

Mikko Pihlatie, Marko Paakkinen, Juhani Laurikko,
Mikko Laurikkala, Peter Ylén, Vesa Peltola, Petri Pylsy

Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehok- kaat edistämiskeinot - GASELLI loppura- portti

Helmikuu 2019

Valtioneuvoston selvitys-
ja tutkimustoiminnan
julkaisusarja 3/2019

KUVAILULEHTI

Julkaisija ja julkaisuaika	Valtioneuvoston kanslia, 11.2.2019		
Tekijät	Mikko Pihlatie ¹ , Marko Paakkinen ¹ , Juhani Laurikko ¹ , Mikko Laurikkala ¹ , Peter Ylén ¹ , Vesa Peltola ² , Petri Pylsy ³ ¹ Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ² Motiva Oy ³ Suomen Kiinteistöliitto ry		
Julkaisun nimi	Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämiskeinot - GASELLI loppuraportti		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 3/2019		
Asiasanat	sähköauto, kaasuauto, lataus		
Julkaisun osat/ muut tuotetut versiot	6/2018; Sähköautojen kotilataaminen: GASELLI-väliraportti 1 10/2018; Sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymät Suomessa: GASELLI -väliraportti 2		
Julkaisuaika	Helmikuu 2019	Sivuja 74	Kieli Suomi

Tiivistelmä

Tässä työssä arvioidaan toimenpiteitä sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaiksi edistämiskeinoiksi. Työn pohjaksi on selvitetty sähkö- ja kaasuautojen vuoden 2018 markkinatilannetta ja tulevaisuudennäkymiä, sekä sähköautojen osalta niiden kotilataamiseen liittyvä haasteita. Työstä on aiemmin julkaistu kaksi väliraporttia, joista ensimmäinen paneutuu kotilataamisen ongelmakohtiin ja toinen sähkö- ja kaasuautojen markkinatilanteeseen ja -näkymiin.

Työssä on laadittu systeemidynaaminen ennustemalli ohjausvaikutusten arvioimiseksi. Nykyisillään sähköautojen ja latausinfrastruktuurin kannustimilla voidaan mallin mukaan saavuttaa tavoitteena oleva 250 000 kappaleen sähköautomäärä vuoteen 2030 mennessä. Tällöin autoista olisi noin 100 000 täyssähköautoja ja 150 000 ladattavia hybridejä. Ennustemalli vastaa melko hyvin sekä suoraan autojen myyntiluvuista johdettua ennustetta, jossa täyssähköautoja on vuonna 2030 noin 80 000 kappaletta, että IEA:n ennustetta Suomen sähköautomarkkinan kehityksestä. Yhdistettäessä simulaatiossa kaikki tarkastellut seitsemän ohjaustoimenpidettä, pystytään tulosten mukaan saavuttamaan vuoteen 2030 mennessä noin 300 000 täyssähköauton ja 230 000 ladattavan hybridin kanta. Kaasuautojen osalta näyttää myös mahdolliselta saavuttaa tavoiteltu 50 000 kappaleen autokanta vuoteen 2030 mennessä.

Tehokkaimmiksi sähköautojen edistämiskeinoiksi lyhyellä aikavälillä arvioidaan sähköautojen hankintahintaan vaikuttaminen hankintatuen korottamisen tai autoveron kautta, viestintä ja markkinointi sekä ponnistus kotilataamisen edistämiseen taloyhtiöissä.

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2018 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (tietokaytoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare & utgivningsdatum	Statsrådets kansli, 11.2.2019
Författare	Mikko Pihlatie ¹ , Marko Paakkinen ¹ , Juhani Laurikko ¹ , Mikko Laurikkala ¹ , Peter Ylén ¹ , Vesa Peltola ² , Petri Pylsy ³ ¹ Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ² Motiva Oy ³ Suomen Kiinteistöliitto ry
Publikationens namn	Kostnadseffektiva sätt att främja el- och gasdrivna fordon - GASELLI slutrapport
Publikationsseriens namn och nummer	Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 3/2019
Nyckelord	elbil, gasbil, laddning
Publikationens delar /andra producerade versioner	6/2018; Sähköautojen kotilataaminen: GASELLI-väliraportti 1 10/2018; Sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymät Suomessa: GASELLI -väliraportti 2
Utgivningsdatum	Februari 2019 Sidantal 74 Språk Finska

Sammandrag

I denna rapport värderas åtgärder för kostnadseffektivt främjande av el- och gasbilar. Grunden för arbetet var marknadssituationen år 2018 och framtida scenarier för utveckling av el- och gasfordon samt utmaningarna för att ladda elbilar hemma. Två mellanrapporter har publicerats tidigare. Den första fokuserade på problem med att ladda elbilen hemma och den andra på marknaden och utsikterna till el- och gasfordon.

En systemdynamisk modell för utvärdering av olika styrningsmedel har utvecklats i projektet. Enligt modellen är det möjligt att nå målet 250 000 elbilar år 2030 när man fortsätter med befintliga incitament för bilar och infrastruktur. I det här fallet förutspås cirka 100 000 av bilarna att vara elbilar och 150 000 laddningsbara hybrider. Prognosmodellens resultat motsvarar rätt bra både den prognos som baserar sig på bilförsäljningen och omfattar ca 80 000 elbilar år 2030, och prognoser gjord av IEA om den finska bilmarknaden. När modellen användes i en analys av sju olika styrningsmedel kombinerat, visade det sig vara möjligt att i simulationen kunna uppnå cirka 300 000 elbilar och cirka 230 000 i hybridstam fram till år 2030. När det gäller gasbilar är det också möjligt att nå målet 50 000 bilflotta år 2030.

På kort sikt värderas de mest effektiva främjandemedlen för elbilar vara att påverka anskaffningspriset vid inköp av elbilar genom anskaffningsstöd eller bils katt, kommunikation och marknadsföring, samt satsningar i att främja hemladdning i husbolag.

Den här publikation är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan för 2018 (tietokayttoon.fi/sv).

De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt

DESCRIPTION

Publisher and release date	Prime Minister's Office, 11.2.2019		
Authors	Mikko Pihlatie ¹ , Marko Paakkinen ¹ , Juhani Laurikko ¹ , Mikko Laurikala ¹ , Peter Ylén ¹ , Vesa Peltola ² , Petri Pylsy ³ ¹ Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ² Motiva Oy ³ Suomen Kiinteistöliitto ry		
Title of publication	Cost-effective means for advancing electric vehicle market in Finland - GASELLI final report		
Name of series and number of publication	Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 3/2019		
Keywords	electric vehicle, gas vehicle, charging		
Other parts of publication/ other produced versions	6/2018; Sähköautojen kotilataaminen: GASELLI-väiliraportti 1 10/2018; Sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymät Suomessa: GASELLI -väiliraportti 2		
Release date	February 2019	Pages 74	Language Finnish

Abstract

This report assesses different measures and incentives for cost-effective promotion of electric and gas-propelled cars in the Finnish market. The basis for this work was the market situation and the future scenarios of electric and gas vehicles in 2018 and the challenges of home charging of electric cars. Two interim reports have been published earlier, the first focusing on the problems of charging at home and one on the market and prospects of electric and gas vehicles.

A system-dynamic predictive model for evaluating the steering measures has been developed. According to the simulations, continuing with current incentives for electric cars and charging infrastructure, it is possible to achieve the target of 250,000 electric cars by 2030. In this case about 100,000 cars would be fully electric cars and 150,000 plug-in hybrids. The forecast by the model is in a fairly good agreement with a prognosis derived from current automotive sales figures, with about 80,000 full electric vehicles in 2030, as well as an IEA forecast on the development of the Finnish electric car market. According to the simulation model, by introducing all seven control and steering measures examined, about 300,000 fully electric cars and 230,000 rechargeable hybrids could be reached by 2030. As for gas cars, it is also possible to reach the target 50,000 car fleet by 2030.

According to the analysis, the most effective means of promoting electric mobility in the short term are to decrease the purchase price of electric cars through a purchase incentive or reduced car tax, communication and marketing, and supporting investments in home-based charging in housing co-operatives.

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2018 (tietokayttoon.fi/en).

The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.



SISÄLLYS

1	Johdanto	1
1.1	Toimeksianto ja tavoitteenasettelu	1
1.2	Menetelmät ja aineistot	1
1.3	Rajaukset	2
1.4	Tulokset ja niiden hyödyntäminen	3
2	Sähköajoneuvojen lataaminen	4
2.1	Lataamisen ratkaisut ja kehitys.....	4
2.1.1	Lataus palveluna.....	6
2.1.2	Latauslaitteiden liityntä sähköverkkoon	6
2.1.3	Latauslaitteiden ennakoitu kehitys.....	6
2.1.4	Latausinfrastruktuurin tilanne ja odotettu kehitys	7
2.2	Sähköautojen lataaminen eri käyttötapauksissa	9
2.2.1	Eri käyttötapaukset yksityisessä liikenteessä	9
2.2.2	Eri käyttötapaukset kaupallisessa hyötyliikenteessä	11
2.2.3	Lataaminen kiinteistöissä.....	11
2.2.4	Kaupallisten hyötyajoneuvojen lataaminen.....	13
2.3	Tunnistetut haasteet ja esteet.....	14
2.4	Ohjauskeinot ja edistämistoimet	16
3	Sähköautojen tarjonta ja markkinakehitys	18
3.1	Sähköautojen teknologiakehitys	18
3.1.1	Akuston elinikä.....	21
3.2	Sähköautojen tarjonta ja markkinakehitys	22
3.2.1	Markkinan kehitys	28
3.2.2	Uudet ajoneuvoluokat ja valmistajat	31
3.2.3	Sähköautot muissa ajoneuvoluokissa.....	32
3.3	Tunnistetut haasteet ja esteet.....	33
3.4	Ohjauskeinot ja edistämistoimet	34
4	Kaasuautojen tarjonta ja markkinakehitys	36
4.1	Kaasuautojen teknologiakehitys	36

4.2	Kaasuautojen tarjonta ja markkinakehitys	37
4.3	Kaasu raskaassa kalustossa	39
4.4	Kaasun tankkausmahdollisuudet Suomessa.....	40
4.5	Tunnistetut haasteet ja esteet.....	41
4.6	Ohjauskeinot ja edistämistoimet	41
5	Informaatio-ohjaus ja viestintä	42
5.1	Viestinnän rooli	42
5.2	Tunnistetut vaikeudet ja viestinnän suositukset	42
5.3	Viestinnän keinot ja kanavat	49
5.4	Tärkeimmät kohderyhmät ja pääviestit kohderyhmittäin	50
6	Ohjauskeinojen arviointi	53
6.1	Systemidynaaminen mallinnus	53
6.2	Kuluttajan ostopäätöksiin vaikuttavat tekijät ja ohjauskeinot.....	54
6.3	Vaikutukset	54
6.3.1	Nollaskenaario ja hinnan lasku	56
6.3.2	Autoveroskenaario	56
6.3.3	Panostus latausinfrastruktuuriin.....	56
6.3.4	Markkinointi	58
6.3.5	Kaikki skenaariot yhdessä	59
6.4	Ohjauskeinojen toteutettavuus ja tehokkuus	61
6.4.1	Ohjauskeinojen toteutettavuus	61
6.4.2	Ohjauskeinojen kustannukset ja tehokkuus	62
7	Yhteenveto ja suositukset.....	66
7.1	Ennakoitu ja mahdollinen kehitys	66
7.1.1	Sähköautot.....	66
7.1.2	Kaasuautot.....	66
7.2	Tunnistetut esteet ja hidasteet.....	67
7.2.1	Sähköautot.....	67
7.2.2	Kaasuautot.....	68
7.3	Ohjauskeinot ja niiden tehokkuus	68
7.4	Toimenpidesuositukset	68
8	LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA	71



Liite: simulointituloksia kuvina.....	73
--	-----------

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksianto ja tavoitteenasettelu

Hankkeen ”Sähkö- ja kaasuautojen kustannustehokkaat edistämiskeinot, GASELLI”, pääta-voitteena oli selvittää sähkö- ja kaasuautojen lähiajan markkinatilanne ja tulevaisuudennäkymät Suomessa. Edelleen tarkoitus oli selvittää, millä edellytyksillä ja toimilla on mahdollista saavuttaa tai ylittää hallituksen energia- ja ilmastostrategiaan sisältyvät tavoitteet, joiden mukaan Suomessa olisi 2030 mennessä vähintään 250 000 sähkökäyttöistä autoa (sisältää täyssähköautot, ladattavat hybridit ja vetypolttokeinoautot) ja 50 000 (metaani) kaasukäyttöistä autoa. Projektin kuluessa vuoden 2018 aikana on Ilmastopaneelin kautta työstyetty kansallista tavoitteenasettelua vähähiilisen liikenteen osalta.

Työssä tarkasteltiin henkilöautojen markkinaa ja sen arvioitua kehittymistä erityisesti automallien tarjonnan näkökulmasta, sähkö- ja kaasuautojen ennakoitua hinta- ja muuta kehitystä, lataus- ja kaasunjakeluinfran tilannetta ja tulevaisuudennäkymiä Suomessa. Erityisenä painopisteenä sähköautojen lataamisen osalta oli päivittää ja arvioida kotilatauksen tilannekuva erilaisissa kiinteistöissä. Projektin yhtenä keskeisenä sisältönä arvioitiin sähkö- ja kaasuautojen yleistymistä hidastavia esteitä sekä Suomessa jo käytössä olevien tai muutamien mahdollisten muiden ohjauskeinojen toteutettavuutta ja vaikuttavuutta. Lisäksi yleisemmällä tasolla tarkasteltiin mainittujen uusien käyttövoimien osuuden kasvun tuomia mahdollisia muita hyötyjä Suomelle pidemmällä aikavälillä.

On tärkeää huomata, että laaja liikenteen murros on jo käynnissä, se tapahtuu kansainvälisesti ja monilla rintamilla yhtä aikaa. Sähköautoteknologioiden markkinan odotetaan kehittyvän voimakkaasti, erityisesti sähköautojen hintojen laskevan, akkuteknologian kehittyvän ja halpenevan ja lisäksi älykkään latauksen teknologian ja palveluiden tulevan markkinoille. Jo nopeasti voidaan olla tilanteessa, jossa sähköautojen kysyntä ylittää tarjonnan, samalla kun merkki- ja mallivalikoima kasvaa ja laajentuvan tuotannon ja kilpailun kautta hinnat laskevat. Käytettyjä hybridi- ja sähköautoja sekä myös kaasuautoja tulee lisääntyvästi markkinoille ja jälkimarkkina kehittyä tai vakiintuu.

Monissa keskusteluissa on ilmennyt tarvetta ja myös halua kiristää edellä mainittuja liikenteen tavoitteita sekä määrällisesti että aikataulullisesti. Aihepiiriin liittyviä selvityksiä on tehty myös muualla (SITRA). Tässä viitekehityksessä on myös projektiryhmä katsonut perusteluksi nostaa tavoitetasoa ja miettiä kokonaisvaltaisesti alkuperäistä tavoitetasoa kunnianhimoisempia tavoitteita ja kustannustehokkaita toimenpiteitä niiden saavuttamiseksi.

Hankkeen toteutti päävastuullisena tahona Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, yhteistyökumppaneinaan Motiva ja Kiinteistöliitto. Hankkeelle muodostettiin ohjausryhmä, johon osallistuivat Liikenne- ja viestintäministeriö, Valtiovarainministeriö, Ympäristöministeriö, Työ- ja elinkeinoministeriö sekä Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi.

1.2 Menetelmät ja aineistot

Työssä käytetyt menetelmät kattavat melko laajasti soveltavan tutkimuksen ja selvitystyön erilaisia tietolähteitä ja menetelmiä: kirjallisuuskatsauksia, internet-tiedonhakua, haastatteluja ja näiden pohjalta tehtävää omaa mallinnus- ja analyysityötä sekä myös tutkijoiden sub-

jektiivisiä arvioita tulevasta kehityksestä sellaisissa aiheissa, joissa faktoihin perustuvaa tietoa ei ole helposti saatavilla. Työssä rakennettiin ja parametrisoitiin sähköautomarkkinan tulevaisuuden arvioimiseksi systeemidynaaminen malli.

Työssä käytettävät aineistot koostuvat julkisista lähteistä saatavista artikkeleista, raporteista ja muista aineistoista, sekä lisäksi tieteellisestä kirjallisuudesta saatavista lähteistä. Työssä yhtenä tiedonkeruun muotona olivat kyselytutkimukset, joista nyt jo sähköauton omistaville kuluttajille suunnattu kysely toteutettiin sosiaalisen median kanavien kautta, ja taloyhtiöille suunnattu kysely osana Kiinteistöliiton korjausrakennusbarometria. Työpajoja järjestettiin lähinnä projektiryhmän kesken ja vuorovaikutuksessa ohjausryhmän kanssa. Lisäksi osallistuttiin joihinkin liittyviin työpajoihin tai verkostoihin kuten Sähköisen liikenteen ratkaisukihdyttämön työpajaan ja Teknologiateollisuuden sähköisen liikenteen toimialaryhmän toimintaan.

Sekä sähkö- että kaasuautojen lähitulevaisuuden tuotanto- ja tarjontanäkymiä sekä ennakoitua teknologista kehitystä tutkittiin saatavissa olevan, useisiin lähteisiin pohjautuvan julkisen lähdemateriaalin avulla.

Hankkeessa tarkasteltiin erilaisten kiinteistöjen sähköjärjestelmien nykytilaa ajatellen sähköautojen latauspisteiden rakentamista. Erilaisten käyttötapausten kautta tarkastellaan eri autoilijoiden mahdollisuuksia järjestää kotilatausta erilaisissa kiinteistöissä, erityisenä tavoitteena tunnistaa keskeisiä ongelmakohtia. Lisäksi markkinan kuulemisen kautta kartoitettiin toimijoita ja tarjolla olevia teknisiä ratkaisuita ja palveluita liittyen lataukseen.

1.3 Rajaukset

Työssä on tarkasteltu ajoneuvoteknologian ja markkinan ennakoitua kehitystä sekä lataamisen käyttötapauksia erityisesti kuluttajan näkökulmasta, painopisteenä kotilataus. Valittuna painopisteenä on siten ollut yksityiskuluttajien käytössä olevat henkilöautot, sisältäen sekä yksityisesti omistetut että soveltuvien osin yritysten tai työsuhdeautot. Toisin sanoen, tavoitteena oli käsitellä pääasiassa yksityisten kuluttajien näkemiä tai kokemia esteitä ja hidas- teita puhtaan ajoneuvokaluston käyttöönotolle, sekä mahdollisia kannustimia ja ohjauskeinoja kuluttajien valintojen ohjaamiseksi sähkö- ja kaasuautojen suuntaan.

Mallinnustyössä on painopiste ollut systeemidynaamisessa mallinnuksessa, jossa pystytään tarkastelemaan kuluttajakäyttäytymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä ja vuorovaikutuksia. Mallinnuksen painopiste on ollut henkilöautomarkkinassa ja siihen ei ole sisällytetty kansantaloudellisia vaikutuksia ja seurannaisvaikutuksia työllisyyteen, kansantuotteeseen ja yrity maailmaan ja sen arvontuottoon. Myöskään sosioekonomisia vaikutuksia ei ole arvioitu.

Edellä mainittujen lisäksi julkisilla hankkijoilla ja kaupungeilla voi olla merkittäväkin rooli tiettyjen liikenteen osa-alueiden muutoksen käynnistämisessä ja nopeuttamisessa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi uudet innovatiivisen julkisen hankinnan menettelyt, pisteytykset ja vaatimukset, sekä kaupunkien asettamat vaatimukset tai rajoitukset liikenteen päästöille tai käyttövoimalle. Näillä voi olla erityisesti vaikutusta kaupallisesti toimivassa liikenteessä ja palveluissa. Henkilöautoluokan ajoneuvoja on käytössä kaupallisissa tehtävissä esimerkiksi takseissa ja lähettipalveluissa. Raskasta kalustoa kaupunkiympäristöissä ovat esimerkiksi joukkoliikenteen bussit, logistiikan ja tavarankuljetuksen ja jakelun kuorma- ja pakettiautot

1.4 Tulokset ja niiden hyödyntäminen

Projektin tuloksia on tämän loppuraportin lisäksi julkistettu kahdessa julkisessa väliraportissa. Ensimmäinen niistä keskittyi sähköautojen latausratkaisuihin ja mahdollisuuksiin erilaisissa kiinteistöissä, eli kotilatauksen toteutukseen, haasteisiin ja edistämiskeinoihin. Toinen väliraportti tarkasteli sähkö- ja kaasuautojen teknologiaa, markkinaa ja kehitysnäkymiä. Molemmat väliraportit ovat tämän loppuraportin tausta-aineistoa ja julkisesti saatavilla VTT:n tutkimusportaalista.

