

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2020

Teemu Tuokko

SÄHKÖAUTOJEN MARKKINAKATSAUS

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2020 | 24 sivua

Teemu Tuokko

SÄHKÖAUTOJEN MARKKINAKATSAUS

Opinnäytetyön tarkoitus sekä tavoite on saada käsitys minkälaisia ovat sähköautot, ja mitkä ovat niiden markkinat, sillä sähköajoneuvot yleistyvät jatkuvasti.

Työssä käydään läpi syitä vaihtoehtoisen ajoneuvon valintaan ja niiden kehittymiseen sekä sähköajoneuvon eroja ja päästöjä verrattuna perinteisiin polttomoottoriajoneuvoihin. Työssä myös pureudutaan Suomessa myytävien sähköautojen teknisiin tietoihin sekä siihen, miten eri ajoneuvomallit eroavat toisistaan.

Jotta työssä käsitellyt asiat olisivat luotettavia, on työtä varten tutkittu runsaasti raportteja. Näistä päästään lopputulokseen, että sähköajoneuvot eivät ole niin päästöttömiä kuten ehkä media on antanut ymmärtää.

ASIASANAT:

Sähköajoneuvo, sähköteknologia, tulevaisuus, ajoneuvoteollisuus, ympäristöpäästöt

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

2020 | 24 pages

Teemu Tuokko

ELECTRIC VEHICLE MARKET REVIEW

The purpose and goal of the thesis is to get an idea of what electric cars are like and what their market is, as electric vehicles are becoming more common.

The work examines the reasons for the choice of an alternative vehicle, as well as the differences and emissions of electric vehicles compared to traditional internal combustion engine vehicles. The work also focuses on the technical data of electric cars sold in Finland and how the vehicle models differ from each other.

In order for the things that came out with the work to be reliable, a lot of reports have been researched for the work. This leads to the conclusion that electric vehicles are not as emission-free as the media may have suggested.

KEYWORDS:

Electric vehicle, electrical technology, future, automotive industry, environmental emissions

SISÄLTÖ

1 SÄHKÖAUTOT JA NIIDEN MARKKINAT	6
2 SÄHKÖAUTOT	7
2.1 Sähköautojen päästöistä	9
2.2 Sähköautojen muita hyötyjä	10
3 SÄHKÖAUTOT VS POLTTOMOOTTORIAUTOT	10
4 SUOMESSA MYYTÄVÄT SÄHKÖAUTOT	12
5 SÄHKÖAUTON LATAUS	14
5.1 Peruslataus	14
5.1.1 Type 1	14
5.1.2 Type 2	15
5.1.3 Type 3	16
5.2 Pikalataus	17
5.2.1 CHAdeMO	17
5.2.2 CCS	18
5.2.3 Tesla SuperCharger	19
5.3 Tilapäislataus	19
6 LOPUKSI	21
7 YHTEENVETO	22
LÄHTEET	23

LIITTEET

- Liite 1. Taulukko 1. Suomessa myynnissä olevat sähköautot
- Liite 2. Taulukko 2. Sähköautojen hinnat ja suoritusarvot
- Liite 3. Kuvio 1. Ajoneuvon hinta suhteessa toimintamatkaan.
- Liite 4. Kuvio 2. Ajoneuvon hinta suhteessa akun kokoon.
- Liite 5. Kuvio 3. Ajoneuvojen hinta sekä tehopainosuhde.

KUVAT

Kuva 1. Type 1 latauspistoke (Latauslaitteet 2020).	15
Kuva 2. Type 2 latauspistoke (Latauslaitteet 2020).	15
Kuva 3. Type 3 latauspistoke (evchargeking 2020).	16
Kuva 4. CHAdeMO latauspistoke (Latauslaitteet 2020).	17
Kuva 5. CCS Combo latauspistoke (Latauslaitteet 2020).	18
Kuva 6. Suko-pistoke (Taloon 2020).	20

1 SÄHKÖAUTOT JA NIIDEN MARKKINAT

Sähköautot valtaavat autoalan markkinoita vauhdilla niin maailmalla kuin Suomessa. Vuonna 2019 IEA:n (International Energy Agency) sivusto julkaisi uutisen, jossa kerrottiin sähköautojen määrän ylittäneen yli 5 miljoonan. Määrä oli kasvanut aikeisemmasta vuodesta yli miljoonalla (IEA 2020). Manner-Suomessa vuoden 2019 lopussa oli sähköautojen määrä kasvanut 93 %, joka nosti kappalemäärän 4 830:aan (STAT 2020).

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miksi sähköautojen kysyntä kasvaa, mitä sähköautoilla säästetään verrattuna perinteisiin bensiiniautoihin ja mikä on ajanut autoteollisuuden kehittämään vaihtoehtoisia valintoja autojen liikuttamiseen. Työssä verrataan myös Suomessa myytävien sähköautojen eroja keskenään sekä käydään läpi tapoja, joilla sähköautojen akut saavat auton liikuttamiseen tarvittavan virtansa.

2 SÄHKÖAUTOT

Sähköauto, kuten nimestäkin voi päätellä, toimii vain sähköenergiaa hyväksi käyttäen kuin taas hybridautoissa sekä lataushybrideissä on sähkömoottorin rinnalla polttomoottori. Sähköautossa energia varastoidaan ajoneuvon akkuihin, kun taas perinteisillä bensiini- sekä dieselmoottorikäyttöisillä ajoneuvoilla energia varastoidaan sen polttoainesäiliöön (Motiva 2020). Sähköauto itsessään ei ole uusi keksintö ja se olikin 1900-luvun alussa paljon suositumpi kuin polttomoottoriajoneuvot (Businessinsider 2020).

Sähköauton akkuja voidaan ladata niin julkisilla latauspisteillä kuin kotonakin, sekä nykyisin sähköauto pystyy lataamaan jonkin verran omia akkujaan jarrutus- ja hidastustilanteissa. Sähköauton hidastuessa se käyttää omaa sähkömoottoriaan generaattorina, jolloin jarrutettaessa energia varastoituu akkuihin. (Motiva 2020)

Sähköautojen yleistymiseen on monta syytä, mutta suurimpia ovat päästörajoituksen jatkuva tiukentaminen, joka ajaa autonvalmistajat kehittämään sekä miettimään vaihtoehtoisia vaihtoehtoja perinteisten bensiini- sekä dieselmoottoreiden tilalle. Ilmastonmuutos ajaa myös kuluttajat enemmän tietoisiksi omista valinnoistaan, jolloin monet päätyvät vaihtamaan autonsa hybridautoiksi tai täyssähköautoiksi.

Suurimpia kynnyksiä kuluttajalle ovat sähköauton valinnassa olleet niiden suuret ostohinnat. Mutta kun useat valmistajat ovat alkaneet valmistaa omia sähköautoja, on niille muodostunut kilpailua, joka on johtanut autojen myyntihintojen laskuun. Myös valmistajat ovat ottaneet huomioon kuluttajien suuren huolen ja nykyisin valmistetaan myös edullisempia sähköautoja niin sanottujen high-end autojen rinnalle.

