



Sähköautojen latausverkosto Suomessa ja siihen vaikuttavat tekijät

Elli Koivuniemi

Opinnäytetyö, AMK
Joulukuu 2024
Logistiikan tutkinto-ohjelma

Koivuniemi, Elli

Sähköautojen latausverkosto Suomessa ja siihen vaikuttavat tekijät

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2024, 43 sivua.

Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Liikenteen päästöjen vähentäminen on keskeinen osa ilmastoneutraaliustavoitetta, jotka Euroopan unioni ja Suomi ovat asettaneet tavoitteeksi tuleville vuosikymmenille. Fossiilisten polttoaineiden tilalle tulevat päästöttömät vaihtoehtoiset polttoaineet ovat osa siirtymää kohti kestäväää liikennettä. Tällä hetkellä vaihtoehtoisista polttoaineista käytetyin on sähkö. Sähköinen liikenteen kehityksen trendi osoittaa jatkuvaa kasvua niin teknologian kuin latausinfrastruktuurin osalta. Julkisen latausverkoston kehittäminen nähdään ratkaisevana osana sähköisen liikenteen yleistymistä ja saavutettavuutta.

Työn tarkoituksena oli luoda ajankohtainen katsaus julkiseen latausverkostoon ja siihen vaikuttaviin tekijöihin. Tutkimus keskittyi tarkastelemaan julkista latausverkostoa Suomessa, jota käyttävät kevyet ajoneuvot eli henkilö- sekä pakettiautot. Työn tavoitteena oli kartoittaa julkisen latausverkoston nykytilaa ja analysoida siihen vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi tarkasteltiin latausverkostolle asetettujen tavoitteiden toteutumisen tilannetta. Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena. Tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisuuskatsausta, jota sovellettiin tutkimuksen tarkoituksen mukaisesti. Aineistona tutkimuksessa käytettiin verkossa saatavilla olevaa aineistoa, kuten raportteja, tutkimuksia ja asiakirjoja. Aineistoa analysoitiin sisällyönanalyysejä hyödyntäen.

Tutkimuksessa tunnistettiin useita tekijöitä, jotka vaikuttavat julkisen latausverkoston kehitykseen Suomessa. Latausverkoston kehitystä ja laajentumista ohjaavat vahvasti EU:n laajuinen asetus vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurista ja sen pohjalta tehdyt kansalliset lisäykset. Lisäksi rahoitus- ja tukimahdollisuudet ovat lisänneet latauspisteiden rakennusta. Julkinen latausverkosto on kehittynyt muutaman viime vuoden aikana nopeasti. Tällä hetkellä tiheä latausverkosto on kuitenkin alueellisesti epätasainen Suomessa. EU:n jakeluinfra-asetuksen vaatimusten täytyminen ei riitä, vaan sähköisen liikenteen kehityksen tukemiseksi tarvitaan tiheä latausverkosto myös asetuksen ulkopuolelle jääville alueille.

Avainsanat (asiasanat)

Sähköauto, sähköinen liikenne, latausverkosto, latausinfrastruktuuri

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Koivuniemi, Elli

The electric vehicle charging network in Finland and factors affecting it

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2024, 43 pages.

Degree Programme in Logistics. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Reducing emissions in transportation is a key element of the climate neutrality goals set by the European Union and Finland for the coming decades. The transition from fossil fuels to zero-emission alternative fuels plays a significant role in moving towards sustainable transportation. Currently, electricity is the most commonly used alternative fuel. The trend in the development of electric transportation shows continuous growth in both technology and charging infrastructure. The development of the public charging network is considered crucial for the accessibility and adoption of electric transportation.

The purpose of this study was to provide an up-to-date review of the public charging network and the factors influencing it. The focus was on public charging infrastructure in Finland, that is primarily used by light vehicles such as passenger cars and vans. The objective was to scan the current state of the public charging network and analyze the factors affecting it. The study also examined the progress made toward achieving the goals set for the charging network. The research was conducted as a qualitative study. The chosen research method was a literature review, applied to suit the purpose of the study. The data consisted of publicly available online materials, such as reports, studies, and documents. The material was analyzed using content analysis.

The study identified several factors influencing the development of the public charging network in Finland. The expansion and development of the charging network are strongly guided by EU's Alternative Fuels Infrastructure Regulation and the corresponding national implementations. In addition, funding and subsidy opportunities have contributed to the construction of charging stations. The public charging network has rapidly developed in recent years. However, the density of the charging network in Finland is still regionally uneven. Meeting the requirements of the EU's Alternative Fuels Infrastructure Regulation alone is not enough. A dense charging network is also needed in areas beyond those covered by the regulation to support the growth of electric transportation.

Keywords/tags (subjects)

Electric vehicle, electric transportation, charging network, charging infrastructure

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Sähköinen liikenne	8
2.1	Sähköauto.....	8
2.2	Sähköinen liikenne Suomessa	9
2.3	Sähköauton lataus	10
2.4	Sähköisen liikenteen ympäristönäkökulma	13
3	Tutkimusasetelma	15
3.1	Tutkimuskysymykset ja aiheen rajaus.....	15
3.2	Aineiston hankinta	16
3.3	Aineiston analysointi	19
4	Julkiseen latausverkkoon vaikuttavat tekijät	20
4.1	EU:n ilmastostrategia	20
4.2	AFIR-asetus.....	21
4.3	Kansalliset tavoitteet.....	23
4.4	Rahoitus- ja tukijärjestelmät	25
4.4.1	Energiaviraston liikenteen infratuet.....	25
4.4.2	Verkkojen Eurooppa -tuet	26
5	Julkisen latausverkkoon nykytila	28
5.1	Latauspisteiden määrä ja jakautuminen	28
5.2	Palveluntarjoajat ja käyttäjäkokemus	30
5.3	Latausverkolle asetettujen tavoitteiden toteutuminen.....	31
6	Yhteenveto	34
7	Pohdinta.....	36
7.1	Opinnäytetyön toteuttaminen ja jatkokehitysideoita	36
7.2	Luotattavuuden arviointi.....	37
	Lähteet	39

Kuviot

Kuvio 1.	Ennuste sähköautokannan kehityksestä vuonna 2030 (Autoalan käyttövoimaennusteet 2022; Autoalan käyttövoimaennusteet 2024 & Kalenoja 2019, 9, 11).	10
Kuvio 2.	Latausinfrastruktuurin käsitteet (Recharging systems n.d., muokattu).	11
Kuvio 3.	Latauspistoketyypit (EV Charging Connector Types n.d.).	12

Kuvio 4. Julkiset latauskentät kartalla: vasemmalla kaikki asemat ja oikealla yli 100 kW asemat (Latauspisteet n.d.). 29

Taulukot

Taulukko 1. Yhteenveto TEN-T tieverkon latausverkoston vaatimuksista (Tieliikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuuri 2023. 2024, muokattu). 22

1 Johdanto

Euroopan unionin tavoite on olla ilmastoneutraali maanosa vuonna 2050. EU:n alueella kokonaisuudessaan liikenne aiheuttaa jopa neljänneksen päästöistä ja henkilöautoliikenne suurimman osan liikennesektorin päästöistä. Suomessa hiilineutraalin ja täysin fossiilittoman liikenteen takarajaksi on asetettu vuosi 2045. Näin ollen liikenteen päästöjen vähentäminen on merkittävä osa koko ilmastoneutraaliuden tavoitetta, joka on lähtöisin kansainvälisistä sopimuksista. Tällä hetkellä sähkö on päästöttömistä voimanlähteistä suosituin ja kehityksen suunta onkin kohti yhä sähköisempää liikennettä. (Euroopan vihreän kehityksen ohjelma 2019, 11; Euroopan parlamentti 2023 & Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfran kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023, 18.)

Sähköinen liikenne ja sähköautojen lataus on kehittynyt viime vuosien aikana odotettua nopeammin, mikä heijastuu julkisen latausverkoston tarpeeseen. Tästä huolimatta yksi suurista haasteista sähköautoon siirtymiseen on epävarmuus latauksesta. Ilman latausmahdollisuutta esimerkiksi kotona tai työpaikalla sähköautoilija on julkisen latausverkoston varassa (Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfran kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023, 32). Latausverkon kattavuuden ja toimivuuden kehittäminen edistää autokannan muutosta kohti sähköistä sekä tukee kestävästi liikenteen kehitystä.

Opinnäytetyö keskittyy tarkastelemaan Suomen julkista latausverkostoa. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat latausverkoston kehitykseen sekä mitkä ovat ohjaavia ja rajoittavia tekijöitä niin Euroopan unionin asettamien reunaehtojen kuin Suomen omien tavoitteiden osalta. Lisäksi tutkitaan nykyisen latausverkoston vahvuuksia ja heikkouksia. Osana nykyisen latausverkoston tarkastelua on tilannekatsaus latausverkolle asetettujen tavoitteiden nykytilasta. Opinnäytetyö on rajattu tarkasteltavaksi Suomessa julkisesti jokaisen saatavilla olevaan latausverkostoon.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa kokonaisvaltainen näkemys tämänhetkisestä julkisesta latausverkostosta Suomessa sekä siihen vaikuttavista tekijöistä. Suomen latausverkostosta on tehty

jonkin verran opinnäytetöitä sekä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom on kolmea vuonna tuottanut kartoituksen sähköisen latausinfrastruktuurin nykytilasta. Tässä työssä tarkoituksena on koota tietoa useasta lähteestä ja esittää ajankohtainen analyysi latausverkostosta.

2 Sähköinen liikenne

2.1 Sähköauto

Sähköinen liikenne käsittää kaikki ajoneuvot, jotka hyödyntävät sähköä toimiakseen. Tyypillisesti sähköinen ajoneuvo lataa akkuaan hyödyntämällä ulkoista sähköenergiaa. Tällaisia ajoneuvoja, jotka kulkevat sähköllä, kutsutaan sähköautoiksi. Toisaalta ajoneuvo voi olla varusteltu teknologialla, joka mahdollistaa sen tuottaa itse sähköä. (Grauers, Sarasini & Karlström 2013, 10.) Nämä niin sanonut kevythybridiautot lataavat akkua liike-energiaa hyödyntäen esimerkiksi jarrutuksen aikana. Kevythybridiautossa sähkömoottori on vain avustuksena ja autolla ei voi ajaa pelkän sähkövoimalla. (Autio 2021.) Lataushybridiautoissa eli hybridiautoissa sen sijaan on kaksi voimanlähdettä. Ne pystyvät hyödyntämään kahta voimanlähdettä liikkuakseen toisin kuin kevythybridiauto. Yksi voimanlähde on sähkömoottori, joka toimii täyssähköisen ajoneuvon tapaan. Lisäksi ajoneuvossa on toinen voimanlähde, usein polttomoottori. Nämä voimanlähteet voivat toimia itsenäisesti tai yhdessä, jolloin polttoaineen kulutus on pienempi verrattuna vain polttomoottorin käyttöön. (Mikä on hybridiauto ja kuinka se toimii? n.d.)

Yleensä sähköautolla tarkoitetaan ajoneuvoa, joka käyttää kulkeakseen pelkästään sähköä. Joissakin yhteyksissä sähköautosta puhuttaessa tarkoitetaan lisäksi myös lataushybridiautoja. Voikin olla tarpeen erottaa vain sähköllä kulkevat ajoneuvot ja käyttää niistä termiä täyssähköauto. Sähköinen liikenne voikin siis pitää sisällään myös muita käyttövoimia, mutta olennaista on, että ajoneuvo kykenee jollakin tapaa hyödyntämään sähköä liikkumiseen. Liikenteen sähköistyminen vaatii paljon muutakin kuin vain ajoneuvon, joka toimii sähköllä. Teknologian kehittyminen ja uudet innovaatiot ajoneuvotekniikassa ovat keskiössä. Toisaalta sähköiseen liikenteeseen siirtyminen vaatii myös yhteiskunnan muutosta laajemmin muun muassa sähkö- ja latausverkon kehityksen sekä ihmisten asenteiden osalta. (Grauers, Sarasini & Karlström 2013, 10–11.)

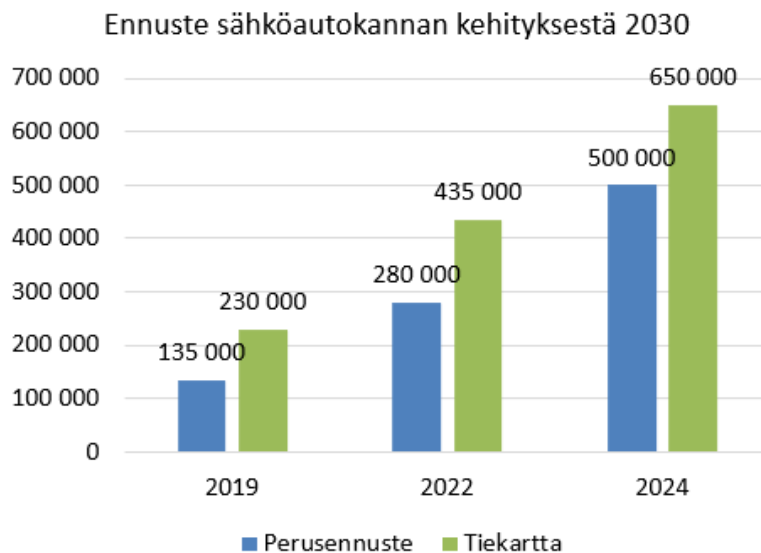
Sähköinen liikenne ja sähköiset ajoneuvot ovat alkaneet yleistymään 2000-luvulla. Kuitenkin jo 1800-luvun lopulla on liikuttu sähköisellä käyttövoimalla. Ensimmäisen nelipyöräisen sähköauton rakensi Thomas Parker vuonna 1884. Jo tätä ennen on kehitetty sähkömoottoreita. (Schoppert 2017.) Sähköautojen massatuotannosta puhuivat ensimmäisinä Henry Ford ja Thomas Alva jo vuonna 1914, mutta toinen maailmansota pysäytti sähköautojen tulehisen laajemmin (Varho

2015). Nykysähköautojen aikakausi alkoi 1990-luvulla uusien ympäristö- ja päästörajoitusten sekä hieman aiemmin olleen öljykriisin myötä. 2000-luvun ensimmäiset massavalmisteisia sähköautoja olivat Tesla Roadster sekä Nissan Leaf. (The History of Electric Cars: A Journey from Past to Present 2024.)

