



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Otto Iitti

# Sähköautojen latauspisteet ja niihin liit- tyvä lainsäädäntö

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

10.3.2021

Tekijä Otsikko	Otto Iitti Sähköautojen latauspisteet ja niihin liittyvä lainsäädäntö
Sivumäärä Aika	24 sivua 10.3.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Kai Virta toimitusjohtaja Jouko Hokkanen
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä yleistä tietoa sähköautojen latauspisteistä ja sähköautoista KSS Rakennus Oy:lle. KSS Rakennus Oy on Kouvolassa toimiva sähköyhtiö. Työssä tutustuttiin sähköautojen latauspisteisiin, niitä koskevaan lainsäädäntöön ja sähköautoihin. Tietoa saatiin netistä sekä KSS Energialta.</p> <p>Työ toteutettiin kirjallisuuden tutkimustyönä. Työssä kerättiin tietoa eri lähteistä sekä KSS Rakennus Oy:ltä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kerättyä tietoa yhteen pakettiin sähköautojen latauspisteistä, niitä koskevasta lainsäädännöstä ja sähköautoista. KSS Rakennus Oy voi käyttää näitä tietoja.</p> <p>Sähköautojen ja ladattavien hybridien määrä on viime vuosina kasvanut voimakkaasti, ja Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivin, Suomen latauspisteitä koskevan lainsäädännön ja kuluttajien arvomaailman muutoksen myötä on oletettavaa että niiden määrä jatkaa kasvamistaan. Tästä johtuen KSS Rakennus Oy:n kannattaa panostaa kattavan latausverkon rakentamiseen ja ylläpitoon.</p>	
Avainsanat	sähköauto, hybridi, latauspiste, lataustapa, latauspistoke

Author Title	Otto Iitti Charging Stations for Electrical Vehicles and the Laws Concerning them
Number of Pages Date	24 pages 10 March 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Kai Virta, Senior lecturer Jouko Hokkanen, CEO
<p>The purpose of this thesis work was to collect information about electrical vehicles and their charging stations for KSS Rakennus Oy. KSS Rakennus Oy is an electricity company located in Kouvola. This thesis covers information about electric vehicles, their charging stations and the laws concerning them. The information was gathered from the internet and from KSS Rakennus Oy.</p> <p>The work was done as literature research. The information was gathered from various sources and from KSS Rakennus Oy.</p> <p>The result of this work is information package concerning electric vehicles, their charging stations and the laws concerning these. This information may be used by KSS Rakennus Oy.</p> <p>The number of electric vehicles has risen in past years, and because of European unions energy efficiency directive, Finland's laws concerning charging stations for electric vehicles and changes in consumers values, it is expected that the number of electric vehicles will continue to rise. Because of this, KSS Rakennus Oy should invest in building and maintaining a comprehensive charging network.</p>	
Keywords	EV, hybrid, charging station, charging plug

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	7
2	Energiatehokkuusdirektiivin latauspisteille asettamat vaatimukset	7
3	Täyssähköauto ja hybridiajoneuvot	9
3.1	Täyssähköauto	10
3.2	Ladattavat hybridit	10
4	Akkuteknologiat	11
5	Sähköautojen ja latauspisteiden lainsäädäntö	14
5.1	Sähköautoihin liittyvät tuet	14
5.2	Latauspisteiden lainsäädäntö ja tuet	14
6	Latauspisteet	16
6.1	Lataustavat	16
6.2	Sähkön myynti latauspisteistä	21
6.3	Latauspisteiden valmistajat	21
6.4	Latauspistokkeet	21
6.5	Älykäs lataus	24
7	Asennettujen latauspisteiden kulurakenne	24
8	Yhteenveto	25
	Lähteet	1

## Lyhenteet

AA tyyppin latauspistoke

Sähköauton latauspistoke.

ARA

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus, ympäristöministeriön ohjaama vi-rasto.

BEV

*Battery electric vehicle*. Täyssähköauto.

CCS Combo

*Combined Charging System*. Sähköauton pikalatausliitin.

CHAdeMo

Sähköauton pikalatausliitin.

EPBD

Euroopan Unionin energiatehokkuusdirektiivi.

FF tyyppin latauspistoke

Suomessa käytössä oleva latauspistoke.

Kotitalouspistorasia

Normaali 230V pistorasia.

Mode 1

Kevyiden sähköajoneuvojen lataustapa.

Mode 2

Sähköajoneuvojen tilapäinen lataustapa.

Mode 3

Sähköajoneuvojen normaali lataustapa.

Mode 4

Sähköajoneuvojen pikalataustapa.

NiCd-akku

Nikkeli-kadmiumakku.

NiMH-akku Nikkeli-metallihydridiakku.

Teollisuuspistorasia

Suuremman virran kestävä pistorasia.

Type 1 Japanissa ja Yhdysvalloissa käytössä oleva latauspistoke.

Type 2 Euroopassa käytössä oleva latauspistoke.

Älykäs lataus

Lataustapa, jossa auto välittää tietoa latauspisteelle latauksen optimoimiseksi.

## **1 Johdanto**

Sähköautojen määrä maailmalla ja Suomessa on koko ajan kasvussa. Tämä johtuu niin kuluttajien asenteiden muutoksesta, sähköautojen hinnan laskusta, toimintasäteen kasvusta ja uudesta latauspisteitä koskevasta lainsäädännöstä. Niin täyssähköautojen kuin ladattavien hybridien määrä on yli kolminkertaistunut vuodesta 2018 vuoden 2020 loppuun mennessä. Tämä yhdessä Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivin kanssa tulee kasvattamaan latauspisteiden ja kattavan latausverkoston tarvetta lähivuosina. [1.]

Tämä opinnäytetyö on tehty KSS Rakennus Oy:lle. KSS Rakennus Oy on Kouvolassa toimiva sähköyhtiö. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä sähköautojen latauspisteisiin ja hankkia niistä tietoa KSS Rakennus Oy:lle. Tavoitteena on myös tarkastella KSS Rakennus Oy:n jo asentamia latauspisteitä ja niiden asentamisen kulurakennetta.

## **2 Energiatehokkuusdirektiivin latauspisteille asettamat vaatimukset**

Autoilun muutos ja energiatehokkuusdirektiivin asetukset

Autoilun muutos polttomoottoritekniikasta muihin muotoihin, kuten hybridi-, täyssähkö- ja vetyautoihin, tulee tapahtumaan niin kuluttajien arvomaailman muutoksesta kuin rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) asettamasta lainsäädännöstä. Autoilun muutos ei siis johdu pelkästään kuluttajien parantuneesta ympäristötietoisuudesta ja asenteista vaan suurelta osin myös rakennusten energiatehokkuusdirektiivin vaatimuksista.

EPBD asettaa rakennusten talotekniikalle tarpeita mm. pakollisuuteen, tarkastuksiin ja ominaisuuksiin liittyen, ja lainsäädäntöön kytkeytyy myös asetuksia koskien autojen latauspisteitä. Säännölliset, pakolliset tarkastukset eivät liity tässä kohtaa suoranaisesti sähköautojen latauspisteisiin eikä niitä käsitellä tässä opinnäytetyössä. [2.]

Pakollisuus

Rakennusten talotekniikalta vaaditaan rakennusautomaatio- ja ohjausjärjestelmiä vuodesta 2025 alkaen kaikissa muissa kuin asuinrakennuksissa, joiden nimellisteho ylittää 290 kW sekä vuoden 2021 alusta alkaen kaikissa uusissa asuinrakennuksissa sekä laajasti korjattavissa asuinrakennuksissa, joissa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa. [2.]

