

Sähköautojen diffuusio Suomessa

Diffusion of electric cars in Finland

Kandidaatintyö

Hannes Tukeva

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Hannes Tukeva

Työn nimi: Sähköautojen diffuusio Suomessa

Vuosi: 2021

Paikka: Lappeenranta

Kandidaatintyö. LUT-yliopisto, Tuotantotalous.

46 sivua, 10 kuvaa ja 2 taulukkoa

Tarkastaja: dosentti Kalle Elfvingren

Hakusanat: sähköauto, innovaatioiden diffuusio, kuluttajakäyttäytyminen, latausverkosto, toimintamatka, käyttökustannukset

Keywords: electric car, diffusion of innovations, consumer behaviour, charging network, range, operating costs

Päästörajoitusten kiristyessä monet autonvalmistajat ovat siirtyneet valmistamaan sähköautoja, ja ne ovat yleistyneet maailmalla viime vuosien aikana. Tämän kandidaatintyön tarkoituksena on selvittää mitä rajoitteita ja ajureita sähköautojen diffuusiolla on Suomessa, sekä tarkastella, miten sähköautoja on omaksuttu ja miltä sähköautojen diffuusio näyttää lähitulevaisuudessa. Työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksena.

Työn alussa esitellään innovaatioiden diffuusion teoriaa, sekä siihen liittyviä termejä ja ominaispiirteitä. Rajoitteiden havaittiin kohdistuvaan etenkin sähköautojen suhteelliseen hyötyyn, eli latausverkoston riittämättömyyteen, hankintahintojen korkeuteen sekä toimintamatkojen koettuun lyhyteen. Suurimmiksi ajureiksi tunnistettiin matalat käyttökustannukset, lainsäädännölliset muutokset sekä sähköautojen tarjonnan kasvu. Tällä hetkellä rajoitteet ovat monelle kuluttajalle suuremmat kuin ajurit, ja polttomoottoriautot koetaan parempina ja hyödyllisempinä vaihtoehtoina. Sähköautojen määrä on vielä vähäinen ja nykyisillä ajureilla diffuusiossa tulee kestämään pitkään.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	3
1.1	Tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset	3
1.2	Työn rakenne ja menetelmät	4
2	Innovaatioiden diffuusio	6
2.1	Innovaatioiden luokittelu	7
2.2	Innovaatioiden omaksujat	7
3	Innovaatioiden diffuusion vaikuttavat tekijät	11
3.1	Innovaatioiden ominaisuudet	11
3.2	Tiedonvälitys.....	12
3.3	Sosiaalinen järjestelmä.....	13
3.4	Aika.....	13
3.5	Innovaation päätösprosessi	14
4	Henkilöautot Suomessa.....	17
4.1	Suomen henkilöautokanta	17
4.2	Sähköautot Suomessa.....	18
5	Sähköautojen diffuusion rajoitteet	19
5.1	Latausverkoston puutteellisuus	19
5.2	Hankintahintojen korkeus	23
5.3	Akkujen toimintakyky ja toimintamatkojen pituudet	25
6	Sähköautojen diffuusion ajurit	27
6.1	Alhaiset käyttökustannukset	27
6.2	Verohelpotukset	28
6.3	Sähköautojen tarjonnan kasvu	30
6.4	Muutokset lainsäädännössä.....	31
7	Johtopäätökset.....	34
	Lähteet	38

1 JOHDANTO

Sähköautot ovat yleistyneet ympäri maailmaa viime vuosina ja niitä pidetään usein tulevaisuuden ajoneuvoina. Yleistymisen taustalla ovat muun muassa maailmanlaajuinen huoli kasvihuonekaasujen kasvusta sekä kiristyvät päästörajoitukset. Esimerkiksi Euroopan Unionin päästötavoite autoille vuodesta 2021 on alle 95 grammaa CO₂/km, ja valmistajille asetettavat päästötavoitteet määräytyvät massan mukaan, eli kevyemmillä autoilla päästöjen tulee olla pienemmät kuin painavilla (European Commission 2021). Monet valmistajat ovat sähköistämässä mallistojaan päästörajoitusten vuoksi ja useilla mailla on suunnitelmia liikenteensä sähköistämiseksi. Perinteisiä polttomoottoriautoja on alettu korvata sähkö-, vety- ja biokaasuautoilla sekä erilaisilla hybrideillä. Sähköautojen määrän kasvusta huolimatta on niiden osuus koko autokantaan verrattuna vielä pieni.

Suomessa liikenteen aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen suuren osuuden vuoksi toimenpiteet niiden vähentämiseksi kohdistetaan tieliikenteeseen, jossa on suurin vähennyspotentiaali. Tavoitteena on, että sähköautojen (täyssähköautojen, vetyautojen ja ladattavien hybridien) määrä olisi 250 000 vuonna 2030, sekä vähentää liikenteen päästöjä vuoteen 2030 mennessä noin 50 prosenttia verrattuna vuoteen 2005. (Huttunen 2017)

1.1 Tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset

Työn tavoitteena on selvittää miten sähköautot ovat diffusoituneet Suomessa sekä mitkä ajurit edistävät niiden diffuusiota ja mitkä rajoitteet hidastavat sitä. Lisäksi tarkastellaan miltä sähköautojen diffuusio ja käyttöönotto näyttää lähitulevaisuudessa. Näistä tavoitteista on määritelty kolme tutkimuskysymystä:

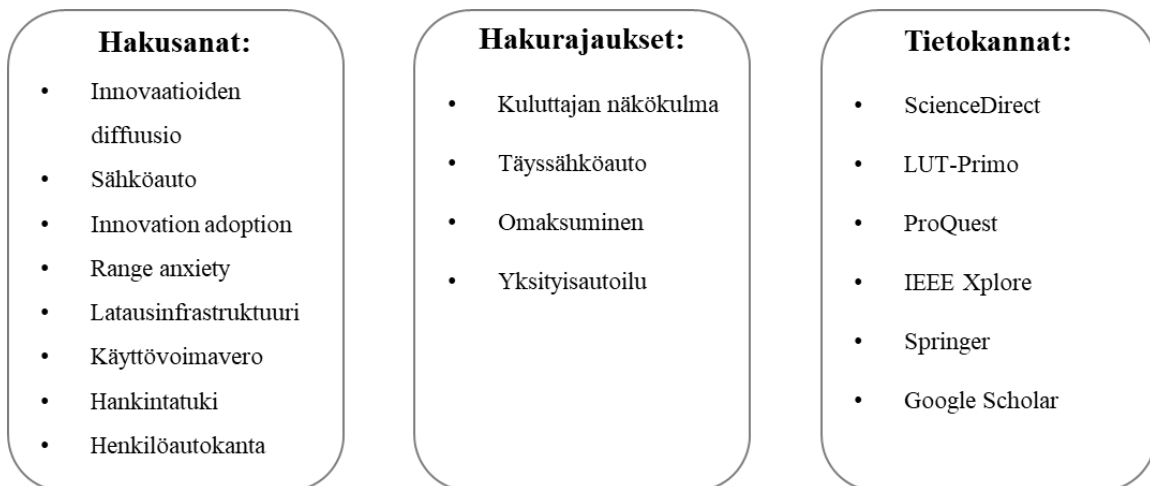
- *Miten sähköautot ovat diffusoituneet Suomessa?*
- *Mitä rajoitteita ja ajureita sähköautojen diffuusioon liittyy?*
- *Miten sähköautojen diffuusio kehittyy lähitulevaisuudessa?*

Tutkimuskysymyksiin vastatessa selvitetään, kuinka laajasti sähköautoja on jo otettu käyttöön sekä käyttöönoton erityispiirteitä. Tämän lisäksi tarkastellaan diffuusion tärkeimpiä haasteita ja ajureita sekä kartoitetaan diffuusion kehitysnäkymiä.

Työ keskittyy yksityiseen henkilöautoiluun, ja työsuhdeautot sekä julkinen liikenne ovat rajauksen ulkopuolella. Työssä ei myöskään käsitellä autoilun ympäristövaikutuksia lyhyttä mainintaa lukuun ottamatta. Sähköautojen tekniikkaa ja latausjärjestelmiä ei käsitellä syvällisesti, vaan pääpaino kohdistuu sähköautojen omaksumiseen kuluttajien näkökulmasta sekä heidän kokemuksiinsa. Maantieteellinen rajaus on kohdistettu Suomeen, sillä muun muassa korkea verotus, paikoittain pitkät välimatkat sekä yksityisautoilun suosio ovat merkityksellisiä aihealueita. Maantieteellinen rajaus mahdollistaa myös yhtenäisen lainsäädännöllisen tarkastelun, sillä autoiluun liittyvä lainsäädäntö koskee kaikkia yksityisiä autoilijoita. Tässä työssä sähköautoilla tarkoitetaan täyssähköautoja, eli autoja, joiden käyttövoima tulee kokonaan ladattavista akuista.

1.2 Työn rakenne ja menetelmät

Työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksena ja lähteinä käytetään kirjallisuutta, artikkeleita, tutkimuksia sekä tilastoja. Työn teoriaosa perustuu pääosin Everett M. Rogersin (1983) kehittämään diffuusioteoriaan, jonka pohjalta tarkastellaan diffuusiota edistäviä ja rajoittavia tekijöitä. Alla on esitelty olennaisimpia työssä käytettyjä hakusanoja ja -rajauksia sekä tietokantoja (Kuva 1). Myös Google-hakukonetta on käytetty ajankohtaisimman tiedon etsimiseen sähköautojen tilanteesta Suomessa.



Kuva 1. Työssä käytettyjä hakusanoja ja -rajauksia sekä tietokantoja

Työ koostuu kuudesta luvusta, ja johdannon jälkeen käsitellään innovaatioiden diffuusion liittyvää termistöä ja ominaisuuksia, sekä innovaatioiden omaksujien kategorioita. Kolmannessa luvussa käydään läpi diffuusion vaikuttavia tekijöitä, kuten innovaatioiden ominaisuuksia ja päätösprosessia. Luvuissa 4 ja 5 tarkastellaan diffuusion ajureita ja rajoitteita kuluttajien näkökulmasta. Keskeisiä lähteitä luvuissa 4 ja 5 ovat Pihlatie et al. (2019) Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämiskeinot - GASELLI loppuraportti sekä Autoalan Tiedotuskeskuksen (2020) ladattavien autojen käyttäjätutkimus. Luvussa 6 esitetään työn johtopäätökset teoriaosuuden ja käsittelylukujen pohjalta. Luvussa kootaan diffuusiota puoltavat ja vastustavat tekijät voimakenttäanalyysiin (engl. Force Field Analysis). Kurt Lewin kehitti voimakenttäanalyysin 1940-luvulla sosiaalipsykologian alalle, ja nykyään sitä käytetään päätöksenteon tukena. Analyysiä hyödynnetään toimintaa tai muutosta edistävien ja vastustavien tekijöiden tunnistamiseen. (Cadle et al. 2010)

2 INNOVAATIOIDEN DIFFUUSIO

Innovaatio on idea, käytäntö tai esine, jonka joko yksilö tai muu omaksujajoukko kokee uudeksi. Ei ole paljoa merkitystä, onko idean ensimmäinen käyttökerta tai löytäminen objektiivisesti uusi vai ei ajallisesti. Yksilön reaktio siihen määrittää sen uutuuden ja jos idea vaikuttaa yksilöstä uudelta, on se innovaatio. (Rogers 1983, s. 11) Sähköautot eivät ole uusi keksintö mutta vasta viime vuosina niiden määrä on alkanut kasvaa Suomessa ja yhä useammat kuluttajat ovat vaihtaneet polttomoottoriauton sähköautoon ensimmäistä kertaa, joten se näyttäytyy kuluttajille uutena innovaationa.

Rogersin (1983, s. 5) mukaan diffuusio on prosessi, jossa innovaatio leviää viestinnän avulla tiettyjä kanavia pitkin ajan kuluessa sosiaalisen järjestelmän jäsenten keskuudessa. Usein ajatellaan, että hyödylliset innovaatiot leviävät itsestään ja että niiden edut havaitaan laajasti, jolloin niiden diffuusio on nopeaa. Näin käy kuitenkin valitettavan harvoin, ja suurin osa innovaatioista leviää yllättävän hitaasti. (Rogers 1983, s. 7) Diffuusiot teoriaa on hyödynnetty useissa tutkimuksissa ja monilla eri aloilla. Alla on koottuna eri tutkimuksia, joissa diffuusiot teoria on ollut käytössä (Taulukko 1).

Taulukko 1. Esimerkkejä diffuusiot teoriasta käytännössä

Diffuusiot teoria käytännössä	Lähde
Sähköisen terveydenhuollon innovaatioiden hyväksyminen ja käyttö	Zhang et al. 2015
Lohkoketjujen implementointi energia-alan käyttötapauksissa	Albrecht et al. 2018
Uusiutuvien lämmitysjärjestelmien käyttöönotto Italiassa	Franceschinis et al. 2017
Kuluttajainnovaatioiden diffuusio kestävässä energiateknologioissa	Hyysalo et al. 2017
Ympäristöystävällisten tuote- ja palveluinnovaatioiden diffuusion ajurit ja esteet	Clausen & Fichter 2019

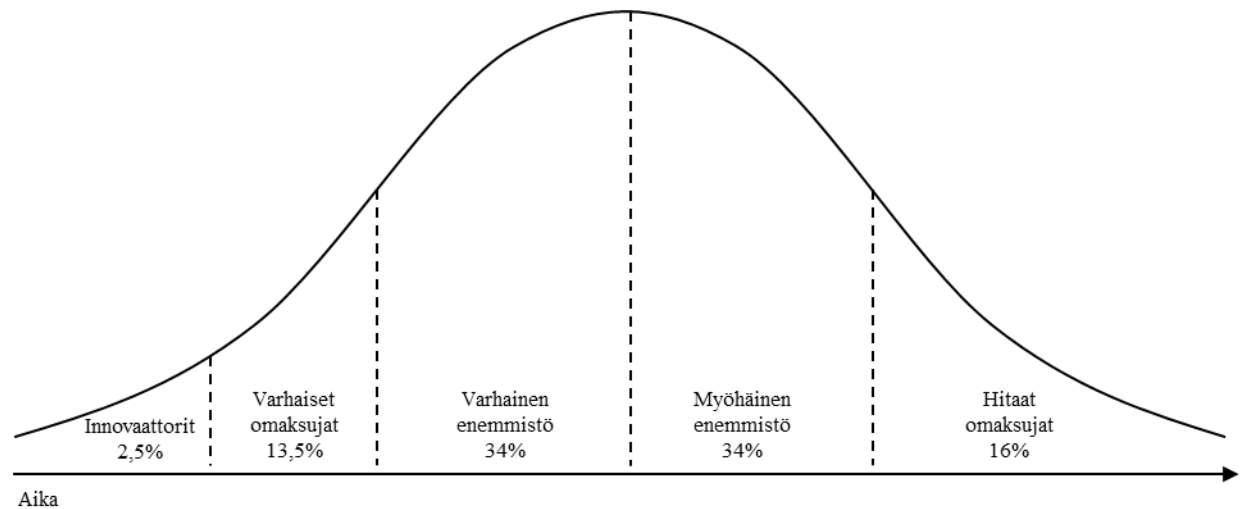
2.1 Innovaatioiden luokittelu

Robertson (1967) luokitteli innovaatiot sen perusteella, miten ne vaikuttavat vakiintuneisiin toimintamalleihin, ja hän luokittelee innovaatiot jatkuviin, dynaamisesti jatkuviin ja epäjatkuviin innovaatioihin. Jatkuvilla innovaatioilla on vähiten disruptiivinen vaikutus, eli ne eivät suuresti muuta vakiintuneita toimintamalleja tai -tapoja. Sen sijaan, että kehitettäisiin täysin uusi tuote, tehdään nykyiseen tuotteeseen muutoksia. Dynaamisesti jatkuvilla innovaatioilla on enemmän disruptiivinen vaikutus, vaikka sekään ei yleensä suuresti muuta jo vakiintuneita toimintatapoja. Siihen voi liittyä olemassa olevaan tuotteeseen tehdyt muutokset tai kokonaan uusi tuote. Epäjatkuviin innovaatioihin liittyy kokonaan uuden tuotteen kehittäminen ja uusien toimintatapojen luominen, esimerkiksi tietokoneet ja televisiot. (Robertson 1967)

Sähköautot voidaan tämän jaottelun mukaan luokitella dynaamisesti jatkuvaksi innovaatioksi, sillä sähköautojen käyttö- sekä toimintaperiaate ovat hyvin samankaltaiset kuin polttomoottoriautojen, mutta niiden lataus ja toimintamatkat saattavat vaatia kuluttajia muuttamaan käyttötapojaan. Engel et al. (1995, s. 878) mukaan menestyneimpiä innovaatioita ovatkin tuotteet, joihin on tehty muutoksia ja parannuksia, jolloin kuluttajilta vaaditaan vain vähän muutoksia olemassa oleviin toimintatapoihin. Osittain tästä syystä hybridautot, jotka voidaan luokitella jatkuvaksi innovaatioksi, ovat laajemmin käytössä Suomessa, sillä niissä kuluttaja voi vielä turvautua polttomoottoriin ja sen mahdollistamaan toimintamatkaan sekä useisiin tankkausasemiin.

