

Antti Pietola

## **Suomen sähköisen liikenteen suurteholatausinfrastruktuuri vuonna 2030**

Vaatimukset, tarpeet ja odotukset

# **Suomen sähköisen liikenteen suurteholatausinfrastruktuuri vuonna 2030**

Vaatimukset, tarpeet ja odotukset

Antti Pietola  
Opinnäytetyö  
Kevät 2024  
Ympäristö- ja energiatekniikan tutkinto-  
ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Ympäristö- ja energiatekniikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Antti Pietola

Opinnäytetyön nimi: Suomen sähköisen liikenteen suurteholatausinfrastruktuuri vuonna 2030

Vaatimukset, tarpeet ja odotukset

Työn ohjaaja(t): Jukka Ylikunnari & Tomi Sydänmaa

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 32

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa Suomen suurteholatausinfrastruktuurin ja sähköisen liikenteen nykytilaa sekä arvioida sähköisen henkilö- ja raskasliikenteen määrää ja latausvaatimuksia tulevaisuudessa. Työn taustalla on Suomen pyrkimykset siirtyä kohti hiilineutraalia liikennettä ja sen osana sähköautojen käytön laajentamista.

Opinnäytetyö on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, jossa on hyödynnetty aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, tutkimuksia ja tilastoja. Työ tarkastelee infrastruktuurin laajuutta, käytettävyyttä ja kehitystä vuoteen 2030 asti. Tutkimuksessa tunnistetaan teknologiset innovaatiot, jotka ovat keskeisiä suurteholatausinfrastruktuurin kehittämisessä.

Tutkimus osoittaa, että suurteholatausinfrastruktuurin kehittyminen Suomessa on välttämätöntä sähköisen liikenteen kasvun tukemiseksi. Etenkin raskaan liikenteen osalta haasteet liittyvät korkeisiin kustannuksiin ja latausinfrastruktuurin kehittämisen hitauteen. Vuoteen 2030 mennessä tarvitaan merkittävä lisäys suurtehoisten latauspisteiden määrässä.

Työn johtopäätöksenä korostetaan, että sähköisen liikenteen tukemiseksi tarvitaan jatkuvia investointeja latausinfrastruktuuriin sekä teknologisiin innovaatioihin, kuten parempiin akkuteknologioihin ja latausstandardeihin. On tärkeää kehittää myös poliittisia ja taloudellisia kannustimia, jotka tukevat sekä yksityisten että ammattikäyttöön tarkoitettujen sähköajoneuvojen hankintaa. Lisäksi on huomioitava raskaan liikenteen erityistarpeet suurteholatausinfrastruktuurin suunnittelussa.

---

Asiasanat: Suurteholatausinfrastruktuuri, Sähköinen liikenne, AFIR-asetusehdotus, Latausteknologiat

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental and energy engineering

---

Author: Antti Pietola

Title of thesis: Finland's High-Power Charging Infrastructure for Electric Transport in 2030: Requirements, Needs, and Expectations

Supervisors: Jukka Ylikunnari & Tomi Sydänmaa

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024

Number of pages: 32

---

This thesis aims to map the current state of Finland's high-power charging infrastructure and electric transportation, and to assess the future demands and numbers of electric passenger and commercial vehicles. The work is grounded in Finland's efforts to transition towards carbon-neutral transportation, which includes expanding the use of electric vehicles.

The thesis was conducted as a literature review, utilizing relevant literature, studies, and statistics to examine the scope, usability, and development of the infrastructure up to the year 2030. Technological innovations essential for the development of high-power charging infrastructure were identified.

The research demonstrates that the development of high-power charging infrastructure is crucial to support the growth of electric transportation in Finland. Particularly in heavy transportation, challenges are associated with high costs and the slow development of charging infrastructure. By 2030, a significant increase in the number of high-power charging points will be required.

The conclusion emphasizes that continuous investments in charging infrastructure and technological innovations, such as improved battery technologies and charging standards, are necessary to support electric transportation. It is also important to develop political and financial incentives that support the acquisition of electric vehicles for both private and professional use. Additionally, the specific needs of heavy transportation must be considered in the planning of high-power charging infrastructure.

---

Keywords: High-power charging infrastructure, Electric transportation, AFIR regulation proposal, Charging technologies

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	SUURTEHOLATAUSINFRASTRUKTUURIN PERUSTEET .....	7
2.1	Sähköliittymä ja liittymispiste .....	7
2.2	Sähkökeskus .....	7
2.3	Sähköoperaattorit .....	7
2.4	DC-Lataus .....	8
2.5	HPC (High Power Charging) .....	8
2.6	CCS (Combined Charging System) .....	8
2.7	CHAdeMO .....	9
3	SÄHKÖISEN LIIKENTEEN NYKYTILA SUOMESSA .....	10
3.1	Täyssähköautot ja ladattavat hybridit .....	10
3.1.1	Sähköinen ammattiliikenne .....	12
3.2	Suurteholatausinfrastruktuurin nykytila .....	13
3.2.1	Latauskentät, latauspisteet ja latauspistoketyypit .....	15
3.3	Suurteholatausinfrastruktuuri ammattiliikenteessä .....	15
4	SÄHKÖISEN LIIKENTEEN KASVUENNUSTEET VUOTEEN 2030 .....	17
4.1	Ammattiliikenne Suomessa 2030 .....	18
5	SUURTEHOLATAUSINFRASTRUKTUURI TULEVAISUUDESSA .....	20
5.1	Raskaan liikenteen Suurteholatausinfrastruktuurin vaatimukset .....	21
5.2	Latausteknologian trendit .....	22
5.3	Jännitetason nousu .....	23
5.4	Solid state -akut .....	23
5.5	V2G .....	23
5.6	Setec Power -akkukontti .....	24
6	HAASTEET .....	25
6.1	Sähköverkon kapasiteetti .....	25
6.2	Muut käyttövoimaratkaisut .....	25
6.3	Maantieteelliset ja taloudelliset haasteet .....	26
6.4	Poliittiset vaikutukset .....	26
	YHTEENVETO .....	27
	LÄHTEET .....	30

# 1 JOHDANTO

Globaalin ilmastonmuutoksen ja ympäristöhaasteiden edessä sähköisen liikenteen merkitys on kasvanut huomattavasti viime vuosikymmeninä. Suomi tunnetaan yhtenä edelläkävijöistä ympäristöystävällisen teknologian soveltamisessa ja onkin ottanut merkittäviä askeleita kohti vihreämpää ja kestävämpää tulevaisuutta. Tässä kontekstissa sähköisen liikenteen suurteholatausinfrastruktuurin rooli nousee keskeiseksi. Tämä opinnäytetyö toteutetaan Enersensen toimeksiannosta kirjallisuuskatsauksena.

Opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa Suomen suurteholatausinfrastruktuurin ja sähköisen liikenteen nykytilaa sekä arvioida sähköisen henkilö- ja raskasliikenteen määrää ja latausvaatimuksia tulevaisuudessa. Työ tarkastelee infrastruktuurin laajuutta, käytettävyyttä ja luo ennusteita näiden elementtien kehityksestä vuoteen 2030. Tutkimuksessa tunnistetaan ja analysoidaan teknologisia innovaatioita, jotka ovat keskeisiä suurteholatausinfrastruktuurin kehittämisessä, ja arvioidaan niiden potentiaalisia vaikutuksia infrastruktuuriin. Tavoitteena on tunnistaa ja analysoida suurteholatausinfrastruktuurin kehittämisen keskeiset mahdollisuudet ja haasteet.

Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa syvällistä ymmärrystä aiheesta, joka on keskeinen Suomen siirtymässä kohti hiilineutraalia tulevaisuutta. Tämä opinnäytetyö tarjoaa arvokasta tietoa päätöksentekijöille, alan toimijoille ja yleisölle edistäen näin sähköisen liikenteen kestävästä kehityksestä Suomessa.

## **2 SUURTEHOLATAUSINFRASTRUKTUURIN PERUSTEET**

Sähköajoneuvojen nopea yleistyminen on tuonut eteemme uusia haasteita ja mahdollisuuksia liikenteen sähköistämiseen. Yksi merkittävimmistä näistä haasteista on suurteholatausinfrastruktuurin kehittäminen, joka on välttämätön edellytys sähköautojen ja raskaan liikenteen siirtymiselle kohti vähäpäästöistä ja ympäristöystävällistä liikkumista. (1.) Tämä luku tarkastelee suurteholatausinfrastruktuurin perusteita, keskittyen erityisesti keskeisiin käsitteisiin.

### **2.1 Sähköliittymä ja liittymispiste**

Sähköliittymä on yksinkertaistettuna sopimus kuluttajan ja mittauskeskuksen välillä, joka tilataan alueen sähköverkkoyhtiöltä. Sähköliittymän avulla kuluttaja saa käyttöönsä tarvitsemansa sähkön, jota sähköverkkoyhtiö mittaa sähkömittarilla. (2, s. 8.) Liittymispiste on fyysinen kohta, jossa sähköjärjestelmä yhdistyy sähköverkkoon. Latausverkoston toiminnassa sähköliittymä on suuressa roolissa; onkin tärkeää ymmärtää liittymän tyyppi ja sen koko. Latauspisteiden määrä ja tehon tarve määrittävät sähköliittymän valinnan, mikä tarkoittaa suurteholatauksessa suurta jännitetasoa. (3.)

### **2.2 Sähkökeskus**

Sähkökeskuksen tehtävä suurteholatauksessa on jakaa ja hallita sähkövirtaa latausasemille varmistuen tehokkaan ja turvallisen sähkönjakelun. Sähkökeskuksen on tärkeää hallita suuria virtamääriä ja jännitteitä, joista suurteholataus on riippuvainen. Sähkökeskukseen kuuluu useita laitteita, kuten muuntajia jännitetason muuttamiseen, katkaisijoita, kaapelivirroittimia, eristimiä, maadoittimia ja ohjauslaitteita. (4.)