Tekijät toivovat, että hankkeen tuloksilla on arvoa ja hyödynnettävyyttä kansallisen puhtaan liikennepolitiikan rakentamisessa ja jatkosuositusten ja ohjauskeinojen kohdentamisessa. VTT on luovuttanut toimeksiantajalle käyttöön perusversiot mallinnuksen työkaluista. Systemidynaaminen mallinnusympäristö soveltuu hyvin asiantuntijatyönä tehtävään jatkotyöhön.

Projektiryhmän jäsenet ovat käytettävissä tulosten viestinnässä ja kommunikoinnissa myös hankkeen jälkeen.

2 SÄHKÖAJONEUVOJEN LATAAMINEN

2.1 Lataamisen ratkaisut ja kehitys

Sähköautojen lataustavat voidaan jakaa neljään pääluokkaan standardin SFS-EN 61851-1 (Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements) kuvausten mukaisesti

- Lataustapa 1 – Kevyiden sähköajoneuvojen lataus
- Lataustapa 2 – Hidaslataus, tyypillisesti alle 2 kW teholla
- Lataustapa 3 – Peruslataus, tyypillisesti 3,3–22 kW teholla
- Lataustapa 4 – Pikalataus, tasavirta, tyypillisesti yli 50 kW teholla

Lataustapa 1, kevyiden sähköajoneuvojen lataus, tarkoittaa pienitehoisten sähköajoneuvojen, kuten sähköpolkupyörien ja skoottereiden lataamista maadoitetusta, vikavirtasuojatusta kotitalouspistorasiasta.

Lataustavan 2 hidaslatauksella tarkoitetaan tyypillisesti sähköauton mukana tulevan, kotitalouspistokkeella varustetun kaapelin avulla tapahtuvaa lataamista. Joissakin uusissa autoissa latausvirta on rajoitettu auton omalla kaapelilla ladattaessa kansallisen standardin SFS-EN 62752 mukaan maksimissaan 8 ampeeriin, joka rajoittaa lataustehon alle 2 kilowattiin. Sähköautoa voidaan hidaslatauksessa syöttää joko kotitalouspistorasiasta tai teollisuuspistorasiasta. Hidaslataukseen on markkinoilla tarjolla myös säädettävällä latausvirralla varustettuja kaapeleita.



Kuva 1. Hidaslataus sähköauton mukana tulevalla kaapelilla kotitalouspistorasiasta (lataustapa 2).

Peruslataus (lataustapa 3) tarkoittaa sähköauton lataamista erillisellä, sähköauton lataamiseen tarkoitettulla latauslaitteella, jossa voi olla autosta riippuen joko standardin SFS-EN 62196-2 mukainen tyyppin 2 pistoke tai pistorasia, tai vanhempien Euroopan ulkopuolelta tuotujen autojen tapauksessa tyyppin 1 pistoke tai pistorasia. Sähköauton oma laturi huolehtii

lataamisesta, ja latauslaite syöttää auton laturille vaihtojännitettä yhdellä, kahdella tai kolmella vaiheella, riippuen auton sisäänrakennetusta laturista. Toteutunut latausteho riippuu auton sisäänrakennetun laturin ottotehosta ja syöttävän latauslaitteen antotehosta. Tyypillinen sisäänrakennetun laturin teho nykyautoilla on noin 6 - 7 kW.



Kuva 2. Sähköauton peruslataus erillisellä latauslaitteella (lataustapa 3).

Pikalatauksessa (lataustapa 4) auton ulkopuolella sijaitseva laturi kytkeytyy suoraan kiinni auton akuston tasajänniteliitäntöihin, ja lataa akkua tasajännitteellä suurella virralla, tyypillisesti noin 40 - 50 kW teholla. Autojen liitäntään on käytössä Euroopassa kaksi standardia, japanilainen CHAdeMo ja eurooppalainen / amerikkalainen CCS (Combined Charging System). Pistokkeet eroavat toisistaan, ja julkisista pikalatureista löytyvät nykyään yleensä molemmat vaihtoehdot. Lisäksi Teslalla on oma Supercharger-pikalatausverkostonsa, joka on toistaiseksi käytettävissä vain Teslan valmistamien autojen omistajille. Koska laturi on auton ulkopuolella, ja suuren tehonsa vuoksi yleensä melko suurikokoinen ja kallis, on pikalatureita yleensä käytössä vain kaupallisissa tai julkisissa latausverkostoissa.



Kuva 3. Sähköauton pikalataus (lataustapa 4)

2.1.1 Lataus palveluna

Sähköauton latauslaitteen voi hankkia omakseen, mutta vaihtoehtona on myös latauksen ostaminen palvelukonseptina. Tällöin latauspalvelua tarjoava yritys huolehtii laitteiden toimittamisesta, niiden ylläpidosta ja lataukseen käytetyn sähkön laskutuksesta. Latauslaitteen käyttäjä tai taloyhtiö maksaa palvelusta kiinteää kuukausimaksua, ja lataussähkön laskutus menee suoraan käyttäjälle.

2.1.2 Latauslaitteiden liityntä sähköverkkoon

Sähköauton lataaminen voi olla lataustehosta ja kiinteistön sähköliittymän koosta riippuen kiinteistölle merkittävä sähkökuorma, ja siksi latausmahdollisuutta suunniteltaessa on hyvä huomioida kuormanhallinta muiden kulutuskohteiden ja sähköauton lataamisen välillä. Lähes kaikilla nykyisillä sähköautojen latauslaitteilla pystytään tekemään paikallista kuormanhallintaa, jolloin lataustehoa voidaan säätää muun kiinteistön sähkökuorman tai latauksessa olevien sähköautojen kokonaiskuorman mukaan niin, että kiinteistön sähkönsyöttökapasiteetti riittää. Osa latauslaitteista osaa myös tunnistaa itse kiinteistön muun sähkökuorman, ja pudottaa lataustehoaan tarvittaessa.

2.1.3 Latauslaitteiden ennakoitu kehitys

Tällä hetkellä vallitseva sähköautojen latausrajapinta on pistokelataus, jossa latauspistokkeen tyyppi vaihtelee hieman lataustavasta riippuen. Tulevaisuudessa erilaiset automatisoituvat lataustavat tulevat oletettavasti yleistymään, kun näihin liittyviä ratkaisuja tulee markkinoille. Jo nyt markkinoilta löytyvä langaton (induktiivinen) lataus tulee oletettavasti yleistymään standardoinnin edetessä. Kaupallisten hyötyajoneuvojen puolella tasasähkövirroittimiin (esimerkiksi ns. pantografit busseissa, kts. kuva 5) automaattisesti kytkeytyvät latausrajapinnat ovat jo käytössä sähköbusseissa ja tulevat tulevaisuudessa luultavasti laajenemaan muihinkin hyötyajoneuvoluokkiin.

Älykäs lataaminen on jo nykypäivää, mutta tulevaisuudessa sähköautojen lataamisen voidaan odottaa liittyvän entistä tiiviimmin osaksi kiinteistöjen kokonaisenergiankulutuksen hallintaa ja energijärjestelmää kokonaisuutena. Tällöin sähköautojen älykäs lataus voi osallistua kiinteistön paikalliseen kuormanhallintaan, mutta riittävän isoilla latauskentillä myös alueelliseen tai sähköverkon tasoiseen kysyntäjousto. Paikallisen energiantuotannon lisääntyessä sähköautojen lataaminen kannattaa liittää osaksi alueellista tai rakennuksen sisäistä energianhallintajärjestelmää.

Hidas DC-lataus on teknologia, missä autoja ladataan pienitehoisella, esimerkiksi enintään 22 kW tasajännitelaturilla. Tavallisesti tasajännitelatureita on käytetty autojen pikalataukseen, ja niiden teho on ollut minimissään noin 50 kW. Etuna hitaassa DC-latauksessa on, että lataustehoa voidaan säätää laturin toimesta paljon tarkemmin ja tasaisemmin kiinteistön sähköjärjestelmää kuormittaen. Latausteho voidaan ottaa useammasta sähkönsyötön vaiheesta, jolloin sähköauton oman sisäisen laturin rajoitteet eivät tule esteeksi, ja lataus kuormittaa kiinteistön sähköverkkoa tasaisemmin. Pientaloihin ja kiinteistöihin suunnitellut pienitehoiset DC-laturit voivat olla tulevaisuudessa kustannustehokas tapa kytkeä paikallista aurinkosähkön tuotantoa osaksi kiinteistön ja älykkään latauksen kokonaisuutta, koska tällöin vältetään aurinkopaneelin tuottaman tasasähkön muuntaminen välillä vaihtosähköksi ja takaisin tasasähköksi, ja sitä kautta vähennetään latauksen häviöitä. Markkinoille on jo ilmestymässä tuotteita sekä kotimaasta että Euroopasta. Esimerkiksi hollantilainen PRE Power

Developers julkaisi hiljattain laturimoduulin, joka tukee sekä kaksisuuntaista latausta (Vehicle-to-Grid, V2G) että suoraa tasajännitetyöntä aurinkopaneeleihin.

Kaksisuuntainen lataus eli energian siirto ajoneuvon akusta kiinteistöön tai sähköverkkoon on yksi tulevaisuuden selkeistä kehitysuunnista. Yksinkertaisimmillaan ratkaisut saattavat yleistyä kotitalouksissa, joissa paikallisesti tuotettua auton akkuun varastoitua sähköä voidaan käyttää kotona eri kulutuskohteisiin oman sähkömittarin takana (Vehicle-to-Home, V2H). Muita vaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi taloyhtiön tai kiinteistön paikallisen tuotannon myynti taloyhtiön toimesta, sopivaa mittarointimallia hyödyntäen, osakkaille omaan käyttöön, tai energian myynti sähköverkkoon (V2G). Näiden toiminnallisuuksien kautta sähköautot tulevat liittymään osaksi uusiutuvan energian järjestelmää. Kaksisuuntaisen latauksen hyödyntäminen edellyttää kuitenkin tukea sekä latureiden että ajoneuvojen puolelta, ja tällä hetkellä ainoat ajoneuvot, jotka tukevat V2G:tä pohjautuvat japanilaiseen CHAdeMO-standardiin. Laajempi yleistymisen odottaa myös eurooppalaisten autovalmistajien tukea.

Sähköautojen kytkeminen osaksi energijärjestelmää onnistuu kuitenkin jo nyt. Jo nykyiset latausjärjestelmät mahdollistavat autojen lataustehon säätämisen, jolloin laajemmat sähköautojen latauskeskukset voisivat osallistua esimerkiksi kysyntäjoustoon. Tätä hyödynnetään jo esimerkiksi Saksassa, ja tullaan pilotoimaan mm. Business Finlandin rahoittamassa Smart Otaniemi-hankkeessa. Jo nyt älykkäillä latauslaitteilla voidaan ohjata latausta haluttuihin kellonaikoihin sähkön hintasignaalin avulla, ja hintasignaalit ovatkin luultavasti tehokas keino ohjata latausta verkon kannalta haluttuihin kellonaikoihin, jolloin yksittäiset kuluttajatkin voivat osallistua kulutusjoustoon. Sähköautojen toimiessa joustavana kuluttajana ne voivat auttaa uusiutuvan energian osuuden lisäämisessä sähköntuotannossa, vähentämällä lisäsäätövoiman tarvetta, mutta se edellyttää autojen saamista tarjolle sähköverkkoon kaikkina vuorokaudenaikoina.

2.1.4 Latausinfrastruktuurin tilanne ja odotettu kehitys

Henkilöautojen osalta latausverkosto on lähtenyt hyvään markkinaehtoiseen kasvuun, tarjolla olevan julkisen tuen turvin. Teknologiateollisuuden sähköisen liikenteen tilanekatsauksen Q3/2018 mukaan (Teknologiateollisuus 2018) latauspaikkojen määrä vuoden 2018 kolmannen vuosineljänneksen lopussa oli 638 kappaletta, jossa kasvua edellisvuoteen verrattuna oli 65 prosenttia. Pikalatauspaikkoja edellä mainituista latauspaikoista oli 122 kappaletta. Peruslatauspisteitä oli yhteensä 1811 kappaletta, ja pikalatauspisteitä 272 kappaletta. Sekä latauspaikkojen että latauspisteiden määrä suhteessa sähköautokantaan ylittävät hie-man jakeluinfradirektiivin vaatimukset.

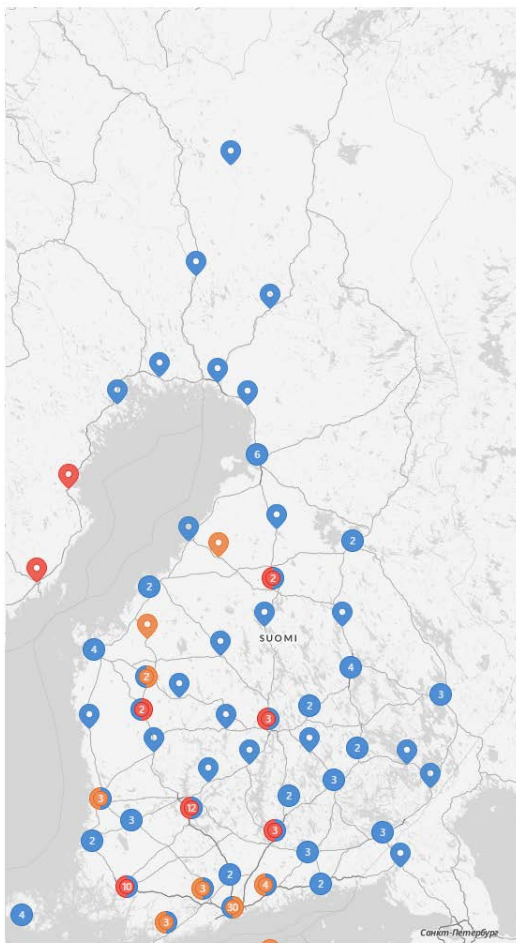
Täytyy kuitenkin huomioida, että latauspaikat ja -pisteet eivät jakaannu maantieteellisesti taiseisesti, vaan valtaosa latauspisteistä on rakentunut sinne, missä valtaosa autoistakin on tällä hetkellä. Latausverkossa on siitä johtuen vielä aukkoja etenkin Koillis- ja Pohjois-Suomessa, joka voi osaltaan aiheuttaa muna-kana -ilmiötä autojen myynissä. Pikalatausverkosto alkaa kaivata lisää latauspisteitä yksittäisille latauspaikoille ruuhkaisimmilla reiteillä jonotuksen ja latureiden saatavuuden (mahdolliset rikkoutumiset) vuoksi. Positiivisena ilmiönä esimerkiksi K-Lataus on asentanut omille latauspaikoilleen lähtökohtaisesti aina vähintään kaksi pikalaturia. Tämä tuo osaltaan huojennusta autoilijoille mahdollisen laturivian tai jonotuksen pelkojen suhteen.

Sähköbussien osalta latausinfrastruktuuri on rakentumassa toistaiseksi ensisijaisesti pääkaupunkiseudulla. Muualla maassa sähköbussuja on pilotoitu yksittäisillä linjoilla, jolloin myös latureiden määrät ovat yksittäisiä. Pääkaupunkiseudulla on tällä hetkellä 7 sähköbussien pikalataukseen käytettävää laturia. Sähköbussien latausverkosto on lähdössä kasvuun

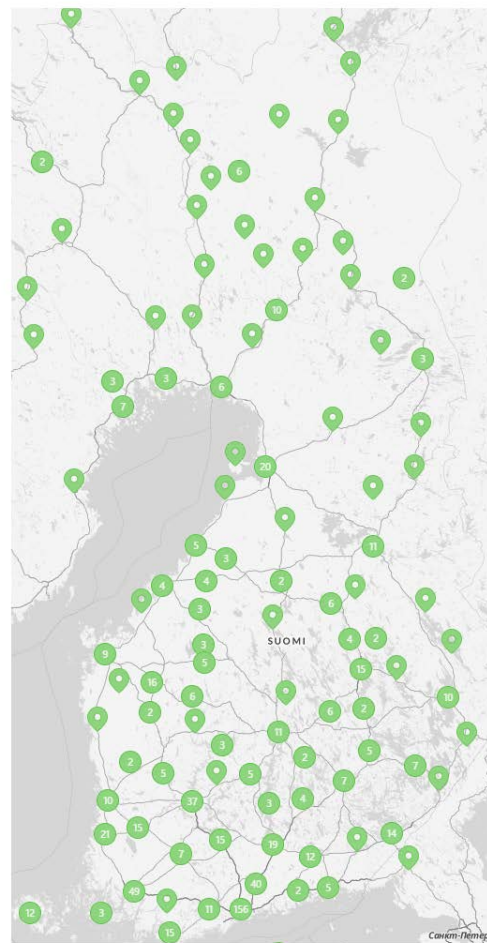
vuoden 2019 lopulla pääkaupunkiseudun osalta ensimmäisten kilpailutettujen sähköbussilinjojen aloittaessa operointinsa ja tähän liittyvän lataus palveluna -toimintamallin kokeilun kautta.

Muu raskas kalusto on toistaiseksi Suomessa turvautunut omaan latausinfraansa. Suomessa on toistaiseksi vain yksittäisiä raskaampia sähköautoja, esimerkiksi Niinivirta European Cargo Oy:n käytössä olevat kaksi sähkökuorma-autoa. Kuorma-autojen osalta pikalatausmahdollisuus lisää autojen käyttöaikaa ja -mahdollisuuksia, joten niiden huomioiminen kokonaisvaltaisessa latausinfra suunnittelussa on myös tärkeää tulevaisuuden kasvun mahdollistamiseksi. Etenkin lähijakelussa sähkökuorma-autot voisivat korvata nykykalustoa nopeallakin aikataululla, kun sähköisiä malleja alkaa saapua markkinoille vuodesta 2020 alkaen suuremmilta valmistajilta.

Pikalatauspisteet



Peruslatauspisteet



Kuva 4. Sähköautojen latauspisteet Suomessa tammikuussa 2019 (lähde: latauskartta.fi).

Supernopeat latausverkostot ovat ottaneet ensimmäiset askeleensa Suomessakin. Fortum otti käyttöön Lohjalla Suomen ensimmäisen suurteholatauspisteen (aluksi 150 kW, myöhemmin jopa 300 kW), ja K-Lataus yhdessä Ionityn kanssa aikoo tuoda Suomeen lisää jopa 350 kW tehoisia latausasemia Helsingistä Turun, Tampereen ja Lahden suuntaan lähtevien moottoriteiden varsille. Myös Tesla on avaamassa uusia asemia omassa Supercharger-verkostossaan vuoden 2019 aikana.