2.2 Innovaatioiden omaksijat

Kaikki sosiaalisen järjestelmän yksilöt eivät omaksu innovaatioita samanaikaisesti ja heidät voidaan jaotella viiteen omaksujakategoriaan sen perusteella, kuinka innovatiivisia he ovat. Innovatiivisuudella tarkoitetaan sitä, kuinka nopeasti tai hitaasti yksilö omaksuu innovaatioita muihin sosiaalisen järjestelmän jäseniin verrattuna. (Rogers 1983, s. 22, 241). Nämä kategoriat ovat innovaattorit (engl. innovators), varhaiset omaksijat (engl. early adopters), varhainen enemmistö (engl. early majority), myöhäinen enemmistö (engl. late majority) ja hitaat omaksijat (engl. laggards) (Kuva 2). (Rogers 1983, s. 248-250)



Kuva 2. Omaksujakategoriat (mukaillen Rogers 1983, s. 247)

Innovaattorit hankkivat uuden teknologian tuotteita aggressiivisesti, ja tekniikka on heidän keskeinen kiinnostuksenkohteensa (Moore 1999, s. 9). Innovaattorina olemisella on kuitenkin useita edellytyksiä. Innovaattoreilla tulee olla huomattavia taloudellisia resursseja kannattamattoman innovaation aiheuttamien menetysten kattamiseksi sekä kykyä ymmärtää ja soveltaa monimutkaista teknistä tietoa. Innovaattorin on kyettävä selviytymään innovaation suuresta epävarmuudesta sen omaksumisen hetkellä. Heillä on tärkeä rooli innovaatioiden diffuusiossa, sillä he ovat edelläkävijöitä, jotka tuovat innovaation järjestelmän ulkopuolelta sosiaaliseen järjestelmään (Rogers 1983, s. 22, 248).

Varhaiset omaksujat ovat integroituneempi osa sosiaalista järjestelmää kuin innovaattorit, ja myöhäisemmät omaksujat odottavat tietoja ja neuvoja varhaisilta omaksujilta innovaatiosta. Monet varmistavat innovaation käyttämiseen liittyviä seikkoja varhaisilta omaksujilta ennen kuin itse ottavat sen käyttöön, ja tämä ryhmä toimii roolimallina ja viestinviejänä muille ryhmille, sillä he eivät innovatiivisuudessaan eroa paljoa keskimääräisestä yksilöstä. (Rogers 1983, s. 248-249) Sen sijaan että varhaiset omaksujat luottaisivat muiden esimerkkeihin ostopäätöstä tehdessä, he luottavat omaan intuitioonsa ja näkemyksiinsä ostopäätöstä tehdessä. Tällöin he ovat avainasemassa korkean teknologian markkinasegmentin avaamisessa muille. (Moore 1999, s. 9)

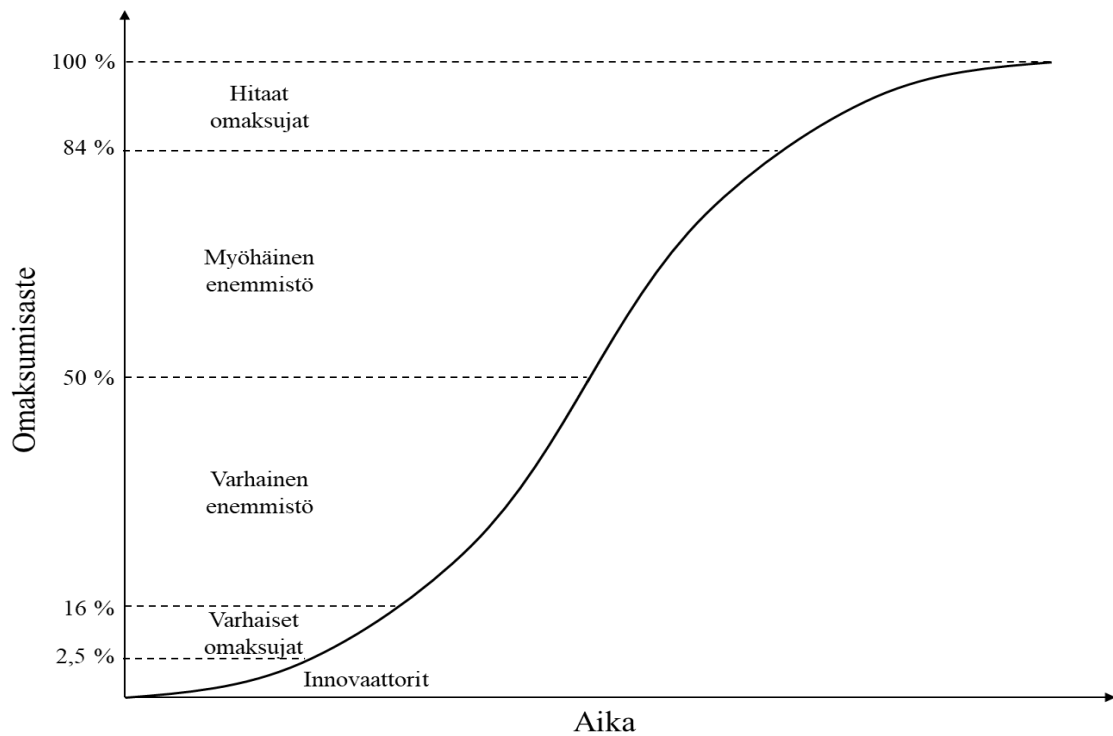
Varhainen enemmistö omaksuu uusia ideoita juuri ennen sosiaalisen järjestelmän keskivertoyksilöä. Varhainen enemmistö saattaa harkita omaksumista jonkin aikaa, ja he harkitsevat innovaatioiden käyttöönottoa suhteellisen pitkään verrattuna innovaattoreihin ja varhaisiin omaksujiin. (Rogers 1983, s. 249) Mooren (1999, s. 9) mukaan monet heistä ovat tyytyväisiä odottamaan ja seuraamaan miten käyttöönotto etenee ja he haluavat käytännön todisteita innovaation toimivuudesta. He vaativat innovaatiolta ennen kaikkea käytännöllisyyttä.

Myöhäinen enemmistö omaksuu uusia ideoita heti sosiaalisen järjestelmän keskimääräisen jäsenen jälkeen. Omaksuminen voi olla taloudellinen välttämättömyys tai reaktio sosiaalisen verkoston aiheuttamaan paineeseen. Innovaatioita lähestytään usein epäilevästi ja varovaisuudella, ja myöhäinen enemmistö omaksuu niitä vasta kun suurin osa sosiaalisesta järjestelmästä on niin tehnyt. Heillä on suhteellisen niukat resurssit omaksumista varten, joten lähes kaikki epävarmuudet sitä koskien on poistettava ennen kuin he kokevat sen turvalliseksi. (Rogers 1983, s. 249-250) He usein odottavat, että innovaatio on vakiintunut standardiksi ja sen jälkeenkin he haluavat vahvistusta siitä muilta omaksujilta (Moore 1999, s. 9)

Viimeiset omaksijat ovat hitaat omaksijat, ja heidän vertailukohtansa on menneisyys. He tekevät päätöksiä edellisten sukupolvien päätösten perusteella ja ovat vuorovaikutuksessa yksilöiden kanssa, joilla myös on perinteiset arvot. He suhtautuvat epäilevästi innovaatioihin ja kun he omaksuvat innovaation, saattaa innovaattoreilla olla jo uusi innovaatio käytössä. Hitailta omaksujilla on myöhäisen enemmistön tapaan rajalliset resurssit, joten heidän pitää olla varmoja idean onnistumisesta ennen kuin heillä on varaa sitoutua siihen. Hitaiden omaksujien taloudellinen tilanne pakottaa heidät olemaan erittäin varovaisia innovaatioiden omaksumisessa. (Rogers 1983, s. 250-251)

Mooren (1999, s. 12) mukaan omaksujakategorioiden välissä voi olla kuiluja, joilla kuvataan kategorioiden välisiä eroja. Yksi haastavimmista kuiluista on varhaisten omaksujien ja varhaisen enemmistön välissä, joka jää usein tiedostamatta. Varhaiset omaksijat pyrkivät omaksumisella saamaan etua myöhempisiin kategorioihin nähden ja he odottavat radikaalia epäjatkuvuutta vanhojen ja uusien käytäntöjen välille. He ovat myös varautuneita kestämään

innovaation mahdolliset virheet ja häiriöt. Varhainen enemmistö puolestaan pyrkii minimoimaan epäjatkuvuuden vanhojen käytäntöjen kanssa. Siinä vaiheessa, kun he omaksuvat innovaation tulee sen toimia kunnollisesti ja integroitua sujuvasti heidän toimintatapoihinsa ja nykyiseen teknologiaan. (Moore 1999, s. 15)



Kuva 3. Innovaatioiden diffuusion S-käyrä (mukaillen Rogers 1983, s. 243)

Innovaatioiden diffuusiota kuvataan yleisesti s-käyrällä (Kuva 3). Omaksumisaste kasvaa aluksi hitaasti innovaattoreiden ja varhaisten omaksujien käyttöönoton myötä, mutta omaksuminen kiihtyy, kunnes yli puolet järjestelmän yksilöistä ovat omaksuneet innovaation. Tämän jälkeen kasvu hidastuu, kun hitaat omaksujat lopulta ottavat innovaation käyttöön ja omaksumisaste saavuttaa kypsyyden.

3 INNOVAATIOIDEN DIFFUUSIOON VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Aikaisemmin esitetyn diffuusion määritelmän mukaan sen tärkeimmät tekijät ovat innovaatio, tiedonvälitys, aika sekä sosiaalinen järjestelmä, ja tässä luvussa tarkastellaan näiden tekijöiden ominaispiirteitä. Lopuksi käsitellään innovaatioiden päätösprosessia, eli miten päätöksenteko omaksumisesta etenee.

3.1 Innovaatioiden ominaisuudet

Innovaatioiden leviämiseen ja käyttöönottoon vaikuttavat useat muuttujat. Innovaatioiden käyttöönottoon on havaittu vaikuttavan viisi ominaisuutta: suhteellinen hyöty, yhteensopivuus, monimutkaisuus, kokeiltavuus ja havaittavuus. (Tidd 2010, s. 20)

Suhteellisella hyödyllä (engl. relative advantage) tarkoitetaan sitä, kuinka paljon paremmaksi innovaatio koetaan verrattuna tuotteeseen, jonka se syrjäyttää tai kilpaileviin tuotteisiin. Suhteellista hyötyä mitataan usein kapeilla taloudellisilla termeillä, mutta muutkin eitaloudelliset tekijät, kuten mukavuus, tyytyväisyys ja sosiaalinen arvostus voivat olla yhtä tärkeitä. Teoriassa, mitä suurempi koettu suhteellinen hyöty, sitä nopeampi omaksuminen. (Tidd 2010, s. 20-21) Rogersin (1983, s. 217-218) mukaan suhteellisen hyödyn voidaan ajatella olevan innovaation omaksumisesta saatava palkinto tai rangaistus, ja taloudellisen kannattavuuden lisäksi sitä voidaan tarkastella alhaisten käyttöönottokustannuksien, ajan ja vaivan säästön sekä palkinnon välittömyyden kannalta.

Yhteensopivuudella (engl. compatibility) tarkoitetaan innovaation yhteensopivuutta potentiaalisten omaksujien arvojen, kokemusten ja tarpeiden kanssa. Yhteensopivuus jaetaan kahteen näkökulmaan: olemassa oleviin taitoihin ja käytäntöihin sekä arvoihin ja normeihin. (Tidd 2010, s. 21) Innovaatiota, joka ei ole yhteensopiva näiden kanssa ei omaksuta yhtä nopeasti kuin innovaatiota, joka on (Rogers 1983, s. 15). Jos innovaation ja omaksuvan organisaation välillä on huomattavia ristiriitoja, vaaditaan innovaatiolta tai yksilöltä tai molemmilta muutoksia. Tärkeää on myös se, miten innovaatio sopii potentiaalisten omaksujien olemassa oleviin taitoihin, laitteisiin ja suorituskriteereihin. (Tidd 2010, s. 21-22)

Monimutkaisuus (engl. complexity) on Tiddin (2010, s. 22) mukaan innovaation käytön ja ymmärtämisen vaikeusaste. Yleisesti innovaatiot, jotka ovat yksinkertaisempia ymmärtää ja käyttää omaksutaan nopeammin kuin ne, joiden käyttämiseen omaksujan tulee kehittää uusia tietoja ja taitoja (Tidd 2010, s. 22).