Välttämättä kaikki kuluttajat eivät ole vielä havainneet, että sähköauton käyttökustannukset ovat paljon pienempiä perinteisten polttomoottorien rinnalla. Sähköautossa ei ole esimerkiksi kiertäviä öljyjä, joita on vaihdettava, mikä tuo huoltojen hinnat huomattavasti alemmas. Julkisten latausasemien täyden akun latauksen hinnat ovat selvästi alle 20 euroa riippuen auton akun koosta. Kotona asennettaviin latausasemien täyden akun latauksen hinta on vielä alhaisempi kuin julkisten, mutta silloin on myös otettava huomioon kotiasemien hinnat sekä niiden asennukset, jotka nostattavat samalla akun latauksen hintaa. Kotiasemissa on myös huomioitava, että vasta nykyisin rakennettavissa taloissa on otettu huomioon mahdolliset sähköautot talouksissa, joten useissa taloissa kotiasemien asennus ei ole mahdollista ilman, että lisäkaapeleita tulisi

vetää maan alle. Myös akkuteknologian kehittyminen on ollut rajua sähköautoboomin ympärillä. Akkujen kehittymisen myötä on myös sähköautojen toimintasäde kasvanut ensimmäisistä sähköautoista, joissa se oli vain noin 100 kilometriä, nykyiseen jopa yli 600 kilometriin.

2.1 Sähköautojen päästöistä

Vaikka sähköautot ovat ympäristöystävällisempiä kuin perinteiset polttomoottoriajoneuvot, eivät ne ole kuitenkaan täysin päästöttömiä. Kun otetaan huomioon autojen koko elinkaari, jo pelkästään ajoneuvon valmistuksessa syntyvät hiilidioksidipäästöt ovat Suomessa 10–15 % koko elinkaaren aikana syntyvistä päästöistä. (AUT 2020).

European Environment Agency on tutkinut autojen valmistuksessa tulevaa hiilidioksidipäästöä ja raportoinut siitä vuonna 2018. Raportissa todetaan, että sähköautojen valmistuksessa syntyy hiilidioksidia itseasiassa enemmän kuin perinteisen polttomoottoriauton rakentamisessa. Tämä johtuu sähköautojen akkujen materiaalisällöstä.

Valmistuksen aiheuttamat päästöt ovat suhteutettu ajoneuvojen keskiarvoiseen elinkaaren mittaiseen ajokilometrimäärään. Ne jakautuvat polttomoottorikäyttöisessä autossa välille 15–40 g/km, kun taas sähkökäyttöisessä ajoneuvossa ne ovat 30–60 g/km. (EEA 2018, 7). Polttomoottoriajoneuvojen päästöt ovat pienemmät, sillä sähköautojen akkujen valmistuksesta syntyy enemmän päästöjä, ja lisäksi akkujen koot vaihtelevat suuresti. Suurten akkujen valmistuksesta tulee huomattavasti enemmän hiilidioksidipäästöjä.

Raportissa myös mainitaan ajatus, että sähköautojen hiilidioksidipäästöjä saataisiin pienemmäksi, mikäli akkujen valmistus sijoitettaisiin Aasian maista maihin, joissa teollisuuspäästöjä valvotaan tarkemmin. (EEA 2018, 11–46). Tesla sekä BMW ovat kehittäneet akkujen kierrätysohjelman, jotta saataisiin sähköautojen tuotannon päästöjä alemmas. Yhtiöt ovat arvioineet, että ohjelmalla saataisiin CO₂-päästöjä jopa 49 % alhaisemmaksi sähköautojen akkujen osalta. (Tesla 2020)

2.2 Sähköautojen muita hyötyjä

Koska sähkömoottori tuottaa välittömästi vääntömomenttia toisin kuin polttomoottori, joka alkaa tuottamaan vääntöä vasta noin tuhannella kierroksella, on sähkömoottoreissa vaihteisto turha. Sähkömoottoreissa käytetään kyllä peruutus-, pysäköinti sekä alennusvaihdetta, joka mahdollistaa jopa yli 180 km/h nopeuden. Sähkömoottoreissa on myös hyvin laaja ja hyvä hyötysuhde kaikilla pyörintänopeus- sekä kuormitusalueilla, toisin kuin polttomoottoreilla, jossa pyritään vaihteiston avulla pysymään optimaalialueilla. Tämän takia ei ole koettu tarvetta asentaa vaihteistoa sähkömoottoreihin.

GKN on autoteollisuuden yritys, joka valmistaa voimansiirron osia. GKN on lanseerannut kaksivaihteisen moottorin, jolla on saatu sähkömoottorin yläkierroksilla ajettavuus ja hyötysuhde paremmiksi sekä myös moottorista tuleva ääni alhaisemmaksi. (GKN 2020).

Koska sähkömoottorin sisällä ei räjäytetä polttoainetta, josta se saisi voimansa liikkuakseen, ovat sähköajoneuvot huomattavasti hiljaisempia. Sähköautojen äänet ovat käytännössä rengasmelu sekä pieniä ääniä moottorista esim., kun ajoneuvo laitetaan pysäköintivaihteelle. Äänettömyydestä on paljon etuja, mutta myös siitä on haittaa. Haittoja ovat esimerkiksi kevyen liikenteen kanssa, sillä yllättäviä tilanteita voi tulla, mikäli kevyt liikenne ei huomaa katseellaan sähköajoneuvoa, sillä ääntä autosta ei juurikaan tule. Tämä on myös etu isoissa kaupungeissa, joissa melusaaste on hyvin suurta. Sähköajoneuvolla melusaastetta saataisiin helposti alhaisemmaksi, mikäli suuri prosentuaali vaihtaisi ajoneuvonsa sähköajoneuvoon.

Vaikka sähköautot ovat ympäristöystävällisempiä kuin perinteiset polttomoottori-ajoneuvot, eivät ne ole kuitenkaan täysin päästöttömiä.

3 SÄHKÖAUTOT VS POLTTOMOOTTORIAUTOT

Autojen valmistuksesta tulevat hiilidioksidipäästöt eivät ole tietenkään ainoat sen elinkaareissa tulevat, vaan täytyy ottaa huomioon myös sen liikuttamisesta tulevat. Vertaillaan bensiinimoottoriajoneuvoa ja täyssähköajoneuvoa. Euroopan komission yhteinen tutkimuskeskus JRC on tehnyt raportin polttoaineiden elinkaaren aikana syntyvistä päästöistä. Vertailukykyinen arvo on siis oltava well-to-wheel arvo, jota tässä raportissakin selvitettiin.