### **2.3 Sähköoperaattorit**

Suomessa sähköoperaattorit ovat yrityksiä, joiden tehtäviin kuuluu ylläpitää ja hallinnoida sähköverkkoa. Sähköoperaattorit vastaavat sähkön jakelusta, siirrosta ja myynnistä sekä huolehtivat ver-

koston ylläpidosta ja kehittämisestä. Fingrid on yksi näistä toimijoista ja vastaa Suomen kantaverkosta. Eri alueelliset sähköyhtiöt, kuten Helen, hoitavat jakeluverkkoa sekä sähkön myyntiä. Näiden operaattorien rooli on keskeinen verkon suorituskyvyn ja vakauden ylläpidossa. (5.)

## **2.4 DC-Lataus**

DC tarkoittaa suoravirtaa (Direct Current), joka on sähköauton akun latauksessa käytetty sähkövirran tyyppi. DC-lataus muuntaa vaihtovirran tasavirraksi latauspisteessä, ennen kuin virta syötetään suoraan auton akkuun. Tämä mahdollistaa huomattavasti nopeamman latauksen verrattuna AC-lataukseen (Alternating Current), jossa vaihtovirta muunnetaan auton sisäisellä laturilla tasavirraksi. Sähköautossa oleva muunnin rajoittaa latauksen tehoa, mutta DC-latauspisteessä muunnin voi olla paljon suurempi ja tehokkaampi. DC-latausasemat sisältävät yhden tai useamman tehomodulin. Nämä moduulit sisältävät AC/DC-muuntimen, joka muuntaa kolmivaiheisen vaihtojännitteen tasajännitteeksi. Lisäksi moduuleissa on DC/DC-muunnin, joka säätää tasajännitteen sopivaksi akulle. (6.)

## **2.5 HPC (High Power Charging)**

Suurteholataus (High Power Charging, HPC) on sähköautojen latausmenetelmä, joka tarjoaa merkittävästi nopeamman latauksen verrattuna perinteisiin latausmenetelmiin. Peruslatauksessa henkilöauton akku ladataan täyteen 6–10 tunnissa, jossa laturin tehot vaihtelevat 8–22 kW:n välillä. Suurteholatureiden tehot vaihtelevat tyyppillisesti 150 kW:sta jopa 350kW:iin, joka tarkoittaa sadan kilometrin lataamista 5–10 minuutissa. Suurteholatauksen avulla sähköautojen ja raskaan kaluston akut voidaan ladata huomattavasti nopeammin, mikä on erityisen hyödyllistä pitkien matkojen aikana ja raskaassa liikenteessä. Suurteholaturit eivät eroa suuresti ulkonäöltään tai käytöltään peruslatureista. Niiden koko on kuitenkin suurempi kuin muiden latureiden sekä latausjohto on paksumpi. (7.)

## **2.6 CCS (Combined Charging System)**

CCS (Combined Charging System) on sähköautojen latausjärjestelmä, joka on keskeinen innovaatio sähköautojen latausteknologiassa. Keskeinen ominaisuus on AC- ja DC-latausominaisuuksien

yhdistäminen, mikä tekee siitä joustavan vaihtoehdon erilaisiin lataustarpeisiin. CCS-laturit käyttävät standardoitua liitäntää ja tiedonsiirtoprotokollaa varmistaen yhteensopivuuden eri sähköautomallien kanssa. Tämä universaali yhteensopivuus on merkittävä etu, sillä se mahdollistaa eri merkisten ja mallisten sähköautojen lataamisen samalla laturilla. Lisäksi CCS-laturit tarjoavat kaksisuuntaisen tehovirran ja erilaiset lataustasot, jotka tukevat älykkäitä latausstrategioita ja energianhallintaa. (8.)

## **2.7 CHAdeMO**

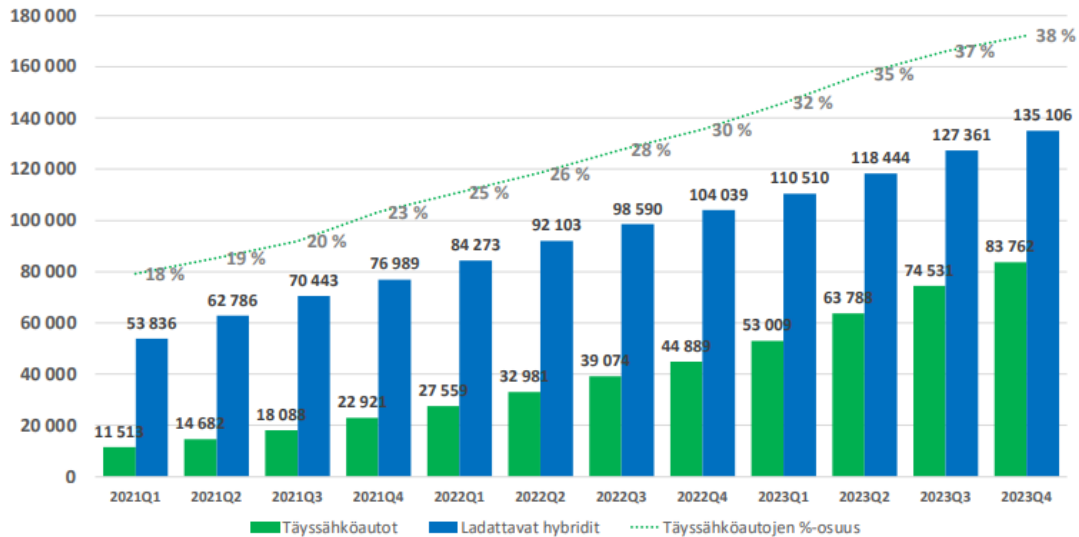
CHAdeMO on sähköautojen pikalatausstandardi, joka on kehitetty Japanissa. Se on yksi ensimmäisistä sähköautojen pikalatausstandardeista, jotka saapuivat markkinoille. Standardin päätavoitteita on tarjota nopea ja tehokas latausratkaisu. Tämä standardi tukee myös kaksisuuntaista latausta, mikä mahdollistaa energian siirtämisen ajoneuvosta takaisin verkkoon. Yhtenä haittapuolena CHAdeMO-standardissa on sen suhteellisen rajoitettu latausteho, joka on noin 60 kW. Tämä on vähemmän kuin uudemmissa latausstandardeissa, kuten CCS:ssä, joka tukee suurempia lataustehoja. Lisäksi CHAdeMO:n käyttämät latausasemat ovat usein kalliimpia ja monimutkaisempia verrattuna perinteisiin AC-lataussemiin. Tämän lisäksi CHAdeMO ei ole saavuttanut yhtä laajaa tukea kuin muut latausstandardit erityisesti Euroopassa, missä CCS-standardi on yleisempi. (9.)

### **3 SÄHKÖISEN LIIKENTEEN NYKYTILA SUOMESSA**

Sähköautojen markkinat ovat viime vuosina kokeneet merkittävää kasvua maailmanlaajuisesti. Tämä kasvu heijastaa teknologista kehitystä sekä maiden sitoutumista kohti kestävämpää ja puhtaampaa liikennettä. Hallitukset eri puolilla maailmaa ovat asettaneet tiukempia päästörajoituksia ja tarjoavat erilaisia kannustimia sähköautojen hankintaan. Tällaiset poliittiset päätökset ja taloudelliset tukimuodot ovat merkittävästi nopeuttaneet sähköautojen omaksumista markkinoilla.

#### **3.1 Täyssähköautot ja ladattavat hybridit**

Sähköautojen määrän kasvu on ollut Suomessa merkittävää viime vuosina. Vuoden 2021 ensimmäisestä neljänneksestä vuoden 2023 viimeiseen neljännekseen rekisteröityjen täyssähköautojen määrä on kasvanut yli 70 000 kappaletta. Sähköautojen määrän kasvu on ollut jatkuvaa ja nopeaa, mikä viittaa kuluttajien kasvavaan luottamukseen ja kiinnostukseen täyssähköisiä ajoneuvoja kohtaan. Tällä hetkellä Suomessa on yli 83 700 kappaletta täyssähköautoja ja ladattavia hybridejä on rekisteröity yli 135 000 kappaletta. Ladattavien hybridien määrä on myös kasvanut merkittävästi vuodesta 2021, jolloin niitä oli rekisteröity noin 53 800 kappaletta. Täyssähköautojen prosenttiosuus kokonaismäärästä vuonna 2021 oli 18 prosenttia, ja 2023 määrä on kasvanut 38 prosenttiin. Tämä osoittaa täyssähköautojen markkinaosuuden kasvun tapahtuvan myös suhteessa ladattaviin hybrideihin. Sähköautoja on rekisteröity Suomessa yhteensä lähes 219 000 kappaletta, ja ne muodostavat noin 7,9 prosenttia koko henkilöautokannasta. (10, s. 2; 11.)