Testattavuus (engl. trialability) tarkoittaa innovaation kokeilumahdollisuuksia. Innovaatio, jota on mahdollista kokeilla alentaa siihen kohdistuvaa epävarmuutta ja mahdollistaa oppimisen tekemällä. Varhaisimmat omaksujat näkevät testattavuuden tärkeämpänä kuin myöhemmät omaksujat, sillä innovatiivisimmilla yksilöillä ei vielä ole vertailukohtaa innovaatiolle. Hitaat omaksujat sen sijaan voivat hyödyntää edelläkävijöiden kokemuksia omassa päätöksenteossaan. (Rogers 1983, s. 231)

Tiddin (2010, s. 24) mukaan havaittavuus (engl. observability) kuvaa sitä, kuinka innovaation käyttämisen tulokset näkyvät muille. Mitä helpompaa on nähdä innovaation edut, sitä todennäköisempää on sen nopea omaksuminen sosiaalisessa järjestelmässä. Havaittavuus stimuloi keskustelua vertaisten kanssa, kun he pyytävät omaksujalta tietoa innovaatioiden arviointia varten (Tidd 2010, s. 24; Rogers 1983, s. 16).

3.2 Tiedonvälitys

Kommunikaatio on prosessi, jossa osallistujat, kuten kuluttajat ja markkinointiorganisaatiot, luovat ja jakavat informaatiota toistensa kanssa saavuttaakseen yhteisymmärryksen (Rogers 1983, s. 17; Engel et al. 1995, s. 885). Rogersin (1983, s. 17) mukaan perusmuodossaan prosessi sisältää innovaation, yksilön, jolla on tietoa tai kokemusta innovaatiosta, innovaatiosta tietämättömän yksilön sekä viestintäkanavan, joka yhdistää nämä yksilöt. Viestintäkanavalla tarkoitetaan sitä keinoa, jolla viestit kulkevat yksilöltä toiselle. Suullisen viestinnän merkitys korostuu etenkin, kun innovaation omaksumiseen liittyy merkittävä sosiaalinen, psykologinen tai taloudellinen riski, ja kun valinta tuotteiden välillä ei ole selkeä. Etenkin hyvin innovatiivisten tuotteiden kohdalla potentiaalisiin omaksujiin vaikuttaa enemmän jo omaksuneiden kokemukset ja perehtyneisyys, verrattuna tiedotusvälineiden viestintään. (Engel et al. 1995, s. 886)

3.3 Sosiaalinen järjestelmä

Engel et al. (1995, s. 876) mukaan sosiaalinen järjestelmä koostuu ihmisistä, ryhmistä tai muista järjestelmistä, jotka ovat yhteydessä toisiinsa. Diffuusio tapahtuu sosiaalisen järjestelmän sisällä, ja sen rakenteella on suuri merkitys innovaatioiden leviämässä. Normit ovat sosiaalisen järjestelmän jäsenille vakiintuneita käyttäytymismalleja, ja ne voivat toimia ohjeistuksena tai standardina jäsenille. Normit voivat olla myös este muutokselle, jos uusi innovaatio on jollain tavalla ristiriidassa niiden kanssa. (Rogers 1983, s. 24, 27)

Rogersin (1983, s. 254) mukaan sosioekonomisella asemalla ja innovatiivisuudella on positiivinen ja lineaarinen yhteys, eli mitä suuremmat yksilön tulot ja muut sosioekonomiset muuttujat ovat, sitä innovatiivisempi hänen oletetaan olevan. Varhaisimmat omaksujat ovat tavallisesti korkeasti koulutettuja, korkeammassa sosiaalisessa asemassa sekä varakkaampia. Vain sosiaalisen järjestelmän varakkaat yksilöt pystyvät omaksumaan kalliita ja suuren pääoman vaativia innovaatioita, sillä he kykenevät selviytymään tappioista, jotka voivat syntyä, jos innovaatio epäonnistuu.

3.4 Aika

Aika on tärkeä osa diffuusioprosessia ja se liittyy innovaatioiden diffuusion 1) päätösprosessiin, jossa yksilö tulee tietoiseksi innovaatiosta, ja lopulta joko hylkää tai hyväksyy innovaation, 2) omaksujakategorioihin, eli kuinka aikaisin tai myöhään kategorioiden yksilöt ottavat innovaatiot käyttöön sekä 3) innovaation omaksumisnopeuteen järjestelmässä, jota yleensä mitataan omaksujien määrällä tietyssä ajanjaksona. (Rogers 1983, s. 20)

Uusien teknologioiden toimittajat voivat vaikuttaa tuotteiden diffuusiopotentiaaliin ja nopeuteen, ja Robertson & Gatignon (1986) esittivät neljä tekijää, jotka vaikuttavat innovaatioiden diffuusionopeuteen:

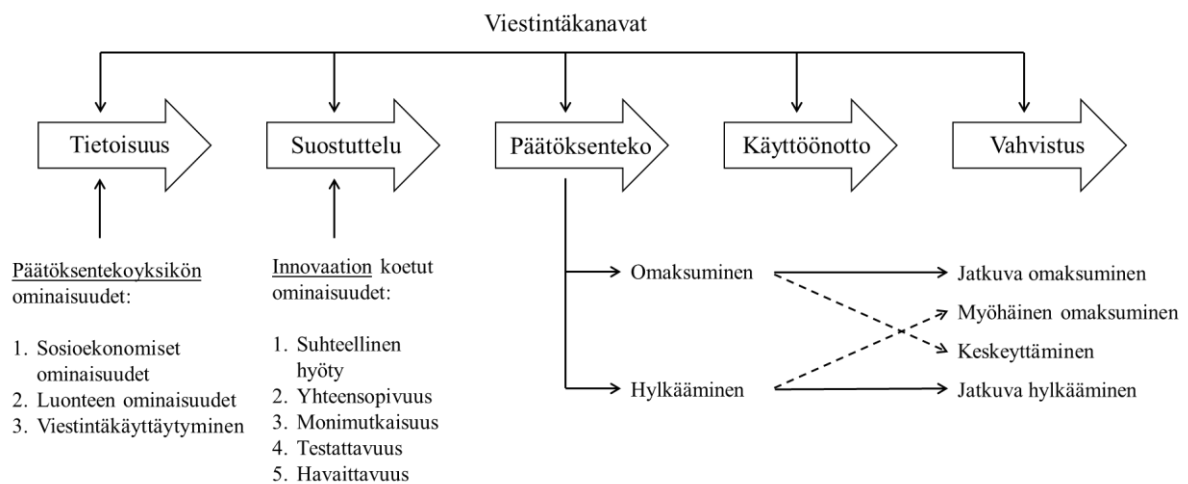
- 1) Mitä suurempi kilpailu toimittajaryhmien välillä on, sitä nopeammin innovaatio leviää ja sitä korkeampi diffuusiotasoa on
- 2) Mitä suotuisampi maine toimittajalla on, sitä nopeampi diffuusion alku on
- 3) Mitä enemmän standardoitu teknologia on, sitä nopeampi diffuusio on

- 4) Mitä suurempi vertikaalinen koordinointi toimittajien ja asiakkaiden välillä vallitsee, sitä nopeampi diffuusio on.

3.5 Innovaation päätösprosessi

Innovaation omaksuminen on aikaa vievä päätöksentekoprosessi, joka koostuu sarjasta toimia sekä valintoja, joiden avulla yksilö arvioi uutta ideaa ja päättää, ottaako hän sen käyttöön vai ei. Päätösprosessiin liittyy keskeisesti innovaatioon ja sen uutuuteen kohdistuva epävarmuus, sekä sen hyödyllisyyden ja käytön analysointi. Prosessi on lähtökohtaisesti tiedonhakua ja tiedon käsittelyä, jonka perusteella pystytään vähentämään innovaation etuihin ja haittoihin kohdistuvaa epävarmuutta (Rogers 1983, s. 167).

Rogersin (1983, s. 164) mukaan innovaation päätösprosessi koostuu viidestä vaiheesta: tietoisuus (engl. knowledge), suostuttelu (engl. persuasion), päätöksenteko (decision), käyttöönotto (engl. implementation) ja vahvistus (engl. confirmation) (Kuva 4).



Kuva 4. Innovaation päätösprosessi (mukaillen Rogers 1983, s.165)

Päätösprosessi alkaa, kun potentiaalinen omaksuja huomaa innovaation ja saa jonkinlaisen käsityksen, miten se toimii ja miten sitä käytetään. Vaikka potentiaalisella omaksujalla on tietoa innovaatioista ei prosessi ylitä tietoisuusvaihetta, jos hän ei koe sitä hyödylliseksi tai merkitykselliseksi. Jos yksilö ei saa riittävästi tietoa innovaatiosta ennen sen kokeilua ja

käyttöönottoa, on tuloksena todennäköisesti sen hylkääminen tai keskeyttäminen. (Rogers 1983, s. 164, 167-168)

Suostutteluvaiheessa yksilö muodostaa joko suotuisan tai epäsuotuisan mielikuvan innovaatiosta, sillä tässä vaiheessa hän etsii aktiivisemmin tietoa siitä sekä mahdollisesti muodostaa mielikuvaa siitä, millaista sen käyttö olisi hänen nykyisessä tilanteessaan tai tulevaisuudessa. Aktiivisella tiedon hankkimisella esimerkiksi vertaisilta ja mielikuvien muodostamisella yksilö pyrkii vähentämään innovaatioon kohdistuvaa epävarmuutta. (Rogers 1983, s. 169-170)

Päätöksentekovaiheessa yksilö päättää joko omaksua tai hylätä innovaation. Omaksuminen tarkoittaa, että innovaation täysimääräinen käyttöönotto nähdään parhaana mahdollisena toimintatapana, kun taas hylkääminen on päätös siitä, että innovaatiota ei omaksuta. Tässä vaiheessa yksilöt pyrkivät pääsemään kokeilemaan innovaatiota käytännössä tai saamaan tietoa vertaisten kokemuksista, joka joissain tilanteissa voi korvata oman kokeilun. Useimmat eivät kuitenkaan omaksu innovaatioita, jos he eivät pääse kokeilemaan niitä itse ja määrittämään niiden hyödyllisyyttä. (Rogers 1983, s. 172) Aktiivisessa hylkäämisessä innovaation käyttöönottoa on pohdittu ja innovaatiota on ehkä kokeiltu, kun taas passiivisessa hylkäämisessä innovaation käyttöä ei ole edes harkittu (Engel et al. 1995, s. 897).

Neljännessä vaiheessa yksilö ottaa innovaation käyttöön. Tähän asti prosessi on ollut psyykkistä, mutta käyttöönottovaihe edellyttää muutoksia myös käyttäytymiseen. Yksilö etsii edelleen tietoa innovaatiosta, kuten sen hankintamahdollisuuksista, käyttötavoista ja mahdollisista käyttöönoton ongelmista. Käyttöönottovaihetta edistää saatavuus sekä hankinnan helppous, mutta myös hinta on tärkeä tekijä. (Rogers 1983, s. 174; Engel et al. 1995, s. 897) Jos jokin näistä tekijöistä koetaan rajoitteena, on innovaation käyttöönotto epätodennäköistä.

Viimeisessä vaiheessa yksilö hakee vahvistusta jo tehdylle käyttöönottopäätökselle vähentääkseen päätökseen kohdistuvaa epävarmuutta. Myöhäisessä omaksumisessa yksilö on aikaisemmin hylännyt innovaation, mutta vastaanottaakin myönteistä lisätietoa innovaatiosta, jolloin hän päätyykin omaksumaan sen. Voi myös käydä niin, että omaksumisen jälkeen hän tulee vakuuttuneeksi siitä, että innovaatiota ei olisi kannattanut omaksua. Tällöin kyseessä on

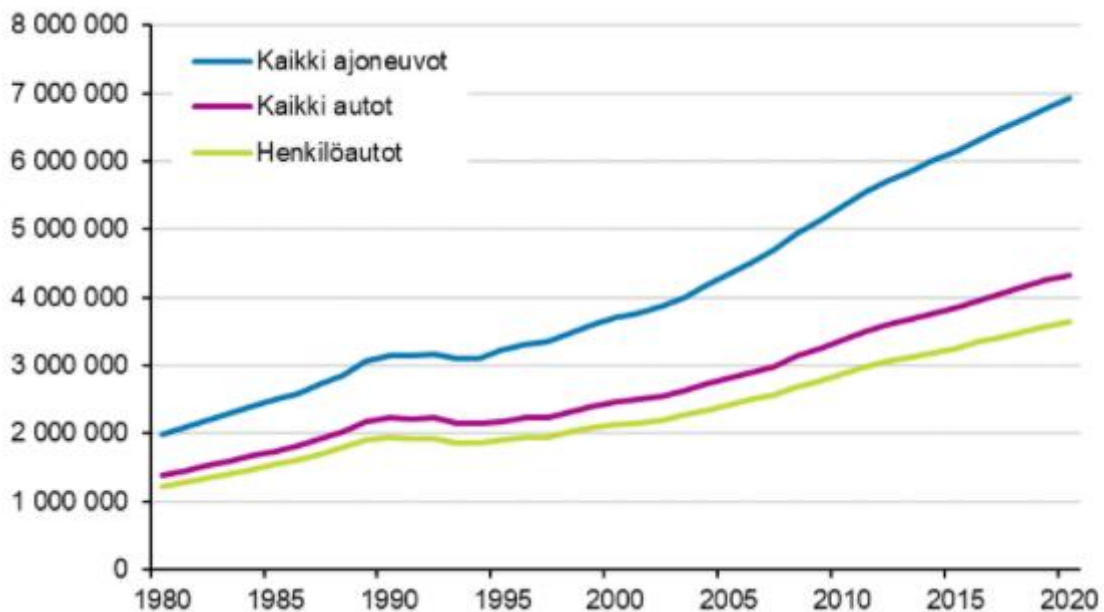
keskeyttäminen, jota esiintyy etenkin myöhempien omaksujien keskuudessa. (Rogers 1983, s. 184-185; Engel et al. 1995, s. 897)

4 HENKILÖAUTOT SUOMESSA

Henkilöautoilu on suosittua Suomessa, ja vuonna 2016 henkilöautot kattoivat 76 prosenttia päivittäisistä matkoista. (Liikennevirasto 2018) Henkilöautojen määrä on ollut kasvussa jo 1990-luvulta alkaen, ja viime vuosina myös sähköautojen määrä on alkanut kasvaa.

