keskuksen ja latauspisteiden tehojen erotus	$86kW - 77kW = 9kW$
		keskuksen syötöstä käyttämättä jää 9kW tehot (mahdollista tehdä 1 latauspiste lisää)
		kolmivaihe 32A syöttö (22kW teho / latauslaite)
Maksimi tehot (W)	125A latauskeskus	$3*230V*375A=86kW$
	1 latauspiste	$3*230V*32A*10^{-3} = 22kW$
	4 latauspistettä	$3*230V*32A*4*10^{-3} = 88kW$
	keskuksen ja latauspisteiden tehojen erotus	$86kW-88kW = -2kW$
		jaetaan 4 latauspisteelle $2kW = -0,5kW /$ latauspiste = $21,5kW \sim 22kW$

125 A latauskeskus maksaa n. 8 000 € (ALV 0 %), joka sisältää kahdeksan latauslaitelähtöä (3x32A), vikavirtasuojat (ei B-tyyppin vikavirtasuojia) sekä kommunikaatio- ja kuormanhallintayksikön. Jos latauskeskukseen tarvitaan B-tyyppin vikavirtasuojat sekä kuormanhallintaohjelma + kontrolleri, silloin hinnat pyörivät 12 000 € – 13 000 € (ALV 0 %) välillä.

4.4.3 Kaapeloinnit

Pääkeskuksen ja latauskeskuksen välinen kaapelointi toteutetaan 2x (amcmk 4x70/ 21) kaapelilla. Näiden hinta koostuu viitaten taulukko 3: kaapeleista, asennuksesta, kaapelihyllyistä ja testauksista. Hinta näille on 43,10 € / m + 94 € kytkennät & testaus (ALV 0 %).

Latauskeskuksen ja latauslaitteen välinen kaapelointi toteutetaan MMJ 5x10 kaapelilla sekä CAT6A U/FTP 4P tiedonsiirtokaapelilla. Näiden hinta koostuu viitaten taulukko 3: kaapeleista, asennuksesta, kaapelihyllyistä, liittimistä ja testauksista. Hinta näille on 24,60 € / m + 324 € kytkennät ja testaus (ALV 0 %).

Taulukko 3. Kaapelointikustannukset

Pääkeskuksen ja autolatauskeskuksen välinen kaapelointi							
	hinta	yks.	asennus	yks.	määrä	yht.	yks.
2x(amcmk 4x70/ 21)		€/ m		€/ m	2		€
kaapelihylly		€/ m		€/ m			€
kaapeleiden kytkentä				€/ kpl	4		€
testaus				€			€
						yht.	43,1 € / m + 94€ kytkentä & testaus
Latauskeskuksen ja latauslaitteen välinen kaapelointi							
	hinta	yks.	asennus	yks.	määrä	yht.	yks.
mmj 5x10		€/ m		€/ m			€
kaapelihylly		€/ m		€/ m			€
kaapeleiden kytkentä				€/ kpl	7		€
testaus				€/ asema	7		€
cat 6a kaapeli		€/ m		€/ m			€
liittimet		€/ kpl		€/ kpl	14		€
mittaus				€/ kaapeli	7		€
						yht.	24,6 € / m +324€ kytkentä & testaus

4.4.4 Latauslaitteet

Latauslaitteita valikoitaessa on syytä ottaa huomioon niiden ominaisuudet, kuten laitteen maksimi teho, RFID-lukija käytön rajaamiseen, kuormanhallinta mahdollisuus, vikavirtasuojat (A-tyyppin vikavirtasuojat + DC-vuotovirtojen tunnistus), latauspistokkeet (suositus type2) ja laitteen asennustapa (seinään tai jalustaan).

22 kW laitteiden hinnat ovat yhdellä pistokepaikalla n.1300–1800 € ALV 0 % luokkaa ja kahden pistokepaikan hinnat ovat n.3200–4000 € luokkaa. Hintahaarukan muodostavat latauslaitteiden ominaisuudet. Kahden pistokepaikan latauslaitteet tulevat kalliimmaksi, vaikka osa latauslaitteista tukee yhden kaapeli vedon per laite. Tällöin kaapelin pitää kestää 64 ampeerin verran. Vaikka kaapelivedoissa säästetään kustannuksia, ne säästöt häviävät pois, kun otetaan huomioon suuremman kaapelin hinta ja asennus sekä latauslaitteen hinta.