Pakollisuus ei koske siis vanhoja asuinrakennuksia eikä asuinrakennuksia joissa ei tehdä laajoja korjauksia ja/tai ei ole maksimissaan neljää pysäköintipaikkaa. Autojen latauspisteiden lainsäädäntöä tarkastellaan tarkemmin luvussa 5.

Älyratkaisuvalmiutta koskeva indikaattori

EU-direktiivin 2018/844 Liitteessä 1 A määritellään älyratkaisuvalmiutta koskevan indikaattorin määritelmä ja menetelmä, jolla rakennus voi parantaa energiatehokkuuttaan ja kokonaistehokkuuttaan.

Älyratkaisuvalmiutta koskeva indikaattori tarkoittaa ominaisuuksia, jotka tähtäävät energiasäästöjen lisäämiseen ja joustaviin älyratkaisuihin, joiden tuottaminen mahdollistetaan paremmin yhteenliitetyistä ja älykkäistä laitteista.

Älyratkaisuvalmiuteen liittyvillä ominaisuuksilla tarkoitetaan esimerkiksi älykkäitä mittareita, rakennusten automaatio- ja ohjausjärjestelmiä, raportointi- ja analysointijärjestelmiä sekä sähköajoneuvojen latauspisteitä. [3.]

Latauspisteiden tarve tulevaisuudessa

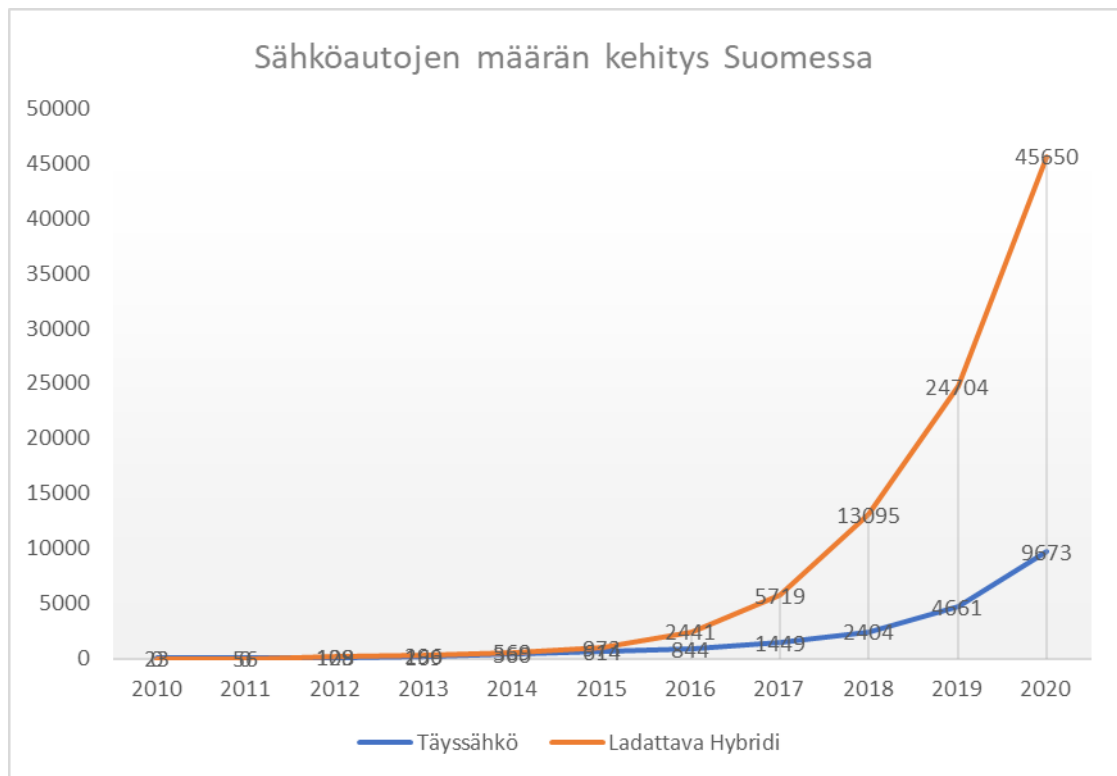
Kuluttajien arvomaailman muutoksen sekä mm. energiatehokkuusdirektiivin myötä siirtyminen sähköautojen käyttöön lisääntyy merkittävästi. Samalla voidaan olettaa, että sähköautojen tuotantokustannukset laskevat merkittävästi, joka kasvattaa sähköautojen uusostojen määrää. Tämä johtaa siihen, että latauspisteiden määrä lisääntyy lähivuosina. Voidaan myös olettaa, ettei pelkkä lukumääräinen latauspisteiden tarve ole ainut kasvava tarve vaan latauspisteen kehitykseen panostaminen on yhtä tärkeää kuin itse latauspisteiden asentaminen. Kehityskohteita voisi löytyä latauspisteen älyteknologiasta, tekoäly sovelluksista sekä latausajan minimoinnista niin ajallisesti kuin kustannuksellisesti.

### 3 Täyssähköauto ja hybridiajoneuvot

Sähköautojen suosio on kasvanut kymmenessä vuodessa huomattavasti. Kun vuonna 2010 täyssähköautoja oli tieliikennekäytössä 23 kappaletta, niin vuonna 2020 niitä oli 9673. Varsinkin parin viime vuoden aikana sähköautoja on otettu käyttöön erityisen paljon. Viimeisen vuoden aikana täyssähköautojen määrä tieliikennekäytössä on yli kaksinkertaistunut. Myös ladattavien hybridien määrä on lähes tuplaantunut viimeisen vuoden aikana. Täyssähköautojen ja ladattavien hybridiautojen määrän kehitys näkyy taulukossa 1. ja kuvassa 1. Aikaisemmin mainittujen seikkojen lisäksi sähköautojen suosion kasvuun osasyynä on niiden hintojen lasku. [1; 4; 5.]

Taulukko 1. Sähköautojen määrän kehitys vuosittain. [1.]

<u>Vuosi</u>	<u>täyssähköautot</u>	<u>ladattavat hybridiautot</u>
31.12.2010	23	0
31.12.2011	56	0
31.12.2012	109	128
31.12.2013	169	296
31.12.2014	360	569
31.12.2015	614	973
31.12.2016	844	2 441
31.12.2017	1 449	5 719
31.12.2018	2 404	13 095
31.12.2019	4 661	24 704
31.12.2020	9 673	45 650



Kuva 1. Sähköautojen määrän kehitys vuosittain. [1.]

### 3.1 Täyssähköauto

Täyssähköauto on auto, jonka voimanlähteenä on sähkömoottori. Energiansa moottori saa akuista. Akut ladataan esimerkiksi latauspisteen kautta sähköjakaiverkosta. Uu-  
sissa täyssähköautoissa toimintasäde on parhaimmillaan yli 500 kilometriä. [6.]

Täyssähköautoja on valmistettu yli sadan vuoden ajan, mutta tuotanto on ollut ennen 2010-lukua melko pientä, pienen kysynnän ja autojen korkeiden valmistamiskustannus-  
ten takia. Nykyään kaikilla suurilla automerkeillä on oma sähköautomallinsa, ja myös monet pienemmät autovalmistajat ovat alkaneet valmistaa sähköautoja. Sähköautojen suosion kasvun myötä on myös syntynyt uusia pelkästään sähköautoihin keskittyviä au-  
tovalmistajia.