Bensiinipolttoaineen valmistusprosessissa CO₂-päästöjä pääse ilmakehään arviolta 14 g/MJ (= 3.9 g/kWh) bensiiniä (Edwards ym. 2014, 84). Jos vertailukohtaksi otetaan Suomessa tuotettu sähkö, saadaan hiilidioksidipäästön keskiarvoksi 141 g/kWh. (Motiva 2020). Sähköauton kulutuksella 20 kWh/100 km tämä vastaa lukemaa 30 kg/km.

Sähkön tuotantotavalla on merkittävä vaikutus hiilidioksidipäästöjen suuruuteen. Sähkön tuotannon hiilidioksidiekvivalenttiluku saadaan, kun muutetaan tuotannon elinkaaren aikaiset ilmasto lämmittävät vaikutukset vastaamaan saman vaikutuksen aiheuttavaa hiilidioksidipäästöä. Kivihiilen sähkön tuotannon CO₂ ekvivalenttiset päästöt ovat 820 g/kWh, vesivoimalla 24 g/kWh, ydinvoimalla 12 g/kWh sekä tuulivoimalla 11 g/kWh. Vesivoimalla, ydinvoimalla sekä tuulivoimalla saadut arvot ovat selkeästi pienemmät kuin kivihiilellä sillä niiden toimintatavat eivät perustu polttamisella saataviin energioihin (Helen 2019). Jälleen sähköauton kulutuksella lukemat vastaavat hiilivoimalla 164 g/km, vesivoimalla 4,8 g/km, ydinvoimalla 2,4 g/km sekä tuulivoimalla 2,2 g/km.

Sähkön tuotannon CO₂-päästö (per kWh) on siis selvästi suurempi kuin polttoaineen, mutta sähköautosta ei käytön aikana CO₂:ta synny, kun taas polttomoottorista sitä syntyy noin 270 g per kilowattitunti polttoainetta. Lisäksi on muistettava, että huonomman hyötysuhteen takia polttomoottoriauto tarvitsee vähintään 3-kertaisen kWh-määrän sähköautoon verrattuna. Esim. dieselin kulutuksella 6.0 l/100 km (= 60 kWh/100 km eli 3-kertainen sähköautoon nähden) polttoaineen valmistus tuottaisi arvolla 3.9 g/kWh laskettuna vain runsaat 2 g kilometriä kohti. Polttamisen tuotos taas olisi noin n. 160 g/km (Sähköpostitiedonanto, lehtori Markku Ikonen, 31.10.2020).

Bloomberg-sivuston tekemän artikkelin sekä arvion mukaan sähköautot tuottavat jopa 40 % vähemmän hiilidioksidipäästöjä jo nyt, jos ei oteta huomioon sähköautojen valmistuksessa tuotettua hiilidioksidipäästöjä. Hiilidioksidipäästöjä saadaan vielä

alhaisemmaksi, mikäli käytetään uusiutuvia sähköntuottamismenetelmiä, jota esimerkiksi Iso-Britannia käyttää pääosin (Tekniikkatalous 2020). Päästöt olivat alhaisemmat kuin polttomoottoriajoneuvossa jopa Kiinassa, joka tuottaa suurimmaksi osaksi sähkönsä hiilivoimalla. (Bloomberg 2020).

Myös uutisointikanava BBC on julkaissut samasta aiheesta artikkelin, jonka on tehnyt hollantilainen yliopisto. Yliopiston mukaan päästöt olisivat Ruotsissa sekä Ranskassa jopa 70 % alhaisemmat kuin polttomoottoriautossa, sillä nämä valtiot tuottavat pääosin sähköä ydinvoimalla sekä uusiutuvien energialähteiden avulla. Tutkimuksen mukaan vuonna 2050 sähköauton omistaisi joka toinen auton omistava kuluttaja ja näin saataisiin maailmanlaajuiset vuosittaiset hiilidioksidipäästöt 1.5 gigatonnia alhaisemmaksi. Itsessään Venäjä tuottaa hiilidioksidia kyseisen määrän vuodessa. (BBC 2020).

Kun vertaillaan bensiinin ja litium-ion akun energiasisältöjen eroja verrattuna energia-varaston fyysiseen kokoon, nostaa polttoaine päätään huimasti. Bensiini sisältää energiaa 42.5 MJ/kg ja 31.7 MJ/l kun taas litium-ion akku, joita pääasiassa sähköautot käyttävät, pystyvät säilömään energiaa vain 0.3 MJ/kg sekä 0.4 MJ/l. Akkuteknologian heikkous on ollut suurimpia jarruja täyssähköautojen kasvuun, sillä jotta sähköllä päästäisiin lähelle samoja toimintamatkoja kuin tankillisella polttoainetta, täytyy akkujen olla massiivisia, joka tuo mukanaan painoa ja hintaa sekä vie tilaa. (APS 2020).

4 SUOMESSA MYYTÄVÄT SÄHKÖAUTOT

Liitteeseen 1 on koottu tämänhetkiset kaikki Suomessa myytävät täyssähköautot. Koska auton varustetasoja on lukuisia, taulukon pienentämiseksi on siihen valittu vain perusmallien tiedot. Joidenkin valmistajan autoissa tarkasteluun on valittu auton perusmallia kalliimpi versio, mikäli esimerkiksi autoon on saatavilla useampi moottorivaihtoehto, joiden vaihdoilla on saatu merkittävää eroa perustasoon.

Jotta tiedot olisivat luotettavia, on kaikkien autojen tiedot kerätty autojen omien valmistajien Internet-sivuilta. Tämä luo hankaluuksia tietojen keräämiseen, sillä jokainen valmistaja ei kerro täsmälleen samanlaisia arvoja kuin kilpaileva valmistaja. Tästä syystä on tyydyttävä arvoihin, jotka ovat edes jollain tavalla vertailukelpoisia keskenään. Tästä syystä kotilatausaseman arvot hieman heittelevät keskenään.

Suomessa myytävien sähköautojen toimintamatka löytyy liitteen 1 taulukosta 1. Taulukko on värikoodattu, jolloin siitä on helpompi löytää tulosten ääripäät. Toimintamatkasta huomataan, että nykyteknologialla päästään jopa yli 600 km toimintamatkoihin. Kun otetaan huomioon toimintamatkojen keskiarvo, joka on 372 km, on pakko todeta, että sähköautoteknologia on kehittynyt nopeasti ja toimintamatka on lähestulkoon perinteisen polttomoottoriajoneuvon tankillisen lukemissa.

Liitteen 1 taulukosta 2 löytyvät ajoneuvojen lähtöhinnat, ja kun jaetaan ajoneuvon lähtöhinta toimintamatkalla, saadaan ajoneuvon kilometrihintaa yhdellä latauksella, josta on luotu liitteen 1 kuvio 1. Kuvioista on helppo havaita, että luksusmerkki Porsche johtaa listoja ja heidän ajoneuvoillansa on kalleimmat kilometrit. Koska jokaisen ajoneuvon akku ei ole samankokoinen, liitteeseen 1 on luotu myös toinen kuvio (kuvio 2), jossa on vertailtu ajoneuvon hintoja akun kokoon, jolloin saadaan selville, missä ajoneuvossa on suhteessa halvimmat akun kilowattitunnit.