4.5 Sähköautojen käyttökustannukset ja latausajat

Sähköautoja saa käytettynä nykyään n. 15 000 € luokkaan. Uusien sähköajoneuvojen hinta luokka pyörii n. 36 000 €. [26.] Kalleimmat sähköautot ovat n. 100 000 € yläpuolella esim. Tesla Model S. [27.]

Sähkön toimitus latauspisteelle maksaa keskimäärin n. 13 c/kWh, joskin tämä hinta on yläkanttiin. [28.] Sähkön hinta koostuu siirtomaksusta, energian hinnasta sekä sähköverosta ja arvonlisäverosta. Siirtomaksu riippuu paikallisesta sähköyhtiöstä ja tiheästi asutulla alueella hinta on alhaisempi kuin haja-asutulla alueella. Sähkön myyjät tarjoavat esimerkiksi sopimuksia, joissa sähkö on halvempaa yöllä kuin päivällä sekä sähkön markkinahintaan perustuvia sopimuksia, joissa kuluttajahinta määräytyy suoraan sähkön pörssihinnan perusteella.

Esimerkiksi uuden Nissan LEAF:n akuston koko on 40 kWh. [26.] Lataaminen täysin tyhjästä aivan täyteen maksaa: $40 \text{ kWh} \times 13 \text{ c} / \text{kWh} = 5,20 \text{ €}$. Ajoneuvon valmistaja lupaa ajokilometrejä 378 km täydellä akulla, joten kulutus on 100 kilometriä kohden 10,58 kWh. Tällöin hinnaksi 100 kilometrille tulee vain 1,38 €. Noihin kilometreihin 40 kWh akustolla Suomessa on lähes mahdoton päästä sääolosuhteiden ja tienpintojen vuoksi, joten realistisempaa on pudottaa ajokilometrit n. 300 km luokkaan. [30.] Silloin 100 kilometrille tulee hintaa 1,73 €. Lataustapahtumassa syntyy myös lämpöhäviöitä sekä akussa että latauselektronikassa. Näiden suuruus on noin 10 prosenttia. Eli karkeasti pyöritään n. 2 € / 100 km luokkaan.

Julkisilla latauspisteillä hinnoittelu vaihtelee eri yhtiöistä riippuen. Esimerkiksi joillain huoltoasemilla, suurissa kauppakeskuksissa sekä tavarataloissa sähköautojen lataaminen on ilmaista. Toisin kuin Helenin tarjoamat latauspisteet maksavat. Hinta näissä muodostuu sähkön energiamaksusta (0,15 €/kWh) ja aikaperusteisesta palvelumaksusta (2,0 €/h).

Uusi Nissan LEAF:n laturi pystyy ottamaan tehoja vastaan 6,6 kW verran. Lataukseen menevä aika täysin tyhjästä aivan täyteen on silloin n. 6 tuntia. Jos sähköautoa käytetään pääsääntöisesti työmatkoihin, jotka ovat Suomessa keskimäärin n. 50 km yhdensuuntaisella matkalla. Tällöin edestakaisen matkan kuluttama energiamäärä latautuisi 6,6 kW:n

n. 2 tunnissa. Aika on suhteellisen pieni siihen nähden mitä ajoneuvo seisoo vuorokauden aikana parkkipaikalla, joten sen lataaminen ei ole ongelma. Taulukossa 4 on esitetty eri sähköajoneuvojen latausaikoja eri lataustehoilla.

Taulukko 4. Sähköautojen latausajat ja -tehot

Ajoneuvomalli	vm.	Auton laturin max. Kapasiteetti 1-vaiheisena / 3-vaiheisena	akuston koko / kWh	latausaika 0-100 %
Nissan LEAF	2017	3,3 kW / 6,6 kW	40	n. 12h / n. 6h
BMW i3	2017	7,4 kW / 11kW	33	n. 3h
Volkswagen e-Golf	2017	3,6 kW / 7,2 kW	35,8	n. 17h / n. 5h 30 min
Kia Soul EV	2017	6,6 kW	30	n. 6h
Mitsubishi i-MiEV	2017	3,3 kW	16	n. 6 h
Tesla Model S	2017	11 kW / 22 kW	100	n. 10h / n. 5h
			Mallin suurimmat akustot	laturin max. kapasiteetti, ei ole huomioitu tasavirta pikalatausta

Huoltokustannukset täyssähköajoneuvoilla ovat edullisia, koska sähköajoneuvot eivät tarvitse moottoriöljyä. Toiseksi niissä on vähemmän liikkuvia, kuluvia ja hajoavia osia; itse sähkömoottorilla ajaisi satoja tuhansia kilometrejä ongelmitta. Kolmanneksi niiden jarrupalat ja – levyt kuluvat todella vähän, koska normaalit jarrutukset voidaan tehdä sähkömoottorin avulla. Mekaanisia jarruja tarvitaan pääsääntöisesti vain hätäjarrutuksissa sekä auton pysäytykseen kävelyvauhdista paikalleen. Ei ole tavatonta ajaa samoilla jarrupaloilla ja -levyillä 200 000 km. Iskunvaimentimet, renkaat ja sisusta kuluvat normaalisti. Normaalikäytössä olevan sähköajoneuvon akustolla ajaa n. 200 000 km ennen kuin se on vaihtokunnossa.

