



Petri Härkönen

Sähköautoilun omistamisen mahdollisuudet Suomen haja-asutus alueilla 2021

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

1.12.2021

Tiivistelmä

Tekijä:	Petri Härkönen
Otsikko:	Sähköautoilun omistamisen mahdollisuudet Suomen haja-asutus alueilla
Sivumäärä:	62 sivua
Aika:	1.12.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Autosähkötekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Sanna Heikkinen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia kustannuksia sähköautoiluun liittyy ja onko sähköauton omistaminen mahdollista haja-asutusalueilla.

Kokonaiskustannuksiin päästään, kun tarkastellaan käyttäjän näkökulmasta ajoneuvon hintaa, tarvetta liikkumiseen, latauslaitteiden hintaa, energian hintaa ja minkälaisessa toimintaympäristössä käyttäjä autoa tarvitsee. Polttomoottoriauton vaihdosta täyssähköauton kustannuksiin käsitellään tarpeen näkökulmasta. Erilaisia kiinteistöihin tehtävien muutoksien hintoja tarkastellaan omakotitalon, kerrostalon, mökin ja julkisten rakennusten osalta. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös uusia vaihtoehtoisia mahdollisuuksia liittää sähköauto osaksi sähköverkkoa ja asumista. Viimeisenä aiheena tarkastellaan tulevaisuuden uusia latausmahdollisuuksia.

Opinnäytetyön tiedonlähteenä on käytetty kirjallisuuslähteitä, Verkkoaineistoja ja dokumentteja. Laskennan tuloksissa on käytetty Microsoft Excel -laskentapohjaa ja tiedot niihin on hankittu yritysten ja tuotteiden verkkosivuilta tai suoraan myyjäliikkeistä.

Avainsanat: sähköauton käyttökustannukset, latauksien hinnat

Abstract

Author: Petri Härkönen
Title: Possibilities of Owning an Electric Car in Sparsely Populated Areas in Finland
Number of Pages: 62 pages
Date: 1 December 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Electronics Engineering
Instructors: Sanna Heikkinen, Senior Lecturer

The objective of this Bachelor's thesis was to analyze what kind of costs are involved in electric cars and whether it is possible to own an electric car in sparsely populated areas in Finland.

In order to find out the total costs of owning an electric car it is necessary to look at the price of the vehicle, the need to move, the price of the chargers, the price of energy and the operating environment in which the user needs the car from the vehicle user's point of view. The costs from changing an internal combustion engine car to a fully electric car is addressed from the need perspective. Costs resulting from changes in real estate electricity are examined in a detached house, an apartment building, a cottage and public buildings. The thesis also examines new alternative possibilities to connect an electric car to the electricity grid and housing. Finally, new charging options for the future are introduced and discussed.

The sources of information used in this thesis are literature sources, online publications and documents. The results of the calculation are based on the Microsoft Excel and the information has been obtained from the websites of the companies and the products or directly from the sales outlets.

Keywords: Electric car operating costs, charging prices

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tarve liikkumiseen Suomessa	2
2.1	Liikkuminen Suomen maanteillä	2
2.2	Liikkumisen muodot autolla	2
3	Sähköauton oston kannattavuus vuonna 2021	3
3.1	Sähköauton vertailukohtat	3
3.2	Käyttökustannukset Hyundai-mallit	4
3.3	Polttomoottoriauton vaihto sähköautoon	13
4	Latauslaitteet ja mahdollisuus ladata autoja kotona ja kodin ulkopuolella	15
4.1	Sähköauton akun elinikä	15
4.2	Sähköautojen lataustavat	15
4.3	Lataaminen omakotitalossa	17
4.3.1	Kolmivaiheinen laturi omakotitalossa	21
4.3.2	Omakotitalon sähkön hinta ajoneuvon latauksessa	22
4.3.3	Aurinkopaneelien käyttö sähköauton lataukseen	25
4.3.4	Julkisen latauksen mahdollisuudet ja hinnat Suomessa	27
4.3.5	Julkisen latauksen hinta eri latureilla	33
4.3.6	Hinnat 100 kWh:n ja suuremmat latauspisteet	33
4.3.7	Hinnat 50 kWh:n ja keskinopealla 22 kWh:n latauksella	36
4.3.8	Hinnat 11 kWh:n ja 3,4 kWh:n latauksella	37
4.3.9	Julkisten latauspaikkojen hintavertailu	38
4.4	Latausmahdollisuudet rivi- ja kerrostaloissa	42
4.5	Työpaikat ja muut ei asuinkäytössä olevat rakennukset	47
4.6	Latausmahdollisuudet mökillä tai turistikeskuksissa	48
5	Uusia latausmahdollisuuksia tulevaisuudessa	53
5.1	EU:n tavoitteet tulevaisuudessa	53
5.2	Induktiolataus	54
5.3	Porsche-aurinkosähkötorni	56
5.4	ABB:n Elektroniikkatehdas Luedenscheid Saksa	57

5.5	ENOC:n uuden sukupolven huoltoasema	58
5.6	Akunvaihtolatausjärjestelmä	60
5.7	V2G-lataus	62
6	Yhteenveto	64
	Lähteet	65

Lyhenteet

ELY: Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Range: Toimintamatka yhdellä tankkauksella puhuttaessa sähköautoista.

BMS: Battery management System, järjestelmä, joka hallitsee ja ohjaa akkujen latausta.

CCS: Combined Charging System, pikalatausstandardipistoke.

CHAdeMO: Charge De Move, Chargin for Moving, pikalatausstandardipistoke.

WLTP: Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure, ajosyklistesti.

KSL: Kuluttajansuojalaki.

Suko: Suojakosketin, kotitalouspistorasia.

PHEV: Plug- in hybrid electric vehicle, ladattava hybridisähköauto.

RFID: Radio Frequency Identification, radiotaajuinen etätunnistus.

Proximity pilot: Johdon nastan standardi, josta nastatunnistaa kytkennän.

Control pilot: Johdon nastan standardi, jota käytetään ohjaamaan virran suuruutta.

CAN: Controller Area Network, tiedonsiirtoväylä.

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää sähköautoilun omistamisen mahdollisuudet Suomen haja-asutusalueilla.

Sähköauto ei ole kovinkaan uusi keksintö. Ensimmäisen alkeellisen sähkövau-
nuun perustuva laite keksittiin 1830-luvulla heti Michael Faradayn keksittyä säh-
kömoottorin. 1900- luvun alkupuolella höyrykone oli suosituin moottorityyppi 40
%:n markkinaosuudella ja sähkö 38%:n. [1]

Nykypäivänä ajoneuvojen sähköistyminen lisääntynyt maanteillämme paljon.
Sähköautojen määrä on kaksinkertaistunut vuodessa, ja suurin syy siihen on to-
dennäköisesti Euroopan unionin ilmastotavoitteet ja öljyriippuvuuden vähentä-
minen alueella. Sähköautojen kasvu tuo paineita rakentaa toimiva ja kattava la-
tausverkko koko maahamme. Tämä vaatii niin käyttäjältä kuin infrastruktuurin
rakentajilta paljon tietämystä. Tässä opinnäytetyössä käydään läpi vaihtoehtoja
sähköauton omistamisen näkökulmasta ja niistä mahdollisuuksista, joita haja-
asutusalueilla sähköautoiluun liittyy. Pitkät välimatkat ja mahdollisuus yleiseen
lataukseen on vielä harvassa, mikä lisää epävarmuutta sähköauton ostoon.

Autoilun kokonaiskustannukset ovat olleet kasvamaan päin, ja autoille on monia
erilaisia käyttötarkoituksia. Suomen maanteillä ajetaan vuosittain 35 971 miljoonaa
auto-kilometriä, joista 28314 miljoonaa auto-kilometriä Uudenmaan ulko-
puolella [2].

Tässä opinnäytetyössä puhutaan M1-luokan ajoneuvoista, jotka ovat pääasialli-
sesti käytössä Suomen maanteillä. Opinnäytetyössä perehdytään myös tämän-
hetkisiin kokonaiskustannuksiin sähköautoiluun siirryttäessä. Kokonaiskustan-
nuksiin päästään, kun tarkastellaan käyttäjän näkökulmasta ajoneuvon hintaa,
tarvetta liikkumiseen, latauslaitteiden hintaa, energian hintaa ja minkälaisessa
toimintaympäristössä käyttäjä autoa tarvitsee. Opinnäytetyössä tarkastelemme

myös uusia vaihtoehtoisia mahdollisuuksia sähköauton liitettävyyteen osana sähköverkkoa ja asumista.

2 Tarve liikkumiseen Suomessa

Suomessa asutaan moniin muihin maihin verrattuna hyvin väljästi ja julkinen liikenne toimii vain muutamien kaupunkien sisäisillä alueilla ihmisen tarpeeseen aikataulullisesti hyvin. Tämä lisää tarvetta vapauten valita aikataulu liikkumiseen ja mennä sinne, mihin julkinen liikenne ei ylety.

2.1 Liikkuminen Suomen maanteillä

Suomessa teitä liikkumiseen on ELY:n mukaan 77908 km, joista 68633 km Uudenmaan ulkopuolella. [2] Pitkät välimatkat vähän asutuilla alueilla ovat arkipäivää ja päivittäinen toimintaympäristö saattaa olla hyvinkin laaja työteon, harrastusten ja lapsien kulkemisen suhteen. Traficomien [3] vuonna 2016 tehdyssä tutkimuksessa liikkumistapa eri puolella Suomea osoitti suomalaisten kulkutavan matkasuoritteesta olevan henkilöautolla koko maassa 57 % yksin ja kanssamatustajien kanssa 22 %, eli henkilöautolla matkustettiin kaikista matkoista 79 %. Vuorokaudessa keskivertoasukas liikkui henkilöautolla Oulun seudulla 22 km, Helsingin seudulla 19 km, Tampereen seudulla 20 km, Turun seudulla 20 km, Joensuun ydinkaupunkiseudulla 24 km, Päijät-Hämeen seudulla 22 km, Riihimäen seudulla 28 km, Salon seudulla 29 km, itäisellä Uudellamaalla 29 km ja läntisellä Uudellamaalla 30 km. Oulun pohjoispuolisesta eikä todella harvaan asutuilta alueilla matkustamisesta tutkimuksessa ei ollut tuloksia.

2.2 Liikkumisen muodot autolla

Vajaa kolmasosa suomalaisten matkoista liittyy työhön, koulunkäyntiin tai opiskeluun. Noin kolmannes on osto- ja asiointimatkoja ja reilu kolmannes vapaaajan matkoja. Kaikkein lyhyimpiä matkoja ovat ulkoiluun ja liikuntaan liittyvät matkat. [3.] Yli 100 km pitkiä matkoja tehtiin 95,6 miljoonaa matkaa vuodessa, joista suurin osuus oli vierailuja 28,1%:n osuudella. [3] Sähköautoilu sopii siis

hyvin suomalaisten päivittäiseen liikkumiseen, ja nykypäivänä autojen toimintamatkat ovat jo niin pitkiä, että vierailut onnistuvat näin helposti.

3 Sähköauton oston kannattavuus vuonna 2021

Ostajan näkökulmasta autot ovat rahallisesti toiseksi suurin hankinta asumisen jälkeen ja niihin liittyy hyvin paljon tunnetta niin harrastusmielessä kuin käytön tarpeessakin. Autossa saatetaan viettää päivän aikana useita tunteja, joten mukavuuskin on käytössä tärkeää. Auton koko esimerkiksi perhekäyttöön ja maantieteellinen sijainti ovat auton valinnassa avainasemassa uutta autoa hankittaessa.

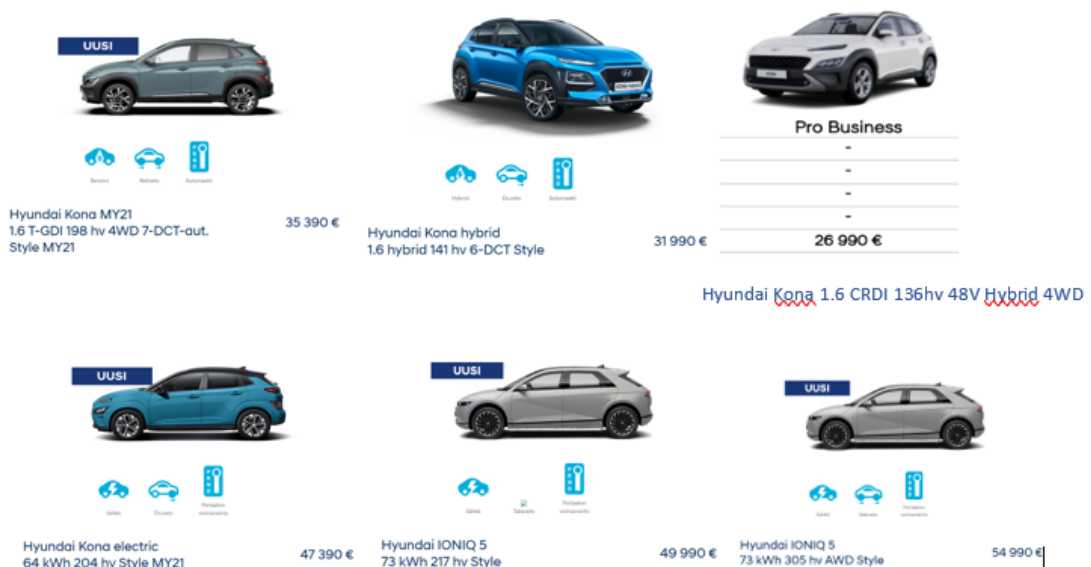
3.1 Sähköauton vertailukohtat

Kantama eli range (engl.) tarkoittaa yhdellä latauksella päästyä matkaa. 20–50 km riittää päivän aikana hyvin kaupunkiauton kantamaksi, mutta haja-asutusalueilla kantaman tulisi olla muutamia satoja kilometrejä päivittäiseen ajoon. Kantama korreloi sähköautoissa yleisesti myös hinnan kanssa, koska sähköauton ajoakku on kalleimpia komponentteja autossa.

Opinnäytetyössä kuvataan esimerkkitapaus polttomoottoriauton vaihdosta sähköautoon ja muutamia tapauksia suoraan ostohinnan mukaan vertailtuna ja kokonaiskuluja laskemalla. Vertailua autojen kesken on pyritty tekemään saman segmenttiluokan ja käyttötarkoituksen mukaan. Hyvä vertailukohta uuden auton vertailussa on Hyundai Kona, josta löytyy niin bensiiniversio, dieselvesio, kevythybridi kuin täyssähköautokin. Samaan segmenttiin sopii hyvin myös Hyundai Ioniq 5 -täyssähköauto takavetoisena ja nelivetoisena. Nelivetoisena Konaa saa bensiini- ja dieselkevythybridinä sekä täyssähköversiona. Bensiinikevythybridimallia saa vain etuvetoisena. Varustepaketin osalta on valittu keskiluokan varustepaketilla olevat autot ja moottoriksi bensiiniversiona isompi 1,6-litrainen moottori. Kuitenkin tulee huomata, että sähköautoon moottorin tuomaan suorituskykyyn ei päästä polttomoottoriautoilla.

3.2 Käyttökustannukset Hyundai-mallit

Suomen haja-asutusalueilla auton tarve on suuri ja liikkuminen tärkeää. Kustannukset määräytyvät niin käytön määrän, ajokilometrien ja autonmallin mukaan, ja erot ovat merkittäviä. Tarkasteltavana on Hyundai-malleista kuusi eri vaihtoehtoa (kuva 1).



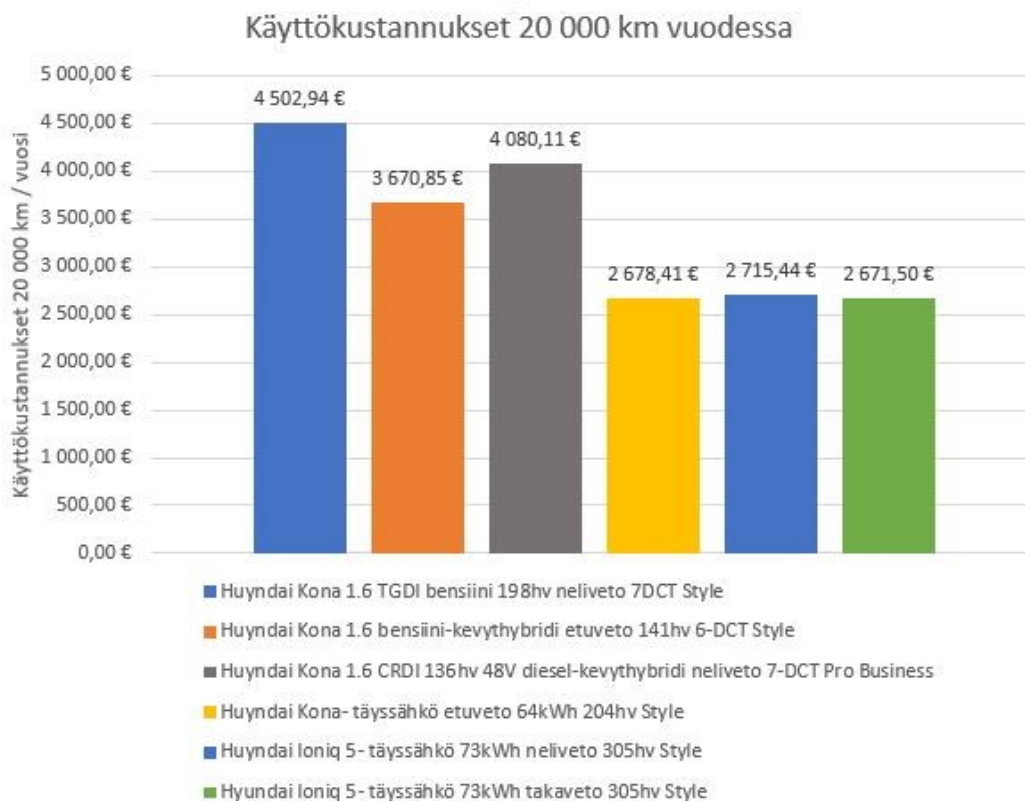
Kuva 1. Automallit käyttövoimittain [4].

Jotta voimme verrata autojen soveltuvuutta haja-asutus alueiden käyttöön, täytyy valita sähköautoksi tarpeeksi isolla akulla oleva vaihtoehto, jossa toimintamatka riittää useisiin satoihin kilometreihin myös talvipakkasilla. Hyundai Ioniq 5 -sähköversiota saa 73 kWh:n akulla ja Kona Electric -mallia 39 kWh:n ja 64 kWh:n akuilla. Isoimmilla akuilla toimintamatkaksi saa ajotavasta ja lämpötiloista riippuen hyvin 300–400 km, joka on vertailukelpoinen pienitankkisien polttomoottorien toimintamatkaan. Käyttövoima määrää kustannuksissa käyttövoimaveron määrän. [5] Myös vakuutuksien hintaan sillä on suuri merkitys. Kaikki vakuutusyhtiöt eivät mielellään vakuuta esimerkiksi täyssähköautoja, koska dataa

riskeistä ei ole tiedossa tarpeeksi. Sen vuoksi liikenne- ja kaskovakuutuksen hintakin on korkea verrattuna bensiini- tai dieselvaihtoehtoihin. [6] Katsastusmaksuissa käyttövoimalla on merkitystä, koska sähköautoihin ei tarvitse maksaa pakokaasutestiä [7]. Kuitenkin käyttökustannuksissa tämä ei ole merkittävä kuluerä, koska uutta autoa tarvitsee katsastaa vain kahdesti kuuden vuoden aikavälillä.

Korjauksia ei laskelmaan otettu huomioon, koska takuu kattaa Hyundaissa viisi vuotta ilman kilometrirajaa. Huolto-ohjelmat ovat eri käyttövoimilla hyvin erilaiset, koska polttomoottoriautoihin joudutaan vaihtamaan öljyt ja suodatin aina 15000 km:n välein. Sähköauton huolto-ohjelmissa ei öljynvaihtohuoltoja ole, ja näin kulutkin ovat niissä pienemmät. Hyundai Kona -sähköauton huolto-ohjelmaan kuuluu kuuden vuoden aikana huolto 15 000 km:n välein ja Ioniq 5:ssä 20 000 km:n välein. Sähköautoon vaihdetaan kuuden vuoden aikana vain raitisilmansuodatin kuusi kertaa, jarrunesteet kolme kertaa ja jäähdytinneste kerran [8].

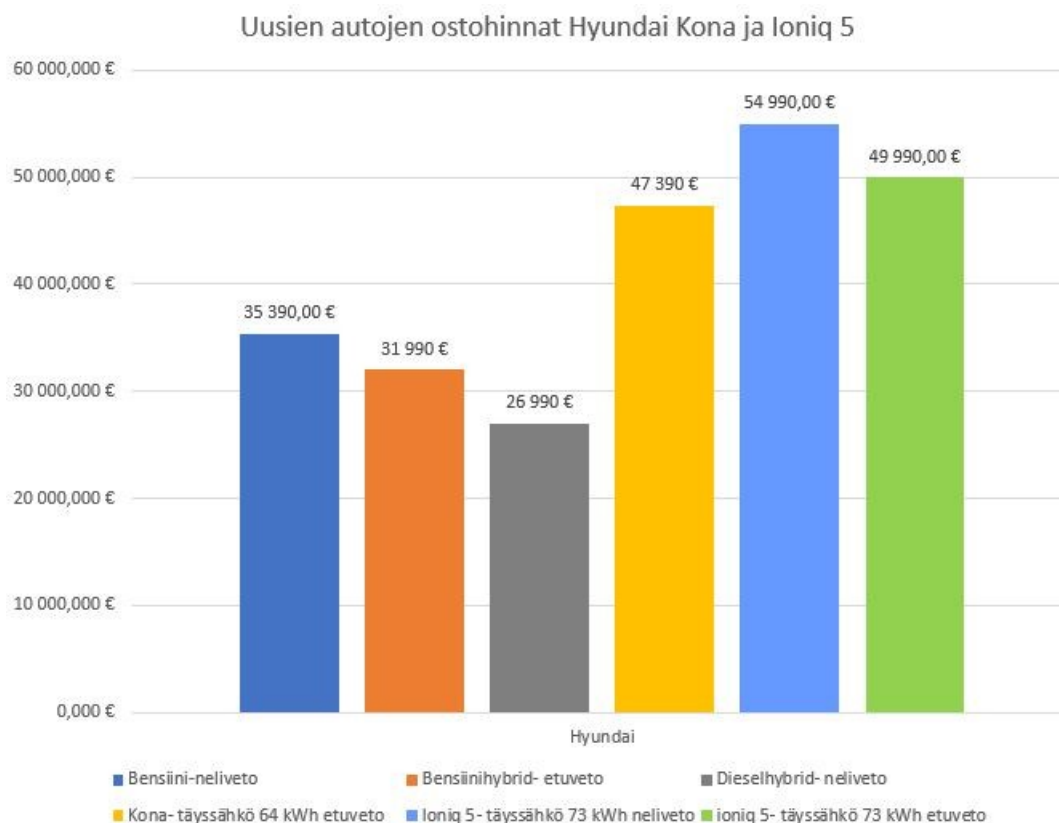
Huollon hinnat kysyttiin Hyundaiin viralliselta huoltoliikkeeltä. Bensiinin, dieselin ja sähkön hintaa laskettaessa käytettiin WLTP-testin mukaisia kulutusarvoja, 13.9.2021 olevaa polttonesteiden keskiarvoa ja sähkön kotilatauksen kWh:n päivähintaa omakotitalolle $3 * 25$ A:n sulakkeilla. Laskelmassa ei otettu huomioon pyyhkijänsulkia tai pesuja, koska niiden tekeminen riippuu liian paljon käyttäjän tarpeesta. Rengaskuluiksi laskettiin kaikille malleille vakio 800 €/vuosi. Kuvassa 2 esitellään kulut vuodessa automallien mukaan.