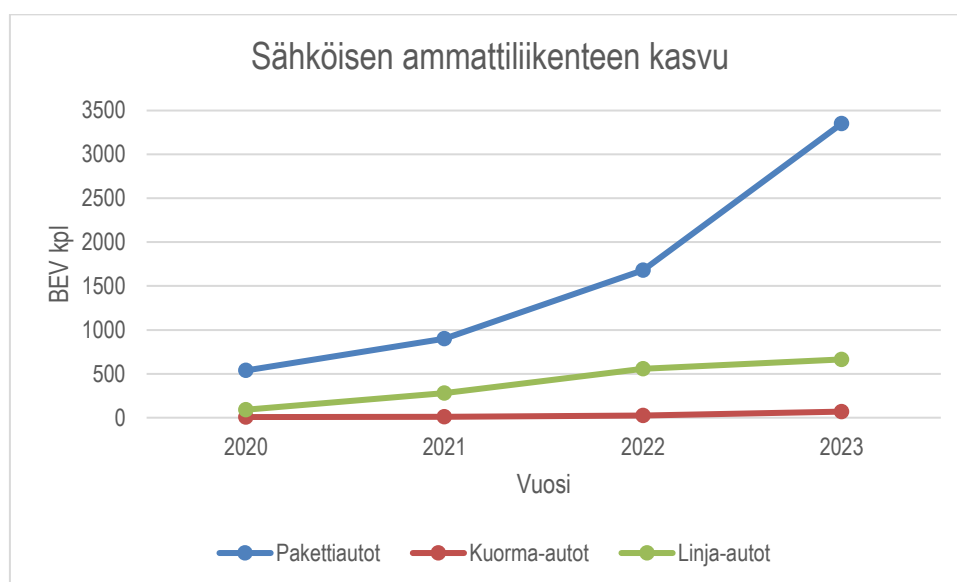
KUVA 1. Sähköautokannan kumulatiivinen kasvu (10, s. 11)

Liikenteen sähköistymistä varten Suomessa on otettu käyttöön erilaisia kannustimia, jotka kiihdyttävät autokannan kiertoa. Vuosille 2018–2021 oli mahdollista hakea hankintatukea täyssähköisen henkilöauton ostamiseen. Tuen suuruus oli 2000 euroa ja tuki oli rajattu enintään 50 000 euroa maksaviin autoihin. (11.) Vuoden 2021 aikana otettiin myös käyttöön nollaveroprosentti uusille täyssähköisille henkilö- ja pakettiautoille sekä täyssähköisten työsuhdeautojen verotusarvoa laskettiin 170–290 euroa kuukaudessa. Täyssähköisten työsuhdeautojen verotusarvon laskemista on tarkoitus jatkaa vuoteen 2025 asti. (12.) Vuonna 2022 täyssähköautojen hankintatuki tuotiin takaisin ja sitä oli tarkoitus jatkaa vuodelle 2023 asti, mutta yli 17 miljoonan tukirahaa varattiin sitä ennen loppuun (13). Vähäpäästöisille työsuhdeautoille myönnettiin verotusarvon alentamista vuosina 2022–2025. Suuruudeltaan verotusarvoa laskettiin 85–145 euroa kuukaudessa ja siihen on oikeutettu autolla, joiden hiilidioksidipäästöt ovat 1–100 g/km. (14.)

Nämä kannustimet ovat olleet yksi tärkeä syy sähköautokannan kasvuun. Kuluttajien näkökulmasta nämä kannustimet voivat olla ratkaiseva tekijä sähköautoon investoimisessa. Keskiarvolta uuden täyssähköauton hankkiminen vuonna 2022 on maksanut noin 50 000 euroa, kun uuden keskimääräisen bensiiniauton hinta on ollut vain 26 000 euroa. Hankintatukien ja verokevennysten ansioista tämä ero kuitenkin kapenee merkittävästi. (15, s. 25.)

### 3.1.1 Sähköinen ammattiliikenne

Sähköinen ammattiliikenne on Suomessa kriittisessä roolissa maan pyrkimyksissä siirtyä kohti hiilineutraalia liikennettä. Vuoden 2022 viimeisellä neljänneksellä Suomen raskaaseen liikenteeseen kuului 172 728 kuorma-autoa, 519 123 pakettiautoa ja 19 595 linja-autoa. Näistä sähköllä toimivia kuorma-autoja oli 25, pakettiautoja 1681 ja linja-autoja 558 kappaletta. Yhteensä raskaasta liikenteestä toimi sähköllä 0,32 prosenttia. Vuonna 2023 raskaan liikenteen sähköistyminen oli merkittävää (kuva 2). Sähköisten kuorma-autojen määrä nousi 69 kappaleeseen, joten kasvua tapahtui 176 prosenttia. Sähköisten pakettiautojen määrä lähes tuplaantui ja määrä kasvoi 3350 kappaleeseen. Sähköisten linja-autojen kasvu oli heikoin, vain 19 prosenttia. Kappalemäärissä tämä kuitenkin tarkoittaa 106 uuden sähköisen linja-auton käyttöönottoa. Vuonna 2023 sähköinen ammattiliikenne koosti raskaasta liikenteestä 0,56 prosenttia. (16.)



KUVA 2 Sähköisen ammattiliikenteen kasvu vuosina 2020–2023 (16)

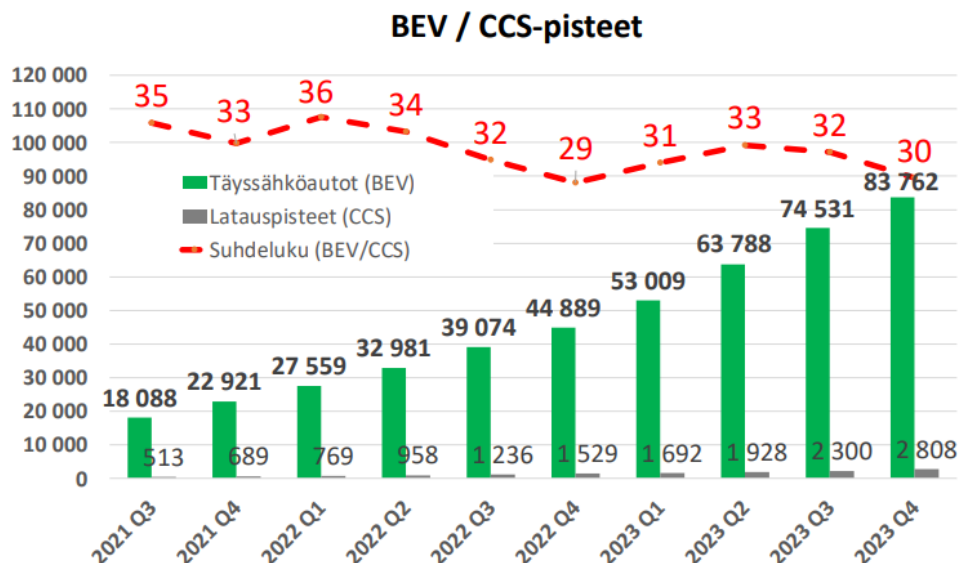
Sähköiselle ammattiliikenteelle on kehitetty myös erilaisia kannustimia, joilla yrityksiä ja yksityishenkilöitä saadaan nopeammin siirtymään sähköisiin ratkaisuihin. Vuoden 2022 alusta aloitettiin jakamaan hankintatukea sähkökäyttöisille paketti- ja kuorma-autoille. Tavoitteena on jakaa hankintatukea aina vuoteen 2024 asti, jos määrärahat riittävät. Tällä hetkellä kuorma-autojen määrärahoista on jaettu 59 prosenttia ja pakettiautojen määrärahoista 43 prosenttia. (17.) Sähköisille kuorma-autoille hankintatukea voi saada 6000–50 000 euroa riippuen ajoneuvon suurimmasta sallitusta massasta tieliikenteessä sekä yrityksen koosta. Esimerkiksi 6000 euroa tukirahaa voi hakea, jos ajoneuvon suurin sallittu massa tieliikenteessä on 3501 kg. Suurimman tukisumman ajoneuvolle

on oikeutettu hakemaan, jos suurin sallittu massa tieliikenteessä ylittää 26 000 kg ja yhdistelmämassa on vähintään 60 000 kg. Hankintatukea mikro- ja pienyritykset voivat saada korkeintaan 60 prosenttia, kun suuret yritykset saavat vain 30 prosenttia tukikelpoisista kustannuksista. Nämä kustannukset liittyvät sähkökuorma-autojen tai sähkökäyttöisten perävaunujen hankintaan, ja ne määritellään vertaamalla kustannuksia samankaltaiseen, mutta vähemmän ympäristöystävälliseen hankintaan. (18.) Sähköisille pakettiautoille tukea voi saada 2000–6000 euroa. Tuen määrät riippuvat pakettiauton koosta, jotka luokitellaan pieni-, keski- ja suurikokoisiin. Yrityksille hankintatuet tukikelpoisista kustannuksista ovat samat kuin sähköisillä kuorma-autoilla. (19.)

### 3.2 Suurteholatausinfrastruktuurin nykytila

Suomen suurteholatausinfrastruktuuri on kehittynyt merkittävästi viime vuosina vastatakseen kasvavaan sähköautojen määrään ja kuluttajien tarpeisiin. Vuoden 2021 ensimmäisellä neljänneksellä oli rekisteröity 18 088 täyssähköautoa ja 513 CCS-latauspistettä. Tämä suhdeluku oli tuolloin 35, mikä tarkoittaa yhtä latauspistettä 35 sähköautoa kohti. Vuoden 2023 viimeisellä neljänneksellä CCS-latauspisteiden määrä on kasvanut 2 808 pisteeseen. Suhdeluku on tässä vaiheessa laskenut 30:een, mikä viittaa infrastruktuurin paranemiseen suhteessa täyssähköautojen määrään. Näistä latauspisteistä 949 kappaletta on alle 150 kW teholuokaltaan ja loput 1859 kappaletta vähintään 150 kW teholuokassa. Suuremman kapasiteetin latauspisteiden määrä ylittää pienempitehoisten määrän, mikä viittaa investointien painottumiseen tehokkaampiin latausratkaisuihin. (10, s. 21.)

## Täyssähköautot ja suuritehoiset latauspisteet



KUVA 3. Täyssähköautojen ja suuritehoisten latauspaikkojen kasvu vuodesta 2021–2023 (10, s. 21.)

Tämän hetken yleisin HPC-laturi tarvitsee suurta tehoa verkosta. Uuden HPC-laturin päivittäminen pikalaturista vaatii uuden sähköliittymän, jotta sähköliittymän teho saadaan riittävän korkeaksi. Markkinoilla olevat laturit yleensä liitetään suoraan keskijänniteverkkoon, mikä tuo usein ongelman sähköyhtiöiden kanssa. Kiinteistö saadaan lähtökohtaisesti liittää vain yhteen sähköliittymään, minkä vuoksi HPC-aseman perustaminen mahdollisesti tarkoittaa maan auki kaivamista suuremman sähköliittymän vuoksi. Suomessa kuitenkin on tehty poikkeus sähköautojen latausjärjestelmien uudistamiseen, ja toisen liittymän perustaminen on sallittua. Toinen ongelma on sähköliittymien ja suurteholatureiden hintavuus. Suurteholaturin hinta voi olla neljä kertaa kalliimpi kuin normaali 50 kW:n pikalatausasema. (3.) Suomessa on otettu käyttöön erilaisia kannustimia, joilla investointeja on saatu houkuttelevammiksi.