5 Sähköajoneuvon ja polttomoottoriajoneuvon vertailut

Tässä luvussa kerrotaan Sähköajoneuvon ja polttomoottoriajoneuvon välisistä eroista sekä käydään lävitse niiden edut ja haitat. Avaukseksi taulukko 5, josta näkee polttomoottoriajoneuvon ja sähköajoneuvon energian käyttökustannuksien erot. Arvot ovat keskiarvoja. Sähköautolla ajaminen on huomattavasti halvempaa kuin bensiini- tai dieselautolla. Dieselautojen kulutus bensiiniautoon nähden on n. litran vähemmän ja polttoaine bensiiniin nähden n. 0.1 € vähemmän litrahinnalta. Lisätään siihen vielä dieselauton dieselverot päälle niin säästöä bensiiniautoon nähden on n. 150 € (ajokilometrit vuodessa 20 000 km). [31.] Silloinkin sähköautolla ajaminen on huomattavasti edullisempaa.

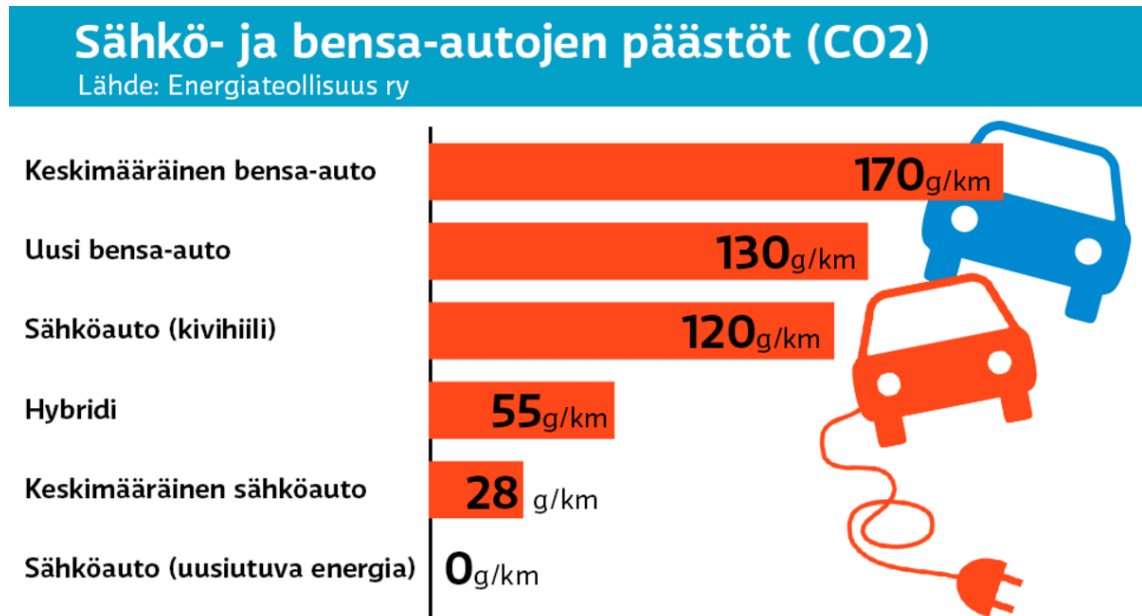
Taulukko 5. Ajoneuvojen käyttökustannukset

	Polttomoottori	Sähkö
Ajomäärät vuodessa	20 000 km	20 000 km
Kulutus / 100 km	5-7 l (bensiniä)	15–20 kWh
Vuosikulutus	1000–1400 l	3000–4000 kWh
Energian hinta	1,35 € / l	0,13 / kWh (energia ja siirto)
Energian hinta vuodessa	1350–1890€	390–520 €
Käyttövoimavero vuodessa	-	400 €

Ajankohtaisimpia asioita ovat ajoneuvojen päästöt, joista puhutaan kovinkin erilaisia asioita, kuten sähköautoilla ajaminen on päästötöntä. Asia ei niin ole. Lähdetään siitä liikkeelle, että sähköautojen valmistamiseen kuluu kolmanneksen enemmän energiaa kuin polttomoottoriautojen valmistamiseen. Sähköajoneuvojen käytön päästöt tosin ovat pienemmät kuin polttomoottorissa, mutta siltä osin huomioon on otettava sähkötuotannon päästöt. Esimerkiksi Keski-Euroopassa sähköä tuotetaan kivihiilellä, joka lisää sähköautoilun päästöjä. Suomessa sähkö on puhtaampaa. [32.]