4.1 Suomen henkilöautokanta

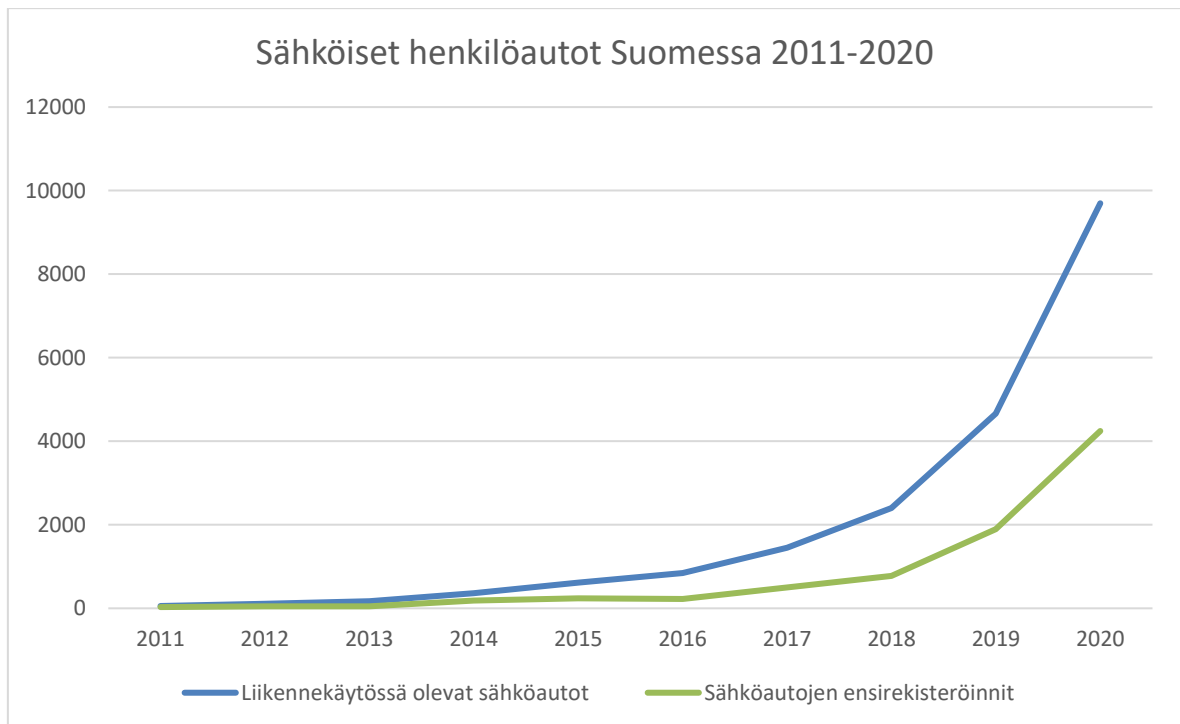
Vuonna 2020 Suomen henkilöautokanta oli 3 632 851 kappaletta, joista liikennekäytössä oli 2 773 768. Liikennekäytössä olevat henkilöautot olivat keskimäärin 12,5 vuotta vanhoja ja yleisimmät kolme henkilöautomallia olivat Toyota Corolla (noin 153 000 kpl), Volkswagen Golf (noin 130 000) ja Škoda Octavia (noin 91 000). (Tilastokeskus 2021) Henkilöautojen määrä Suomessa on ollut tasaisessa kasvussa jo pitkään (Kuva 5).



Kuva 5. Ajoneuvokanta 1980–2020 (Tilastokeskus 2021)

4.2 Sähköautot Suomessa

Sekä sähköautojen ensirekisteröinnit että liikennekäytössä olevien sähköautojen määrä on kasvanut merkittävästi viime vuosien aikana. Vuonna 2019 sähköautoja oli liikennekäytössä 4661, ja vuonna 2020 niitä oli 9697 (Kuva 6). Liikennekäytössä olevien sähköautojen määrä on suurempi kuin ensirekisteröityjen sähköautojen, sillä Suomeen tuodaan ulkomailta paljon autoja. Vaikka sähköautoja oli liikennekäytössä yli kaksi kertaa enemmän vuonna 2020 verrattuna vuoteen 2019, oli niiden suhteellinen osuus yli 3,6 miljoonan auton autokannasta erittäin pieni, noin 0,267 prosenttia. Ladattavien hybridien osuus on huomattavasti suurempi. Vuoden 2021 alussa ladattavia hybridejä oli lähes 54 000 kappaletta (Traficom 2021a).



Kuva 6. Sähköautot Suomessa 2011–2020 (Traficom 2021b, Traficom 2020b)

Etenkin innovaattorit ovat ottaneet sähköautoja käyttöön, mutta niiden leviämistä muille omaksujakategorioille ja laajamittaista käyttöönottoa rajoittavat useat tekijät, joita käsitellään seuraavassa luvussa. Haasteet muodostavat uhan varhaisten omaksujien ja varhaisen enemmistön väliselle kuilulle. Toisaalta myös monia ajureita on havaittavissa, joilla sähköautojen leviämistä pyritään edistämään, ja näitä ajureita käsitellään rajoitteiden jälkeen.

5 SÄHKÖAUTOJEN DIFFUUSION RAJOITTEET

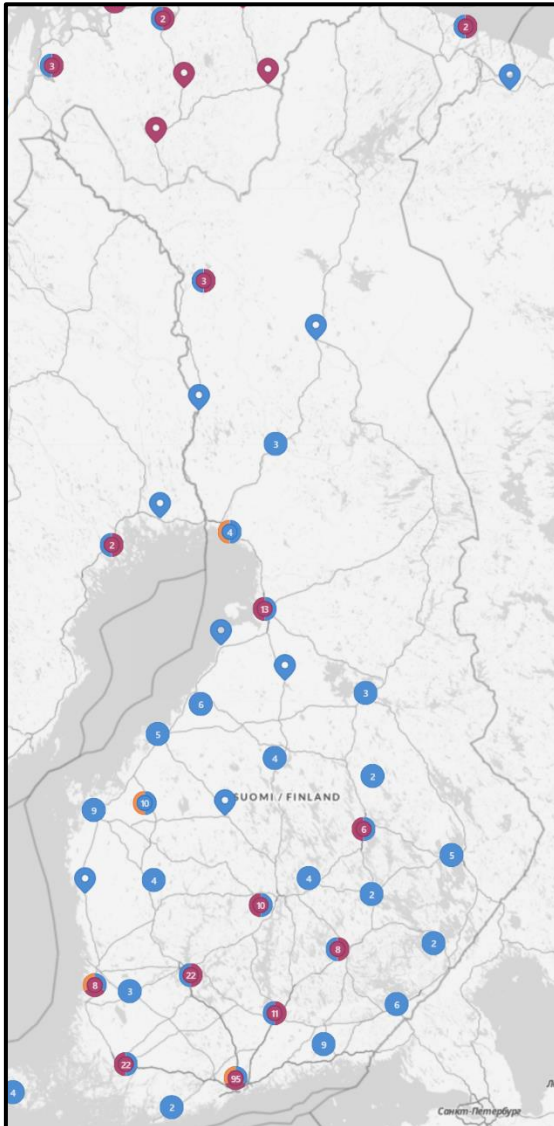
Vaikka sähköautojen määrä on kasvanut viime vuosina, kohtaa kasvu monia haasteita ja rajoitteita. Suurimmat diffuusion haasteet Suomessa kohdistuvat etenkin yhteensopivuuteen, suhteelliseen hyötyyn sekä päätösprosessin eri vaiheisiin. Pohjoismaissa yleisesti merkityksellisimmät rajoitteet ovat olleet toimintamatka, hankintahinta, julkinen latausinfrastruktuuri sekä kuluttajien tietämys ja psyykkiset esteet (Noel et al. 2020). Suomessa 33 prosentille autoilijoista seuraava auto on ladattava hybridi tai sähköauto, mutta jopa 56 prosenttia ei ole edes harkinnut niiden hankkimista (Salo 2021).

5.1 Latausverkoston puutteellisuus

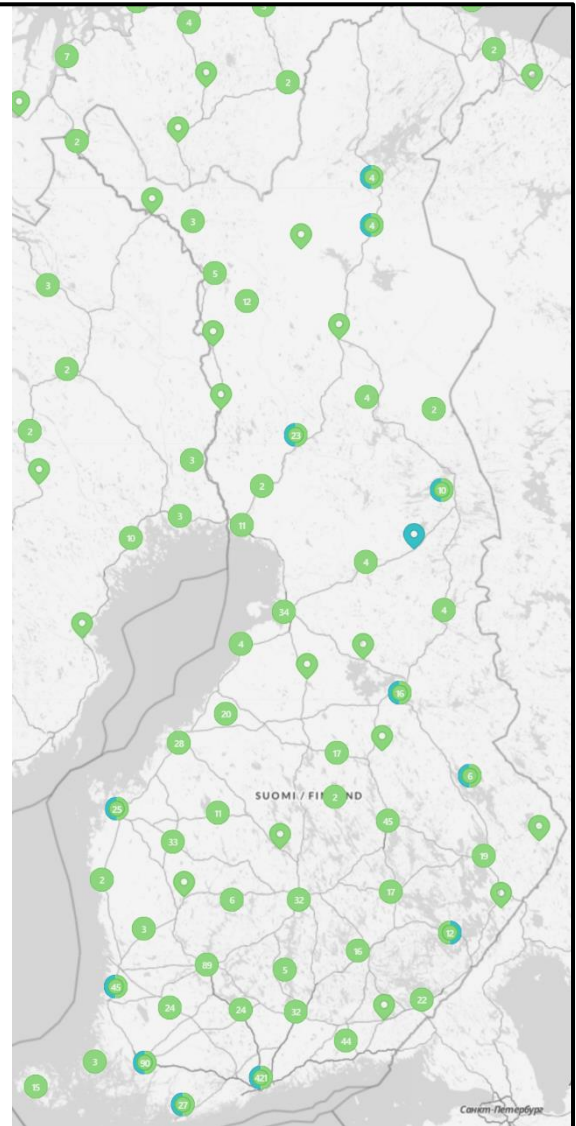
Yleisen latausverkoston suppeus hidastaa sähköautojen diffuusiota huomattavasti, ja sähköauton hankkimisen edellytyksenä on, että kotoa löytyy latauslaite, joka mahdollistaa latauksen. Etenkin kerrostaloissa latausmahdollisuutta ei yleensä ole, ja myös työpaikkojen lataustarjonta sekä latauspisteiden verkko ei ole vielä laajentunut kaupunkiseutujen ulkopuolelle (Autoalan Tiedotuskeskus 2021, s. 21).

Sähköautoja voidaan ladata eri nopeuksilla, ja lataustavat ovat hidaslataus, peruslataus ja pikalataus. Hidaslataus tapahtuu sähköauton mukana tulevalla kaapelilla, joka voidaan kytkeä tavalliseen sähköpistokkeeseen tai teollisuuspistorasiasta, ja uusissa autoissa latausvirta voi olla rajoitettu 8 ampeeriin, jolloin latausteho on rajoitettu alle 2 kilowattiin. Latausta tavallisesta sähköpistokkeesta ei suositella, sillä tyhjän akun lataaminen kestää usein yli 10 tuntia, ja tavalliset sähköpistokkeet eivät sovellu pitkäkestoiseen lataukseen. (Pihlatie et al. 2019, s. 4; Virta 2019) Onkin suositeltavaa, että kotiin hankitaan erillinen latauslaite, jotka maksavat asennuskustannukset mukaan lukien noin 1000-3000 euroa, jolloin lataus on turvallisempaa ja nopeampaa (Traficom 2020c). Peruslatauksessa sähköautoa ladataan erillisellä latauslaitteella, joka voi olla varustettuna joko Type 1- tai Type 2-pistokkeella, merkistä riippuen. Latauslaite syöttää vaihtojännitettä yksi-, kaksi- tai kolmivaihevirralla noin 6-7 kW teholla, riippuen autosta. Pikalatauksessa erillinen laturi lataa akustoa tasajännitteellä noin 40–50 kW teholla. Euroopassa on kaksi standardia autojen liitäntään, japanilainen CHAdeMO sekä

eurooppalainen ja amerikkalainen CCS (Combined Charging System), ja molemmat löytyvät usein julkisista pikalatureista. Tesla-merkkisille autoille on oma Supercharger-pikalatausverkostonsa, jota ei ole avattu muiden valmistajien autojen omistajille. (Pihlatie et al. 2019, s. 4-5)



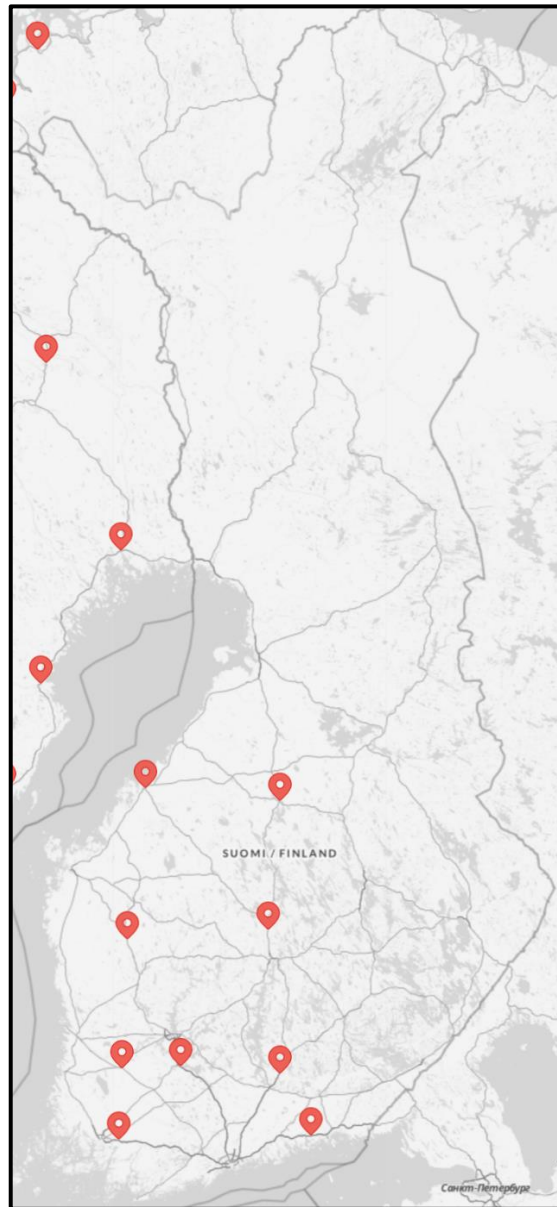
Kuva 7. Pikalatauspisteet (Sähköautoilijat Ry 2021)



Kuva 8. Peruslatauspisteet (Sähköautoilijat Ry 2021)

Pikalatauspisteet eivät ole vielä levinneet Pohjois-Suomeen, ja niitä on eniten suurten kaupunkien läheisyydessä (Kuva 7). Peruslatauspisteitä löytyy tasaisemmin ympäri maata, mutta Pohjois-Suomessa määrät ovat toistaiseksi pieniä (Kuva 8). Pitkillä ajomatkoilla lataus

hidastaa matkantekoa, sillä peruslatauspisteiden latausaika on noin 1-2 tuntia, ja pikalatauspisteitä ei ole kaikkialla saatavilla.



Kuva 9. Tesla Supercharger-latauspisteet
(Sähköautoilijat Ry 2021)

Teslan Supercharger-latauspisteitä, jotka ovat toistaiseksi tarkoitettu vain Tesla-merkkisille autoille, ovat keskittyneet Länsi- ja Etelä-Suomeen, ja niiden määrä on toistaiseksi erittäin vähäinen (Kuva 9). Latauspisteiden määrästä ja sijainneista johtuen pitkät ajomatkat vaativat

suunnittelua ja pitkiä taukoja. Sähköinen liikenne ry:n (2021, s. 5) mukaan vuoden 2020 neljännellä kvartaalilla peruslatauspisteiden suhde sähköautokantaan, mukaan lukien ladattavat hybridit, oli 1:12,6 ja pikalatauspisteiden kohdalla suhde täyssähköautoihin oli 1:26,6. Latauspisteiden määrää tulisi kasvattaa, jotta verkoston kattavuus paranisi ja latauspisteitä olisi tarjolla useammalle autolle.