Kuva 2. Käyttökustannukset ajettaessa 20 000 km vuodessa [4; 5; 6; 7; 8].

Käyttökustannuksien kuvaajasta huomataan suuri ero polttomoottorilla toimivien autojen suhteen verrattuna sähköautoon. Suurin käyttökustannuksien ero muodostuu polttonesteen hinnassa (2541 €) bensiiniautolla vuodessa verrattuna sähköauton latauksen kustannuksiin (531 €) samoilla kilometreillä.

Hyundain esimerkkimalleissa ostohinta eri mallien kesken vaihtelee suuresti käyttövoiman mukaan. Halvin ostohinta on nelivetoisella dieselkevythybridillä, jota ei tosin saa Metroauton nettisivujen mukaan samalla Style-varustelupaketilla kuin muita mallin autoja. [9]. Näin vertailu rahoituskulujen suhteen on hie man väärä, mutta kuitenkin hyvin suuntaa antava. Auton ostohinnoissa ei ole huomioitu mahdollisia alennuksia tai muita lisävarusteita vaan hinnat ovat suoraan hinnastosta. Uusien autojen hinnat on esitetty kuvassa 3.

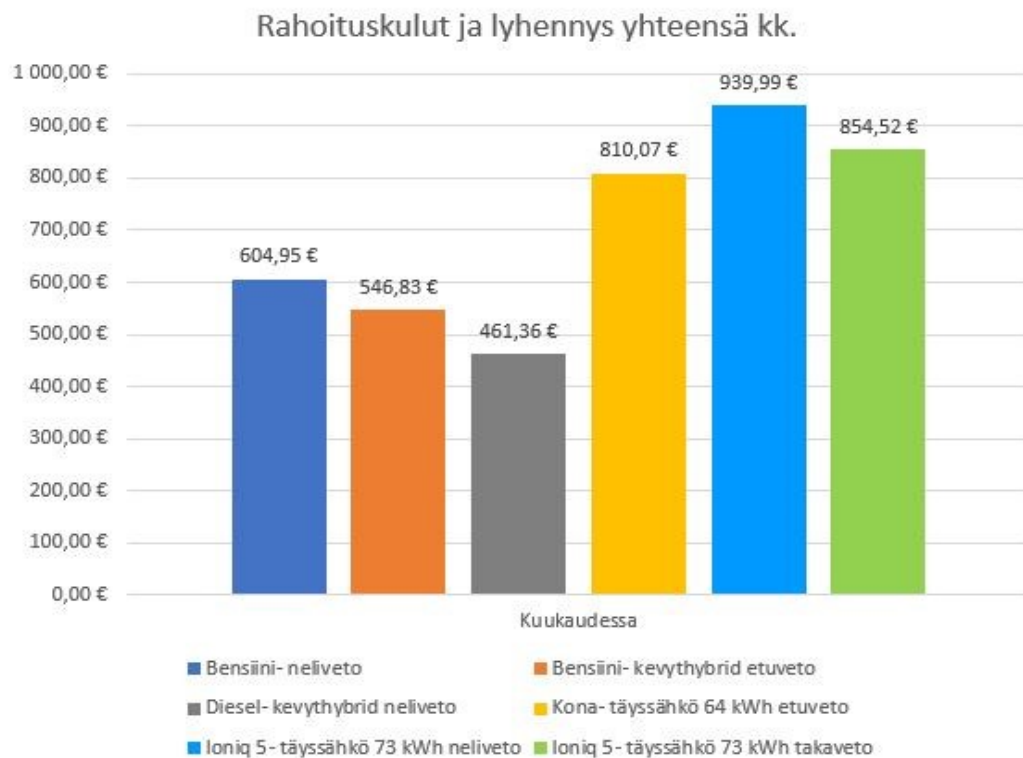


Kuva 3. Hyundai-mallien ostohinnat [9].

Hyundai-mallien ostohinnat vaihtelevat 26990 €:n ja 54990 €:n välillä. Ostohinnoissa tulee huomata muutama seikka vertaillen autoja keskenään käyttötarkoitusten mukaan. Nelivetoinen auto voi olla käyttäjälle tärkeä esimerkiksi pohjoisen lumisilla teillä, ja joillekin riittää hyvin etu- tai takavetoinen versio. Myös haja-asutusalueilla peräkärryn vetokyky monesti ratkaisee monikäyttöisyyden. Vetokyky dieselhybridissä on vain 700 kg ja Kona-sähköautossa 300 kg. Bensiiinimallin vetokyky on 1250kg, bensiiinihybridissä 1300 kg ja Ioniq 5:ssa jopa 1600 kg, joten sähköautoihin on tullut paljon mahdollisuuksia eri käyttötarkoituksiin. Paremmat käyttömahdollisuudet näkyvät myös ostohinnassa.

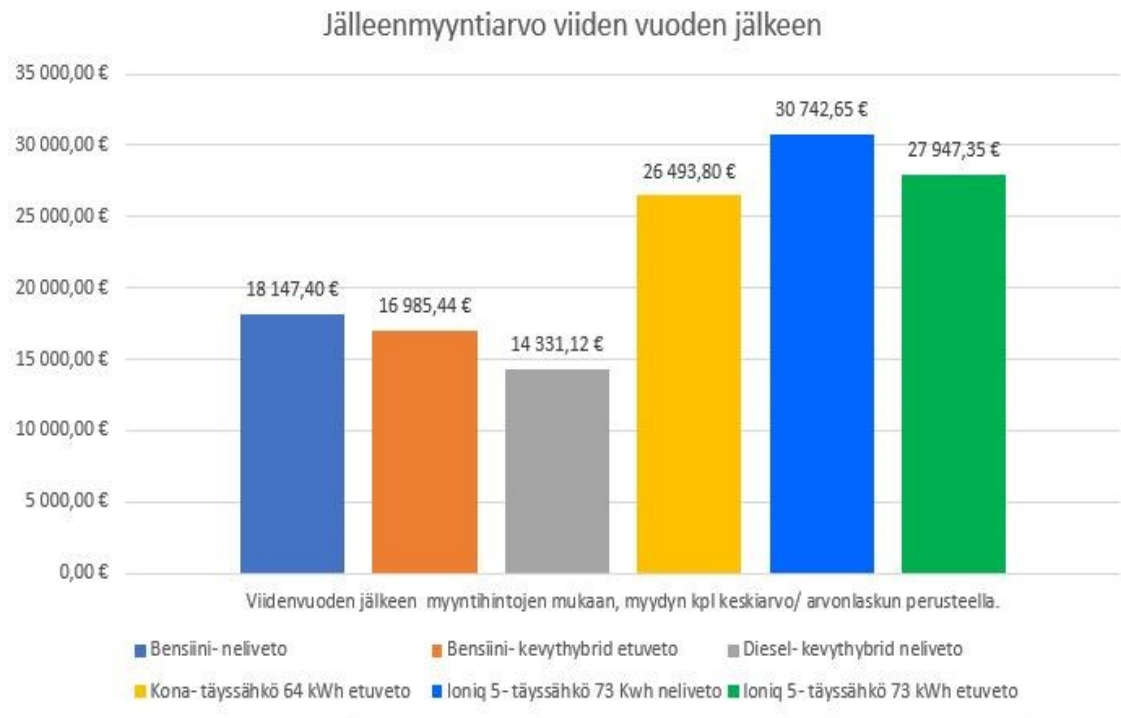
Rahoituskulujen määrä uuden auton hankinnassa on suuri verrattuna käyttökuluihin kuukaudessa. Tässä esimerkissä näkyy maahantuojan rahoitustarjous viidelle vuodelle tasalyhenteisenä ilman alkupääomaa (KSL 1 %). Ostohinnan mukaan määräytyvät rahoituskulut ja lyhennykset kuukaudessa ratkaisevat käyttäjän näkökulmasta paljon. Pääomakulut kuukaudessa uuden auton hankinnassa

saattavat nousta esimerkkitapauksissa yli 900 euron, kun halvimmassa vaihtoehdossa ne jäävät noin 500 euroon kuukaudessa (kuva 4).



Kuva 4. Eri mallien rahoitus ja lyhennyskulut kuukaudessa [9].

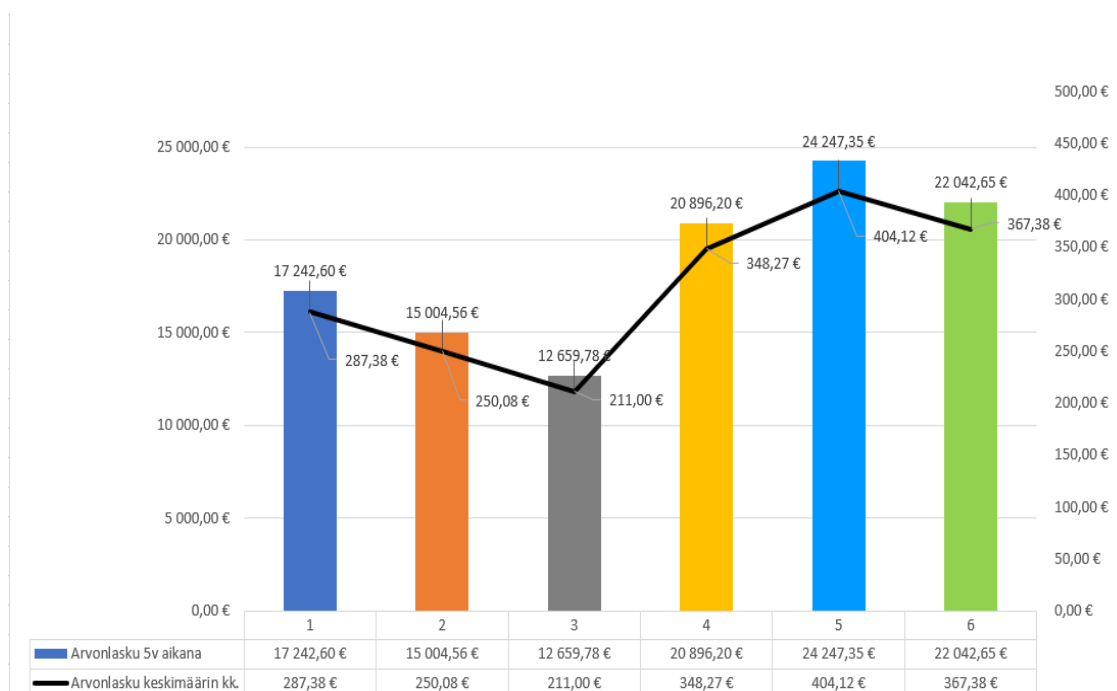
Viiden vuoden jälkeen jokaisessa tapauksessa auto on maksettu kokonaan pois tasaerin. Toki käyttäjästä riippuen voidaan puhua hyvin paljon pidemmästä käyttöiästä kaikille autoille, oli kyseessä sitten polttomoottorilla oleva tai sähköauto. Tämä huomioon ottaen autoille jää myös jälleenmyyntiarvoa. Jälleenmyyntiarvot ovat laskettu jokaiselle autolle erikseen käyttäen sivuston netti-auto.com [10] tilastoja toteutuneista kaupoista. Sivulla seuraavanlainen maininta: ”Ajoneuvohintatilastossa näytetään myytyjen ajoneuvojen hintapyynnöt sekä toteutuneet hinnat niiden ajoneuvojen osalta, joissa myyjä on ne ilmoittanut. Tietoja ei ole tarkistettu, joten tietojen käyttöön tulee suhtautua varauksella.” Jos riittävää otantaa automallille ei löytynyt uuden mallin myötä tai niitä on myyty liian pieni määrä otantaan, käytettiin edellisen vuoden arvonlaskua prosentteina apuna ja verrattiin sitä yleiseen arvoon arvonlaskun perusteella. Samalla tarkistettiin vielä, että auton arvonalenema käyttövoimittain tukee yleistä arvonlaskuperustetta automallille (kuva 5).



Kuva 5. Jälleenmyyntiarvo viiden vuoden jälkeen [10].

Hyundai Konan bensiiniversion jälleenmyyntiarvo viiden vuoden jälkeen on 51,8 % uuden hinnasta. Bensiinikevythybridin 53,10 %, dieselkevythybridin 53,10 % (arvio), Kona-täyssähköauton 55,91 % ja Ioniq 5 -täyssähköauton 55,91 % (arvio). Prosentissa ero viiden vuoden jälkeen jälleenmyyntiarvossa on bensiini- ja täyssähköauton välillä 4,11%.

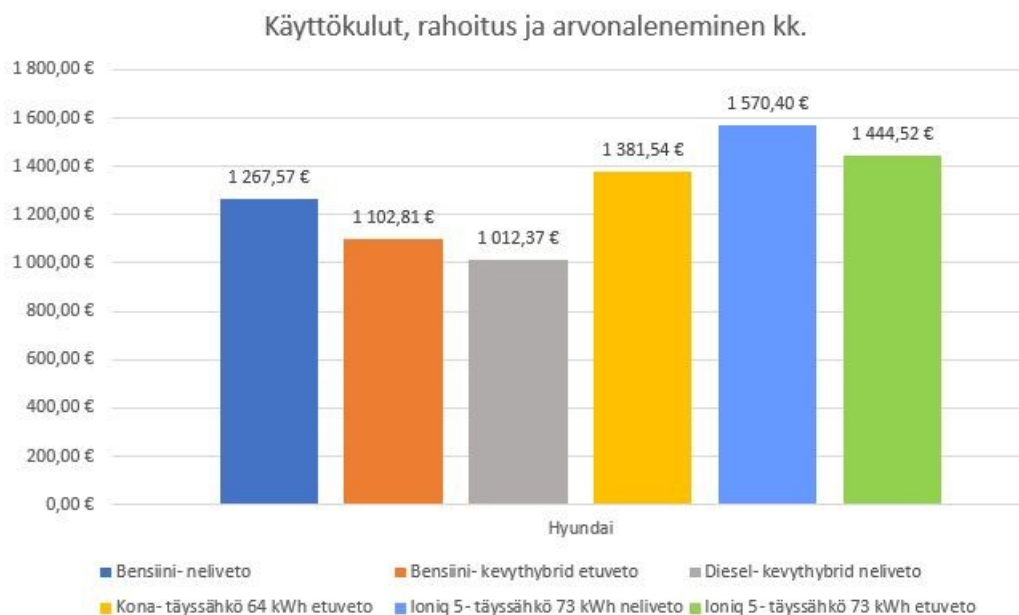
Arvonlasku autoille on euroina viiden vuoden jälkeen kuvan 6 mukainen.



Kuva 6. Hyundai-mallien arvonlasku viiden vuoden aikana ja keskimäärin kuukaudessa [10].

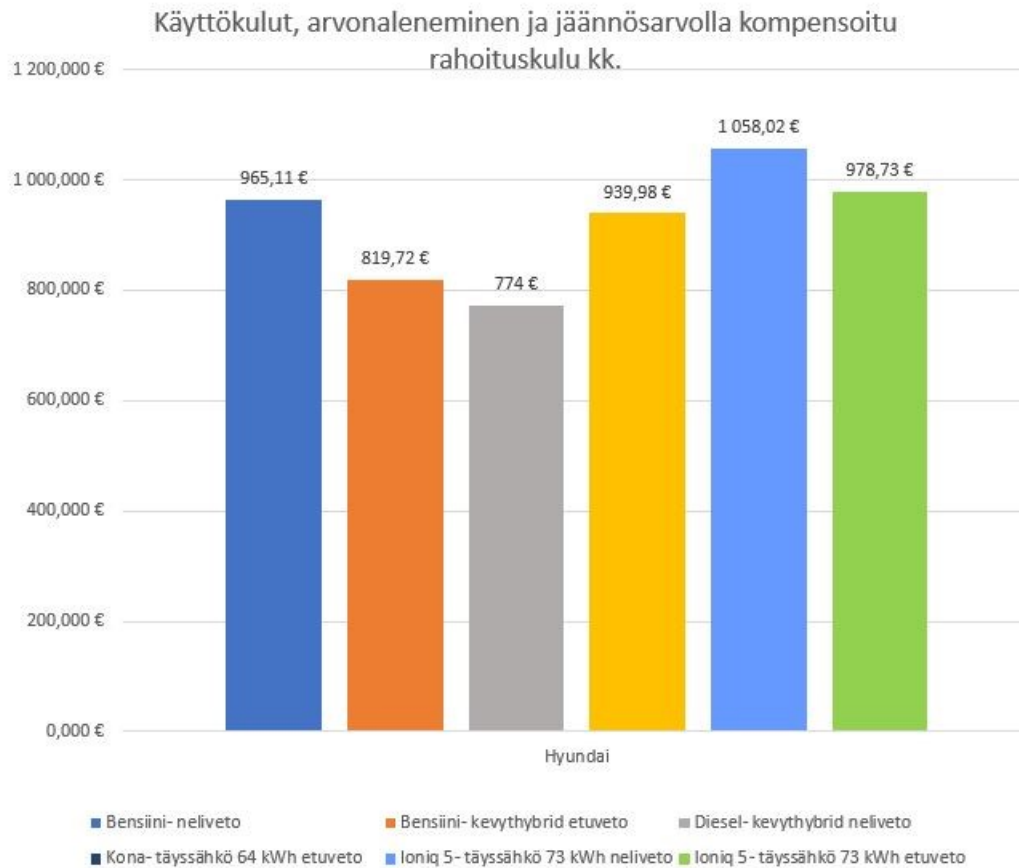
Kuvassa 6 huomataan, että arvonlasku euromääräisesti kuukaudessa Hyundain sähkömalleille on korkeampi, mutta laskelmassa ei ole huomioitu huomattavasti korkeampaa jälleenmyyntiarvoa viiden vuoden jälkeen. Myös sähköautojen määrän lisääntyessä arvoa on hankala määritellä, koska on vaikea arvioida, pysyykö myös muiden käyttövoimien arvonlasku tämänhetkisen tasolla.

Auton omistajan näkökulmasta on hyvä kaikissa käyttökuluissa ottaa huomioon kuukausikulut, koska auton omistamisen mahdollisuus saattaa riippua maksettavasta kuukausierästä. Kun käyttökulut, rahoituskulut ja arvonalennus lasketaan yhteen, saadaan todelliset kuukausikulut (kuva 7.)



Kuva 7. Käyttökulut, rahoitus ja arvonaleneminen laskettuna viiden vuoden aikana kuukaudessa [4; 5; 6; 7; 8; 9; 10].

Yhteiskuluja laskettaessa autonomistajan on hankala hahmottaa kaikki mahdolliset käyttöön liittyvät kulut, ja kustannusten selvittäminen on vaikeaa. Kuitenkin huomataan, että sähköauton omistaminen on vielä jonkin verran kallista kuukausittaisten kulujen osalta, mutta kun laskelmaan otetaan mukaan rahoituskuluihin liittyvä jäännösarvon kompensointi, nähdään, että sähköauton kustannukset tasaantuvat hyvin paljon verrattuna polttomoottoriautoihin (kuva 8).



Kuva 8. Kaikki kulut kuukaudessa viiden vuoden aikana jäännösarvolla kompensoidulla rahoituskululla [4; 5; 6; 7; 8; 9; 10].

Kompensoitu jäännösarvo on laskettu rahoituskuluista seuraavasti:

$$R_a - J_a = K_o$$

R_a on rahoituskulut kuukaudessa

J_a on jäännösarvo kuukaudessa

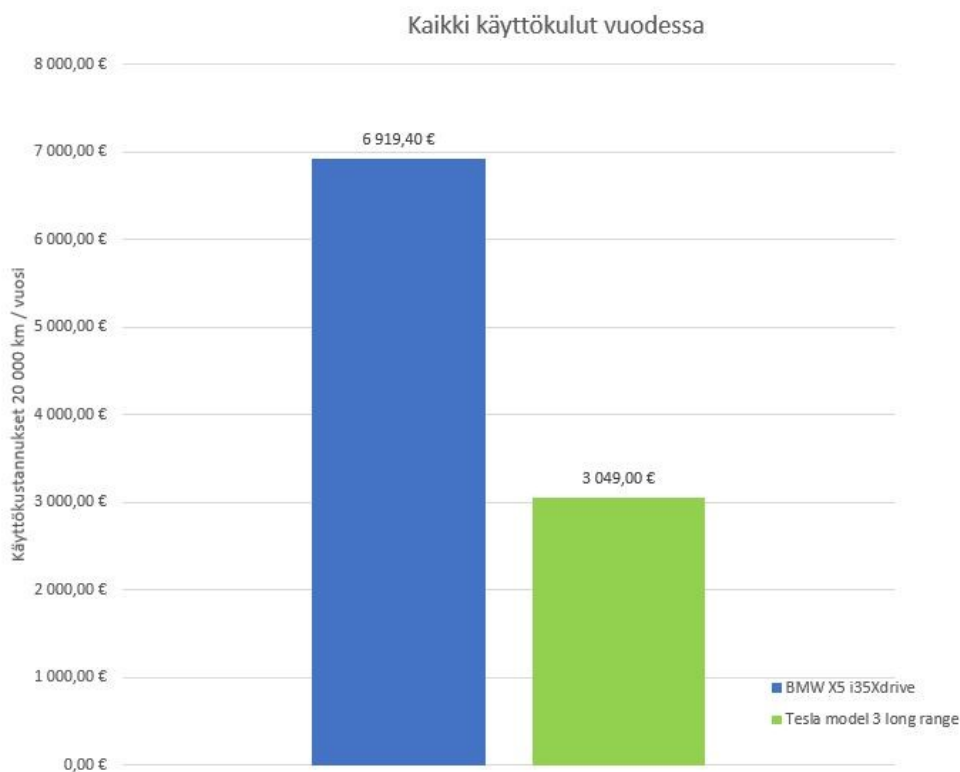
K_o on kompensoitu jäännösarvo

Tähän kun lisätään käyttökulut ja arvonalenema kuukaudessa, huomataan, että hyvillä varusteilla olevan nelivetoisen Ioniq 5:n kuukausimenoissa on 93 €:n ero bensiiinivelivedon kustannuksiin, kun ajokilometrejä on 20 000 km vuodessa. Kun ajetaan enemmän, kulut tasaantuvat hyvin nopeasti tällä hetkellä kalliin bensiinin vuoksi.