2.2 Sähköinen liikenne Suomessa

Liikenne sähköistyy ja sähköiset henkilöautot yleistyvät Suomessa kiihtyvällä tahdilla. Viimeisen viiden vuoden aikana sähköautojen määrä on kasvanut erittäin nopeasti. Vuoden 2024 puolella välissä henkilöautokanta Suomessa oli noin 2,8 miljoonaa autoa. Näistä noin 250 000 autoa oli sähköisiä eli lähes 9 %. Tässä laskelmassa sähköautolla tarkoitetaan kaikkia niitä autoja, joiden käyttövoima on kokonaan tai osittain sähköinen. Eli sähköautoihin luetaan niin täyssähköiset kuin hybridiautot. Sen sijaan täyssähköisiä henkilöautoja kaikista Suomen henkilöautoista oli lähes 100 000 autoa eli noin 3,5 %. (Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q2/2024. 2024.) Kaksi vuotta aiemmin vuoden 2022 puolivälissä vastaavat lukemat olivat: 4,4 % sähköautoja ja vajaa 2 % täyssähköisiä henkilöautoja (Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q2/2022. 2022). Eli kahden vuoden aikana sähköautokanta on jopa tuplaantunut.

Sähköautokannan kehityksestä on laadittu useita ennusteita useamman eri tahon osalta. Kuviossa 1 on esitetty Liikenne- ja viestintäministeriön sekä Autoalan ennusteet rinnakkain. Ennusteissa on kuvattu oletettu tilanne vuonna 2030 nimenomaan täyssähköautojen määrästä. Luvut on pyöristetty lähimmän 5000 mukaan. Vuosikohtainen luku on kyseisen vuoden ennuste sähköautojen määrästä. Kuviossa 1 voidaan havaita, että ennusteet ovat vuosittain kasvaneet melko paljon. Tähän syynä voi olla sähköisten henkilöautojen määrän voimakas kasvu viime vuosina. Traficomien tilastojen mukaan vuonna 2023 joka kolmas uusi auto oli täyssähköinen. Vuotta aiemmin 2022 vastaavasti joka viides oli täyssähköinen (Ajoneuvojen ensirekisteröinnit maakunnittain 2001–2024 n.d.)



Kuvio 1. Ennuste sähköautokannan kehityksestä vuonna 2030 (Autoalan käyttövoimaennusteet 2022; Autoalan käyttövoimaennusteet 2024 & Kalenoja 2019, 9, 11).

Perusennusteen ja tiekarttaennusteen välinen ero on suunnilleen sama eri vuosina. Tähän syynä on, että ennusteet on laadittu eri perustein. Sähköautokannan perusennuste on laadittu sen perusteella, että liikenteen verotus ja hinnoittelu tai autokannan ohjaustoimenpiteet eivät muutu. Tämän rinnalle on laadittu myös Autoalan tiekartta, jossa ennuste pohjautuu oletukseen, että autoalan ilmastostrategian mukaisia toimenpiteitä on toteutunut. Tiekarttaennuste on optimistisempi, koska se olettaa, että autovero poistuu vaiheittain sekä autokanta uusiutuu nopeammin lisääntyvän ensirekisteröinnin myötä. (Kalenoja 2019, 2–3.)

2.3 Sähköauton lataus

Sähköauton lataus tapahtuu pääsääntöisesti kotilatauksella tai julkisella latauspisteellä. Latausasema voi olla myös rajoitettu tietyille käyttäjäryhmälle esimerkiksi työpaikalla tai muilla pysäköintialueilla. (Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfran kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023, 39, 47.) Euroopan vaihtoehtoisten polttoaineiden seurantakeskus määrittelee mitä eroa on esimerkiksi latausasemalla ja latauspisteellä (ks. kuvio 2) (Recharging systems n.d.). Tässä opinnäytetyössä käytetään seuraavaksi esiteltyjä määritelmiä latausinfraan käsitteistä.



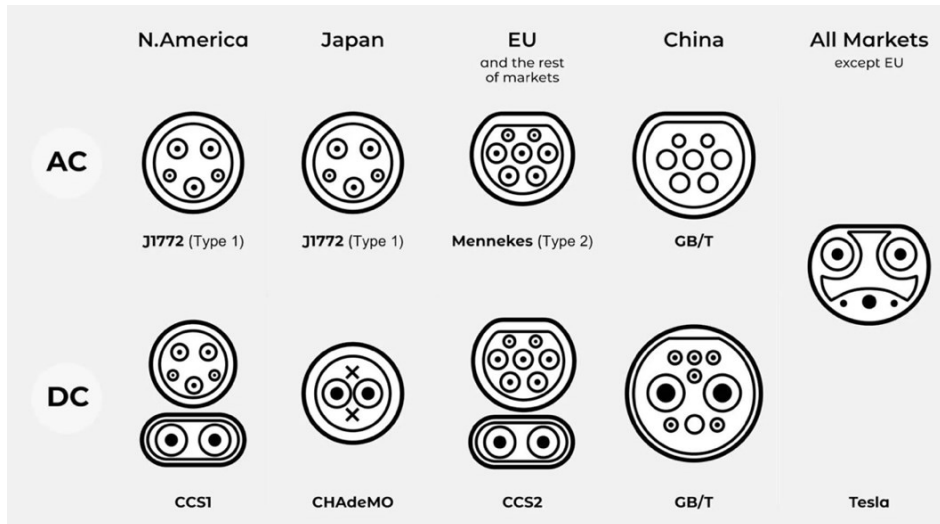
Kuvio 2. Latausinfrastruktuurin käsitteet (Recharging systems n.d., muokattu).

Latauskokonaisuudesta käytetään termiä latauskenttä, joka on yhden latauspisteoperaattorin eli palveluntarjoajan hallinnoima kokonaisuus. Tämän määritelmän perusteella yhdessä paikassa, esimerkiksi suurella liikenneasemalla voi olla useampi latauskenttä. Yhdellä latauskentällä voi sijaita useampi latausasema eli fyysinen lataustolppa. Yhdessä latausasemassa eli -tolpassa voi olla useampi latauspiste. Tyypillisesti latausasemassa on yksi tai kaksi latauspistettä. Liittimien määrä on lähes aina sama kuin latauspisteiden. On olemassa latauspisteitä, joissa on esimerkiksi kaksi latauspistettä ja kolme liittintä. Tällöin kuitenkin latauspisteiden määrä määrittää kuinka montaa autoa voidaan ladata samaan aikaan. (Recharging systems n.d.)

Lataustapoja ja -teknologioita on useita, mutta yksinkertaisin tapa on jaotella lataus kahteen ryhmään: peruslataus ja nopea lataus. Lisäksi autoa on mahdollista ladata pistorasiasta niin kutsutulla matkalaturilla. Tätä lataustapaa kutsutaan hidaslataukseksi. Hidaslatausta ei kuitenkaan suositella kuin poikkeustapauksissa, koska tavallinen pistorasia ei välttämättä ole vikavirtasuojattu, joka aiheuttaa tulipaloriskin. (Ikonen 2024a.) Sähköauton lataukseen käytettäviä pistokkeita on useita ja Suomessa käytössä on pääsääntöisesti kolme pistoketyyppiä, joihin latauskaapeli autossa kytketään. Eri pistoketyyppejä ja käyttötarkoituksia on esitelty kunkin lataustavan yhteydessä.

Peruslataus tapahtuu sähköverkosta tulevalla vaihtovirralla (AC), jonka auton sisäinen laturi muuntaa tasavirraksi, jota auton akku voi varastoida (Mitä eroa on AC- ja DC-latauksella? 2024). AC-lataus sopii kotilataukseen tai asiointilataukseen esimerkiksi kauppakeskuksissa tai työpaikoilla. Tyypillisen täyssähköauton akun lataus täyteen kestää 6–12 tuntia. Latauksen kestoon vaikuttavat

muun muassa auton akun kapasiteetti, sisäisen laturin teho, latausaseman teho ja sääolosuhteet. Lataushybridiautoissa akun koko on pienempi, jolloin akku latautuu nopeammin. (Ikonen 2024a.) Peruslataus tapahtuu Type 2 -liittimellä (ks. kuvio 3), joka on standardoitu EU:n alueella käytettäväksi peruslatauspistoketyypiksi (What are the EV charging plug standards? 2017).



Kuvio 3. Latauspistoketyypit (EV Charging Connector Types n.d.).

Nopeampi lataustapa eli DC-lataus ottaa sähköverkosta tasavirtaa, joka voidaan syöttää suoraan auton akkuun. (Mitä eroa on AC- ja DC-latauksella? 2024). Nopeampi lataus tapahtuu aina julkisella latausasemalla. Usein puhutaan pikalatauksesta, kun latauspisteen teho on enintään 50 kW ja tätä suurempi lataus on suurteholatausta. Auton akun voi ladata täyteen jopa 15 minuutissa, tyyppillinen aika on 30–45 minuuttia. (Ikonen 2024b.) Pikalatauksen yleisin pistoketyyppi on CCS2, josta yleisesti Suomessa käytetään nimitystä CCS. Toinen Suomessa käytettävä pikalatauspistoke on CHAdeMO, joka on etenkin japanilaisissa autoissa yleisesti käytettävä pistoketyyppi. (What are the EV charging plug standards? 2017.) Kuviossa 3 on myös muita latauspistokkeita, jotka ovat käytössä EU:n ulkopuolella.

Julkinen latausverkosto

Julkinen latausverkosto käsittää kaikki ne sähköauton latauspisteet, jotka ovat kaikkien käyttäjien saavutettavissa ilman rajoitteita. Julkista latausverkostoa voi siis käyttää kuka tahansa. Julkisia latauspisteitä tarjoavat useat palveluntarjoajat, jotka lähtökohtaisesti perivät käyttäjiltä maksua tarjottua latauspalvelua vastaan. Julkinen latausverkosto on välttämätön, jos kotilataus ei ole vaihtoehto. Tällöin sähköauton käyttäjä on riippuvainen julkisesta latausverkostosta. (Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfran kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023, 39, 46.)

Tyypilliset ongelmat sähköautoilussa ovat lyhyt toimintamatka ja epävarmuus latausmahdollisuuksista. Hyvä julkisten latauskenttien verkosto lisää kiinnostusta sähköautoihin ja vähentää esteitä niiden hankkimiselle. (Fitzgerald 2024.) Yhteiskunnallisesta näkökulmasta julkisen latausverkoston kehitys auttaa siirtymässä kohti vähäpäästöistä liikennettä. Euroopan unionin tavoitteena on, että sen alueella sähköajoneuvon lataaminen toimii samalla tavalla kuin polttoainesäiliön täyttäminen. (Sähköajoneuvojen latausinfrastruktuuri 2021, 8–9.) Laaja, kattava ja tiheä julkinen latausverkosto on hyödyksi sekä yksilölle että yhteiskunnalle.

2.4 Sähköisen liikenteen ympäristönäkökulma

Auton ympäristöystävällisyyttä voidaan vertailla usealla tavalla. Usein vertailua tehdään ”sähkö vastaan bensiini” -tyyppisesti, jolloin vertaillaan vain auton käytön aikaista käyttövoimaa ja tämän ympäristövaikutuksia. Kuitenkin ilmastonmuutoksen kannalta olennaista on verrata koko auton elinkaaren aikaisia päästöjä. Silloin huomioidaan auton valmistuksesta, käytöstä ja kierrätyksestä syntyvät päästöt. Auton elinkaaripäästöihin sisältyy myös polttoaineen tuotantoketju. (Ympäristö n.d.)

Auton elinkaaripäästöjä vertailtaessa sähköauton kokonaispäästöt ovat pienemmät kuin vastaavan polttomoottoriauton. Auton valmistuksen aikana päästöt voivat kuitenkin olla suuremmat sähköautossa. Tämä johtuu käytettävistä materiaaleista akkujen valmistamisen yhteydessä. Etenkin tietyt metallit ja mineraalit ovat harvinaisia ja niiden valmistukseen liittyy päästöjen lisäksi eettisiä

kysymyksiä. (Ympäristö ja kierrätys 2024.) Akkuteollisuuden kehittyessä sähköauton valmistuksen aikaisia päästöjä on mahdollista vähentää, joka entisestään laskee auton koko elinkaaren päästöjä.