Suhteellinen hyöty ei latausverkoston osalta ole vielä polttomoottoriautojen tankkauspisteiden tasolla, joka hidastaa sähköautojen diffuusiota. Latausverkostoon turvautuminen vaatisi monelta kuluttajalta myös käyttötapojen muutosta, jolloin päätöksentekoprosessi ei pääse etenemään käyttöönottovaiheeseen. Myös yhteensopivuudessa on puutteita, sillä tankkauspisteiden kattavuuteen on totuttu, ja Pihlatie et al. (2019, s. 34) mukaan latausverkostot ovat hajaantuneet useisiin eri palveluihin, ja lataukseen liittyy paljon eri termistöä ja tekniikkaa, jotka lisäävät käyttöönoton monimutkaisuutta. Maksujärjestelmät ja älypuhelimilla käytettävät sovellukset vaihtelevat eri palveluntarjoajien välillä, jolloin niiden käyttäminen voidaan kokea työlääksi ja hankalaksi. Toisaalta K-Latauksen asiakastutkimuksen mukaan 88 prosenttia vastaajista lataa autoaan ostosten teon yhteydessä, ja K-Lataus on myös lisännyt asiakaskäyntejä K-ryhmän kaupoissa. K-Latauksesta vastaavan johtajan Tom von Bonsdorffin mukaan tutkimuksen tuloksista voidaan nähdä sähköautoilijoiden käyttötapojen muutokset, sillä sähköautoa ladataan arkisten asioiden lomassa, vaikka toimintamatkaa olisi vielä jäljellä. Polttomoottoriautoja sen sijaan tankataan usein vasta kun polttoaine on vähissä. (Kesko 2021)

Sähkön riittävyys ja sähköverkon kestävyys ovat aiheuttaneet keskustelua sähköautojen yleistyessä. Andersson et al. (2020, s. 32) mukaan 250 000 sähköautoa lisäisi Suomen sähkönkulutusta alle 1 TWh verran, eli noin yhden prosentin. Sekä Andersson et al. (2020, s. 32) että Pihlatie et al. (2019, s. 45) arvioivat, että jos koko Suomen henkilöautokanta olisi sähköinen, kasvaisi sähkön tarve 9-10 TWh, eli noin 10 prosenttia. Heidän mukaansa samanaikainen lataus voisi aiheuttaa piikkejä kulutuksessa, mutta niitä voidaan hallita yön aikana tapahtuvalla latauksella, älykkäällä latauksella sekä kiinteistöjen lataustehon hallinta- ja ohjausjärjestelmillä.

Sen lisäksi, että kattavampi yleinen latausverkosto mahdollistaisi pidemmät ajomatkat ja vähentäisi riippuvuutta kotona tapahtuvasta latauksesta, lisäisi se myöhäisempien omaksujien

vakuuttuneisuutta sähköauton hankinnasta. Pitkät latausajat ovat ristiriidassa olemassa olevien käytäntöjen kanssa, sillä polttomoottoriautojen tankkaus onnistuu nopeasti ja matkaa pystyy jatkamaan helposti. Latausverkoston kattavuus vähentäisi etenkin myöhäisten ja hitaiden omaksujien epävarmuutta, vaikka he tekisivät pitkiä matkoja harvoin.

5.2 Hankintahintojen korkeus

Yksi merkittävimpiä sähköautojen omaksumista rajoittavista tekijöistä on niiden hinta suhteessa polttomoottoriautoihin. Autoalan Tiedotuskeskuksen (2020, s. 8, 21) mukaan sähköautojen verolliset keskihinnat ovat noin 1,8 kertaa suuremmat kuin vastaavanlaiseseen bensiiniautoon verrattuna, mutta tulevana vuosina sähköautojen mallivalikoima on kasvamassa etenkin keskihintaisten ja keskikokoisten autojen segmentissä. Korkeasta hinnasta johtuen sähköautojen käyttäjät eivät pitäneet hankintahintaa tärkeänä hankintaan vaikuttavana tekijänä (Autoalan Tiedotuskeskus 2020, s. 21). Korkeat hankintahinnat estävät päätösprosessin etenemistä käyttöönottoon asti, ja myöhäisten ja hitaiden omaksujien rajallisten resurssien vuoksi sähköautot eivät ole varteenotettava vaihtoehto heille. Vain innovaattoreilla ja varhaisilla omaksujilla on ollut edellytykset selviytyä innovaation mahdollisesta epäonnistumisesta. Sähköautojen määrä on vasta viime vuosina alkanut kasvaa, joten niitä ei ole paljoa käytettyjen autojen markkinoilla. Nettiauto.com-palvelussa 6.4.2021 tehdyn haun mukaan Suomessa sähköä käyttövoimanaan hyödyntäviä tieliikennekelpoista henkilöautoa oli tarjolla 1209 kappaletta. Bensiiniautoja sen sijaan oli 39 069, dieselautoja 28 800 ja erilaisia hybridautoja yhteensä 8607. (Nettiauto.com 2021)

Suomessa on havaittavissa sosioekonomisen aseman ja innovatiivisuuden positiivinen ja lineaarinen yhteys. Helsingin Sanomien tekemän selvityksen mukaan, joka pohjautuu Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien ja Verohallinnon tietoihin, täyssähköautot keskittyvät postinumeroalueille, joissa tulotasot ovat korkeat verrattuna muihin alueisiin. Espoon Suvisaassa oli korkein sähköautojen osuus, 3,8 prosenttia, ja alue on sijalla 24 tulovertailussa. Espoon Westendissä, joka on asukkaiden veronalaisilla mediaanituloilla mitattuna Suomen hyvätuloisin alue, sähköautojen ja ladattavien hybridien osuus oli 14,5 prosenttia. Vain kaksi postinumeroaluetta ei kuulu 50 suurituloisimman alueen joukkoon, kun tarkastellaan

kahtakymmentä aluetta, joissa sähkö- ja hybridautojen määrä on suurin. (Laitinen & Himanen 2021; viitattu Liikenne- ja viestintävirasto (Traficom) 2020, Verohallinto 2019).

Sähköautojen hintojen odotetaan useiden lähteiden mukaan laskevan. Soulopoulos (2017, s. 8) arvioi, että sähköautot ovat jopa 15 prosenttia halvempia kuin vastaavat polttomoottoriautot vuoteen 2030 mennessä. Hintakehityksen edellytyksinä olisivat polttomoottoriautojen hintojen nousu tiukentuvan päästölainsäädännön myötä ja sähköautojen tuotantomäärien suuri kasvu. Myös Autoalan Tiedotuskeskus (2021, s. 11) arvioi, että vuosina 2028-2032 sähköautojen tuotantokustannukset alenevat polttomoottoriautojen tasolle akkuteknologioiden ja voimansiirtojärjestelmien kehittymisen sekä tuotantomäärien kasvun myötä. Ganter et al. (2019, s. 9) mukaan sähkömoottorin voimansiirron suurin kustannuserä on akku, kattaen yli 75 prosenttia kustannuksista ja he olettavat akkujen kustannusten laskevan noin 35 prosentilla vuoteen 2025 mennessä, 205 USD/kWh:sta 130 USD/kWh:n, mittakaavaetujen ja akkujen energiatiheiden parantuessa. Hintojen lasku lisäisi sähköautojen saatavuutta, jolloin ne olisivat saatavilla useammille omaksujakategorioille.

Laurikon (2017) mukaan akkujen raaka-aineiden, etenkin koboltin, riittävyys saattaa kuitenkin aiheuttaa ongelmia, sillä ne eivät tule riittämään, jos kaikissa henkilöautoissa olisi litiumioniakku ja sähkömoottori. Myös Horn et al. (2021) mukaan koboltin maailmanlaajuinen kysyntä kasvaa vähähiiliseen talouteen siirtymisen myötä. Tällä hetkellä Euroopan kobolttituotanto saadaan kolmesta kaivoksesta Suomessa, ja uusien esiintymien hyödyntäminen vaatii huomattavia investointeja ja sen sijaintien, alkuperän sekä runsauden kartoittaminen edellyttävät huomattavaa määrää tutkimusta (Horn et al. 2021). Myös litiumin maailmanlaajuinen kysyntä tulee kasvamaan lähitulevaisuudessa, kun monet maat siirtyvät sähköautoihin sekä uusiutuviin energianlähteisiin, ja litiumin tuotanto ei tule pysymään kysynnän perässä. Olisikin syytä keskittyä etsimään uusia litiumesiintymiä, pidentää sen käyttöikä ja kehittää sen kierrätystä. (Tabelin et al. 2021) Jos materiaalien tarjonta laskee, kasvavat puolestaan niiden hinnat, joka voi nostaa sähköautojen valmistus- ja hankintakustannuksia. Tarve uusille akkuteknologioille ja vaihtoehtoisille polttoaineille, kuten vedylle, saattaa kasvaa, jolloin näitä hyödyntävien autojen hinnat olisivat korkeat teknologioiden uutuuden myötä.

5.3 Akkujen toimintakyky ja toimintamatkojen pituudet

Yksi tärkeimpiä vaatimuksia sähköautoille on niiden toimintamatka, eli kuinka paljon niillä pystytään ajamaan latausten välissä. Toimintamatka täydellä latauksella vaihtelee tyypillisesti 150-500 kilometrin välillä akkujen kapasiteettien ollessa 30-100 kWh. (Autoalan Tiedotuskeskus 2020, s. 5)

Vuonna 2016 suomalaisten keskimääräinen matkasuorite vuorokaudessa oli 41 kilometriä/henkilö, josta henkilöautolla suoritettiin 31,1 kilometriä, ja esimerkiksi pääkaupunkiseudulla henkilöautoilla suoritettujen matkojen keskipituus jäi alle 17 kilometriin. Yli sadan kilometrin kotimaanmatkoista 77 prosenttia tehtiin henkilöautolla ja loput julkisella liikenteellä. (Liikennevirasto 2018, s. 8, 18, 108) Keskimääräinen matkasuorite on selvästi alle toimintamatkojen vaihteluvälin, mutta henkilöautoa käytetään myös eniten pitkien matkojen tekemiseen, vaikka niitä ei tehtäisikään kovin usein.

Noel et al. (2019) mukaan huoli toimintamatkasta (engl. range anxiety) on kuluttajan kokema tunne, joka johtuu sähköauton rajoitetusta toimintamatkasta, ja se on edelleen yksi suurimmista esteistä niiden kattavassa diffuusiossa. Toimintamatkat ovat pidentyneet viime vuosina ja kehittyvä latausinfrastruktuuri on lisännyt latausmahdollisuuksia, mutta ne eivät vielä täysin yllä polttomoottoreilla saavutettaviin toimintamatkoihin. Kuluttajat saattavat vaatia, että sähköautolla pitäisi pystyä ajamaan kaikki matkat yhden tai kahden päivän aikana, mukaan lukien harvinaiset pitkät matkat, ilman latausta. Muutoin sähköauto rajoittaa heidän koettua vapautta verrattuna polttomoottoriautoihin. Tämä rajoite on ristiriidassa auton symbolisen luonteen eli matkustamisen vapauden kanssa. (Noel et al. 2019) Pohjoismaissa tehdyn kyselytutkimuksen otoksesta 94 prosenttia ajoi alle 80 kilometriä päivässä ja 93 prosenttia niistä, jotka eivät olleet kiinnostuneita sähköauton hankinnasta niiden toimintamatkan takia, ajoivat myös alle 80 kilometriä päivässä. (Noel et al. 2019) Vaikka nykyiset toimintamatkat riittäisivätkin päivittäiseen ajoon, kohdistuu niihin silti epävarmuutta, joka voi aiheuttaa jatkuvan hylkäämisen päätösprosessissa.

Autoalan Tiedotuskeskuksen (2020, s. 36, 37) tekemässä käyttäjätutkimuksessa yli puolet vastaajista olivat joko erittäin tyytyväisiä tai tyytyväisiä sähköauton toimintamatkaan ja noin 95 prosenttia hankkisi sähköauton erittäin todennäköisesti tai melko todennäköisesti uudelleen. Huoli toimintamatkasta korostuu siis heidän keskuudessaan, jotka eivät ole vielä omaksuneet sähköautoa, mutta käyttöönoton jälkeen huoli näyttää pienenevän. Sähköautolla pärjääkin arkipäiväisessä ajossa, vaikka niillä ei pystykään vielä saavuttamaan samaa toimintamatkaa ja lataamisen helppoutta sekä kattavuutta kuin polttomoottoriautoilla. Nykyiset toimintamatkat ovat riittäviä jo monille, mutta niitä tulee silti kasvattaa, jotta toimintamatkaan kohdistuvaa huolta saadaan pienennettyä etenkin potentiaalisten omaksujien joukossa. Etenkin varhaisten omaksujien tulee olla täysin vakuuttuneita toimintamatkoista, jotta käyttöönotto muissakin omaksujakategorioissa voi täysin alkaa, sillä he toimivat roolimalleina muille.

Suomen ilmasto aiheuttaa haasteita toimintamatkoille ja latausajoille. Reyes et al. (2016) mukaan kylmän sään vaikutukset sähköautojen toimintaan ovat tunnettuja, mutta niitä ei vielä ymmärretä järjestelmällisesti. Heidän mukaansa kylmissä lämpötiloissa akun sisäinen vastus kasvaa, joka pienentää akun energiaa. Kylmä lämpötila voi merkittävästi heikentää latausnopeutta ja pidentää latauksen kestoa (Motoaki et al. 2018). Esimerkiksi ohjaamon lämmittäminen ja ilmastointi lisäävät akun kuormitusta huomattavasti (Neubauer & Wood 2014). Esimerkiksi Mercedes-Benz EQC 400 4Matic Edition AMG:n toimintamatka laskee 181 kilometriä 128 kilometrin matkalla, kun pakkasta oli 5 astetta. Kaksi yötä ja kymmenen asteen pakkasen laskee toimintamatkaa 42 kilometriä. (Kaidesoja 2021) Kylmyys ei vaikuta polttomoottoriautojen toimintamatkoihin samalla tavalla, joten toimintamatkan pienentyminen sähköautoissa lisää niihin kohdistuvaa epävarmuutta.

Epävarmuutta voi aiheuttaa myös akustojen turvallisuus ja Sun et al. (2020) mukaan akkuihin liittyvät paloriskit ja vaarat ovat merkittävä huolenaihe. Virheellisestä käytöstä, liikenneonnettomuuksista tai itsesyttymisestä johtuvat tulipalot voivat aiheuttaa myrkyllisiä kaasuja ja räjähdyksiä. Tulipalot ovat vaikeita sammuttaa, sillä auton sisällä olevaa akustoa ei päästä helposti sammuttamaan ja se voi syttyä uudelleen ilman riittävää jäädytystä. (Sun et al. 2020)

6 SÄHKÖAUTOJEN DIFFUUSION AJURIT

Sähköautojen diffuusion ajurit painottuvat lainsäädäntöön ja verotukseen. Näillä toimilla Suomi on pyrkinyt edistämään sähköautojen omaksumista, mutta edistämiskeinot eivät vielä kannusta tarpeeksi hankkimaan sähköautoa. Kolmasosa suomalaisista on kuitenkin hankkimassa seuraavaksi autokseen hybridi- tai sähköauton. Myös alhaiset käyttökustannukset ovat monelle tärkeä tekijä hankintapäätöstä tehdessä. Lisäksi sähköautojen tarjonta tulee kasvamaan, sillä useat autonvalmistajat ovat ilmoittaneet sähköistymissuunnitelmistaan.