2.2 Sähköautojen lataaminen eri käyttötapauksissa

2.2.1 Eri käyttötapaukset yksityisessä liikenteessä

Sähköautojen käyttämä energia siirretään autoihin eri tavalla kuin perinteisissä polttomoottoriautoissa, jotka tankataan huoltoasemilla. Sähköautojen käyttäjien nykyhetken ja tulevaisuuden tarpeita ja käyttötapauksia palvelevan latausinfrastruktuurin rakentuminen ja käytönoton edistäminen ovat keskeisimpiä sähköautojen yleistymistä mahdollistavia tekijöitä. Sähköautojen lataamisen eri käyttötapauksia kuluttajille ovat ainakin seuraavat:

1. sähköauton lataaminen kotona omakotitalossa (omasta sähköliittymästä omalla latauslaitteella)
2. sähköauton lataaminen kotona taloyhtiön, kiinteistöyhtiön tai pysäköintiyhtiön hallitsemalla autopaikalla (käyttökorvaus/vuokra, käytetyn sähkön veloitus kulutuksen mukaan)
3. sähköauton lataaminen kotona taloyhtiössä, kiinteistöyhtiössä tai pysäköintiyhtiössä osakkaan hallitsemalla autopaikalla (vastike, käytetyn sähkön veloitus kulutuksen mukaan)
4. sähköauton lataaminen kaupunkien tai julkisten tahojen järjestämässä latauspaikassa (kadunvarsipysäköinti taajamissa, virastot, laitokset, koulut jne.; joko ilmainen tai laskutus palveluntarjoajan kautta)
5. sähköauton lataaminen työpaikan pysäköintipaikalla (joko ilmainen tai maksullinen, laskutus palveluntarjoajan kautta)
6. sähköauton lataaminen työmatkan liityntäpysäköinnissä työpäivän aikana (joko ilmainen tai maksullinen, laskutus palveluntarjoajan kautta)
7. sähköauton lataaminen yritysten ja kaupan asiakaspysäköinneissä (joko ilmainen tai maksullinen palvelu)
8. sähköauton lataaminen julkisissa kaupallisilla perusteilla rakennetuissa latauspaikoissa (peruslataus, pikalataus)

Taulukossa 1 on analysoitu yllä luetellut eri käyttötapaukset niihin raportin laatimishetkellä tarjolla olevan latausinfrastruktuurin suhteen, niihin liittyvät pääasialliset esteet ja hidasteet sekä lueteltu vuoden 2018 lopussa saatavilla oleva julkinen tuki. Raportista on jätetty pois kirjoitushetkellä jo vuoden 2018 osalta sulkeutunut Energiaviraston tarjouskilpailu.

Lisäksi sähköautojen käyttötapauksia voidaan luokitella auton omistamisen mukaan. Nykyisin vallitseva auton käyttötapa on yksityisautoilu omistautolla. Tämän jälkeen seuraavana tulee yksityisautoilu työsuhdeautolla. Näiden lisäksi erilaisia jaettuja liikkumis- ja autojen yhteiskäyttöpalveluita on kasvavassa määrin tarjolla.

Latauksen eri käyttötapauksia analysoitaessa, valtaosa sähköautoihin tarvittavasta energiasta pystytään lataamaan yksityisautoihin (omistus- ja työsuhdeautot) kotilatauksessa tai eri kiinteistö- tai pysäköintiyhtiöiden pysäköintipaikoilla. Tässä käytettävässä tyypillisesti vuorokaudessa käytettävissä oleva latausaika on noin välillä klo 21-06 käyttäjien viettäessä aikaa

kotonaan. Tällaisessa ajassa on peruslatauksen ratkaisulla mahdollista täyttää akusto latauksen aikana useimmiten kokonaan tai järjestää ajoenergia valtaosaan auton käyttöä.

Taulukko 1. Käyttötapausten analyysi.

Käyttötapaus	Latausinfra-tilanne	Esteet, hidasteet	Tukea infra-rakentamiseen tarjolla	Huomioita
1	Kohtalainen	Tiedon puute latauksen tehontarpeesta ja erilaisista latausratkaisuista	Ei	Kunnossapitotarkastus syytä tehdä ennen lataamisen aloittamista. Kiinteistön sähköliittymä ja -järjestelmä voivat rajoittaa suurempitehoista latausta, mutta normaalisti peruslatauksen järjestäminen onnistuu. Tiedon puute latauksen tehontarpeesta voi johtaa ylirajoitukseen, joka voi toimia esteenä auton hankinnalle.
2	Riittämätön	Autojen vähyys, tiedon puute, taloyhtiöiden päätöksenteko, kustannukset, autopaikkojen saatavuus	ARA sähköautojen latausinfra-avustus	Haasteet etenkin vanhemmissa taloyhtiöissä, joissa autopaikkoja on vähemmän kuin asukkaita, tai autopaikkoja ei ole. Vanhemmissa taloyhtiöissä sähköjärjestelmän modernisointi usein tarpeen.
3	Riittämätön	Autojen vähyys, tiedon puute, taloyhtiöiden päätöksenteko, kustannukset, autopaikkojen saatavuus	ARA sähköautojen latausinfra-avustus	Haasteet etenkin vanhemmissa taloyhtiöissä, joissa autopaikkoja on vähemmän kuin asukkaita, tai autopaikkoja ei ole. Vanhemmissa taloyhtiöissä sähköjärjestelmän modernisointi usein tarpeen. Taloyhtiön lupa tarvitaan myös osakkaan hallinnassa olevalla paikalla osakkaan omaan muutostyöhön.
4	Riittämätön	Infra-rakentamiskustannukset etenkin kadunvarsipysäköinnissä	www.lataustuki.fi	Nykyinen lataustuki.fi osaltaan ylirajoitettu esimerkiksi laajamittaisen kadunvarsiasukas pysäköinnin tarpeisiin. Turismin ja vierailijoiden huomioiminen latausverkostossa ja hinnoittelussa on vielä heikkoa.
5	Riittämätön	Nykyinen verotus (muuttumassa 2019)	Ei	Jos pysäköintipaikat on varattu työntekijöille, ei soveltuvia tulkia ole tarjolla.
6	Riittämätön	Autojen vähyys	www.lataustuki.fi	Autojen vähyys rajoittaa kysyntää latausinfrale - latausinfra-tilanne rajoittaa autohankintoja.
7	Rakentamassa markkinaehtoisesti	Autojen vähyys	www.lataustuki.fi	Joillakin yrityksillä on käyttöaikarajoituksia latauspisteissä (käytettävissä vain kaupan aukioloaikoina). Turismin huomioiminen vielä puutteellista.
8	Rakentamassa markkinaehtoisesti	Autojen vähyys	www.lataustuki.fi	Suurimmat puutteet Koillis- ja Pohjois-Suomessa. Pikalatausinfra tarvitsisi vielä lisää redundanttisuutta, useilla paikkakunnilla tai latauspaikoilla on vain yksi pikalaturi. Pysäköintilaitosten tarpeisiin, etenkin pitkäaikaispysäköinnissä riittäisi pienempitehoisenkin lataus kuin nykyinen lataustuki.fi vaatii.

Seuraavaksi eniten latausaikaa on tarjolla auton seisoessa pysäköitynä työpäivän, opiskelun, pidempikestoisen asioinnin, vierailun, turistikäynnin tms. aikana. Myös näissä käyttötapaüksissa on yhden työvuoron tai pysäköinnin aikana mahdollista peruslatauksella käytännössä saavuttaa ajoakun täysi tai lähes täysi lataus.

Näitä seuraavat käyttötapaükset sähköauton lataamiselle liittyvät suhteellisen lyhytkestoiseen asiointiin tai pysäköintiin julkisilla latauspisteillä kaupungeissa, taajamissa, liikkeissä, palvelujen yhteydessä ja osana matkaketjuja. Näissä käytettävä lataustekniikka voi olla joko pikalatausta tasasähköllä tai tehokasta peruslataamista.

Käyttötapaüksia eroteltaessa on tärkeää myös huomioida keskenään näennäisesti samankaltaisten käyttötapaüksien eroavuudet. Esimerkiksi lataaminen julkisissa latauspisteissä kaupungeissa voi olla lyhytaikaista asiointilataamista, johon riittää muutaman tunnin pysäköiminen, mutta tällöin on toivottavaa, että latausteho on kohtalaisen suuri, jotta lataukseen kytkeminen on ylipäänsä kannattavaa, etenkin täyssähköautoilla. Edellä mainittuja latauspisteitä voidaan hyödyntää myös pidempiaikaiseen lataamiseen, esimerkiksi yön yli pysäköitäessä vierailujen ja turistikäyntien yhteydessä. Tällöin tarkoituksena on saada ladattua akku täyteen esimerkiksi yön aikana, jolloin latausteho voi olla pienempi kuin lyhytaikaisessa asiointilatauksessa.

Hinnoittelussa olisi tärkeää erottaa nämä erilaiset käyttötapaukset, koska ensimmäisessä esimerkissä hinnoittelulla voidaan ohjata latauspisteet pysymään vapaina, mutta mikäli samaa hinnoittelumallia käytetään myös jälkimmäisessä tapauksessa (esimerkiksi vierailujen aikainen pysäköinti yön ylitse), se ajaa lataajat pois näiltä latauspisteiltä lataamisen korkean hinnan vuoksi. Esimerkkitapauksessa yksi vaihtoehto olisi muuttuva hinnoittelu – päivällä tai ruuhka-aikaan kalliimpi hinnoittelu, ja yöaikaan edullisempi hinnoittelu ja sallittu pysäköinti riittävän pitkäksi ajaksi.

2.2.2 Eri käyttötapaukset kaupallisessa hyötyliikenteessä

Sähköajoneuvojen käyttöönotolle kaupallisessa ammattikäytössä on monissa käyttötapauksissa ja kohteissa hyvät edellytykset, etenkin kaupunkiympäristöissä. Yksi tätä mahdollistava tekijä on ajoneuvoille saatava merkittävästi yksityisiä autoja korkeampi käyttöaste. Tämä mahdollistaa suuremman kilometrisuorituksen ja sitä kautta tällä hetkellä korkeamman hankintahinnan kompensoinnin alemmilla polttoaine- ja käyttökuluilla. Mahdollisia ammattiliikenteen käyttötapauksia on sekä kevyille että raskaille ajoneuvoille seuraavasti:

- kevyet kaksi- ja kolmipyöräiset kulkuneuvot: polkupyörät, skootterit, L-luokan ajoneuvot, mopootot. Käyttökohteina esimerkiksi lähetti- ja jakelupalvelut, älyliikenteen palvelut joukkoliikennettä täydentämässä
- henkilöautot: taksit, jakelu- ja lähettikuljetukset, yritysautot
- pakettiautot ja kevyet kuorma-autot: tavarankuljetus, logistiikka, jakelu, yritysautot
- kuorma-autot ja rekat: tavarankuljetus, logistiikka
- bussit: joukkoliikenne, kaupunkien välinen liikenne
- hyötyajoneuvot: roska-autot, ylläpito, erikoisajoneuvot
- tiellä liikkuvat työkoneet: lakaisukoneet, ylläpito, auraus, monitoimikuormaajat ja traktorit

Kaupunkibussien ja jakeluliikenteen osuus liikenteen kokonaispäästöistä on huomattava, noin 40 prosenttia (VTT LIISA 2017). Kaupunkien ja julkisten hankkijoiden rooli uusien käyttövoimien käyttöönottoa ohjaavina tahoina on merkittävä.

2.2.3 Lataaminen kiinteistöissä

Suureksi osaksi suomalaiset asuinkiinteistöjen pysäköintialueet on jo varustettu autojen polttomoottoreiden ja mahdollisesti myös sisätilojen esilämmittämiseen tarkoitetuilla sähköliitännöillä. Niiden kapasiteetti on yleensä noin 1-2 kW liitintää kohden, mikä riittää hidaslataukseen. Osassa on myös ajastinohjaus, jolloin ne eivät ole koko ajan kytkettyinä. Suurin osa nykyisistä sähköautoilijoista, hankkeen kyselyssä 58% vastanneista, käyttää kotitalouspistorasiaa sähköautonsa lataamiseen. Sähköturvallisuuden vuoksi on kuitenkin tärkeää ennen lataamisen aloittamista hankkia lupa taloyhtiöltä ja tarkistuttaa sähköjärjestelmän ja pistorasian kunto sähköalan ammattilaisen toimesta.

Tyypillisellä omakotitaloasukkaalla on useimmiten mahdollisuus oman autonsa lataamiseen oman kiinteistönsä sähköjärjestelmästä. Rajoittavana tekijänä on lähinnä sähköliittymän

koko, mikä tyypillisessä omakotitalossa on 3 x 25A. Lataaminen suurella teholla ei tällaisessa tapauksessa ole mahdollista, vaan latausvirtaa täytyy säätää alemmaksi, jotta kiinteistön pääsulakkeet kestävät myös kiinteistön muun sähkökuorman. Markkinoilta löytyy latauslaitteita, jotka osaavat pudottaa tehoaan talon muun sähkökuorman mukaan, tai jakaa ottotehoaan useammalle vaiheelle. Tärkeää on kuitenkin huomata, että normaalisti kotilatauksessa suurelle latausteholle ei ole tarvetta, ja sähköliittymän kapasiteetti riittää yleensä mainiosti.

Asunto-osakeyhtiöissä autopaikat voivat olla osakkaiden, taloyhtiön tai osa osakkaiden ja osa yhtiön hallinnassa. Hankkeessa toteutetussa taloyhtiökyselyssä yli puolet autopaikoista olivat taloyhtiön hallinnassa ja noin neljännes osakkaiden. Osassa taloyhtiöitä (10-15 prosenttia vastaajista) oli sekä yhtiön että osakkaiden hallinnassa olevia autopaikkoja. Lisäksi autopaikat voivat sijaita erillisessä pysäköintiyhtiössä.

Asunto-osakeyhtiöissä autopaikkojen hallinnalla on merkitystä erityisesti päätöksenteon näkökulmasta. Se, miten autopaikkojen hallinta on kussakin taloyhtiössä ratkaistu, selviää yhtiöjärjestyksestä. Asunnonvuokraajan keskustelukumppani on latauspisteisiin liittyvissä asioissa ensivaiheessa oma vuokranantaja.

Päätös latauspisteiden rakentamisesta tai luvan antamisesta osakkaalle latauspisteen hankkimiseksi edellyttää aina kiinteistön omistajan päätöstä. Asunto-osakeyhtiössä on huomioitava osakkaiden yhdenvertaisen kohtelun periaate: samassa asemassa olevia osakkaita on kohdeltava samalla tavalla. Asunto-osakeyhtiöissä päätöksentekoon vaikuttaa myös se, onko kyseessä tavanomainen uudistus vai ei. Tällä hetkellä muun muassa Kiinteistöliiton toimesta on tehty tulkinta tavanomaisuuden osalta siten, että asunto-osakeyhtiön sähköjärjestelmän parantamisesta latauspisteitä varten voidaan päättää yhtiökokouksen enemmistöpäätöksellä. Samalla voidaan enemmistöpäätöksellä päättää toteuttaa tarvittava määrä latauspisteitä yhtiön hallinnassa oleville autopaikoille.

Jos autopaikat sijaitsevat erillisessä osakeyhtiömuotoisessa pysäköintiyhtiössä, osakkeet voi omistaa useampi asunto-osakeyhtiö yhdessä tai ne voivat olla yksityisten osakkaiden omistuksessa. Osakeyhtiömuotoisessa yhtiössä päätöksenteko tapahtuu osakeyhtiölain (OYL) säännösten mukaisesti. OYL:ssa ei ole tavanomaista tai tavanomaisen tason ylittävää uudistusta, muutostyöoikeutta eikä kunnossapitovastuuta koskevia pykäläitä. Tämä tarkoittaa sitä, että päätös voidaan tehdä enemmistöpäätöksellä ja vastikevaroin hankkia latauspisteet kaikille. Myös osakkaalle voidaan antaa lupa toteuttaa latauspiste omalla kustannuksella. Tällainen ratkaisu edellyttää vastuiden tarkkaa määrittelyä.

Hankkeen taloyhtiökyselyn vastaajista noin kolme prosenttia (45/1734 vastaajaa) kertoo taloyhtiössä toteutetun latauspisteen tai -pisteitä joko taloyhtiön hankkeena tai osakkaan omana muutostyönä. Yhteensä latauspisteitä on toteutettu vastaajien taloyhtiöissä 178 kappaletta, joista 99 latauspistettä kerrostaloissa ja 70 rivitaloissa. Vastaajien kerrostaloyhtiöissä noin 65 prosentissa latauspisteitä on toteutettu enintään kolme kappaletta taloyhtiötä kohti. Rivitaloyhtiöissä lähes 70 prosenttia vastaajista kertoo latauspisteitä toteutetun enintään kaksi kappaletta.

Keväällä 2018 tehdyssä kyselyssä noin kaksi prosenttia vastaajista vastasi latauspisteiden toteuttamisen olevan vireillä yhteensä 343 latauspisteelle, mutta pisteet eivät ole vielä valmiina. Kiinteistöliiton syksyn 2018 korjausrakentamisbarometri kertoo, että noin 20 prosenttia vastaajataloyhtiöistä suunnittelee latauspisteen/-pisteiden rakentamista vuosina 2018-2022, eli kehitystä on selvästi tapahtunut puolen vuoden aikana taloyhtiöiden tietoisuudessa.

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA myöntää tällä hetkellä avustusta asuinrakennuksen omistaville yhteisöille sekä asuinrakennuksen omistavien yhteisöjen omistamille pyssäköintiyrityksille sähköautojen latausinfraan ja sen toteuttamiseen. Avustuksen suuruus on 35 prosenttia hyväksytyistä toteutuneista arvonlisäverollisista kustannuksista, enintään kuitenkin 90 000 euroa, sisältäen arvonlisäveron. Avustuksen ehtona on valmius vähintään viidelle latauspisteelle.

2.2.4 Kaupallisten hyötyajoneuvojen lataaminen

Useimmissa kaupallisesti toimivissa ammattiliikenteen käyttötapauksissa ajoneuvot ovat tuotantokäytössä huomattavan osan päivästä. Tällöin vaatimukset joko akkukapasiteetin kasvattamiselle tai pikalataamiselle tuotantokäytön lomassa kasvavat. Kaupallisesti toimivien sähköautojen latausratkaisut onkin nähtävä järjestelmäkysymyksinä, joissa ajoneuvojen käyttöä ja lataamista ajatellaan kokonaisuutena siten, että latauslaitteiden sijoittelu ja mitoitus tukevat mahdollisimman hyvin kullekin käyttötapaukselle ominaista tuotantoprosessia tai käyttöä. Näin voidaan analysoida sähköajoneuvojärjestelmän toimintaa kokonaisuutena ja tehdä latausjärjestelmän ja ajoneuvojen (sis. akustojen) osalta optimaalisia valintoja. Korkeimman käyttöasteen ja tuotannollisen vaatimuksen järjestelmissä voidaan olla lähellä 24/7 operointia, mikä käytännössä tarkoittaa luotettavasti toimivaa ajoneuvojen pikalataamista tai vaihtoehtoisesti ajoneuvokaluston määrän kasvattamista, jolloin osa kalustosta voi olla varikolla lataamassa akkua. Kaluston ja latausjärjestelmän mitoitusta onkin hyödyllistä tällöin tarkastella kokonaisuutena.

Useimmat sähköisten hyötyajoneuvojen pikalatauspisteet on nykyisin toteutettu tasavirtalatauksena CCS-standardin mukaista kommunikaatiota hyödyntäen. Esimerkiksi sähköisten kaupunkibussien pikalatauksen teho on tyypillisesti 300–400 kW ja ajoakustojen jännite enimmillään noin 800 V. Yleisin ratkaisu kontaktirajapinnalle busseissa on automaattisesti kytkeytyvä pantografivirroitin, joka on asennettu joko bussin katolle tai stationääriseen infrastruktuurin puolelle. Muita vaihtoehtoja ovat mm. kytkentä ajoneuvon alta tai sivulta, jotka ovat mukana myös tulossa olevassa uudessa kontaktirajapintastandardissa. Bussien varikolataus on järjestetty yleensä joko pistokelatauksella tai ajoneuvon katolle asennettua pantografia hyödyntäen. Muissa hyötyajoneuvoissa ja liikkuvissa koneissa pistokelataus on vielä toistaiseksi yleisempää.



Kuva 5. Sähköbussin lataus bussin katolle asennetun pantografin avulla.

Kullakin käyttötapauksella ja luokalla on sille tyypillisiä latauspaikkoja. Nämä sijaitsevat tyypillisesti joko kaupallisten tai kunnallisten toimijoiden omilla alueilla kuten ajoneuvovarikoilla tai logistiikkakeskuksissa tai terminaaleissa. Näiden yritysten käytössä olevien latauspisteiden toteutusvastuu kuuluu yleisimmin joko toimivalle yritykselle tai kiinteistön omistajalle (vuokranantajalle). Joukkoliikenteelle ollaan kaupunkien toimesta tai julkisesti hankittujen 'lataus palveluna' -toimintamallien kautta järjestämässä kaupunkialueille sijoitettuja sähköbussien pikalatauspisteitä joukkoliikenteen solmukohtiin kuten terminaaleihin, syöttöliikenteen liityntäpisteisiin ja linjojen päätepisteisiin. Näitä sähkönsyöttöjärjestelmiä voidaan tulevaisuudessa todennäköisesti hyödyntää myös muuhun sähköiseen hyötyajoneuvoliikenteeseen kuten esimerkiksi roska-autoille tai työkoneille (bussiliikennettä häiritsemättä). Sähkötaksille on tulevaisuudessa todennäköisimmin järkevää järjestää pikalataus pääosin kaupunkien hallinnoimille taksitolpille ja muille oleellisille alueille, kuten lentokentille.