3.3 Polttomoottoriauton vaihto sähköautoon

Uusien mallien ja teknologioiden tullessa markkinoille vanhoillekin ajoneuvoille riittää kysyntää Suomessa. Jos verrataan Suomea Norjan tämänhetkiseen tilanteeseen, Suomi on autojen sähköistymisen alkutaipaleella ja muutos vie aikaa vuosia, ennen kuin täyssähköautot ovat merkittävimmissä asemassa liikenteessämme.

Täyssähköautoja alkaa kuitenkin löytymään vaihtoautoistakin, joten seuraavassa esimerkissä tarkastellaan vanhan polttomoottoriauton vaihtoa käytettyyn täyssähköautoon. Esimerkissä eläkeläinen autonomistaja asuu Pohjois-Suomessa haja-asutusalueella 30 kilometrin päässä lähimmästä tankkausasemasta. Keskimäärin kilometrejä autoon tulee noin 20 000 km/vuosi. Autona toimii BMW X5 3.0 M i35Xdrive 2011, jolle kilometrejä on kertynyt 133 000 km. Koska käyttötarkoitus on pääosin kaupassakäynti ja pienet reissut lumisilla teillä (talvella), tulisi täyssähköauton vastata myös samaa käyttötarkoitusta nelivetoisena. Koska henkilö asuu omakotitalossa, ei ole ongelma sijoittaa latauspiste nykyiseen kiinteistöön. Myös sähköliittymä riittää hyvin latauspisteen asentamiseen. Tämänhetkisessä autossa ei ole enää jäljellä rahoituskuluja, koska auto on jo kymmenen vuotta vanha. Autonmyyntisivustoilta selatessa eräästä auto-liikkeestä löytyi sopiva nelivetoinen Tesla model 3 neliveto long range vuosimallia 2019, jolla on ajettu 41 000km. Tehoa tässä täyssähköautossa on 115 kW enemmän kuin vanhassa BMW:ssä. Kun lasketaan kaikki käyttökulut yhteen BMW:n ja käytetyn Teslan osalta, nähdään, että vuosikulut käyttökustannuksissa ajettaessa 20 000 km/vuosi ovat suuret ja ero niiden välillä on 3870,40 € Teslan hyväksi (kuva 9).



Kuva 9. BMW X5:n ja Tesla model 3:n käyttökulut vuodessa, kun ajetaan 20 000 km/vuosi. [5; 6; 7; 10; 11; 12]

Tesla 3:n hinta liikkeessä on 51 925 € ja BMW:stä saadaan vaihdossa 25 000 €. Erotus vaihdosta on 26 925 €. Jos auto maksetaan rahoituksella hieman korkealla KSL:n mukaisella vuosikorolla 5,33 %, niin rahoituskulut ovat vuodessa 5088,96 €. Kun rahoituskuluista vähennetään käyttökulujen erotus vuodessa ($5088,96 \text{ €} - 3870,40 \text{ €} = 1218,15 \text{ €}$), saadaan vuosikustannus siitä, kuinka paljon kului enemmän rahaa täyssähköautoon vuodessa verrattuna vanhaan BMW:hen. Tämä tekee 101,55 € kuukaudessa enemmän, mikä ei ole käytännössä paljon, kun huomioidaan riski BMW:n tulevien korjauskulujen noususta seuraavan kolmen vuoden aikana. Teslassa on akulle kahdeksan vuoden takuu tai 192 000 km sen mukaan, kumpi täyttyy ensin. Arkikäyttöön Tesla myös soveltuu hyvin pitkän toimintamatkan ansiosta (WLTP 614 km).

4 Latauslaitteet ja mahdollisuus ladata autoja kotona ja kodin ulkopuolella

Suomessa asutaan muihin Euroopan maihin väljästi. Vuonna 2020 37,7 % väestöstä asui erillisissä pientaloissa (omakotitalot), rivitaloissa 13,4 % ja kerrostaloissa 47 % [13]. Asuminen keskittyy omakotitaloissa paljon kaupunkikeskusten ulkopuolelle. Tämä tukee hyvin sähköautoilua, koska haja-asutusalueilla hyvin suurella osalla väestöstä on mahdollisuus kotilataukseen.

4.1 Sähköauton akun elinikä

Polttomoottoriauton suunniteltu elinikä on yleensä 250 000 km 10–15 vuoden aikavälille. Täyssähköauton akun litiumkenno kestää noin 1000 täyttä latauspurkusykliä tyhjästä täyteen, ennen kuin kapasiteetti on laskenut noin 30 % alkupe-
räisestä. Latauksen ollessa 20 % – 80 % saavutetaan kuitenkin akulle pidempi elinikä. Normaalissa lataustapahtumassa akun eliniäksi arvioidaan Suomessa noin 200 000 – 300 000 kilometriä. Parhaimmillaan käytössä olevilla täyssähköautoilla on ajettu jopa todellisen elämän testeissä 400 000 kilometriä, ja kapasiteetistä on hävinnyt tuloksissa alle 10 %. Akun purku ja lataus toimivat parhaiten 20 asteen lämpötilassa. Tästä syystä uusimmissä täyssähköautoissa on akun esilämmitystoiminto, joka pidentää toimintamatkaa samoin kuin pitää akun kunnossa elinaikana. Hyvänä etuna on myös nopeasti lämpimät sisätilat liikkeelle lähdettäessä. [14, s. 22–37.] Haittana voidaan pitää kulutuksen nousua lämmittämisen johdosta. Sähköauton lataus niin kuin plug-in-autojenkin on mahdollista suorittaa monella eri tavalla.

4.2 Sähköautojen lataustavat

Sähköautojen lataukseen käytetyt lataustavat on määritelty standardissa SFS-EN IEC 61851-1:2019 [15]. Suomessa käytettäväksi suositellaan lataustapoja 3 ja 4. Lataustavat määrittyvät jännitteen, virran sekä lataustavan mukaan.

Hidaslatauksessa (lataustapa 2) sähköajoneuvon liittäminen vaihtosähkösyöttöön (sähköverkkoon) tapahtuu käyttäen syöttöpuolella korkeintaan 32 A:n ja 250 V:n yksivaiheista tai 480 V:n kolmivaiheista standardisoitua pistorasiaa sekä tehoa syöttäviä johtimia ja suojamaadoitusjohtimia [14, s. 22–37]. Sukolatauksella tapahtuma on seuraavanlainen. Hitaanlatauksen johdoissa on suoja-laiteyksikkö, joka kytkee jännitteen latauspistokkeeseen, kun se on kiinnitetty ajoneuvon. Suojalaiteyksikkö sisältää vikavirtasuojan ja ohjauselektroniikan, joka kertoo ajoneuvolle pulssisuhdemoduloidulla signaalilla, kuinka suuren latausvirran se saa ottaa tapahtumassa. Ohjauksen logiikka on samankaltainen kuin peruslatauslaitteilla. Ajoneuvo ei tiedä, onko kytkeminen tapahtunut peruslatauspisteeseen vai sukolatausjohtoon. On olemassa pistotulpan puolella lämpötila-anturilla olevia johtoja, jotka tunnistavat suojalaiteyksiköstä, kuinka suurella virralla latausvirtaa rajoitetaan lämpötilan noustessa. Tämä voi myös keskeyttää latauksen tarvittaessa. [14, s. 22–37.]

Peruslataus (lataustapa 3) tarkoittaa sähköajoneuvon latausta siihen tarkoitettulla kiinteästi asennetulla latauslaitteella, jossa on sähköajoneuvon lataukseen tarkoitettu pistorasia tai kaapeli ja pistoke. Latausvirta voi olla 6–63 A, jolloin saavutetaan latausteho 1,4–43 kW. Pistorasiana käytetään erityisesti sähköauton lataukseen tarkoitettua, standardin SFS-EN 6219-2 mukaista kolmivaiheista pistorasiaa. Peruslatauslaitteissa, olivatpa ne kiinteällä kaapelilla pistokkeineen tai pelkällä pistorasialla varustettuja, koskettimet ovat jännitteettömiä, jos niihin ei ole kytketty ajoneuvoa. Latausjärjestelmän perusvaatimukset on määritelty standardissa SFS-EN 61851-1. [14 s.22-37]. Kytkettäessä kaapeli kiinni ajoneuvon tapahtuu seuraavaa. Proximity pilot -nastan ja suojamaan välisen vastuksen kytkennän tieto välittyy ajoneuvolle, jolloin se lukitsee mekaanisesti pistokkeen vastakkeeseen. Ajoneuvon tunnistaessa control pilot -koskettimesta tulevan jännitteen ja diodin ja vastuksen sarjaankytkennän latauslaite havaitsee jännitteen aleneman ja tietää, että ajoneuvo on kytketty. 1 kHz:n pulssisuhdemoduloidulla signaalilla latauslaite kertoo, että ajoneuvo voi aloittaa latauksen. Kun latauslaite sulkee kontaktorit, niin vaihejohdin tai vaihejohtimet tulevat silloin jännitteisiksi. Ajoneuvo tarkkailee koko ajan control pilot -signaalin pulssisuhdetta ja alentaa latausvirtaa tarvittaessa. Jos ajoneuvo ottaa suuremman

virran kuin pulssisuhde antaa luvan, niin latauslaitteella on oikeus keskeyttää lataus. Kun akku on ladattu haluttuun tasoon, auto kytkee suuremman resistanssin control pilot -nastan kertoakseen latausasemalle, että lataus on valmis. Jos latausasema haluaa lopettaa latauksen, se keskeyttää pulssisuhdemoduloinnin signaalin syötön ja lopettaa latauksen kontaktorien avaamisella. Jos auto ei kuuden sekunnin sisällä lopeta lataamista, latausasema avaa kontaktorit. Lataustavassa 3 käytetään yleisimmin standardin SFS-EN 62196-2 mukaista pistoketyyppiä Mennekes. Silloin kun latauspistoke on kytkettynä vastakkeeseen, sarjavalmistesta autoa ei pystytä käynnistämään. [14, s. 22–37.]

Teholatauksessa (lataustapa 4) sähköajoneuvon liittäminen vaihtosähkösyöttöön (sähköverkkoon) tapahtuu käyttäen ajoneuvon ulkopuolista laturia, jossa ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitettyyn sähköajoneuvon latauslaitteeseen. Laturi syöttää DC-tasasähköä. Muita nimityksiä teholataukselle ovat pikalataus ja DC-lataus. Teholatauksessa latausasema ja auto viestivät toisilleen jatkuvasti joko CAN-väylän kautta (CHAdemo-teholataus) tai PLC-standardin avulla (CCS-teholataus). Auton akunhallintajärjestelmä kertoo laturille, kuinka suuren latausvirran akkuun saa syöttää, ja latausasema säätää 3-vaihetasasuuntaajan pulssisuhdetta säätämällä lähtöjännitteensä sellaiseksi, että akkuun kulkee juuri tämä virta. Kaapeli on lukittu koko lataustapahtuman ajan. Lataustavassa 4 käytetään standardin SFS-EN 62196-3 mukaista pistoketyyppiä AA CHAdEMO tai pistoketyyppiä FF CCS2 (Combo 2). [14, s. 22–37.]

4.3 Lataaminen omakotitalossa

Sukorasia riittää monelle omakotitaloasujalle hyvin, jos matkat päivän aikana ovat 50–100 km. Sähköauton mukana tulee yleensä myös perinteinen latauslaitte. Pidempiaikaista sukolatausta ei kuitenkaan suositella käytettäväksi pidempiaikaiseen lautaukseen. Yön aikana 8 A:n sukopistorasiasta pystyy lataamaan kymmenen tunnin aikana noin 18,5 kW, joka riittää niin kesällä kuin talvikeleilläkin 50–100 km:n toimintamatkaan. Jos kuitenkin omakotitaloasuja haluaa nopeamman lataustehon, esimerkiksi 16 A yksivaiheisena, joudutaan miettimään jo muutoksia pistorasiaan. Turvallinen lataaminen normaalista kotitalous-

pistorasiasta on 8 A, koska standardin SFS 5610 mukaiset kotitalouspistorasiat eivät sovellu pitkäaikaiseen sähköajoneuvojen lataamiseen pistokytkimen täydellä mitoitusvirralla. [15]. Kun pistorasian vaihtaa IEC-standardin mukaiseen 60884-1- pistorasiaan, voidaan sitä kuormittaa jatkuvasti 16 ampeerin virralla. Tällöin saadaan yön aikana 10 tunnissa ladattua 36,8 kW, joka riittäisi jo kesäolosuhteissa noin 200 km:n ajomatkaan. Hinta kyseiselle pistorasialle on noin 11–70 € valmistajasta riippuen. (Kuva 10.)



:hager
Pistorasia Q.1/Q.3 - 1S/16A UKR ant

1S/16A UKR ant

Sähkönumero: 2507602 GTIN: 4011334379881

NORM. 11 31 / 1 KPL ● Saatavilla

1 KPL LISÄÄ OSTOSKORIIN

Tuotteen minimi tilausera on 1 KPL


Lisää vertailuun STK tuotekortti

Tulosta Jaa

SCHUKO-pistorasia keskiölevyillä- Korotettu kosketussuojaus- ruuviittimetNimellisjännite 250 VACNimellisvirta 16 ALaitekotelon syvyys 32 mmKorotettu kosketussuojaus (lapsisuojaus) IEC 60884-1 mukaan

Kuva 10. Hagerni-merkkinen pistorasia 16 ampeerin jatkuvaan kuormitukseen [16].

Kokonaiskustannuksiin täyssähköautoilun aloittamisessa ei tällä hinnalla asennuksineen ole kovinkaan suurta vaikutusta. Kun käytetään kotitalouspistorasiaa, tulee huomata myös auton sisäisen laturin antama teho, joka vaihtelee automaattisesti. Hyvä on myös muistaa omakotitalon pääsulakkeen koko latauslaitteita valittaessa tehon mukaan. Toinen vaihtoehto on kytkeä latauspistoke yksivaiheiseen karavaanipistorasiaan (kuva 11), jolloin lämpötilaongelmia ei synny.



Pinta-asennettava karavaanipistorasia CEE 16A 230V



18,90 €

- 1 +

LISÄÄ OSTOSKORIIN






Tuotekuvaus


Pinta-asennettava yksivaiheinen karavaanipistorasia CEE 16A sähköajoneuvon lataukseen. Karavaanipistorasiaa voidaan kuormittaa mitoitusvirrallaan pitkiä aikoja. Sopii asennettavaksi ulkoseinään.


Klarna.
Lasku Erämaksu  
  
 

Tarkat tiedot


Pinta-asennettava pistorasia CEE 16A 230V

 **100% kotimainen verkkokauppa**
tuhansia tyytyväisiä asiakkaita

 **Nopeat toimitukset**
tilaukset lähtevät jopa samana päivänä

 **Ilmainen toimitus**
yli 300€ tilauksiin

 **Maksaminen helppoa**
luotettavat ja joustavat maksutavat

Kuva 11. Karavaanipistorasia [17].

Kuitenkin tämä pistorasiatyyppi vaatii pistorasiaan sopivan latausjohdon, joten hintaa kertyy esimerkiksi Zencarin säädettävällä ampeerimäärällä olevalle johdolle (kuva 12) noin 425 €.



ZENCAR latausjohto 3,7kW Type2 CEE 16A blue

385,00 € – 425,00 €
sis. alv24%

- Latausteho 3,7kW (1x16A)
- Sopii kaikille Type2 täyssähkö- ja hybridautoille
- Latausinformaatio näytössä
- Tehonsäätö alueella 6-16A
- Varustettu vikavirtasuojilla AC 30mA, DC 6mA
- Mukana säilytyskassi

Pituus

1 **Lisää ostoskoriin**

Tuotekoodi: Zencar-yhdistelmä-blue
Tuoteryhmä: Latausjohdot
Tunnus: ZENCAR.latausjohto.type 2.schuko.6-16A

Kuva 12. Zencar-latausjohto 3,7 kW type 2, CEE 16 ampeeria [18].

Zencarin latausjohdossa ampeerimäärää voi helposti säätää napilla 8–16 A:n välillä. Vielä edullisempi vaihtoehto on EVchargekingin latauslaite karavaanipistokkeella (kuva 13).




Kuva 13. EVchargeking latauskaapeli säädettävällä ampeerimäärällä. [19].

EVchargeking maksaa verkkokaupassa 259 € plus lähetyskulut, ja sitä saa myös normaalilla pistotulpalla. Tämä latauslaite sopii hyvin Teslan sähköautoon, koska siinä on auton latausluukun avaus johdossa. Markkinoilta löytyy tällä hetkellä paljon erilaisia laturivaihtoehtoja, ja kuluttajan tulee olla valveutunut myös niiden turvaluokituksista.

4.3.1 Kolmivaiheinen laturi omakotitalossa

Jos omakotitalossa on kuitenkin mahdollisuus kolmivaiheiseen voimavirtapistorasiaan, saadaan melkein samalla hinnalla paljon tehokkaampi vaihtoehto nopeampaan lataukseen erilaisilla lataustavan 3 kiinteillä latausjärjestelmillä. Tämä kuitenkin vaatii hieman enemmän kokonaisvirrankulutuksen suunnittelua kiinteistössä. Samalla täytyy kuitenkin muistaa, että niin uusien kuin käytettyjenkin sähköautojen kohdalla tulee ottaa huomioon auton vaatimukset lataustehoista, jotka voivat olla maksimitehojen suhteen 3,7– 250 kWh. Käytännössä uuden auton hankkijan tulisi siis tietää myös, minkälaiseen käyttö ja latausympäristöön ajoneuvoa hankitaan. Jos kuitenkin päädytään nopeampaan latausaseman, voidaan kytkentä tehdä esimerkiksi suoraan 400 V:n voimavirtapistorasiaan. Tällä hetkellä eri valmistajien latureita kuormanhallinnalla tai ilman löytyy hyvin paljon eri merkeiltä. Ilman suurempia sähköasentajan lisätöitä kuormanhallintaan sopivat Walle-laturit, joiden kuormanhallinta ei vaadi erillisiä kaapelinvetoja kiinteistön ja laturin välille vaan järjestelmä toimii radiotaajuudella (kuva 14). Hinta kuormanhallinnan lähetinyksikölle on 385 €.



Etusivu / Latauslaitteet / 3-Vaiheiset Latauslaitteet / Walle kuormanhallinta lähetinyksikkö

Walle kuormanhallinta lähetinyksikkö

385,00 €

Walle kuormanhallinta ohjainyksikkö. Langaton ja dynaaminen järjestelmä. Helppo asentaa!

Yhteensopiva: Walle16M sekä Walle64 mallit

● Heti toimitukseen!

Kuormanhallinnan virtalähde

Valitse

1 **LISÄÄ OSTOSKORIIN**

Tuotetunnus (SKU): Ei saatavilla/-tietoa
Osastot: 3-Vaiheiset Latauslaitteet, Latauslaitteet, Tuotteet taloyhtiöille

Kuva 14. Walle-kuormanhallinta-lähetinyksikkö Walle16M- sekä Walle64-malleihin [20].

Helppo kytkemisen mahdollisuus 3-vaiheisille latauslaitteille sopii myös taloyhtiöiden parkkipaikkojen kuormanhallintaan, jolloin pääsulakkeen kokoa ei tarvitsisi välttämättä muuttaa suuremmaksi, mikä nostaisi kuukausimaksuja. Laite on yhteensopiva 16M-latauslaitteen kanssa, jossa säätöalue on 6–16 A joko yksi- tai kolmivaiheisena (kuva 15). Hinta laturille ja kuormanhallinnalle on 1435–1715 €. Lisäksi on huomioitava asennuksien hinta, joka riippuu yleensä kohteesta. [20].



TEHTY SUOMESSA
PRODUCED IN FINLAND

Walle16M

1050,00 € – 1330,00 €

Walle16M on kotimainen seinäasennukseen tarkoitettu sähköajoneuvojen tehokas latauslaite, jota voidaan käyttää sisä- tai ulkotiloissa. Lähtöteho on enintään 3,6 kW yksivaiheisena ja 11 kW kolmivaiheisena.

Walle16M latauslaitteen ominaisuuksina ovat mm. MID hyväksytty energianmittaus, sekä dynaaminen langaton kuormanhallinta.

Huom! Laite sisältää valmiuden (vastaanotin) langattoman kuormanhallinnan käyttöönottoa varten. Sähkökeskukseen asennettava lähetin myydään erikseen!

● Heti toimitukseen!

Latauskaapelin pituus

5 metriä

Syöttökaapeli

Valitse

Energiamittari

Sisältää energiamittarin

Kuormanhallinta

Sisältää kuormanhallinnan (vastaanotin, huom. lähetin)

Kuva 15. Walle16M, joka on yhteensopiva kuormanhallinnan kanssa [20].

4.3.2 Omakotitalon sähkön hinta ajoneuvon latauksessa

Pientalon sähkökulut muodostuvat pääsulakkeen koon mukaan sähkön myyntihinnasta, sähkönsiirto hinnasta ja veroista. Myös kulutuksella, sähköveroluokalla ja käyttöpaikalla on merkitystä sähkön hintoihin. Energiavirasto kerää sähköverkkopalveluiden hinnoista ja sähköenergian myyntihinnoista tyyppikäyttäjähintojen mukaan tilastoja sivuilleen. [21]. L1-mukaisen tyyppikäyttäjän sähkönhinta huonekohtaisella sähkölämmityksellä, pääsulakkeella 3 * 25 A ja sähkön

käytöllä 18 000 kWh/vuosi on 1.10.2021 18,7 c/kWh. L2-mukaisen tyyppikäyttäjän pientalon osittain varaavalla sähkölämmityksellä, pääsulakkeella 3 * 25 A, sähkön käyttömäärällä 20 000 kWh/vuosi on 1.10.2021 17,8 c/kWh. Hinnat ovat kaikkien kulujen keskihintoja koko maan alueelta ja sisältävät ALV:n myös siirtöhinnan osalta. Alueellisia eroja tarjouksissa on hyvin paljon. Esimerkiksi halvin 5,11 c/kWh sähkönsiirtohintaa elokuussa 2021 löytyi L2-tyyppikäyttäjän mukaan Keravan Energia Oy:ltä ja Valkeakosken energia Oy:ltä, kun kallein se on Loiste Sähköverkko Oy:llä 9,47c/kWh. Kallis siirtohintaa saattaa nostaa sähkön kokonaishinnan siten yli 20 c:n/kWh. Auton lataaminen omakotitaloissa tapahtuu yleensä öisin, ja kuluttajan tulisikin kilpailuttaa sähköyhtiö vastaamaan tarpeita sähkönhinnan osalta. Yösähkön hinta Nord poolin pörssissä saattaa jäädä jopa puoleen päivän hinnasta. Ongelmaksi muodostuu kokonaishinnan osalta sähkönsiirto, jota ei voi kilpailuttaa ja jossa paikallinen sähköverkkoyhtiö määrää hinnan. Sulakkeen koko omakotitalossa on yleensä 3 * 25 A, ja sen suurentaminen varman käyttömukavuuden saamiseksi sähköautolle sopivaksi tulee mitoittaa oikein. Esimerkiksi Pohjois-Suomessa Kuusamossa Carunan siirtoasiakkaille sulakkeen koon muuttaminen näkyy suurena kuukausimaksuna (kuva 16).