Jakeluinfran tukien jakamisesta päättää Energiavirasto tarjouskilpailujen perusteella, ja tuen myöntämisen ehtona on EU:n yleisen ryhmäpoikkeusasetuksen noudattaminen. Infratukea jaettiin vuotena 2018 suuritehoisille latausjärjestelmille noin 150 000 euroa, ja tukea sai kaksi hakijaa. Paikallisen joukkoliikenteen latausjärjestelmien tukea ei hakenut kukaan, vaikka siihen oli budjetoitu 750 000 euroa. Suuritehoisille latausjärjestelmille budjetoitu summa oli 500 000 euroa. (25.)

Vuonna 2019 suuritehoisille latausjärjestelmille oli budjetoitu rahaa saman verran, ja sitä jaettiin 490 000 euroa 14 eri hakijan kesken. Samana vuonna paikallisen joukkoliikenteen latausjärjestelmien tukea jaettiin 610 000 euroa kolmen eri hakijan kesken. Seuraavana vuonna hyväksytyjen suuritehoisten latauspisteiden tarjousten määrä nousi merkittävästi 68 kappaaleeseen. Vuodelle 2020 budjetoitu tukimäärä oli 1 750 000 euroa, josta myönnettiin tukia 1 748 000 euroa. Linja-autojen latauspisteisiin budjetoitiin saman verran tukirahaa kuin edellisvuosina ja sitä myönnettiin 530 000 euroa kolmelle tarjoukselle. (25.)

Vuonna 2021 budjettimäärät pysyivät samana ja tukea jaettiin yhteensä 2 450 000 euroa yli 80 tarjouksen kesken. Vuonna 2022 tukirahoille järjestettiin kaksi tarjouskilpailua. Ensimmäisessä tarjouskilpailussa hyväksyttäviä tarjouksia oli 113 kappaletta ja tukirahaa myönnettiin 3 980 000 euroa. Budjetoitu summa tälle tarjouskilpailulle oli 5 000 000 euroa. Toinen järjestetty tarjouskilpailu oli merkittävä Suomen suurteholatausinfrastruktuuria ajatellen. Tukea myönnettiin 640 suuritehoiselle CCS-standardin mukaiselle latauspisteelle. Tämä tarkoitti sen aikaiseen CCS-suurteholatauspisteiden määrään 50 prosentin lisäämistä. (25.)

On myös huomioitava 16 latauskentän hanketta, joiden teho oli vähintään 1400 kW ja niistä kahdeksan tarjoaa 350 kW lataustehoa raskaalle liikenteelle. Hyväksyttävii tarjouksia oli 158 kappaletta ja tukirahaa jaettiin noin 7 810 000 euroa. Seuraavana vuonna tukea jaettiin suuritehoisille latauspisteille 8 250 000 euroa ja tarjouksia hyväksyttiin 157 kappaletta. Tarkasteltaessa myönnettujen tukirahojen ja hakijoiden kasvun määrää tulee ilmi, että yritysten ja muiden toimijoiden kiinnostus kohti latausinfrastruktuuria on huomattavassa kasvussa. Tämä todennäköisesti kiihdyttää Suomen suurteholatausinfrastruktuurin kehittymistä sekä laajenemista merkittävästi tulevaisuudessa. (25.)

### **3.2.1 Latauskentät, latauspisteet ja latauspistoketyypit**

Latauskentät ja -pisteet Suomessa kattavat erilaiset teholuokat ja liittintyytit vastaamaan sekä henkilöautojen että ammattikäytössä olevien ajoneuvojen tarpeita. Teholtaan alle 150 kW:n latauskenttiä on CHAdeMO-liitännällä 415 kappaletta ja CCS-liitännällä 515 kappaletta. Teholatauspisteiden kokonaismäärät Suomessa ovat kasvaneet. Niiden määrässä on nähtävissä muutoksia, jotka ilmentävät latausinfrastruktuurin dynaamista kehitystä. CHAdeMO-liittimillä varustettujen pisteiden määrä on laskenut neljä prosenttia ja on nyt 471. Toisaalta CCS-liittimillä varustettujen pisteiden määrä on noussut 35 prosenttia ja ylittää 949:ään. Suurtehoisen latauksen kentissä CCS-liittimillä varustettujen pisteiden määrä on merkittävä. Latauskenttiä on 440 ja pisteitä 1859 kappaletta, mikä on 126 prosenttia enemmän kuin aiemmin. Tämä korostaa, että Suomessa on panostettu voimakkaasti CCS-liittimien suurtehoiseen latausverkkoon. Tesla Supercharger -latauskenttien määrä on vähentynyt yhdeksästä kentästä seitsemään, ja pisteiden määrä on tippunut 15 prosentilla. Tämän pudotus viittaa CCS-liittimien yleistymiseen entisestään markkinoilla. (10, s. 24.)

### **3.3 Suurteholatausinfrastruktuuri ammattiliikenteessä**

Ammattiliikenteen suurteholatausinfrastruktuuri on tällä hetkellä Suomessa vielä puutteellinen. Vuonna 2023 Suomen sähköisen ammattiajoneuvokaluston merkittävä kasvu on tuonut esiin suurteholatausasemien tärkeyden. Tällä hetkellä ei ole julkista suurteholatausinfrastruktuuria, joka olisi suunnattu raskaalle liikenteelle. Raskaan liikenteen ajoneuvoja palvelevat latausasemat sijaitsevat pääsääntöisesti kuljetusyritysten varikoilla tai niiden toimitilojen yhteydessä, jolloin niiden käyttö on

rajoitettu. Pienimmille yrityksille tämä on ongelma, sillä niillä ei ole varaa investoida omiin latauspisteisiin. Suomessa logistiikka-alalla on paljon pieniyrityksiä, joten julkisen suurteholatausinfrastruktuurin valmistuminen lisää paljon mahdollisuuksia tukeutua sähköisiin ratkaisuihin. (20, s. 66.) Laaja julkinen suurteholatausverkosto tarjoaisi myös enemmän vaihtoehtoja reittisuunnitteluun ja tukisi taloudellisesti kestävästä liiketoimintaa (21).

## 4 SÄHKÖISEN LIIKENTEEN KASVUENNUSTEET VUOTEEN 2030

Suomen pyrkimyksenä on kasvattaa merkittävästi sähkökäyttöisten henkilöautojen määrää vuoteen 2030 mennessä. Tämä heijastaa laajempaa strategiaa vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja edistää kestävämpää liikennettä. Tämän strategian taustalla on Suomen sitoutuminen EU-lainsäädännön mukaiseen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen taakanjakosektorilla. Suomen tulee vähentää päästöjään taakanjakosektorilla 39 prosentilla vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoteen 2005. Kansallisella tasolla Suomi pyrkii vähentämään kotimaan taakanjakosektoriliikenteen päästöjä vähintään 50 prosentilla vuoteen 2030 mennessä. (22, s. 7.) Tieliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2005 11,8 miljoonaa tonnia, joten tavoite vuoteen 2030 on 5,9 miljoonaa tonnia. Tällä hetkellä ennustettu kehitys vuoteen 2030 mennessä on 7,0 miljoonaa tonnia, mikä tarkoittaa lisätoimia 1,1 miljoonan tonnin verran. (15, s. 30.)

Henkilöautot ovat merkittävä tekijä tieliikenteen hiilidioksidipäästöissä muodostaen yli puolet näistä päästöistä. Päästäkseen vuoden 2030 tavoitteeseen Suomen liikenteessä täytyisi olla yli miljoona sähköistä henkilöautoa ja täyssähköautojen määrän pitäisi olla noin 60 prosenttia. (23.) Täyssähköautojen tavoitemäärä on suurempi kuin ladattavien hybridien, mikä osoittaa voimakkaan suuntauksen kohti kokonaan sähköllä toimivia ajoneuvoja. Tämä kasvutavoite on linjassa monien maiden kanssa, jotka pyrkivät vähentämään päästöjä ja siirtymään pois fossiilisten polttoaineiden käytöstä liikenteessä. (24.) Perusennusteen mukaan tätä tavoitetta ei saavutettaisi vuoteen 2030 mennessä. Perusennustuksessa täyssähköautojen määrä jäisi noin 500 000 ja ladattavien hybridien määrä hieman yli 200 000 kappaleeseen. Merkittävin syy henkilöautokannan sähköistymisen hidastumiseen on ensirekisteriöintien vähäinen määrä vuosina 2023–2028, mikä hidastaa autokannan kiertoa. Tähän vaikuttavia syitä ovat talouden taantuma ja kasvava korkotaso, jotka vaikuttavat suoraan kuluttajien ostovoimaan. (15, s. 20.)

Lähemmäs tavoitetta päästäkseen Suomen tarvitsee jatkaa ja kehittää erilaisia kannusteita ja tukia. Henkilöautojen kierrätyspalkkio edistäisi autokannan uusiutumista. Palkkion saisi, kun vaihtaa vähintään 15 vuotta vanhan auton uuteen ladattavaan autoon. Myös autoveron alentaminen kiihdyttäisi autokannan kiertoa. Verokannusteisiin lisättäisiin nollapäästöisten autojen vakuutusmaksujen alentamista. (15, s. 36.)

Näiden esimerkkien avulla käyttövoimakannusteiden skenaariossa päästäisiin vuonna 2030 arviolta 695 400 täyssähköautoon ja 220 300 ladattaviin hybridiin. Yli miljoonan täyssähköauton raja ylitettäisiin 2033 tässä skenaariossa, kun perusennusteessa se ylitettäisiin vasta 2035. (15, s. 39.)