Esimerkiksi Nissan Leaf tuottaa valmistusvaiheessa 13,1 tonnia hiilidioksidia, kun dieselmoottorilla varustettu Mercedes-Benz A -malli vai 6,6 tonnia. Tällöin sähköautolla pitää ajaa 60 000 kilometriä ennen kuin se on dieseliä puhtaampi. [33.]

Kuvassa 21 on taulukko eri ajoneuvojen päästöistä. Vaikka sähköauton energia tuotetaisiin kivihieillä, sen päästöt jäävät silti pienemmiksi kuin bensiini ajoneuvoissa.



Kuva 21. Sähkö- ja bensa-autojen hiilidioksidipäästöt [34.]

Toisena asiana ovat sähköautojen ajomatkat täydellä ”tankilla”. Halvemmillä sähköautoilla päästään 120 km/h n. 100–150 kilometriin yhdellä ”tankillisella”, toisin kuin polttomoottorilla varustetuilla autoilla päästään n. 600–1000 km yhdellä tankillisella. Tesla lupaa yhdellä ”tankillisella” 120 km/h nopeudella 10 asteen lämpötilassa ajomatkaksi 459 kilometriä. [35.] Todellisuudessa ei päästä noin pitkää ajomatkaa, mutta yli 300 km päästään ongelmitta. Tämä on yksi syy minkä takia sähköautoja ei vielä suosita niin paljoa kuin polttomoottorilla varustettuja ajoneuvoja sekä sähköajoneuvojen latausverkossa on vielä puutteita. Akustojen koot ja latausverkostot kasvavat vuosi vuodelta suuremmiksi.

Sähköauton huolto-, ylläpito- ja polttoainekulut ovat huomattavista pienempiä kuin polttomoottoriautoissa. Polttomoottoriajoneuvoissa on moottorin puolella huomattavasti enemmän huollettavaa esimerkiksi: öljynvaihto, jakopään ja tulppien vaihto. Sähköautojen määräaikaishuoltokustannukset ovat merkkihuollossa n.150 € - 250 € luokkaa kahden vuoden välein. Polttomoottoriauton määräaikaishuolloissa, joissa täytyy tehdä jakoremmin vaihto maksaa merkkihuollossa n. 1000 €. Näitä kustannuksia vääristää sähköauton sähkömoottori, joka ei kulu. Tosin sähköautojen akustot vanhenee, mutta niissä on tyypillisesti 8 vuoden takuu ja niiden vaihto kustannukset pyörivät 5 000 € kieppeillä. Sama raha palaa polttomoottoriauton määräaikaishuoltoihin 200 000 kilometrin matkalla.

Sähkö- ja polttomoottoriauton hankintahinnassa on suuria eroja. Jos vertaillaan vastaavanlaisia autoja keskenään, niin sähköautojen hinnat ovat n. 10 000 € -15 000 € kalliimpia kuin polttomoottorilla toimivat. Jos polttomoottoriauton polttoainekustannukset ovat n. 10€/100km ja sähköauton n.2€/100km, tulee 10 000 euron hintaero kurottua umpeen 125 000 km ajon jälkeen ja 15 000 euron hintaero 187 500 km ajon jälkeen. [29. s.28.]

Sähköajoneuvojen edut:

- Jämäkkä lähtökiikkyvyys tasaisen vääntökäyrän ansiosta
- Ei moottorin melua eikä tärinää
- Sähkömoottori on kevyempi kuin polttomoottori
- Pienet polttoainekustannukset
- Pienet huoltokustannukset – ei öljynvaihtoja, ja jarrupalat ja -levyt kuluvat vain vähän
- Ilmainen latausmahdollisuus ja omat pysäköintipaikat joissain kauppakeskuk-sissa
- Ei paikallispäästöjä pakoputkesta.