Yleissiirto		
	alv 0 %	alv 24 %
Siirto c/kWh	3,68	4,56
Perusmaksu €/kk sulakekoon mukaan:		
Kerros- tai rivitalo, enintään 25 A*	10,40	12,90
16 A tai 1-vaihe	15,58	19,32
25 A	20,81	25,80
35 A	36,45	45,20
50 A	62,90	78,00
63 A	99,11	122,90

Yösiirto		
	alv 0 %	alv 24 %
Päiväsiirto c/kWh (ma-su klo 7-22)	3,59	4,45
Yösiirto c/kWh (ma-su klo 22-7)	2,21	2,74
Perusmaksu €/kk sulakekoon mukaan:		
Kerros- tai rivitalo, enintään 25 A*	15,40	19,10
16 A tai 1-vaihe	21,01	26,05
25 A	26,73	33,15
35 A	49,60	61,50
50 A	82,42	102,20
63 A	129,19	160,20

Kausisiirto		
	alv 0 %	alv 24 %
Päiväsiirto, talvi c/kWh (1.11.-31.3. ma-la klo 7-22)	4,66	5,78
Muun ajan siirto c/kWh	2,29	2,84
Perusmaksu €/kk sulakekoon mukaan:		
Kerros- tai rivitalo, enintään 25 A*	15,40	19,10
16 A tai 1-vaihe	21,01	26,05
25 A	26,73	33,15
35 A	49,60	61,50
50 A	82,42	102,20
63 A	129,19	160,20

*) Edellyttää, että sähköliittymällä on vähintään kolme mittaroitua kulutuskäyttöpaikkaa.

Kuva 16. Sähkön sulakekoon hinta 8/2021 omakotitalo Pohjois-Suomi Kuusamo Carunan sähkösiirtolaskussa.

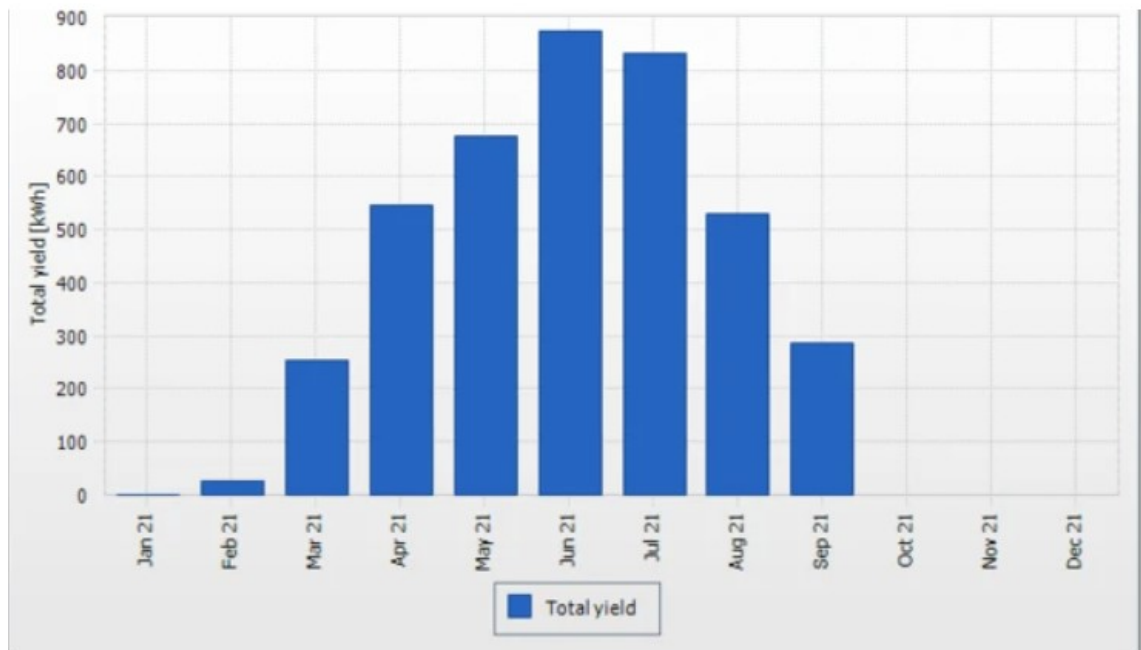
Sulakekoon muuttaminen 25 A:sta 35 A:iin yleissiirron osalta maksaa 19,4 € / kk enemmän + asennusmaksu. Yö siirron perusmaksu 35 A:iin maksaa 28,35 €/kk enemmän ja kausisiirron osalta 28,35 €/kk enemmän. Yö siirron sulakekoon vaihtamisen myötä syntyvän hinnannousun kokonaiskustannukset olisivat viidessä vuodessa 1701 €. Tällä hinnalla saa jo sopivan kuormanhallintajärjestelmän omakotitaloon, kun lasketaan investointi viidelle vuodelle. Kuitenkin täytyy muistaa, että harvemmin omakotitalon tehopiikki ajoittuu yölle.

Sähkön hinta on lokakuussa 2021 ennätysellisen korkealla. Sähköautolle voidaan laskea keksimääräiseksi kulutukseksi 20 kW / 100 km, joten sähkön hinnalla 17,8 c/kWh auto kuluttaa noin 3,56 € / 100 km. Vuosikuluina tämä tekee ajoilla 20 000 km/vuosi 712 €. Vaikka kokonaissähkön hinta noususi 30 %

nykyisestäkin, olisivat sähkökulut autolle omakotitalon latauksessa ajoilla 20 000 km/v 925,6 €/v. Vertailuna Hyundai Kona 1.6 -bensiinimallin samoilla kilometreillä olevat bensiinikulut ovat 2541 €/v.

4.3.3 Aurinkopaneelien käyttö sähköauton lataukseen

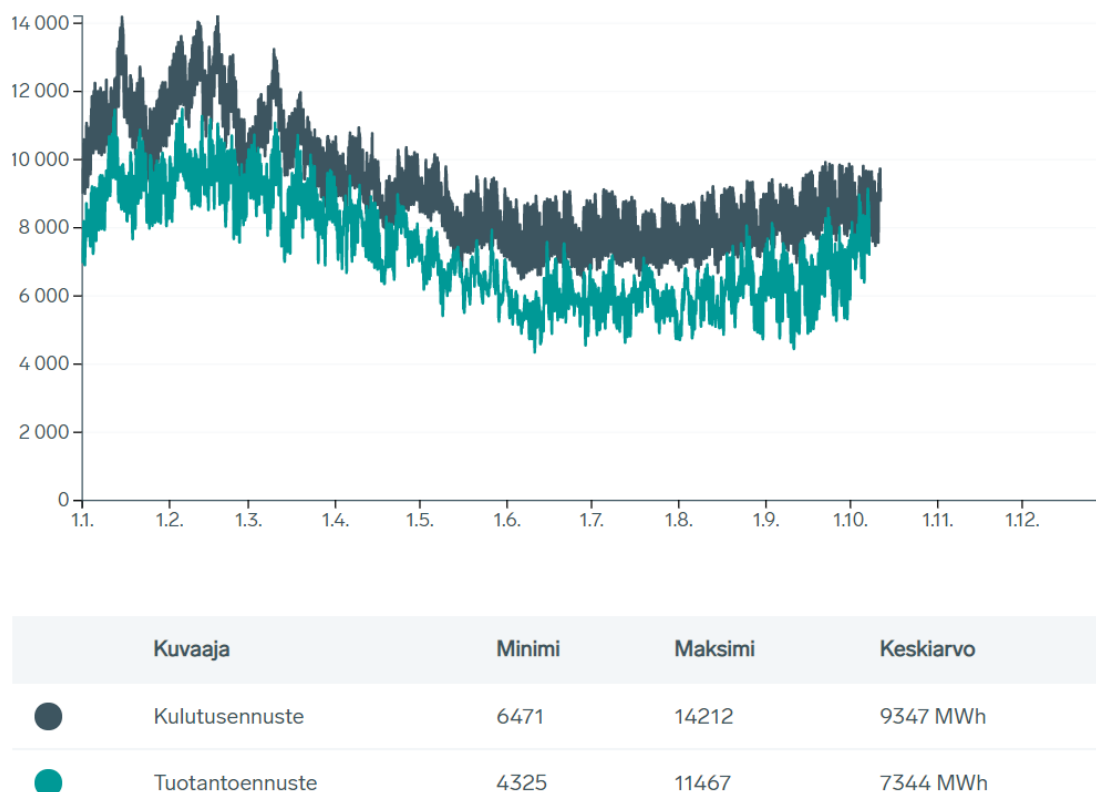
20 000 km:n ajolla kotitalouden sähkönkulutus nousee noin 4000 kWh / vuosi. Keskimäärin tämä tarkoittaisi 333 kWh kuukaudessa. Omakotiloasujat ovatkin kalliin sähkönhinnan vuoksi investoineet jonkin verran aurinkosähköjärjestelmiin, jolloin vuosikulutusta saadaan laskettua. Esimerkiksi Etelä-Suomessa sijaitsevaan kaksikerroksiseen omakotitaloon asennettiin 6,2 kWp:n aurinkosähköjärjestelmä, jonka järjestelmä pääsee maksimissaan 4,7kW:n tehoon. Sähkön tuotto aurinkopaneelijärjestelmällä oli huhti-elokuussa 2021 paljonkin yli 333 kWh kuukaudessa (kuva 17).



Kuva 17. Aurinkopaneelien tuotto tammikuu-lokakuu 2021 [22].

Lähelle sähköautolle tarvittavaa energian määrää päästään myös maalikuussa ja syyskuussa. Ilman energian varastointia sähköauton lataamisen suora hyöty jää vähäiseksi, mutta sähkölaskussa hyöty kuitenkin näkyy, jos ylijäämäsähköä syötetään takaisin verkkoon. Järjestelmän ensimmäisen 15 kuukauden tuottojen

perusteella takaisinmaksuajaksi tulee noin yhdeksän vuotta. [19]. Kertainvestointeina samanlaiset järjestelmät maksavat Suomessa noin 6000 – 10 000 € asennuksineen. Aurinkosähkön hyödyntäminen lataukseen ei ratkaise koko omakotitalon sähkönkulutuksen ongelmaa, mutta kuluttajalle siitä on etua. Kuten kuvasta 18 nähdään, Suomen sähköverkon kulutus on suurimmillaan kylmien säiden aikaan eli välillä tammikuu–maaliskuu. [23].

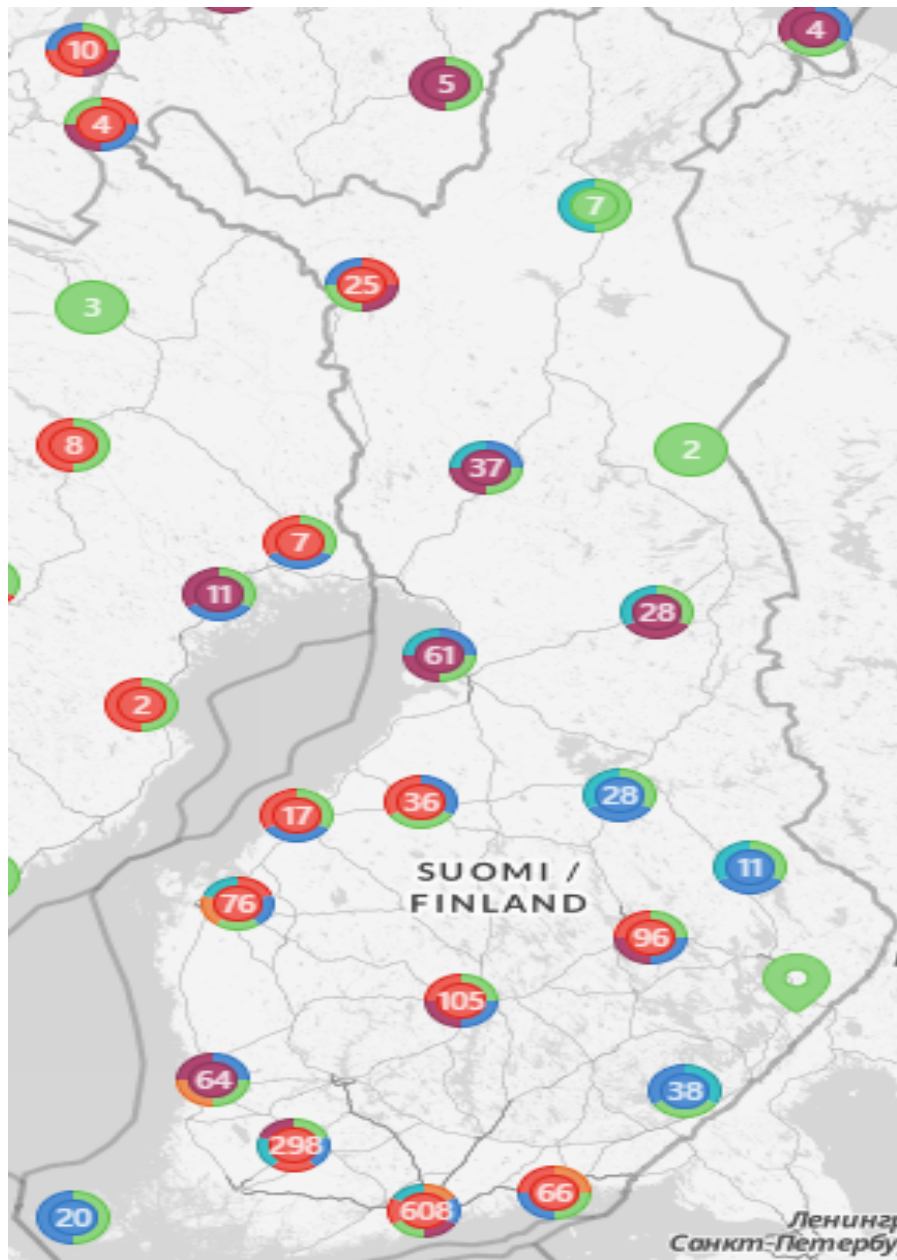


Kuva 18. Suomen sähköverkon kulutus ja tuotantoennuste 2021 kuukaudessa [23].

Myös sähköautot tulevat hieman lisäämään kokonaiskulutusta talven aikana. Kun autoja ladataan pääosin yöllä, saattaa tämä myös tasata sähköverkon kuormittavuutta. Tulevaisuudessa sähköautot tulevat olemaan osa kiinteistöjen kuormanhallintaa ja energiatehokkuutta.

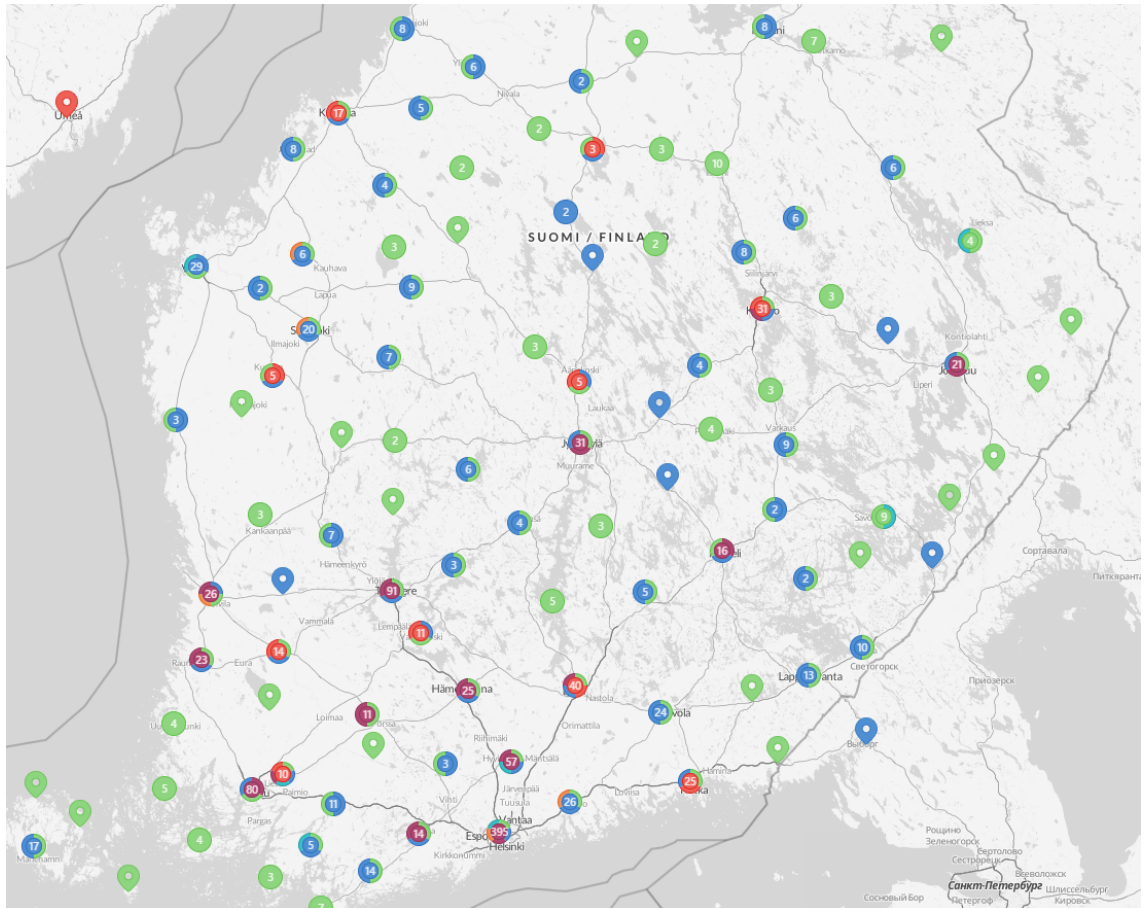
4.3.4 Julkisen latauksen mahdollisuudet ja hinnat Suomessa

Suomessa on 2021 alle 2000 huoltoasemaa. Määrä on vuoden 2008 jälkeen ollut laskusuhdanteinen, ja kylmäasemia on rakennettu koko ajan enemmän. [24]. Sähkölatausasemien määrä on kasvanut viimeisen vuoden aikana paljon (kuva 19).



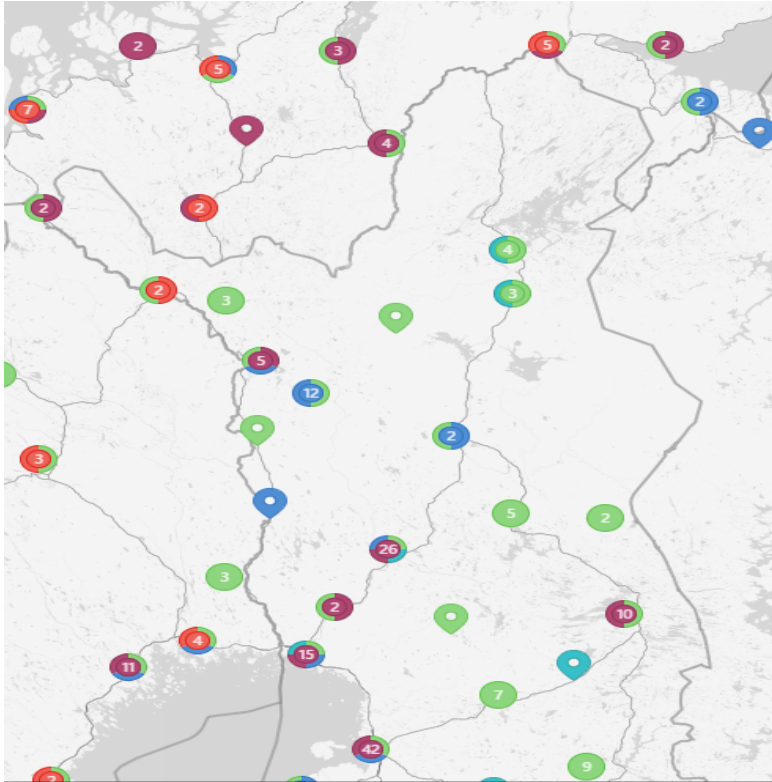
Kuva 19. Julkiset latauspisteet Suomessa lokakuussa 2021 [25].

Latauskartta.fi on Sähköautoilijat ry:n avoin latauspisteiden tarjoama karttapalvelu, johon päivitetään uusia pisteitä, sitä mukaa kun asiakkaat ne löytävät [25]. Latauskartta.fi:n mukaan Suomessa latauspisteitä oli lokakuussa 2021 yhteensä noin 3800 (kaikki pistokkeet mukaan luettuna). Latauskartta.fi jakaa kartassaan latauspisteet värein eri latauspistokkeen ja tehon mukaan seuraavasti: Type 2 (keskinopea lataus), CHAdemo (pikalataus), CCS (pikalataus), CCS (suurtehoinen 100 kW + pikalataus) ja Tesla supercharger. Näistä viimeisin eli Tesla supercharger on vain Teslan omistajien avoimeen käyttöön, mutta yhtiö on ilmoittanut halukkuudesta jakaa myös latauspisteitään muille tulevaisuudessa. (Hollannissa tulleet käyttöön 11/2021.) Kehä III:n sisäpuolella julkisia suurteholatauspisteitä on vain 16 kpl yli 100 kWh:n latureilta. Määrä on hyvin pieni automäärään nähden tällä alueella. Suomessa on yli 100 kWh:n latauspisteitä yhteensä 174 kpl. Latauspisteiden määrä on hyvin jakautunut Etelä-Suomen alueella tasaisesti, vaikka määrä nopeaan lataukseen onkin pieni (kuva 20).



Kuva 20. Suomen latauskartta Helsinki–Kajaani-akselilla [25].