Sähköisten henkilöautojen arvioidulla määrällä vuonna 2030 olisi vain pieni vaikutus Suomen sähkön kokonaiskulutukseen. Tieliikenteen sähkönkulutus Suomessa olisi noin 3,5 terawattituntia, joka vastaisi noin neljä prosenttia koko maan sähköenergian kokonaiskulutuksesta tuona vuonna. Polttomoottorien korvaus sähköautoilla tieliikenteessä parantaisi energiatehokkuutta noin 300 prosenttia. Tämä vähentää liikenteen kokonaisenergiankulutusta ja vähentää fossiilisten polttoaineiden tuonnin tarvetta Suomeen. Kotimaisen vihreän energian käyttö lisää Suomen omaa energiaomavaraisuutta ja parantaa samalla energian toimitusvarmuutta. (23.)

#### **4.1 Ammattiliikenne Suomessa 2030**

Ammattiliikenteen kasvu riippuu julkisen suurteholatausinfraverkon laajentumisesta sekä erilaisten kannustimien tuomista mahdollisuuksista. Päästäkseen vuoden 2030 tavoitteisiin Suomen ammattiliikenteessä pitäisi olla 50 000 sähköistä pakettiautoa, joista 2/3 olisi täyssähköisiä. Kaupunkien bussiliikenteen täytyisi kulkea 100-prosenttisesti sähköllä ja täyssähköisiä kuorma-autoja olisi noin 5400 kappaletta (23.)

Sähköisten pakettiautojen uskotaan ottavan vuosina 2025–2028 kiinni henkilöautojen sähköistymisessä. Perusennusteessa sähköisten pakettiautojen määrä olisi vuonna 2025 noin 8900 ja vuonna 2030 jo 39 400 kappaletta. Ensirekisteröinneissä täyssähköisten pakettiautojen määrä vuonna 2030 olisi jo 50,3 prosenttia, kun vuonna 2023 se oli vain 12,7 prosenttia. Tämä kertoo autokannan kierrosta positiiviseen suuntaan, mutta sähköisten pakettiautojen kasvun määrä ennustetulla tahdilla ei kuitenkaan riitä tavoitteisiin pääsemiseksi. (15, s. 22–23.)

Sähköisten kuorma-autojen yleistymisen hidastaa akkujen korkeiden kustannusten, rajoitetun kantaman ja julkisen latausinfrastruktuurin kehittymisen hitauden vuoksi. Suomessa tiekuljetuksissa käytettävät ajoneuvoyhdistelmät ovat painavampia verrattuna keskimääräiseen eurooppalaiseen kalustoon. Tämän vuoksi raskaiden yhdistelmien sähköistämisessä tarvitaan suurempia akkuja, joiden latausta varten tarvitaan megawattiluokan latauskenttiä. Perusennustuksessa vuonna 2030 liikenteessä on alle 16 tonnin sähkö kuorma-autoja 350 ja yli 16 tonnin 840 kappaletta.

Käyttövoimakannusteiden skenaariossa vuonna 2030 täyssähköisiä pakettiautoja olisi 48 000 ja ladattavia hybridejä 600 kappaletta. Tässä skenaariossa päästäisiin hyvin lähelle Suomen asettamia tavoitteita ja sähköisiä pakettiautoja saataisiin lisättyä liikenteeseen 9200 kappaletta verrattuna perusennustukseen. Käyttövoimakannusteiden skenaariossa sähköisten kuorma-autojen määrä kasvaisi alle 16-tonnisissa 600 ja yli 16-tonnisissa 1400 kappaleeseen. Tärkeimpiä kannusteita tämän skenaarion tapahtumiseen ovat sähkökäyttöisten paketti- ja kuorma-autojen hankintatukien jatkaminen, varikkojen, terminaalien sekä julkisen latausinfraan tuet. (15, s. 42.)

## 5 SUURTEHOLATAUSINFRASTRUKTUURI TULEVAISUUDESSA

Vuoteen 2030 mennessä Suomen suurteholatausinfrastruktuuri on kokenut merkittävän kehityksen, joka heijastaa kansallisten sekä Euroopan unionin laajuisten säädösten vaikutuksia. Paras käsitys vuoden 2030 tilanteesta saadaan käsittelemällä AFIR-asetusehdotusta.

AFIR-asetusehdotuksen määritelmällä tarkoitetaan yleisesti saatavilla olevalla vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuuria. Yksinkertaistettuna se siis tarkoittaa vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöön tarkoitettua infrastruktuuria, joka on kaikkien saatavilla riippumatta siitä, kuka sen omistaa tai millaisia käyttöehtoja siellä on. (20, s. 46.) Sähköiselle liikenteelle AFIR edellyttää latausinfrastruktuurin rakentamista minivälimatkan välein TEN-T-ydin- ja kattavalle verkolle. TEN-T-liikenneverkko tarkoittaa Euroopan laajuista liikenneverkkoa, joka yhdistää Euroopan maantiet, ja se koostuu kattavasta verkosta, laajennetusta ydinverkosta ja ydinverkosta. Ydinverkon on tarkoitus valmistua vuoteen 2030 mennessä, laajennettu ydinverkko ja kattava verkko myöhemmin tulevaisuudessa. (26.)

Latausinfrastruktuurin määritellään sijaitsevan TEN-T-verkolla, jos se sijaitsee maksimissaan kolmen kilometrin päässä TEN-T-ydin- tai kattavasta verkosta. Ydinverkolle Suomen tarvitsee sijoittaa latausmahdollisuuksia vähintään 60 kilometrin välein henkilö- ja pakettiautoja varten. Näille latausmahdollisuuksille on asetettu kriteerejä eri vuosille, joiden pitää täytyä aikamäärään mennessä. Vuoden 2025 aikana jokaisen latauspoolin täytyy mahdollistaa vähintään 300 kW:n antoteho, ja yhden latauspisteen antoteho täytyy olla vähintään 150 kW. Näiden kriteerien täytyttyä Suomen täytyy jatkaa investointia, sillä vuonna 2030 latauspoolien tarvitsee mahdollistaa vähintään 600 kW:n antoteho. Latauspooleista vähintään kahden tarvitsee mahdollistaa 150 kW:n yksilöllinen antoteho. Lähtökohtaisesti latausinfrastruktuuri rakennettaisiin molemmille puolelle tietä, jotta se palvelisi liikennettä molempiin suuntiin. On kuitenkin mahdollista rakentaa yhteinen latauspaikka, jolloin latauspoolin täytyy täyttää kaksinkertaiset vaatimukset ja sen pitää olla helposti saavutettavissa molemmista kulkusuunnista. (20, s. 51–52.)

Poikkeuksia näille vaatimuksille on esitetty Suomen näkökulmasta kahdelle eri tapaukselle. TEN-T-verkon teillä, joissa vuorokausiliikenne on alle 10 000 tai alle 4000 kevyttä hyötyajoneuvoa päivässä, voidaan tehdä poikkeuksia koskien AFIR-asetusehdotuksen latausinfrastruktuuria. Alle 10 000 vuorokausiliikenteen teille riittäisi molempien kulkusuuntien kattava yhteinen latauspooli,

jonka teho noudattaisi yhden kulkusuunnan vaatimuksia. Tämä tarkoittaa siis latauspoolin teho-vaatimuksen puolittamista ja poikkeus kohdistuisi noin 85 prosenttiin TEN-T-kattavasta verkosta ja 50 prosenttiin TEN-T-ydinverkon pituudesta. Latauspoolien välistä matkaa nostettaisiin 60 kilometristä 100 kilometriin teille, joissa vuorokausiliikenne on alle 4000. Tämä vaikuttaisi 45 prosenttiin TEN-T-kattavasta verkosta ja 15 prosenttia TEN-T-ydinverkosta. (20, s. 52–53.)

AFIR-asetusehdotuksen täyttymiseksi voidaan arvioida latauspoolien tarvittava määrä vuoteen 2030 mennessä. Tässä arviossa otetaan huomioon poikkeukset alle 4000 ja alle 10 000 vuorokausiliikenteen teille, jotka hieman tiputtavat latauspoolien tarvittavaa määrää. TEN-T-verkon pituudesta laskettuna latauspoolien vähimmäismäärä on noin 60 kappaletta, kun otetaan huomioon sijoitustarpeet solmukohdille. Näistä 60 kappaleesta tarvitaan vain 8–9 latauspoolia kahden suunnan liikenteen palvelemiseen, jolloin niiden teho vaatimus on kahdenkertainen. Jäljelle jäävien 45–51 latauspoolien tarvitsisi teholtaan täyttää vain yhden suunnan liikenteen vaatimukset. (20, s. 55.)

## **5.1 Raskaan liikenteen Suurteholatausinfrastruktuurin vaatimukset**

Suomen on Neuvoston näkemyksen mukaan huolehdittava siitä, että vuoteen 2025 mennessä vähintään 15 % TEN-T-verkosta olisi varustettu raskaan liikenteen latausasemilla. Vuoteen 2027 mennessä on varmistettava, että ainakin 40 % TEN-T verkosta on katettu molempiin ajosuuntiin tarkoitettulla raskaan liikenteen latauspooleilla. Nämä latauspoolit tulisi sijoittaa enintään 120 kilometrin välein. Raskaan liikenteen latauspooleja olisi myös mahdollista rakentaa vain yksi molempien kulkusuuntien käyttöön, kunhan se täyttää kahdensuuntaisen liikenteen vaatimukset. (20, s. 67.)

Suomessa pitäisi olla vuoteen 2030 mennessä TEN-T-ydinverkko, jossa latauspoolit sijaitsevat toisistaan korkeintaan 60 kilometrin päässä toisistaan. TEN-T:n laajemman verkon kohdalla asemien välisen etäisyyden tulisi olla enintään 100 km. Lisäksi on tärkeää, että jokaisessa kaupunkien solmukohdassa on vähintään yksi raskaan liikenteen käyttöön soveltava latausasema vuoden 2025 loppuun mennessä. Vuoteen 2030 mennessä kunkin turvallisen pysähtymisalueen yhteydessä olisi oltava ainakin yksi raskaan liikenteen tarpeisiin vastaava latausasema. (20, s. 67.)