Sähköajoneuvojen haitat:

- Korkea hankintahinta (hintaluokan 29 000–40 000 € sähköautoissa – Tesla puolestaan on halvempi kuin vastaava polttomoottoriauto)
- Riippuvuus latausinfrastruktuurista: voitko ladata kotona tai työpaikalla?
- Lataaminen kestää kauemmin kuin polttomoottoriauton tankkaaminen
- Toimintasäteen romahtaminen kovilla pakkasilla

Sellaisille henkilöille sähköauto (uuden hankintahinta 29 000 € - 40 000 €) ei sovellu vielä, jos

- Reilun 10 000 euron lisä hankintahinnassa (verrattuna samankaltaiseen polttomoottoriautoon) ei sovi budjettiin tai on muuten epäkäytännöllinen valinta vaikkapa pienen vuosittaisen ajokilometrimäärän takia.
- Asut ja/tai työskentelet paikassa jossa sähköauton lataaminen ei onnistu. Tämä on onneksi harvinaista, mutta kannattaa tietenkään selvittää ennen ostopäätöstä.
- Ajat erittäin usein yli 150 kilometrin matkoja, eikä sinulla ole aikaa lataustauon pitämiseen tai matkan varrella ei ole pikalaturia.

Monet näistä ongelmista välttää, jos budjetti sallii hintaluokassa 85 000–150 000 euroa pyörivän Tesla Model S:n ostamisen. Hiilidioksidipäästöihin pohjautuvan verotuksen ansiosta Tesla on halvempi kuin vastaavan suorituskyvyn polttomoottoriauto, ja isojen akkujen takia lataamista ei ole pakko suorittaa joka päivä, ja auto taittaa säässä kuin säässä usean sadan kilometrin matkan ilman välilatausta. [29. s.90.]

6 Tulevaisuuden näkymät

Sähköautoilu on kasvanut lähivuosina maailmalla ja uskon sen vielä kasvavan tämän ja seuraavan vuosikymmenen. Sähköautojen suosio riippuu siitä, mihin suuntaan öljyn hinta kehittyy. Vaikuttavia seikkoja on mm. latausverkosto, toimintasäde, sähköautojen hintataso. Sähköauton hankintahinta on huomattavasti suurempi kuin vastaavanlainen polttomoottorilla toimiva auto. Näistä pitäisi saada arvonlisävero pois kokonaan niin kuin Norjassa on otettu pois. Tällöin saataisiin tiputettua sähköauton hankintahintaa alemmaksi ja kysyntää suuremmaksi. Käytettyjen sähköautojen hinnan aleneminen on samanlaista kuin elektroniikka tuotteissa esim. puhelimet. Vuoden vanhassa mallissa saattaa olla esim. 10kWh pienempi akusto kuin uudessa mallissa. Tästä syystä käytettyjen sähköautojen hinnat tippuvat kovalla vauhdilla alaspäin.

Sähköautoilu ei varmastikaan jää pelkkiin henkilöautoihin vaan se tulee olemaan myös osa julkista liikennettä, kuten Espoossa uusi Linkker-bussi. Näiden akustot pystytään lataamaan pikalatauksella 3-5 minuutissa, joka riittää linja-auton ajokiertoon. Tesla lupaa vuonna 2019 Semi kuorma-auton, jolla päästään 800 kilometriä (36tonnin kuormalla) täydellä akustolla. Teslan Semi lupaa kulutukseksi alle 2kW mailille (1,6km). [36.] ”Polttoaineen” kustannukset ovat suhteellisen pienet verrattuna vastaavanlaiseen diesel kuorma-autoon, jonka keskimääräinen kulutus 30-40litran väliltä. Jos verrataan näiden kulutuksia keskenään niin Teslan Semi kuluttaa sadalle kilometrille $2\text{kW}/1,6\text{km} \cdot 100 = 125\text{kW} \cdot (0,13\text{€/kW}$ keskimääräinen sähköhint) = 16,25€ ja diesel käyttöinen (kulutus 30l/100km) 30 litraa $\cdot (1,29\text{€/litra}$ keskimääräinen diesel hinta pk-seudulla) = 38,70 €. Semin käyttökustannukset jäävät alle puolen verrattuna diesel kuorma-autoon. Jos tulevaisuudessa saadaan myytyä maailmalle sähkökäyttöisiä kuorma-autoja, hinnat varmasti olisivat kilpailukykyisemmät logistiikan suhteen.