Latauskartasta näkee, että isoihin kaupunkikeskittymiin on alkanut ilmaantua latureita jo yleiseen käyttöön, mutta täytyy muistaa, että autojen vastaanotto ei kaikissa täyssähköautoissakaan riitä nopeaan lataukseen. Käyttäjillä ei tehollataus sinänsä ole ainut vaihtoehto yleiseen lataukseen, mutta ruuhkapiikin aikaan siitä on hyötyä kaikille käyttäjille. Yhdellä laturilla vietetty aika ei saa olla liian pitkä, koska autolatauksien määrä jää näin pieneksi. Pohjois-Suomessa ja Lapissa sähköautojen latauspisteiden määrä on vielä vähäistä ja välimatkat seuraaville latureille ovat pitkiä. Tästä syystä akkujen koko tulee ratkaisevaksi tekijäksi, kun halutaan liikkua tällä alueella sujuvasti myös kovien pakkasten aikaan. Sama toki koskee myös polttonesteen jakelua nykypäivänä. Yksittäisiä latureita löytyy Oulun yläpuoliselta Lapin alueelta yhteensä 356 kappaletta (kuva 21).



Kuva 21. Latauspisteiden määrä Oulun yläpuolisella alueella Lapissa [25].

Uusia latureita rakennetaan eri toimijoiden johdosta, ja järjestelmään ne eivät aina ehdi ajallaan. Mahdollisuus latauspaikkojen rakentamiseen on helppo, koska sähkönjakeluverkko ylettyy jokaiseen talouteen Lapin alueellakin. Toki investointi on suuri ja tarve vielä tällä hetkellä pieni, mutta markkinaosuuksien mukaan syyskuussa 2021 täyssähköautojen osuus uusista myytävistä ajoneuvoista nousi yli kymmeneen prosenttiin [26]. Sen jälkeen kasvu voi olla hyvin paljon nopeampaa, jolloin julkisen latausverkon laajuus tulee helpossa liikkumisessa vastaan. Maakunnittain haja-asutusalueella kaikkien sähköautojen määrä on vielä pientä suhteutettuna väkilukuun kuten taulukosta 1 havaitaan.

Taulukko 1. Kaikkien sähköautojen osuus maakunnittain kesäkuussa 2021 [27].

Maakunnat	Sähköautoja kpl	Väkiluku 31.12.2020	Sähköautoa / 1000 ih- mistä
Uusimaa	7898	1 702 678	4,6
Varsinais- Suomi	1382	481 403	2,9
Satakunta	428	215 416	2,0
Kanta-Häme	360	170 577	2,1
Pirkanmaa	1488	522 852	2,8
Päijät-Häme	464	205 771	2,3
Kymenlaakso	241	162 812	1,5
Etelä- Karjala	221	126 921	1,7
Etelä- Savo	175	132 702	1,3
Pohjois- Savo	398	248 265	1,6
Pohjois- Karjala	235	163 537	1,4
Keski- Suomi	451	272 617	1,7
Etelä- Pohjanmaa	378	192 150	2,0
Pohjanmaa	320	175 816	1,8

Keski- Pohjan- maa	92	67 988	1,4
Pohjois- Pohjan- maa	615	413 830	1,5
Kainuu	43	71 664	0,6
Lappi	233	176 665	1,3
Muut	29	30 129	1,0
Yhteensä	15451	5 533 793	2,8

Suurin sähköautojen määrä suhteutettuna väkilukuun löytyy Uudeltamaalta, 4,6 sähköautoa 1000:ta ihmistä kohden, ja pienin, 0,6 sähköautoa 1000:ta ihmistä kohden, Kainuusta. Tilastossa on huomioitu sähkökäyttöiset henkilöautot, pakettiautot, kuorma-autot ja linja-autot. [27].

Rechargeinfra AS:n mukaan 2020 se rakensi 500 latauspistettä Pohjoismaihin, ja 2021 vuonna se aikoo vähintäänkin kaksinkertaistaa latureiden rakentamisen määrän. S-ryhmä aikoo rakentaa kauppajensa, huoltoasemiensa ja hotelliensa yhteyteen noin 1000 latauspistettä vuosina 2021–2024. K-lataus tarjoaa lataus-
asemia yhteensä 88 kappaletta, ja asemilla on tällä hetkellä peruslatauspisteitä 294. Pika- tai suurteholatauspisteitä sillä on Suomessa 131 kappaletta. Lidl aikoo rakentaa vuoteen 2025 mennessä jokaiseen myymäläänsä pikalatauspis-
teen. Lokakuussa 2021 Lidlillä oli käytössä ilmaisia 22–50 kWh:n latureita yh-
teensä 51 kappaletta asiakkailleen kauppojen aukioloaikoina. Julkiseen lataami-
seen käytetään paljon puhelimeen soveltuvia applikaatioita ja RFID:n tunnis-
teella toimivia latauksen laskutusmenetelmiä. Kirjo sovelluksien käyttöön ja re-
kisteröitymiseen on hyvin laaja ja hieman ehkä monimutkainenkin eri palvelun-
tarjoajilla. Jotta mahdollisimman monta eri laturia Suomessa pystyy

käyttämään, tulee rekisteröityä hyvin monen yrityksen omaan järjestelmään saadakseen latausluvan ja laskutusperusteen lataustapahtumalle.

4.3.5 Julkisen latauksen hinta eri latureilla

Eri palvelutarjoajien latauspisteillä hintojen vaihtelu voi olla suurta ilmaisesta latauksesta minuutti- tai kilowattituntimääräiseen hinnan määräytymisperusteeseen. Uuden sähköautoilijan tulee tehdä edullisen latauksen ja käyttömukavuuden vuoksi hieman taustatyötä hintojen etsimiseksi omalla alueella. Moni pärjää sopivilla kilometrimäärillä pelkällä kotilatauksella, mutta Suomessa matkustusta harrastaessa joudutaan aina turvautumaan julkisten latausjärjestelmien käyttöön. Latauksen hinnan tarjoaa suoraan palvelua tekevä operaattori, ja samalla ketjulla eri paikkakunnilla voi olla erisuuruiset hinnat. Yli 100-kilowattituntisten latauksien hinta sisältää yleensä kilowattituntipohjaisen hinnoittelun ja jollain latureilla aikamaksun, kun latausta on suoritettu yli 45–60 min.

4.3.6 Hinnat 100 kWh:n ja suuremmat latauspisteet

Taulukosta 2 nähdään hintaesimerkkejä eri yritysten ja palvelutarjoajien hinnoista kesäkuussa 2021. Esimerkkilatauksien hinnoittelussa paikkakunta- ja latausasemakohtaisia eroja esiintyy paljon. Hinnat sisältävät myös muita maksuja eri laskentaperusteineen.

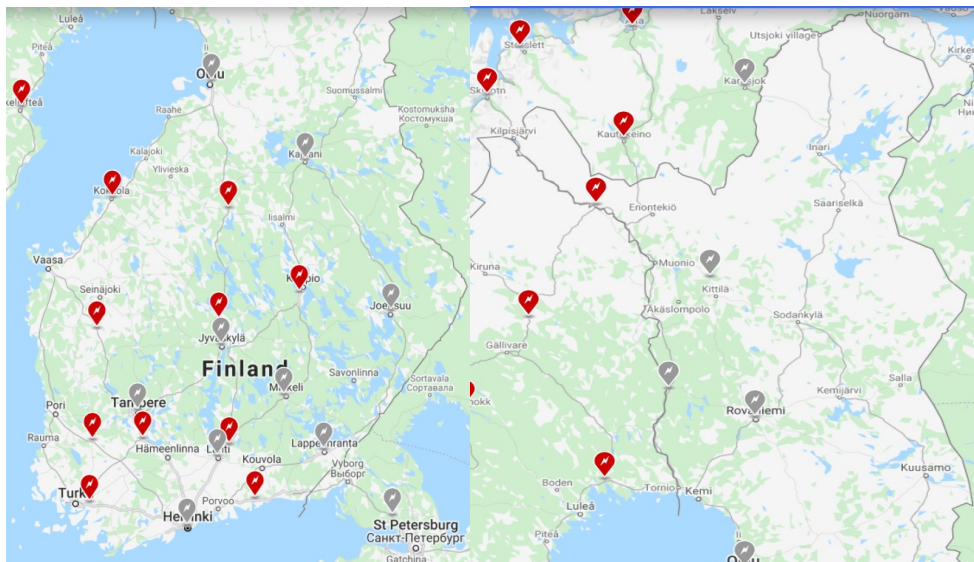
Taulukko 2. Hinnat käyttäjiltä ja palvelutarjoajilta. 21.6.2021 [28].

	Palvelun tarjoaja	Maksutapa	RFID	Hinta senttiä/kWh	Muita maksuja
Virta ja Helen	Virta	Sovellus	Kyllä Helen	35	60 min jälkeen aikamaksu

Virta ja Helen	Virta	Sovellus	Kyllä Helen	24	45 min jälkeeseen aikamaksu
Virta ja Helen	Virta	Sovellus	Kyllä Helen	50/min	
K- Lataus	K- lataus	Sovellus	Kyllä	30	45 min jälkeeseen aikamaksu
Shell	Recharge	Sovellus	Kyllä	47,1/ minuutti	Transaktiomaksu 35
Fortum	Charge&Drive	Sovellus	Kyllä	50/ minuutti	
Fortum	Charge&Drive	Sovellus	Kyllä	35/ minuutti	
Ionity Audi e-tron om.	Charge&Drive	Sovellus	Kyllä	33	18€/kk.
Ionity VW	We Charge Plus	Sovellus		30	9,99€/kk, voimassa 30.6.2022
Ionity	K-lataus	Sovellus	Kyllä	95/ minuutti	

Ionity	Shell re-charge	Sovellus	Kyllä	79,4/ minuutti	transaktiomaksu 35
Ionity	nettisivut	Sovellus, QR koodi	Kyllä	79/ minuutti	
eparking		sovellus		25	
Tesla	Supercharger	Sovellus, Yli 60Kwh		33	

Eri automerkit ovat tarjonneet ilmaisia latauksia jo hyvin pitkään saadakseen asiakkaita ostamaan täyssähköautoja. Esimerkkinä mainittakoon Tesla free Supercharg, jonka asiakas sai auton mukana jo vuonna 2012. Ilmaisen latausverkon tarjoaminen uusille autoille loppui Teslalla vuonna 2020. Käytetyissä autoista vanhojen sopimusten mukaan se jatkuu vielä normaalisti. [29] Teslan latausverkko laajenee koko ajan Suomessa (kuva 22).



Kuva 22. Tesla Supercharger -asemat [25].

Suurimmaksi osaksi Etelä-Suomen alueella Teslan Supercharger-latauspaikat ovat sijoittuneet pääteiden alueille tasaisesti, mutta Pohjois-Suomen ja Lapin alueelle latauspaikkoja ei ole vielä monta tehty.

4.3.7 Hinnat 50 kWh:n ja keskinopealla 22 kWh:n latauksella

Kun lataustehoja lasketaan, myös kustannukset ovat latauspisteille halvempia. Näin myös hinta saattaa olla asiakkaalle halvempi. Taulukosta 3 nähdään esimerkkejä olemassa olevien pisteiden hinnoista ympäri Suomea.

Taulukko 3. Hintaesimerkkejä 50 kWh:n ja keskinopealla 22 kWh:n latauksella [30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37].

	latausnopeus	Maksutapa	RFID	Hinta senttiä/ kWh	Muita maksuja
Helen/Virta	22 kWh	Sovellus	Kyllä	15	2,0 €/h
Helen/Virta	50 kWh	Sovellus	Kyllä	22	
Recharge (eri palvelu tarjoajia)	maks. 43 kWh			40	
Recharge (eri palvelu tarjoajia)	maks. 24 kWh			13	
Recharge (eri palvelu tarjoajia)	maks. 50 kWh			25	

Lidl	22 kWh ja 50 kWh	Myymälöiden aukioloai- kana tunnin ajan ilmai- nen.		0	
S-Hä- meenmaa	22kWh	Virta/ He- len	Virta/ He- len	16	60 min jäl- keen 0,04 €/min
Motonet kanta-asia- kas	50 kWh			10	
Motonet ei kanta-asia- kas	50 kWh			20	
K- lataus	22 kWh	Sovellus	Kyllä	30	45 min jäl- keen 0,2 €/min
Plugsur- fing	22 kWh	Sovellus		22	

Muiden maksujen hintoja näillä latausnopeuksilla on vähemmän kuin tehola-
tauspisteillä, eikä hinnoittelu ole niin sekavaa.

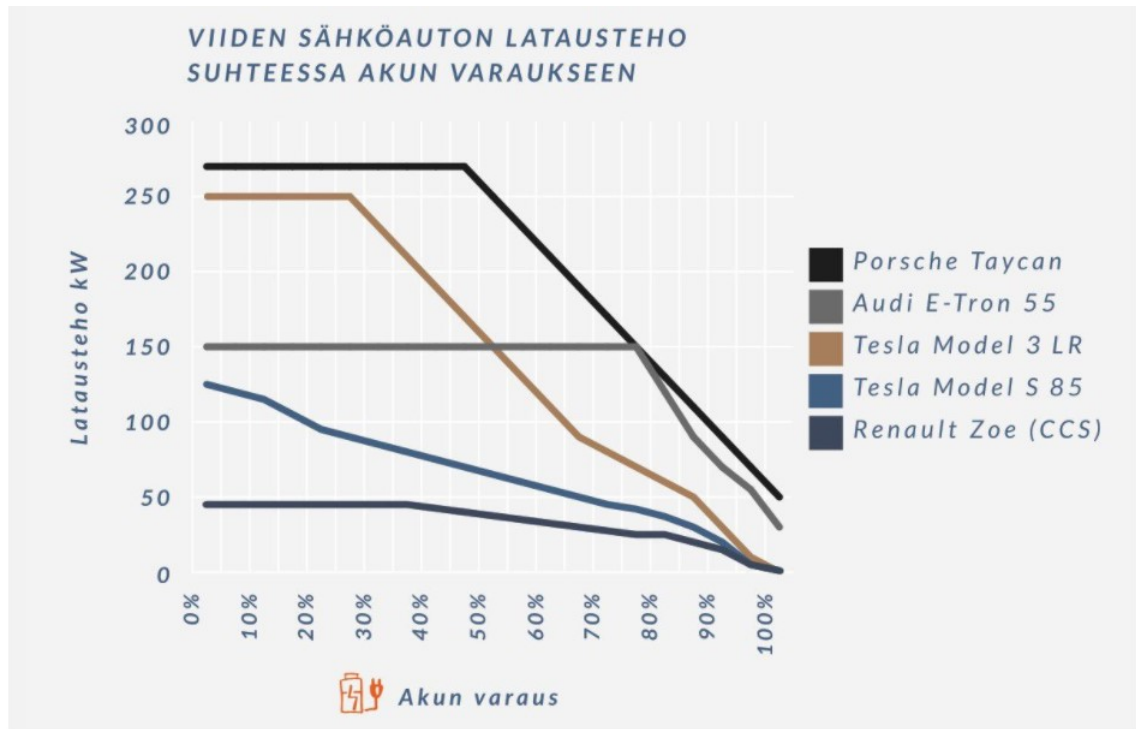
4.3.8 Hinnat 11 kWh:n ja 3,4 kWh:n latauksella

Hintaesimerkkinä hidaslataukselle on Motonetin asiointilataus 11 kilowattitunnin
yhden tunnin aikana, joka on ilmainen ainakin toistaiseksi. Myös Ikean 3,4 kilo-
wattitunnin lataus on ilmainen asiointikäynnin aikana. Helenin esimerkki P-city-
forumissa maksaa 3,7 kWh:n latausnopeudella 0,5 € tunti ja puolen tunnin jäl-
keen 15 senttiä kilowattitunti. K-peruslatauksella puolestaan 20 senttiä kilowatti-
tunti ja kahden tunnin latauksen jälkeen 2 senttiä minuutilta. Näissä hinnoissa ei

ole huomioitu roamingmaksuja, lataustapahtumaa lataussovelluksella tai RFID-tagilla.

4.3.9 Julkisten latauspaikkojen hintavertailu

Täyssähköauton omistajan olisi hyvä tietää auton latauskäyrästä nopeudet, jotta päästään optimaaliseen tulokseen matkan suunnittelussa. Eri ajoneuvot pystyvät ottamaan eri määrän lataustehoa akkuunsa, joten sopivan ja edullisen lataustapahtuman löytäminen oman matkan tarkoitukseen on haasteellista niiden sijainnin suhteen. Tietenkään tarkoituksenmukaista matkan etenemisen kannalta ei aina ole halvimman laturin löytäminen ja matka-ajan piteneminen. Täyssähköauton, jossa auto pystyy ottamaan vain 50 kWh:n verran latausvirtaa, on latauksen hinnan puolesta järkevää käyttää teholatauspisteiden sijaan pienempiä latureita. Kuvassa 23 nähdään erimerkkinä muutaman täyssähköauton latauskäyrä, josta huomataan, että latausteho määräytyy auton mallin ja akun koon mukaan ja latausnopeuteen vaikuttaa myös akun lämpötila ja akun sisäiset ominaisuudet, jolloin akun käyttöikä säilyy mahdollisimman pitkään. Eri autonvalmistajat rajoittavat lataustehoa varauksen mukaan.



Kuva 23. Viiden erilaisen täyssähköauton latauskäyrät akun varauksen mukaan [38, s. 65].

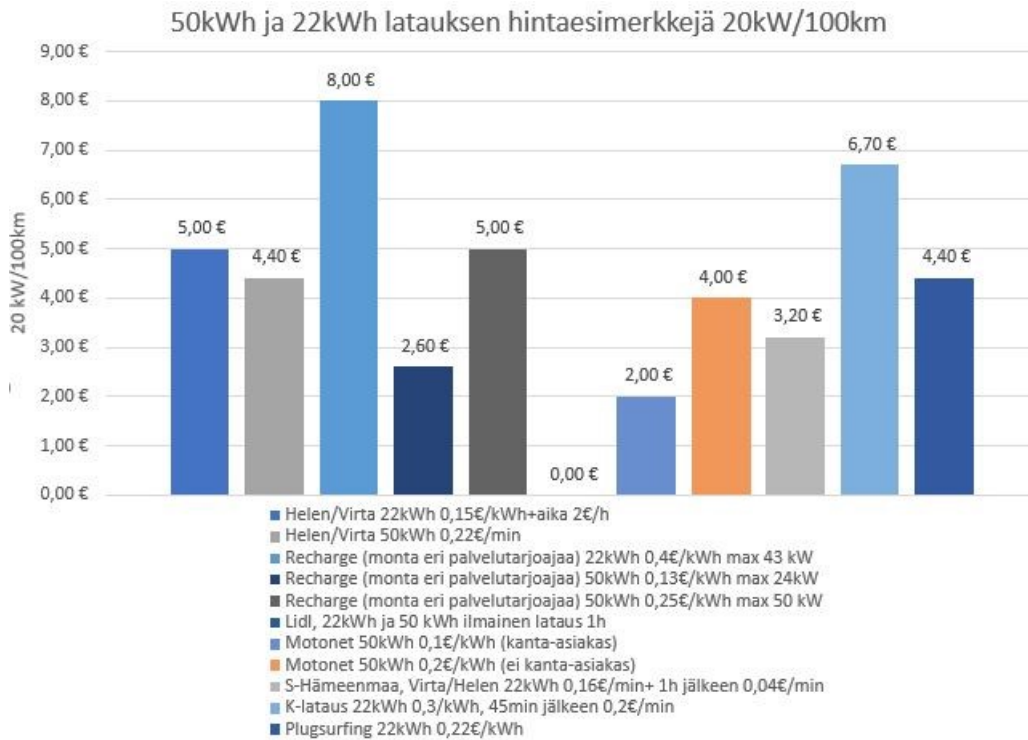
Yleensä uudemmissa täyssähköautoissa käytetään litiumpohjaisia ajoakkuja, joiden latausnopeus on parhaimmillaan n. 10–80 % akun varauksesta. 80 %:n jälkeen latausnopeudet alkavat laskea ja maksimitehoa ei enää saavuteta auton latauksen rajoituksen vuoksi. Lataukset tulisikin järjestää niin, että käytetään kyseistä akunvarauksen aluetta. Jos lataus hinnoitellaan minuuttipohjaisesti, saattaa kWh-hinta olla hyvin suuri, kun latauskäyrää ei tiedetä (kuva 24).



Kuva 24. Yli 100 kWh-latauksien hintaesimerkkejä, kun ladataan autoa 100 kWh:n nopeudella 20 kW. (hintoihin ei ole lisätty aikaperusteisia lisämaksuja, kun ne eivät ylity 100km latauksessa) [28].

Keskivertosähköauto kuluttaa noin 20 kW / 100 km. Pikalataus mahdollistaa optimiolosuhteissa tietyillä automerkeillä yli 100 kWh:n latauksen. Ionityn latureilla päästään jopa 350 kWh:n latausnopeuteen. Täyssähköautoja ei vielä montaa ole niin nopeaan lataukseen. Minuuttihinnoittelu yli 100 kW:n lataukseen ei ole vielä suhteettoman kallis, mutta eri sovellusten ja palvelutarjoajien hinnoissa on kuitenkin paljon eroja. 100 km:n lataus esimerkkitapauksissa maksaa noin 4–11 € riippuen autolatauspisteestä. Jos kuitenkin latausnopeus jää esimerkiksi keskimäärin 60 kWh:n nopeuteen, minuuttihinnoitteluperuste K-latauksella ja Ionityn latauspisteellä 0,95 c/min / 100 km on jo huomattavasti kalliimpaa (100 kWh 11,40 € 60 kWh 19 €, ero 7,60 €). Mitä suuremman tehon laturi ja auto pystyy ottamaan virtaa vastaan, sitä halvemmaksi minuuttihinnoitteluperusteinen laskutustapa tulee asiakkaalle. Jos verrataan minuuttihintaisia ja kWh-hintaisia laskutustapaperusteita keskenään, nähdään, että kWh-perusteiset laturit ovat yleensä

halvempi vaihtoehto ja asiakkaalle on helpommin nähtävissä, kuinka paljon lataus todella tulee maksamaan. Aina ei ole tarkoituksenmukaista kuitenkaan käyttää pikalatausta, joten pienempikin latausnopeus riittää. Näitä latureita löytyy myös tällä hetkellä enemmän ja hintakin on alhaisempi (kuva 25).