### 3.2 Ladattavat hybridit

Ladattavassa hybridiautossa on sekä bensiini- tai dieselkäyttöinen polttomoottori että  
sähkömoottori. Hybridiauton akkuja voidaan ladata latauspisteen kautta sähköverkosta. Hybridiauton toimintamatka on tyypillisesti 650–1000 kilometriä, josta pelkän

sähkömoottorin toimintamatka on noin 25–100 kilometriä, riippuen automerkestä. Hybridiautot lataavat akkujaan myös jarrutus- ja hukkaenergialla, ja tämä vähentää kokonaiskulutusta sekä päästöjä. Vaihto sähkömoottorin käytöstä polttomoottoriin tapahtuu älykkäästi, eli auto hoitaa vaihdon automaattisesti. Kuljettaja voi myös halutessaan ohjata vaihtoa manuaalisesti. [6.]

Ladattavia hybridejä on kolmea eri tyyppiä. Tyypit ovat sarjahybridi, rinnakkaishybridi ja näiden yhdistelmä. Sarjahybridissä auto käyttää pääasiassa sähkömoottoria jota voidaan ladata polttomoottorigeneraattorilla. Voimansiirto on sarjahybrideissä sähköinen. Eli autossa oleva polttomoottori tukee sähkömoottoria mahdollisimman laajan toimintasäteen saavuttamiseksi. [7.]

Rinnakkaishybridissä käyttövoiman lähteenä toimivat sekä polttomoottori että sähkömoottori. Autosta riippuen molemmat tai vain toinen moottori liikuttavat autoa yhtä aikaa. Yleinen rinnakkaishybridi on nelivetoinen auto, jossa polttomoottorin voima välittyy mekaanisella voimansiirrolla etuakselille. Sähkömoottorin voima puolestaan välittyy sähköisesti taka-akselille. Jos autossa on molemmat moottorit käytössä niin auto on nelivetoinen. Jos vain polttomoottori on käytössä auto on etuvetoinen, ja vastaavasti jos vain sähkömoottori on käytössä, on auto takavetoinen. [7.]

## **4 Akkuteknologiat**

Akku on sähkökemiallinen energiavarasto, joka koostuu kahden elektrodin, anodin ja katodin muodostamasta sähköparista. Elektrodien välissä on elektrolyytti, joka on usein nestemäisessä tai geelimäisessä muodossa olevaa ainetta. Akku kytketään virtapiiriin navoistaan, jolloin anodilla tapahtuu hapettumisreaktio ja katodilla pelkistymisreaktio. Kun aine hapettuu, se luovuttaa elektroneja. Nämä elektronit matkaavat negatiivisesti varautuneelta anodilta virtapiiriin kautta katodille aikaansaaden samalla sähkövirran. [8.]

Akut luokitellaan yleisesti elektrodiansa materiaalin mukaan. Akkua ladataan moottorin pyöriessä yleensä vaihtovirtalaturilla, joka ylläpitää auton sähköjärjestelmässä riittävän jännitetasen. Koska akku vastaanottaa ja luovuttaa tasavirtaa, pitää laturin vaihtovirta muuntaa tasavirraksi. Akkua voidaan ladata myös verkkovirralla silloin, kun auton moottori ei ole käynnissä. Koska akkuihin voidaan varastoida vain tietty rajallinen määrä energiaa ja koska lataus voi latauspaikasta riippuen olla hidasta, taloudellisen ajotavan merkitys korostuu sähköautoilussa. Sähköautojen määrän kasvu tulevaisuudessa voi johtaa

joidenkin akuissa käytettävien materiaalien, kuten litiumin, hinnan nousuun. Akkuteknologiat kulkevat kuitenkin koko ajan tehokkaampaan ja ympäristöystävällisempään suuntaan. Erilaiset standardit akkujen moduloinnissa ja latauksessa kuitenkin hidastavat yhtenäisen latausinfrastruktuurin ja vaihtoakkujärjestelmän kehittymistä. Akkujen on huomattu syttyvän herkästi palamaan kolareissa, ja niitä on vaikea sammuttaa. Viime vuosina akkujen koteloinnin standardit ovat tiukentuneet juurikin tämän takia. [8.]

Sähköautojen energian varastointiin on käytetty monia erityyppisiä akkuja ja erilaisia akkuratkaisuja. Sähköautoissa käytettävät akut ovat kompromisseja hinnan, painon, käyttöiän ja toimintasäteen väliltä. Yhtä muita parempaa akkuratkaisua ei ole vielä löytynyt. Uusissa sähköautoissa eniten käytetty akkutyyppejä on litium-ioniakku.

Tulevaisuudessa menestyvimpiä akkuja tulevat olemaan ne, joita voidaan valmistaa saatavilla olevista materiaaleista, jotka on helppo kierrättää. [8.]

Litium-ioniakun elektrodit on valmistettu litiumoksidista. Erilaisten litium-ioniakkujen elektrodeissa on käytetty myös mangaanioksidia, kobolttioksidia, rautafosfaattia, nikkelia, alumiinia, polymeeria sekä titanaattia tai joidenkin näiden yhdistelmiä. Elektrolyytinä litium-ioniakussa käytetään esimerkiksi etyleenikarbonaattia. Litiumioniakulla on muita akkutyyppejä korkeampi nimellisjännite ja painoonsa nähden suuri kapasiteetti. Litiumioniakku on myös herkkä yllilataukselle ja syväpurkamiselle. [8.]

Litium-rautafosfaattiakku ei sisällä ollenkaan raskasmetalleja, ja on tästä syystä litiumakuista ympäristöystävällisin. Muut litiumakut, jotka sisältävät raskasmetalleja, ovat ongelmajätettä. Uusien sähköautojen akkuteknologiaa ajatellen kiinnostavimpia akkutyyppejä ovat litium-rautafosfaattiakku ja litium-titanaattiakku. Niissä on muita akkutyyppejä parempi suhde käyttöiän, painon, tehosiheyden ja ladattavuuden kannalta. Litium-rautafosfaattiakun energiatiheys on noin 100 Wh/kg, ja litium-polymeeriakun parhaimmillaan noin 200 Wh/kg. [8.]

Suola-akut toimivat korkeissa lämpötiloissa, noin 300–400 °C:n lämpötiloissa. Suolaakun kennostot on eristetty hyvin, joten lämmön ylläpitäminen vaatii melko vähän energiaa. Elektrolyytinä suola-akku käyttää sulasuolaa, esimerkiksi erilaisia natriumkloridiyhdisteitä. Sähköauton valmistajien kannalta suola-akut kiinnostavat sen raaka-aineiden edullisuuden ja melko hyvän energiatiheuden takia. Suolaakun energiatiheys on noin 90Wh/kg. [8.]

Nikkeli-kadmiumakun eli NiCd-akun elektrodit on valmistettu nikkelihydroksidista ja kadmiumista. Elektrolyytinä tämän tyyppisissä akuissa käytetään useimmiten vahvasti emäksistä kaliumhydroksidiliuosta. NiCd-akulla on pitkä käyttöikä ja hyvä virrananto kyky. Tämän akun energiatiheys on noin 50 Wh/kg. NiCd-akku toimii laajalla lämpötila-alueella ja sitä käytetään sähkötyökaluissa, kuten porakoneissa. Nikkeli-kadmiumakun suurin ongelma on erittäin myrkyllinen kadmium, joka tekee akuista ongelmajätettä. Tämän takia nikkeli-kadmiumakkujen käytöstä on luovuttu uusissa sähköautoissa. [8.]