Suomelle on merkittävää, että sähköisen latausinfrastruktuurin lopulliset minimistandardit ottaisivat huomioon harvaan liikennöidyt alueet. Neuvoston yleiskäsityksen mukaan Suomella olisi mahdollisuus ilmoittaa komissiolle tehojen sopeuttamisesta teille, missä vuorokauden keskiliikennemäärä on alle 2000 raskaan liikenteen ajoneuvoa ja missä sopeuttaminen on yhteiskunnallisen talouden kannalta perusteltua. Samoin voitaisiin raportoida komissiolle joustoja TEN-T-ydinverkon teillä, joilla keskiverto raskas liikenne jää alle 800 raskaan liikenteen ajoneuvoon. Tämä sallisi latausasemien välimatkan kasvattamisen 100 kilometriin. Nämä joustot pitäisi tarkistaa kahden vuoden välein osana kansallisia edistymisraportteja. (20, s. 67–68.)

Neuvoston näkemysten mukaisesti Suomen olisi rakennettava vuoteen 2025 mennessä noin 8 raskaan liikenteen latausasemaa TEN-T-ydin- ja laajennetulle verkostolle. Vuoteen 2027 mennessä latausasemia laajennettaisiin noin 18 asemaan. Vuoteen 2030 tähtäävien tavoitteiden saavuttamiseksi arvellaan tarvittavan keskimäärin 60 latausasemaa, joiden yhteiset rakennuskustannukset nousisivat arviolta noin 30 miljoonaan euroon. Tässä arviossa ei ole otettu huomioon mahdollisia liittymis- ja sähköverkon päivityskustannuksia eikä neuvoston esittämiä välimatkajoustoja. (20, s. 68.)

Nykyinen ajoneuvokanta ei vielä tue infrastruktuurin markkinaehtoista kehittämistä. Jos julkisen tuen osuus on 50 %, valtion rahoituksen arvioidaan olevan 15 miljoonaa euroa raskaan liikenteen sähkölatausinfrastruktuurin vaatimusten täyttämiseksi. AFIR-vaatimusten mukaisesti Suomen on rakennettava lisää raskaan liikenteen latausinfrastruktuuria. Jos latausinfrastruktuurin vaatimukset tiukentuvat lopullisessa AFIR-asetuksessa, Suomen on huolehdittava entistä laajemman julkisen raskaan liikenteen sähkölatausinfrastruktuurin rakentamisesta. (20, s. 68.)

## **5.2 Latausteknologian trendit**

Sähköajoneuvojen kannan kasvun sekä latausinfrastruktuurin laajenemisen ohella myös latausteknologia ja siihen liittyvät asiat kehittyvät jatkuvasti. Uusiin innovaatioihin ja tehokkaampiin ratkaisuihin investoidaan paljon, mikä tuo markkinoille uusia mahdollisuuksia kuluttajille. Suurteholaturreissa investoinnit painottuvat kolmeen merkittävimpään kehityskohtaan. Näitä kehityskohtia ovat tehokkuuden, latausnopeuksien ja käyttäjäkokemusten parantaminen.

### 5.3 Jännitetason nousu

Jännitetason nousu on yksi näistä trendeistä, jotka tulevat vaikuttamaan edellä mainittuihin kehityskohtiin. Tällä hetkellä yleisesti käytetty 400 voltin jännitetaso häviää kaksinkertaisesti lataustehoa verrattaessa hieman harvemmin käytettyyn 800 voltin jännitetasoon. Tulevaisuudessa latausjännitetehto tulee yleistymään 920–1000 voltin tasolle, joka tuo lisää mahdollisuuksia lataustehoon. Lataustehoon toinen vaikuttava tekijä on virran nostattaminen, mutta se vaikuttaisi komponenttien sekä johtimien lämpökestävyyteen. Virtaa korotettaessa tarvitsisi myös kasvattaa latauskaapeliensa paksuutta, joka suoraan vaikuttaisi käyttäjäkokemuksen heikentymiseen. Näiden syiden vuoksi jännitetason nousu on tulevaisuudessa todennäköinen kehityssuunta, mutta samaan aikaan se on riippuvainen auton akuston kehittämisestä. (27.)

### 5.4 Solid state -akut

Solid state -akut tuovat mukanaan uudenlaisen lähestymistavan ajoneuvojen energianvarastointiin. Erilaisten perinteisten akkujen nestemäisen elektrolyytin sijaan nämä akut käyttävät kiinteitä materiaaleja, jotka tarjoavat useita etuja. Parempi energiatiheys mahdollistaa pidemmät ajomatkat, ja kiinteän elektrolyytin myötä akut ovat turvallisempia minimoimalla tulipalojen ja räjähdysten riskit. Kiinteiden komponenttien ansiosta akkujen käyttöikä venyy ja ne kestävät paremmin äärimmäisiä lämpötiloja. Solid state -akkujen nopeampi latausaika ja parempi kierrätettävyys tekevät niistä erittäin kiinnostavan mahdollisuuden tulevaisuudessa. Solid state -akkuteknologian kehitysvaiheessa kohdataan vielä teknisiä ja taloudellisia haasteita, mutta niiden ympäristövaikutukset ovat jo nyt huomattavat. Materiaalien vähäisempi tarve yhdistettynä korkeampaan energiatehokkuuteen pienentää liikenteen hiilijalanjälkeä ja keventää ajoneuvojen energiantarvetta, mikä tukee Suomen pyrkimyksiä puhtaampaan liikenteeseen. (28.)

### 5.5 V2G

Vehicle-to-grid (V2G) eli kaksisuuntainen lataus on tulevaisuudessa osana latausinfrastruktuuria. Käytännössä V2G tarkoittaa sitä, että autojen akkujen lataamisen lisäksi niitä voidaan purkaa ta-

kaisin sähköverkkoon. Tämä tasapainottaa sähköverkon kuormaa ja sähköauton hyötykäyttö lisääntyy huomattavasti, sillä liikenteessä autot ovat yleensä vain 5 prosenttia vuorokaudesta. V2G-tekniikalla sähköautoista saadaan irti paljon enemmän, joka hyödyttää niin kuluttajia kuin valmistajia. Suurimpana haasteena V2G-tekniikalle on tämänhetkisten latausasemien yksisuuntaisuuden muuttaminen kaksisuuntaiseksi. Tämä tulisi olemaan erittäin kallista ja onkin todennäköisempää, että vain uudet latausjärjestelmät tukisivat V2G-tekniikkaa tulevaisuudessa CCS-latausstandardin avulla. (29.)

## 5.6 Setec Power -akkukontti

Uusimmat tekniikat sähköautojen latausjärjestelmien alalla osoittavat merkittäviä edistysaskeleita tehokkuudessa ja joustavuudessa, jotka ovat kriittisiä tekijöitä latausinfrastruktuurin kehittämisessä. Setec Powerin konttilatausjärjestelmä edustaa innovatiivista ratkaisua, joka vastaa tehokkaasti nykyajan vaatimuksiin. Konttilatausjärjestelmä on suunniteltu erityisesti alueille, joilla on puutteellinen infrastruktuuri. Se tarjoaa tehokkaan tavan varastoida energiaa ja purkaa sen takaisin sähköajoneuvoihin. Konttilatausjärjestelmä voi hyödyntää uusiutuvia energialähteitä, kuten aurinko- ja tuulienergiaa. Järjestelmä tukee DC-latausta ja toimii 200–1000 voltin jännitealueella. Tehoa se pystyy antamaan 60–200 kW, joka on kilpailukykyinen tehomäärä perinteiseen suurteholataukseen verrattuna. Akkukontin suunnittelussa on otettu huomioon modulaarisuus, joka antaa mahdollisuuden mukauttaa teholuokkia ja akkukapasiteettiä asiakkaiden mukaan. Suomessa akkukonttiratkaisut voivat olla hyvä mahdollisuus parantaa sähköautoilun luotettavuutta varsinkin harvaan liikennöidyllä alueella. (30.)

## 6 HAASTEET

Suurteholatausinfrastruktuurin kehittymisen kannalta Suomessa täytyy myös huomioida mahdolliset haasteet tulevaisuudessa. On mahdotonta arvioida kaikkia tekijöitä tulevaisuutta varten, mutta seuraavassa luvussa käydään läpi todennäköisimmät haasteet.

### 6.1 Sähköverkon kapasiteetti

Sähköautojen ja sähköisen ammattiliikenteen yleistyessä sähköverkkojen täytyy pystyä vastaamaan yhä korkeampaan kysyntään. Suomessa tilanteessa kuitenkin sähköautojen yleistymiseen pystytään arvioiden mukaan vastaamaan hyvin eikä siitä pitäisi tulla ongelmaa. Sähköautojen lataus tapahtuu suurimmalta osin yöaikaan, jolloin sähkönkulutus on muuten minimissään. On kuitenkin tärkeää huomioida, että älykkäät latausjärjestelmät ovat merkittävässä roolissa kulutushuipputujen hallinnassa. Sähkönkulutus suurenee Suomessa muillakin osa-alueilla, jonka vuoksi sähkökapasiteetin riittävyys ei korreloi pelkästään sähköautokannan kasvuun. Tämän vuoksi onkin tärkeä valmistautua sähköverkon päivittämiseen tulevaisuudessa hyvällä ja joustavalla suunnitelmalla. (31.)