6.1 Alhaiset käyttökustannukset

Vaikka sähköautojen hankintakustannukset ovat keskimäärin perinteisiä polttomoottoriautoja korkeammat, ovat niiden käyttökustannukset etenkin käyttövoiman hintojen kannalta alhaisemmat. Noin 90 prosenttia sähköautojen käyttäjistä kokivat edulliset käyttökustannukset erittäin tai melko tärkeäksi hankintapäätöstä tehdessä ja puolet latasivat autoa kotona päivittäin tai 1-2 kertaa viikossa. (Autoalan Tiedotuskeskus 2020, s. 21, 30). Sähkön keskihinta Suomessa vuonna 2020 oli noin 0,17 €/kWh (Eurostat 2021). Toimintamatkojen ollessa 150-500 kilometriä ja akkujen kapasiteettien vaihdella 30-100 kWh välillä, maksaisi tällöin 30 kWh:n akuston lataaminen täyteen kotona 5,1 euroa ja 100 kWh:n lataaminen 17 euroa, jolloin hinta per 100 kilometriä olisi noin 3,4 euroa. Suomessa bensiinin keskihinta on 1,603 €/litra ja dieselin 1,488 €/litra (GlobalPetrolPrices 2021a; GlobalPetrolPrices 2021b). Bensiiniautolla, jonka kulutus on 7 l/100 km, tulisi kustannukseksi 11,22 €/100 km, ja dieselauton, jonka kulutus on 6 l/100 km, kustannukseksi tulisi 8,93 €/100 km. Jos lataus tapahtuu kotona, ovat käyttövoiman kustannukset alhaisemmat kuin polttomoottoriauton, mutta julkisissa latauspisteissä lataaminen voi olla kallista.

Julkisten latauspisteiden veloitus voi tulla latausajan tai virrankulutuksen mukaan tai se voi sisältyä pysäköintimaksuun (Autoalan Tiedotuskeskus 2020, s. 6) Monissa paikoissa se voi olla myös ilmaista. K-Lataus-verkostossa lataaminen peruslatauspisteillä on maksutonta, mutta pikalatauksesta veloitetaan 0,20 €/minuutti ja 1 euron aloitusmaksun (Kesko 2019).

Esimerkiksi 70,9 kilowattitunnin lataus julkisessa pikalatauspisteessä maksoi 90,80 euroa (Kaidesoja 2021). Sähköautojen yleistyessä ilmaiset latauspaikat voivat kuitenkin käydä vähiin ja muuttua tulevaisuudessa maksullisiksi.

Andersson et al. (2020, s. 33-34) mukaan sähköautojen kuluttajia voi arveluttaa akkujen käyttöikä ja niiden vaihtotarve. He kuitenkin arvioivat, että akkujen käyttöikä on yhtä pitkä kuin autonkin, ja että käyttö- ja huoltokustannukset ovat pienemmät kuin polttomoottoriautojen. Käyttökustannusten kannalta sähköautojen suhteellinen hyöty on hieman parempi verrattuna polttomoottoriautoihin, ja ne ovatkin olleet tärkeässä asemassa hankintapäätöstä tehdessä. Niiden suhteellisen hyödyn voidaan kuitenkin nähdä olevan riittämättömiä hankintakustannuksiin verrattuna, ja käyttökustannukset itsessään eivät riitä viemään päätösprosessia eteenpäin.

6.2 Verohelpotukset

Autojen verotus on Suomessa korkeaa, ja sähköautojen hankintaa on pyritty kannustamaan verohelpotuksilla. Sähköautojen autovero on alhaisin verrattuna muihin käyttövoimiin, sillä verotus on porrastettu hiilidioksidipäästöjen mukaan.

Suomessa sekä auton hankinnasta että sen käytöstä maksetaan veroa. Autoveroa tulee maksaa, kun 1) ajoneuvo tuodaan ulkomailta ja rekisteröidään Suomeen, 2) ajoneuvo ostetaan rekisteröimättömänä Suomesta ja se ensirekisteröidään Suomeen ja kun 3) ajoneuvo otetaan käyttöön Suomessa, jos sen käyttö ei ole autoverotonta (Verohallinto 2021). Ennen 1.9.2018 käyttöön otetuiden ajoneuvojen päästöt on mitattu NEDC-menetelmällä (New European Driving Cycle), mutta tämän jälkeen mittaustapana on käytetty WLTP-menetelmää (Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure) (Verohallinto 2019a). WLTP-menetelmän mukaan auton CO₂-päästöjen (g/km) ollessa 0, on veroprosentti 2,7. CO₂-päästöjen (g/km) ollessa esimerkiksi 144, nousee vero 15,0 prosenttiin (Verohallinto 2019b).

Ajoneuvovero muodostuu perusverosta ja käyttövoimaverosta, ja perusvero kertyy auton valmistajan ilmoittamien hiilidioksidipäästöjen (CO₂) mukaan. Päästötietojen puuttuessa perusvero kertyy auton kokonaismassan mukaan. Sähköauton tapauksessa perusveron osuus on

WLTP-mittaustavalla 53,29 euroa vuodessa, kun 144 g/km CO₂ päästöisen esimerkkiauton kohdalla perusveron osuus on 149,65 euroa vuodessa. (Traficom 2020a)

Käyttövoimavero kohdistetaan autoihin, jotka käyttävät muuta kuin moottoribensiiniä käyttövoimanaan. Käyttövoimavero lasketaan jokaisesta kokonaisuudesta alkavasta sadasta kilogrammasta, ja eri käyttövoimille on asetettu eri veron määrä. (Traficom 2020a).

Taulukko 2. Käyttövoimaverot käyttövoimittain (Traficom 2020a)

Käyttövoima	Senttiä/päivä/alkava 100 kg	Käyttövoimavero (1600 kg)
Diesel	5,5	321,2
Sähkö	1,5	87,6 €
Sähkö ja moottoribensiini	0,5	29,2 €
Sähkö ja diesel	4,9	286,16 €
Metaanipolttoaine	3,1	181,04 €

Dieseliin kohdistuva verotus on kaikkein suurin. Sähköautojen kokonaisverotus on siis kevyttä verrattuna muihin käyttövoimiin, mutta esimerkiksi bensiiniautoista ei peritä käyttövoimaveroa ollenkaan, jolloin veroetu niihin verrattuna jää pienemmäksi (Taulukko 2).

Verotuksella on suuri merkitys auton hankinnassa, ja Autoalan Tiedotuskeskuksen (2020, s. 21) mukaan yli 80 prosenttia sähköauton hankkineista piti pientä auto- ja ajoneuvoveroa erittäin tai melko tärkeänä ohjaavana tekijänä hankintapäätöstä tehdessä. Jotta sähköautot muuttuisivat houkuttelevammaksi vaihtoehdoksi, tulisi verotusta keventää entisestään ja korostaa sähköautojen verohelpotuksia etenkin, kun niiden hankintahinnat ovat jo valmiiksi korkeat. 90 prosenttia suomalaisista kokee, että ajoneuvoihin kohdistuvaa verotusta pitäisi keventää (Tuomisto 2020). Sähköautojen määrän kasvaessa polttomoottoriautoista ja fossiilisista polttoaineista saatavat verot vähentyisivät, jolloin sähköautoilun verotus saattaa puolestaan nousta vajeen täyttämiseksi. Jo nyt työpaikalla lataamisen edun raha-arvo on 30 euroa latauksen määrästä riippumatta (Verohallinto 2018). Verotuksen keventäminen veisi kuitenkin sähköautojen omaksumista eteenpäin diffuusion alkuvaiheessa.

6.3 Sähköautojen tarjonnan kasvu

Pihlatie et al. (2019, s. 29) arvioi, että autojen saatavuus tulee olemaan suuri haaste Suomessa, sillä tuotantomäärät ovat rajallisia ja sähköautot painottuvat sinne, missä niitä tuetaan eniten, kuten Norjaan. Tämä tilanne voi kuitenkin muuttua lähitulevaisuudessa, sillä monet suuret autonvalmistajat ovat ilmoittaneet tekevänsä suuria investointeja sähköautojen tuomiseksi markkinoille, sekä supistavansa bensiini- ja dieselautojen valikoimiaan.

Volvo on linjannut, että vuoteen 2030 mennessä jokaisen sen myymän auton tulisi olla täysin sähköinen, ja että vuoteen 2025 mennessä 50 prosenttia maailmaanlaajuisesta myynnistä koostuisi täyssähköautoista ja loput hybrideistä (Volvo 2021). Samoin Ford on sitoutunut tavoitteeseen, että vuoden 2026 puoliväliin mennessä sen koko Euroopan valikoima koostuu täysin sähkökäyttöisistä autoista tai plug-in hybrideistä, ja että vuoteen 2030 mennessä henkilöautot olisivat täysin sähköisiä. Ford on myös tehnyt 1 miljardin dollarin investoinnin sähköautojen valmistuskeskukseen Kölniin, jossa valmistettujen sähköautojen myynti on määrä alkaa vuodesta 2023 eteenpäin. (Ford 2021) Nissanin tavoitteena puolestaan on, että puolet Euroopassa myydyistä autoista ovat joko hybridejä tai sähköautoja vuoteen 2023 mennessä (Nissan Motor Corporation 2020, s. 4). Volkswagen Group, johon kuuluvat muun muassa Audi, SEAT ja Škoda, tiedotti, että viimeistään vuoteen 2030 mennessä Volkswagen-konsernin tuotemerkit tarjoavat vähintään yhden täysin sähköisen version tai hybridiversion koko valikoimastaan, joka käsittää noin 300 erilaista mallia (Volkswagen AG 2021).

Sähköiseen autoiluun siis panostetaan monien valmistajien toimesta ja monille valmistajille etenkin vuosi 2030 on merkittävä. Vaikka sähköautot ja hybridit kattaisivatkin suurimman osan tarjonnasta, tulee Suomen autokannan sähköistymisessä menemään vielä pitkään, sillä Suomessa autoja pidetään kauan, keskimääräisen auton iän ollen 12,5 vuotta. Sähköautoja ei myöskään omaksuta ennen kuin ne koetaan selkeästi paremmaksi vaihtoehdoksi kuin polttomoottori- tai hybridiautot.

Vaikka uusia malleja tuodaan markkinoille ja polttomoottoriversioiden tarjontaa supistetaan, ovat tuotantomäärät kuitenkin riippuvaisia muun muassa akkumateriaaleista. Mahdollisia sähköautojen kysyntäpiikkejä kohdatessaan tuotantomäärät eivät välttämättä pysy perässä,

jolloin toimitusajat pitenevät. Jos uusien sähköautojen saatavuus on heikkoa ja toimitusajat pitkiä, ovat ne esteenä päätösprosessin käyttöönottoaiheessa potentiaalisille omaksujille.

6.4 Muutokset lainsäädännössä

Suomen eduskunnan päätöksen mukaisesti on säädetty laki, jonka mukaan rakennukset pitää varustaa sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla. Laki tuli voimaan 11.11.2020. Laki kohdistuu rakennuksiin, joissa käytetään energiaa sisäilmaston ylläpitämiseen sekä pysäköintitaloihin, jotka kattavat yhden tai useamman asuinrakennuksen pysäköinnin järjestämisen. Tällaisten uusien pysäköintitalojen jokaiseen pysäköintipaikkaan on asennettava latauspistevalmius. Kaikkiin uusiin asuinrakennuksiin, joissa on yli neljä pysäköintipaikkaa, on jokaiseen pysäköintipaikkaan asennettava latauspistevalmius. Valmius on myös asennettava asuinrakennukseen, joka on laajamittaisen korjauksen kohteena. (Finlex 2020)

Muiden uusien, kuin asuinrakennusten, yhteyteen on asennettava yksi suuritehoinen latauspiste, jos niissä on yli 10 pysäköintipaikkaa. Vaihtoehtoisesti voidaan asentaa vähintään yksi normaalitehoinen latauspiste 11-50 pysäköintipaikkaa kohti, vähintään kaksi 51-100 paikkaa kohti tai vähintään kolme yli sataa paikkaa kohti. Samat valmiudet on asennettava muihin kuin asuinrakennuksiin, jotka ovat laajamittaisen korjauksen kohteena. Näitä säädöksiä sovelletaan, jos rakennushankkeen lupahakemus tulee vireille 11.3.2021 tai sen jälkeen. (Finlex 2020)

Huomioitavaa on, että laki velvoittaa latauspistevalmiuteen, mikä ei tarkoita varsinaisten latauspisteiden asentamista, vaan lopullisesta asennuksesta päättää taloyhtiö. Valmiudella varustettavien pysäköintipaikkojen määrät ovat toistaiseksi vähäisiä, mutta se edistää sähköautojen laajamittaista käyttöönottoa ja niiden määrän kasvuun pystytään varautumaan. Latauspistevalmius voi myös vähentää sähköautoihin kohdistuvaa epävarmuutta, joka on tärkeää etenkin myöhäiselle enemmistölle ja hitaille omaksujille. Kerrostaloissa asuvat lataavat sähköautojaan vähiten kotona (Autoalan Tiedotuskeskus 2020, s. 31), mutta lain voimaantulon myötä lataaminen kerrostaloissa voi helpottua. Keron (2021) mukaan valmiuden asentaminen on kuitenkin aiheuttanut ruuhkautumista, ja myös valmiuksien laadukas toteuttaminen voi osoittautua haasteeksi. Hänen mukaansa Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen varaama 5,5 miljoonan euron rakentamisen avustus on loppumassa kesken.

Sähköautojen hankintaa ja Suomen autokannan uudistamista on pyritty edistämään sähköauton hankintatuella sekä vanhasta autosta saatavalla romutuspalkkiolla. Sähköauton hankintaa on tuettu vuodesta 2018 lähtien 2000 eurolla valtion toimesta ja Traficom (2021c) määrittelee sen kriteerit seuraavasti:

- ”auto on täyssähköinen henkilöauto
- ostaja tai vuokraaja on yksityishenkilö
- vuokraaja sitoutuu vuokraamaan auton yksinomaan omaan käyttöönsä vähintään kolmeksi vuodeksi
- auton kokonaishinta on enintään 50 000 euroa (sisältää ALV ja autoveron)
- auto ei ole ollut aikaisemmin rekisterissä
- auto on ensirekisteröitävä 1.1.2018 – 30.11.2021
- valtion talousarviossa avustuksen maksamista varten varattua määrärahaa on käytettävissä.
 - määrärahaa on kohdistettu hankintatukeen ja muuntotukeen yhteensä 6 miljoonaa euroa vuodessa.”