Nikkeli-metallihydridiakun, eli NiMH-akun elektrodit ovat nikkelihydroksidiä ja metallihydridiä, elektrolyytinä on kaliumhydroksidi. Nikkeli-kadmiumakkuihin verrattuna NiMH-akun kapasiteetti on suurempi mutta kestoikä lyhyempi, lämpötilaherkkyys suurempi ja virranantokyky matalampi. Matkapuhelimet ja tietokoneet sekä jotkin hybridautot käyttävät NiMH-akkuja. Nikkeli-metallihydridiakun energiatiheys on noin 60 Wh/kg. Muita nikkeliakkumuunnoksia ovat lyhytikäinen mutta kevyt nikkeli-sinkkiakku ja kestävä mutta painava ja helposti itsepurkautuva nikkeli-rauta-akku. [8.]

Sinkki-halogeeniakuissa negatiivisena elektrodina toimii sinkki ja positiivisena elektrodina toimii halogeeniliuos, joka on yleensä kloori- tai bromiliuos. Nämä akut ovat virtausakkuja, jotka käytännössä ovat nestemäisillä reaktioaineilla varustettuja regeneroitavia polttokennoja. Tällaisessa akussa reagoivat aineet kierrätetään kennoston läpi, joten akun aktiivinen materiaali voidaan säilyttää akun ulkopuolella. [8.]

Lyijyakku on yleisimmin käytetty polttomoottoriautoissa. Lyijyakuissa elektrodeina toimivat kaksi lyijylevyä ja elektrolyytinä rikkihappoliuos. Tavallisessa lyijyakussa kennot ovat avattavat, jotta tarvittaessa niihin voi lisätä elektrolyyttiä, jos sitä on haihtunut. Elektrolyytti voi olla myös lasikuitumattoon imeytettynä tai geelimäisessä muodossa, jolloin akku on suljettu eikä se tarvitse huoltoa. Lyijyakku on edullinen, mutta se on muihin akkutyyppeihin verrattuna painava. Lyijyakun energiatiheys on noin 30 Wh/kg. Aluksi täyssähköautoissakin käytettiin lyijyakkuja juurikin niiden edullisuuden ja saatavuuden takia. Uusissa sähköautoissa ei lyijyakkuja käytetä, koska parempia akkuvaihtoehtoja on tullut saataville enemmän, ja niiden hinnat ovat laskeneet. [8; 9.]

## 5 Sähköautojen ja latauspisteiden lainsäädäntö

### 5.1 Sähköautoihin liittyvät tuet

Sähköautojen hinnat eivät vielä ole täysin kilpailukykyisiä muiden vaihtoehtojen kanssa, mutta vuonna 2018 tuli voimaan laki sähköauton hankintatuesta. Tukea voi saada sähköauton hankkimiseen vuosina 2018–2021. Tuen suuruus on 2000 euroa ja sen saa suoraan hinnan alennuksena. Tuen voi saada valtiolta kun yksityishenkilö ostaa tai pitkäaikaisvuokraa täyssähköauton omaan käyttöönsä. Täyssähköauton tulee olla uusi, jotta hankintatukea voi saada. [10.]

Hankintatuen saamiseksi on paljon edellytyksiä. Traficomien sivuilla listataan kaikki edellytykset sähköauton hankintatuen saamiseksi:

- a) Auto on täyssähköinen henkilöauto.
- b) Ostaja tai vuokraaja on yksityishenkilö.
- c) Vuokraaja sitoutuu vuokraamaan auton yksinomaan omaan käyttöönsä vähintään kolmeksi vuodeksi.
- d) Auton kokonaishinta on enintään 50 000 euroa (sisältää ALV ja autoveron).
- e) Auto ei ole ollut aikaisemmin rekisterissä.
- f) Auto on ensirekisteröitävä 1.1.2018–30.11.2021, tilaus- ja kauppasopimus tai sopimus pitkäaikaisvuokraamisesta on voitu tehdä tätä aiemminkin.
- g) Auton hankintaan ei ole käytetty romutuspalkkiota.
- h) Valtion talousarviossa avustuksen maksamista varten varattua määrärahaa on käytettävissä (määrärahaa on kohdistettu hankintatukeen ja muuntotukeen yhteensä 6 miljoonaa euroa vuodessa).
- i) Täyssähköauton pitkäaikaisvuokraaminen. [10.]

### 5.2 Latauspisteiden lainsäädäntö ja tuet

Eduskunta hyväksyi sähköautojen latauspisteitä koskevan lainsäädännön 16.10.2020, laissa määrätään sähköautojen latauspisteiden suunnittelusta ja asentamisesta sekä latauspistevalmiuksista. Laissa on määrätty eri velvoitteet asuinrakennuksille ja muussa käytössä oleville rakennuksille. [2.]

Uusiin tai laajamittaisesti korjattaviin asuinrakennuksiin, joissa on yli neljä pysäköinti- paikkaa, täytyy rakentaa latauspistevalmius jokaiselle pysäköintipaikalle. Latauspisteval- mius tarkoittaa käytännössä putkitusta ja kaapelointia, jotta latauspiste voidaan tarvitta- essa asentaa myöhemmin. Laki ei kuitenkaan velvoita asuinrakennuksia asentamaan latauspisteitä, vaan se jää taloyhtiön tai pysäköintipaikkojen omistajan päätettäväksi. [2.]

Uusiin tai laajamittaisesti korjattaviin muihin kuin asuinrakennuksiin, joissa on yli 10 py- säköintipaikkaa, laki velvoittaa asentamaan vähintään yhden suuritehoisen latauspis- teen tai vaihtoehtoisesti normaalitehoisia latauspisteitä pysäköintipaikkojen määrästä riippuen. [2.]

Kun pysäköintipaikkoja on 11–30, niin suuritehoisen latauspisteen sijaan voi asentaa yh- den normaalitehoisen latauspisteen, ja kun pysäköintipaikkoja on 51–100, niin norma- litehoisia latauspisteitä tulee asentaa kaksi. [2.]

Latauspisteiden asentamisen lisäksi tulee muihin kuin asuinkäytössä oleviin rakennuk- siin myös rakentaa latauspistevalmiuksia vuoteen 2024 mennessä. Kun pysäköintipaik- koja on 11–30, latauspistevalmius tulee rakentaa vähintään 50 prosenttiin pysäköintipaik- koista. Kun pysäköintipaikkoja on yli 30, latauspistevalmius tulee rakentaa vähintään 20 prosenttiin pysäköintipaikoista, niin että valmiuksia on vähintään 15 paikalla. [2.]

Myös rakennuksiin, jotka eivät ole uusia eivätkä laajamittaisesti korjattuja muita kuin asuinrakennuksia ja joissa on yli 20 pysäköintipaikkaa, laki velvoittaa rakentamaan vä- hintään yhden suuritehoisen tai normaalin sähköautojen latauspisteen vuoteen 2024 mennessä. [2.]