Monissa kaupallisten hyötyajoneuvojen latausratkaisuissa pyritään suurien lataustehojen vuoksi ja latausajan minimoimiseksi automaattisiin lataustapahtumiin, jolloin kuljettajan tehtäväksi jää asemoida ajoneuvo oikein ja aloittaa automaattisesti toteutuva lataustapahtuma. Samoihin latauslaitteistoihin eli tehonsyöttöjärjestelmiin voidaan toteuttaa useampia rinnakkaisia rajapintoja ajoneuvoon, automaattisen virroitimen lisäksi esimerkiksi suuren tehon pistokelataus tasasähköllä. Voidaankin nähdä, että kaupallisten hyötyajoneuvojen latausinfrastruktuuri rakentuu pitkälti yksityisten sähköautojen erityyppisen latausinfrastruktuuri rinnalla, kaupallisen operoinnin reunaehtojen (mm. mitoitus, sijoittelu) mukaisesti. Monissa paikoissa näillä järjestelmillä tulee olemaan myös yhtymäkohtia eli ne voivat myös täydentää toisiaan.

2.3 Tunnistetut haasteet ja esteet

Kiinteistöjen latauspisteiden toteuttaminen kohtaa tiettyjä haasteita ja esteitä. Erityisesti taloyhtiöiden tapauksessa tällaisia ovat

- tiedonpuute ja asenteet
- vähäinen kysyntä latauspisteille taloyhtiöissä
- kiinteistön nykyinen sähköjärjestelmä ja sen kapasiteetti
- autopaikkojen puute ja asukaspysäköinti
- välilliset esteet nykypäivän palvelukonseptien hyödyntämiselle
- erilaisten teknisten ratkaisujen kirjo ja niiden yhteensopimattomuus.

Tiedonpuutteen vuoksi päätöksenteko taloyhtiöissä saattaa hidastua ja jopa muodostua kokonaisvaltaiseksi esteeksi. Hankkeen kuluttajakyselyyn vastanneet näkevät asenteet ja tiedonpuutteen suurimmiksi esteiksi latauspisteiden yleistymiselle. Myös taloyhtiökyselyn vastaajat kokevat puolueettoman tiedon tärkeäksi asiaksi. He kaipaavat eniten lisätietoja erilaisista teknisistä ratkaisuista latauksen järjestämiseksi ja niiden kustannuksista sekä erilaisista mahdollisuuksista jyvittää lataussähkön kustannukset latauspisteen käyttäjälle, sekä vaikutuksista taloyhtiön sähköjärjestelmään.

Taloyhtiökyselyn vastaajat kokevat suurimmaksi hidasteeksi kysynnän eli ladattavien hybridien ja täyssähköautojen vähäisyyden. Lähes kolme neljästä taloyhtiökyselyn vastaajasta kertoi, ettei latauspisteitä ollut toteutettu, koska kenelläkään ole vielä ollut tarvetta latauspisteelle. Sama nousee esille myös lataustoimialan yrityksiä haastateltaessa, nykyinen autojen määrä ei vielä riitä kiihdyttämään investointeja latausinfrastruktuuriin.

Merkittäväksi hidasteeksi taloyhtiökyselyn vastaajat kokevat myös taloyhtiön nykyisen sähköjärjestelmän kapasiteetin riittämättömyyden ja latauspisteiden toteuttamisen liian suuret kustannukset. Vanhemmissa taloyhtiöissä on taloyhtiökyselyn tulosten valossa iso joukko kohteita, joissa ei ole mahdollista käyttää sisätilan lämmitintä ja näin ollen edes tilapäinen lataaminen on todennäköisesti mahdotonta. Lisäksi on huomioitava, että vaikka sisätilan lämmitintä ei ole täysin kielletty, voi taloyhtiössä olla ehtoja ja rajoitteita sisätilan lämmittimen teholle ja käytölle.

Taloyhtiöissä rajoitteeksi alkaa tulla sähköjärjestelmän lisäksi myös autopaikkojen määrä, jolloin sähköauton latauspaikan järjestäminen voi olla mahdotonta autopaikan puuttumisen vuoksi. Taloyhtiökyselyssä keskiarvo autopaikkojen määrälle asuntoa kohden on kerrostaloissa noin 0,8 ja rivitaloissa noin 1,4. Mitä vanhempi taloyhtiö, sitä vähemmän autopaikkoja osakasta kohden vastaajajoukon taloyhtiöstä löytyy. Polttomootoriauton omistaja voi pysäköidä autonsa asukaspysäköintiin kadun varrelle, eikä välttämättä siksi tarvitse autopaikkaa taloyhtiöstä, mutta sähköautoilijan kotilatauksen mahdollistamiseksi autolle täytyisi löytyä ensin autopaikka, mihin latauspisteen voi toteuttaa.

Nykypäivän erilaiset kiinteistöjen latauspisteisiin liittyvät palvelukonseptit ja niiden yleistymisen saattavat kokea hidasteita välillisesti esimerkiksi arvonlisäverolainsäädännön kautta. Eduskunnassa jätettyyn kirjalliseen kysymykseen annettu vastaus (Orpo 2018) sekä keskusverolautakunnan aihepiiriin liittyvä ennakkoratkaisu (Verohallinto 2018) antavat alustavaa näkemystä siitä, että tietynlaisten palveluiden hyödyntäminen saattaa edellyttää taloyhtiöitä hakeutumaan arvonlisäverovelvollisiksi latauspisteasioiden osalta. Tämän tyyppisten asioiden tuomat lisäkustannukset taloyhtiölle voivat tehokkaasti hidastaa tai jopa estää latauspisteiden rakentamista taloyhtiöön.

Markkinoilla on tarjolla tällä hetkellä useita erilaisia ratkaisuja latauspisteiden toteuttamiseen. Monet näistä eivät ole suoraan yhteensopivia keskenään. Tämä lisää päätöksenteon vaikeutta taloyhtiöissä, koska riskiksi koetaan se, että ensimmäinen päätös sitoo taloyhtiön pitkäksi aikaa tietyn ratkaisun tai toimijan piiriin. Näin ollen varovaisuuden seurauksena päätöksenteko saattaa pitkittyä.

Työpaikoilla lataamisen osalta on tunnistettavissa useita sähköautojen lataamisen esteitä tai hidasteita. Perinteisesti monilla työpaikoilla työntekijöiden pysäköinti on ilmaista. Erityisesti kaupunkiseuduilla, joissa on tarjolla kattavat joukkoliikennepalvelut, on ilmainen oman auton pysäköinti yksityisautoilulle suunnattu etuisuus. On merkkejä siitä, että tulevaisuudessa yhä useammat työpaikkapysäköinnit muuttuvat maksullisiksi, mikä osaltaan edesauttaa liikenteen siirtymistä sähköistyvän joukkoliikenteen (bussiliikenteen) suuntaan.

Mikäli pysäköinnin osalta ilmainen työpaikan pysäköintipaikka varustetaan sähköauton latauslaitteella joko asiakkaan tai työntekijän käyttöön, tulee ladattavasta energiasta työntekijöille luontoisedun kaltainen etuisuus, mikäli energiasta ei laskuteta joko palkanlaskennan kautta, tai latauslaitetta ei ole kytketty jonkin latauspalveluoperaattorin järjestelmään. Vuoden 2019 alusta tämän etuisuuden arvo on verottajan toimesta määritetty 30 euroksi kuukaudessa. Tällöin työntekijän ja työnantajan täytyy sopia latausedun käytöstä. Vaihtoehtona työpaikka voi liittää latauspisteensä kaupallisen toimijan latausverkostoon, jolloin työntekijä maksaa sähkönsä suoraan palveluntarjoajalle, eikä luontoisetua pääse syntymään.

Kuluttajien kokema kaupallisten latauspalveluiden laatu on vielä nykyään osittain heikkoa, etenkin pikalatauksen osalta. Sähköauton kuluttajien kokemaa latauspalvelujen laatua voitaisiin parantaa kehittämällä kuluttajalähtöistä teknologioiden, palveluiden ja järjestelmien suunnittelua niin, että kuluttajien tarpeet tulevat paremmin huomioiduksi.

2.4 Ohjaukset ja edistämistoimet

Kiinteistöjen latauspisteiden edistämistoimista voidaan tunnistaa ennen kaikkea kolme pääryhmää

- päätöksenteon helpottaminen
- mahdollistava ja selkeä lainsäädäntö
- kuntien osallistaminen pohtimaan ratkaisuja sähköautojen asukas-pysäköintiin liittyen.

Päätöksentekoa tulisi lähteä helpottamaan ensisijaisesti viestinnän keinoin. Kohdennettua, selkokielistä viestintää, neuvontaa ja koulutusta tarvitaan eri tahoille: muun muassa taloyhtiön asukkaille, osakkaille, hallituksen jäsenille, isännöinnille, suunnittelijoille, latausratkaisujen toteuttajille ja sähköautojen myyjille. Näin pystytään tarjoamaan työkaluja suunnitelmallisen toiminnan ja päätöksenteon tueksi ja vaikuttamaan myös yleiseen asenneilmastoon.

Alkuvaiheessa sähköautojen latausinfra edistämiseen tarjottava taloudellinen tuki helpottaa päätösten aikaansaamista erityisesti tilanteissa, joissa on uudistettava taloyhtiön sähköjärjestelmää. Päätöksentekoa edistää myös kysynnän eli sähköautojen lisääntyminen. Tällöin syntyy selkeää painetta saada aikaan myös latauspisteitä taloyhtiöihin markkinaehtoisesti.

Lainsäädännön tulisi olla selkeää, teknologianeutraalia ja asioita mahdollistavaa. Teknologianeutraaliudella tarkoitetaan tässä tapauksessa sitä, että teknologiavalintoja ei tulisi rajoittaa tarpeettomasti, koska teknologia kehittyy latauksen osalta jatkuvasti, esimerkiksi langaton tai kaksisuuntainen lataus. Asunto-osakeyhtiön päätöksenteon selkeyttämiseksi asunto-osakeyhtiölaissa tulisi eriyttää omaksi pykäläkohdaksi latauspisteiden rakentaminen. Tulisi toteuttaa laaja-alainen tarkastelu mahdollisten lainsäädännöllisten hidasteiden poistamiseksi nykypäivän ja tulevaisuuden erilaisilta innovaatioilta ja palveluratkaisuilta. Ensi vai-

heessa tulisi arvioida muun muassa arvonlisävero-, sähkömarkkina- ja mittauslaitelainsäädännön tuomia reunaehtoja ja hidasteita latauspisteratkaisujen toteuttamisen näkökulmasta sekä pohtia keinoja niiden poistamiseen.

On tärkeää huomioida, ettei esimerkiksi uusilla rakennuksiin liittyvällä lainsäädännöllä luoda lisäesteitä latauspisteiden toteuttamiseen, vaan annetaan markkinoille mahdollisuus tuottaa kustannustehokkaita ratkaisuja kysynnän tyydyttämiseen. Ei pidä luoda tilannetta, jossa kiinteistönomistaja jättää muita korjaushankkeita tekemättä välttyäkseen olemassa olevan rakennuksen liian tiukoilta latauspistevaatimuksilta. Tällöin vaarantuisi rakennuksen kokonaisvaltainen elinkaaren aikainen ylläpito ja CO₂-päästöjen vähentäminen.

Teknisesti haasteeksi nousevat taloyhtiöt, joilla ei erityisesti ole autopaikkoja tai autopaikkoja on vähemmän kuin osakkaita. Latausmahdollisuus asukaspysäköinnissä on alue, johon olisi syytä kiinnittää huomiota muun muassa kaupunkien kaavoituksen ja maankäytön suunnittelun yhteydessä. Tavoitteena latauspisteiden ja maankäytön suunnittelussa tulisi olla eri palveluntarjoajien mahdollisimman yhdenvertainen kohtelu.

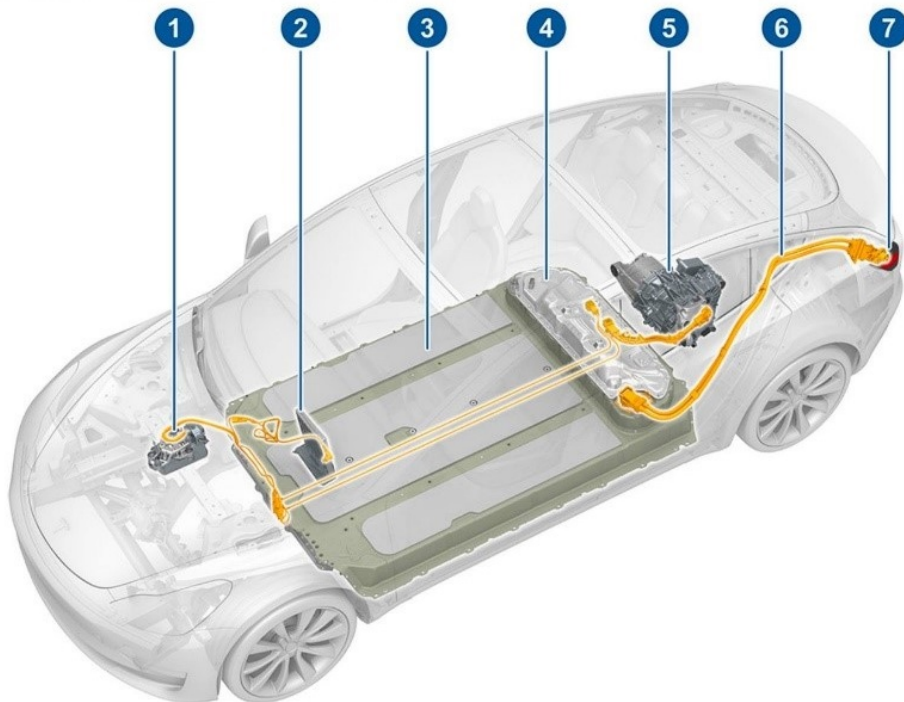
Työpaikoilla ja julkisissa toimipisteissä oleva työntekijöiden ja asiakkaiden käytössä olevat latauslaitteet voi kannattaa kytkeä kaupallisiin laskutuspalveluihin ja järjestelmiin, jotta laskutus voidaan kohdistaa lataajalle riippumatta siitä, onko käyttäjä työntekijä vai asiakas. Ilmaisisista työpaikka- ja asukaspysäköinneistä voidaan siirtyä maksullisiin, näin tukien joukkoliikennettä kaupunkiseuduilla. Alkuvaiheessa sähköautojen määrän ollessa pienehkö on sähköautoille mahdollista luoda etuisuuksia alentamalla pysäköintimaksua tai esimerkiksi sisällyttämällä ladattava energia pysäköintimaksun hintaan, tai pysäköintimaksu ladattavan energian hintaan.

Eryteisesti kaupunkialueilla toimivien kaupallisten hyötyajoneuvojen osalta kaupunkien, kuntayhtymien ja julkisyhteisöjen ohjaava vaikutus on merkittävä. Kaupunki tai julkinen toimija voi käynnistää hyötyliikenteen sähköistymisen ja markkinan syntyminen asettamalla vaatimuksia esimerkiksi joukkoliikenteen käyttövoimille ja rajoituksia tietyillä alueilla liikkuville ajoneuvoille. Kaupungeilla ja julkisilla hankkijoilla on tällöin luonnollisesti myös rooli liittää liikenteen uudet käyttövoimat kiinteästi osaksi kaupunkisuunnittelua ja infrastruktuurin kehittämistä. Varsinaisen latauksen järjestämisessä latausverkosto on yhdistelmä kaupallisen toimijan omissa tiloissa (varikot ym.) sijaitsevia latauslaitteita, varta vasten kaupalliselle liikenteelle rakennettuja ja reitistöihin sopivia pikalatauslaitteita, sekä julkisia kaupallisten toimijoiden toteuttamia latauspisteitä. Eryteisesti kaupallisille hyötyajoneuvoille kaupunki-infraan rakennettavien laitteistojen osalta koordinaatiovastuu on yleensä kaupungeilla ja vastuullinen toimija voi olla joko julkinen tai yksityinen taho julkisesti hankitun palvelun kautta. Kaikkien kaupallisten ajoneuvojen latausjärjestelmien osalta keskeisiä edistämistoimia ovat julkisten hankkijoiden poliittiset päätökset, vaatimukset ja valinnat, latausjärjestelmien toteutukseen osoitettu tuki, sekä toimenpiteet, jotka ohjaavat latausjärjestelmien mahdollisimman laajaan yhteiskäyttöön ja korkeaan käyttöasteeseen.

3 SÄHKÖAUTOJEN TARJONTA JA MARKKINAKEHITYS

3.1 Sähköautojen teknologiakehitys

Tässä työssä on käytetty yhteisesti nimitystä ”sähköauto” sekä täyssähköautoista (BEV = Battery Electric Vehicle) että ladattavista hybrideistä (PHEV = Plug-in Hybrid Electric Vehicle). Täyssähköautojen voimalinja on nimensä mukaisesti täysin sähköinen, koostuen yhdestä tai useammasta sähkömoottorista ja niiden ohjauksesta, sekä energiavarastosta, joka on yleensä akku. Täyssähköautoissa ei yleensä ole erillistä vaihteistoa, vaan sähkömoottori(t) on kytketty suoraan tasauspyörästöön tai ajoneuvon pyöriin alennusvaihteen välityksellä. Ladattavissa hybrideissä on mukana myös polttomoottori, joko rinnan sähkömoottorin kanssa (rinnakkaishybridi) tai irrallaan voimansiirrosta, jolloin polttomoottoria käytetään vain energiavaraston lataamiseen (sarjahybridi).



1. A/C Compressor
2. Cabin Heater
3. High Voltage Battery
4. High Voltage Battery Service Panel
5. Rear Drive Unit
6. High Voltage Cabling
7. Charge Port

Kuva 6. Täyssähköauto Tesla Model 3:n tekniikkaa (Kuva: Tesla).

Akustojen koot tällä hetkellä Suomessa myynnissä olevissa täyssähköautoissa vaihtelevat välillä 6,1–100 kWh. Keskikokoisissa henkilöautoissa (kokoluokka C–D) akustojen koot vaihtelevat 28–41 kWh välillä, jonka avulla on mahdollista saavuttaa noin 200–300 km todellinen toimintamatka. Lähipäivinä tulossa olevissa uusissa automalleissa akustojen koko on

asetumassa keskimäärin noin 60–90 kWh haarukkaan, jolloin vastaava toimintamatka vaihtelee noin 350–500 kilometrin välillä. Ladattavissa hybrideissä akkukoot ovat selvästi täyssähköautoja pienempiä, vaihdellen noin 8–16 kWh välillä, mahdollistaen nykymalleissa noin 30–80 kilometrin ajon pelkällä sähköllä.

Toistaiseksi Suomessa ladattavat hybridit ovat olleet täyssähköautoja suositumpia, johtuen mm. täyssähköautojen korkeista hankintahinnoista ja rajoittuneesta mallivalikoimasta. Ladattavien hybridien markkinaosuus tulee jatkossa riippumaan niiden veroittelusta ja täyssähköautojen hinta- ja akkukehityksestä. Ladattavassa hybridissä oleva kaksinkertainen tekniikka (sekä sähkömoottori ja akusto että polttomoottori) nostaa auton valmistuskustannuksia, eikä ladattavan hybridin hankintahintaa pystytä saamaan vastaavaa polttomoottoriversiota halvemmaksi kuin mahdollisesti sarjahybrideissä, missä moottori toimii vain laturina (esimerkiksi BMW i3 REx). Pääosa nykyisistä ladattavista hybrideistä on kuitenkin rinnakkaishybridejä, joissa polttomoottori on kooltaan samaa luokkaa kuin vastaavissa pelkillä polttomoottoreilla varustetuissa autoissa, ja vaatii samanlaisen voimansiirron kuin perinteinen polttomoottoriauto, jolloin kustannussäästöjä valmistusteknisesti ei pystytä saamaan.