Sähköauton käytön aikaiset päästöt ovat huomattavasti pienemmät kuin polttomoottoriauton. Kuitenkin vertailua vaikeuttaa sähkön tuotantotapa, josta sähköauton käytön päästöt suoraan riippuvat. (Ympäristö ja kierrätys 2024.) Volvo-automerkin julkaisussa on vertailtu XC40-automallin päästöjä eri sähköntuotantotavoilla sekä näiden suhdetta bensiiniversion käyttövaiheen päästöihin. Auton käyttövaiheen aikana tuulivoimalla tuotetun sähkön käyttö puolittaa auton elinkaari-päästöt verrattuna bensiiniversion. (Hiilijalanjälkiraportti n.d.)

Vuonna 2023 Suomessa tuotetun sähkön CO₂-päästökerroin oli 40 g/kWh. Jos huomioidaan sähköauton kulutukseksi 20 kWh/100 km, tarkoittaa se noin 8 g/km päästöjä. EU:n alueen sähköntuotannon keskiarvon mukaan CO₂-päästöjä syntyi 42 g/km. (Greenhouse gas emission intensity of electricity generation, country level 2024.) Polttomoottoriauton vastaava CO₂-päästölukema on noin 100–200 g/km. Tämä vaihtelee paljon esimerkiksi auton iän, kokoluokan ja käyttövoiman perusteella. (Ympäristö n.d.) Sähköntuotannossa on päästöjen osalta suurta vaihtelua, mutta lähes aina sähköauton käyttö on ympäristöystävällisempää kuin vastaavan polttomoottoriauton.

Sähköauton matalampien elinkaari-päästöjen lisäksi on muitakin hyötyjä ympäristön kannalta. Sähköauto ei tuota päästöjä eli polttomoottoriauton pakokaasuja ajon aikana. Tällä on suora yhteys parantuneeseen ilmanlaatuun. Mediassa esillä on ollut kaupunkien keskustojen rajoittaminen päästöttömille autoille. Esimerkiksi Tukholmassa käyttöön otettava ympäristövyöhyke on yksi keino päästöjen vähentämiselle ruuhkaisilla alueilla (Vain sähköautot kelpaisivat jatkossa Helsingin keskustassa – tällainen on uusi ympäristövyöhyke 2024.) Kaiken kaikkiaan sähköautot kehittyvät nopeasti ja teknologian kehityksen myötä ne ovatkin ympäristölle yhä parempi vaihtoehto.

3 Tutkimusasetelma

Tutkimus pohjautuu laadullisille tutkimusmenetelmille, koska opinnäytetyö rakentuu aiemmin tehdyn tutkimuksen ja tiedon pohjalle, jota lähdetään analysoimaan ja jäsentämään uudesta näkökulmasta. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä on kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Tämä menetelmä valikoitui, koska sen avulla voidaan yhdistää ja esittää aiempaa olemassa olevaa tietoa sekä muodostaa tiivistetty kuvaus jostakin ilmiöstä. Menetelmänä kuvaileva kirjallisuuskatsaus ei ole liian rajaava ja sen toteutus määräytyy tutkimuksen tavoitteiden myötä. (Salminen 2011, 6.)

Tutkimusmenetelmänä kirjallisuuskatsauksessa ei noudateta tiettyä kaavaa, vaan tutkimuksen tekijä voi soveltaa menetelmää haluamallaan tavalla tutkimuksen tarkoituksen mukaisesti (Vilka 2023, 10). Tämän opinnäytetyön aihe rakentuu kahden tutkimuskysymyksen ympärille, joita tarkasteltiin kirjallisuuskatsauksen metodien mukaisesti. Vilka (2023, 10) toteaa, että kirjallisuuskatsauksessa saa käyttää omaa luovuutta, mutta tärkeää on tutkimuksen läpinäkyvyys ja dokumentointi, jotta tutkimus on mahdollista toistaa. Seuraavissa alaluvuissa syvennytään tutkimuksen aiheeseen sekä aineiston hankintaan ja analysointiin. Nämä on kuvattu mahdollisimman tarkasti, jotta lukijalle selviää mitä missäkin vaiheessa on tehty ja millä tavoin.

3.1 Tutkimuskysymykset ja aiheen rajaus

Tutkimuskysymysten muotoutuminen ja aiheen rajaus lopulliseen muotoonsa vaati opinnäytetyön aiheeseen tutustumista ja alustavaa selvitystä saatavilla olevasta lähdemateriaalista. Hakala (2023, 10) mainitsee, että aiheen valinta on yksi opinnäytetyön tärkeimmistä ja samalla usein vaikeimmista vaiheista. Hakalan mukaan aiheen tulee olla ennen kaikkea työn tekijälle itselleen kiinnostava, mutta myös sopivasti ajankohtainen. Tämän opinnäytetyön aihe valittiin näillä perusteilla ja ensimmäinen aihe-rajauksen oli sähköautot. Opinnäytetyön aiheeksi pelkkä sähköautot on liian laaja. Sen takia aihe rajattiin uudelleen koskemaan sähköautojen julkista latausta Suomessa. Aihe on ajankohtainen liikenteen sähköistymisen kasvun myötä. Julkinen latausverkosto on keskeisessä roolissa, kun pyritään edistämään kestävästä liikennettä, jossa keskiössä ovat vaihtoehtoiset käyttövoimat fossiilisten polttoaineiden korvaajaksi. Tässä tutkimuksessa näkökulma on sähköisessä tie- ja liikenteessä ja erityisesti latausverkostossa. Julkinen latausverkosto mahdollistaa sähköautoiluun siirtymisen yhä useammalle.

Aihetta rajattiin vielä kolmannen kerran, koska julkinen latausverkosto on sekin itsessään laaja aihe ja pitää sisällään useita osatekijöitä, kuten teknologinen kehitys, käyttäjät ja ladattavat autot sekä latausinfrastruktuurin ylläpito ja taloudelliset tekijät. Hakalan (2023, 13) mukaan tutkimustehtävä eli tutkimuskysymys on koko tutkimuksen ydin. Tutkimustehtävä määrittää miten tutkimus etenee. Aluksi tutkimuskysymysten muotoutuessa toinen kysymys liittyi sähköautoihin, mutta tämän todettiin olevan liian kaukana aiemmin rajatusta aiheesta ja opinnäytetyö olisi tällöin käsitellyt kahta aihetta: sähköautot ja sähköautojen lataus.

Lopullinen rajaus tehtiin sen perusteella, että tutkimus olisi kattava, mutta samalla riittävän rajattu ja tiivis opinnäytetyön laajuus huomioiden. Haasteeksi tutkimuskysymysten muodostumiselle ilmeni aiheesta rajallisesti saatavilla oleva tieto. Tämä asettikin tiettyjä rajoitteita tutkimuskysymyksille, jotta aineistoa on mahdollista kerätä tarpeeksi laajasti, joka mahdollistaa laadukkaan ja luotettavan tutkimuksen tekemisen. Tutkimuksen aiheeksi rajattiin lopulta julkiseen latausverkostoon vaikuttavat tekijät ja julkisen latausverkoston nykytila. Tämä rajaus kuitenkin mahdollistaa aiheen analyysin useammasta näkökulmasta.

Aiheen rajauksen myötä opinnäytetyölle muodostui kaksi tutkimuskysymystä:

1. Mitkä tekijät vaikuttavat julkiseen latausverkostoon?
2. Millainen on julkinen latausverkosto tällä hetkellä?

Opinnäytetyössä keskitytään nimenomaan latausverkostoon, joka on kaikkien saatavilla ja jota käyttää pääsääntöisesti kevyet ajoneuvot eli henkilöautot sekä pakettiautot. Raskaan- ja ammatti-liikenteen lataus sekä yksityiset, kuten taloyhtiöiden ja yritysten latauslaitteet, on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

3.2 Aineiston hankinta

Kirjallisuuskatsauksen tekemiseen käytetään tutkimusaineistoa, joka valitaan ennalta määritellyin kriteerein tutkimukseen sopivaksi. Aineistoa valitessa olennaista on, että sen avulla voidaan vastata tutkimuskysymyksiin ja kirjallisuuskatsaukselle asetetut tavoitteet on mahdollista saavuttaa.

Perinteikästä on käyttää aineistona vain vertaisarvioituja tutkimusartikkeleita, mutta kirjallisuuskatsaus menetelmänä mahdollistaa myös muiden tyyppisten aineistojen käyttämisen tutkimustaroituksessa. (Vilka 2023, 29.)

Tässä opinnäytetyössä hyödynnetään verkossa saatavilla olevaa aineistoa, kuten ajankohtaisia raportteja, tutkimuksia ja asiakirjoja. Pääasiassa käytettiin laadullista aineistoa, mutta osittain aineistona oli myös määrällistä aineistoa, jota kuitenkin hyödynnettiin laadullisesta näkökulmasta. Tutkimusaineisto koostuu lähtökohtaisesti harmaasta kirjallisuudesta, joka on muuta kuin vertaisarvioidut tutkimukset ja kirjallisuus. Vilka (2023, 29) kuitenkin huomauttaa, että harmaa kirjallisuus käsitteenä ei lähtökohtaisesti tarkoita, että aineisto olisi huonompaa kuin vertaisarvioidut teokset. Hän lisää, että useat harmaan kirjallisuuden aineistot on kuitenkin jollakin tapaa arvioitu tai laadullisesti määritelty.

Aineiston hankinnassa sovellettiin Vilkan (2023, 45) viisi vaiheista hakuprosessia, jonka kaksi ensimmäistä vaihetta osoittautuivat tärkeimmiksi. Hakuprosessissa olennaisena osana tiedon haku ja seulonta ovat yhteydessä toisiinsa koko prosessin ajan:

1. Tutkimuskysymysten huolellinen määrittely
2. Avainsanojen tunnistaminen
3. Haun suunnittelu luonnollisen ja kontrolloidun kielen ero hahmottamalla
4. Sisällyttämisen- ja poissulku kriteerein hakujen rajaaminen ja laimentaminen
5. Tutustuminen eri hakutekniikoihin

Aineiston hakuprosessi alkoi luvussa 3.1 esiteltujen tutkimuskysymysten määrittelyllä, joiden pohjalta luotiin muutama tärkein hakusana: ”latausverkosto”, ”latausverkoston kehitys” ja ”latausinfrastrukturi”. Aineistonkeruun alkuvaiheessa tietolähteitä haettiin eri tiedonhakupalveluista, kuten Google Scholar, Jyväskylän ammattikorkeakoulun Janet Finna verkkokirjasto sekä tätä kautta käytettävät muut tietokannat. Näistä tiedonhakupalveluista ei kuitenkaan löytynyt käyttökelpoista aineistoa aiemmin mainituilla hakusanoilla. Hakusanoja ja niiden yhdistelmiä laajennettiin, mutta tutkimukseen kelpaavaa aineistoa ei löytynyt. Vilka (2023, 38) toteaa, että tutkimuskysymystä ei ole syytä hylätä, jos ensimmäisellä hakukerralla ei löydy soveltuvaa aineistoa. Hän kannustaa pohtimaan miksi näin tapahtui sekä jäsentämään uudelleen hakusanoja ja -tapoja.

Tämä pohjalta aineiston hakua laajennettiin tieteellisten tietokantojen ulkopuolelle ja lähdeaineistoa kerättiin muun muassa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Valtioneuvoston julkaisuarkiston Valton, Euroopan unionin ja Finlexin verkkosivuilta sekä internetin hakupalveluista. Edellä mainittujen verkkosivujen hakutoiminnot olivat vaihtelevia ja julkaisuarkistot laajoja, joten hakusanoja vaihdettiin ja kokeiltiin useaan kertaan. Tiedonhaun aikana tuli ilmi, että monessa aineistossa puhutaan uusista tai vaihtoehtoisista polttoaineista, joten myös nämä hakusanat otettiin käyttöön. Vilkan (2023, 45) hakuprosessin neljäs vaihe osoittautui tämän opinnäytetyön aineiston hankinnan kohdalla turhaksi, koska aineistoa oli haastava löytää. Aineistoa ei ollut juurikaan tarpeen poissulkea, koska oikeilla hakusanoilla löydetty aineisto oli rajallista ja löydettyt lähteet olivat pääosin kaikki sopivia.

Lähdekritiikki

Lähdekritiikkiä käytetään arvioimaan valittujen lähteiden tai aineiston laatua. Lähteiden laadun arvioiminen on kriittisen tärkeää, koska tutkimukseen valittu aineisto on suoraan yhteydessä koko opinnäytetyön laatuun ja luotettavuuteen sekä edelleen tulosten hyödynnettävyyteen. Lähteiden arviointi tulisi toteuttaa koko kirjallisuuskatsauksen prosessin ajan. Lähdekriittisyyttä voi arvioida yksi asia kerrallaan. Helpointa on lähteä liikkeelle julkaisuajankohdasta, josta selviää, miten ajankohtaista tieto on. (Vilka 2021, 82.) Tämän opinnäytetyön osalta aineistolle ei ollut tarvetta määritellä erikseen aikarajausta, koska tutkimuksen aihe on verrattain tuore ja aikarajaus määrittyi tällä tavoin luonnollisesti.

Vilka (2021, 82) jatkaa, että seuraavaksi arvioidaan aineiston kirjoittajaa. Tämän tutkimuksen aineistosta osa on lakipykälää tai muita virallisia asiakirjoja ja julkaisuja, joissa kirjoittajaa joko ei ole mainittu tai kirjoittajatieto ei ole olennaista. Aineistoissa alan järjestöjen ja virastojen sivuilta ei myöskään ole mainittu kirjoittajaa. Tässä tapauksessa onkin oleellista arvioida aineiston julkaisijan luotettavuutta. Aineistoksi kelpuutettiin sellaisista lähteistä, jotka ovat yleisesti tunnettuja ja luotettavia toimijoita. Näiden lähteiden taustalla tieto on tarkistettu ja usein aineiston laadintaan on hyödynnetty alan asiantuntijoita.