Lailta arvioidaan syntyvän 73 000–97 000 latauspistettä ja 560 000–620 000 latauspis- tevalmiutta vuoteen 2030 mennessä. Asuinrakennuksien osalta laki koskee noin 69 000 taloyhtiötä. [11.]

Tukea sähköauton latauspisteiden valmiuksien rakentamiseen voi saada Asumisen ra- hoitus- ja kehittämiskeskukselta, ARA:lta. Avustusta voi hakea esimerkiksi taloyhtiöt, vuokratotaloyhteisöt tai niiden omistamat pysäköintiyhtiöt. Avustusta voidaan myöntää tällä hetkellä vuosina 2020–2022 asuinrakennusten energiatehokkuutta parantaviin kor- jaushankkeisiin. Tuen edellytyksenä on, että latauspistevalmiuksia rakennetaan vähin- tään viisi. Sitä ei voi saada vielä keskeneräisiin uudisrakennuskohteisiin. Tuen suuruus

voi olla 45 % tai jopa 55 % toteutuneista kustannuksista, enintään 90 000 euroa. Latauspistevalmiuksien lisäksi tukea voi saada itse latauslaitteidenkin hankintaan. [12; 13.]

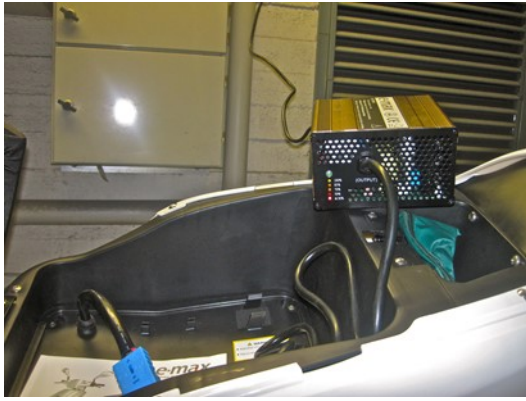
## **6 Latauspisteet**

### 6.1 Lataustavat

Sähköajoneuvojen lataustapoja on neljä, ja lisäksi on langaton lataus. Lataustavat eroavat toisistaan lataustehon ja -pistokkeen tyypin mukaan. Yleisin lataustapa on lataustapa 3, joka on sähköautojen ladattavien hybridien pääasiallinen lataustapa. [14; 15; 16.]

#### Lataustapa 1

Lataustapaa mode 1 käytetään kevyiden sähköajoneuvojen lataamiseen, esimerkiksi sähköpyörän, -potkulaudan ja -ruohonleikkurin lataamiseen. Tässä lataustavassa laitteen laturi kytketään normaalin pistorasiaan ja laite latautuu verkkovirralla. Tämä lataustapa kuumentaa kaapelia ja liitintä pitkäaikaisessa käytössä, eikä siksi sovellu pitkäaikaiseen lataamiseen. Kuvissa 2 ja 3 on esimerkki lataustavasta mode 1. [14; 15; 16; 17.]



Kuva 2. Lataustapa 1. [18.]

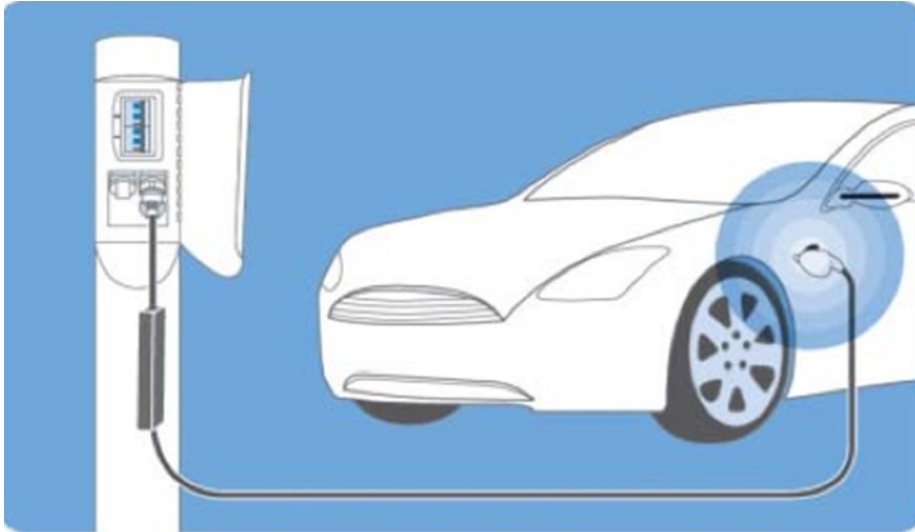


Kuva 3. Lataustapa 1. [18.]

## Lataustapa 2

Lataustapaa mode 2 käytetään sähköajoneuvon tilapäiseen lataamiseen, kun lataustavan 3 mukaista pistorasiaa tai ajoneuvopistoketta ei ole käytettävissä. Tässä lataustavassa sähköajoneuvoa ladataan pistorasiasta verkkovirralla, esimerkiksi auton lämmityspistorasiasta, käyttäen auton mukana tulevaa tilapäislatauskaapelia. Kaapelissa on latausvirranrajoitin, mutta useimmissa malleissa vikavirtasuojaa ei ole. Latausvirranrajoitin on tarpeellinen koska normaali kotitalouspistorasia ei kestä jatkuvaa mitoitusvirrtaansa pitkiä aikoja. [14; 15; 16; 17.]

Sähköautoa tai ladattavaa hybridiä voidaan ladata pitkään lataustapaa 2 käyttäen, jos tilapäislatauskaapeli rajoittaa virran 8 ampeeriin. Teollisuuspistorasiaa käytettäessä virranrajoitukselle ei ole tarvetta, sillä teollisuuspistorasiaa voidaan kuormittaa mitoitusvirrallaan pitkiä aikoja. Kuvassa 4 lataustapa mode 2. [14; 15; 16; 17.]



Kuva 4. Lataustapa 2. [15.]

### Lataustapa 3

Lataustapa mode 3 on sähköautojen ja ladattavien hybridien pääasiallinen lataustapa. Lataus tapahtuu kiinteällä latauslaitteella, joka usein asennetaan auton vakituisen latauspaikkaan, esimerkiksi kotiin tai työpaikalle. Sähköajoneuvoon kuuluva latausjohto kytketään kiinteän latauslaitteen tyyppin 2 sähköautopistorasiaan, joka lataa auton akkuja vaihtovirralla. Ladattaessa ajoneuvopistoke lukkiintuu paikalleen sähköisesti tai mekaanisesti, mallista riippuen. Latauskaapeliin kuuluu myös tiedonsiirtoväylä, jolla mahdollistetaan älykäs lataus. Tiedonsiirtoväylän avulla voidaan varmistaa että ajoneuvo on kytketty latauspisteeseen oikein, ja voidaan ohjata kuormitusta ja virransyöttöä molempiin suuntiin.

Tällä lataustavalla ajoneuvon akkujen lataaminen kestää automallista riippuen 1–6 tuntia. Julkisissa sähköautonlatauspisteissä on lain mukaan oltava tyyppin 2 mukainen pistorasia tai ajoneuvopistoke ja mahdollisuuksien mukaan on käytettävä älykkäitä latausjärjestelmiä. Kuvassa 5 lataustapa mode 3. [14; 15; 16; 17.]



Kuva 5. Lataustapa 3. [17.]