Uskon sähköautoiluun sen verran, että se on jäämässä meidän keskuuteen pidemmäksi ajaksi. Kun sähköautojen tuotanto ja sähkön käyttö kasvaa, tulevat ongelmaksi sähköverkkojen kuormitus. Sen seurauksena sähköyhtiöt nostavat sähkön hintaa ja tarvitaan lisää voimalaitoksia. Todennäköisesti voimalaitoksia (ei uusiutuvalla energialla) tulee lisää, joka lisää päästöjen määrää minkä seurauksena sähköautoilun päästöistä voidaan olla jo montaa erimieltä. Kuten aikaisemmassa luvussa käy ilmi, kivihielessäkin tuotettu sähkö ei ole kovinkaan paljoa päästöttömämpi kuin bensiini käyttöinen ajoneuvo. Onko sähköautoilu sen ekologisempaa kuin polttomoottoriautoilu?

Vaihtoehtoina voi olla myös aurinkopaneelit, joilla ladataan sähköautoja, mutta Suomessa aurinkoisia tunteja vuodessa on n.1800- 2000 h (Etelä- ja Keski-Suomi). Aurinkopaneelien kannattavuutta kannattaa miettiä, koska niiden hinta on korkea.

Lähivuosina on tulossa helpotusta latauspisteiden suhteen, se ettei tarvitse enää vedellä kaapeleita latauslaitteen ja ajoneuvon välille, vaan voidaan langattomasti ladata. [37.] Nämä tulevat yleistymään vasta vuosien päästä. Suunnitteilla on vielä lataavia lennokkeja, joilla voitaisiin ladata sähköautoja ajon aikana. Sähköauto kutsuisi automaattisesti lennokin luokseen, joka kytkeytyisi sähköauton katolla olevaan latausasemaan ja antaisi kaapelin kautta virtaa sähköautoon. [38.] Asia kuulostaa kylläkin suhteellisen utopistiselta, mutta aika sen näyttää mitä tulee tapahtumaan.

Ranskassa on otettu koekäyttöön lataava tie, jota on tehty 100 metriä. Tiessä on tyynyjä, jotka lataavat sähköautoa 20 kW teholla, kun sähköauto ajaa niiden yli maantienopeudella. Lataavia teitä ei varmastikaan tule kovinkaan paljoa, koska teiden rakentaminen on kallista. [39.]

Itse uskon sähköautoilun yleistyvän, koska sähköautoissa on paljon sellaisia ominaisuuksia, joista autoilijat pitävät. Mainittakoon muutamia seikkoja: sähköautojen autopilotit, jotka ajavat käytännössä itseksensä, ei tarvitse vaihteita vaihtaa, kiihtyvyys on täysin eri luokkaa kuin polttomoottoriautoissa, halvat ajokilometrit ja huoltovapaus moottorin suhteen.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä käytiin läpi eri latausjärjestelmiä ja niiden kustannustehokkaita ratkaisuja kerrostalorakentamisessa. Tarkoituksena oli suunnitella latauspisteet siten, että niiden tehot riittävät vielä tulevaisuudessakin. Tutkielmassa syvennyttiin latausjärjestelmien toteutukseen sekä kustannuksiin. Työssä käytiin myös läpi sähköautojen käyttökustannuksia sekä vertaillaan sähkö- ja polttomoottoriajoneuvojen eroavaisuuksia.

Tähän työhön ryhdyttiin, koska yrityksellä ei ollut kovinkaan suurta tietoa sähköajoneuvojen latauspisteistä. Lähivuosina tullaan tekemään yhä enemmän latauspisteitä asuin-kiinteistöjen pysäköintipaikoille, joten aihe oli ajankohtainen.

Tutkimus toteutettiin ensiksi keräämällä tietoa eri lähteistä, jonka jälkeen tehtiin haastatteluja sekä tarjouspyyntöjä eri latauslaitetoimittajille. Näistä saaduista tiedoista selvitin latauslaitteiden toimintaperiaatteet, jonka jälkeen laskettiin kustannukset Asunto Oy Espoon Loisto -kohteen 7 kappaleen latausjärjestelmälle. Lopputulemana As Oy Espoon Loiston yhden autolatauspisteen kustannukseksi muodostui n. 4 000 €/kpl (ALV 0%). Lisäksi selvitin sähköautojen käyttökustannuksia sekä vertailin sähkö- ja polttomoottoriajoneuvojen ominaisuuksia.