3.3 Aineiston analysointi

Aineiston analyysin tarkoituksena on synnyttää uutta tietoa alkuperäisistä lähteistä (Vilka 2023, 70). Sen lisäksi analyysin tavoite on saada luotua lähdeaineistosta kokonaisuus, joka on perusteltu, tiivis ja luo johtopäätöksiä tutkimuksen aiheesta tai ilmiöstä. Tässä opinnäytetyössä aineiston analyysi toteutettiin sisällönanalyysiä hyödyntäen. Menetelmänä se on yksi käytetyimmistä laadullisen tutkimusaineiston tarkastelussa. Sisällönanalyysi sopii hyvin monenlaisen aineiston tarkasteluun ja sen toteutustapa vaihtelee aineiston ja tutkimuksen mukaan. Sisällönanalyysin tärkein tavoite on auttaa järjestämään aineisto tiiviiseen ja selkeään muotoon, jossa on kaikki olennainen tieto aineistosta. Tämän jälkeen aineistosta on mielekästä tehdä johtopäätöksiä. (Puusa 2020, 143.)

Sisällönanalyysissä aineistoa voidaan lähestyä kolmella tavalla: aineistolähtöisesti, teoriaohjaavasti tai teorialähtöisesti. Tässä opinnäytetyössä sovellettiin sekä aineistolähtöistä että teoriaohjaavaa sisällönanalyysiä. Aineistolähtöisessä analyysissä aineisto ohjaa täysin tutkimuksen etenemistä ja käsitteet syntyvät aineistosta tehtyjen päätelmien mukaan. Sen sijaan teoriaohjaava analyysi olettaa käsitteet jo valmiiksi ja aineisto liitetään jo oletettuihin käsitteisiin. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 98.) Tuomi ja Sarajärvi (2018, 91) jakavat aineistolähtöisen sisällönanalyysin kolmeen vaiheeseen: pelkistäminen, ryhmittely ja teoreettisten käsitteiden luominen. Tässä opinnäytetyössä aineistolähtöinen sisällönanalyysi rajoittui sen ensimmäisen vaiheeseen, jonka jälkeen analyysi eteni teoriaohjaavasti. Opinnäytetyön aiheeseen ei liity valmiita teorioita, mutta analyysi eteni samankaltaisesti kuin teoriaohjaava sisällönanalyysi eli valmiille aiheille etsittiin vahvistusta.

Aineiston analyysin ensimmäinen vaihe tapahtui oikeastaan jo ennen varsinaista aineiston hankintaa, kun muodostettiin alaotsikoita tutkimuskysymysten alle. Alatosikoiden aiheet määriteltiin sen tiedonhaun pohjalta, mitä aiheen rajauksen yhteydessä oli tehty. Nämä etukäteen määritellyt aiheet olivat ohjaavia tekijöitä aineiston hankinnan aikana. Kun aineisto oli kokonaisuudessaan kerätty, aineistoa analysoitiin aineistolähtöisen sisällönanalyysin ensimmäisen vaiheen eli pelkistämisen mukaisesti. Aineistosta poimittiin tutkimuskysymysten kannalta kaikki olennainen tieto. Aineiston pelkistäminen tehtiin korostamalla aineistosta olennaiset kohdat sekä tekemällä jokaisesta aineistosta lyhyt tiivistelmä. Tämä vaihe oli analyysissä jopa tärkein, koska aineistossa oli paljon epäolennaista tietoa.

4 Julkiseen latausverkkoon vaikuttavat tekijät

Julkiseen latausverkkoon vaikuttavat useat tekijät niin kansallisella kuin Euroopan unionin tasolla. Tässä pääluvussa tarkastellaan etenkin poliittisia tekijöitä, jotka ohjaavat julkisen latausverkon kehitystä Suomessa. Näihin tekijöihin kuuluvat EU:n asetus vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurista ja kansalliset tavoitteet, jotka täydentävät EU:n linjauksia. Lisäksi tarkastellaan rahoitus- ja tukijärjestelmiä, jotka tukevat latausverkon kehittymistä.

4.1 EU:n ilmastostrategia

EU:n ilmastopolitiikan linjaukset ja sitä myötä tehdyt päätökset vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurista ohjaavat EU:n jäsenvaltioita kohti päästötöntä liikennettä. EU:n pitkän aikavälin strategia ilmastopolitiikan osalta asettaa tiukkoja rajoja liikenteen päästöille. Vuoteen 2035 mennessä kaikkien EU:n alueella myytävien uusien henkilö- ja pakettiautojen on oltava täysin päästöttömiä (Ilmastopaketti: uudet henkilö- ja pakettiautot päästöttömiä vuodesta 2035. 2023). Päästöttömiä vaihtoehtoisia polttoaineita käyttävät autot tulevat merkittävästi kasvamaan ja nykytrendin mukaisesti sähköautot ovat merkittävin vaihtoehto polttomootoriautoille. Tämä asettaa paineita julkisen latausverkon kehitykselle, jotta tavoite on mahdollista saavuttaa.

Euroopan unionin ilmastostrategian keskiössä on Vihreän kehityksen ohjelma, jonka tavoitteena on tehdä Euroopasta ilmastoneutraalimaanosa viimeistään vuonna 2050. Ohjelma sisältää suuren määrän uudistuksia ja ehdotuksia, jotka tuodaan osaksi lainsäädäntöä. Ensimmäinen merkittävä lainsäädännöllinen ohjauskeino Vihreän kehityksen ohjelman mukaisesti on niin kutsuttu ilmastolaki, joka astui voimaan kesällä 2021. (Euroopan vihreän kehityksen ohjelma 2019, 4.) EU:n tavoitteena on 55 %:in kasvihuonekaasujen päästövähennys vuoteen 2030 mennessä, kun päästötasoa verrataan vuoteen 1990. Täyden ilmastoneutraaliuden tavoitevuosi on 2050. (Asetus 2021/1119/EU.)

”Liikenteen osuus EU:n kasvihuonekaasupäästöistä on neljännes, ja se kasvaa edelleen”. Näin todettiin vuonna 2019, kun Vihreän kehityksen ohjelma laadittiin. (Euroopan vihreän kehityksen ohjelma 2019, 11.) Liikenteen päästöjen vähentämiseksi Vihreän kehityksen ohjelman mukaisesti on

vuonna 2020 laadittu kestävän ja älykkään liikkuvuuden strategia, joka on 82 aloitteen toimintasuunnitelma seuraavan neljän vuoden ajalle. Toimintasuunnitelma on hahmotelma lainsäädännöllisistä muutoksista, jotka tukevat Vihreän kehityksen ohjelman tavoitteita. Esimerkiksi yksi kohta toimintasuunnitelmassa on: ”Vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuuria koskevan direktiivin tarkistaminen ja toteutussuunnitelma rahoitusmahdollisuuksineen ja edellytyksineen”. Tämä viittaa AFIR-asetukseen ja Verkkojen Eurooppa -tukiin, jota käsitellään seuraavissa luvuissa. (Kestävän ja älykkään liikkuvuuden strategia – Euroopan liikenne tulevaisuuden raiteelle 2020.)

4.2 AFIR-asetus

Euroopan unionin alueella vaihtoehtoisten käyttövoimien infrastruktuurista säädetään asetuksella (EU) 2023/1804 vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta ja direktiivin 2014/94/EU kumoamisesta. Tästä asetuksesta käytetään lyhennettä AFIR-asetus tai eli Alternative Fuels Infrastructure Regulation tai jakeluinfra-asetus. AFIR-asetus määrittää vähimmäistehon kutakin rekisteröityä sähköautoa kohden. Latausverkoston osalta asetus määrittää latauskenttien etäisyyksien ja antotehon minimivaatimuksen. (Asetus 2023/1804/EU.) Aikaisempaan vuoden 2014 direktiiviin vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöönotosta verrattuna uusi jakeluinfra-asetus asettaa yhteiset ehdot EU:n alueen jäsenvaltioille ja yhtenäistää alueen latausmahdollisuuksia ja latausinfrastruktuuria.

AFIR-asetuksen 3 artiklassa esitetään, että julkisten latausasemien kautta saatava latausteho on oltava vähintään 1,3 kW jokaista täyssähköistä autoa kohden. Täyssähköautoja oli vuoden 2024 puolessa välissä noin 100 000, joka tarkoittaa 130 000 kilowatin kokonaisantotehoa. Lataushybridien osalta teho on hieman alhaisempi, vähintään 0,8 kW. Suomen lataushybridikannan osalta tämä tarkoittaisi kesäkuussa 2024 noin 120 000 kilowatin antotehoa kokonaisuudessaan. Kaiken kaikkiaan julkisten latausasemien antotehon tulisi olla tarkasteluaikana Suomessa vähintään 220 000 kW, jotta jakeluinfra-asetuksen mukainen vähimmäisvaatimus täyttyy. Näitä kahta teho vaatimusta on sovellettava vähintään siihen saakka, kunnes täyssähköautojen osuus kokonaisautokannasta on 15 %. Tällä hetkellä Suomessa vastaava luku on 3,5 %. (Asetus 2023/1804/EU.)

Jakeluinfra-asetuksessa määritellään vähimmäiskattavuus julkisesti saatavilla oleville latauskentille. AFIR-asetuksessa latauskenttä määritellään tarkoittavan ”yhtä tai useampaa tietyssä paikassa

olevaa latausasemaa” ja latausasema voi koostua ”yhdestä tai useammasta latauspisteestä”. (Asetus 2023/1804/EU.) Julkisten latauskenttien vähimmäismäärät on määritelty Euroopan laajuiselle TEN-T liikenneverkolle. Jakeluinfra-asetus ei siis määrittele latausverkoston ehtoja muille tieosuuksille. TEN-T liikenneverkko voidaan jakaa ydinverkkoon ja kattavaan verkkoon. Ydinverkkoon maanteiden osalta Suomessa kuuluvat valtatie Turusta Vaalimaalle ja Helsingistä Tornioon. Kattava verkko on Suomessa laaja ja käsittää useat tieosuudet suurimpien kuntien välillä. (Tieliikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuuri 2023. 2024, 10–11.)

Taulukossa 1 on esitetty jakeluinfra-asetuksen mukaiset vähimmäisvaatimukset latausverkostolle. Ylempänä on latausaseman kokonaisteho ja alempana latauspisteiden vähimmäismäärä sekä yksittäisen latauspisteen vähimmäisteho. Eri vuosien kohdalla vaatimukset tulee täytyä viimeistään kyseisen vuoden viimeisenä päivänä. Yleisenä sääntönä on, että latauskenttien välimatka saa olla enintään 60 kilometriä. Latauskentän tulee sijaita TEN-T verkon välittömässä läheisyydessä tai korkeintaan kolmen kilometrin päässä lähimmästä poistumisliittymästä. Lisäksi etenkin rajat ylittävillä tieosuuksilla on varmistettava, että 60 kilometrin raja ei ylity, vaikka valtion raja ylitettäisiin. (Asetus 2023/1804/EU.)

Taulukko 1. Yhteenveto TEN-T tieverkon latausverkoston vaatimuksista (Tieliikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuuri 2023. 2024, muokattu).

	Ydinverkko	Kattava verkko
2025	400 kW 1 kpl 150 kW	
2027	600 kW 2 kpl 150 kW	300 kW 1 kpl 150 kW*
2030		300 kW 1 kpl 150 kW
2035		600 kW 2 kpl 150 kW
	*Vähintään 50 % tieverkon pituudesta	

AFIR-asetuksessa latausverkoston vähimmäisvaatimuksille on määritelty kolme poikkeusta, jos jäsenvaltio voi perustella sen käyttöönoton vähäisen liikenteen tai heikon kustannus-hyötysuhteen perusteella:

1. Molempia kulkusuuntia yhteisesti palveleva latauskenttä, jos keskimääräinen vuorokausiliikenne on alle 8500 henkilöautoa. Tällöin latauskentän on oltava teholtaan kaksinkertainen taulukossa 1 esitettyihin tehoihin verrattuna sekä kulun latauskentälle on oltava molemmista suunnista vaivaton.
2. Latauskentän kokonaistehon alentaminen enintään 50 %. Tämä poikkeus on hyväksyttävä, mikäli tien keskimääräinen vuorokausiliikenne on alle 8500 henkilöautoa.
3. Latauskenttien välinen vähimmäisetäisyys 100 kilometriä. 60 kilometrin rajaa voidaan nostaa, jos keskimääräinen vuorokausiliikenne on alle 3000 henkilöautoa.

Jakeluinfra-asetus määrittelee lataustehojen ja latauskenttien määrän lisäksi myös muita latausinfrastruktuurille vaadittuja ehtoja. Kertalataus on aina oltava mahdollista jokaisessa latauspisteessä, vaikka lisäksi lataus olisi mahdollista sopimukseen tai automaatioon perustuen. Uusissa käyttöönotetuissa latauspisteissä tulee olla mahdollisuus korttimaksuun tai vähintään lähimaksuun. Jo käytössä oleviin latauspisteisiin on asennettava vastaavanlainen maksuominaisuus vuoteen 2027 mennessä. Maksupäätteitä on oltava vähintään yksi, joka palvelee koko latauskenttää. Edellä mainitut vaatimukset koskevat vain yli 50 kilowatin latauspisteitä. Alle 50 kilowatin latauspisteiden osalta ohjeistukset ovat löyhempiä ja ainoana vaatimuksena on hinnan esittäminen selkeästi. (Asetus 2023/1804/EU.)