#### Lataustapa 4

Lataustapa 4 on sähköautojen ja ladattavien hybridien pika- tai tehollataus. Tämä lataustapa on nopein sähköajoneuvon lataustapa. Pikalatauksessa auton akut saa tyypillisesti ladattua 80 % täyteen noin puolessa tunnissa. Kaikkia ladattavia ajoneuvoja ei kuitenkaan voi ladata pikalatauksella, jos niitä ei ole suunniteltu siihen.

Pikalatauksessa latauspisteessä on tasavirtalaturi joka syöttää sähköajoneuvon akustoa suurella virralla. Nykyisten pikalatureiden syöttämät tasavirrat ovat satoja ampeereja ja lataustehot ovat 22–150 kW. Pikalatureiden lataustehoja ollaan kasvattamassa jopa 350 kW:iin saakka. Pikalatauksessa käytettävä latausjohto on latauspisteen kiinteä osa, jossa käytetään FF- tai AA-typin mukaista ajoneuvopistoketta. Suomessa pikalataus- asemissa käytetään tyypin FF mukaista ajoneuvopistoketta. Latauskaapeliin kuuluu myös tiedonsiirtoväylä, joka mahdollistaa älykkään latauksen. Tiedonsiirtoväylän avulla voidaan varmistaa että ajoneuvo on kytketty latauspisteeseen oikein, ja voidaan ohjata kuormitusta ja virransyöttöä molempiin suuntiin.

Pikalatauspisteitä on alettu ottamaan käyttöön monissa kauppakeskuksissa ja parkkipaikoilla. Julkisissa pikalatausasemissa tulee lain mukaan käyttää tyypin FF ajoneuvopistoketta ja niissä tulee mahdollisuuksien mukaan käyttää älykkäitä latausjärjestelmiä. Kuvassa 6 sähköauto pikalatauspisteellä. [14; 15; 16; 17.]



Kuva 6. Sähköauton pikalataus, lataustapa 4. [19.]

#### Langaton lataus

Sähköajoneuvoa voidaan ladata myös langattomasti. Langaton lataus tapahtuu käyttämällä induktiota. Energiaa siirretään induktiivisesti tiehen tai muuhun pintaan asennetun käämin ja ajoneuvoon asennetun käämin välillä. Käytännössä tämä toteutetaan niin, että auto ajetaan esimerkiksi parkkipaikkaan, johon asennettu käämi, ja lataus voidaan aloittaa. Tämä lataustapa ei ole kovinkaan paljon käytössä, sillä sitä ei ole saatu optimoitua tarpeeksi energiatehokkaaksi. Kuvassa 7 sähköauton langaton lataus. [15.]



Kuva 7. Sähköauton langaton lataus. [20.]

## 6.2 Sähkön myynti latauspisteistä

Monet julkiset latauspisteet ovat tällä hetkellä ilmaisia, eli sähköauton lataaminen niistä ei maksa mitään auton lataajalle. Tämä on pitkälti imagomarkkinointia, jolla esimerkiksi kauppakeskukset houkuttelevat asiakkaita.

Sähkön myynti julkisista latauspisteistä ei ole vielä tällä hetkellä kannattavaa johtuen pienestä sähköautokannasta. Latauspisteen hinta, asentamisen ja huoltamisen kustannukset ovat paljon suuremmat kuin niistä myytävän sähkön tuotto. Latauspisteitä kuitenkin asennetaan koko ajan ja niitä on Suomessa paljon käyttövalmiina, valmiina sähköautojen määrän kasvua varten.

Julkisten latauspisteiden asentaminen ja niistä sähkön myyminen eivät ole KSS Energialle vielä kannattavia, koska Kouvolan seudulla on vielä melko huono sähköautokanta. KSS Energia kuitenkin rakentaa jo kattavaa latausverkostoa, sähköautojen odotettavaa määrän kasvua varten. [21; 22.]

## 6.3 Latauspisteiden valmistajat

Latauspisteitä tekevät useat eri valmistajat, joista osa rakentaa latauspisteitä maailmanlaajuisesti ja toiset esimerkiksi vain yhden maan markkinoille. Suomessa myytävien ja asennettavien latauspisteiden suurimpia valmistajia ovat Schneider Electric, Ensto, Virta Ltd, Garo, Defa Oy, Parkkisähkö Oy, Webasto ja ABB Oy.

## 6.4 Latauspistokkeet

Sähköautoa ja ladattavaa hybridiä voi ladata monella eri tavalla, kuten aiemmin on käyty läpi. Sähköauton tilapäislataus (tapa 2) onnistuu normaalista suko-pistorasiasta auton mukana tulevalla kaapelilla. Peruslataukseen (tapa 3) on olemassa kaksi erillaista latauspistoketyyppiä tyyppi 1 ja tyyppi 2. Tyypin 1 latauspistoke on käytössä Japanissa ja Yhdysvalloissa. [23.] Tyypin 2 latauspistoke on käytössä Euroopassa, Euroopan unioni on määrittänyt sen latauspistokestandardiksi. Sähköautojen pikalaukseen on käytössä kolme erilaista pistoketyyppiä, CCS Combo-, CHAdeMO- ja Supercharger-pistoke, joka käy vain Teslan autoihin. Monissa pikalatauslaitteissa on sekä CCS Combo-liitin, että CHAdeMO-liitin. Peruslatauksen ja pikalatauksen pistokkeiden kautta kulkee tietoa

auton ja latauslaitteen välillä, ja näillä tiedoilla ohjataan akun latautumista. Esimerkiksi kun auton akku on täynnä, kulkee pistokkeen kautta tieto latauslaitteeseen, ja lataaminen lopetetaan. [23; 24.]

Tyyppin 1 liitin on käytössä Yhdysvalloissa ja Japanissa. Tyyppin 1 liitin käyttää vaihtovirtalatausta, jossa laturi on autossa. Auton akuston laturi määrittää kuinka suurella virralla akkua voidaan ladata. Yleisimmin käytössä on 16 ampeerin latausvirta. Liitin mahdollistaa yksivaiheisen latauksen 80 ampeeriin saakka. Kuvassa 8 on tyyppin 1 latauspistoke. [23.]



Kuva 8. Tyyppin 1 latauspistoke. [25.]

Tyyppin 2 liitin on EU:n määrittelemä standardilatauspistoke. Myös Suomen lain mukaan kaikissa julkisissa latauspisteissä tulee olla tyyppin 2 latauspistoke. Tämä liitin mahdollistaa latauksen kolmivaiheisen syötön 63 ampeeriin saakka. Tälläkin pistokkeella kuten tyyppin 1 pistokkeella auton akuston laturi määrittää, kuinka suurella virralla akkua voidaan ladata. Yleensä ladattavat hybridit käyttävät yksivaiheista latausta 16 ampeerin virralla. Täyssähköautot voivat ladata täydellä kolmivaiheisella 63 ampeerin virralla. Kuvassa 9 on tyyppin 2 latauspistoke. [23; 24.]



Kuva 9. Tyypin 2 latauspistoke. [26.]

CCS Combo-latausliitintä käytetään sähköauton pikalataukseen. Tällä liittimellä sähköautoa voidaan ladata jopa 125kW:n teholla. Tämä pikalatausliitin sopii mm. Volkswagenin ja BMW:n sähköautoihin. Kuvassa 10 on CCS Combo-latauspistoke. [23; 24.]



Kuva 10. CCS Combo-latauspistoke. [27.]