Liitteen 1 taulukossa 1 ajoneuvojen pikalatauksen ajoissa on otettava huomioon, että ajat ovat vain 80 prosentin lataustasoon saakka, sillä sähköauton latausta ei suoriteta pikalatauksessa samalla nopeudella loppuun saakka, vaan 80 %:n jälkeen alkaa latauksen nopeus laskemaan. Tästä syystä valmistajat ilmoittavat vain latausajan kyseiseen prosenttiin asti.

Sähköautojen moottorit ovat kiinnostavia myös niiden tehojen takia, jotka on taulukoitu liitteen 1 taulukkoon 2. Taulukosta havaitaan, kuinka tehokkaita sähköajoneuvot oikeasti ovat sekä kuinka nopeasti ne kiihtyvät. Liitteen 1 Taulukon 2 perusteella on luotu liitteen 1 kuvio 3, jossa on vertailtuna ajoneuvojen hinnat sekä samasta löytyy myöskin niiden teho-painosuhte.

5 SÄHKÖAUTON LATAUS

Sähköauton peruslatauksen pistoketyyppejä on kolme, jotka ovat nimetty järjestyksessä type 1, type 2 ja type 3. Näistä ainoana, joita yleisesti käytetään Suomessa ja muualla Euroopassa on type 2. Kaikilla sähköauton lataustavoilla on myös jotain samaa, jotka usein liittyvät turvallisuuteen. Ajoneuvon akkujen lataus ei saa alkaa ennen kuin järjestelmä on tarkastanut latauksen kytkennän ja todennut sen olevan kunnossa, sekä ajoneuvo ei lähde liikkeelle niin kauan kuin sen pistokkeessa on johto kiinnitetty.

Suomessa julkisia peruslatausasemia on yli 2000 kpl ja niistä noin 48 % sijoittuu Turku, Helsinki ja Tampere alueelle. Julkisten latausasemien määrä on kasvanut rajusti, sillä jo vuonna 2018 aikana latausasemia lisättiin Suomessa 86 %, mutta määrä ei ole vielä riittävä. Jakeluinfradirektiivin suositus on yksi latauspiste kymmentä sähköautoa kohden. (Teknologiateollisuus 2018, 3–9).

5.1 Peruslataus

Peruslatauksella tarkoitetaan latausta, joka on vaihtovirtalatausta. Virran tasasuuntaus tapahtuu autoon sijoitetussa laturissa, jolla ei päästä suuriin lataustehoihin.

5.1.1 Type 1

Type 1:tä käytetään enimmäkseen Japanissa sekä Pohjois-Amerikoissa. Type 1 on vaihtovirtalataus, jossa laturi on sijoitettu autoon, mahdollistaen yksivaiheisen virran-syötön jopa 80 ampeerin asti. Syötetty virta on täysin riippuvainen autoon sijoitetun laturin mahdollistamasta vastaanottokyvystä. Type 1 -liitäntää (kuva 1) kutsutaan myöskin nimellä Yazaki, ja sille on myös oma standardi SAE J1772. (SAE 2010).



Kuva 1. Type 1 latauspistoke (Latauslaitteet 2020).

5.1.2 Type 2

Suomessa käytettävä type 2 (kuva 2) on standardisoitu sekä Suomen laissa määrätty liitântä, joka täytyy löytyä jokaiselta julkiseltakin latauspisteestä §478/2017 (Finlex 2020). Type 2 on kolmivaiheinen ja mahdollistaa syöttöä jopa 63 ampeeriin asti jokaiseen vaiheeseen. Kuten type 1:ssä, määrää myös type 2:ssa auton laturi virran määrän. Type 2:lla on myös oma nimensä, joka on Mennekes. Type 2 on määritelty ja sille on luotu oma standardi SFS-EN 62196-2 (Sesko 2020). Tyypillinen teho, jota Suomessa julkisista latausasemista saa, on 22 kW mutta löytyy myös muutamia 11 kW sekä 43 kW asemia. (Latauskartta 2020).



Kuva 2. Type 2 latauspistoke (Latauslaitteet 2020).

5.1.3 Type 3

Type 3 (kuva 3) on muutoin sama kuin type 2 mutta se eroaa type 2:sta rakenteellisesti. Type 3:a kutsutaan myös nimellä Scame. Liitännän on kehittänyt italialainen yritys nimeltä Scame josta nimi on johdettukin. Type 3 liitännän kansainvälinen standardi on IEC 61851.

Tämä liitäntä tyyppi on harvinainen ja suunnattu Amerikan sekä Kanadan markkinoille.



Kuva 3. Type 3 latauspistoke (evchargeking 2020).

5.2 Pikalataus

Pikalatauksella tarkoitetaan tasavirralla tapahtuvaa latausta. Toisin kuin peruslatauksessa, tasasuuntaus tapahtuu auton ulkopuolelle sijoitetussa laturissa. Tällä tavalla päästään huomattavasti suurempiin lataustehoihin kuin peruslatauksella.

5.2.1 CHAdeMO

CHAdeMO on yhdistys, joka on avoin kaikille organisaatioille, jotka toimivat sähköisen liikkuvuuden parantamiseksi. Se kehitti pikalataustyyppin nimeltä CHAdeMO (kuva 4), joka syöttää tasavirtaa. Toisin kuin type 1, 2 ja 3, on tässä lataustyyppissä laturi sijoitettu pikalatauslaitteeseen. CHAdeMO syöttää jopa 63 kW. Hiljattain on tullut myös lataus, joka mahdollistaa 200–400 kW latauksen mutta näitä ei Suomesta löydy, sekä kehitteillä on laturi, joka mahdollistaisi jopa 900 kW latauksen. CHAdeMO tulee sanoista charge de move joka tarkoittaa "lataa liikkumiseen". CHAdeMO oli ensimmäinen maailmanlaajuinen pikalatausprotokolla. (chademo 2020). Suomessa CHAdeMO-pistokkeesta tuleva teho on 50 kW. (Latauskartta 2020).



Kuva 4. CHAdeMO latauspistoke (Latauslaitteet 2020).

5.2.2 CCS

Combined charging system (tutummin CCS) on toinen pikalataustyyppi (kuva 5). Se syöttää jopa 350 kW tasavirtaa. Näin suuritehoisia latauspisteitä Suomessa on vain kolme kappaletta. Olemassa on myös CCS combo, jossa on myös type 2 tai vaihtoehtoisesti type 1-pistoke, jolloin sitä pystytään myöskin käyttämään peruslataukseen. Tämä on kehitetty siksi, ettei autoissa tarvitse löytyä kuin yhden tyyppinen latauspistoke. CCS Combo on myös valittu eurooppalaisten autojen pikalatausstandardiksi. Suomessa tyypillisin CCS-latausasema lataa akkuja 50 kW teholla. (Latauskartta 2020).