4.3 Kansalliset tavoitteet

Suomessa noudatetaan AFIR-asetuksen mukaisia säädöksiä, jotka on sellaisenaan toteutettava. Asetus asettaa latauspisteiden minimivaatimukset etenkin pääteille ja suurien kaupunkien välisille tieosuuksille. Suomen kansallisella jakeluinfraohjelmassa on mainittu, että AFIR-asetuksen vaatimusten täyttymien ei ole riittävä sähköisen liikenteen kehityksen kasvua ajatellen. AFIR-vaatimukset eivät huomioi TEN-T verkon ulkopuolisia alueita lainkaan. Todennäköistä on, että edes TEN-T verkon vähimmäismäärät latauskentistä eivät ole riittäviä. Latauspisteitä on saatava lisää niin TEN-T verkkoon kuin myös sen ulkopuolelle jääville alueille. Suomen olisi mahdollista hyödyntää AFIR-asetuksen poikkeuksia etenkin vähänliikenteisten teiden osalta. Tällöin latauspisteiden määrä ja kokonaisteho uhkaa jäädä liian alhaiseksi. Sen takia Suomessa kansalliseksi tavoitteeksi asetetaan, että viimeistään vuonna 2030 vähintään 150 kilowatin latauspisteiden välinen etäisyys on enintään 50 kilometriä. Tämä on 10 kilometriä tiukempia rajaus kuin AFIR-asetuksessa.

(Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfraan kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023, 12, 58.)

Toinen kansallinen tavoite koskee latauspisteiden määrää suhteessa sähköautoihin. Etenkin matkantekoa ajatellen tavoite on, että jokaista sataa henkilö- ja pakettiautoa kohden Suomessa on 1,5 vähintään 150 kilowatin suurteholatauspistettä. Vaikka toimenpiteet ja tavoitteet kohdistuvat paljon julkiseen suurteholatausverkostoon, eli ns. pikalatausinfraan, myös hitaalle julkiselle lataukselle on tarvetta. Etenkin kaupunkien keskustoissa kotilatausta voi olla mahdoton toteuttaa, joten hitaat julkiset laturit toimivat tällöin kotilatauksen korvikkeena. Julkista hidasta latausta halutaan kehittää yhteistyössä yritysten ja julkisten toimijoiden kanssa. (Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfraan kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023, 63.)

Kolmas kansallinen tavoite on, että jokaista täyssähköistä henkilö- ja pakettiautoa kohden julkista lataustehoa on vähintään 3 kW. AFIR-asetuksen tavoitteeseen 1,3 kW teho per auto verrattuna Suomen tavoite on yli kaksinkertainen. Lataushybridiajoneuvojen osalta kansallinen tavoite on 0,66 kW antoteho jokaista ajoneuvoa kohden. Tämä tavoite on hieman matalampi kuin AFIR-tavoite 0,8 kW. Tämä selittyy sillä, että kansallinen jakeluinfraohjelma on laadittu aiemmin kuin AFIR-asetus astui voimaan, jolloin asetus ei ollut vielä lopullisessa muodossa. (Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfraan kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023, 64.)

Rakennusten varustaminen latauspisteillä

Rakennusten omistajat ovat velvoitettuja asentamaan latauspisteitä tai latauspistevalmiuksia rakennuksien yhteydessä oleviin pysäköintipaikkoihin. Julkisen latausverkoston osalta olennaista on muiden kuin asuinkäytössä olevien rakennusten latauspisteet. Muu kuin asuinkäytössä oleva rakennus tarkoittaa rakennusta, jonka kerrosalasta alle puolet on asumiskäytössä. Latauspisteen tulee täyttää tekniset vaatimukset liittimen ja tehon osalta. Latauspiste voi olla normaali- tai suurtehoinen, mutta tehon tulee olla vähintään 3,7 kW. Latausliittimen tulee olla normaalitehoisissa latauspisteissä Type 2 -tyyppinen ja suurteholatauspisteissä CCS. (L 733/2020, 3 §, 5 §, 6 §, 7 §, 9 § & Peltola 2021.)

Uusiin tai laajamittaisesti korjattaviin ei asuinkäytössä oleviin rakennuksiin, joissa on yli 10 pysäköintipaikkaa, on asennettava vähintään yksi suuritehoinen latauspiste tai pysäköintipaikkojen lukumäärän mukaan 1–3 normaalitehoista latauspistettä. Olemassa oleviin rakennuksiin on eri vaatimus. Yli 20 pysäköintipaikan rakennuksessa on oltava vähintään yksi latauspiste asennettuna vuoden 2024 loppuun mennessä. Lisäksi uusiin tai laajamittaisesti korjattaviin rakennuksiin on rakennettava latauspistevalmius, jos pysäköintipaikkoja on yli 10. Latauspistevalmiuden suhde pysäköintipaikkoihin vaihtelee pysäköintialueen paikkojen määrän mukaan. (Peltola 2021.)

4.4 Rahoitus- ja tukijärjestelmät

Julkisen latausverkoston rakentamista ja laajentumista tuetaan moni eri tavoin. Tukien ja avustusten avulla pyritään edistämään liikenteen vihreän siirtymän tavoitteita ja edistämään markkinaehtoisen latausinfrastruktuurin kehittymistä. Suomessa latauspisteiden rakentamiseen on mahdollista hakea niin kansallisia kuin EU:n laajuisia tukia. Avustuksia haetaan avoimien hakujen kautta ja tuen myöntämiselle on asetettu tiettyjä ehtoja ja kriteereitä.

4.4.1 Energiaviraston liikenteen infratuet

Suomessa liikenteen infrastruktuuritukea myöntää Energiavirasto, joka jakaa tukia Valtioneuvoston asetuksen mukaisesti. Asetus määrittää säännöt, joiden pohjalta hakukierroksille määritellään tuen myöntämisen ehdot. Lisäksi asetuksen pohjalta sähköautojen latauspisteille on kohdistettu tietty määräraha. Sähköistä latausinfraa on tuettu säännöllisesti vuodesta 2018 alkaen ja tukea on voinut hakea kerran vuodessa sekä poikkeuksena vuonna 2022 järjestettiin kaksi hakukierrosta. (Latausinfrastruktuurien vaikuttavuuden arviointi 2024, 66.) Latauspisteille myönnetty tuen määrä on kasvanut runsaasti etenkin viimeisimpien hakukierrosten aikana. Kokonaisuutena Energiaviraston latausinfrastruktuurituki on kasvanut vuosittain ja tuettujen latauspisteiden määrä on noussut määrärahan noustessa. Myös hakijamäärä on kasvanut merkittävästi kuuden vuoden aikana: 2018 vastaanotettiin tarjous 2 hakijalta ja vuonna 2023 määrä oli kasvanut 157 hakijaan. (Liikenteen infratuki n.d.).

Edellisen kerran tukea hankkeille, joissa rakennetaan latauspisteitä henkilöautojen julkista latausverkostoa varten, on myönnetty vuonna 2023. Yhteensä kuuden vuoden aikana Suomessa on myönnetty tukea lähes 2000 latauspisteelle, joka vastaa noin viidesosaa kaikista julkisista latauspisteistä. Virallinen liikenteen latausinfrastruktuuriohjelma alkoi vuonna 2018, mutta myös tätä ennen

on myönnetty kahtena vuonna, 2011 ja 2017, joitakin lataushanketukia. (Latausinfratukien vaikuttavuuden arviointi 2024, 68.) Vielä keskeneräisten vuosien 2024–2025 hakukierroksilla Energiaviraston liikenteen infrastruktuuritukea on mahdollista hakea sähköisen liikenteen latausverkoston osalta vain raskaan liikenteen tarpeisiin rakennettaviin latauspisteisiin. (Liikenteen infratuki n.d.)

Julkisen latausverkoston hankkeille on asetettu kriteereitä, joiden mukaan tukihakemus voidaan joko hyväksyä tai hylätä. Yleisinä edellytyksinä on muun muassa käyttöönotto 20 kuukauden sisällä. Lisäksi hankkeelle ei saa olla aiemmin myönnettyä tukea eikä hanketta ole suunniteltu toteuttavaksi ilman julkista tukea. (Liikenteen infratuki n.d.) Energiaviraston infratukiohjelmassa oli myös kriteereitä, joilla tietyntyyppisen hankkeet asetetaan korkeammalle. Kuten uusia teknologioita hyödyntävät hankkeet. Tämän tyyppisille hyväksytyille hankkeille myönnettiin 10 % suurempi tuki. Joinakin vuosina tuen myöntämisessä on korostettu alueellista kohdentumista. Tällöin etusijalle asetettiin hankkeet, jotka sijoittuivat kuntiin, joissa ei ole vielä suurteholatauspisteitä. Yleisesti tehokkaampi latausasema oli etusijalla ja tehokkuudesta oli mahdollista saada suurempi tuki. Myös AFIR-asetuksen mukaisen TEN-T verkon varrelle suunnitellut latauspisteet olivat tuen kohdistumisessa etusijalla. (Latausinfratukien vaikuttavuuden arviointi 2024, 67.)

Latausinfratukien vaikuttavuutta on arvioitu vuonna 2024 julkaistussa raportissa. Latausinfratukea on vuoteen 2024 mennessä myönnetty merkittävään osaan Suomen kunnista, jopa 70 %:iin. Yli puolet tuen myöntämisen kunnista oli sellaisia, joissa ei ennen tuen myöntämistä ollut suurteholatauspistettä. Hyvin todennäköisesti tuen myöntämisperusteiden ansiosta latauspisteitä on rakennettu myös alueille, joilla sähköautot eivät ole yleisiä. Julkisen henkilöautojen latausverkoston tukemisen jatkosta ei ole varmuutta, mutta mahdollisen tuen jatkuessa tukea on tärkeä jatkossakin kohdentaa alueille, joissa latausverkosto on harvempaa. Markkinaehtoisesti latausverkosto kehittyy jo riittävästi suurissa kaupungeissa ja vilkkaasti liikennöidyillä tieosuuksilla. (Latausinfratukien vaikuttavuuden arviointi 2024, 68, 71.)

4.4.2 Verkkojen Eurooppa -tuet

Julkisen latausverkoston rakentamisen tueksi on mahdollista saada kansallisten Energiaviraston tukien lisäksi myös Euroopan unionin laajuista tukea, joka perustuu Verkkojen Eurooppa -asetukseen. Verkkojen Eurooppa -välineen tavoitteena on edistää EU:n infrastruktuurihankkeita liikenteen

teen, energian ja digitaalisten verkkojen aloilla. Asetuksessa määritellyillä toimenpiteillä parannetaan jäsenmaiden välisiä yhteyksiä, lisätään energian toimitusvarmuutta ja edistetään digitaalista kehitystä. (Asetus 2021/1153/EU.) Sähköisen liikenteen latausverkoston kannalta tärkein osa-alue Verkkojen Eurooppa -välineestä on liikenne, joka kehittää liikenteen infrastruktuuria ja erityisesti Euroopan laajuista liikenneverkkoa TEN-T. Tämä tarkoittaa esimerkiksi latauspisteiden rakentamista pääväylille ja jäsenmaiden välille.

Verkkojen Eurooppa -rahoitusjärjestelmä on ollut olemassa vuodesta 2014 ja ensimmäinen kausi kesti vuoteen 2020 saakka. Toimintakauden aikana koko Euroopan unioni alueella sähköautojen latausinfrastruktuurin kehittämiseen myönnettiin tukea 38 hankkeelle ja kokonaisuudessaan tämä kattoi 40 % toimintakauden koko tukibudjetista. (Sähköajoneuvojen latausinfrastruktuuri 2021, 12–13.) Ensimmäisen toimintakauden osalta suomalaiset toimijat eivät merkittävästi hakeneet tai saaneet tukia latausverkoston rakentamiseen (CINEA Project Portfolio 2024). Toinen toimintakausi Verkkojen Eurooppa -välineessä on 2021–2027. Yleisen liikenteen tuen lisäksi on kehitetty erillinen haku nimenomaan vaihtoehtoisten käyttövoimien latausinfrastruktuurin kehittämiseen eli niin sanottu AFIF-haku (Alternative Fuels Infrastructure Facility). Tässä tukea myönnetään hankkeille, jotka kohdistuvat TEN-T liikenneverkon varrelle ja vastaavat AFIR-asetuksen mukaisia ehtoja suurteholatausverkostosta (Tukihakemus LVM/2024/63 2024).

Vaihtoehtoisten käyttövoimien hankkeiden ensimmäiset viisi hakukierrosta järjestettiin vuosien 2021–2023 aikana (Tukihakemus LVM/2024/63 2024). Näiden hakukierrosten aikana Suomeen kohdistettiin tukea yhteensä hieman yli 14 miljoonaa euroa. Julkisen latausverkoston osalta Verkkojen Eurooppa -tukia on kohdistunut latausoperaattoreista Nesteen, Teslan, K-Latauksen ja St1:n lataushankkeisiin, joissa on yhteensä rakennettu kymmeniä latauspisteitä ympäri Suomea. (CINEA Project Portfolio 2024.) AFIF-hakua on jatkettu kolmella lisäkierroksella vuosille 2024–2025. Ensimmäisellä kierroksella Suomella on yksi kevyiden hyötyajoneuvojen latausverkostoa edistävä hakemus Plugit-latausoperaattorin toimesta. Kolmella uudella hakukierroksella suurtehoisten henkilöautojen latausasemien lisäksi on mahdollista hakea tukea myös raskaan liikenteen sähkölatausasemien rakentamista varten. (Tukihakemus LVM/2024/63 2024.)