CHAdeMo-latausliitintä käytetään CCS Combo-liittimen tavoin sähköautojen pikalataamiseen. Tällä latauspistokkeella lataus tapahtuu tasavirralla, ja sen latausteho on jopa 63kW. Tämän tyyppistä latauspistoketta käytetään mm. Nissanin ja Mitsubishiin sähköautojen pikalataamiseen. Kuvassa 11 on CHAdeMo-latausliitin. [23; 24.]



Kuva 11. CHAdeMo-latausliitin. [28.]

## 6.5 Älykäs lataus

Älykkäällä latauksella tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että latauspisteiden kuormanhallintaa voidaan hallita asettamalla latauspisteille (ryhmille) maksimikuorma. Näin kuormanhallinnalla voidaan rajoittaa sähkönkulutusta paikallisen sähköverkon huippukuormilla. Näin parhaassa tapauksessa kiinteistön nykyinen sähköliittymä voi olla riittävä eikä kalliita uusinvestointeja tarvita sähköliittymän tehon kasvattamiseksi. [29.]

## 7 Asennettujen latauspisteiden kulurakenne

KSS Energia myy latauspisteitä ja niiden asennuspalveluita suoraan kuluttajille sekä tekee yhteistyötä autoliikkeiden kanssa. Kun autoliike myy sähköauton ja siihen latauspisteen, niin KSS Energia toimittaa ja asentaa kyseisen latauspisteen. Yksityiseen käyttöön ja julkiseen käyttöön olevien latauspisteiden asentamisen kustannukset eroavat hieman toisistaan, ja tämä johtuu siitä, että julkisten latauspisteiden asentamiseen tarvitaan usein ulkopuolisia palveluita, kuten kaivuuta, ja yksityisen latauspisteen asentamiseen tällaista ei useinkaan tarvita. Tietysti jokainen työkohte on hieman erilainen, ja tässä on käsitelty vain keskimääräistä kulurakennetta. Taulukossa 2 on eriteltyä julkisten ja yksityisten latauspisteiden asentamisen kulurakenne KSS Energian asentamien latauspisteiden osalta.

Taulukko 2. Julkisten ja yksityisten latauspisteiden asentamisen kulurakenne. [21.]

	julkiset latauspisteet	yksityiset latauspisteet
aineet ja tarvikkeet	75 %	91 %
ulkopuoliset palvelut (kaivuut, kaivuuluvat, yms.)	18 %	-
palkat ja muut kulut	7 %	9 %

## 8 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä sähköautojen latauspisteisiin ja hankkia niistä tietoa KSS Rakennus Oy:lle. Tavoitteena oli myös tarkastella KSS Rakennus Oy:n jo asentamia latauspisteitä ja niiden asentamisen kulurakennetta. Opinnäytetyön tavoitteeseen pyrittiin keräämällä tietoa eri lähteistä, sekä KSS Rakennus Oy:ltä. Tietoa saatiin koottua opinnäytetyöhön hyvin, ja tältä osin opinnäytetyö on onnistunut. KSS Energian jo asennettujen latauspisteiden jälkilaskentaa ei kuitenkaan saatu tehtyä kattavasti, koska siihen tarvittavia lukuja ja tietoja ei ollut tähän opinnäytetyöhön käytettävissä riittävästi.

Autokantamme sähköistyy vauhdilla. Se tulee kasvattamaan latauspisteiden tarvetta lähivuosina erittäin merkittävästi. Latauspisteverkostoa tullaan tarvitsemaan niin julkisella kuin yksityiselläkin sektorilla.

Latauspisteiden tarpeen kasvuun on monta syytä jotka yhdessä ja erikseen tulevat määrittelemään latauspisteiden kasvutahdin. Maailmanlaajuinen huoli luonnon ja ympäristön tilasta ajavat niin valtioiden lainsäädäntöjä kuin yrityksiä ja yksityisiä henkilöitä valitsemaan ympäristöystävällisemmän tavan matkustaa, esimerkiksi vaihtamaan

polttomoottoriauton sähköautoon. Näistä toimista hyvinä esimerkkeinä voidaan mainita energiatehokkuusdirektiivin (EDBD) sekä EU direktiivin 2018/844 liitteessä 1 a oleva älyratkaisuvaihtoehto koskeva indikaattori. Lisäksi monelle yritykselle latauspisteen tarjoaminen asiakkaille asiakaspysäköinnin yhteydessä on hyvä keino nostaa yrityksen imagoa ja asiakastytyvyyttä.

Julkisten latauspisteiden asentaminen, perustuen KSS Energian antamiin lukuihin, ei ole tällä hetkellä kannattavaa sellaisenaan, vaan kannattavuus perustuu tulevaan sähkönmyyntiin sekä mahdolliseen tulevaan huolto ja vaihtotarpeeseen. Yksityisen latauspisteen asentaminen voi olla kohteesta riippuen kannattavaa tai joskus hieman tappiollista, johtuen siitä että kaikille tarjotaan latauslaitetta ja asennusta samaan hintaan. Yksityisten latauspisteiden asentaminen on kuitenkin keskimäärin kannattavaa KSS Energialle. Latauspisteiden rakentamista edistää uusi sähköautojen latauspisteitä koskeva lainsäädäntö jossa määritellään minne ja kuinka paljon latauspisteitä tulee rakentaa. Latauspisteiden rakentamiseen voi saada tukea ARA:lta, maksimissaan jopa 55 %. Tätä tukea kannattaa myös KSS Energian hyödyntää myynnissään niin että asiakas on tietoinen kyseisestä tuesta sekä mahdollisesti tarjota tietoa ja apua tuen hakemisessa.

Itse latauspisteen mukanaan tuomia mahdollisuuksia kannattaa myös tarkastella KSS Energian tulevien vuosien strategioissa ja johtaa niistä tarvittaessa toimintasuunnitelmat. Sähköautot ja latauspisteet mahdollistavat esimerkiksi yhteiskäyttöautojen lisääntymisen joka myös lisää tarvittavien latauspisteiden kokonaisuutta. Voisi siis olla järkevää kartoittaa mahdolliset yhteiskäyttöautojen parkkialueet ja hallit ja huomioida saneerauksien yhteydessä jo tarvittavat kaapeloinnit ja putkitukset latauspisteiden asentamista varten.

Yhtenä kehityskohteena voisi olla paikalliset sekä mahdollisesti valtakunnalliset älyteknologioihin perustuvat ratkaisut. Paikallisilla ratkaisuilla käsitetään lähinnä kuormanhallintaan liittyviä ratkaisuja joissa siis rajoitetaan tarvittaessa paikallisen sähköverkon kapasiteettia, myydään sähköä kuluttaja kohtaisesti ja saadaan kuluttajakohtaisia raportteja kuluttajan ja mahdollisesti taloyhtiön hyödynnettäväksi esimerkiksi auttamaan määrittämään sähkönkäyttöä hinnan mukaan.

Isommassa kuvassa siirtämällä paikallinen data sovitulla tavalla pilveen, voidaan laajempi määrä käyttäjien tuottamaa dataa käsitellä tekoälyllä joka voi johtaa valtakunnan tasolla parempaan energiatalouteen latauksen optimoinnin avulla. Lisäksi tekoälyn avulla saatetaan löytää muita mahdollisuuksia kuten esimerkiksi autojen

akkukapasiteetin hyödyntäminen säätösähkönä, autojen paikkatiedon hyödyntäminen liikenteenohjauksessa ja navigaattoreissa ja autojen huollon optimointi.