### 6.2 Muut käyttövoimaratkaisut

Suomessa liikenteen käyttövoimastrategiaa laajennetaan sähköajoneuvojen ohella myös muihin vaihtoehtoihin, kuten vetyyn ja kaasuun. Nämä teknologiat tarjoavat kilpailukykyisen vaihtoehdon sähkövoimalle. Tavoitemäärät eri ajoneuvotyyppien käyttöönottamiselle on asetettu, ja niiden saavuttamista tuetaan monenlaisten kannustimien kautta. Vaikka henkilö- ja pakettiautojen kaasukäyttöisten versioiden määrä laskee vuoden 2030 jälkeen, kaasuajoneuvot ovat nousussa raskaan liikenteen sektorilla. (20 s, 86–87.) Tämä tarjoaa sähkövaihtoehdoille merkittävää kilpailua tulevaisuudessa. Vetyajoneuvojen osalta markkinaosuus henkilö- ja pakettiautoissa pysyy suhteellisen pienenä tulevaisuudessa. Ne ovat kuitenkin saamassa jalansijaa erityisesti raskaassa liikenteessä. (20 s, 111–112.)

### **6.3 Maantieteelliset ja taloudelliset haasteet**

Suomi on suurimmalta osin harvaan asutettu maa, mikä tuo taloudellisia haasteita suurteholatausinfrastruktuurin rakentamiseen. AFIR-asetusehdotuksessa vaaditaan TEN-T-ydinverkolle latauspooleja 60 kilometrin välein ja kattavalle verkolle 100 kilometrin välein. Tämäkin voi tuottaa taloudellisesti kannattamattomia ratkaisuja, mutta isossa kuvassa latauspoolien sijoittaminen hieman harvemmin liikennöidyille teille tuo latausinfrastruktuurille sekä sähköautoilulle joustettavuutta ja luotettavuutta. Tukien ja kannusteiden merkitys korostuu paljon näissä tilanteissa, jolloin ei olisi taloudellisesti kannattavaa yrityksille rakentaa latausinfraa.

### **6.4 Poliittiset vaikutukset**

AFIR-asetusehdotus ei ole vielä hyväksytty ja siihen on mahdollista tulla muutoksia (20, s. 22). EU-tason päätökset voivat muuttua, joihin Suomen on pystyttävä reagoimaan nopeasti. Tavoitteiden kiristyminen ja tavoitteiden nopea vaihtuminen voivat tuottaa ongelmia, mutta Suomen omat tavoitteet esimerkiksi taakanjakosektorilla ovat jo valmiiksi tiukemmat kuin EU:n asettama tavoite. Suurimpia ongelmia tulisi reagoidessa raskaan liikenteen uusiin tiukempiin tavoitteisiin, sillä niissä Suomessa on eniten haasteita jo nyt. Lisäksi Kiinan rooli sähköautojen ja latausinfrastruktuurin kehittäjänä on merkittävä, ja sen vaikutus tulee ottaa huomioon tulevaisuuden politiikkaa suunniteltaessa. Kiinan teknologinen edistys ja markkinoiden laajeneminen sähköautojen alalla voivat vaikuttaa globaalisti muihin markkinoihin. (32.) Tämä voi pakottaa EU-maita nopeisiin strategisiin päätöksiin ja vaikuttaa suuresti Suomen suurteholatausinfrastruktuuriin.

## YHTEENVETO

Suomessa sähköautojen markkinat ovat kasvaneet merkittävästi viime vuosina, mikä heijastaa maailmanlaajuisia siirtymää kohti kestävämpää liikennettä. Vuodesta 2021 vuoteen 2023 täyssähköautojen määrä on kasvanut yli 70 000 kappaleella. Kokonaismäärä on noussut 38 prosenttiin kaikista ladattavista ajoneuvoista ja yhteensä ladattavia autoja on lähes 219 000 kappaletta. Tämä kasvu on osin seurausta hallituksen tarjoamista kannustimista, jotka ovat tehneet sähköautoista taloudellisesti houkuttelevamman vaihtoehdon.

Sähköisen ammattiliikenteen osalta Suomessa on otettu käyttöön erilaisia tukimuotoja sähkökäyttöisten paketti- ja kuorma-autojen hankintaan. Vuoteen 2023 mennessä sähköisten ammattiajoneuvojen määrä on kasvanut merkittävästi, mikä osoittaa Suomen sitoutumista hiilineutraalin liikenteen tavoitteisiin. Tämä kehitys tukee maan pyrkimyksiä vähentää liikenteen päästöjä ja edistää ympäristöystävällisempiä liikkumiskäytäntöjä.

Suomi pyrkii kasvattamaan merkittävästi sähkökäyttöisten henkilöautojen määrää vuoteen 2030 mennessä osana laajempaa strategiaa, joka tähtää kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen ja liikenteen kestävyden edistämiseen. Tavoitteena on vähentää liikenteen päästöjä vähintään 50 prosentilla verrattuna vuoteen 2005. Tämänhetkinen ennuste kuitenkin osoittaa, että lisätoimia tarvitaan päästöjen vähentämiseksi suunnitellulle tasolle, sillä ennustettu päästömäärä ylittää tavoitteen 1,1 miljoonalla tonnilla.

Perusennusteessa arvioidaan, että vuoteen 2030 mennessä täyssähköautojen määrä jää noin 500 000 kappaleeseen ja ladattavien hybridien määrä yli 200 000 kappaleeseen. Käyttövoimakannusteiden skenaariossa erilaisten kannusteiden avulla vuonna 2030 olisi 695 400 täyssähköautoa ja 220 300 ladattavaa hybridiautoa. Tässä skenaariossa yli miljoonan täyssähköauton raja ylitettäisiin vuonna 2033, kun taas perusennusteessa vasta vuonna 2035.

Suomen ammattiliikenteen sähköistyminen vuoteen 2030 riippuu suurteholatausinfrastruktuurin laajentumisesta ja erilaisten kannustimien vaikutuksesta. Tavoitteena on saada 50 000 sähköistä pakettiautoa, joista kaksi kolmasosaa olisivat täyssähköisiä, kaikki kaupunkibussit sähköllä kulkeviksi sekä noin 5400 täyssähköistä kuorma-autoa.

Perusennusteen mukaan sähköisten pakettiautojen määrä vuonna 2030 olisi 39 400, mutta tämä määrä ei riitä tavoitteiden saavuttamiseen. Sähkökuorma-autojen yleistyminen on hidasta korkeiden kustannusten ja latausinfra kehityksen hitauden takia, mikä ennustaa alle 16 tonnin sähkökuorma-autoja 350 ja yli 16 tonnin 840 kappaletta vuoteen 2030 mennessä.

Käyttövoimakannusteiden skenaariossa vuonna 2030 olisi 48 000 täyssähköistä pakettiautoa ja 600 ladattavaa hybridautoa, mikä lähestyy tavoitteita ja ylittää perusennusteen sähköisten pakettiautojen määrän 9200 kappaleella. Tämän skenaarion saavuttamiseksi keskeisiä ovat jatkuvat hankintatuet sekä varikoiden ja julkisen latausinfra tukeminen.

Vuoteen 2030 mennessä Suomen suurteholatausinfrastruktuuri on kehittynyt merkittävästi heijastaen kansallisia ja EU-tason säädöksiä. AFIR-asetusehdotus edellyttää sähköisen liikenteen latausinfrastruktuurin rakentamista tietyin välimatkoin TEN-T-verkon ydin- ja kattavalle verkostolle. TEN-T-verkoston latausinfrastruktuurin tulee sijaita korkeintaan kolmen kilometrin päässä ja henkilö- sekä pakettiautoille tulee olla latausmahdollisuuksia 60 kilometrin välein. Vuoteen 2025 mennessä jokaisen latauspoolin on mahdollistettava vähintään 300 kW:n antoteho, ja vuonna 2030 tämä vaatimus nousee 600 kW:iin.

Raskaan liikenteen suurteholatausinfrastruktuurille asetetut vaatimukset edellyttävät, että vuoteen 2025 mennessä 15 % ja vuoteen 2027 mennessä 40 % TEN-T-verkosta on varustettu raskaan liikenteen latausasemilla, sijoitettuna enintään 120 kilometrin välein. Lisäksi vuoteen 2030 mennessä jokaisessa kaupunkien solmukohtassa ja turvallisella pysähtymisalueella tulisi olla raskaan liikenteen latausasema.

Sähköajoneuvojen määrä ja latausinfrastruktuuri kehittyvät jatkuvasti. Keskeisiä kehityskohteita ovat lataustehokkuus, nopeus ja käyttäjäkokemus. Jännitetasen nousu mahdollistaa nopeamman latauksen. Tulevaisuudessa 400 voltin jännitetaso voi nousta jopa 1000 volttiin, mutta se edellyttää akkuteknologian kehitystä. Solid state -akut parantavat energiatiheyttä ja turvallisuutta tarjoten pidemmät ajomatkat ja nopeamman latauksen. Vehicle-to-grid (V2G) -teknologia integroi autojen akut osaksi sähköverkon kuormanhallintaa, mutta vaatii kaksisuuntaisia latausjärjestelmiä. Setec Powerin akkukontti tarjoaa modulaarisen ja tehokkaan ratkaisun erityisesti infrastruktuuriltaan heikommille alueille edistäen uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Nämä innovaatiot tukevat Suomen tavoitteita puhtaamman liikenteen suuntaan.

Suomen suurteholatausinfrastruktuurin kehityksessä tulevaisuudessa on useita haasteita. Sähköverkon kapasiteetti on keskeinen huolenaihe, mutta älykkäiden latausjärjestelmien avulla pystytään hallitsemaan kulutushuippuja, jolloin kapasiteettiongelmia ei ennakoida syntyvän. Käyttövoimaratkaisuiden monipuolistuminen, mukaan lukien vety- ja kaasujoneuvot, tuovat kilpailua sähköautoille.

Maantieteelliset ja taloudelliset haasteet liittyvät Suomen harvaan asutukseen, mikä tekee suurteholatausinfrastruktuurin rakentamisesta taloudellisesti haastavaa. AFIR-asetusehdotus edellyttää tiheää latauspoolien sijoittelua, mutta harvaan liikennöidyillä teillä tämä ei välttämättä ole taloudellisesti järkevää. Tämä korostaa tukien ja kannusteiden tärkeyttä.