Latauspisteitä suunniteltaessa huomioon otettavia seikkoja ovat mm:

1. Käyttäjien tarpeet
2. Latauspisteiden määrä kohteessa
3. Latauspisteiden sijainti kohteessa
4. syöttökaapelien reitit
5. Kaapelointi latauslaitteelta latauskeskukseen
6. Latauslaitteiden vikasuojat
7. Jos kohteessa on useampi latauspiste, tarvitaan älylatauslaite, käyttäjätunnistus ja kuormanhallinta mahdollisuus

8. Tiedonsiirto latauslaitteelta hallintajärjestelmään
9. Oikea pistoketyyppi

Lähteet

- 1 Verkkootikkeli. Tekniikkatalous. <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/autot/autoilun-alkuaikoina-sahkoauto-oli-selvasti-bensiiniautoa-suositumpi-sitten-se-unohtui-sadaksi-vuodeksi-miksi-6560660>. Luettu 9.10.2017
- 2 Verkkootikkeli. Sähköautotyypit. <https://plugit.fi/fi-fi/article/sahkoautot/sahkoautotyypit/172/>. Luettu 12.11.2017
- 3 Verkkodokumentti. Sähköajoneuvot Suomessa. https://www.motiva.fi/files/2263/Sahkoajoneuvot_Suomessa_-_selvitys.pdf. Luettu 12.11.2017.
- 4 Sähköinfo Severi. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. Julkaistu 10.3.2017. ST-kortti 51.90. Luettu 10.1.2018
- 5 Verkkootikkeli. Sähköauton lataustavat. <https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/sahkoauton-lataustavat/137/>. Luettu 14.10.2017
- 6 Verkkootikkeli. Latauspistoketyypit sähköautoille. <https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/latauspistoketyypit-sahkoautoille/135/>. Luettu 15.10.2017
- 7 Verkkojulkaisu. Latausasemat. http://www.garo.fi/fileadmin/garofi/Kataloger/AU/Latausasemat_05-13.pdf. Luettu 20.11.2017.
- 8 Opinnäytetyö. Sähköautojen latauspisteet. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/133629/Hirvonen_Henri.pdf?sequence=1. Luettu 1.12.2017
- 9 Verkkootikkeli. Miksi sähköauton lataus tarvitsee älyä. <http://www.virta.global/news-fi/miksi-s%C3%A4hk%C3%B6auton-lataus-tarvitsee-%C3%A4ly%C3%A4>. Luettu 4.12.2017
- 10 Verkkodokumentti. Sähkön kulutus Suomessa. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/kulutus-ja-tuotanto/kulutus--ja-tuotantoennuste/kulutusennuste/>. Viitattu 8.12.2017
- 11 Verkkodokumentti. Liikennekäytössä olevat sähköautot. https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/sahkokayttoiset_autot. Luettu 30.1.2018
- 12 Verkkodokumentti. Liikennekäytössä olevat hybridautot. https://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/ajoneuvokannan_kayttovoimatilastot/hybridikayttoiset_henkiloautot. Luettu 30.1.2018

- 13 Verkkootikkeli. Sähköskootteri. <https://www.google.fi/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwjwjtrey0ubZAhUHJ5oKHeaMDjE-QjRwIBg&url=https%3A%2F%2Fpikku-apuri.wordpress.com%2Ftag%2Fsahkoskootteri%2F&psig=AOv-Vaw311BsJGzgPn4G3mcbarXp1&ust=1520939255115971>. Luettu 29.1.2018
- 14 Verkkootikkeli. Sähköauton latausasema omalle pihalle? Hinta on yllättävän edullinen. <https://www.mtv.fi/lifestyle/autot/artikkeli/sahkoauton-latausasema-omalle-pihalle-hinta-on-yllattavan-edullinen/5329304#gs.aNaRp4M>. Luettu 29.1.2018
- 15 Verkkootikkeli. Sähköautoilun edelläkävijä löytyy etelästä. <http://www.abb.fi/cawp/seitp202/17a8ab0575985555c1257a0f004a063f.aspx%20kuva123>. Luettu 30.10.2017
- 16 Verkkodokumentti. Sähköautojen julkiset latauspisteet. http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=3104. Luettu 27.11.2017
- 17 Verkkodokumentti. Sähköautojen älykäs lataus. <https://www.posintra.fi/wp-content/uploads/2014/04/Sahkoautojen-alykas-lataus-Tilannekatsaus-kevaalla-2013.pdf>. Luettu 20.12.2017
- 18 Verkkootikkeli. Kiinteistön kartoitus sähköauton lataamiseen. <https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/kiinteiston-kartoitus-sahkoauton-lataamiseen/443/>. Luettu 15.11.2017
- 19 Verkkootikkeli. EU sopuun rakennus-direktiivistä: Sähkö-autojen lataus-paikat kerros-taloihin, energian-hukkataloista halutaan eroon <https://www.hs.fi/politiikka/art-2000005496354.html>. Luettu 5.1.2018
- 20 Verkkootikkeli. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi tuo uusia velvoitteita EU-jäsenvaltioille. <https://yle.fi/uutiset/3-9985542>. Luettu 5.1.2018
- 21 Verkkodokumentti. Sähköajoneuvojen lataaminen kiinteistöjen sähköverkoissa. http://www.sesko.fi/files/431/Lataussuositus_2014_2015-07-13.pdf. Julkaistu 13.7.2015. Luettu 30.10.2017
- 22 Opinnäytetyö. Sähköauto talviolosuhteissa ja osana älykästä sähköverkkoa. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/57602/nevalainen_pekka.pdf?sequence=1. Luettu 2.12.2017
- 23 Verkkodokumentti. Asennusohje. https://www.utu.eu/sites/default/files/attachments/14fi0682_witty-park-asennusohje-ver2_1-150305.pdf. Luettu 20.12.2017
- 24 Verkkootikkeli. Latauspisteen käyttöasteen seuranta. <https://plugit.fi/fi-fi/article/ajankohtaista/latauspisteen-kayttoasteen-seuranta/560/>. Luettu 21.12.2017