5 Julkisen latausverkoston nykytila

Julkisten latauspisteiden verkosto Suomessa arvioidaan melko kattavaksi etenkin pääväylien osalta. Muutaman vuoden aikana julkisten latauspisteiden määrä on moninkertaistunut ja latausverkosto laajenee ja kehittyy koko ajan. Uusien latauspisteiden lisäksi vanhoja latausasemia päivitetään yhä tehokkaimmiksi. Tämä pääluke käsittelee nykyistä julkista latausverkostoa Suomessa useasta näkökulmasta, kuten latauspisteiden määrää, maantieteellistä sijaintia ja EU:n jakeluinfrasetuksen mukaisten tavoitteiden täyttymisen tilannetta.

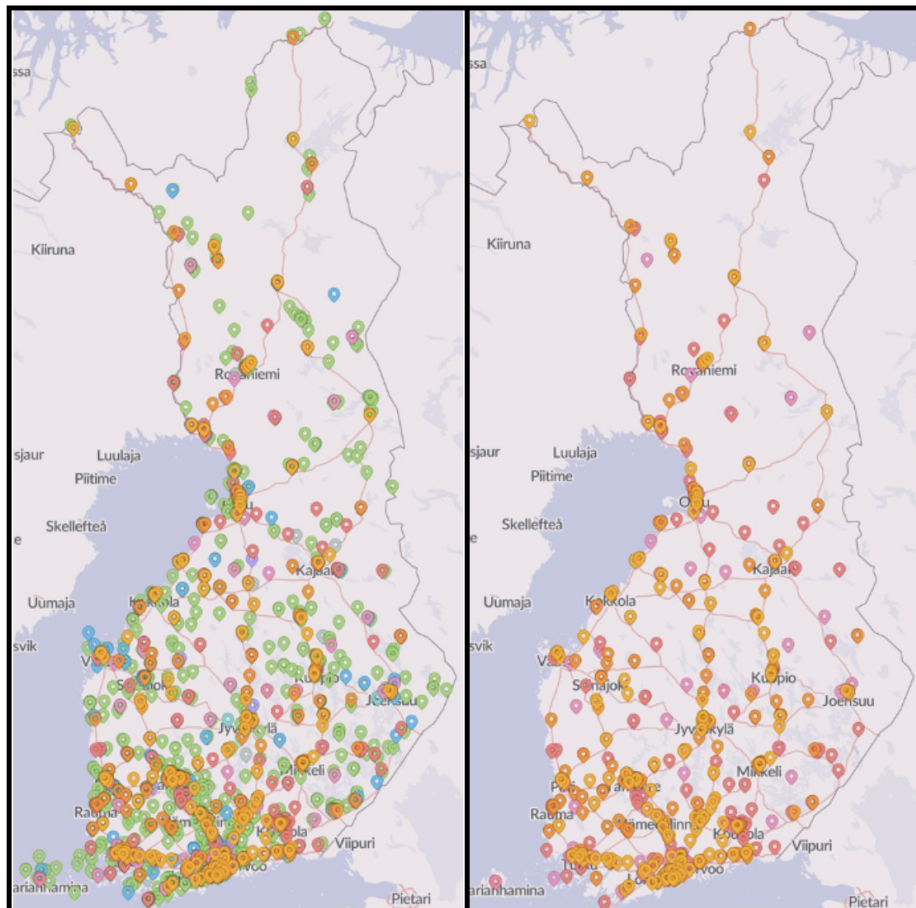
5.1 Latauspisteiden määrä ja jakautuminen

Latauspisteiden tarkkaa määrää on vaikea arvioida, koska latausverkosto kasvaa jatkuvasti. Ajoittain myös vanhoja latausasemia poistetaan käytöstä. Latausasemista ja -pisteistä ei ole olemassa virallista listaa, vaan yksityiset ihmiset ylläpitävät yleisesti saatavilla olevia karttasovelluksia. Tämän takia tässäkin opinnäytetyössä esitetyt tiedot latauspisteiden määrästä ovat arvioita ja perustuvat vapaaehtoisesti ylläpidettyyn tietoon. Lokakuussa 2024 tehdyn sähköisen liikenteen tilannekatsauksen mukaan julkisia latauspisteitä oli yhteensä Suomessa 15 251 kappaletta. Näistä Type 2-liittimellä varustettuja peruslatauspisteitä oli suurin osa eli 11 055 latauspistettä. Verrattuna vuotta aiempaan tilanteeseen lokakuussa 2023, peruslatauspisteitä on tullut lisää noin 2200 kappaletta. (Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2023. 2023 & Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2024. 2024.)

Suurtehoisia latauspisteitä eli yli 150 kilowatin CCS-tyypin latauspisteitä oli lokakuussa 2024 2686 kappaletta. Samana ajankohtana vuotta aiemmin lukema oli 1430 kappaletta eli latauspisteiden määrä on lähes tuplaantunut. Kolmen vuoden takaiseen tilanteeseen verrattuna suurtehoisten CCS-latauspisteiden määrä on yli kuusinkertaistunut. Myös matalatehoisempien alle 150 kilowatin CCS-latauspistokkeiden määrä on kasvanut vuodessa 866 kappaleesta 1013 kappaleeseen. Sen sijaan CHAdeMo-latauspistokkeiden määrä on vähentynyt vuoden aikana 17 kappaleella. Alueellisesti tarkasteltuna suurtehoisten latauspisteiden määrä on kasvanut jokaisessa Suomen maakunnassa vuoden. Noin puolessa maakunnista latauspisteiden määrä jopa tuplaantui vuoden aikana.

(Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2021. 2021; Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2023. 2023 & Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2024. 2024.)

Latauspisteiden määrä alueellisesti vaihtelee suuresti ja latauspisteiden määrä vähenee mitä pohjoisemmaksi mennään (ks. kuvio 4). Koko Suomen laajuisesti latauspisteitä on myös paljon suurien kaupunkien läheisyydessä, vaikka muuten alueella olisi heikompi latausverkosto. Etelä-Suomessa, kaikista itäisimpiä alueita lukuun ottamatta, latauspisteitä on hyvin tiheästi. Myös Länsi-Suomi, etenkin länsirannikon tuntumassa, on hyvin katettu latauspisteiden osalta. Itä-Suomen alueella latausverkosto on selkeästi heikompi verrattuna Etelä-Suomeen. Mitä lähemmäksi Suomen itärajaa mennään, sitä harvempi latausverkosto on. Latausverkosto harvenee lisää selkeästi Kajaanin ja Oulun yläpuolelle mentäessä, lukuun ottamatta Rovaniemen alueen latauspisteitä. (Latauspisteet n.d.)



Kuvio 4. Julkiset latauskentät kartalla: vasemmalla kaikki asemat ja oikealla yli 100 kW asemat (Latauspisteet n.d.).

Latausverkoston muutokset kattavuuden osalta ovat samassa suhteessa riippumatta siitä tarkastellaanko kaiken tehoisia tai teholtaan yli 100 kilowatin asemia (ks. kuvio 4). Etenkin Pohjois- ja Itä-Suomessa peruslatauspisteet tihentävät latausverkostoa jonkin verran, sillä tehokkaammat latauspisteet sijaitsevat näillä alueilla pääsääntöisesti vain suurien teiden varsilla. Näillä alueilla on kuitenkin huomattavissa, että suuri osa tieverkosta on täysin ilman latauspisteitä. (Latauspisteet n.d.) Koko Suomen alueella julkinen latauspiste on saavutettavissa alle 100 kilometrin säteellä ja lähes koko maassa jopa 50 kilometrin säteellä. Etelä-Suomessa latauspiste löytyy lähes poikkeuksetta jo 25 kilometrin säteellä. Suurien teiden varsilla on sama tilanne ja hyvin kattavasti myös Oulun alapuolisella alueella latauspiste on alle 25 kilometrin säteellä. (Tieliikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuuri 2023. 2024, 22–24.)

5.2 Palveluntarjoajat ja käyttäjäkokemus

Suomen latausverkostossa toimii useita palveluntarjoajia, jotka tarjoavat palveluna sähköauton latausta. Latausverkoston näkyvin osa on latauspisteet, joista suuri osa sijaitsee ruokakauppojen, huolto- tai liikenneasemien, ostoskeskusten tai muiden palvelujen läheisyydessä. (Latauskartta n.d.) Käyttäjille latauksen mahdollistavat eMobility palveluntarjoajat (eMSP), jotka toimivat teknisen latausinfrastruktuurin ja sähköautoilijan välissä. Palveluntarjoajat kehittävät ja tarjoavat alustoja, jotka mahdollistavat käyttäjille latauspisteiden käytön. Lataus voi tapahtua esimerkiksi mobiilisovelluksen tai RFID-avaimen avulla. (Kauppi 2023.)

Latauspisteen operaattori (CPO) on vastuussa fyysisestä latausinfrastruktuurista, kuten latauspisteen tekniikasta, sähköverkkoon liittymisestä ja asennuksesta sekä ylläpidosta. (Kauppi 2023.) On mahdollista, että latauspisteen palveluntarjoaja ja operaattori ovat yksi toimija. Hyvin moni latauspiste toimii tällä tavalla. Käyttäjän näkökulmasta ei ole olennaista onko palveluntarjoaja ja operaattori sama vai erilliset toimijat. (EMSP and CPO: the two sides of EV charging network operators 2018.) Suomessa eri latauksen palveluntarjoajia on kymmeniä ja jokaisella palveluntarjoajalla on oma sovellus ja usealla myös RFID-avain, joita voidaan käyttää maksamiseen. Jakeluinfrasetuksen myötä myös korttimaksu on yleistymässä latauskentillä ja vuoteen 2027 mennessä korttimaksuvaihtoehto on pakollinen.

Korttimaksaminen ei ole vielä mahdollista jokaisella latauskentällä, mutta kertamaksamiseen on toinenkin vaihtoehto. Esimerkiksi latausoperaattori Recharge tarjoaa verkkomaksuvaihtoehtoa, joka tapahtuu latauspisteen QR-koodin ja puhelimen avulla. (Miten lataan? n.d.) Yksinkertainen vaihtoehto sähköauton lataukseen on plug and charge- teknologia, joka yksinkertaistaa latausta- pahtumaa, koska erillistä maksutapahtumaa ei tarvita. Plug and charge -ratkaisun myötä lataus al- kaa automaattisesti, kun laturi kytketään autoon. Teknologia perustuu iso 15118-2 -standardiin, joka säätelee sähköauton ja latauspisteen välistä kommunikaatiota. (Kempower launches new Plug and Charge solution to simplify the EV charging experience 2023.)

Sähköauton lataaminen voidaan kokea vaikeaksi, koska polttomoottoriauton tankkauksesta tuttu korttimaksaminen on vasta yleistymässä latauspisteillä. Autoalantiedotuskeskus on tehnyt kol- mena vuotena tutkimuksen suomalaisten autoilusta, jonka osana selvitettiin kokemuksia sähköau- ton latauksesta. Vuoden 2020 tutkimuksessa yleisesti sähköauton lataaminen julkisissa latauspis- teissä koettiin toimivaksi. Eniten haasteita oli latauksen maksamiseen liittyen, joka koetaan hankalaksi useiden sovellusten ja kirjautumisen takia. Tutkimuksessa tärkeänä pidettiin maksujär- jestelmien kehittämistä ja etenkin korttimaksamisen vaihtoehtoa. Lisäksi latausverkoston katta- vuuden kehittämistä pidettiin tärkeänä. (Ladattavien autojen käyttäjätutkimus 2020.) Neljä vuotta sitten käyttäjien esille tuomiin kehityskohteisiin on tullut muutosta. Suurimpana muutoksen edis- täjänä on EU:n jakeluinfra-asetus, jonka tarkoitus on varmistaa vaihtoehtoisten polttoaineiden saatavuus.

5.3 Latausverkolle asetettujen tavoitteiden toteutuminen

Liikenne ja viestintävirasto Traficom on laatinut neljä kertaa vuodesta 2021 alkaen selvityksen, jossa kuvataan tieliikenteen vaihtoehtoisten polttoaineiden latausinfrastruktuuria. Viimeisin selvi- tys on julkaistu kesäkuussa 2024 ja julkisen latausverkoston osalta tiedot on koostettu joulukuun 2023 hetkisen tilanteen mukaan. Tämän jälkeen on kuitenkin tullut lisää latauspisteitä, jotka hu- mioidaan tässä opinnäytetyössä, jotta latausverkoston tilannekuva on viimeisin mahdollinen. Seu- raavaksi esitetty tilannekuva on tehty lokakuussa 2024.