Yksityishenkilöt voivat saada 2000 euron suuruisen romutuspalkkion sähköauton hankintaa varten, kunhan hankittava ja romutettava auto ovat henkilöautoja, romutettava auto on ensirekisteröity vuonna 2010 tai aikaisemmin ja se on liikennekäytössä romutushetkellä. Romutustodistuksen ja uuden auton tilaus- tai kauppasopimuksen päiväys on oltava aikavälillä 1.12.2020 – 31.12.2021. (Traficom 2021d). Kaikki kriteerit täyttämällä tukien suuruus olisi yhteensä 4 000 euroa.

Nykyinen hankintatuki ja romutuspalkkio eivät kannusta riittävästi nykyisen polttomoottoriauton vaihtamista sähköautoon etenkin myöhäisen enemmistön ja hitaiden omaksujien kohdalla heidän resurssien rajallisuuden vuoksi. 24 miljoonan euron hankintatuen määrärahasta oli vuoden 2021 helmikuun puoleen väliin mennessä käytetty vasta noin 38 prosenttia (Traficom 2021e), eli hieman yli 9,1 miljoonaa euroa. Koste et al. (2021, s. 13) mukaan Suomen tulisi ottaa mallia muista Euroopan maista. Heidän mallintamat skenaariot ennustavat myyntimäärien kasvua Suomessa, jos sähköautoihin liittyvät tuet muutettaisiin muun maan mukaisiksi. Norjassa sähköauton hankinnasta ei esimerkiksi makseta arvonlisä- tai autoveroa, ja Norja-skenaariossa sähköautoja olisi Suomessa yli 580 000 kappaletta vuonna

2030. Ruotsissa hankintatuen suuruus on noin 6850 euroa, Ruotsi-skenaariossa sähköautojen määrä Suomessa olisi noin 360 000 autoa vuonna 2030. (Koste et al. 2021, s. 10-11)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tavoitteena oli tutkia, miten sähköautoja on otettu käyttöön Suomessa sekä tarkastella sähköautojen diffuusion rajoitteita ja ajureita. Työssä tarkasteltiin myös sähköautojen diffuusion tulevaisuutta ja kehitystä. Teoriaosuuden tarkoituksena oli selvittää miten innovaatiot yleisesti leviävät ja mitä ominaisuuksia diffuusioon liittyy sekä käsitellä siihen liittyviä tärkeimpiä termejä. Tämän jälkeen tarkasteltiin miten sähköautojen määrä ja ensirekisteröinnit ovat kasvaneet. Määrät ovat etenkin muutama vuosi sitten alkaneet nousta paljonkin, kun innovaattorit ovat ottaneet niitä käyttöön, mutta niiden määrä ei ole vielä saavuttanut innovaattoreiden omaksujakategorian suhteellista osuutta. Nopeasta kasvusta huolimatta sähköautojen määrä on tällä hetkellä vähäinen koko autokantaan nähden.

Diffuusion rajoitteina havaittiin olevan latausverkoston puutteellisuus, hankintahintojen korkeus sekä akkujen toimintakyky ja toimintamatkojen pituudet. Etenkin latausverkoston kattavuus ja hankintahinnat vaikuttavat päätösprosessin tietoisuus- ja suostutteluvaiheisiin, joten hankintapäätöstä saatetaan lykätä. Sähköautojen omaksuminen vaatii muutoksia käyttäytymismalleihin sekä sopeutumista ja vaikuttaa epätodennäköiseltä, että esimerkiksi yhdellä latauksella voisi ajaa yhtä pitkälle ja kauan kuin yhdellä tankillisella lähivuosina. Ei siis voida toimia kuten polttomoottoriautoilla, että auto ladataan kerran viikossa, vaan lataamista pitää tehdä useammin ja suunnitella tarkemmin missä ja milloin se tapahtuu.

Latausverkoston kattavuus ei yllä polttomoottoriautojen tankkauspisteiden määrän tasolle, jolloin sen suhteellinen hyöty koetaan huonommaksi. Se on vielä paikoin vajavainen ja keskittynyt kaupunkien läheisyyteen, joka voi hidastaa sähköautojen omaksumista alueilla, jossa latausverkosto on harvempi. Toisaalta jos näillä alueilla ei hankita sähköautoja, voi se osaltaan hidastaa myös latausverkoston rakentamista sinne. Lataus voidaan myös kokea monimutkaisena, ja latausverkoston hinnoittelun, maksamisen ja älypuhelimilla käytettävien sovellusten standardoinnilla voitaisiin vähentää julkiseen lataukseen liittyvää hankaluutta ja monimutkaisuutta.

Sähköautojen korkeat hankintahinnat eivät kannusta niiden hankkimiseen, ja etenkin myöhäinen enemmistö ja hitaat omaksujat eivät pysty omaksumaan niitä heidän rajallisten

resurssien vuoksi. Sähköautoja onkin omaksuttu lähinnä korkeatuloisten innovaattoreiden toimesta. Uhkana on myös varhaisten omaksujien ja varhaisen enemmistön välinen kuilu. Jos kuilua ei ylitetä ja varhaista enemmistöä tavoiteta, ei Suomen sähköistymistavoitteeseen tulla pääsemään tavoiteajassa. Sähköautojen hintojen lasku on epävarmaa, sillä tuotantomäärien kasvu ja akkuteknologioiden kehitys todennäköisesti laskee niitä, mutta esimerkiksi akkujen resurssien kysyntä ja saatavuus saattaa puolestaan nostaa niitä. Kun hintojen laskua odotetaan, lykätään päätösprosessia ja hankintoja yhä kauemmas. Suomen autokannan uudistuminen tulee tapahtumaan pitkälti käytettyjen autojen kautta, sillä niiden hinnat ovat alhaisemmat, mutta toistaiseksi sähköautoja ei ole paljoa käytettyjen autojen markkinoilla.

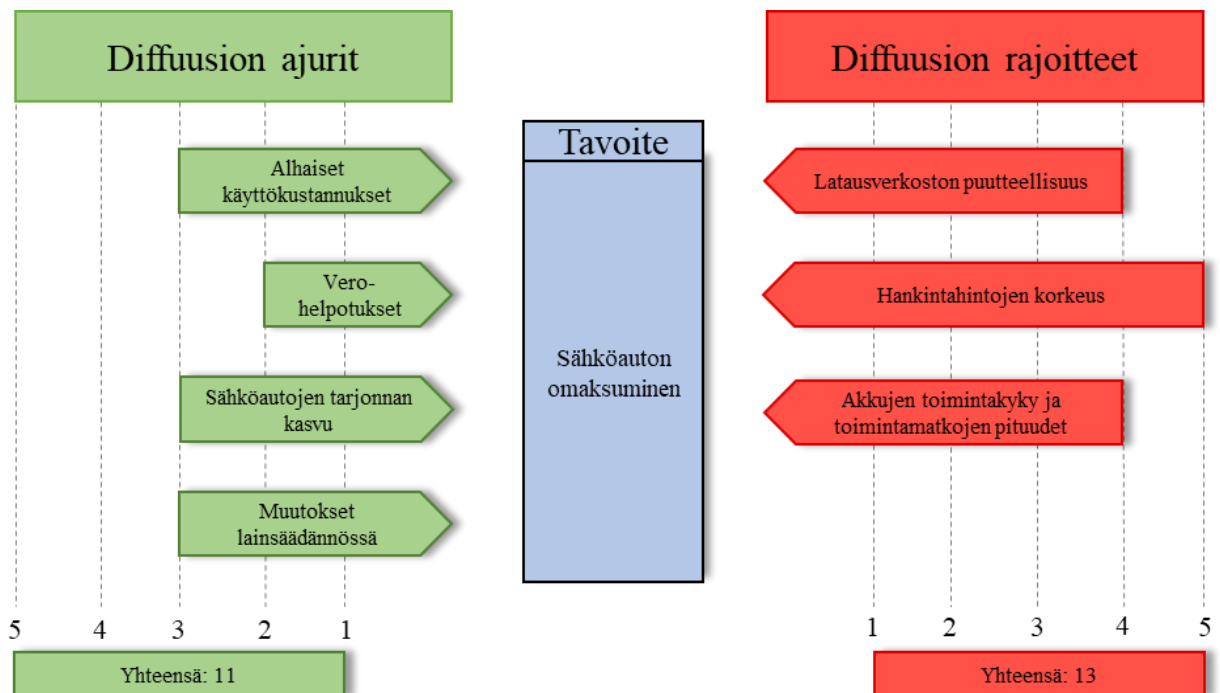
Ajokilometrien perusteella moni pärjäisi sähköautojen toimintamatkoilla, mutta pitkillä matkoilla toimintamatkat ja latausverkosto aiheuttavat haasteita, joita polttomoottoriautoilla ei esiinny. Toimintamatka on yksi merkittävimpiä diffuusiota rajoittavana tekijänä, sillä kaikki eivät ole vakuuttuneita sen riittävydestä, vaikka se riittäisikin päivittäiseen ajoon, ja siihen kohdistuu epävarmuutta. Kun toimintamatkat pitenevät, on todennäköistä, että useammat alkavat omaksua sähköautoja. Tällöin tiedonvälitys niiden toimintamatkojen riittävydestä myös lisääntyy, jolloin hyvät kokemukset tavoittavat myös myöhäisemmät omaksujakategoriat.

Vaikka diffuusio kohtaa useita haasteita, on niiden käyttöönottoa ja yleistymistä pyritty edistämään monin keinoin. Sähköautojen käyttökustannukset, etenkin kotona ladattaessa, ovat alhaisemmat kuin polttomoottoriautoilla, mutta ne eivät itsessään riitä hankintapäätöksen kriteeriksi. Myös verotuksen osalta on jo nyt nähtävissä sähköautojen tukeminen, mutta sähköstä tulee silti maksaa käyttövoimaveroa, mutta bensiinistä ei. Verotuksesta tulisi tehdä selvästi kilpailukykyisempi muihin käyttövoimiin verrattuna, jotta sähköautojen houkuttelevuus ja koettu etu kasvaisi.

Sähköautojen tarjonta kasvaa lähivuosina, kun monet suuret autonvalmistajat ovat ilmoittaneet sähköistymissuunnitelmistaan. Hankintahintojen kasvun odotetaan myös tarjonnan kasvun myötä laskevan, mutta kysyntä luo painetta etenkin akkuihin tarvittaviin materiaaleihin. Näin ollen raaka-aineiden hinnat voivat kasvaa, jolla olisi päinvastainen vaikutus odotettuun hintakehitykseen.

Lainsäädännölliset muutokset edistävät sähköautojen yleistymistä, vaikka vielä ei olekaan velvoitetta asentaa latauspisteitä, vaan pelkkä latauspistevalmius. Valmius kuitenkin pohjustaa muun muassa taloyhtiöitä tulevaisuutta varten, kun sähköautot todennäköisesti alkavat yleistyä lisää. Valmius myös vähentää kuluttajien sähköautoihin liittyvää epävarmuutta. Myös hankintatuki ja romutuspalkkio toimivat kannustimina sähköauton hankinnalle, mutta tukien nykyiset määrät eivät ole riittävällä tasolla. Tukien määrien tulisi olla suurempia niin, että niillä olisi merkittävä vaikutus päätösprosessin edistämisessä kuten Norjassa tai Ruotsissa. Tällöin sähköautot voisivat tavoittaa useammat omaksujakategoriat.

Alla on esitetty sähköautojen diffuusion ajurit ja rajoitteet voimakenttäanalyysin avulla (Kuva 10). Keskellä on tavoite, jota sitä vastustavat voimat pyrkivät hidastamaan ja puoltavat voimat pyrkivät edistämään. Ajureille ja rajoitteille on määritetty painoarvot niiden merkityksellisyyden perusteella. Rajoitteet ovat yhdistelmä psyykkisiä ja käytännöllisiä rajoitteita, ja niistä suurin on korkeat hankintahinnat, jotka ovat toistaiseksi liian korkeat polttomoottoriautoihin nähden. Vaikka ajureita on useampi, eivät ne vielä kannusta sähköauton omaksumiseen riittävästi, jolloin kokonaisuutena rajoitteiden painoarvo on suurempi kuin ajureiden.



Kuva 10. Voimakenttäanalyysi

Innovaatioiden diffuusio on aikaa vievä prosessi ja myös Suomessa sähköautojen yleistyminen tulee kestämään vuosia. Omaksumisaste on jo noussut s-käyrän mukaisesti, mutta 250 000 sähköisen ajoneuvon tavoite vuoteen 2035 mennessä vaikuttaa kaukaiselta nykyisillä ajureilla. Sähköautot ovat melko uusia ja koko autoteollisuus on niiden myötä suurten muutosten edessä. Sähköautot eivät kuitenkaan ole vielä taloudellinen välttämättömyys, joten myöhäiset ja hitaat omaksujat eivät ole niistä kiinnostuneita. Ne eivät myöskään ole paras saatavilla oleva vaihtoehto useimmille, sillä polttomoottoriautot ovat vielä hyödyllisiä ja luotettavia vaihtoehtoja, jolloin päätösprosessi ei heidän osaltaan etene käyttöönottoon asti. Polttomoottoriautoja ei myöskään ole toistaiseksi kielletty, jolloin niiden korvaaminen ei ole pakollista. Innovaattoreiden ja varhaisten omaksujien hyvät kokemukset toimintamatkoista edistävät diffuusiota, mutta ne itsessään eivät riitä, ja diffuusion edistämiseksi olisi panostettava julkiseen latausinfrastruktuuriin ja toimintamatkojen pidentämiseen. Myös tärkeitä hankintapäätöstä ohjanneita tekijöitä tulisi tukea, kuten mahdollisuutta ladata kotona, pientä auto- ja ajoneuvoveroa sekä edullisia käyttökustannuksia, sillä toistaiseksi monen kohdalla rajoitteet ovat suuremmat kuin ajurit.

LÄHTEET

Albrecht, S., Reichert, S., Schmid, J., Strüker, J., Neumann, D. & Fridgen, G. 2018. Dynamics of Blockchain Implementation - A Case Study from the Energy Sector. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*. s. 3527-3536

Andersson, A., Jääskeläinen, S., Saarinen, N., Mänttari, J. & Hokkanen, E. 2020. Fossiilittoman liikenteen tiekartta -työryhmän loppuraportti. 243 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 16.2.2021].
Saatavissa:
https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162508/LVM_2020_17.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Autoalan Tiedotuskeskus. 2020. Ladattavien autojen käyttäjätutkimus - selvitys ladattavien hybridien ja täyssähköautojen käyttötavoista. 47 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 23.2.2021].
Saatavissa: https://www.aut.fi/files/2116/Ladattavien_autojen_tutkimusraportti_liitteinen.pdf

Autoalan Tiedotuskeskus. 2021. Autoalan käyttövoimatiekartta 2021. 38 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 18.3.2021].
Saatavissa: https://www.aut.fi/files/2356/Kayttovoimatiekartta_raportti_1502_2021.pdf

Cadle, J., Paul, D. & Turner, P. 2010. Business analysis techniques: 72 essential tools for success. London: British Computer Society.