Kuva 7. Volvo XC60 ladattavan hybridin tekniikkaa (Kuva: Volvo Cars).

Suomen ulkopuolisilla markkinoilla sähköautojen markkinaosuus on jo tähän mennessä jakautunut siten, että täyssähköautot ovat olleet ladattavia hybridejä suositumpia. Yleisesti ja kauma on ollut noin 60% täyssähköautoja ja 40% ladattavia hybridejä. Suomen tilanne on kuitenkin päinvastainen. Vuosien 2020–2025 välillä täyssähköautojen mallivalikoima kasvaa voimakkaasti, täyttäen nykyisen valikoiman aukkoja. Voidaan olettaa, että noin vuoden 2025 jälkeen, jolloin täyssähköautojen hankintahinnan odotetaan saavuttavan vastaavien polttomoottoriautojen myyntihinnan, täyssähköautojen suosio tulee ohittamaan ladattavien hybridien suosion.

Ladattaviin hybrideihin on tulossa muutoksia joka tapauksessa lyhyemmälläkin aikavälillä. WLTP¹-testausmenetelmän tultua käyttöön autojen päästömittauksessa, nykyiset ladattavat hybridit eivät ole olleet enää yhtä kilpailukykyisiä kuin entisen NEDC²-mittausmenetelmän mukaan mitattuna, ja osa autovalmistajista on jopa päättänyt pysäyttää hetkeksi nykyisten

¹ Worldwide harmonised Light-duty vehicles Test Procedure

² New European Driving Cycle

mallien myynnin Keski-Euroopassa. Nykyisten ladattavien hybridien pienet akkukoot aiheuttavat sen, että WLTP-menetelmän mukaan mitattaessa akusto ei riitä enää tarpeeksi pitkään sähköajoon ja pudottamaan auton keskipäästöä alle 50 g/km rajan, joka on mm. Saksassa vaatimuksena auton luokitteluksi vähäpäästöiseksi. Autonvalmistajat joutuvat käytännössä kasvattamaan ladattavien hybridien akkukokoja päästökseen asetetun päästörajan alle.

Markkinan kehittämisessä kuluttajan kannalta yksi keskeisimpiä tekijöitä on auton hankintahinta ja toisaalta käytön kustannukset kokonaisuutena eli pääoma- ja käyttökulujen yhdistelmä. Näiden odotetaan kehittyvän sähköautojen osalta merkittävästi tulevien vuosien aikana. Täyssähköauton voimalinja on yksinkertaisempi kuin vastaavan polttomoottoriauton, joten täyssähköautolla on mahdollisuus tulla valmistuskustannuksiltaan halvemmaksi kuin polttomoottoriauton, mutta se edellyttää akustojen hintojen laskemista. Akusto on vielä tällä hetkellä täyssähköautojen kallein komponentti, mutta akkujen hintakehitys on tuomassa akustojen hintaa nopeasti alaspäin.

Useammassa analyyttikkojen laatimassa ennusteessa arvioidaan täyssähköautojen saavutettavan polttomoottoriautojen hankintahintatason noin vuoden 2025 tienoilla (mm. Bloomberg New Energy Finance, Morgan Stanley, Financial Times, Forbes, Nissan). Bloomberg NEF muutti omaa ennustettaan hintaparieteetin saavuttamisesta vuotta aikaisemmaksi (2024) uusimmassa Electric Vehicle Outlook 2018-katsauksessaan.

Sähköautojen lyhyen aikavälin kehitys, vähintään noin vuoteen 2025–2030 saakka, tulee pohjautumaan nykyisiin litiumioniakustoihin, mihin nykyisten akkutehtaidenkin investoinnit on vielä suunnattu. Autovalmistajien strategiat akkukennojen valmistuksen aiheuttaman teknologiariskin suhteen vaihtelevat. Osa valmistajista, kuten Tesla, on lähtenyt investoimaan voimakkaasti omaan akkukennojen valmistuskapasiteettiinsa, kun taas osa valmistajista haluaa siirtää riskin mahdollisesta akkujen teknologiakehityksestä alkuvaiheessa alihankkijoille (esimerkiksi Volkswagen, Daimler ja BMW). Akkukennojen hintojen laskiessa ja autojen kysynnän kasvaessa ne valmistajat, jotka ovat investoineet omaan akkukennojen valmistuskapasiteettiinsa ovat luultavasti vahvoilla, koska muut valmistajat joutuvat jakamaan akkutoimittajien rajallista kapasiteettia nopeasti kasvavan kysynnän kesken. Toisaalta, teknologian kehittyessä alihankintaan nojaavat valmistajat eivät joudu sitomaan pääomaa tässä vaiheessa mahdollisesti tulevaisuudessa vanhenevaan valmistustekniikkaan. Nähtäväksi jää kumpi strategioista osoittautuu paremmaksi.

Useampikin autovalmistaja, esimerkiksi Volkswagen ja Toyota, ovat tutkimassa seuraavana potentiaalisena vaihtoehtona kiinteän elektrolyytin akkuja, jotka toisivat parannuksena nykyisiin teknologioihin mm. suuremman energiatihyden (samaa tilaan saadaan suurempi akusto tai nykyisiä akustoja voidaan pienentää), pidemmän akun eliniän, nopeamman pikalataamisen ja parantuneen turvallisuuden. Volkswagenin toimitusjohtaja Herbert Diess on ilmoittanut Volkswagenin harkitsevan akkukennojen valmistuksen aloittamista Volkswagenin saatua kiinteän elektrolyytin akkunsu tuotantovalmiiksi. Raportin kirjoittamishetken ennusteet kiinteän elektrolyytin akkujen mahdollisesta käyttöönotosta sähköautoissa ajoittuvat vuosien 2025–2030 välille. Uusia mielenkiintoisia toimijoita kiinteän elektrolyytin akkujen osalta ovat esimerkiksi Fisker ja Dyson.

Autojen pikalataustehot ovat koko ajan tasaisesti kasvamassa, mahdollistaen pitkillä matkoilla lyhyemmät lataustauot, ja sitä kautta kokonaismatka-ajan lyhenemisen. Vuoteen 2020 mennessä tulossa olevissa malleissa pikalatausteho on ollut yleisesti välillä 100–150 kW, mikä on välttämätöntä pelkästään akkukokojen kasvun johdosta. Tällä hetkellä jo rakentuvia

350 kW tehoisia pikalatausverkostoja hyödyntämään kykeneviä autoja ei ole toistaiseksi tulossa kuin yhdeltä autovalmistajalta, mutta latausinfraan tehojen noustessa, on odotettavissa että myös muut valmistajat alkavat nostamaan autojensa mahdollistamia pikalataustehoja suuremmiksi.

Autojen sisäisten latureiden teho on asettunut nykymalleissa keskimäärin noin 6 - 7 kW tasolle. Vanhemmissa täyssähköautoissa sekä ladattavissa hybrideissä on myös pienitehoisempia latureita, tyypillisesti 3,3 kW. Osassa nykymalleista löytyy myös tehokkaampia kolmivaihelatureita, joissa latausteho on välillä 11 - 22 kW, esimerkiksi Renault Zoe, Tesla ja BMW i3. Uudemmissa automalleissa ja mallipäivityksissä autojen latureita on myös päivitetty tehokkaammiksi, esimerkkinä VW e-Golf ja BMW i3. Kaikissa maissa ei pystytä hyödyntämään kolmivaihesähköä autojen lataukseen, josta syystä kaikki valmistajat eivät tarjoa autoihinsa kolmivaihelatureita, mutta ilahduttavasti esimerkiksi uudessa Audi e-tron:ssa tehokas 22 kW kolmivaihelaturi on lisätty optioksi. Samoin esimerkiksi tulossa olevassa VW Neo:ssa luvataan olevan 11 kW sisäänrakennettu kolmivaihelaturi. Voidaan olettaa, että akkujen keskikoon kasvaessa myös sisäisten latureiden tehoa tullaan nostamaan, mutta todennäköistä on myös, että sisäisten latureiden teho tulee myös lähitulevaisuudessa olemaan tyypillisesti välillä 6 - 11 kW.

3.1.1 Akuston elinikä

Yhtenä sähköautoihin liittyvänä pelkona on esiintynyt huoli akuston kestoikästä ja sen vaihtamiseen liittyvistä kustannuksista. Kulutuselektroniikasta tai esimerkiksi sähköpolkupyöristä saadut kokemukset akkujen lyhyestä eliniästä ovat saaneet kuluttajat epäilemään, onko sähköautojenkin akkujen elinikä yhtä lyhyt kuin vaikkapa kannettavissa tietokoneissa. Sähköautojen akustot poikkeavat kuitenkin monilta osin kuluttajaelektroniikan akuista.

Esimerkkinä tarkastellaan BMW i3:n nykyistä akustoa, joka on rakennettu Samsung SDI 94 Ah kennoista. Akuston nimellinen koko on noin 33 kWh, joka tarkoittaa, että täydellä latauksella pääsee ajotavasta ja kelistä riippuen noin 180 km. Samsung lupaa kyseisille kennoille sykli-ikäsi vähintään 3200 täyttä lataus-purkusykliä. Jos lasketaan, että täydellä latauksella autolla pääsisi keskimäärin 180 kilometriä, tarkoittaisi 3200 syklin minimielinikä akustolle 576 000 kilometrin elinikää, jonka jälkeen akuston kapasiteetti olisi pudonnut 80 prosenttiin alkuperäisestä. Asia ei ole kuitenkaan aivan näin yksinkertainen, koska akuston ikääntymiseen vaikuttavat useat tekijät.

Litiumioniakkujen kapasiteetti heikkenee sykli-ien lisäksi myös ajan funktiona, toisin sanoen akuilla on myös ns. kalenteri-ikä. Akkujen elinikää lyhentävät etenkin syvät lataus-purkusyklit, akkukennojen korkea lämpötila ja akun säilyttäminen kennojännitteen ääripäissä. Etenkin akkujen säilyttämisen korkeassa varausasteessa korkeassa lämpötilassa on havaittu olevan haitallista nykyisille litiumioniakuille. Normaalisissa käytössä akusto ei kuitenkaan altistu pahimmille sitä vanhentaville ilmiöille jatkuvasti.

Akuston hallintajärjestelmä (BMS³) on keskeinen sähköauton akuston komponentti, jonka perustehtävä on pitää akusto turvallisesti toimintakykyisenä tasapainottamalla kennojännitteitä ja valvomalla akkukennojen lämpötilaa, sekä suojata akustoa erilaisilta väärinkäyttötilanteilta tai akkujen elinikää lyhentäviltä käyttötavoilta. Hallintajärjestelmällä estetään esimerkiksi akun lataaminen liian suurella teholla akun ollessa liian kylmä tai kuuma.

³ Battery Management System

Akuston eliniän kannalta akuston hyvin toteutettu lämmönhallinta on tärkeää. Useimmissa sähköautoissa onkin aktiivinen akuston lämmönhallintajärjestelmä, joka pyrkii pitämään akuston optimaalisessa lämpötilassa akun kuormituksesta tai ulkolämpötilasta riippumatta. Toteutukset sen suhteen vaihtelevat – joissakin autoissa käytetään ilmajäähdytystä, joissakin taas nestejäähdytystä. Akustoissa on usein myös lämmitys etenkin pohjoisiin olosuhteisiin varustelluissa autoissa.

Suomessa ei ole tilastoitu kokonaisten akustojen vaihtoja täyssähköautoihin, mutta tietoja on joistakin akustojen korjauksista rikkoutuneita akkumoduuleita vaihtamalla. Akustoa ei tarvitse siis välttämättä vaihtaa kokonaan, mikäli yksittäinen akkukenno sattuu rikkoutumaan, vaan akustoon voidaan yleensä vaihtaa uusi akkumoduuli (useamman akkukennon paketti). Tällä saralla Suomen sähköautojen huoltotoiminta on tosin vielä alkuvaiheessaan.

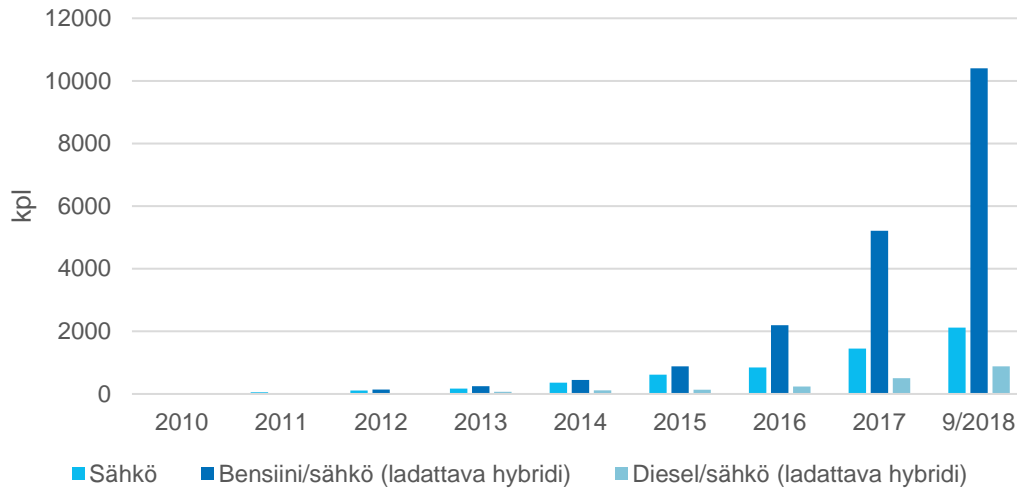
Vertailtaessa eri kokoisilla akustoilla varustettuja sähköautoja, ja niiden akkujen kestoikää (VTT 2018b), on huomattavissa, että akuston elinikä auton ajokilometrien suhteen paranee akuston kapasiteetin kasvaessa, mikä on luonnollistakin ajatellen akun sykli-ikää ja siitä eliniän aikana ulos saatavaa energiamäärää. Suurempaa akkua voidaan lisäksi käyttää keskimäärin matalammilla purku-lataussykleillä kuin pienempää akustoa, minkä on todettu tutkimuksissa edelleen pidentävän akun elinikää.

Markkinoille lähiaikoina tulossa olevien sähköautomallien akustojen koko on asettumassa noin 60–90 kWh tasoon, minkä voidaan olettaa johtavan kohtalaisen pitkään akun kestoikään, ja useissa tapauksissa akusto voi kestää hyvin auton koko eliniän ajan. Akustojen lämmönhallinta on myös parantunut jatkuvasti. Pääsääntöisesti pelko akustojen lyhyestä eliniästä voidaan osoittaa turhaksi. Useat autovalmistajat antavat sähköautojensa akustoille 8 vuoden ja vähintään 160 000 kilometrin takuun.

Akuston vaihto voi tulla kyseeseen etenkin pienikapasiteettisilla akustoilla varustetuissa autoissa jossain kohtaa niiden eliniän aikana. Vaihtoakun hinta vaihtelee autovalmistajasta riippuen, ja ainakin Nissan ja BMW ovat julkistaneet hinnoittelunsa vaihtoakuille. BMW:n tapauksessa kyseessä on enemmänkin akkupäivitys, missä vanhemman, pienemmällä akulla varustetun auton omistajalle on tarjottu mahdollisuutta päivittää autoonsa uudempi, suuremmalla kapasiteetilla varustettu akku. Nissan on puolestaan ensimmäinen valmistaja, joka on lähtenyt tarjoamaan autoihinsa uusien lisäksi myös tehdaskunnostettuja akkuja, joiden hinta on alle puolet uuden akuston hinnasta. Molemmat edellä mainitut valmistajat kierrättävät autoista vaihdetut akustot uusiin sovelluksiin, yleensä kotiakkuihin ja sähköverkoston tueksi tarjottaviin akkuihin.

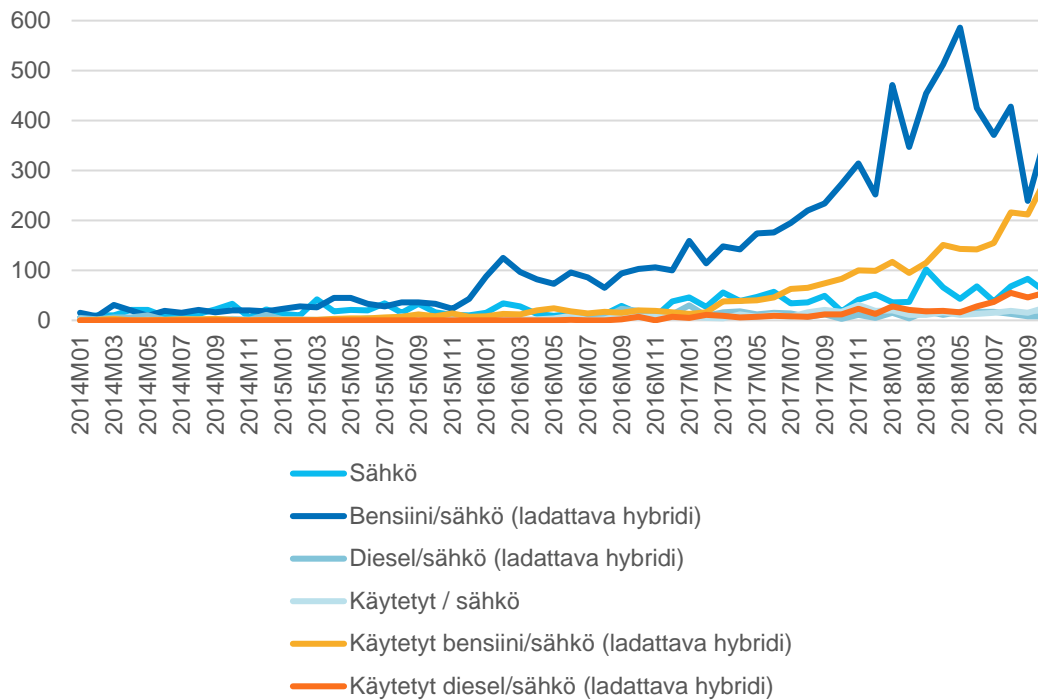
3.2 Sähköautojen tarjonta ja markkinakehitys

Suomessa on Trafín 30.9.2018 päivätyn tilaston perusteella liikennekäytössä 2119 täyssähköautoa ja 11 287 ladattavaa hybridiä (sekä bensiini- että dieselkäyttöiset yhteensä). Täyssähköautojen osuus kaikista sähköautoista on Suomessa noin 16 prosenttia, kun se kansainvälisesti on noin 60 prosentin tasolla (IEA 2018a). Kaikkien käyttövoimien osalta on havaittavissa kasvua, mutta voimakkainta kasvu on ladattavissa bensiinihybrideissä.



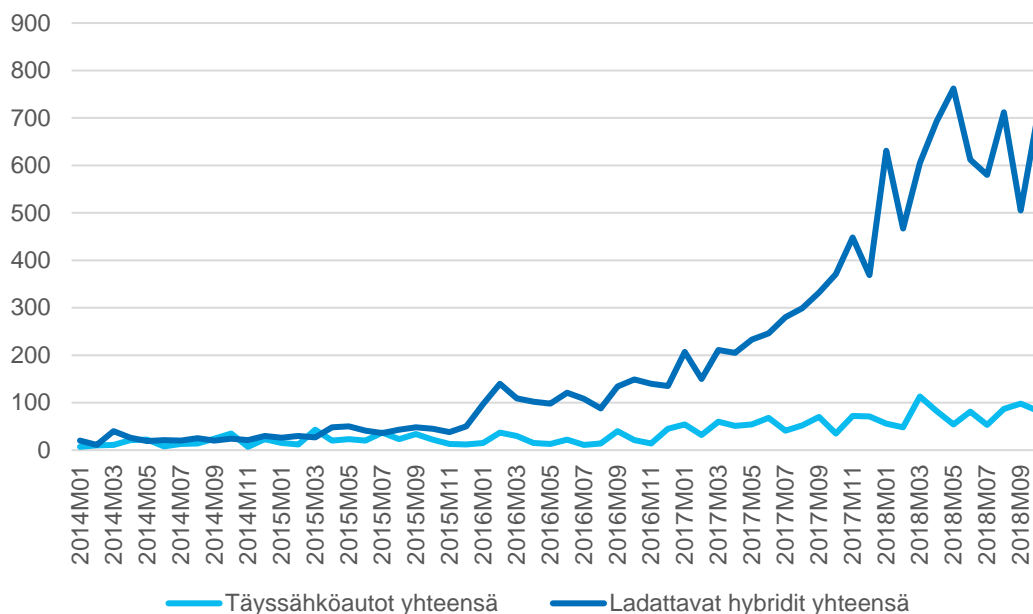
Kuva 8. Liikennekäytössä olevat täyssähköautot ja ladattavat hybridit 2010–2018 (Trafi).