Kuva 25. Latausten hintaesimerkkejä 50 kWh:n ja 22 kWh:n latureilta, kun ladataan 20 kW / 100 km [30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37] (hinnoissa huomioitu myös aikamaksut)

Hitaammilla 50 kWh:n latureilla täyssähköautoon saadaan 100 kilometriä noin puolessa tunnissa ja 22 kWh:n latureilla noin tunnissa. Näitä latureita löytyy enemmän parkkipaikoilta ja liikkeiden pihoista, joissa asiointikäynnit ovat yleensä pidempiä. Toki pidemmällä matkallakin yleensä jossakin joutuu pysähtymään syömään, joten ongelmaksi näiden latureiden käyttö ei muodostu. Latauspaikkojen hintahaitari esimerkeissä on ilmaisesta kahdeksaan euroon sadalla kilometrillä. Asiointiliikkeiden edustoilla yhden kerran latausten maksimilatausmäärää on myös osassa paikkaa rajoitettu. Näillä latureilla kulut ajokilometriä kohden saavuttavat edullisen ajamisen edellytykset. Myös 3,7 kWh:n ja 11 kWh:n peruslatauspisteitä löytyy hyvin paljon eri parkkipaikoilta. Esimerkkinä

voidaan mainita K-peruslatauspisteet 11 kWh:n latureilla, jossa hinta on sadalle kilometrille 4 €. Suhteessa K-latauksen 22 kWh:n laturiin hintaeroa tulee 2,7 € / 100 km.

4.4 Latausmahdollisuudet rivi- ja kerrostaloissa

Suomessa vuonna 2020 asui rivitaloissa 13,4 % väestöstä ja vastaavasti asuin-kerrostaloissa 47 %. Asuinkerrostaloissa asujien määrä on jatkanut tasaista kasvua 1990-luvulta lähtien. [39]. Uusia kerrostaloja on rakennettu kasvukeskuksiin, ja kasvukeskuksien kaavoituksessa on liikkumisen muotona ajateltu enemmän julkisen liikkumisen eri muotoja.

Henkilöautoja Suomessa on 656 kappaletta 1000:ta asukasta kohti, joten tarvetta parkkipaikoille ja latausmahdollisuuksille tullaan tarvitsemaan paljon uuden sähköistetyn autokannan myötä. Suomen hallitus on esittänyt seuraavanlaisia toimenpiteitä latausinfraan vaatimuksille tulevaisuudessa rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpanon kautta. Hallituksen esitys hyväksyttiin valtioneuvoston yleisistunnossa 19.3.2020, ja se etenee kiireellisenä eduskunnan käsiteltäväksi. Lait on tarkoitettu tulemaan voimaan mahdollisimman pian. [40]. Esityksessä ei velvoiteta asentamaan latauspisteitä rakennuksiin. Uusiin ja laajasti remontoitaviin kohteisiin tulee asentaa latausvalmius sellaisiin kohteisiin, joissa on yli neljä pysäköintipaikkaa. Latauspistevalmius tulisi asentaa kaikille pysäköintipaikoille. Latauspistevalmiuden edellytyksenä on pysäköintipaikan putkitus ja kaapelointi, jotta siihen voidaan asentaa latauspiste myöhemmin. Pysäköintitaloissa taas latauspistevalmius tulisi uusissa ja laajasti korjattavissa rakennuksissa esityksen mukaan asentaa kaikille pysäköintipaikoille. Tätä veloitetta sovelletaan tulevaksi vuodesta 2021 lähtien. Taloyhtiö, rakennuksen tai pysäköintipaikkojen omistaja päättää varsinaisen latauspisteen asentamisesta latauspistevalmiuteen. Esitys ei ota kantaa siihen, kuinka mahdolliset latauspisteen kustannukset jaetaan taloyhtiössä. Lakiehdotuksen mukaan latauspisteen asentamiskustannuksena on käytetty 1100 – 2300 €:a (ALV 0 %) / kpl ja pikalatauspisteen kustannuksena 25 000 – 50 000 €:a (ALV 0 %) / kpl. Tämänhetkinen tilanne parkkipaikkojen määrästä kerros- ja rivitaloissa vaihtelee suuresti, ja

itse parkkipaikoista asukkaiden kesken käydään monessa taloyhtiössä keskustelua. Kaavoituksella käytäntöjä on yritetty yhdenmukaistaa parkkipaikkojen rakentamisen osalta, mutta vanhimmat kerrostalot saattavat olla satakin vuotta vanhoja, eikä parkkipaikkoja niissä ole huomioitu rakentamisessa. Haja-asutusalueella parkkipaikkojen määrä on suurempi ja ongelmat rajoittuvat yleensä ydinkeskustojen joukkoliikenne-, kävely- ja pyöräilyvyöhykkeille. Eri kuntien ja kaupunkien kaavoitusmääräyksissä on eroja, paljonko niin sanottuja velvoituspaikkoja pitäisi rakentaa alueellisesti. [41] Esimerkiksi Turun mitoitusohje on seuraavanlainen (taulukko 4).

Taulukko 4. Vuoden 2021 kaavoitusmääräys ns. velvoiteparkkipaikkojen rakentamisesta Turun kaupungin alueella [41].

Käyttötarkoitus	1. Ydinkeskustan kävelyvyöhyke	2. Kävely ja pyöräilyvyöhyke alle 3 km keskustasta	3. Tehokas joukkoliikennevyöhyke yli 3 km keskustasta	4. Muut alueet
Kerrostalo	1/140 k-m ² , vähintään 1 ap/ 3 asuntoa	1/120 k-m ² , vähintään 1 ap/ 2 asuntoa	1/100 k-m ²	1/85 k-m ²
Rivitalo ja kytketty rivitalo (> 2 asuntoa)	1/asunto	1/asunto	1/asunto	1/asunto
Erillispientalo	1/asunto	1/asunto	1/asunto	2/asunto
Opiskelijasuminen	1/230 k-m ²	1/210 k-m ²	1/190 k-m ²	1/170 k-m ²

Tehostettu erityisasuminen	1/450 k-m ²	1/400 k-m ²	1/350 k-m ²	1/300 k-m ²
Muu erityisasuminen	1/175 k-m ²	1/135 k-m ²	1/125 k-m ²	1/105 k-m ²
Korkotuettu vuokra- ja asumisoikeustuotanto	1/175 k-m ²	1/135 k-m ²	1/125 k-m ²	1/105 k-m ²
Taulukossa yllä olevat luvut eivät sisällä vieraspaikkoja. Vieraspaikkoja on oltava kerros- ja rivitaloissa vähintään yksi 10:tä asuntoa kohti. Muissa talotyypeissä vieraspaikkojen tarve on arvioitava tapauskohtaisesti niin, että otetaan huomioon ko. alueen pysäköintitilanne.				
Toimistot	1/140 k-m ²	1/120 k-m ²	1/80 k-m ²	1/60 k-m ²
Liiketilat				
Lähikauppa ja kivijalkaliikkeet <400 m ²	ei min	1/120 k-m ²	1/100 k-m ²	1/60 k-m ²
Muu päivittäistavara-kauppa	ei min	1/120 k-m ²	1/100 k-m ²	1/60 k-m ²
Paljon tilaa vaativa erikoiskauppa	ei min	1/50 k-m ²	1/50 k-m ²	1/50 k-m ²

Muu erikois- kauppa	ei min	1/120 k-m ²	1/100 k-m ²	1/60 k-m ²
------------------------	--------	------------------------	------------------------	-----------------------

Kuten taulukosta 4 huomataan, kerrostalorakentamisessa parkkipaikkojen määrä on ydinkeskustan kävelyvyöhykkeellä 1/140 kerros-m² vähintään 1 autopaikka 3:a asuntoa kohden, kävely- ja pyöräilyvyöhykkeellä alle 3 km keskustasta 1/120 kerros-m² vähintään 1 autopaikka 2:a asuntoa kohden. Tehokkaalla joukkoliikennevyöhykkeellä yli 3 km keskustasta 1 autopaikka 100 kerros-m²:ä ja muilla alueilla 1 autopaikka 85 kerros-m²:ä kohden. Tästä nähdään, että autopaikkoja ei riitä kaikille halukkaille ja täyssähköauton omistaminen saattaa olla haasteellista kotilatauksen suhteen. Toki julkisen liikenteen käyttö vähentää itse auton tarvetta, mutta jo auton omistamisen hankaluus on kysymysmerkki ilman asiaankuuluvaa parkkipaikkaa. Niillä kerrostaloalueilla, joilla parkkipaikat ovat jo olemassa, muutos voidaan toteuttaa eri tavoilla edullisesti. Kun kerrostaloasukas haluaa mahdollisuuden käyttää olemassa olevaa auton sähkölämmityspistettä sähköauton lataukseen, niin yhdenvertaisuusperiaatteen mukaan voidaan taloyhtiön luvalla muuttaa sähköpaikka latauspisteeksi asujan omalla kustannuksella. Kartoituksen, muutoksen ja sähkön kWh-perusteisesti maksaa paikkan haltija. Esimerkiksi eTolpalla mahdollistetaan eparking-sovelluksen avulla kWh-kohtainen kulutuslaskutus joko manuaalisesti osakkaan ilmoittamana tai lisäpalveluna ostettavan palvelun kautta alkaen hintaan 400 €/autopaikka. Jos kuitenkin sulakkeiden tai virrankulutus tulee esteeksi asennukselle, saa latauspisteen myös kuormanhallinnalla (kuva 26).



Käyttökohteet:

- alueet, joissa pysäköitävä auto vaihtuu usein, esimerkiksi julkiset pysäköintihallit tai yhteiskäyttöiset pysäköintipaikat
- soveltuu auton lämmitykseen ja lataukseen

Sisältää:

- kaksi maadoitettua pistorasiaa, jotka tunnistavat pistokkeen
- yhden etähallittavan eTolppa-kellon
- kaksi 16 A/30 mA johdonsuoja/vikavirtayhdistelmää
- kaksi MID-hyväksyttyä kWh-mittaria pulssilähdöllä

Tekniset tiedot:

Mitat: 188,2 x 222,6 x 160 mm
 Latausteho: 3,6 kW
 Latausliittimien määrä: 2
 Latausliitäntä: suko
 Paino: 2,9 kg
 IP: IP44
 Asennustapa: Pylväs tai seinä
 RCD: A-tyyppi
 Latausvirta: 16 A

Valmistaja:



Kuva 26. 16 A:n eTolppa-latauslaite pysäköintipaikkojen auton lämmitykseen ja lataukseen [42].

eTolppa-latauslaitteen asennukseen käytettävä aika on pieni, koska se sopii moneen yleiseen lämmitystolppaan kiinnityksien osalta helposti. Haittana voidaan nähdä se, että yleensä lämmitystolpat on kytketty sarjaan ja uusien käyttäjien tullessa lataajiksi lataustehot voivat jäädä alle minimin.

Jos parkkipaikkoja asukkailla ei ole, niin asukkaiden on myös hankala siirtyä käyttämään täyssähköautoja ja turvaututtava näin julkiseen latauksen piiriin. Kadunvarsipaikoitusten latausjärjestelmän tekemistä ei ole vielä aloitettu Suomessa. Isojen parkkihallien käyttäminen yön yli parkkeeraamiseen voi myös olla hankalaa korkean hinnan ja sijaintien suhteen.

4.5 Työpaikat ja muut ei asuinkäytössä olevat rakennukset

Suomen hallituksen esitys 19.3.2020 esitti seuraavaa: ”Uusiin tai laajasti korjattaviin, muussa kuin asuinkäytössä oleviin rakennuksiin, jossa on yli 10 pysäköintipaikkaa, on asennettava yksi suuritehoinen latauspiste (yli 22 kW) tai vaihtoehtoisesti

1. vähintään yksi normaalitehoinen (3,7–22 kW) latauspiste, kun pysäköintipaikkoja on 11—50;
2. vähintään kaksi normaalitehoista (3,7–22 kW) latauspistettä, kun pysäköintipaikkoja on 51–100;
3. vähintään kolme normaalitehoista (3,7–22 kW) latauspistettä, kun pysäköintipaikkoja on yli 100.

Lisäksi uusiin tai laajasti korjattaviin, muussa kuin asuinkäytössä oleviin rakennuksiin tulee asentaa latauspistevalmius seuraavasti:

Kun pysäköintipaikkoja on 11–30, latauspistevalmius tulee asentaa vähintään 50 prosenttiin pysäköintipaikoista.

Kun pysäköintipaikkoja on yli 30, latauspistevalmius tulee asentaa vähintään 20 prosenttiin pysäköintipaikoista kuitenkin niin, että latauspistevalmiuden vähimmäismäärä ei saa olla pienempi kuin 15. Latauspistevalmius tarkoittaa pysäköintipaikan putkitusta tai kaapelointia niin, että siihen voidaan asentaa latauspiste myöhemmin.

Uudisrakentamista ja laajoja korjauksia koskevat veloitteet tulisivat sovellettavaksi vuodesta 2021 lähtien.

Olemassa olevissa, muussa kuin asuinkäytössä olevissa rakennuksissa, joissa on yli 20 pysäköintipaikkaa, tulee olla 31.12.2024 mennessä asennettuna

vähintään yksi latauspiste. Latauspiste voi olla normaalitehoinen tai suuritehoinen, rakennuksen omistaja päättää asiasta.

Velvoitteet latauspisteiden ja latauspistevalmiuden asentamiseen eivät koske mikroyrityksen omistuksessa ja käytössä olevaa, muussa kuin asuinkäytössä olevaa rakennusta. Mikroyrityksellä tarkoitetaan yritystä, jolla on alle 10 työntekijää ja vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma on enintään 2 miljoonaa euroa.” [40]. Hallituksen esityksen mukaisesti uusien rakennusten latauslaitteiden määrä tulee nousemaan tulevaisuudessa. Jo ennen lain astumista voimaan eri yritykset ovatkin rakentaneet omia latauspisteitä parkkipaikoilleen tulevaisuutta silmällä pitäen ja kannustaneet työntekijöitä vaihtamaan työsuhteautojaan täys-sähköautoiksi.

4.6 Latausmahdollisuudet mökillä tai turistikeskuksissa

Suomen alueella turistikeskuksissa latauspaikkoja on vielä vähän, mutta turistikeskuksien sekä mökkien ja kiinteistöjen omistajat ovat alkaneet palvelun lisäämiseksi tarjoamaan latausta parkkipaikoillaan. Kartoituksia tehdään paljon, mutta yksikköhinta latauspisteelle on aika iso verrattuna siihen paljonko ne todellisuudessa tuottaa omistajille. Tämän vuoksi monissa turistikeskuksissa vielä odotellaan, kuinka suuri latauslaitteiden tarve todellisuudessa on.

Esimerkkinä on Kuusamossa Rukalla kahdeksan huoneiston luhtitalo, jossa alettiin kartoittamaan, voisiko vuokratontilla olevia lämmitystolppia käyttää täys-sähköautojen ja plug-in-hybridiautojen lataustarpeeseen huoneiston omistajien ja vuokraajien käyttöön. Jo alkuvaiheessa poissuljettiin kiinteistöyhtiön hallituksen toimesta erilliset yli 11 kWh:n latauslaitteet niiden hinnan vuoksi. Kartoituksessa käytettiin nykyisin mahdollista tarvittavaa latausmatkaa seuraavalle pika-latauspisteelle, joka sijaitsee 30 km:n päässä. Maksimissaan asiakkaan tarvitsee siis päästä ainakin 60 km:n päähän, jotta kotimatka pääkaupunkiseudulle voi alkaa. Kiinteistö sijaitsee aivan Rukan keskustan tuntumassa, ja kaikki palvelut ovat kävelymatkan päässä. Huoneistoja vuokrataan hyvin vähän yhden

majoitusvuorokauden kävijöille, joten lataustapahtuma voi hyvinkin kestää jopa 3–7 vuorokautta, kun auto seisoo paikallaan parkkipaikalla.

Kartoituksen aloittamiseksi tarkastellaan vaihtoehtoja latausjärjestelmien toiminnasta. Tällä hetkellä lämmitystolpat ovat $2 * 25 \text{ A}$:n sulakkeen takana jaettuna kolmen sarjaan kytketyn kaapeleiden takana eli $3 + 3 + 2$. Pääsulake on $3 * 80 \text{ A}$.

Vaihtoehto 1. Otetaan kiinteistöyhtiön sähköstä syöttö latausasemalle. Ei tehdä erillisiä ohjauksia ja tunnistautumista. (Halvin vaihtoehto on käyttää olemassa olevia kaapeleita ja sulakkeita, jos se on mahdollista laskennan perusteella.) Ei erillistä latauslaitetta vaan ainoastaan uudet supersukopistorasiat $2 * 16 \text{ A } 30 \text{ mA}$:n vikavirtasuojilla hinta $141,05 \text{ €} + \text{asennustyö}$. Toimii asiakkaan AC-latauslaitteella.

Vaihtoehto 2. Otetaan kiinteistöyhtiön sähköjärjestelmästä syöttö latausasemalle, rakennetaan kuormanhallinta ja latauspisteenohjaus. Hinta noin 900 €/kpl , ei erillistä type 2 -latauslaitetta.

Vaihtoehto 3. Otetaan kiinteistöyhtiön sähköjärjestelmästä syöttö latausasemalle, ei tehdä erillisiä ohjauksia, varustetaan järjestelmä käyttäjän tunnistaumisella ja sen vaatimilla tietoliikenneyhteyksillä. Hinta $1000\text{--}2000 \text{ €/kpl}$ sisältäen type 2 -latauslaitteen.

Vaihtoehto 4. Otetaan kiinteistöyhtiön sähköjärjestelmästä syöttö latausasemalle, tehdään kuormanhallinta ja latauspisteenohjaus; myös järjestelmä käyttäjän tunnistaumisella ja sen vaatimilla tietoliikenneyhteyksillä. Hinta $2000\text{--}3500 \text{ €/kpl}$ sisältäen type 2 -latauslaitteen.

Koska halutaan pitää tämänhetkinen latausmahdollisuus yksinkertaisena ja halvimpana vaihtoehtona valitaan vaihtoehto 1 parkkipaikalla olevien lämmitystolppien muuntamisesta latauspaikoiksi. Koska laskutuksen hankaluus eri palveluntarjoajien kesken on työlästä, lasketaan mahdollinen latausaika yleisille sähköajoneuvoille. Yleisiä latauspaikkoja näistä ei ole tarkoitus rakentaa vaan

pelkästään vuokraajien käyttöön lisäpalveluna asiakkaille, jos he sitä tarvitsevat. Sähkön tuntihinta kiinteistöyhtiölle saatiin jakamalla vuosikulutus vuosilaskutuksen mukaan, mikä sisälsi sähkönsiirron, myynnin ja veron.

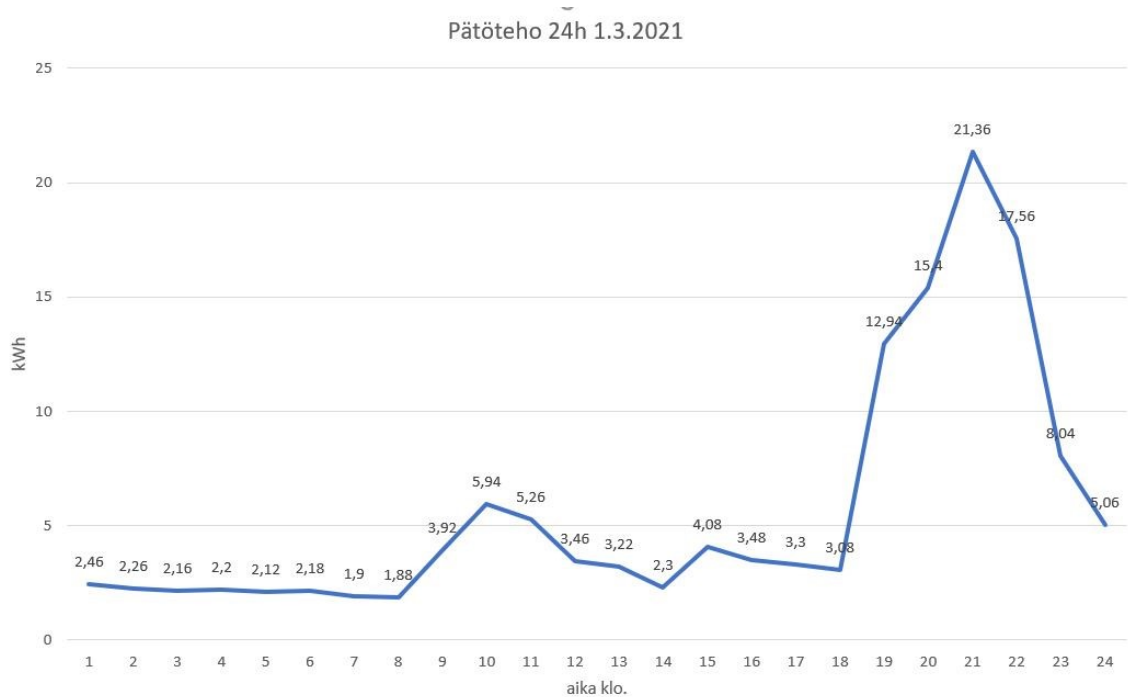
Plug-in-hybridiautojen akkujen koko keskimäärin 10–20 kWh. Lataus $16 \text{ A} * 230 \text{ V} = 3,7 \text{ kWh}$, eli akku on täynnä 3,5–5,5 h:n latauksen jälkeen. 10 kWh:lla ajaa keskimäärin 50 km ja 20 kWh:llä noin 100 km. Hinta kiinteistöyhtiölle $10 \text{ kWh} * 0,176 \text{ €/kWh} = 1,76 \text{ €/päivä}$ ja $20 \text{ kWh} * 0,176 \text{ €} = 3,52 \text{ €/päivä}$.

Täyssähköautossa akkujen koko noin 50–100 kWh. Lataus $16 \text{ A} * 230 \text{ V} = 3,7 \text{ kWh}$, eli akku on täynnä 50 kWh:n täyssähköautossa noin 13,5 h:n jälkeen. Hinta kiinteistöyhtiölle $50 \text{ kWh} * 0,176 \text{ €/kWh} = 8,8 \text{ €/päivä}$. 50 kWh:lla ajaa täyssähköautolla noin 250 km. Akku täynnä 100 kWh täyssähköautossa noin 27 tunnin jälkeen. Koska päivässä on vain 24 tuntia, niin 24 tunnin aikana hinta kiinteistöyhtiölle on $24 \text{ h} * 3,7 \text{ kWh} * 0,176 \text{ €/kWh} = 15,62 \text{ €/päivä}$.