Latauspisteet ovat tulleet jäädäkseen ja latauspisteiden rakentamistarve kasvaa vahvasti. Rakentamisessa siis kannattaa olla mukana ja latauspisteen rakentamisen tehokkuutta ja kustannustehokkuutta kannattaa aina parantaa.

## Lähteet

- 1 Liikennekäytössä olevien ladattavien henkilöautojen määrä. 2020. Verkkoaineisto. Autoalan tiedotuskeskus. <[https://www.aut.fi/tilastot/autokannan\\_kehitys/sahkoautojen\\_maaran\\_kehitys](https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/sahkoautojen_maaran_kehitys)>. Luettu 7.12.2020.
- 2 Hallituksen esitys HE 23/2020 vp. 2020. Verkkoaineisto. Eduskunta. <[https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE\\_23+2020.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_23+2020.aspx)>. Luettu 6.11.2020.
- 3 EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI (EU) 2018/844. 2018. Verkkoaineisto. EUR-Lex. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32018L0844>>. Luettu 8.12.2020.
- 4 Tilastot. 2020. Verkkoaineisto. Teknologiateollisuus. <<https://emobility.teknologia-teollisuus.fi/fi/toimiala/tilastot>>. Luettu 7.12.2020.
- 5 Ensirekisteröityjen henkilöautojen käyttövoimatilastot. 2020. Verkkoaineisto. Autoalan tiedotuskeskus. <[https://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit\\_kayttovoimittain/henkiloautojen\\_kayttovoimatilastot](https://www.aut.fi/tilastot/ensirekisteroinnit/ensirekisteroinnit_kayttovoimittain/henkiloautojen_kayttovoimatilastot)>. Luettu 7.12.2020.
- 6 Sähköauto. 2020. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoehtoa/sahkoauto>>. Luettu 10.11.2020.
- 7 Sähköautotyypit. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/artikkelit/sahkoautotyypit/>>. Luettu 12.11.2020.
- 8 Akut. 2020. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/nain\\_liikut\\_viisaasti/valitse\\_auto\\_viisaasti/ajoneuvotekniikka/akut](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/akut)>. Luettu 15.1.2021.
- 9 Can lead acid battery compete in modern times. 2021. Verkkoaineisto. Battery university. <[https://batteryuniversity.com/learn/archive/can\\_the\\_lead\\_acid\\_battery\\_compete\\_in\\_modern\\_times](https://batteryuniversity.com/learn/archive/can_the_lead_acid_battery_compete_in_modern_times)>. Luettu 15.1.2021.
- 10 Sähköauton hankintatuki. 2018. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/sahkoauton-hankintatuki>>. Luettu 1.4.2020.
- 11 Kervinen, Elina. 2020. Eduskunta hyväksyi pitkään valmistellun lain sähkö-autojen lataus-pisteistä – oppositio piti velvoitteita yhä liian kovina. Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://www.hs.fi/politiikka/art-2000006671904.html>>. Luettu 6.11.2020.

- 12 Khoshnaw, Lavan. 2020. Sähköautojen latausinfra rakentamisen avustukset 2020. Verkkoaineisto. Greenele Oy. <<https://www.greenele.fi/ara-tuki-2020/>>. Luettu 7.12.2020.
- 13 Avustus sähköautojen latausinfra rakentamiseen. 2020. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. <<https://www.ara.fi/latausinfra-avustus>>. Luettu 1.12.2020.
- 14 Sähköajoneuvojen lataussuositus 2021. 2021. Verkkoaineisto. Sesko. <[https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin\\_aihealueita/sahkoautot\\_ja\\_latausjarjestelmat/lataussuositus](https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus)>. Luettu 7.12.2020.
- 15 Sähköauton lataustavat. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/artikkelit/sahkoauton-lataustavat/>>. Luettu 7.12.2020.
- 16 Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. 2017. Verkkoaineisto. Finlex. <<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170478>>. Luettu 7.12.2020.
- 17 Sähköautojen lataustavat. Verkkoaineisto. Sähköala. <[https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkoautot/fi\\_FI/sahkoautojen\\_lataustavat/](https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/sahkoautot/fi_FI/sahkoautojen_lataustavat/)>. Luettu 11.12.2020.
- 18 Liitola, Jari. 2011. E-Max sähköskootteri. Verkkoaineisto. Pikkuapuri. <<https://pikkuapuri.fi/e-max-sahkoskootteri/>>. Luettu 11.12.2020.
- 19 Sauliala, Tuomas. 2018. Kuinka ladata sähköauto kaupungissa. Verkkoaineisto. Autovouhotus. <<https://autovouhotus.fi/kuinka-ladata-sahkoauto-kaupungissa/>>. Luettu 17.12.2020.
- 20 Vesa, Juha. 2017. Sähköautojen lataus. Verkkoaineisto. Sesko. <<https://tuokes.fi/documents/5470659/8489681/2017+Vesa+s%C3%A4hk%C3%B6autojen+lataus/516307d5-fc96-4117-84e4-aa9534bbe4fe/2017+Vesa+s%C3%A4hk%C3%B6autojen+lataus.pdf>>. Luettu 17.12.2020.
- 21 Borisov, Hans. 2021. KSS Rakennus Oy, Kouvola. Keskustelut ja sähköpostit 2021.
- 22 KSSe-latauspalvelu. Verkkoaineisto. KSS Energia. <<https://kssenergia.fi/kssepalvelu>>. Luettu 16.2.20.
- 23 Latauspistoketyypit sähköautoille. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>>. Luettu 15.1.2021.

- 24 Latausstandardit – eli piuhat, liittimet ja pistokkeet sähköauton lataamiseen. 2019. Verkkoaineisto. Virta Oy. <<https://www.virta.global/fi/blogi/latausstandardit>>. Luettu 15.1.2021.
- 25 Kuva. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/wp-content/uploads/sites/2/2019/08/Latauspistokkeen-tyyppi-1.jpg>>. Luettu 15.1.2021.
- 26 Kuva. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/wp-content/uploads/sites/2/2019/08/Latauspistokkeen-tyyppi-2.jpg>>. Luettu 15.1.2021.
- 27 Kuva. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/wp-content/uploads/sites/2/2019/08/CCS.jpg>>. Luettu 15.1.2021.
- 28 Kuva. Verkkoaineisto. Plugit. <<https://latauslaitteet.fi/wp-content/uploads/sites/2/2019/08/CHAdemo.jpg>>. Luettu 15.1.2021.
- 29 Älykäs lataus. Verkkoaineisto. Virta Oy. <[https://www.virta.global/fi/sahkoauton-latauspisteet/ominaisuudet?\\_\\_hstc=51530422.8e2d68a73a5ef15d6bbf88c99bc35a5d.1585749860914.1585749860914.1610658835223.2&\\_\\_hssc=51530422.3.1610658835223&\\_\\_hsfp=4033881157&hsutk=8e2d68a73a5ef15d6bbf88c99bc35a5d&contentType=standard-page](https://www.virta.global/fi/sahkoauton-latauspisteet/ominaisuudet?__hstc=51530422.8e2d68a73a5ef15d6bbf88c99bc35a5d.1585749860914.1585749860914.1610658835223.2&__hssc=51530422.3.1610658835223&__hsfp=4033881157&hsutk=8e2d68a73a5ef15d6bbf88c99bc35a5d&contentType=standard-page)>. Luettu 7.12.2020.