Tarkasteltaessa ensirekisteröintejä, sekä uusina että käytettyinä maahantuotujen autojen osalta, on sielläkin havaittavissa ladattavien hybridien suosion nopea kasvu. Vuoden 2018 aikana on havaittavissa, että osa kasvusta on siirtynyt uusien autojen myynnistä käytettyinä maahantuotuihin autoihin. Täyssähköautojen ensirekisteröinnit ovat kasvaneet vuosina 2017–2018, mutta kasvu on selvästi hitaampaa kuin ladattavissa hybrideissä. Vuoden 2018 kevään jälkeen ladattavien hybridien kasvuvauhti on ainakin hetkellisesti tasaantunut, oletettavasti johtuen WLTP⁴-mittausstandardin käyttöönotosta, ja sen aiheuttamasta hetkellisestä häiriöstä markkinalla.



Kuva 9. Uusina ja käytettyinä ensirekisteröidyt täyssähköautot ja ladattavat hybridit kuukausittain 2014–2018 (Trafi 2018 c-e).

⁴ Worldwide harmonised Light-duty Vehicles Test Procedure



Kuva 10. Kaikki ensirekisteröidyt täyssähköautot ja ladattavat hybridit kuukausittain 2014–2018 (Trafii).

Arvioitaessa sähköautokannan kasvua olettaen kasvuvauhdin pysyvän samanlaisena kuin tähän mennessä, näyttää mahdolliselta saavuttaa hallituksen asettama 250 000 sähköauton tavoite vuonna 2030. Samaan suuntaan viittaa myös IEA:n Nordic EV Outlook -raportin (IEA 2018b) kasvuennuste. Nykyisellä mallilla valtaosa autoista tulisi olemaan tavoitevuonna 2030 ladattavia hybridejä, täyssähköautojen osuuden ollessa noin 80 000 autoa (VTT 2018b). Markkinan kehitykseen vaikuttavat kuitenkin useat eri muuttujat, ja kappaleessa 6 mallinnetaan sähköautokannan kasvua tarkemmin.

Tällä hetkellä Suomen markkinoilla oleva täyssähköautovalikoima on vielä rajallinen, ja valikoimasta puuttuvat vielä kokonaan esimerkiksi Suomessa tällä hetkellä suosittu farmarimalliset autot. Myös vetokoukkuja tarvitsevilla autoilijoilla on valinnanvaraa melko vähän. Suuri osa markkinoilla tarjolla olevista malleista on pienen tai keskikokoluokan viistoperäisiä (HB-C / HB-B) autoja. Ladattavien hybridien mallivalikoima vastaakin tällä hetkellä täyssähköautoja paremmin Suomen markkinoiden kysyntää. Taulukossa 2 on listattu raportin kirjoittamishetkellä Suomen markkinoilla myynnissä olevat täyssähköautot. Saman automallin kaikkia mallivaihtoehtoja ei ole listattu.

Taulukko 2. Suomen markkinoilla myynnissä olevat täyssähköautot.

Merkki ja malli	Korimalli	Kokoluokka ⁵	Akusto (kWh)	Toimintamatka (km)	Pikalatausteho (kW)	Verollinen hinta
Audi e-tron	SUV	J	95	>400*	150	90 000 €**
BMW i3	HB	C	33	300	50	41 828 €
BMW i3s	HB	C	33	280	50	45 699 €
Hyundai Ioniq electric	HB	D	28	280	70	36 790 €
Hyundai Kona electric	SUV	J	64	449	100	42 990 €
Jaguar I-Pace	SUV	J	90	470*	50 (100)	84 379 €
Kia Soul EV	SUV	C	30	250	50	35 318 €

⁵ Eurooppalainen autojen kokoluokitus, https://fi.wikipedia.org/wiki/Luokka:Autojen_eurooppalainen_kokoluokitus

Merkki ja malli	Korimalli	Koko- luokka ⁵	Akusto (kWh)	Toiminta- matka (km)	Pikalataus- teho (kW)	Verollinen hinta
Nissan e-NV200 evalia	van	M	40	200-301*	50	43 519 €
Nissan Leaf Acenta	HB	C	40	285*	50	37 900 €
Nissan Leaf Tekna	HB	C	40	270*	50	41 460 €
Renault Twizy 80 Intens	L7e	A	6,1	120	-	13 990 €
Renault Zoe ZE 40 Life	HB	B	41	403	22***	33 390 €
Renault Zoe ZE 40 Intens	HB	B	41	403	22***	35 390 €
smart fortwo coupe passion electric drive	HB	A	17,6	155	-	25 849 €
smart fortwo cabrio passion electric drive	HB	A	17,6	155	-	29 358 €
smart forfour passion electric drive	HB	A	17,6	155	-	26 675 €
Tesla Model S 75D	S	E	75	490	120	92 016 €
Tesla Model S 100D	S	E	100	632	120	125 719 €
Tesla Model S P100D	S	E	100	613	120	158 751 €
Tesla Model X 75D	SUV	J	75	417	120	99 190 €
Tesla Model X 100D	SUV	J	100	565	120	120 093 €
Tesla Model X P100D	SUV	J	100	542	120	168 864 €
Volkswagen E-Golf	HB	C	35,8	300	40	42 551 €
Volkswagen E-Up	HB	A	18,7	160	40	29 007 €

Korimallit: S=sedan, HB=viistoperä (3/5 ov), SUV=katumaasturi, van=pakettiauto, L7e=kevytauto

* WLTP-standardin mukainen yhdistetty toimintamatka

** Ennakkotilattavissa, hintaa ei vielä vahvistettu

*** Ei tue tasavirtapikalatausta, sisäisen laturin teho

Suomeen on tuotu sähköautoja käytettyinä lähinnä Saksasta ja Hollannista, missä on paljon tarjontaa etenkin ladattavista hybrideistä. Suosittuja tuontiautoja ovat olleet mm. Opel Ampera / Chevrolet Volt -lataushybridit ja Mitsubishi Outlander PHEV, sekä täyssähköautoissa Tesla Model S ja X, Nissan Leaf ja Volkswagen e-Golf. Käytettyjen sähköautojen osuus maahantuonnista on etenkin kalliimpien mallien osalta merkittävä. Trafien tilaston mukaan vuonna 2017 tuotiin maahan 158 täyssähköautoa ja 798 ladattavaa hybridiä, ja vuonna 2018 on tuotu maahan käytettynä marraskuun lopussa jo 156 täyssähköautoa ja 1947 ladattavaa hybridiä (Trafi 2018a).

Taulukko 3. Suomen markkinoilla myynnissä olevat ladattavat hybridiautot.

Merkki ja malli	Korimalli	Koko- luokka	Toimintamatka sähköllä (km)	Verollinen hinta
Audi A3 e-tron	HB	C	50	41 051 €
Audi Q7 e-tron quattro	SUV	J	56	99 591 €
BMW 225xe	HB	B	41	40 475 €
BMW 330e	S	C	35	47 901 €
BMW 530e iPerformance	S	D	50	62 260 €
BMW 740e iPerformance	S	F	40	111 687 €
BMW 740e Le	S	F	37	126 547 €
BMW i8	C	F	37	158 733 €
BMW X5 xDrive45e iPerformance	SUV	J	80	Ei vielä hinnoiteltu
Hyundai Ioniq plug-in	HB	D	51	32 990 €
Kia Niro plug-in	SUV	J	58	36 490 €
Kia Optima plug-in	HB	D	54	43 990 €
Kia Optima Sportswagon plug-in	STW	D	62	45 690 €
Mercedes-Benz C 350 e	S	C	33	56 158 €
Mercedes-Benz E 350 e	S	D	34	67 301 €

Merkki ja malli	Korimalli	Koko- luokka	Toimintamatka sähköllä (km)	Verollinen hinta
Mercedes-Benz GLC 350 e 4Matic	SUV	J	31	61 121 €
Mercedes-Benz GLE 500e 4Matic	SUV	J	30	91 187 €
Mini Countryman S E ALL4	SUV	J	40	40 898 €
Mitsubishi Outlander PHEV	SUV	J	52	48 941 €
Porsche Cayenne S E-hybrid	SUV	J	36	99 891 €
Porsche Panamera 4 E-hybrid	COUPE	F	36	124 131 €
Toyota Prius Plug-in hybrid	HB	C	50	39 897 €
Volkswagen Golf GTE	HB	C	50	41 761 €
Volkswagen Passat GTE	HB	D	50	48 786 €
Volkswagen Passat Variant GTE	STW	D	50	48 786 €
Volvo S90 T8 plug-in hybrid	S	E	50	67 150 €
Volvo V60 plug-in hybrid	STW	C	50	58 726 €
Volvo V90 T8 plug-in hybrid	STW	E	50	69 820 €
Volvo XC60 plug-in hybrid	SUV	J	50	69 925 €
Volvo XC90 T8 plug-in hybrid	SUV	J	40	91 134 €

Korimallit: S=sedan, C=coupe, HB=hatchback (5 ov), STW=farmari, van=pakettiauto

Täyssähköautojen osalta Suomen markkinan kannalta lyhyen aikavälin kiinnostavimmat uudet mallit ovat Suomessakin jo myyntiin saatu Hyundai Kona electric ja vuoden 2019 aikana myyntiin tuleva Kia e-Niro, jotka tuovat markkinoille yli 400 km toimintamatkalla varustetun pienen ja keskikokoisen, kohtuuhintaisen SUV-luokan auton, sekä Nissan Leaf:n vuoden 2018 lopulla tulossa oleva päivitys 60 kWh akustolle. Myös Teslan Model 3:a on lupailtu saataville Eurooppaan vuoden 2019 aikana, ja raportin kirjoittamishetkellä myynti onkin avattu osassa Euroopan maita. Peilaten auton myyntimenestykseen USA:n markkinoilla, sekä Teslan nykymyyntiin Suomessa, voidaan ennustaa mallille hyvää sijoitusta myös Suomen myyntitilastoissa, kunhan se saadaan myyntiin täälläkin. Premium-luokassa kiinnostavia uutuuksia ovat juuri markkinoille tulleet Jaguar I-Pace ja Audi e-tron.

Taulukko 4. Vuoteen 2020 mennessä markkinoille tulossa olevia sähköautomalleja.

Merkki ja malli	Tyyppi	Korimalli	Arvioitu tulovuosi	Akusto (kWh)	Toimintamatka (km)	Pikalataus- teho (kW)	Arviohinta (verollinen)
BMW iX3	BEV	SUV	2020	70	400	-	-
Citroën C5 Aircross	PHEV	SUV	2020	-	-	-	-
DS3 Crossback	BEV	SUV	2019	50	300	100	-
Honda Urban EV	BEV	HB	2019	-	-	-	-
Hyundai Kona electric	BEV	SUV	2018	39	289	100	38 000 €
Kia e-Niro	BEV	SUV	2019	39	289	100	42 000 €
Kia e-Niro	BEV	SUV	2019	64	455	100	47 000 €
Kia Soul EV	BEV	SUV	2020	64	-	100	-
Mercedes-Benz EQ C	BEV	SUV	2019	80	450*	110	60 000 €
Mini E	BEV	HB	2020	-	-	-	-
Nissan Leaf e+	BEV	HB	2018	62	385***	100	43 000 €
Opel Ampera-e	BEV	HB	2019	60	380*	50	45 000 €
Opel eCorsa	BEV	HB	2019	-	-	-	-
Opel Grandland X	PHEV	SUV	2019	-	-	-	-
Opel Mokka X	BEV	SUV	2020	-	-	-	-
Polestar 1	PHEV	S	2019	34	150***	-	155 000 €
Polestar 2	BEV	S	2019	-	560***	-	40 000 €

Merkki ja malli	Tyyppi	Korimalli	Arvioitu tulo vuosi	Akusto (kWh)	Toimintamatka (km)	Pikalataus-teho (kW)	Arviohinta (verollinen)
Porsche Taycan	BEV	C	2019	90	500***	350	85 000 €
Renault K-ZE	BEV	SUV	2020	-	250***	-	-
Seat e-Mii	BEV	HB	2019	-	300	-	-
Seat Leon	PHEV	HB/STW	2020	-	50	-	-
Seat Leon	BEV	HB/STW?	2020	-	500	-	-
Skoda Citigo E	BEV	HB	2019	-	300	-	-
Skoda Superb PHEV	PHEV	HB/STW	2019	13	70	-	-
Tesla Model 3 Long Range	BEV	S	2019	75	544*	120	60 500 €
Tesla Model 3 Performance	BEV	S	2019	75	530*	120	70 700 €
Tesla Model 3 Mid-range	BEV	S	2019	62	418**	120	54 000 €
Tesla Model 3 Standard	BEV	S	2019	50	354**	120	42 000 €
Volvo XC40 EV	BEV	SUV	2020	-	500*	-	50 000 €
Volvo XC40 PHEV	PHEV	SUV	2018	9,7	50	-	-
Volkswagen Neo (I.D.)	BEV	HB	2020	-	400-600*	-	25 000 €

Tyypit: BEV = täyssähköauto, PHEV = ladattava hybridi

Korimallit: S=sedan, C=coupe, HB=hatchback (5 ov), STW=farmari, van=pakettiauto

Oletuksena toimintamatka NEDC-standardin mukaan ilmoitettuna.

* = WLTP-toimintamatka

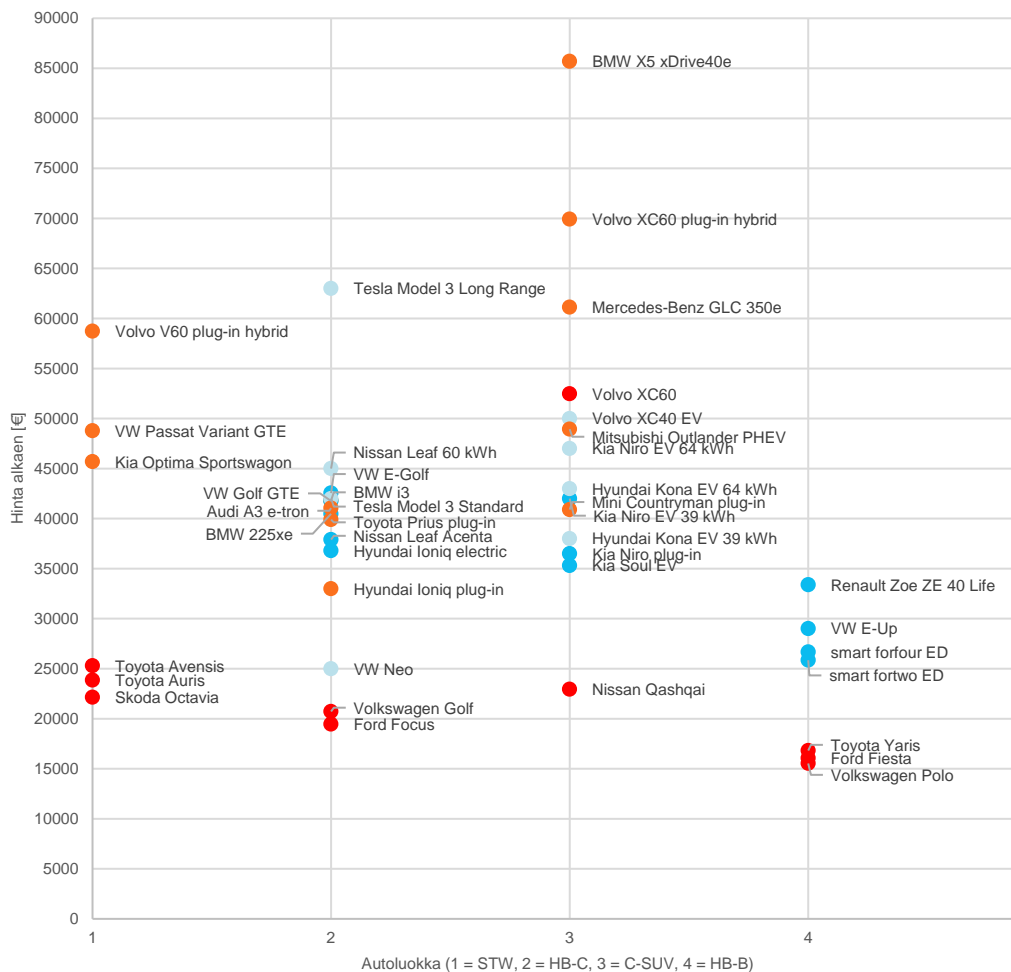
** = EPA-toimintamatka⁶

*** = Arvioitu toimintamatka

Kuvassa 11 on esitetty Suomen neljässä suosituimmassa autoluokassa myydyimmät automallit ja niiden lähtöhinnat. Sen lisäksi kuvaan on merkitty samoissa autoluokissa tällä hetkellä tarjolla olevat sähköautot, sekä vuoteen 2020 mennessä tulossa olevat Suomen markkinoiden kannalta oleelliset täyssähköautot, ja niiden lähtöhinnat. Tesla Model 3 on sijoitettu autoluokkaan HB-C, eli keskikokoiset monikäyttöautot, vaikka se on luokitukseltaan lähinnä sedan. Tesla on kuitenkin itse ilmoittanut kilpailevansa Model 3:lla tämän segmentin autoja vastaan, joten se on vertailun vuoksi sijoitettu tähän autoluokkaan.

Kuvaajasta pystyy hyvin huomaamaan, että lähes kaikissa autoluokissa ero nykyisten myydyimpien mallien ja niitä vastaavien täyssähkö- ja ladattavien hybridimallien välillä on vielä tällä hetkellä melko suuri. Eroa kuvaajassa vääristää hieman se, että vertailuun poimittujen nykyautomallien lähtöhinnat on yleensä varustettu hieman heikommalla varustetasolla kuin halvimmat sähköautoversiot. Täysin vertailukelpoisella varustelutasolla hintaero pienenee jonkin verran, mutta on silti selkeä.

⁶ U.S Environmental Protection Agency



Kuva 11. Myyntitilaston suosituimmat autot autoluokittain, ko. autoluokissa tarjolla olevat täyssähköautot ja ladattavat hybridit sekä tulossa olevat täyssähköautot.

Punainen = myyntitilaston 1-5/2018 suosituimmat mallit, sininen = nykyiset em. autoluokkiin tarjolla olevat täyssähköautot, oranssi = nykyiset em. autoluokkiin tarjolla olevat ladattavat hybridit, vaaleansininen = tulossa olevat täyssähköautot

3.2.1 Markkinan kehitys

Lähiaikoina markkinoille tulevat täyssähköautomallit tulevat oletettavasti kiihdyttämään markkinan kasvua. Uusissa automalleissa autojen ominaisuudet alkavat vastata hyvin tässä hankkeessa tehdyssä kuluttajakyselyssä kaivattuja ominaisuuksia esimerkiksi toimintamatkan osalta. Suomen markkinoilla tällä hetkellä hyvin myyvää farmarikorimallia ei täyssähköautona ole edelleenkään lähiaikoina näköpiirissä, ellei Seat tuo 2020 kaavailemaansa Leon-täyssähköversiota tarjolle myös farmarikorisena. Nykytilanteen valossa, missä katumaasturi- ja crossover-tyylisuuntien ollessa suurimmassa kasvussa, ja lähes kaikkien autovalmistajien panostaessa ensimmäisissä sähköautomalleissaan tähän luokkaan, on oletettavissa että farmarikorimalli ei ole autovalmistajien prioriteeteissa kovin korkealla. Toisaalta, nähtäväksi jää tuleeko Suomessakin autojen mallivalikoima tulevaisuudessa muuttumaan nykyistä enemmän SUV/CUV-korimalleja suosivaksi. Ainakin esimerkiksi Nissan Qashqain, Volvo XC60:n ja vastaavien mallien suosio myyntitilastoissa tuntuisi viittaavan siihen suuntaan.