Edellistä laskuista huomataan, että sopiva päiväveloitus olisi maksimissaan 15 € / päivä huoneiston vuokraajalle, jolloin kiinteistöyhtiö ei missään tapauksessa joutuisi maksamaan käyttäjän sähköistä mitään, vaikka asiakas ajaisi lomallaan 400 km/päivä. Keskimäärin kaikki Kuusamon luontokohteet sijaitsevat noin 50 km:n päästä Rukan keskustasta, joten todellinen tarve ei olisi näin suuri. Kiinteistöyhtiön hallitukselle ehdotetaan ensimmäisenä vuonna 10 €/päivä -vuokran perimistä sähköautojen latausmahdollisuudesta niin, että lataustolpan avaimen saa infopisteeltä maksua vastaan omalle parkkipaikalleen.

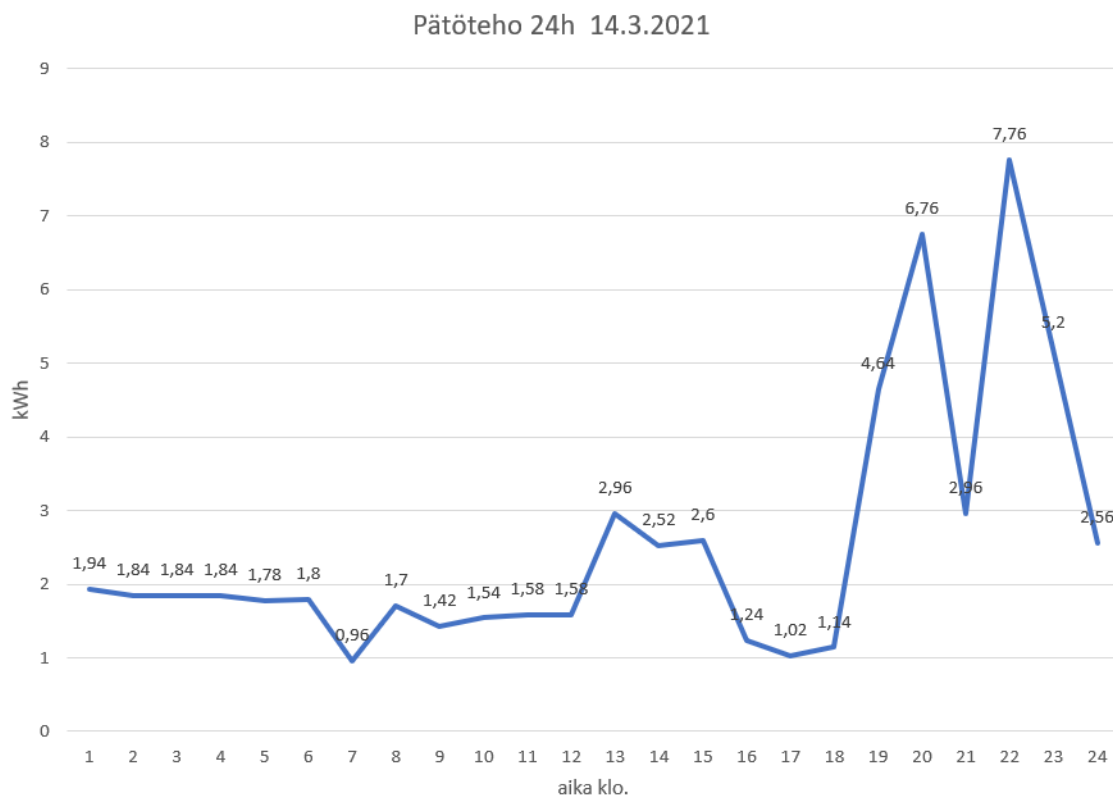
Mahdollisista lisäkustannuksista vastaa kiinteistöyhtiö kartoituksen mukaisesti. Tällä hetkellä pääsulakkeiden koko on $3 * 80 \text{ A}$ ja sähköliittymä on teollisuus-sähköliittymä. Sulakkeet kestävät koko kiinteistön pätötehon suuruuden yhteensä 55,2 kWh. Kiinteistöyhtiössä on kaukolämpö, joten kulutukset ovat suhteellisen tasaisia vuodenajasta riippumatta. Carunan sähkösiirtodatan mukaan koko vuoden 2021 maalikuussa suurin pätöteholukema oli 21 kWh. Suurimman yksittäisen tuntikohtaisen lukeman aiheuttaa se, että samalla tunnilla on

huoneistoissa ollut todennäköisesti sähkökiuas päällä ja valmistettu ruokaa (kuva 27).



Kuva 27. Suurin pätöteholukema 1.3.2021 21,36kWh klo 21:00 [43].

Kuten kuvasta 27 huomataan, ihmiset heräävät noin klo 8:00 huoneistoistaan käyttämään sähköä tarpeisiinsa. Peruskulutus on noin 2–5 kWh päivän aikana. Kun tarkastellaan mahdollista sähköliittymän reserviä, niin liittymällä on näin $55,2 \text{ kWh} - 21,36 \text{ kWh} = 34,2 \text{ kWh}$, jota voitaisiin käyttää mahdollisesti sähköautojen lataukseen. Lämmitystolpille tarvitaan näin yhteensä $3,7 \text{ kWh} * 8 \text{ auto-paikkaa} = 29,6 \text{ kWh}$, kun jokainen auto on latauksessa. Tämä ei kuitenkaan käytännössä ole mahdollista, koska asiakkailta ei ole vielä niin montaa sähköautoa. Tulevaisuudessa sähköautojen määrä lisääntyy, joten varautuminen siihen on järkevää latauspisteen tasoituskertoimen ollessa 1. Silloin kun huoneistoissa käyttäjiä on vähemmän pätötehonkulutus jää pienemmäksi klo 18–24:00. Tällöin suurin kulutus on ollut 7,76 kWh (kuva 28).



Kuva 28. Huoneistojen sähkönkulutus [43].

Kuten kuvasta 28 huomataan, huoneistojen peruskulutus liikkuu yön aikana alle 2 kWh:n alueella. Huomioitavaa on, että maaliskuussa 2021 keskilämpötila oli -6,2 C-astetta, joten voidaan olettaa, joku asukkaista myös piti päivän aikana autoaan lämmitystolpassa. Kun parkkipaikan lämmitystolpat ovat 3 * 25 A:n sulakkeen takana 3 + 3 + 2 -sarjassa, tämä tarkoittaisi yhteen vaiheeseen $25 \text{ A} * 230 \text{ V} = 5,75 \text{ kW}$ ja kolmen sarjaan kytketyn yhden vaiheen maksimikulutus olisi 11,1 kW. Sulakkeen kokoa tulisi siis muuttaa 35 A:iin keskukselta, jotta kolmen sarjaan kytketyistä lämmitystolpista voitaisiin ainakin kahdesta tolpassa saada maksimiteho. Kuudesta paikasta voisi näin yhtä aikaa ladata samaan aikaan. Vaihtoehtona toki on rajoittaa 10 A per latauspiste, jolloin kaikki voisivat ladata omilta paikoiltaan samaan aikaan. Kuormanhallinnalla ei ongelmia syntyisi, vaikka kaikki lataisivat yhtä aikaa. Sulakekoon muuttaminen 25 A:sta 35 A:iin maksaa noin 100–200 €, joten isoista kustannuksista ei ole kysymys. Tällä hetkellä syöttökaapeleina on mcmk 4x10+10. Tämä kaapeli riittää hyvin sulakekoon muuttamiseen, eikä kaapelinvaihtoa tarvittaisi.

Vaihtoehtona nähdään myös samalla parkkipaikalla sijaitseva poistomuuntamo, joissa on vapaita 400 V / maks. 400 A:n lähtöjä, joiden perään voisi asentaa syötön erillisille latauspisteille. Tähän kiinteistöyhtiöhallitus tekee selvityksen, antaisi mahdollisuuden palvelun tarjoajalle rakentaa latauspisteitä ja operoida latauspisteiden toimintaa parkkipaikalla. Tämä lisäisi julkisen latauksen ja kiinnostavuuden määrää alueelle.

5 Uusia latausmahdollisuuksia tulevaisuudessa

Kun katsotaan tällä hetkellä olevaa latauskarttaa Suomen alueella, nähdään, että pääteiden ja kauppakeskusten alueille syntyy helposti latausinfrastruktuuria puhtaasti kysynnän tarpeesta. Kuitenkin liikkuminen tapahtuu ihmisen valinnan mukaan ja määränpää kodin ulkopuolella vaihtelee suuresti. Tämä lisää tarvetta tulevaisuudessa kartoittaa julkisen latauksen paikat myös alueellisesti siten, että tasaisinväliajoin lataus onnistuu paikasta riippumatta.

5.1 EU:n tavoitteet tulevaisuudessa

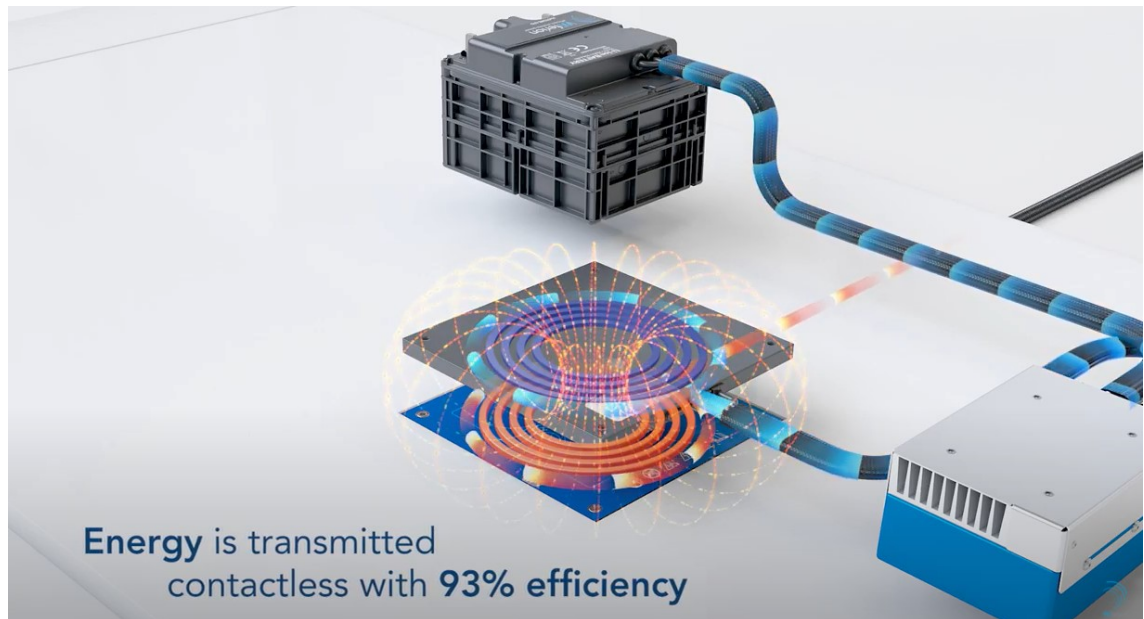
EU:n ”FIT for 55” -paketti vuodeksi 2030 on joukko ehdotuksia, joilla tarkistetaan ja päivitetään EU:n lainsäädäntöä sekä otetaan käyttöön sen varmistamiseksi. Nämä ovat Euroopan parlamentin sopimien ilmastotavoitteiden mukaisia. [44]. Paketin sisältö on tuhansia sivuja pitkä ja käsittää myös vaihtoehtoisten käyttövoimien direktiivin. Ehdotukset näin käsittelevät myös latausinfraa ja aikaa tulee menemään hyvin kauan ennen kuin paketti pystytään ottamaan käyttöön eri jäsenvaltioissa. Ehdotuksessa kaikki myytävät henkilö ja pakettiautot olisivat nollapäästöisiä vuonna 2035. Ehdotus käsittelee myös tämänhetkistä tilannetta, jossa todetaan, että latausinfra on jakautunut epätasaisesti EU:n reuna-alueilla. Myös älykäs lataaminen mainitaan ehdotuksessa, josta tulevaisuuden suuntana nähdään V2G = Vehicle To Grid -latausvaihtoehto, jossa ajoneuvo toimii yhteydessä verkkoon kahteen suuntaan.

Ehdotuksessa otetaan kantaa latauspisteiden välimatkaan tulevaisuudessa, joka olisi ydinverkon teillä 60 km. Ydinverkkona tämä koskisi Suomessa

seuraavia: valtatie 1, Turku–Helsinki, valtatie 7 Helsinki–Vaalimaa, valtatie 4 Helsinki–Tornio. Laajaan 10T-verkkoon kuuluu kaikki valtatie 1–9 ja pois lukien valtatie 6, Joensuu–Kajaani ja valtatie 5, Kemijärvi–Sodankylä. Kaksinumeroisista valtateista tämä koskisi valtateita 22 ja 89, Oulu–Kontiomäki–Kuhmo sekä valtatie 82, Vikajärvi–Salla. Ehdotus antaisi pyrkimyksen rakentaa Suomessa näille laajan verkon teille latausinfraa. Kun pääteiden varsilla lataaminen onnistuu, liikkuminen on mahdollista paikkakunnasta riippumatta. Jotta saadaan haja-asutusalueiden reunamille toimiva yhteys, tarvitaan myös kuntien suunnittelua vetovoimaisimpien paikkojen latausinfraan järjestämiseksi oikeanlaisella kaavoituspolitiikalla ja tukemisella. Siellä missä autoja liikkuu, löytyy myös tarvetta julkiseen lataukseen. Turisti ja luontokohteet lapin alueella ovat hyvä esimerkki tästä, koska julkinen liikenne määränpäähän ei tällä hetkellä sinne ylety.

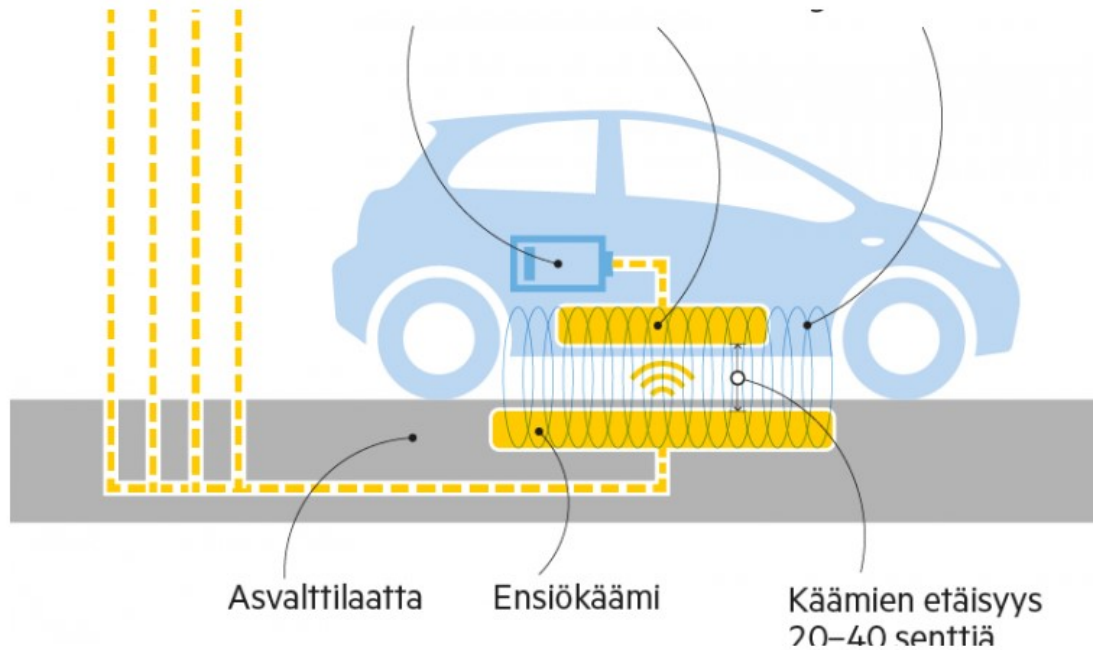
5.2 Induktiolataus

Induktiivinen lataus perustuu langattomaan energian siirtämiseen. Tällaista lataustapaa löytyy jo monesta kodin elektroniikasta tunnetusta laitteesta, esimerkiksi kännyköistä ja sähköhammasharjoista. Peruselementteinä induktiolaturit käyttävät induktiosilmukkaa muuttuvan sähkömagneettisen kentän luomiseen. Jotta kenttä saadaan tarpeeksi vahvaksi, käytetään yhden silmukan sijaan käämiä. Kun ensiökäämiin johdetaan vaihtovirtaa, muodostuu muuttuva magneettikenttä. Kun ladattavan laitteen toisiokäämi laitetaan ensiökäämin muodostamaan magneettikenttään, indusoituu muuttuva sähkövirta (kuva 29).



Kuva 29. Induktiolatauksen periaate [45].

Käämilevyt voidaan sijoittaa joko auton alle tai mihin vaan autojen sivustoille; näin saadaan käyttömukavuutta myös paikallaan oleviin ajoneuvoihin. Haittana suuria virtoja käytettäessä nähdään elävien eliöiden pitäminen poissa latausalueelta. Myös magneettikentän tuomat signaalit radiotaajuuksille ovat nykyisissä täyssähköisissä henkilöautoissa haasteellisia. Induktiolatausta tutkitaan myös Salon kaupungin ja Management UG:n yhteistyöprojektinapilottihankkeena, jossa asfalttiin alle upotetaan noin kahdenkymmenen sentin syvyyteen betoni-laattoihin induktiokäämi (kuva 30). Yhteistyökumppaneina toimii GRK oy ja Winco OY [30].



Kuva 30. Asfaltin alle sijoitettu betonilaatta, jossa induktiokäämi [46].

Ensimmäisessä vaiheessa [30] pilotissa on asentaa tiehen 22 kW:n latausmahdollisuus suomalaisiin olosuhteisiin sopivaksi. Kaupallisessa käytössä induktiolatausta löytyy jo autonomisessa varastohallinnassa oleville pienemmille ajoneuvoille. Koska virtaa joudutaan induktiolatauksessa pienentämään haittavaikutuksien vuoksi, sopivat käyttökohteet löytyvät esimerkiksi busseista ja takikäytössä olevista ajoneuvoista, joissa latauksia tarvitaan paljon ja autot tulisi olla liikkeellä ympärivuorokauden. Vuonna 2021 yksikään autovalmistaja ei ole tuonut vielä myyntiin induktiolatauksella varustettua sähköajoneuvoa. Järjestelmä on vielä hintava niin autonvalmistajille, infrarakentajille kuin käyttäjillekin. On myös puhuttu tieverkoston muuttamisesta lataavaksi, ja siihen on käynnissä monia hankkeita ympäri Eurooppaa.

5.3 Porsche-aurinkosähkötorni

Porsche rakensi ensimmäisen aurinkosähkötornin Berliinin Porsche Centrumiin Adlershofiin vuonna 2017. Teknologiapuistossa sijaitsevassa aurinkopaneelleilla ympäröidyssä 25 metrisessä tornissa on yhteensä 7776 aurinkokennoa (260 paneelia), jotka voi tuottaa noin 30 000 kWh/vuosi. Tornin pinta-ala on noin

270 neliometriä. [30]. Torni on myös maamerkki autoliikkeelle, ja aurinkosähkön tuotolla pystytään kattamaan koko liikkeen sähköntarve vuodessa. Liikkeen asiakkaat voivat käyttää myös autojaan latauksessa asioidessaan liikkeessä tornin tuottamalla sähköllä. (Kuva 31).



Kuva 31. Porsche-aurinkosähkötorni, joka tuottaa sähkön kiinteistöön ja asiakkaiden autojen lataukseen [47].

Torni sijaitsee aavalla alueella maanteiden läheisyydessä, joten torniin ei tule varjostumia. Hyvänä asiana Porschen ideassa nähdään maahan tarvitsema pieni pinta-ala. Haittana voidaan pitää torniasennuksessa optimaalisen kulman löydettävyys auringon ja kennojen välille. Myös aurinkotornin kokonaiskustannukset ovat melko korkeat noin 900 000 € [48].

5.4 ABB:n Elektroniikkatehdas Luedenscheid Saksa

ABB:n tytäryhtiön Busch-Jaegerin rakentama elektroniikkatehdas Saksan Luedenscheidiin on hyvä esimerkki siitä, että isojakin tehdaskokonaisuuksia voidaan rakentaa oikealla kuormanhallinnalla aurinkosähköllä toimiviksi. Pysäköintialueen katto toimii niin työntekijöiden latauksen kuin tehtaankin

sähköntarpeeseen. ABB:n mukaan se pystyy tuottamaan 1100 megawattituntia sähköä vuodessa. Aurinkoisena päivänä tehdasta ei tarvitse kytkeä ollenkaan verkkoon. [49]. Yhdessä yhteistuotantoalueen kanssa tehdas tuottaa noin 14 % enemmän energiaa kuin se tarvitsee, ja ylijäämä syötetään takaisin verkkoon. Alueelle on myös rakennettu akkujärjestelmä, jonka kapasiteetti on 275 kWh ja tarjoaa näin energian varastoinnin. (Kuva 32.)



Kuva 32. ABB:n parkkipaikka Luedenscheid Saksa [49].

Integroimalla uudet energianlähteet, aurinkokennoista tulevan sähkön ja varastoinnin säästetään paljon resursseja. IBC-aurinkopaneelien valmistajan laskelmien mukaan säästöä syntyisi 20 vuodessa noin 436 800 € (vuodessa 21840 €) [50].

5.5 ENOC:n uuden sukupolven huoltoasema

ENOC Group julkaisi innovatiivisesti suunnitellun tulevaisuuden huoltoaseman Expo 2020 Dubain tapahtumapaikalle. Asemalle myönnettiin kansainvälisesti tunnustettu rakennusten sertifiointijärjestelmä US Green Building. Tämä on maailmassa ensimmäinen platinasertifioitu asema, jossa on otettu huomioon muun muassa energiatehokkuus, CO₂-päästöt ja vesijärjestelmät. Asema on saanut inspiraationsa Arabiemiirikuntien kansallispuusta ghafin muodosta.

Asema ei ole pelkästään tarkoitettu sähköautojen lataukseen, vaan sieltä löytyy kaikki tarvittavat toiminnot perinteiselle huoltoaseman kävijälle. Monikerroksiseen katosrungon rakentamiseen on käytetty 37 tonnia hiilikuitua. Runkorakenteessa on lehdenmuotoinen eteenitetetrafluoriteeni (ETFE) -katos, jossa on yhteensä 283 aurinkopaneelia. Sähköntuotto Dubaissa asemalla on yhteensä 143 MWh vuodessa [51] (Kuva 33.)