Clausen, J. & Fichter, K. 2019. The diffusion of environmental product and service innovations: Driving and inhibiting factors. *Environmental innovation and societal transitions*. Vol. 31. s. 64–95.

Delos Reyes, J. R. M., Parsons, R. V. & Hoemsen, R. 2016. Winter Happens: The Effect of Ambient Temperature on the Travel Range of Electric Vehicles. *IEEE transactions on vehicular technology*. Vol. 65 (6). s. 4016–4022.

Engel, J. F., Blackwell, P. & Miniard P. W. 1995. Consumer behavior. 8th ed. Fort Worth: Dryden Press.

European Commission. 2021. Reducing CO2 emissions from passenger cars - before 2020. [WWW-dokumentti]. [viitattu 13.4.2021]. Saatavissa: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en

Eurostat. 2021. Electricity price statistics. [WWW-dokumentti]. [viitattu 22.3.2021]. Saatavissa: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics

Finlex. 2020. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä. [WWW-dokumentti]. [viitattu 27.2.2021]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733#Pidp446382016>

Ford. 2021. Ford Europe Goes All-In on EVs On Road To Sustainable Profitability; Cologne Site Begins \$1 Billion Transformation. [WWW-dokumentti]. [viitattu 4.3.2021]. Saatavissa: <https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/en/news/2021/02/17/ford-europe-goes-all-in-on-evs-on-road-to-sustainable-profitabil.html>

Franceschinis, C., Thiene, M., Scarpa, R., Rose, J., Moretto, M. & Cavalli, R. 2017. Adoption of renewable heating systems: An empirical test of the diffusion of innovation theory. *Energy (Oxford)*. Vol. 125. s. 313-326.

Ganter, R., Berrisford, C., Dennean, K. & Dessloch, S. 2019. Longer Term Investments. 31 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 8.3.2021]. Saatavissa: <https://www.ubs.com/content/dam/WealthManagementAmericas/documents/smart-mobility-11-march.pdf>

GlobalPetrolPrices. 2021a. Bensiinin hinnat, litra, 22-maaliskuu-2021. [WWW-dokumentti]. [viitattu 24.3.2021]. Saatavissa: https://fi.globalpetrolprices.com/gasoline_prices/

GlobalPetrolPrices. 2021b. Dieselin hinnat, litra, 22-maaliskuu-2021. [WWW-dokumentti]. [viitattu 24.3.2021]. Saatavissa: https://fi.globalpetrolprices.com/diesel_prices/

Horn, S., Gunn, A.G., Petavratzi, E., Shaw, R. A., Eilu, P., Törmänen, T., Bjerkgård, T., Sandstand, J. S., Jonsson, E., Kountorelis, S. & Wall, F. 2021. Cobalt resources in Europe and the potential for new discoveries. *Ore geology reviews*. Vol. 130.

Huttunen, R. (toim.). 2017. Työ- ja elinkeinoministeriö. Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. 119 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 15.2.2021]. Saatavissa: <https://tem.fi/documents/1410877/3506436/Valtioneuvoston+selonteko+kansallisesta+energia+ja+ilmastostrategiasta+vuoteen+2030.pdf/b09bf380-8ef4-48af-a6fb-a0634674e5f5/Valtioneuvoston+selonteko+kansallisesta+energia+ja+ilmastostrategiasta+vuoteen+2030.pdf>

Hyysalo, S., Johnson, M. & Juntunen J. K. 2017. The diffusion of consumer innovation in sustainable energy technologies. *Journal of cleaner production*. Vol. 162. s. S70-S82.

Kaidesoja, P. 2021. Pakkasen purema. *Auto Bild Suomi*. 3/2021. s. 40-43.

Kero, J. (Jaakkonen, J. toim.). 2021. Uusi laki voimaan – Sähköautojen latausvalmius kova pala taloyhtiöille. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.4.2021]. Saatavissa: <https://www.iltalehti.fi/autouutiset/a/71373a84-0d11-4a5c-884e-77eb9e3c6242>

Kesko. 2019. K-Latauksen pikalatauspisteet maksullisiksi 2.5. alkaen – sähköautoilijoille uusi sovellus maksamiseen ja lataamiseen. [WWW-dokumentti]. [viitattu 24.3.2021]. Saatavissa: <https://www.kesko.fi/media/uutiset-ja-tiedotteet/uutiset/2019/k-latauksen-pikalatauspisteet-maksullisiksi-2.5.-alkaen--sahkoautoilijoille-uusi-sovellus-maksamiseen-ja-lataamiseen/>

Kesko. 2021. K-Latauksen asiakastutkimus: Sähköauton lataus on itsestään selvä osa kauppareissua. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.4.2021]. Saatavissa:

<https://www.kesko.fi/media/uutiset-ja-tiedotteet/uutiset/2021/k-latauksen-asiakastutkimus-sahkoauton-lataus-on-itsestaan-selva-osa-kauppareissua/>

Koste, O. W., Liimatainen, H. & Viri, R. 2021. Suomen täyssähköautokannan kasvu ja päästövähennykset – Poliitiikkaoppeja verrokkimaista. 16 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 26.4.2021].
 Saatavissa: <https://sahkoautoilijat.fi/wp-content/uploads/2021/04/Sa%CC%88hko%CC%88autolijat-ry-raportti-Suomen-ta%CC%88yssa%CC%88hko%CC%88autokannan-kasvu-ja-pa%CC%88a%CC%88sto%CC%88va%CC%88hennykset-%E2%80%93-Poliitiikkaoppeja-verrokkimaista.pdf>

Laitinen, J. & Himanen, J. (toim.). 2021. Sähköautot keskittyvät hyvätuloisille asuinalueille. Helsingin Sanomat. 1.3.2021. A6-A7.

Laurikko, J. (Autio, A. toim.) 2017. Sähköautojen nopea yleistymisen voi johtaa pulaan akkujen raaka-aineista. [WWW-dokumentti]. [viitattu 22.3.2021]. Saatavissa: <https://www.ts.fi/uutiset/talous/3715485/Sahkoautojen+nopea+yleistyminen+voi+johtaa+pulaan+akkujen+raakaaineista>

Liikennevirasto. 2018. Henkilöliikennetutkimus 2016 – Suomalaisen liikkuminen. Helsinki 2018. Liikenneviraston tilastoja. 113 s. ISBN 978-952-317-513-6. [WWW-dokumentti]. [viitattu 1.4.2021]. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/liti_2018-01_henkiloliikennetutkimus_2016_web.pdf

Moore, G. A. 1999. Crossing the Chasm: marketing and selling high-tech products to mainstream customers. Rev. ed. New York: HarperBusiness.

Motoaki, Y., Yi, W. & Salisbury, S. 2018. Empirical analysis of electric vehicle fast charging under cold temperatures. *Energy policy*. Vol. 122. s. 162–168.

Nettiauto.com. 2021. [WWW-dokumentti]. [viitattu 6.4.2021]. Saatavissa: <https://www.nettiauto.com/>

Neubauer, J. & Wood, E. 2014. Thru-life impacts of driver aggression, climate, cabin thermal management, and battery thermal management on battery electric vehicle utility. *Journal of power sources*. Vol. 259. s. 262–275.

Nissan Motor Corporation. 2020. Sustainability Report. 254 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 4.3.2021]. Saatavissa: https://www.nissan-global.com/EN/DOCUMENT/PDF/SR/2020/SR20_E_All.pdf

Noel, L., de Rubens, G. Z., Sovacool, B. K. & Kester, J. 2019. Fear and loathing of electric vehicles: The reactionary rhetoric of range anxiety. *Energy research & social science*. Vol. 48. s. 96–107.

Noel, L., de Rubens, G. Z., Kester, J. & Sovacool, B. K. 2020. Understanding the socio-technical nexus of Nordic electric vehicle (EV) barriers: A qualitative discussion of range, price, charging and knowledge. *Energy policy*. Vol. 138. s. 111-292.

Pihlatie, M., Paakkinen, M., Laurikko, J., Laurikkala, M., Ylén, P., Peltola, V. & Pylsy, P. 2019. Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämiskeinot - GASELLI loppuraportti. 74 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 18.3.2021]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161364/3-2019-GASELLI_loppuraportti_.pdf

Robertson, T. S. 1967. The Process of Innovation and the Diffusion of Innovation. *Journal of Marketing*. Vol. 31 (1), s. 15–16.

Robertson, T. S. & Gatignon, H. 1986. Competitive Effects on Technology Diffusion. *Journal of Marketing*. Vol. 50 (3), s. 1–12.

Rogers, E. M. 1983. *Diffusion of innovations*. 3rd ed. New York: Free Press.

Salo, V. (toim.) 2021. 56 prosenttia suomalaisista ei ole harkinnutkaan ensisijassa sähköllä kulkevaa autoa. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.4.2021]. Saatavissa: <https://media.tori.fi/56-prosenttia-suomalaisista-ei-ole-harkinnutkaan-ensisijassa-sahkolla-kulkevaa-autoa/>

Soulopoulos, N. 2017. When Will Electric Vehicles be Cheaper than Conventional Vehicles? Bloomberg New Energy Finance. 13 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 8.3.2021]. Saatavissa: <http://www.automotivebusiness.com.br/abinteligencia/pdf/EV-Price-Parity-Report.pdf>

Sun, P., Bisschop, R., Niu, H. & Huang, X. 2020. A Review of Battery Fires in Electric Vehicles. *Fire technology*. Vol. 56. s. 1361–1410.

Sähköautoilijat Ry. 2021. Latauskartta. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.2.2021]. Saatavissa: <https://latauskartta.fi/>

Sähköinen liikenne ry. 2021. Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q4/2020. 32 s. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.2.2021]. Saatavissa: https://emobility.teknologiateollisuus.fi/sites/emobility/files/inline-files/2020%20Q4%20S%C3%A4hk%C3%B6inen%20liikenne%20tilannekatsaus%202021%2002%2018%20jaettava_0.pdf

Tabelin, C. B., Dallas, J., Casanova, S., Pelech, T., Bournival, G., Saydam, S. & Canbulat, I. 2021. Towards a low-carbon society: A review of lithium resource availability, challenges and innovations in mining, extraction and recycling, and future perspectives. *Minerals engineering*. Vol. 163. 106743.

Tidd, J. 2010. Gaining momentum: Managing The Diffusion Of Innovations. London: Imperial College Press.

Tilastokeskus. 2021. Ajoneuvokanta kasvoi vuonna 2020. [WWW-dokumentti]. [viitattu 5.3.2021]. Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/til/mkan/2020/mkan_2020_2021-02-26_tie_001_fi.html

Traficom. 2020a. Ajoneuvoveron rakenne ja määrä. [WWW-dokumentti]. [viitattu 22.2.2021]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoveron-rakenne-ja-maara>

Traficom. 2020b. Liikennekäytössä olevat henkilöautot 31.12.2007-2020. [WWW-dokumentti]. [viitattu 22.2.2021]. Saatavissa: https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Liikennekaytossa_olevat_ajoneuvot/030_kanta_tau_103.px/

Traficom. 2020c. Sähköauto. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.3.2021]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoehto/sahkoauto?toggle=Paljonko%20s%C3%A4hk%C3%B6auto%20maksaa%3F&toggle=Kiinteist%C3%B6jen%20latauspisteet&toggle=Miss%C3%A4%20s%C3%A4hk%C3%B6autoa%20voi%20ladata%20ja%20kauanko%20lataus%20kest%C3%A4%C3%A4%3F&toggle=Kuinka%20pitk%C3%A4n%20matkan%20voin%20ajaa%20yhdell%C3%A4%20latauksella%3F>

Traficom. 2021a. Liikennekäytössä olevat henkilöautot käyttövoimittain. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.4.2021]. Saatavissa: <https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/henkiloautot/liikennekaytossa-olevat-henkiloautot-kayttovoimittain>

Traficom. 2021b. Ajoneuvojen ensirekisteröinnit maakunnittain 2001-2021. [WWW-dokumentti]. [viitattu 20.2.2021]. Saatavissa: https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi__Ensirekisteroinnit/030_ensirek_tau_103.px/

Traficom. 2021c. Sähköauton hankintatuki. [WWW-dokumentti]. [viitattu 26.2.2021]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/sahkoauton-hankintatuki>

Traficom. 2021d. Romuta autosi - osta tilalle uusi vähäpäästöinen henkilöauto. [WWW-dokumentti]. [viitattu 26.2.2021]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/romuta-autosi-osta-tilalle-uusi-vahapaastoinen-henkiloauto>

Traficom. 2021e. Henkilöautojen muuntotuen ja hankintatuen tilasto. [WWW-dokumentti]. [viitattu 20.2.2021]. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/tilastot/henkiloautojen-muuntotuen-ja-hankintatuen-tilasto>

Tuomisto, J. (Salo, V. toim.). 2020. Yli puolet suomalaisista ei usko ostavansa ikinä uutta autoa. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.4.2021]. Saatavissa: <https://media.tori.fi/yli-puolet-suomalaisista-ei-usko-ostavansa-ikina-uutta-autoa/>

Verohallinto. 2018. Verohallinnon päätös vuodelta 2019 toimitettavassa verotuksessa noudatettavista luontoisetujen laskentaperusteista. [WWW-dokumentti]. [viitattu 25.4.2021]. Saatavissa: <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/paatokset/47380/verohallinnon-p%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s-vuodelta-2019-toimitettavassa-verotuksessa-noudatettavista-luontoisetujen-laskentaperusteista2/>

Verohallinto. 2019a. Ajoneuvojen veroprosentit. [WWW-dokumentti]. [viitattu 15.3.2021]. Saatavissa: https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/auto/autoverotus/autoveron_maara/ajoneuvojen-veroprosentit/

Verohallinto. 2019b. Verotaulukko 1 A. [WWW-dokumentti]. [viitattu 15.3.2021]. Saatavissa: https://www.vero.fi/globalassets/henkiloasiakkaat/autoverotus/verotaulukko-1a_1365_2018.pdf

Verohallinto. 2021. Autoverotus – kun tuot tai ostat ajoneuvon, jota ei ole rekisteröity Suomeen. [WWW-dokumentti]. [viitattu 15.3.2021]. Saatavissa: <https://www.vero.fi/henkiloasiakkaat/auto/autoverotus/>

Virta. 2019. Latausstandardit - eli piuhat, liittimet ja pistokkeet sähköauton lataamiseen. [WWW-dokumentti]. [viitattu 18.3.2021]. Saatavissa: <https://www.virta.global/fi/blogi/latausstandardit>

Volkswagen AG. 2021. Roadmap E: full of energy! [WWW-dokumentti]. [viitattu 28.4.2021].
Saatavissa: <https://www.volkswagenag.com/en/news/stories/2018/04/roadmap-e-full-of-energy.html>

Volvo. 2021. Volvo Cars to be fully electric by 2030. [WWW-dokumentti]. [viitattu 4.3.2021].
Saatavissa: <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/277409/volvo-cars-to-be-fully-electric-by-2030>

Zhang, X., Yu, P. & Spil, I. T. A. M. 2015. Using diffusion of innovation theory to understand the factors impacting patient acceptance and use of consumer e-health innovations: a case study in a primary care clinic. *BMC health services research*. Vol. 15. s. 71.