Lähiaikojen suurimmat odotukset tulevat kohdistumaan etenkin Nissan Leaf:n tulossa olevaan akkupäivitykseen, sekä Hyundai / Kia -konsernin uusiin malleihin. Myös Teslan Model 3 tulee olemaan mielenkiintoinen seurattava, kun sen tilaukset avataan myös Suomeen.

Suurimpana haasteena Suomen markkinoilla tulee olemaan luultavasti autojen saatavuus. Täyssähköautojen osalta tuotantomäärät ovat tällä hetkellä vielä rajattuja, ja rajoitetut tuotantomäärät ohjautuvat niille markkinoille, missä sähköautoja tuetaan voimakkaimmin, esimerkiksi Norjaan.

Autojen tuotantomäärien kasvu on kiinni akkuvalmistuksen kapasiteetista. Moni autovalmistaja käyttää tällä hetkellä LG:n akkuja, mukaan lukien Hyundai / Kia, GM, Renault, Ford ja Volvo. LG julkisti hiljattain uutisen Puolan akkutehtaansa kapasiteetin laajentamisesta 2-3 vuoden sisällä mahdollistamaan noin miljoonan auton vuosituotanto, mutta koska kyseisen tehtaan tuotanto jakaantuu useamman autovalmistajan kesken, ei sekään tule luultavasti riittämään kattamaan kysyntää.

Vuodesta 2020 alkaen tulee olemaan mielenkiintoista seurata, miten Volkswagen lähtee luonnastamaan vahvoja lupauksiaan täyssähköautojen suhteen. Vuonna 2020 pitäisi tulla saataville uuden I.D.-brändin ensimmäinen malli, oletettavasti nimeltään VW Neo. Volkswagen on kertonut etukäteen auton hinnoittelun olevan samalla tasolla vastaavan hyvin varustellun dieselin kanssa, ja hintatason on kerrottu olevan noin 25 000 euroa, oletettavasti Saksassa. Toimintamatkaltaan VW Neo tulee oletettavasti olemaan noin 400–600 km, riippuen valitusta akkukoosta. VW vaikuttaisi olevan ensimmäinen valmistaja, joka olisi saamassa täyssähköauton hankintahinnan samalle tasolle vastaavan polttomoottoriauton kanssa, jopa hie- man etuajassa ennustuksiin nähden, mikäli nämä lupaukset pitävät.

VW-konserni on julkistanut kunnianhimoisen strategian vuonna 2016 nimeltään "TOGETHER - 2025", missä konserni on asettanut tavoitteekseen sähköautojen markkinajohtajuuden vuoteen 2025 mennessä. Vuoteen 2022 mennessä on tavoitteena saada markkinoille jo 27 uutta sähköautomallia ja vuoteen 2025 mennessä tuotannossa pitäisi olla jo 50 eri sähköautomallia. Volkswagenin akkustrategia on mielenkiintoinen, he ovat kilpailuttamassa 150 GWh edestä akkukapasiteettia, arvoltaan noin 50 miljardia euroa. Viimeisimpien tietojen mukaan Volkswagen tulisi menemään tällä strategialla siihen saakka, kunnes yhtiön kehittelemä kiinteän elektrolyytin akkuteknologia olisi tuotantovalmista, jolloin yhtiö ryhtyisi valmistamaan itse akkukennoja.

Volkswagenin tuotantosuunnitelmana on valmistaa 100 000 I.D. -mallistoon kuuluvaa sähköautoa vuonna 2020, ja kymmenkertaistaa tuotanto siitä vuoteen 2025 mennessä. Yhteensä VW tavoittelee jopa 15 miljoonan kokonaisvalmistusmäärää uudelle MEB⁷-sähköautoalustalleen. MEB-sähköautoalustan esittelyn yhteydessä syyskuussa 2018 Volkswagen lanseerasi uuden kampanjan nimeltään "Electric for all", joka kuvastaa yhtiön tavoitetta tuoda markkinoille kohtuuhintaisia täyssähköautoja.

Volkswagenin strategijahtaja Michael Jost julkisti 4.12.2018, että vuosi 2026 tulee olemaan viimeinen vuosi, milloin yhtiö tulee lanseeraamaan polttomoottoriin pohjautuvia uusia malleja, ja pyrkii siihen, että yhtiö lopettaa polttomoottorilla varustettujen autojen myynnin vuoteen 2040 mennessä.

Daimler on julkistanut suuria panostuksia sähköautoihin ja akkujen kokoonpanotehtaisiin, ja Daimlerin tuleva EQ-sarja aloittaa uuteen pohjalevyyn pohjautuvien sähköautojen mallisar-

⁷ Modular Electric Drive Matrix (orig. Modularer Elektrobaukasten)

jan. Kaikkiaan Daimlerin tavoitteena on julkistaa yhteensä 130 eritasoista sähköistettyä ajoneuvoa vuoteen 2022 mennessä. Daimler on kertonut myös heidän julkistamansa akkukäyttöisten ajoneuvojen hankintansa kattavan heidän sähköautotuotantonsa vuoteen 2030 saakka.

Ensimmäinen julkistettu malli on EQC 400, joka on hieman nykyistä GLC-mallia suurempi SUV-luokan auto. EQC 400 menee tuotantoon vuoden 2019 puolivälissä. Vuoteen 2022 mennessä Daimlerilla on suunnitelmassa yli kymmenen sarjatuotannossa olevaa täyssähköautoa. Myös ladattavien hybridien valikoiman luvataan laajentuvan lähiaikoina. PA consulting ennustaa vuoden 2018 analyysissään (PA 2018), että jo vuonna 2021 Daimler johtaisi sähköautojen markkinaa, ja BMW olisi toiseksi suurin sähköautovalmistaja globaalisti, kun nykyisin Tesla on globaalisti suurin valmistaja. Nähtäväksi jää miten tuo ennuste toteutuu, mutta analyysi kertoo kuitenkin siitä, miten eri autovalmistajien strategiat vaikuttavat niiden positioon uudella markkinalla.

BMW on julkistanut jo kertaalleen päivitetyn akuston nykyiseen i3-malliinsa, mutta seuraava päivitys kokoluokkaan 42,2 kWh on tulossa Samsungin uusien 120 Ah SDI-akkukäyttöisten ajoneuvojen tuotannon aloittamisen myötä. Tällä julkistuksella BMW i3:n toimintamatka tulee ohittamaan esimerkiksi uuden 40 kWh Nissan Leafin, ollen WLTP-standardin mukaan mitattuna 285–310 km. Uusi i3-malli tulee myyntiin joulukuussa 2018. Täysin uusista malleista seuraavaksi on tulossa täyssähköinen versio X3:sta, mallinimeltään iX3, jota kaavaillaan vuodelle 2020. Vuonna on suunnitteilla myös täysin uusi täyssähköautomalli i4.

Mielenkiintoista on myös Volvon ensimmäisen täyssähköauton XC40:n tulo markkinoille vuonna 2019. Volvo suunnittelee julkaisevansa XC40:n yrityksen omistaman yhtiön Polestarin vuonna 2019 tulevan mallijulkaisun jälkeen (Polestar 2). Myös Suomessa suosittu lataushybridistä Volvo XC90:stä on tulossa täyssähköversio noin vuonna 2021. Volvon strategian mukaan vuodesta 2019 alkaen julkistettavissa uusissa malleissa on aina mukana jonkin tasoinen sähköistys, joka tarkoittaa minimissään kevythybrideitä, mutta myös ladattavia hybridejä ja täyssähköautoja. Volvon tavoitteena on vuoteen 2025 mennessä saada 50% myynnistä sähköistetyistä malleista.

Teslan Model S ja X ovat olleet Suomessakin suosittuja täyssähköautoja huolimatta niiden korkeasta hinnasta, ja oletettavaa on, että kun Tesla saa Model 3 -mallinsa myös Suomeen saataville, tulee sen kysyntä olemaan hyvällä tasolla. Teslan oma lupaus auton saamisesta Suomen markkinoille on vuoden 2019 alkuvuoden aikana. Vuoden 2018 kolmannen kvartaalin tuotantolukujen perusteella Tesla on saamassa mallin tuotantoa nopeammaksi, joka lupaa hyvää myös autojen saatavuuden osalta. Kolmannella kvartaalilla Tesla valmisti 53 239 kappaletta Model 3:a.

Hiljattain Tesla avasi Model 3:n tilattavaksi USA:n markkinoilla suoraan ilman ennakkovarausta. Teslan osalta Model 3 on osoitettu analyttikoiden toimesta kannattavaksi, arvioidun autokohtaisen myyntivoiton ollessa jopa reilusti suurempi kuin nykyisillä polttomoottoriautoilla. Arvioihin saatiin vahvistus Teslan vuoden 2018 kolmannen kvartaalin talousluvusta, missä marginaaliksi kerrottiin ”yli 20%”. Tosin jo pitkään luvattu ”hinnat alkaen” -versio 35 000 USD (noin 30 800 €) hintaan puuttuu vielä valikoimasta, eikä varmuutta kyseisen mallin saatavuudesta tai aikataulusta vielä ole. Teslan mukaan he aloittavat mallin valmistuksen saatuaan ensin tuotantohinnan painettua tarpeeksi alas skaalaetujen myötä. Vuoden 2018 lopun arvio Model 3:n tuotantokustannuksesta on noin 38 000 USD.

Edullisin Model 3-malli on tällä hetkellä USA:n markkinoilla 49 000 USD (noin 43 100 €), jolloin konfiguraatio sisältää keskipitkän toimintamatkan akun ja premium-sisustuksen. Suomen hinnoittelu alkaa 60 500 eurosta pitkän toimintamatkan akulla varustetulle mallille.

Toyotan sähköautostrategia tähtää kauemmas tulevaisuuteen. Kiinassa Toyota tuo tarjolle 10 sähköautomallia jo vuoteen 2020 mennessä yhdessä yhteistyökumppaneiden kanssa, johtuen Kiinan regulaation vaatimuksista, mutta muilla markkinoilla Toyotan panostus ja viestintä on ollut vahvasti ei-ladattavien hybridien ja polttokennoautojen puolella. Toyotan tiedetään kehittävän kiinteän elektrolyytin akkua, johon pohjautuen Toyota aluksi uutisoi tuossa olevan täyssähköautomalleja vuoden 2020 tienoilla, mutta myöhemmin Toyota on lieventänyt kantaansa ja ilmoittanut kiinteän elektrolyytin akuilla varustettujen autojen tulevan lähempänä vuotta 2030.



Kuva 12. Autovalmistajien sähköautostrategioita vuonna 2018.

Muita autovalmistajia, jotka ovat julkistaneet sähköautoja koskevia strategioitaan ovat mm. Ford (40 uutta hybridi- ja sähköautomallia vuoteen 2022 mennessä, mistä 16 täyssähköautoja), Fiat-Chrysler (30 sähköautomallia vuoteen 2022 mennessä, tavoite Euroopassa 60% autoista sähköautoja 2022 mennessä), PSA-ryhmä (Peugeot, Citroën ja nykyään myös Opel; 4 täyssähköautoa ja 7 ladattavaa hybridiä 2021 mennessä), Renault (8 täyssähköautoa ja 12 "sähköistettyä" ajoneuvoa 2022 mennessä) ja General Motors (20 uutta sähköautomallia vuoteen 2023 mennessä).

3.2.2 Uudet ajoneuvoluokat ja valmistajat

Perinteisten henkilöautovalmistajien lisäksi sähköautojen tulo markkinoille on luonut alalle myös uusia valmistajia. Osa valmistajista on lähtenyt liikkeelle joukkorahoituspohjalta ja hyödyntää vahvasti alihankintaa koko auton ja sen osakokonaisuuksien valmistamisessa (esimerkiksi Uniti, Ruotsi ja Sono Motors, Saksa). Amerikkalainen Rivian on lähtenyt liikkeelle samalla strategialla kuin Tesla, toisin sanoen ostanut lopetetun autotehtaan, mihin rakentavat sähköautoille soveltuvaa valmistuskapasiteettia. Uusista autovalmistajista valtaosa sijoittuu joko USA:han tai Kiinaan.

Taulukko 5. Uusia sähköautovalmistajia ja automalleja.

Merkki (ja malli)	Maa	Tulovuosi	Akusto (kWh)	Toimintamatka (km)	Arvioitu hinta	Kommentteja
BYD Tang EV600	Kiina	2019	82,8	600	34 500 €	
Byton M-Byte	Kiina	2019	71	400	\$45 000	
Dyson	USA	-	-	-	-	Kiinteän elektrolyytin akusto

Merkki (ja malli)	Maa	Tulo- vuosi	Akusto (kWh)	Toiminta- matka (km)	Arvioitu hinta	Kommentteja
Faraday Future FF91	USA / Kiina	2019	130	>600	>\$200 000	
Fisker EMotion	USA	2020	-	>640	-	Kiinteän elektrolyytin akusto, julkistus tammikuussa 2019
Lucid Air	USA	2019	100–130	>640	\$65 000– \$100 000+	
NIO ES6	Kiina	2019	84	510	47 000 €	
Rivian R1T	USA	2020	105–180	>600	\$69 000	Avolava-auto
Rivian R1S	USA	2020	105–180	>600	\$65 000	SUV
SF Motors SF5	USA / Kiina	2019		500	\$50 000	
Sono Motors Sion	Saksa	2019	35	255	16 000 € + akku 9 500 €	Aurinkopaneelilataus, ennakovarattavissa
Uniti One	Ruotsi	2020	26	240	14 900 €	2-paikkainen kevytauto, 900 kg kokonaispaino

Kiinalainen sähköautotuotanto on toistaiseksi keskittynyt tyydyttämään paikallista markkinaa, mutta on pikkuhiljaa lähdössä laajentumaan myös muualle maailmaan. Isoista valmistajista BYD on ollut liikkeellä jo pitkään, toimittaen niin henkilöautoja (esimerkiksi Brysselin sähkötaksit BYD e6), sähköbusseja ja sähkökuorma-autoja (lähinnä Etelä-Amerikan ja USA:n markkinoille). Myös SAIC on lähtenyt liikkeelle kaupallisista ajoneuvoista, ja tarjoaa sähköpakettiautoaan Maxus 80:ä Eurooppaan tytäryhtiönsä SAIC Mobility Europe:n kautta. SAIC on tuomassa Eurooppaan myös täyssähköhenkilöautoja omistamallaan MG-brändillä, alkaen Iso-Britanniasta.

Kiinan hallituksen lanseeraama uusi ”Made in China 2025”-kampanja tulee oletettavasti voimistamaan kiinalaisten autovalmistajien vientiä, joten lähiaikoina tultaneen näkemään lisää uusia kiinalaisia automerkkejä myös Euroopan markkinoilla. MIC2025-ohjelma tulee tarjoamaan kiinalaisille valmistajille edullista pääomaa, mahdollisuuksia yhdistymisiin ja yhteisyrityksiin sekä pyrkii houkuttelemaan ulkomaisia sijoittajia Kiinaan.

3.2.3 Sähköautot muissa ajoneuvoluokissa

Sähköisen voimalinjan kehitys on selkeästi kiihtymässä muissakin ajoneuvoluokissa kuin henkilöautoissa. Vuosi 2018 on ollut vauhdikas uusien sähköisten jakeluauto-, bussi- ja pakettiautomallien julkistusten suhteen. Kaupallisesti toimiva hyöty- ja jakelu- ja joukkoliikenne on lähtökohtaisesti lupaava alue sähköistykselle. Perussyy tähän on ajoneuvokaluston korkea käyttöaste ja suuret päivittäiset ajosuoritteet. Näin energiatehokkuuden ja käyttövoiman hinnasta tulevat alemmat käyttökustannukset kompensoivat vielä tällä hetkellä korkeampia kaluston ja kokonaisjärjestelmän pääomakuluja.

Kehitystä ovat olleet johtamassa sähköbussit, missä ollaan pikkuhiljaa siirtymässä pilotoinneista ja yksittäisistä linjoista suurempiin kokonaisuuksiin ja isoihin toimituksiin. Markkinaa johtaa selvästi Kiina, missä on tällä hetkellä 99% maailman sähköbusseista, vuoden 2017 lopulla yhteensä 385 000 kappaletta. Vuonna 2017 sähköbussien osuus kaikista Kiinan busseista oli noin 17 prosenttia (BNEF 2018a). Sähköbussit ovat nousussa myös muilla markkinoilla, ja Euroopassakin markkina kasvaa nopeammin kuin valmistuskapasiteetti. Suomessa sähköbusseja on ollut pilottiluontoisesti käytössä pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Tampereella. HSL suoritti syksyllä 2018 ensimmäisen kilpailutuksen, missä vaadittiin sähköbusseja. Lopputuloksena busseja tarjottiin minimimäärää reilusti suurempi määrä, myös linjoille, mihin niitä ei kilpailutuksessa vielä vaadittu. Sähköbussit alkavat olla siis tilanteessa, missä myös operaattorit ovat oma-aloitteisesti siirtymässä niiden käyttöön.

Sähköinen logistiikka seuraa sähköbusseja muutaman vuoden viiveellä, ja eri valmistajilta on tullut viimeisen vuoden kuluessa tiiviisti julkaisuita uusista tulossa olevista sähkökuorma-

autoista ja –pakettiautoista. Sähkökuorma-autojen tuotanto on käynnistymässä suurem-
massa mittakaavassa noin vuodesta 2020 alkaen. Kevyemmässä kalustossa tuotantoa on
jo käynnissä Euroopassakin, kärjessä tällä hetkellä DHL:n ostama Streetscooter, joka on
tuottanut jo yli 6000 täyssähköpakettiautoa Deutsche Post DHL:n käyttöön, ja on parhaillaan
laajentamassa tuotantoaan.

Akkukäyttöiset autot, joiden toimintamatka yhdellä latauksella on n. 200 km luokkaa soveltu-
vat hyvin taajamajakelun tarpeisiin. Pitkän matkan rahtiliikenteeseen riittävää sähkömäärää
ei nykyisellä akkuteknologialla ole kuitenkaan mahdollista varastoida, vaan autoja tulisi
voida pikaladata matkan varrella, tai mieluiten jopa ajon aikana. Ruotsi on ollut tällä saralla
aktiivinen pilotoija, Ruotsin hallituksen asettaessa tavoitteeksi sähköisten valtateiden kehit-
tämisen osana hallituksen strategista innovaatioyhteistyöohjelmaa liittyen tulevaisuuden lii-
kenteeseen (GOS 2017).

Sähköbussissa pikalataaminen on jo laajalti käytössä, mutta logistiikassa autot on tois-
taiseksi varustettu akustoilla, mitkä ladataan yöllä auton seistessä. Uusissa julkaistuissa pa-
ketti- ja kuorma-autoissa pikalatausteho on ollut yleensä maksimissaan 50–150 kW. Pikala-
dattavista logistiikan ajoneuvoista olisi kuitenkin hyötyä, koska se mahdollistaisi auton aja-
misen haluttaessa vaikka vuorokauden ympäri, ja antaisi muutenkin enemmän joustavuutta
autojen operointiin. Pikalataustehojen täytyisi kuitenkin nousta nykyiseltä tasolta, jotta autot
voitaisiin ladata esimerkiksi lakisääteisten kuljettajan taukojen aikana. Latausinfrastruktuuria
tarvitaan myös logistiikan tarpeisiin, ja kaupunkien kannattaakin pitää myös tämä sektori
mielessään laatiessaan sähköisen liikenteen strategioita.

3.3 Tunnistetut haasteet ja esteet

Nykyisten sähköautojen hankintahinta on vielä korkea verrattuna vastaaviin polttomoottori-
autoihin, eikä nykyinen hankintatuki vielä riittävästi kavenna hintaeroa, jotta kysyntä lähtisi
nopeampaan kasvuun. Trafin teettämässä tutkimuksessa (Trafi 2018b) selvisi, että etenkin
paljon ajavilla, sähköauton kokonaiskustannukset ovat jo joko samalla tasolla tai halvemmat
kuin vastaavan, hankintahinnaltaan edullisemman polttomoottoriauton kokonaiskustannuk-
set tarkasteltaessa kustannuksia 5 ja 10 vuoden tarkkailujaksolla. Valitettavasti hankinta-
hinta on kuitenkin edelleen usealle auton ostajalle tärkein auton hankintakriteeri, josta ei olla
valmiita tinkimään.