Kuva 5. CCS Combo latauspistoke (Latauslaitteet 2020).

5.2.3 Tesla SuperCharger

Tesla on Suomen ja samalla koko maailman myydyin sähköautovalmistaja (Statista 2020), ja Teslalla on myös oma pikalatausasematyyppi sekä liitin. Teslalla on omat latausasemat, joissa Teslaa voidaan normaalien asemien sekä muiden pikalataus-
asemien lisäksi ladata. Teslan SuperCharger-pikalatausasemat syöttävät 125 kW tasavirtaa ja näitä asemia Suomesta löytyy 9 kappaletta. (Latauskartta 2020).

SuperCharger ei eroa muutoin muista latausasemista paitsi siinä, että siinä on 2 pistoketta, jotka ovat type 2 ja CCS Combo -liittimiä. Teslalla on myös oma maksusovellus, jolla pystytään maksamaan lataukset. Joissakin tapauksissa lataus voi myös olla maksuton, esimerkiksi Teslan omia autoja ladatessa. Teslan sovelluksessa on käytössä henkilökohtainen tili, jossa on tietty määrä kilowattitunteja. Tämän sovelluksen saan ladattua maksuttomasti. (Tesla 2020)

5.3 Tilapäislataus

Sähköautoa voidaan ladata myös ilman julkisia sähkölatauspisteitä tai ilman kotitalou-
teen myytäviä latauslaitteita perinteisestä verkkovirtapistokkeesta. Kotitalouspistoke täytyy olla suko-tyyppinen, joka tulee sanoista suojakosketin tai yleisemmin suojamaadoitettu pistoke (kuva 6). Mikään sähköautoa valmistava merkki ei tätä suosittele, sillä kotitalouden sähköverkko ei ole tähän mitoitettu, jolloin kotitalous ei välttämättä tätä kuormaa kestä.

Suko-pistokkeen muita huonoja puolia on myös sen hitaus sekä ylikuumenemisriskin takia se ei ole niin turvallinen kuin esimerkiksi latauspisteet, jossa järjestelmä tarkastaa kytkennän. Yleisesti suko-pistokkeella auton akun lataaminen vie yli 10 tuntia sillä monet autonvalmistajat eivät salli suurempia tehoja kuin 9 A, jolloin latausteho jää noin kahteen kilowattiin. Esimerkiksi mikäli autossa on 50 kWh akku, kestää 2 kW teholla sen lataus 25 tuntia.



Kuva 6. Suko-pistoke (taloon 2020).

6 LOPUKSI

Työstä päästään päätelmään, että vaikka sähköautot eivät loppujen lopuksi olekaan niin päästöttömiä kuin ainakin kirjottaja kuvitteli, kun otetaan niiden koko elinkaaren aikaiset päästöt esille, ovat sähköautot silti kehittyneet valtavasti. Sähköautot ovat erittäin potentiaalinen vaihtoehto perinteisien polttomoottorien rinnalle, jota kannattaa vakavasti harkita, mikäli aikomuksena on vaihtaa uuteen autoon.

Nykyisin Suomen valtio maksaa vielä pientä avustusta, mikäli allekirjoittaa sopimuksen uuteen sähköautoon. Pitkällä tähtäimellä sähköautot tulevat halvemmaksi kuluttajalle kuin polttomoottorit, mutta myös niiden hinnat ovat tulleet nopeasti alaspäin ja hinnat ovatkin jo erittäin kilpailukykyisiä polttomoottoriajoneuvojen rinnalla.

7 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin sähköautojen markkinatilannetta maailmalla sekä Suomessa. Myös niiden todellista ympäristöystävällisyyttä, latauskysymyksiä sekä niiden ympärillä vellovaa yleistä keskustelua tarkasteltiin.

Sähköautojen määrä, sekä markkinat kasvavat rajusti maailmalla, että Suomessa sillä jo Manner-Suomessa vuoden 2019 lopussa oli sähköautojen määrä kasvanut 93 %.

Sähköauto toimii vain sähköenergiaa hyväksi käyttäen kuin taas hybridautoissa sekä lataushybrideissä on sähkömoottorin rinnalla polttomoottori. Sähköautossa energia varastoidaan ajoneuvon akkuihin, kun taas perinteisillä bensiini- sekä dieselmoottorikäyttöisillä ajoneuvoilla energia varastoidaan sen polttoainesäiliöön. Sähköauto itsessään ei ole uusi keksintö ja se olikin 1900-luvun alussa paljon suositumpi kuin polttomoottoriajoneuvot.

Sähköauto on perinteistä polttomoottori- sekä dieselmoottoriajoneuvoa edullisempi käyttää mutta sen hankinta hinta on jonkin verran isompi. Sähköauton käyttöystävällisyys on vielä toistaiseksi haasteellisempi sen latausta ajatellen, kun taas polttoaineilla toimivien ajoneuvojen osalta sillä polttoaineasemien verkosto on paljon kattavampi. Muutoin sähköajoneuvo on huomattavasti hiljaisempi ja huoltovapaampi.

Sähköautojen valmistuksessa, sekä sen kierrättämisessä on vielä parannettavaa. Niistä tulevat päästöt ovat suuremmat kuin perinteisessä ajoneuvossa, sekä kierrätys ei ole vielä niin pitkällä. Käytön aikaiset päästöt ovat silti huomattavasti pienemmät kuin polttomoottoreissa.

LÄHTEET

- APS 2020. Has the battery bubble burst? Viitattu 01.08.2020.
<https://www.aps.org/publications/apsnews/201208/backpage.cfm>
- AUT 2020. Auton elinkaaren aikaiset vaikutukset. Viitattu 25.05.2020.
http://www.aut.fi/ymparisto/auton_elinkaaren_aikaiset_paastot
- BBC 2020. Electric car emissions myth 'busted'. Viitattu 23.07.2020.
<https://www.bbc.com/news/science-environment-51977625>
- Bloomberg 2020. Electric cars are cleaner even when powered by coal. Viitattu 23.07.2020.
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-01-15/electric-cars-seen-getting-cleaner-even-where-grids-rely-on-coal>
- Businessinsider 2020. How the electric car became the future of transportation. Viitattu 23.07.2020. <https://www.businessinsider.com/electric-car-history-2017-5?r=US&IR=T>
- CHAdEMO 2020. Viitattu 03.06.2020. <https://www.chademo.com/>
- Edwards ym.2014, 84. Well-to-tank report version 4.a jec well-to-wheels analysis. Viitattu 25.05.2020.
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC85326/wtt_report_v4a_april2014_pubsy.pdf
- EEA 2018. Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives. Viitattu 25.02.2020. <https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-from-life-cycle/download>
- Evchargeking 2020. T3 Charging cables for France. Viitattu 03.06.2020.
<https://www.evchargeking.com/en/t3-charging-cables-for-france>
- Finlex 2020. Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta. Viitattu 03.06.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170478>
- GKN 2020. Multi-speed electric drive system. Viitattu 16.10.2020.
<https://www.gknautomotive.com/en/systems-and-solutions/electric/multi-speed-electric-drive-system/>
- Helen 2019. Päästöissä on eroja. Viitattu 22.11.2020. <https://www.helen.fi/helen-oy/vastuullisuus/ajankohtaista/blogi/2019/p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6iss%C3%A4-on-eroja>
- IEA 2020. Global ev outlook 2019. Viitattu 25.05.2020. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>
- Latauskartta 2020. Viitattu 10.06.2020. <https://latauskartta.fi>
- Latauslaitteet 2020. Latauspistoketyypit sähköautoille. Viitattu 03.06.2020.
<https://latauslaitteet.fi/artikkelit/latauspistoketyypit-sahkoautoille/>
- Motiva 2020. CO2-päästökertoimet. Viitattu 13.07.2020.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energian kulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet
- Motiva 2020. Sähköautot. Viitattu 24.07.2020.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot

SAE 2010. SAE electric vehicle and plug in hybrid electric vehicle conductive charge coupler j1772_201001. Viitattu 03.06.2020. https://www.sae.org/standards/content/j1772_201001/

Sesko 2020. Sähköajoneuvojen lataussuositus 2019. Viitattu 03.06.2020. https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin_aihealueita/sahkoautot_ja_latausjarjestelmat/lataussuositus

STAT 2020. Ajoneuvokanta kasvoi vuonna 2019. Viitattu 23.07.2020. http://www.stat.fi/til/mkan/2019/mkan_2019_2020-02-28_tie_001_fi.html

Statista 2020. Best-selling plug-in electric vehicle models worldwide in 2019. Viitattu 10.06.2020. <https://www.statista.com/statistics/960121/sales-of-all-electric-vehicles-worldwide-by-model/>

Taloon 2020. Pistorasia Jussi 1-osainen schuko pl jl. Viitattu 09.06.2020. <https://www.taloon.com/pistorasia-jussi-1-osainen-schuko-pl-jl>

Teknoliateollisuus 2018, 3–9. Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q4/2018. https://emobility.teknoliateollisuus.fi/sites/emobility/files/file_attachments/sahkoinen_liikenne_tilannekatsaus_2018_q4_20190214_jaettava.pdf

Tekniikkatalous 2020. Uusiutuva energiantuotanto ennätyslukemissa Britanniassa – hiilellä tuotettu vain 6 % alkuvuoden sähköstä. Viitattu 26.07.2020. <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/uusiutuva-energiantuotanto-ennatyslukemissa-britanniassa-hiilella-tuotettu-vain-6-alkuvuoden-sahkosta/78c76c92-e538-3905-af54-c4087e75be0d>

Tesla 2020. Supercharging-lataus. Viitattu 10.06.2020. https://www.tesla.com/fi_FI/support/supercharging

Tesla 2020. Teslas closed loop battery recycling program. Viitattu 23.07.2020. <https://www.tesla.com/blog/teslas-closed-loop-battery-recycling-program>

LIITTEET

Taulukko 1. Suomessa myynnissä olevat sähköautot

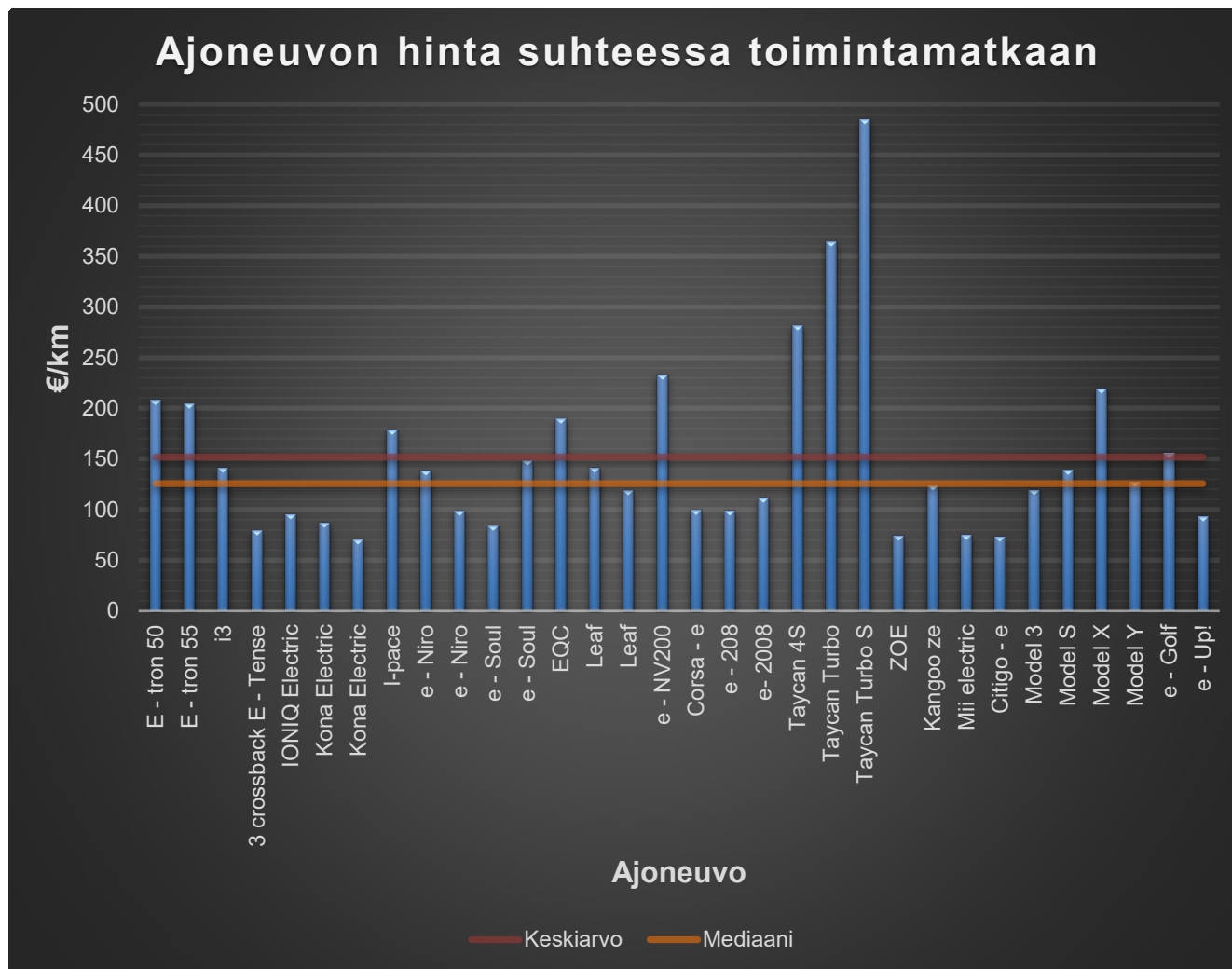
Merkki	Malli	Sähkökulutus kWh/ 100 km (WLTP)	Toimintamatka km (WLTP)	Suko pistorasia h	Kotilatausasema teho kW	Latausaika kotilatausas ema h	Pikalatausteho kW	Pikalatausaika h	Akuston koko kWh
Audi	E - tron 50	24,1	333	31	7	10	150	0,5	71
Audi	E - tron 55	24	436	42	7	14	150	0,5	95
Bmw	i3	15,2	285	-	7,4	6,5	50	0,75	42,2
DS	3 crossback E - Tense	17,7	320	-	7,4	8	100	0,5	50
Hyundai	IONIQ Electric	13,8	412	16	7,2	8,5	100	0,9	38,8
Hyundai	Kona Electric	15	417	19	7,2	6,17	100	0,9	39
Hyundai	Kona Electric	15,4	619	31	7,2	7,5	100	0,9	64
Jaguar	I-pace	22	470	30	7	10	50	2,5	90
Kia	e - Niro	15,3	289	18	7,2	6,5	80	0,7	39,2
Kia	e - Niro	15,9	455	31	7,2	9,5	80	0,9	64
Kia	e - Soul	15,6	452	18	7,2	6,5	80	0,7	39,2
Kia	e - Soul	15,7	289	29	7,2	9,5	80	0,9	64
Mercedes	EQC	23,7	419	35	7	12	110	1,16	80
Nissan	Leaf	17,1	270	20	6,6	7,5	50	0,6	40