- 25 Verkkodokumentti. Caruna Espoo Oy liittymismaksuhinnasto. https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/30531397_caruna_fed_liittymishinnasto_espoo_6s_2017_fi_web.pdf. Luettu 1.2.2018.
- 26 Nissan. <https://www.nissan.fi/ajoneuvot/henkiloautot/leaf.html>. Luettu 12.1.2018
- 27 Tesla. https://www.tesla.com/fi_FI/new. Luettu 12.1.2018
- 28 Verkkootikkeli. Mitä maksaa sähköauton lataaminen. <https://vihreakaista.fi/fi-fi/article/sahko/mita-maksaa-sahkoauton-lataaminen/178/>. Luettu 20.12.2017
- 29 Vesa Linja-aho. Ostaisinko sähköauton? Julkaistu 2016. Into Kustannus Oy
- 30 Verkkootikkeli. Uusi Nissan Leaf 40kWh ennakoi sähköautoille kiihtyvää yleisty mistä. <https://www.autotie.fi/tien-sivusta/sahkoautoileva-motoristi/uusi-nissan-leaf-40kwh-ennakoi-sahkoautoille-kiihtyvaa-yleistymista>. Luettu 21.1.2018
- 31 Diesel laskuri. <http://diesel-laskuri.net/>. Luettu 1.2.2018
- 32 Verkkootikkeli. Sähkö vs diesel kumpi ympäristöystävällisempi. <https://www.sahkoinenliikenne.fi/uutiset/sahko-vs-diesel-kumpi-ymparistoystavallisempi>. Luettu 1.2.2018
- 33 Verkkootikkeli. Näin paljon sähköauto tarvitsee kilometrejä mittariin ennen kuin se on dieseliä puhtaampi. <https://m.kauppalehti.fi/uutiset/nain-paljon-sahkoauto-tarvitsee-kilometreja-mittariin-ennen-kuin-se-on-dieselia-puhtaampi/xcARb9tV>. Luettu 5.2.2018
- 34 Verkkootikkeli. Onko sähköauto päästötön? <https://yle.fi/uutiset/3-8034654>. Luettu 5.2.2018
- 35 Tesla. https://www.tesla.com/fi_FI/models. Luettu 7.2.2018
- 36 Verkkootikkeli. Latausta lastiliikenteeseen: Tesla Semi on ripeä sähkörekka. <https://www.moottori.fi/ajoneuvot/jutut/latausta-lastiliikenteeseen-tesla-semi-ri-pea-sahkorekka/>. Luettu 15.2.2018
- 37 Verkkootikkeli. BMW:ltä ”joka kodin” langaton laturi sähköautoille. <https://mo-biili.fi/2017/09/27/bmw/ta-joka-kodin-langaton-laturi-sahkoautoille/>. Luettu 18.2.2018
- 38 Verkkootikkeli. Lentävä latauspiste sähköautojen lataaminen mullistumassa. <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/autot/lentava-latauspiste-sahkoautojen-lataaminen-mullistumassa-6655849>. Luettu 20.2.2018

- 39 Verkkootikkeli. Ranskassa otettiin koekäyttöön sähköautoja lataava tie.
<https://tekniikanmaailma.fi/ranskassa-otettiin-koekayttoon-sahkoautoja-lataava-tie/>. Luettu 24.2.2018