Poliittiset vaikutukset liittyvät EU:n päätöksiin ja mahdollisiin tuleviin muutoksiin AFIR-asetusehdotuksessa. Suomen on oltava valmis reagoimaan nopeasti tavoitteiden kiristymiseen erityisesti raskaassa liikenteessä, jossa haasteet ovat suurimmat. Globaalit tekijät, kuten Kiinan rooli sähköautojen ja latausinfrastruktuurin kehittäjänä, vaikuttavat myös Suomeen.

## LÄHTEET

1. Go-e 2024. Mikä on DC-latausasema? Hakupäivä 18.3.2024. <https://go-e.com/fi-fi/aika-kauslehti/mikae-on-dc-latausasema>.
2. Halonen, Tommi 2011. Sähköliittymän toimitusprosessi. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 25.3.2024. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/26972/Halonen\\_Tommi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/26972/Halonen_Tommi.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
3. Sauliala, Tuomas 2020. Nyt on oikea aika rakentaa 150 kilowatin HPC-suurteholatausta – ja tehokkaampaakin. Oikosulku. Hakupäivä 25.3.2024. <https://oikosulkublogi.fi/latausverkot/nyt-on-oikea-aika-rakentaa-150-kilowatin-hpc-suurteholatausta-ja-tehokkaampaakin/>.
4. Studyelectrical.com. Electrical Substation: Equipment, Types, Components & Functions. Hakupäivä 25.3.2024. <https://studelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html>.
5. Qmerit 2023. The Role of Utilities in Supporting Electric Vehicle Charging Infrastructure. Hakupäivä 25.3.2024. <https://qmerit.com/blog/the-role-of-utilities-in-supporting-electric-vehicle-charging-infrastructure/>.
6. Electrly. What Is a DC Fast Charger & How Does It Work? Hakupäivä 25.3.2024. <https://electrly.com/ev-charging-guide/what-is-dc-fast-charger-and-how-does-it-work>.
7. Sauliala, Tuomas 2020. Näin toimii HPC-Suurteholataus. Oikosulku. Hakupäivä 27.3.2024. <https://oikosulkublogi.fi/uncategorized/nain-toimii-hpc-suurteholataus/>.
8. Greenc. CCS-laturien opas. Hakupäivä 25.3.2024 <https://greenc-ev.com/fi/ccs-laturien-opas/>.
9. Elepeek 2023. Is CHAdeMO AC or DC? Understanding the Charging Technology. Hakupäivä 25.3.2024. [https://www.elecpeek.com/is-chademo-ac-or-dc-understanding-the-charging-technology/#What are the disadvantages of CHAdeMO](https://www.elecpeek.com/is-chademo-ac-or-dc-understanding-the-charging-technology/#What%20are%20the%20disadvantages%20of%20CHAdeMO).
10. Sähköinen liikenne ry 2024. Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q4/2023. Hakupäivä 26.3.2024. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2023%20Q4%20Sa%CC%88hko%CC%88inenLiikenne%20tilannekatsaus%202024%2001%2030%20jaettava.pdf>.
11. Autoalan tiedotekeskus. Sähkö- ja kaasuautojen hankintatuet. Hakupäivä 25.3.2024. [https://www.aut.fi/ajankohtaista/sahko- ja\\_kaasuautojen\\_hankintatuki](https://www.aut.fi/ajankohtaista/sahko- ja_kaasuautojen_hankintatuki)

12. Vero 2022. Ajoneuvojen veroprosentit. Hakupäivä 25.3.2024. [https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/auto/autoverotus/autoveron\\_maara/ajoneuvojen-veroprosentit/](https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/auto/autoverotus/autoveron_maara/ajoneuvojen-veroprosentit/)
13. Metroauto. Mietityttääkö sähköautoilu? Tässä sähköautoilun perustietopaketti. Hakupäivä 25.2.2024. <https://www.metroauto.fi/sahkoloikka/sahkoautoilun-tietopaketti.html>.
14. ALD automotive 2021. Vähäpäästöisten autojen työsuhdeautojen veroetuudet 2022 alkaen. Hakupäivä 25.3.2024. <https://www.aldautomotive.fi/ajankohtaista/uutiset/uutinen/4922/vahapaastoisten-tyosuhdeautojen-veroetuudet-2022-alkaen>.
15. Kalenoja, Hanna, Kallio, Tero & Lausala, Tero 2023. Autoalan käyttövoimaennusteet. Autoalan tiedotuskeskus. Hakupäivä 26.3.2024. [https://www.aut.fi/files/2770/Kayttovoimaennusteet\\_2023\\_06\\_13.pdf](https://www.aut.fi/files/2770/Kayttovoimaennusteet_2023_06_13.pdf).
16. Tilastokeskus. 11ie -- Autot käyttövoiman mukaan, 1990-2023. Hakupäivä 26.3.2024. [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_mkan/statfin\\_mkan\\_pxt\\_11ie.px/table/tableViewLayout1/](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_mkan/statfin_mkan_pxt_11ie.px/table/tableViewLayout1/).
17. Traficom 2024. Vuoden 2024 määrärahatilanne. Hakupäivä 25.3.2024. <https://www.traficom.fi/fi/hankintatuet>.
18. Traficom. Hae hankintatukea sähkö-, vety- ja kaasukäyttöiselle kuorma-autolle. Hakupäivä 25.3.2024. <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-hankintatukea-sahko-vety-ja-kaasukayttoiselle-kuorma-autolle?tog-ple=Tuen%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t%20s%C3%A4hk%C3%B6k%C3%A4ytt%C3%B6isen%20kuorma-auton%2C%20vetyk%C3%A4ytt%C3%B6isen%20kuorma-auton%20ja%20s%C3%A4hk%C3%B6k%C3%A4ytt%C3%B6isen%20per%C3%A4vau-nun%20hankintaan>.
19. Traficom. Hae hankintatukea sähkö-, vety- ja kaasukäyttöiselle pakettiautolle. Hakupäivä 25.3.2024. <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/hae-hankintatukea-sahko-vety-ja-kaasukayttoiselle-pakettiautolle?tog-ple=Tuen%20m%C3%A4%C3%A4r%C3%A4t%20s%C3%A4hk%C3%B6-%20tai%20vetyk%C3%A4ytt%C3%B6isen%20pakettiauton%20hankintaan>.
20. Jääskeläinen, Saara, Ojala, Tuuli, Simonen, Emmi & Kola, Hanna 2023. Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfran kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. Liikenne ja viestintäministeriö. Hakupäivä 26.5.2024 [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164799/LVM\\_2023\\_4.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164799/LVM_2023_4.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

21. Espresso 2023. Plugit rakentaa Suomen ensimmäisen sähköisen ammattiliikenteen julkisen latausaseman Tampereelle. Hakupäivä 25.3.2024 <https://www.espressi.com/tiedotteet/logistiikka-ja-liikenne/plugit-rakentaa-suomen-ensimmaisen-sahkoisen-ammattiliikenteen-julkisen-latausaseman-tampereelle.html>.
22. Jääskeläinen, Saara 2021. Fossiilittoman liikenteen tiekartta. Liikenne- ja viestintäministeriö. Hakupäivä 26.3.2024. [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163258/LVM\\_2021\\_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/163258/LVM_2021_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
23. E-mobility 2023. Suomi sähköisen liikenteen edelläkävijä vuonna 2030. Hakupäivä 25.3.2024. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/fi/suomi-sahkoisen-liikenteen-edellakavija-vuonna-2030>.
24. Tieto.traficom 2023. Liikennejärjestelmän ympäristöllinen kestävyys. Hakupäivä 25.3.2024. <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/liikennejarjestelman-ymparistollinen-kestavyys>.
25. Energiavirasto. Liikenteen infratuki. Hakupäivä 21.4.2024. <https://energiavirasto.fi/liikenteen-infratuki>.
26. Liikenne- ja viestintäministeriö 2023. Suomelta huippusuoritus EU-ennakkovaiuttamisessa - EU:ssa alustava sopu Euroopan laajuista liikenneverkkoa koskevasta asetuksesta. Hakupäivä 21.4.2024. <https://lvm.fi/-/suomelta-huippusuoritus-eu-ennakkovaiuttamisessa-eu-ssa-alustava-sopu-euroopan-laajuista-liikenneverkkoa-koskevasta-asetuksesta>.
27. Oikosulku 2022. Kempower julkaisi sekä 400- että 800-voltin jännitteisiin kykenevän latauslaitteiston. Hakupäivä 21.4.2024. <https://oikosulkublogi.fi/latausverkot/kempower-julkaisi-seka-400-etta-800-voltin-jannitteisiin-kykenevan-latauslaitteiston/>.
28. Autodoc. Solid state -akku: Teknologia ja ympäristövaikutukset. Hakupäivä 21.4.2024. <https://www.autodoc.fi/info/solid-state-akku-teknologia-ja-ymparistovaikutukset>.
29. Ikonen, Taneli 2023. Mitä V2G tai kaksisuuntainen lataus tarkoittaa? Nordig Plug. Hakupäivä 21.4.2024. <https://nordicplug.fi/blogs/sahkoautot-ja-lataaminen-blogi/kaksisuuntainen-lataus-v2g>.
30. Setec Power. Container EV Charging System. Hakupäivä 21.4.2024. <https://www.setec-power.com/container-ev-charging-system/>.
31. Lempinen, Tommi 2020. Miten sähkö riittää, jos esimerkiksi 750 000 sähköautoa on latauksessa yhtä aikaa? Iltasanomat. Hakupäivä 21.4.2024. <https://www.is.fi/autot/art-2000006587036.html>.
32. Parvinen, Seija 2020. Kiina kilpailee globaaleista uuden teknologian automarkkinoista. Suomen pankin ajankohtaisia artikkeleita taloudesta. Hakupäivä 22.4.2024. <https://www.eurojatalous.fi/fi/blogit/2020/kiina-kilpailee-globaaleista-uuden-teknologian-automarkkinoista/>.