Nissan	Leaf	18,5	385	22	6,6	11,5	50	1,5	62
Nissan	e - NV200	16,5	200	28,5	6,6	7,5	50	0,6	40
Opel	Corsa - e	16,7	337	56	7	7	100	0,5	50
Peugeot	e - 208	16,4	340	16	11	5	100	0,5	50
Peugeot	e- 2008	17,5	326	17	11	5,25	100	0,5	50
Porsche	Taycan 4S	25,7	407	-	11	9	50	1,55	93,4
Porsche	Taycan Turbo	26,7	450	-	11	9	50	1,55	93,4
Porsche	Taycan Turbo S	25,7	412	-	11	9	50	1,55	93,4
Renault	ZOE	17,8	395	18,8	11	5,8	50	1,5	52
Renault	Kangoo ze	15,2	260	17,25	7,4	5,8	-	-	33
Seat	Mii electric	16,6	259	21	7,2	5,5	40	0,8	36,8
Skoda	Citigo - e	14,7	265	16	7,2	5,5	40	1	36,8
Tesla	Model 3	14,7	409	22	7,2	5,5	150	0,5	50
Tesla	Model S	18,1	610	27	7	15	150	0,5	100
Tesla	Model X	20,8	420	30	7,4	15	150	0,7	90
Tesla	Model Y	17,7	505	-	11	7,75	250	0,4	75
Volkswagen	e - Golf	15,4	229	20	7,2	5,3	40	1	35,8
Volkswagen	e - Up!	14,5	260	20	7,2	5,5	40	0,75	32,3

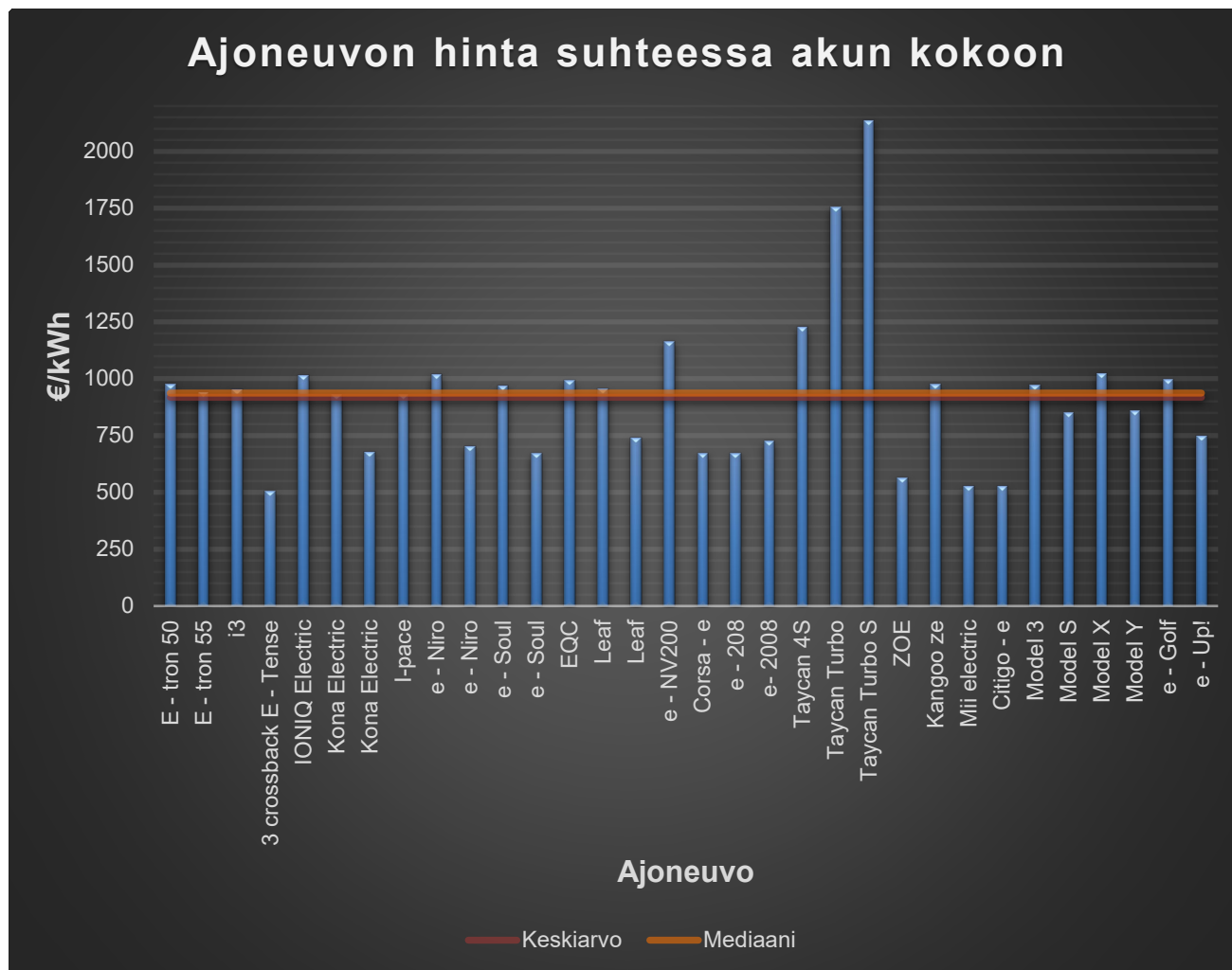
Taulukko 2. Sähköautojen hinnat ja suoritusarvot