AFIR-asetuksessa jokaista täyssähköautoa kohden määritelty vähimmäislatausteho on 1,3 kW, mutta kansallisessa tavoitteessa tätä on haluttu nostaa ja kansallinen tavoite on 3 kW. Lataushybridiautojen osalta vastaavat lukemat ovat 0,8 kW ja 0,66 kW. Sähköisten ajoneuvojen eli täyssähköautojen ja lataushybridien yhteenlaskettu kokonaistehovaatimus oli AFIR-asetuksen mukaan noin 247 500 kW ja kansallisen tavoitteen mukaan noin 454 900 kW. Nykyisen latausverkoston arvioitu kokonaisteho on noin 700 000–800 000 kW. (Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2024. 2024.) Julkisen latausverkoston täsmällistä kokonaistehoa on mahdoton arvioida, koska latauspisteiden määrä muuttuu jatkuvasti ja tarkkaa listaa jokaisen latauspisteen tehosta ei ole. Arvioitu kokonaisteho on kuitenkin tällä hetkellä reilusti enemmän kuin tavoitteeksi on asetettu.

AFIR-asetuksen keskeinen tavoite on TEN-T tieverkon latauskenttien väliset etäisyydet, joille on asetettu yleinen tavoite sekä tästä tavoitteesta sallittuja poikkeuksia vähäisen liikennemäärän perusteella. Yleinen tavoite on, että 60 kilometrin välein on ydin- sekä kattavalla verkolla 600 kilowatin kokonaistehon latauskenttä, jossa on 2 kappaletta 150 kilowatin latauspisteitä. Ennen tätä on asetettu välitavoitteita eri vuosille (ks. taulukko 1). Suomessa kansallinen tavoite on yli 150 kilowatin latauspiste 50 kilometrin välein koko päätieverkolla. Ydintieverkolla vuoden 2025 tavoitteet täyttyvät ja vuoden 2027 tavoitteet lähes kokonaan: Jyväskylän sekä Oulun pohjoispuolella etäisyys on noin 65 kilometriä ja Oulun eteläpuolella noin 100 kilometriä. (Tieliikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuuri 2023. 2024, 27.) Kuitenkin näilläkin osuuksilla, jotka eivät täytä AFIR-asetuksen vaatimuksia, on julkinen latausmahdollisuus.

Kattavan verkon osalta on asetettu kolmelle vuodelle tavoitteet, joista vuosien 2027 ja 2030 tavoitteet ovat latausasemien osalta samanlaiset, erottavana tekijänä on, että vuonna 2027 vaatimusten tulee täytyä vain 50 % osalta koko tieverkon pituudesta (ks. taulukko 1). Tämä tavoite on jo saavutettu, koska latausverkosto toteuttaa vaatimukset noin 75 % osalta. (Tieliikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastruktuuri 2023. 2024, 32.) Suurimmat puutteet latausverkostossa ovat Itä- ja Pohjois-Suomessa, kun tarkastellaan 2030 vuoden vaatimuksia. Sen sijaan myöhemmin vuoden 2035 vaatimusten osalta noin puolet tieosuuksista täyttää vaatimukset. Kuitenkin lähes koko kattavalla verkolla on suurteholatauspiste 60 kilometrin välein, mutta tehovaatimukset eivät täyty. (Latauskartta n.d.)

Vähimmäislataustehon ja TEN-T latausverkon vaatimusten lisäksi Suomessa on laadittu kansallinen tavoite latauspisteiden suhteesta ajoneuvokantaan: asetettu vaatimus on 1,5 kappaletta vähintään 150 kilowatin suurteholatauspisteestä jokaista 100 täyssähköistä henkilö- ja pakettiajoneuvoa kohden. Tämän perusteella latauspisteitä tulisi olla noin 1700, joten latauspisteiden tämänhetkinen määrä 2686 on riittävä tavoitteeseen nähden. (Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2024. 2024.)

6 Yhteenveto

Julkinen latausverkosto on kehittynyt muutaman viime vuoden aikana nopeasti ja latauspisteiden määrä on lisääntynyt moninkertaisesti muutamassa vuodessa. Latausverkoston nopea kasvu on välttämätön sähköautojen yleistymisen myötä. Tällä hetkellä latausverkosto kattaa laajasti koko Suomen ja latauspisteitä on saatavilla koko maassa. On kuitenkin alueita, joissa lähimmälle latauspisteelle on huomattavasti pidempi matka kuin tiheästi latauspisteitä olevilla alueilla. EU:n laajuinen jakeluinfra-asetus velvoittaa latausverkoston laajentamista TEN-T tieverkon alueella. Suomessa tämä toteutuukin jo hyvin, etenkin ydinverkon osalta. On kuitenkin todettu, että jakeluinfra-asetuksen vaatimusten täytyminen ei riitä, vaan tiheä latausverkosto vaaditaan koko Suomen laajuisesti myös pääväylien ulkopuolisille tieosuuksille (Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfran kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023, 58).

Julkiset latausmahdollisuudet ovat epätasa-arvoisia alueellisesti. Tällä hetkellä tiheä latausverkosto on keskittynyt Etelä-Suomeen ja suurien kaupunkien läheisyyteen. Latausverkosto harvenee nopeasti mitä pohjoisemmaksi Suomessa mennään, kuten kuviosta 4 on huomattavissa. (Latauskartta n.d.) Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan alueilla on määrällisesti paljon latauspisteitä verrattuna moneen muuhun maakuntaan, mutta latauspisteet ovat alueellisesti jakautuneet suurelle alueelle. Sen takia latausverkosto ei ole yhtä tiheä kuin esimerkiksi Uudenmaan alueella, koska maantieteellinen alue on moninkertainen. (Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2024. 2024.)

Julkisten latauspisteiden rakentamiseen on mahdollista hakea rahallista tukea. Suomessa vaihtoehtona ovat kansalliset Energiaviraston infrastruktuurituet ja EU:n laajuinen Verkkojen Eurooppa-tuki. Suomi on hakenut EU:n tukia melko vähän: vuosien 2021–2023 aikana vain viiteen hankkeeseen, joihin myönnettiin yhteensä 14 miljoonaa euroa tukia. Tämä on huomattavasti vähemmän mitä monet muut valtiot ovat hakeneet niin hankkeiden määrän kuin kokonaissumman osalta. (CINEA Project Portfolio 2024.) Viimeisimmälle hakukierrokselle Suomi on jättänyt vain yhden hankehakemuksen, joka koskee kevyiden hyötyajoneuvojen latausinfrastruktuuria. Kyseiselle hakukierrokselle on lisätty mahdollisuus raskaan liikenteen latausinfraan tuelle, joka mahdollisesti laskee kiinnostusta ja myönnettävää tukea henkilö- ja pakettiautojen latausinfraan. (Tukihakemus LVM/2024/63 2024.)

Energiaviraston infratuella on tuettu yhteensä kuuden vuoden aikana 1982 latauspisteen rakentamista (Liikenteen infratuki n.d.). Suurin osa tuesta on kohdistunut suurteholatauspisteisiin, joita on tällä hetkellä noin 2700 kappaletta, joten voidaan todeta, että merkittävä osa Suomen suurteholatauspisteistä on saanut Energiaviraston infratukea. Tämä voikin selittää sitä, miksi EU:n tukia on haettu kohtalaisen vähän. Uusimmalla hakukierroksella 2024–2025 Energiaviraston haku on sähköisen latausverkoston osalta auki vain raskaan liikenteen tarpeisiin. Painotus raskaan liikenteen latausinfraan saattaa vähentää henkilö- ja pakettiautoille suunnattujen latauspisteiden rakentamista.

7 Pohdinta

7.1 Opinnäytetyön toteuttaminen ja jatkokehitysideat

Opinnäytetyössä perehdyttiin julkiseen latausverkkostoon ja aluerajauksena oli Suomi. Tarkoituksena oli tutustua tarkemmin Suomen latausverkkostoon ja selvittää mitkä tekijät vaikuttavat siihen. Opinnäytetyö antaa yleisellä tasolla kokonaiskuvan siitä, miten millainen latausverkosto tällä hetkellä on. Työssä keskityttiin eniten poliittisiin tekijöihin, jotka ohjaavat latausverkon kehittymistä. Jatkotutkimuksena voisi selvittää myös muita vaikuttavia tekijöitä, kuten rakentamiseen, sähköverkkoon tai yleisesti infrastruktuuriin liittyvää säätelyä.

Tutkimusmenetelmäksi valittiin kirjallisuuskatsaus ja tutkimus pohjautuu kokonaisuudessaan olemassa olevaan tietoon. Lopputuloksena on kattava ja eri lähteistä tietoa yhdistävä koonti aiheesta, mutta uutta tietoa työssä ei tuotettu. Kokonaisuudessaan työ ei ole kovin tutkimuksellinen. Toisaalta tutkimuksen tavoitteisiin nähden lopputulos on tarkoituksenmukainen. Toisessa tutkimuskysymyksessä tutkittiin, millainen julkinen latausverkosto on tällä hetkellä. Latausverkostoa olisi voitu analysoida paljon syvemmin ja tarkemmin haluttaessa. Toisaalta tämä olisi myös hyvä jatkotutkimusaihe. Eli selvittää yksityiskohtaisesti missä teiosuuksilla on eniten puutteita tai välimatkat ovat pitkiä.

Opinnäytetyöprosessin haasteeksi muodostui aiheen rajausta, jota tehtiin useamman kerran ennen opinnäytetyösuunnitelman laatimista. Kuitenkin aihe rajautui vielä työtä tehdessä ja suunnitelma muuttui jonkin verran matkan varrella. Aihetta olisi voinut tarkastella hyvin paljon laajemmin, joten työn edetessä päädyttiin tekemään rajauksia. Tutkimusasetelman yhteydessä on mainittu alotsikoiden määrittäminen ennen aineiston keräämistä. Tämä ei ollut alkuperäisessä suunnitelmassa, mutta tähän ratkaisuun päädyttiin aineiston haun alkuvaiheessa, jotta on jokin suunta aineiston keräämiselle.

Työllä ei ollut toimeksiantajaa, joten opinnäytetyön lopputulos ei anna suoria hyötyjä työelämälle. Myöskään yleisemmin alalle ja etenkin sähköautojen latausverkkoon liittyville toimijoille suoranaista hyötyä työ ei anna. Konkreettisia toimenpide- tai muutosehdotuksia lopputuloksena ei ole. Oppimisen kannalta koen saavuttaneeni, mitä odotin opinnäytetyön tekemiseltä. Etenkin EU:n asetukseen tutustuminen oli mielenkiintoista ja pykälätekstien tulkitseminen ajoittain haastavaa. Olen

tyytyväinen lopputulokseen, joka on omasta mielestäni selkeä ja tiivis katsaus aiheesta. Sen takia uskon, että opinnäytetyön lukeminen sopii myös heille, joille sähköautot ovat vieras aihe.

Aiheen jatkokehityksen kannalta kiinnostavaa olisi viedä tässä työssä esitetyt aiheen teoriasta käytäntöön. Latausverkostoon liittyen olisi varteenotettavaa tehdä kysely käyttäjien kokemuksista ja latausverkoston saavutettavuudesta. Tällaisesta tutkimuksesta saisi monipuolisen ja kehittävän, jos osallistujina olisi sekä sähköautoilijoita sekä heitä, jotka eivät vielä omista sähköautoa. Tällöin saataisiin tietoa sekä nykyisen julkisen latausverkon toiminnasta sekä näkökulmia, miksi latausverkosto estää sähköauton hankintaa ja voisiko sen parantaminen mahdollistaa sähköautoilun yhä useammalle.

7.2 Luotattavuuden arviointi

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja sen tekemiseen hyödynnettiin avoimesti saatavilla olevaa tietoa, joten erillistä tutkimuslupaa ei tarvittu. Aineiston hankinnan aikana jokaisen lähteen luotettavuutta arvioitiin. Lähdemateriaaliksi pyrittiin valitsemaan mahdollisimman uusia lähteitä, koska opinnäytetyön aihe muuttuu jatkuvasti, joten tiedon on tärkeää olla uutta ja ajan-kohtaista. Osa lähteistä on verkkosivuja, joiden kohdalla luotettavuuden arviointi on erityisen tärkeää, koska verkossa on vaihtelevaa tietoa ja huolimattomasti valitut lähteet vaikuttavat työn laadukkuuteen ja asiasisältöön.

Aineiston hankinnan aikana tietoa haettiin lähtökohtaisesti aihe kerrallaan ja löydetty lähde lisättiin aihetta kuvaavan alaotsikon alle. Tiedon huolellinen organisointi auttoi myöhemmin kirjoitusprosessia, koska aiheeseen kuuluvat lähteet olivat helposti löydettävissä. Luvussa 3 on kuvattu tutkimuksen vaiheet tarkasti, jotta kirjallisuuskatsauksen tekeminen on mahdollisimman läpinäkyvää ja toistettavissa olevaa. Ennen työn aloittamista perehdyttiin eri tutkimusmenetelmiin ja valittiin tutkimuksen tarkoitukseen sopivimmat. Tässä opinnäytetyössä valittuja tutkimusmenetelmiä on sovellettu tähän työhön sopivalla tavalla, mutta tämäkin on tutkimusmenetelmien yhteydessä mainittu.

Tutkimuksen toteutuksen aikana suunnitelmaan tehtiin muutoksia, kuten edellisessä alaluvussa todettiin. Onkin mahdollista, että työn edetessä tehdyt muutokset vaikuttavat lukukokemukseen.

Alun perin tarkoituksena oli tarkastella etenkin ensimmäistä tutkimuskysymystä laajemmin ja useammasta eri näkökulmasta. Opinnäytetyön aiheen tiivistämisen myötä myös aikataulu muuttui alkuperäisestä suunnitelmasta ja työ saatiin valmiiksi hieman suunniteltua aiemmin. Muutoksista huolimatta työn keskeinen tavoite ja tutkimuskysymykset pysyivät samoina alkuperäisen suunnitelman mukaisesti.