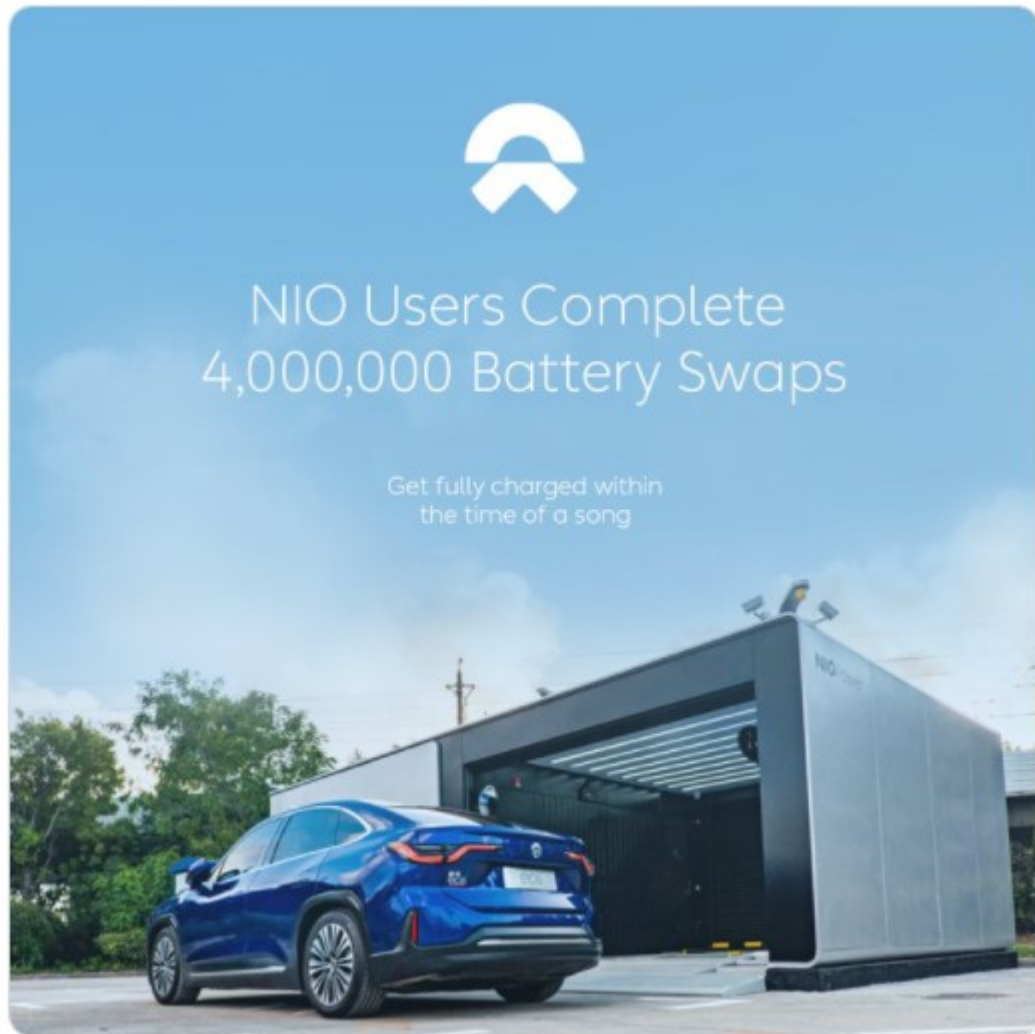


Kuva 33. Moderni uuden sukupolven huoltoasema Dubai [51].

Järjestelmään on myös integroitu tuulivoimala, joka tuottaa 12,7 MWh/vuosi [51]. Koska Dubaissa autoja pestään todella paljon ja vesi on arvokasta, asemalta löytyy oma puhdistamo, likavedentalteenottojärjestelmä ja ilmankosteuden talteenottojärjestelmä. Myös valaistus on toteutettu parkkipaikalla niin, että asiakas löytää helposti vapaana olevan paikan tankkauksen toimittamiseen [51].

5.6 Akunvaihtolatausjärjestelmä

Yhtenä vaihtoehtona latauksen nopeuttamiseen on vaihtaa akku suoraan autoon, jolloin tarvittava energiamäärä on valmiina uudessa akussa. Tätä menetelmää on käytetty jo jonkin aikaa bussiliikenteessä. Uusi latausmahdollisuus on otettu myös käyttöön henkilöautossa, ja esimerkkinä markkinoilla on jo siihen soveltuva täyssähköauto NIO, jonka tarkoituksena on rakentaa Kiinaan täydellinen latausverkosto auton omistajille vuoteen 2025 mennessä. Syyskuussa 2021 NIO oli rakentanut jo 517 akunvaihtopistettä asiakkaiden tarpeisiin. Ensimmäinen akunvaihtoasema avataan pian myös Norjaan. Akunvaihto on asemalla täysin automaattinen ja kestää alle viisi minuuttia [52]. (Kuva 34.)



9:46 PM · Sep 29, 2021



Kuva 34. NIO-akunvaihtoasema merkin omille täyssähköautoille, akkujen kokoluokka 70–75–84–100 kW [52].

Tyhjiä akkuja ladataan vasemmalla olevassa varastohuoneessa, josta syötetään automaattilinjaa pitkin uusi akku auton alle. Vaihdoissa irrotetaan auton modulaarisesta pohjasta olevat ruuvit ja vaihto käy auton rakenteen vuoksi nopeasti.

5.7 V2G-lataus

V2G (Vehicle to Grid) -latauksesta on keskusteltu jo pitkään, voisiko se olla hyvä ratkaisu energian talteenottoon ja monikäyttöisyyteen. Ajoneuvoja, lata-reita ja erialaisia verkkojen kommunikaatiojärjestelmiä on tullut markkinoille muutamia vuonna 2021. Sähköhinnan laskiessa esimerkiksi yöllä lataaminen olisi halvempaa kuin päivällä, jolloin autoa voisi käyttää päivällä kiinteistön sähköntarpeisiin. Suurimpia esteitä kuitenkin sen käyttöönottoon on järjestelmän hinta ja Suomen sähköverkon kolmivaiheisuus. Invertterien tulee olla järeitä ja verkon pysyttävä tasapainossa. Tällä hetkellä Suomesta löytyy yksi testikäytössä oleva julkinen Virran, Helenin ja Nissanin V2G-latauspiste Suvilahdesta. Kotilataajilla näitä on jo enemmän niin Suomessa kuin ympäri maailmaa. Esimerkiksi Iso-Britanniassa on Project Sciurusin (2018) tulon jälkeen yhteensä 325 kappaletta V2G-latauspistettä kotitalouksista (yksivaiheinen). Ongelmana nähdään latausmahdollisuus vain CHAdemo-pistokkeen kautta, kun CCS on tulossa yleisemmäksi latauspistokkeeksi Euroopassa. Autonvalmistajat myöskään eivät rakenna valmiiksi auton latausjärjestelmiä sopiviksi V2G:n kanssa. Nissanin, Mitsubishin, Hyundain ja Kian jotkut mallit tukevat tätä latausmahdollisuutta. Iso-Britanniassa on yksi seinälle asennettava malli, joka on CHAdemo sertifioitu, G98 ja G99 tyyppitestattu heidän verkkoonsa sopivaksi (kuva 35).



Kuva 35. Indra V2G älykäs laturi, jota voidaan ohjata sovelluksella lataamaan autoa silloin, sähkö on halpaa [53].

Hinta Indran laturille on Iso-Britanniassa noin 5000 puntaa asennuksineen. Sähköverkossa on tärkeää, kulloinenkin kokonaistuotanto ja kysyntä vastaavat toisiinsa. Joustavuudella verkossa saadaan molemminpuolista säästöä. Tutkimuksessa [53] tehtiin yksinkertainen laskuesimerkki paljonko noin 0,4 punnan sähkönhinnan erotus tekisi säästöä vuodessa V2G latauksella. Säästöä syntyy noin 360 puntaa eli noin 421€ vuodessa. Tämän jos laskee suoraan investoin määrään, niin takaisinmaksuaika olisi noin 14 vuotta. Tämän vuoksi hyöty jää hyvin pieneksi asiakkaalle pelkästään spottisähkönhinnan perusteen osalta. Jos kuitenkin kiinteistössä on esimerkiksi aurinkopaneelit, hyöty on jo suurempi.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä pyrittiin vastaamaan kysymykseen voiko sähköauton omistaa haja-asutusalueella. Ensin laskettiin ajoneuvoille käyttökustannuksia ja kokonaiskustannuksia, mitkä vaikuttavat sopivan auton valintaan. Seuraavaksi pohdittiin arvonlaskun näkökulmasta eri käyttövoimien eroavaisuuksia. Myös rahoituskulujen osuus lisättiin kaikkiin kuluihin mukaan. Todettiin että uuden auton hankkiminen on kaikkien kulujen jälkeen Suomessa kallis sijoitus omistaa ja pitää. Laskelmia tehdessä kulujen määrä ehti muuttua jonkin verran, esimerkiksi pörssisähkön hinnan ja polttoaineiden hintojen noustessa. Tämä osoittaa sen, että laskelmat ovat yleensä hyvin ajankohtaan sitovia. Myös täyssähköautojen hankintatuen määrä muuttui opinnäytetyön edetessä. Laskelmat ovat kuitenkin suuntaa antavia, koska laskentatapoja löytyy hyvin erilaisia riippuen lähestymistavasta ja tarpeesta eri käyttäjien välillä.

Tutkimuksesta kävi ilmi työn edetessä, että täyssähköautoiluun siirtyminen haja-asutusalueilla Suomessa ei ole ongelma. Uusia latauspisteitä rakentuu paljon, eikä energian hinnan noustessa käyttökustannuksissa täyssähköautolla ajaminen on edullista. Välilliset kustannukset kuitenkin nostavat autoilun hintaa paljon, mikä näkyy autoilun kustannuksissa käyttövoimasta riippumatta. Insinööriyö sopii luettavaksi henkilöille, jotka miettivät haja-asutusalueella mahdollista siirtymistä polttomoottoriautosta sähköautoon. Työ antaa hyvän kokonaiskuvan siitä, paljonko sähköautolla ajamisen kustannukset ovat ja mitä erilaisia mahdollisuuksia liikkumisessa sähköautolla onkaan asumismuodosta riippumatta. Uuden teknologian tuomat mahdollisuudet tulevaisuudessa koskettavat varmasti kaikkia ja tällä saralla ollaan vielä alkutekijöissään. Uudet latausratkaisut ja yhdistettävyyden kiinteistöjen energianhallintaan on tulevaisuutta käytettävyyden ja kustannusten madaltuessa.

Lähteet

- 1 Simpson, Joseph D. & Van Barlingen Wesley. 2021. The history of electric cars. Verkkoaineisto. <<https://blog.evbox.com/electric-cars-history>>. 2.11.2021. Luettu 3.11.2021.
- 2 Liikennesuoritteet 2020. Verkkoaineisto. Väylävirasto. <<https://vayla.fi/vaylista/aineistot/tilastot/tietilastot/maanteiden-liikennesuoritteet>>. Luettu 8.9.2021.
- 3 Henkilöliikennetutkimuksen 2016 tuloksia taulukoina. Verkkoaineisto. Liikenne- ja viestintävirasto. <<https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/julkaisut/henkilöliikennetutkimuksen-2016-tuloksia-taulukoina?toggle=Miksi%20liikutaan%20-%20matkojen%20tarkoitukset&toggle=Kuljutavat&toggle=Sosioekonomiset%20taustat&toggle=Ajalliset%20vaihtelut&toggle=Pitk%C3%A4t%20matkat&toggle=Alueelliset%20tunnusluvut>>. Luettu 23.9.2021.
- 4 Mallisto 2021. Verkkoaineisto. Hyundai Suomi. <www.hyundai.fi/mallisto>. Luettu 15.9.2021.
- 5 Ajoneuvoverolaskuri 2021. Verkkoaineisto. Liikenne- ja viestintävirasto. <<https://eservices.traficom.fi/AutoilijanPalvelut/Ajoneuvoverolaskuri?langId=fi>>. Luettu 13.9.2021.
- 6 Autovakuutuslaskuri 2021. Verkkoaineisto. Vakuutusyhtiö Turva. <<https://www.turva.fi/henkiloasiakkaat>>. Luettu 17.9.2021.
- 7 Milloin katsastukseen?. 2021. Verkkoaineisto. A-Katsastus-konserni. <<https://www.a-katsastus.fi/infoa-autoilijalle/katsastuksen-pikaopas/milloin-katsastukseen>>. Luettu 9.9.2021.

8 Recommended Maintenance Schedules. 2021. Verkkoaineisto. Hyundai USA.
<<https://www.hyundaiusa.com/us/en/maintenance-schedule>>. Luettu 17.9.2021.

9 Hyundai-hinnasto. 2021. Verkkoaineisto. Hyundai Suomi.
<https://www.hyundai.fi/wp-content/uploads/2021/09/hyundai_kona_hinnasto_10-2021_01.09.2021.pdf>. Luettu 22.9.2021.

10 Ajoneuvohintatilasto. 2021. Verkkoaineisto. Nettix OY.
<https://www.nettiauto.com/statVehicle.php?sid_make=30&sid_model=4640&syyear=2018&search=N%C3%A4yt%C3%A4+tilastot>. Luettu 23.9.2021.

11 BMW service. 2021. Verkkoaineisto. Autotalo Laakkonen.
<<https://www.bmw.fi/fi/aiheet/palvelut/huolto/bmw-service.html#value-service>>. Luettu 23.9.2021.

12 Auton huolto. 2021. Verkkoaineisto. Tesla motors.
<https://www.tesla.com/fi_FI/support/car-maintenance>. Luettu 23.9.2021.

13 Asuminen. 2021. Verkkoaineisto. Tilastokeskus.
<https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_asuminen.html#Asuntokunnat>. Luettu 24.9.2021.

14 Korhonen, Eero; Linja-Aho, Vesa; Mäkinen, Jukka & Orrberg, Matti. 2019. Sähköautot ja latausjärjestelmät. Espoo: Sähkötieto.

15 SFS 5610. 2019. Verkkoaineisto. Kotitalouksiin ja vastaaviin käyttöihin tarkoitettut pistokytkimet.
<<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/789446.html.stx>>. Luettu 5.10.2021.

16 Pistorasia. 2021. Verkkoaineisto. SLO OY. <<https://verkkokauppa.slo.fi/fi/pistorasia-q-1-q-3-1s-16a-ukr-ant-2507602>>. Luettu 28.9.2021.

17 Karavaanipistorasia. 2021. Verkkoaineisto. Rakidea OY
<<https://www.rakennusosa.fi/product/230/pinta-asennettava-karavaanipistorasia-cee-16a-230v>>. Luettu 30.9.2021.

18 ZENCAR latausjohto 3,7kW Type2 CEE 16A blue. 2021. Verkkoaineisto. Kotilaturi Finland OY.

<<https://www.kotilaturi.fi/tuote/zencar-latausjohto-37kw-type2-cee-16a-blue/>>.
Luettu 30.9.2021

19 Tesla charging cable- phase. 2021. Verkkoaineisto. EvChargeking - Some bvba. <<https://www.evchargeking.com/en/>>. Luettu 30.9.2021.

20 Wallelaturi. 2021. Verkkoaineisto. Trafomic Oy. <<https://wallelaturit.fi/>>. Luettu 30.9.2021>.

21 Sähkön hintatilastot. 2021. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/sahkon-hintatilastot>>. Luettu 6.10.2021.

22 Robertson, Vesa. 2021. 15 kuukautta aurinkopaneelien kanssa – kannattiko. Verkkoaineisto. Energio Finland OY.
<<https://energio.fi/blogs/uutiset/15-kuukautta-aurinkopaneelien-kanssa-kannattiko>>. Luettu 7.10.2021.

23 Kulutus ja tuotantoennuste. 2021. Verkkoaineisto. FINGRID OYJ.
<<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/sahkomarkkinainformaatio/kulutus--ja-tuotantoennuste/>>. Luettu 7.10.2021.

24 Laitinen, Hannu. 2020. Huoltoasemat 2020-toimialaraportti. Verkkoaineisto.
<https://books.google.fi/books?id=aFYMEAAAQBAJ&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>. Luettu 11.10.2021.

25 Latauspisteet. 2021. Verkkoaineisto. Sähköautoilijat ry. <<https://latauskartta.fi/>>. Luettu 11.10.2021.

26 Q3 Sähköinen liikenne tilannekatsaus. 2021. Verkkoaineisto. <<https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2021%20Q3%20Sa%CC%88hko%CC%88inen%20liikenne%20tilannekatsaus%202021%2010%2026%20jaettava.pdf>>. Luettu 17.11.2021.

27 Saarenketo, Marko. 2021. Verkkoaineisto. Q2/2021 lopussa Suomessa oli tieliikennekäyttöön rekisteröitynä lähes 15 000 sähköhenkilöautoa ajoneuvokannassa. 2021. <<https://www.autotie.fi/tien-sivusta/sahkoautoileva-motoristi/q2-2021-lopussa-suomessa-oli-tieliikennkayttoon-rekisteroityna-lahes-15-000-sahkokayttoista-henkiloautoa>>. Luettu 14.10.2021.

28 Riikonen, Mira. 2021. Verkkoaineisto. Latausverkko Nyt. <<https://www.facebook.com/groups/LatausverkostoNyt/permalink/785690065318937/>>. Luettu 14.10.2021.

29 Find My Electric. 2021. Verkkoaineisto. <<https://www.findmyelectric.com/blog/tesla-free-unlimited-supercharging-how-to-check-if-you-have-it/>>. Luettu 14.10.2021.

30 Julkisen latauksien hinnat. 2021. Verkkoaineisto. Helen. <<https://www.helen.fi/sahkoauton-lataus/sahkoauton-latauspiste/latauspisteiden-hinnat>>. Luettu 18.11.2021.

31 Julkiset latauspisteet. 2021. Verkkoaineisto. Virta. <<https://www.virta.global/fi/sahkoautoilija>>. Luettu 18.11.2021.

32 Rechargen hinnat. 2021. Verkkoaineisto. Recharge. <<https://rechargeinfra.com/fi/hinnat/>>. Luettu 18.11.2021.

33 Sähköautojen latauspisteet. 2021. Verkkoaineisto. Lidl. <<https://corporate.lidl.fi/vastuullisuus/ymparisto/sahkoauto>>. Luettu 18.11.2021.

34 Motolataus. 2021. Sähköauton latauspiste. Verkkoaineisto. Motonet Oy. <<https://www.motonet.fi/fi/sivut/motolataus>>. Luettu 18.11.2021.

35 Virtaa sähköautoihin. 2021. Verkkoaineisto. S-Hämeenmaa. <<https://haamenmaa.fi/sahkoautot/>>. Luettu 18.11.2021.

36 Ionity -suurteholatauksien hinta muuttuu 11.3.2020. 2020. Verkkoaineisto. K-lataus. <https://k-lataus.fi/ajankohtaista/ionity-suurteholatauspisteiden-hintamuuttuu-11-3-2020/?gclid=EAIaIQobChMIy8KXutTH8wIVigLmCh2wDQ-hwEAAYASAAEgKMy_D_BwE>. Luettu 18.11.2021.

37 Sähköautojen latauspisteet. Verkkoaineisto. Plugsurfing Sello. <<https://www.sello.fi/info/sahkoautojen-latauspisteet>>. Luettu 18.11.2021.

38 Luukkanen, Joose. 2020. Sähköautot: lataus - matka ajo - valinta. Helsinki: Alfamer.

39 Tilastokeskus. 2021. Asuminen. Verkkoaineisto. <https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_asuminen.html>. Luettu 25.10.2021.

40 Rakennusten energiatehokkuus. 2021. Verkkoaineisto, Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/kysymyksia-ja-vastauksia-rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-toimeenpanosta>>. Luettu 25.10.2021.

41 Mitoitusohje autopaikkojen ja pyöräpysäköintipaikkojen laskemiseen kaavoituksessa. 2021. Verkkoaineisto. Turun kaupunki. <https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/pysakoinnin_mitoitusohje_2021>. Luettu 25.10.2021.

- 42 Latausasemat ja lämmitystolpat. 2021. Verkkoaineisto..<<https://etolppa.fi/chargingstations.html>>. Luettu 25.10.2021.
- 43 Caruna sähkönsiirto. 2021. Verkkoaineisto. Omat sähköasiat. <<https://www.caruna.fi/palvelut/sahkonjakelu/sahkojakelutuotteet>>. Luettu 25.10.2021.
- 44 EU:n vihreän siirtymän suunnitelma 2021. Verkkoaineisto. Euroopan unionin neuvosto. <<https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition/#>>. Luettu 3.11.2021.
- 45 Lithium batteries for AGV and industrial trucks. 2021. Verkkoaineisto. Wiferion GmbH. <<https://www.wiferion.com/en/products/batteries-for-industrial-trucks-automated-guided-vehicles-etastore/>>. Luettu 3.11.2021.
- 46 Autoilun mullistavaa induktiolatausta testataan Salossa. 2018. Verkkoaineisto. GRK Infra Oy. <<https://www.grk.fi/autoilun-mullistavaa-induktiolatausta-testataan-salossa/>>. Luettu 3.11.2021.
- 47 Porsche builds first photovoltaic pylon. 2016. Porsche AG. Verkkoaineisto. <<https://newsroom.porsche.com/en/company/porsche-centre-berlin-photovoltaic-pylon-12198.html>>. Luettu 8.11.2021.
- 48 Hanley, Steve. Porsche Installs \$900,000 Solar Pylon & 1st High-Power EV Supercharger (350 KW) At New Berlin Office. 2017. Verkkoaineisto. <<https://cleantechnica.com/2017/07/14/porsche-installs-900000-solar-pylon-1st-high-power-ev-supercharger-350-kw-new-berlin-office/>>. Luettu 8.11.2021.
- 49 On a sunny day this German factory runs completely on solar power CNBC. 2019. Verkkoaineisto. <<https://www.cnbc.com/2019/09/13/on-a-sunny-day-this-german-factory-runs-completely-on-solar-power.html>>. Luettu 8.11.2021.

50 Widman, Friedhelm. 2021. Verkkoaineisto. Vollkommene Unabhängigkeit vom Stromnetz. Widmann Energietechnik GmbH. <<https://www.abc-solar.de/gewerbe/fallstudien/#Elektro-Mobilit%C3%A4t>>. Luettu 8.11.2021.

51 ENOC opens the Service Station of the Future at EXPO 2020. 2020. Verkkoaineisto. By Global Convenience Store Focus 25 Feb 2021. <<https://www.globalconveniencestorefocus.co.uk/features/enoc-service-station-of-the-future/>>. Luettu 8.11.2021.

52 NIO Power Swap. 2021. Verkkoaineisto. NIO inc. <<https://www.nio.com/nio-power>>. 18.11.2021.

53 Commercial Viability of V2G. 2021. Verkkoaineisto. Project Sciurus White Paper. <<https://dl.airtable.com/.attachments/99cb77f8f45898b692c26501d83eb7d7/dc4aa90d/V2G-Commercial-Viability-1.pdf>>. Luettu 8.11.2021.