Merkki	Malli	Alk. Hinta €	Teho kW	Vääntö Nm	Kiihtyvyys 0–100 km/h s	Omamassa kg
Audi	E - tron 50	69 304,15 €	230	540	6,8	2445
Audi	E - tron 55	89 305,24 €	300	664	5,7	2555
Bmw	i3	40 102,63 €	125	250	7,3	1345
DS	3 crossback E - Tense	25 336,00 €	100	260	8,7	1525
Hyundai	IONIQ Electric	39 390,00 €	100	295	9,9	1550
Hyundai	Kona Electric	36 390,00 €	100	395	9,9	1539
Hyundai	Kona Electric	43 390,00 €	150	395	7,9	1743
Jaguar	I-pace	84 040,71 €	295	696	4,8	2208
Kia	e - Niro	39 990,00 €	100	395	9,8	1646
Kia	e - Niro	44 991,91 €	150	395	7,8	1791
Kia	e - Soul	37 990,00 €	100	395	9,9	1593
Kia	e - Soul	42 990,00 €	150	395	7,9	1758
Mercedes	EQC	79 371,39 €	300	760	5,1	2425
Nissan	Leaf	38 200,00 €	110	320	7,9	1600
Nissan	Leaf	45 900,00 €	160	340	7,3	1731
Nissan	e - NV200	46 595,00 €	80	254	14	1619
Opel	Corsa - e	33 711,00 €	100	260	8,1	1530
Peugeot	e - 208	33 709,00 €	100	260	8,1	1530
Peugeot	e- 2008	36 373,00 €	100	260	9	1550
Porsche	Taycan 4S	114 652,93 €	390	640	4	2215
Porsche	Taycan Turbo	164 116,88 €	500	850	3,2	2380
Porsche	Taycan Turbo S	199 675,53 €	560	1050	2,8	2370
Renault	ZOE	29 390,00 €	80	225	11,4	1577
Renault	Kangoo ze	32 190,00 €	44	225	20,3	1501
Seat	Mii electric	19 388,66 €	61	212	12,3	1235

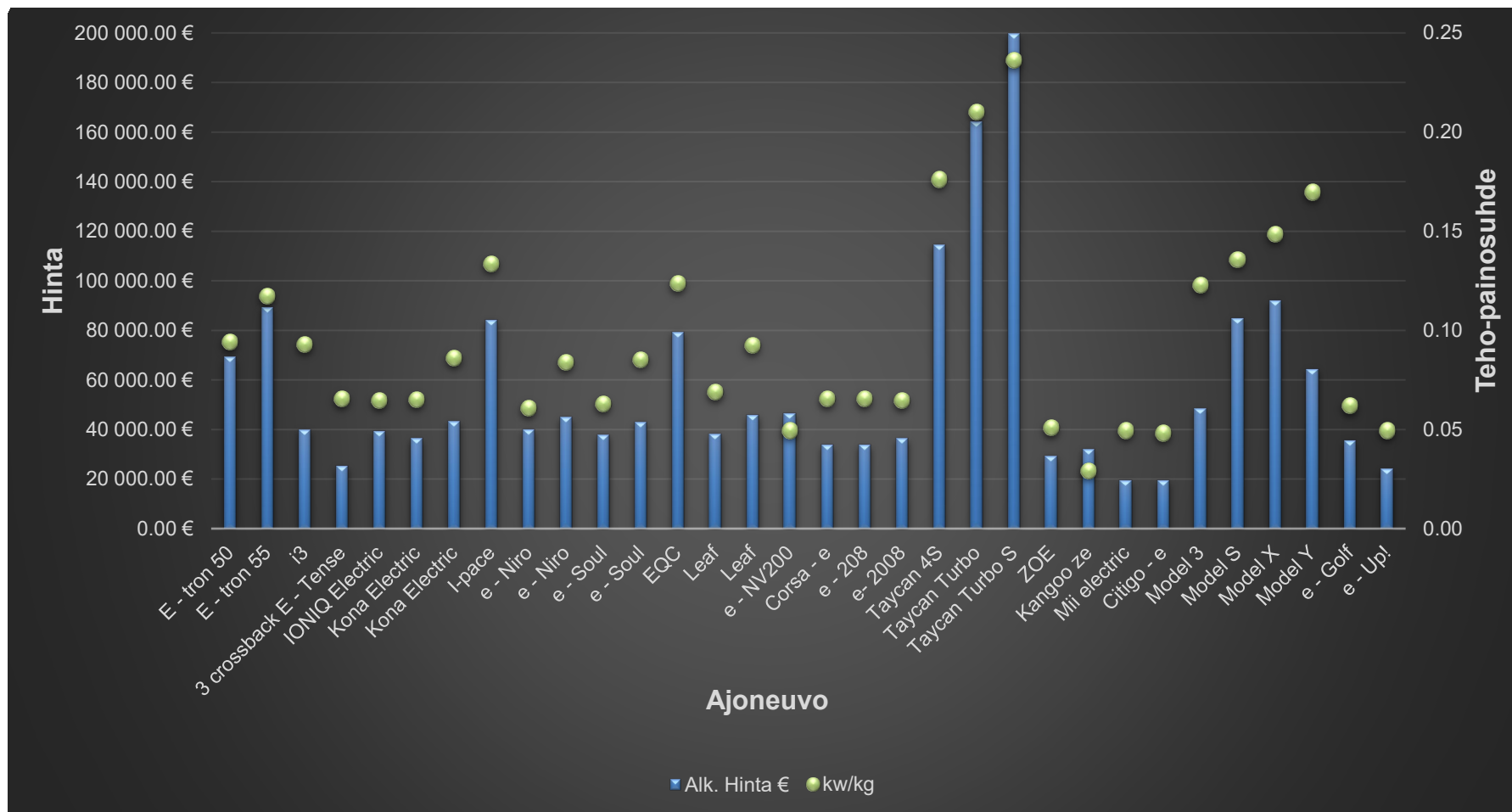
Skoda	Citigo - e	19 389,66 €	61	212	12,3	1265
Tesla	Model 3	48 690,00 €	202	450	5,6	1645
Tesla	Model S	84 990,00 €	311	660	3,8	2290
Tesla	Model X	91 990,00 €	373	660	3,1	2510
Tesla	Model Y	64 400,00 €	340	639	5,1	2003
Volkswagen	e - Golf	35 690,00 €	100	290	9,6	1615
Volkswagen	e - Up!	24 135,00 €	61	210	11,9	1235



Kuvio 1. Ajoneuvon hinta suhteessa toimintamataan.



Kuvio 2. Ajoneuvon hinta suhteessa akun kokoon.



Kuvio 3. Ajoneuvojen hinta sekä tehopainosuhte.