Lähteet

Ajoneuvojen ensirekisteröinnit maakunnittain 2001–2024. N.d. Tilastotietokanta. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Viitattu 8.10.2024. https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi_Ensirekisteroinnit/030_ensirek_tau_103.px/

Asetus 2021/1119/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2021/1119 puitteiden vahvistamisesta ilmastoneutraaliuden saavuttamiseksi sekä asetusten (EY) N:o 401/2009 ja (EU) 2018/1999 muuttamisesta (eurooppalainen ilmastolaki). Euroopan unionin virallinen lehti 9.7.2021. Viitattu 30.10.2024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119>

Asetus 2021/1153/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2021/1153 Verkkojen Eurooppa -välineestä ja asetusten (EU) N:o 1316/2013 ja (EU) N:o 283/2014 kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 14.7.2021. Viitattu 28.10.2024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1153>

Asetus 2023/1804/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2023/1804 vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta ja direktiivin 2014/94/EU kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti 22.9.2023. Viitattu 21.10.2024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1804>

Autio, M. 2021. Mikä ihmeen kevythybridi? Pienellä sähköistyksellä pientä säästöä. Verkkoartikkeli 11.8.2021. Moottori. Viitattu 8.10.2024. <https://moottori.fi/uutinen/mika-ihmeen-kevythybridi-pienella-sahkoistykseellapienta-saastoa/>

Autoalan käyttövoimaennusteet. 2022. Verkkojulkaisu 17.2.2022. Autoalan Tiedotuskeskus. Viitattu 9.10.2024. https://www.aut.fi/files/2551/Kayttovoimaennusteet_17_02_2022.pdf

Autoalan käyttövoimaennusteet. 2024. Verkkojulkaisu 22.5.2024. Autoalan Tiedotuskeskus. Viitattu 9.10.2024 https://www.aut.fi/files/2861/Kayttovoimaennusteet_2024_2205.pdf

CINEA Project Portfolio. 2024. Julkinen raportointisivusto. Euroopan ilmasto-, infrastruktuuri- ja ympäristöasioiden toimeenpanovirasto. Viitattu 29.10.2024. https://dashboard.tech.ec.europa.eu/gis_digit_dashboard_mt/public/sense/app/3744499f-670f-42f8-9ef3-0d98f6cd586f/sheet/d2820200-d4d9-4a26-b23b-58e323c803c2/state/analysis

EMSP and CPO: the two sides of EV charging network operators. 2018. Verkkoartikkeli 21.2.2018. Virta. Viitattu 8.11.2024. <https://www.virta.global/blog/emsp-cpo-ev-charging-roles-responsibilities>

Euroopan parlamentti. 2023. Uusien bensiini- ja dieselautojen myyntikielto. Viitattu 22.9.2024. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20221019STO44572/uusien-bensiini-ja-dieselautojen-myyntikielto-mita-vuosi-2035-tuo-mukanaan>

Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. 2019. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, Eurooppa-neuvostolle, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle 11.12.2019. Viitattu 1.11.2024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0066>

EV Charging Connector Types. N.d. Verkkosivu. ZDWL. Viitattu 10.10.2024. <https://zdwltec.com/news/ev-charging-connector-types/>

Fitzgerald, G. 2024. EV Charging Infrastructure: Trends, Requirements & Costs. Verkkoartikkeli 8.2.2024. Smart Electric Power Alliance. Viitattu 11.10.2024. <https://sepa-power.org/knowledge/ev-charging-infrastructure/>

Grauers, A., Sarasini, S. & Karlström, M. 2013. Why electromobility and what is it? Julkaisussa System perspectives on electromobility. Toim. B. Sandén. Chalmers University of Technology, 10–21. Viitattu 8.10.2024. https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/182216/local_182216.pdf

Greenhouse gas emission intensity of electricity generation, country level. 2024. Verkkosivu. European Environment Agency. Viitattu 21.11.2024. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1/greenhouse-gas-emission-intensity-of-electricity-generation-country-level>

Hiilijalanjälkiraportti. N.d. Verkkójulkaisu autojen XC40 Recharge -täyssähköauto ja XC40 ICE hiilijalanjälkiraportti. Volvo. Viitattu 21.11.2024. https://www.volvocars.com/images/v/-/media/project/contentplatform/data/media/sustainability/hiilijalanjälkiraportti_volvo_xc40.pdf

Hakala, J. 2024. Laadullisen tutkimuksen ABC. Helsinki: Gaudeamus. Viitattu 14.10.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Ikonen, T. 2024a. Sähköautot ja sähköautojen lataus – Pikaopas. Verkkójulkaisu 27.4.2024. Nordic Plug. Viitattu 10.10.2024. <https://nordicplug.fi/pages/sahkoautojen-lataus-pikaopas>

Ikonen, T. 2024b. Sähköauton pikalataus – lyhyt opas. Verkkójulkaisu 27.4.2024. Nordic Plug. Viitattu 10.10.2024. <https://nordicplug.fi/pages/sahkoauton-pikalataus-opas>

Ilmastopaketti: uudet henkilö- ja pakettiautot päästöttömiä vuodesta 2035. 2023. Lehistötiedote. 14.2.2023. Euroopan parlamentti. Viitattu 30.10.2024. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/press-room/20230210IPR74715/ilmastopaketti-uudet-henkilo-ja-pakettiautot-paastottomia-vuodesta-2035>

Kalenoja, H. 2019. Henkilöautojen tulevaisuuden käyttövoimat - tiekartta vuoteen 2040. Verkkójulkaisu 12.3.2019. Autoalan keskusliitto. Viitattu 9.10.2024. https://akl.fi/wp-content/uploads/2019/04/Henkiloautojen_kayttovoimat_tiekartta.pdf

Kauppi, N. 2023. Mitä eroa on eMobility-palveluntarjoalla (eMSP) ja latauspisteoperaattorilla (CPO). Verkkoartikkeli 12.6.2023. Fortum Charge and Drive. Viitattu 8.11.2024. <https://chargedrive.com/fi-FI/artikkelit/mita-eroa-on-emobility-palveluntarjoalla-emsp-ja-latauspisteoperaattorilla-cpo>

Kempower launches new Plug and Charge solution to simplify the EV charging experience. 2023. Verkkoartikkeli 27.4.2023. Kempower. Viitattu 8.11.2024. <https://kempower.com/news/new-plug-charge-solution-kempower/>

Kestävän ja älykkään liikkuvuuden strategia – Euroopan liikenne tulevaisuuden raiteelle. 2020. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle 9.12.2020. Viitattu 1.11.2024. https://eur-lex.europa.eu/re-source.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF

L 733/2020. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. Viitattu 23.10.2024. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733#Pidm46111190892704>

Ladattavien autojen käyttäjätutkimus. 2020. Verkkojulkaisu 20.1.2020. Autoalan tiedotuskeskus. Viitattu 11.11.2024. https://www.aut.fi/files/2116/Ladattavien_autojen_tutkimusraportti_liitteinen.pdf

Latausinfratukien vaikuttavuuden arviointi. 2024. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 14/2024. Valtioneuvoston kanslia 8.5.2024. Viitattu 28.10.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165604/VNTEAS_2024_14.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Latauspisteet. N.d. Latauspisteet kartalla. Latauskartta.fi. Viitattu 1.11.2024. <https://latauskartta.fi>

Liikenteen infratuki. N.d. Verkkosivu. Energiavirasto. Viitattu 28.10.2024. <https://energiavirasto.fi/liikenteen-infratuki>

Mikä on hybridi-auto ja kuinka se toimii? N.d. Verkkosivu. Kia. Viitattu 8.10.2024. <https://www.kia.com/fi/ostajalle/goelectric/kuinka-hybridi-toimii/>

Miten lataan? N.d. Verkkosivu. Recharge. Viitattu 11.11.2024. <https://rechargeinfra.com/fi/sahko-auton-latausohjeet/#VerkkomaksuQR-koodilla>

Mitä eroa on AC- ja DC-latauksella? 2024. Verkkoartikkeli 7.6.2024. Volvo. Viitattu 10.10.2024. <https://www.volvocars.com/fi/news/technology/what-is-the-difference-between-ac-and-dc-charging/>

Ohjelma tieliikenteen uusien polttoaineiden jakeluinfran kehittämiseksi Suomessa vuoteen 2035. 2023. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 4/2023. Liikenne- ja viestintäministeriö 29.3.2023. Viitattu 10.10.2024. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164799/LVM_2023_4.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Peltola, V. 2021. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä ("Latauspiste- ja automaatiolaki"). Yleiskirje 4/2021. Kuntaliitto. Viitattu 23.10.2024. <https://www.kuntaliitto.fi/yleiskirjeet/2021/laki-rakennusten-varustamisesta-sahkoajoneuvojen-latauspisteilla-ja>

Puusa, A. 2020. Näkökulmia laadullisen aineiston analysointiin. Julkaisussa Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Toim. A. Puusa & P. Juuti. Helsinki: Gaudeamus, 41–152. Viitattu 11.10.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Recharging systems. N.d. Verkkosivu. European Alternative Fuels Observatory. Viitattu 21.10.2024. <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/recharging-systems>

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan Yliopiston julkaisu 62. Vaasa: Vaasan Yliopisto. Viitattu 22.9.2024. https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/7961/isbn_978-952-476-349-3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Schoppert. 2017. Thomas Parker Invented the First Electric Car in 1884. Verkoartikkeli 23.2.2017. History collection. Viitattu 8.10.2024. <https://historycollection.com/thomas-parker-invented-first-electric-car-1884/>

Sähköajoneuvojen latausinfrastrukturi. 2021. Erityiskertomus. Euroopan tilintarkastustuomioistuin. Viitattu 11.10.2024. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_05/SR_Electrical_charging_infrastructure_FI.pdf

Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q2/2022. 2022. Verkkojulkaisu 25.8.2022. Sähköinen liikenne ry. Viitattu 8.10.2024. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2022%20Q2%20Sähköinen%20liikenne%20tilannekatsaus%202022%2008%2025%20jaettava.pdf>

Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q2/2024. 2024. Verkkojulkaisu 28.8.2024. Sähköinen liikenne ry. Viitattu 8.10.2024. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2024%20Q2%20SähköinenLiikenne%20tilannekatsaus%202024%2008%2028%20jaettava.pdf>

Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2021. 2021. Verkkojulkaisu 26.10.2021. Sähköinen liikenne ry. Viitattu 8.11.2024. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2021%20Q3%20Sähköinen%20liikenne%20tilannekatsaus%202021%2010%2026%20jaettava.pdf>

Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2023. 2023. Verkkojulkaisu 3.11.2023. Sähköinen liikenne ry. Viitattu 8.10.2024. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2023%20Q3%20SähköinenLiikenne%20tilannekatsaus%202023%2011%2003%20jaettava.pdf>

Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2024. 2024. Verkkojulkaisu 28.10.2024. Sähköinen liikenne ry. Viitattu 8.10.2024. <https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/2024-10/2024%20Q3%20SähköinenLiikenne%20tilannekatsaus%202024%2010%2028%20jaettava.pdf>

The History of Electric Cars: A Journey from Past to Present. 2024. Verkoartikkeli 6.8.2024. EN plus. Viitattu 21.11.2024. <https://blog.en-plustech.com/the-history-of-electric-cars/>

Tieliikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien jakeluinfrastrukturi 2023. 2024. Muistio 12.4.2024. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Viitattu 21.10.2024. https://tieto.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Traficom_Muistio_Tieliikenteen_jakeluinfra_2023_12042024.pdf

Tukihakemus LVM/2024/63. 2024. Suomen hankkeet Verkkojen Eurooppa -liikenneohjelman vaihtoehtoisten polttoaineiden hakuohjelman vuoden 2024 hakukierroksella. Muistio. Raha-asiaINVALIOKUNTA 12.9.2024. Viitattu 29.10.2024. <https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=2044>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. Helsinki: Tammi. Viitattu 11.10.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Vain sähköautot kelpaisivat jatkossa Helsingin keskustassa – tällainen on uusi ympäristövyöhyke. 2024. Uutinen 20.11.2024. Yle. Viitattu 21.11.2024. <https://yle.fi/a/74-20123252>

Varho, E. 2015. Sähköautoilla huristeltiin jo 100 vuotta sitten. Uutinen 3.6.2015. Yle. Viitattu 8.10.2024. <https://yle.fi/a/3-8042447>

Vilka, H. 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä. Jyväskylä: PS-Kustannus. Viitattu 11.10.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

Vilka, H. 2023. Kirjallisuuskatsaus metodina, opinnäytetyön osana ja tekstilajina. Helsinki: Art House. Viitattu 11.10.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibs.

What are the EV charging plug standards? 2017. Verkkoartikkeli 7.11.2017. Virta. Viitattu 10.10.2024. <https://www.virta.global/blog/ev-charging-plug-standards>

Ympäristö. N.d. Verkojulkaisu. Autoalan tiedotuskeskus. Viitattu 21.11.2024. https://www.aut.fi/ymparisto/auton_elinkaaren_aikaiset_paastot

Ympäristö ja kierrätys. 2024. Verkkoartikkeli. Motiva. Viitattu 21.11.2024. https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/sahkoautoillen_-_arjen_alykas_sahkoautoilu/ymparisto_ja_kierratys