Norjan markkinasta on nähtävissä, miten hankintahinta vaikuttaa sähköautojen haluttavuus-
teen. Sekä tässä hankkeessa tehdyssä kyselyssä, mutta myös Norjan sähköautoyhdistyk-
sen tekemässä kyselytutkimuksessa (Norsk elbilforening 2018) nähtiin, että kaksi suurinta
kuluttajien näkemää estettä sähköauton hankintaan ovat hankintahinta ja latausmahdolli-
suuden puute. Rajallisesta mallivalikoimasta huolimatta Norjassa hintaparieteetin myötä on jo
ylitetty sähköautojen 50 prosentin markkinaosuus tämän vuoden aikana (syyskuussa 2018
ladattavien autojen markkinaosuus oli noin 60 prosenttia).

Suoran hankintahinnan lisäksi sähköauton hankkimispäätöstä viivyttävä tekijä on sähköau-
ton vaikeahkosti hahmotettava omistuksen kokonaiskustannusten kustannusrakenne. On
olemassa tutkimuksia ja laskelmia (mm. Trafin teettämä ”Ajamisen hinta”), joissa sähköautot
on todettu kustannuksiltaan jo nyt tietyin edellytyksin kilpailukykyisiksi polttomoottoriautojen
kanssa, kun tarkastellaan ajoneuvojen omistajan kokonaiskustannuksia. Kustannusraken-
teessa sähköauton toistaiseksi korkeampaa hankintahintaa kompensoivat pienemmät
käyttö- ja ylläpitokulut. Näiden arviointi on kuitenkin tavalliselle kuluttajalle haastavaa.

Vuoteen 2025 mennessä sekä täyssähköautojen että ladattavien hybridien osalta markkinoille on tullut jo runsaasti automallivaihtoehtoja, ja täyssähköautojen hintatason pitäisi olla samalla tasolla vastaavien polttomoottoriautojen kanssa. Oletettavaa on, että noin seuraavan seitsemän vuoden aikana (2018–2025) tullaan vielä tarvitsemaan tukitoimia sähköautokannan kasvun vahvistamiseksi.

Autovalmistajien toistaiseksi rajoitetut tuotantomäärät tulevat hidastamaan kasvua, venytäten autojen toimitusaikoja. Täyssähköautojen osalta pullonkaulana ovat akustot, joiden globaali valmistuskapasiteetti ei pysty vielä vastaamaan kysyntään. Autonvalmistajat, jotka ovat itse panostaneet omiin akkutehtaisiinsa, tulevat olemaan paremmassa asemassa tässä suhteessa verrattuina kilpailijoihinsa.

Vähäisten tuotantomäärien lisäksi autojen saatavuutta Suomen markkinoille heikentää se, että autot ohjautuvat nyt maihin, joissa on vahvoja kannustimia sähköautoille, kuten Norjaan. Suomen tulisi saada omaa markkinaansa houkuttelevammaksi, jotta tänne saataisiin ohjautumaan suurempi osa rajallisesta tuotannosta.

Ladattavien hybridien osalta niillä saadut päästövähennykset riippuvat auton hankkivan henkilön viitseliäisyydestä ja myös vallitsevan käyttötavan soveltuvuudesta sähköllä ajoon. Mikäli ladattava hybridi hankitaan vapaan autoedun auton, se voi johtaa siihen, että autoa ei viitsitä ladata, kun polttoainekustannuksista ei tarvitse välittää. Samalla tavalla voi vaikuttaa kotilatauspisteen hankinta – jos kotilatauspiste ei kuulu auton vapaan autoetuauton varusteisiin, se voi jäädä ylimääräisten kustannusten vuoksi hankkimatta, jolloin autoa ei tule ladata kotona.

Sähköautoihin liittyy vielä paljon ennakkoluuloja, vääriä tietoja ja tietämättömyyttä, niin kuluttajien kuin automyyjien osalta. Aarhusin yliopiston tekemässä tutkimuksessa (Rubens 2018) selvisi, että automyyjien tietämyksessä on paljon aukkoja, ja osa myyjistä pyrki ohjaamaan kuluttajia valitsemaan jonkin muun vaihtoehdon kuin sähköauton, vaikka myyjäliikkeellä olisi ollut tarjolla myös sähköautoja.

Kuluttajien tietämyksessä on aukkoja myös autojen lataamisen osalta. Lataukseen liittyy myös paljon eri termistöä ja tekniikkaa, mikä ei ole selvää sähköautoihin perehtymättömälle ostajalle. Nykyiset latausverkostot ovat hajaantuneet useisiin eri palveluihin, ja yhtenäistä näkymää koko Suomen kattavaan latausverkkoon tarjoavat lähinnä vapaaehtois pohjalta toimivat toimijat kuten Sähköautoilijat ry. Latauspalveluiden toimintavarmuudesta ja latauksen saatavuudesta esiintyy myös osittain aiheellisia epäilyksiä, etenkin liittyen pidempiin ajomatkoihin.

3.4 Ohjaukeinit ja edistämistimet

Nykyinen 2000 euron hankintatuki on liian heikko ohjataksien auton valintaa täyssähköautoihin. Hankintatuen kasvattaminen 4000–6000 € tasolle vaikuttaisi selvästi myös tässä työssä tehdyn kyselyn perusteella ostopäätökseen, tuoden autojen hankintahintaa lähemmäs vastaavien polttomoottoriautojen hintatasoa. Samalla autoilijoiden tietämystä sähköautoista ja niiden kokonaiskustannuksista verrattuna vastaaviin polttomoottoriautoihin olisi tarvetta lisätä, koska etenkin paljon ajavalle, kenen auton käyttöprofiiliin sähköauto sopii, sähköauto olisi jo kustannuksiltaan joko tasoissa tai joissakin tapauksissa jopa kokonaiskustannuksiltaan edullisempi vaihtoehto.

Muuttamalla työsuhdeautojen verotusarvoa suosimaan vähäpäästöisiä autoja saataisiin yritysten autohankintoja ohjattua helposti ja nopeasti vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin. Työsuhdeautojen osalta myös autojen kotilatauslaitteet tulisi saada autojen vakiovarusteiksi. Vapaan autoedun autoissa etenkin pitää huomioida ladattavien hybridien kannustaminen lataamiseen.

Tiedottamisen tärkeys nousi esille hankkeen aikana molemmissa laadituissa kyselyissä, sekä lataustoimialan haastatteluissa, mutta myös myöhemmin esiteltävässä mallinnuksessa. Neutraalia ja luotettavaa tietoa kaivataan kyselyiden mukaan niin autoista, niiden käytöstä ja kuluista sekä lataamisesta. Autoliikkeiden ja -myyjien tietämystä sähköautoista tulisi parantaa, ja saada myyjät tarjoamaan sähköautoja vaihtoehtoina nykyisille polttomoottorikäyttöisille malleille.

Autovero on jo nykyisin pieni etenkin täyssähköautoilla, ja veron osuudesta suurin osa koostuu arvonlisäverosta. Haastatteluissa nousi esiin yhtenä edistämiskeinona myös verotuksen keventäminen tai käyttömaksujen nykyistä jyrkempi porrastus siten, että se suosisi enemmän vähäpäästöisiä autoja. Myös verotuksen painottaminen auton hankinnasta sen käyttöön esimerkiksi polttoaineiden verotuksen kautta nousi esiin.

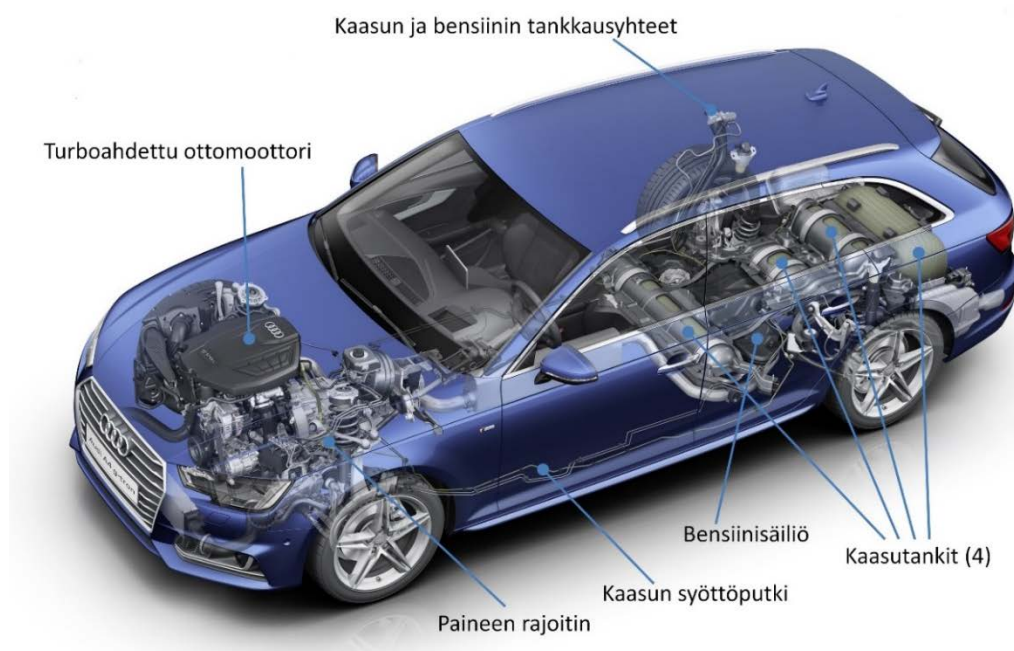
Jonkin verran yleisessä keskustelussa on noussut esiin myös autoilun kokonaiskustannusten kehitys tulevaisuudessa. Moni kuluttaja tuntuu uskovan, että tällä hetkellä sähköauton edullisuus on vain väliaikainen vaihe, ja tulevaisuudessa joko autoilun yleisellä verotuksella tai käyttövoimaverotuksella käytön edullisuus tulee muuttumaan nykyisiä polttomoottoriautoja vastaavaksi. Tarvittaisiin kuluttajille selkeää indikaatiota käyttökustannusten ennustettavuudesta tulevaisuudessa. Aihepiiriin liittyy mahdollinen liikenteen kokonaisverouudistus tulevaisuudessa.

4 KAASUAUTOJEN TARJONTA JA MARKKINAKEHITYS

4.1 Kaasuautojen teknologiakehitys

Kun puhutaan kaasuautoista, tarkoitetaan tavallisesti autoa, joka käyttää metaanikaasua (CH_4) polttoaineena. Koska kaasun tankkausverkosto ei juuri missään ole vielä riittävän tiheää, on kaasuautoissa poikkeuksetta myös bensiinisäiliö. Auto on siis oikeastaan kaksipolttoaineauto, ja siksi jotkut valmistajat markkinoivatkin kaasuautoja ”bifuel”-nimikkeellä.

Kaasuauton moottori on normaali kipinäsytytys(otto)moottori, periaatteessa aivan samanlainen kuin bensiinimoottorit. Joissain tapauksissa metaanimoottorissa voi olla korkeampi puristussuhde, koska metaanin oktaaniluku on bensiiniä korkeampi. Korkeampi puristussuhde nostaa moottorin termistä hyötysuhdetta, mutta jos tällaisessa optimoidussa kaasumoottorissa joudutaan kuitenkin käyttämään myös bensiiniä, pitää nakutus estää esim. myöhäistämällä sytytystä, mikä taas huonontaa hyötysuhdetta, jolloin bensiinillä ajaminen on epätaloudellista.



Kuva 13. Audi A4 Avant g-tron -kaasumallin havainnekuva (Kuva: Audi).

Metaanikaasussa on hiilivetypolttoaineista paras vedyn ja hiilen suhde, joten käytettäessä metaania polttoaineena syntyy suhteellisesti vähemmän CO_2 -päästöjä kuin esim. bensiinistä. Siten jo fossiilisenkin metaanin käyttö on edullista, jos sillä korvataan bensiiniä, koska CO_2 -päästöt vähenevät noin 20 %. Biometaanin käyttö mahdollistaa edelleen erittäin merkittävän CO_2 -päästön vähenemän, koska silloin joko käytetään metaania, joka muuten olisi ”karannut” ilmakehään (esim. kaatopaikkakaasut, jäteveden puhdistamojen kaasut), tai kaasua tuotetaan jätteistä tai ns. lyhytkiertoisesta biomassassa, jossa biomassan kasvatus sitoo hiiltä ilmakehästä verrattain nopeasti.

Normaali varastointitapa metaanille henkilöautoissa on kaasun paineistaminen 200 bar paineeseen (compressed natural gas, CNG). Raskaissa kaasuautoissa käytetään myös nesteytettyä kaasua (liquified natural gas, LNG), mutta se sopii ainoastaan sellaisiin käyttöihin, joissa polttoainetta käytetään lähes jatkuvasti. Tyhjiöeristyksestä huolimatta nesteytetty kaasua pyrkii höyrystymään, ja jos tätä ns. ”boil-off” -kaasua ei voi heti käyttää, se on pakko laskea ulos säiliöstä ylipaineventtiilistä. Pitkässä seisokissa LNG-säiliö siis tyhjenee itseensä. Osassa kaasuautoja bensiinisäiliö on saman kokoinen kuin normaalissa bensiinimalissa, mutta osassa autoja – etenkin pienissä – bensiinin säiliö on pieni, vain 10 litran kokoinen.

Kaasutekniikan jälkiasentaminen on myös mahdollista, ja itse asiassa kaasuautojen alkuaika olikin pitkälti tällaisten jälkiasennusten varassa, joita mm. Italiassa on tehty miljoonia. Vasta 1990-luvun loppupuolella varsinaiset autonvalmistajat alkoivat tuottaa ”tehdasvalmistettuja” kaasuautoja, jolloin sarjavalmistuksen myötä myös hinnat laskivat. Muunnostyö ja tarvittavat osat maksavat mallista riippuen muutamia tuhansia euroja

4.2 Kaasuautojen tarjonta ja markkinakehitys

Metaanin käyttö liikennepolttoaineena oli Suomessa pitkään kannattamatonta, koska kaasuautoille oli määrätty 20-kertainen käyttövoimavero, koska ei haluttu luoda erikseen verotettavaa liikennekaasutuotetta, vaikka teknisesti se olisi ollut mahdollista. Vuodesta 2004 tämä korotettu käyttövoimavero poistettiin aluksi raskailta autoilta, jolloin (maa)kaasusta tuli polttoaine kaupunkibusseille pääkaupunkiseudulla sekä samalla muutamalle jakelukokoluokan pakettiautolle. Vähän myöhemmin verotus muuttui myös henkilöautojen osalta, jolloin niitä alettiin verottaa kuten bensiinikäyttöisiä autojakin. Mainitusta syystä kaasuautojen yleistymisen Suomessa alkoi vasta 2000-luvun puolivälissä.

Kaasuautoja on ollut tehdasvalmisteisena markkinoilla jo 1990-luvun lopulta, joten markkina on hyvin vakiintunut. Saatavissa oleva mallitarjonta on vuosien varrella vaihdellut, koska mallien uudistuessa kaasuvaihtoehto yleensä putoaa pois, ja palaa malliohjelman ehkä parin vuoden kuluessa. Vahvin kaasuautokanta on Euroopan maista Italiassa ja Saksassa, ja tämä myös heijastuu valmistajien halukkuuteen tehdä kaasoversioita. Runsaimmin niitä esiintyy juuri näiden maiden valmistajien mallistossa.

Tankkausasemaverkon laajeneminen viimeisten viiden vuoden aikana yhdessä kaasun hinnan edullisuuden kanssa on kannustanut myös suomalaisia hankkimaan kaasuautoja. Etenkin vuosi 2017 oli lupaava, koska silloin ensirekisteröitiin lähes yhtä paljon autoja kuin kolmena edellisenä vuotena yhteensä. Myös vuoden 2018 aikana on kaasuautojen rekisteröinti ollut vilkasta.

Vuodesta 2006 on Suomessa ensirekisteröity noin 1200 kaasukäyttöistä henkilöautoa, mutta niiden lisäksi on maahan tuotu paljon käytettyjä kaasuautoja Saksasta ja Ruotsista, joissa niiden kanta on runsas. Näiden yksittäistuotujen autojen määrä itse asiassa on ollut suurempi kuin uusien autojen rekisteröinti vuosina 2016 ja 2017. Vuonna 2018 uusien kaasuautojen hyvä menekki on kääntänyt suhteen ensirekisteröintien eduksi, osin luultavasti romutuspalkkiokampanjan 2000 € tuen myötä.

Suomessa on tällä hetkellä saatavissa runsaat kymmenkunta eri kaasukäyttöistä henkilöautomallia ja muutama pakettiauto. Taulukossa 2 on esitetty niistä lyhyt yhteenveto.

Taulukko 6. Suomessa myynnissä olevat kaasukäyttöiset henkilö- ja pakettiautot.

Merkki	Mallinimi	Korimalli	Kokoluokka ⁸	Teho (kW)	Säiliötilavuudet (kaasu/bens)	Ajo-matkat (km)	Hinta** (verollinen)
Audi	A3 gtron*	HB	C	81	14.4 kg/50 L	420/960	29 370 €
Audi	A4 gtron*	STW	D	125	19 kg/25 L	500/450	43 518 €
Audi	A5 gtron*	C	D	125	19 kg/25 L	500/450	48 932 €
Opel	Astra	HB	C	82	19 kg/13.7 L	445/265	23 890 €
Opel	Astra	STW	C	82	19 kg/13.7 L	445/265	25 381 €
Opel	Zafira 1.6 CNG	MPV	M	110	25 kg/15 L	510/150	33 888 €
Opel	Combo 1.4 CNG	van	M	88	22 kg/22 L	450/290	27 678 €
SEAT	Mii Ecofuel	HB	A	50	11 kg/10 L	360/200	16 286 €
SEAT	Ibiza TGI*	HB	B	66	11 kg/40 L	390/900	18 364 €
SEAT	Leon TGI*	HB	C	81	15 kg/50 L	420/940	22 060 €
SEAT	Leon ST TGI*	STW	C	81	15 kg/50 L	420/940	23 202 €
Skoda	Citigo G-Tec	HB	A	50	11 kg/10 L	380/220	16 403 €
Skoda	Octavia G-Tec	S	C	81	15 kg/50 L	410/920	24 131 €
Skoda	Octavia G-Tec	STW	C	81	15 kg/50 L	410/920	24 973 €
VW	eco-up!	HB	A	50	11 kg/10 L	380/220	14 590 €
VW	Golf 1.4 TGI	HB	C	81	15 kg/50 L	380/890	24 207 €
VW	Golf 1.4 TGI	STW	C	81	15 kg/50 L	380/890	25 740 €
VW	Caddy Kombi	MPV	M	81	26 kg/13 L	635/150	28 787 €
VW	Caddy Kombi Maxi	MPV	M	81	37 kg/13 L	860/150	30 987 €
VW	Caddy Van	van	M	81	26 kg/13 L	*	28 368 €
VW	Caddy Maxi Van	van	M	81	37 kg/13 L	*	30 474 €

Korimallit: S=sedan, C=coupe, HB=hatchback (5 ov), STW=farmari, MPV=tila-auto, van=pakettiauto.
*Malli esiintyy tammikuun hinnastossa, mutta ei heinäkuun. ** Hinnat heinäkuu 2018

Kuten taulukosta nähdään, markkinaa hallitsevat VAG-konsernin merkit (Audi, Seat, Skoda, VW). Vain Opel on muun konsernin (PSA) tuote. VW:llä oli aiemmin tuotannossa 1.4 TGI-moottorilla myös Passat-malli, mutta Passatin nykyisestä uusimman sukupolven (B8) mallista ei ole kaasoversiota ainakaan vielä. Suomeen tuotavien mallien lisäksi VW:llä on kaasoversio myös Polo-mallista. Aikaisemmin Suomessa oli myös saatavilla Volvon kaasumalleja (V70, S80, S60), mutta malliuudistusten myötä Volvo luopui väliaikaisesti kaasumallien valmistamisesta. Uusista V90 ja V60 -farmariautoista on kuitenkin tullut markkinoille kaasumalli.

Saksalaismerkeistä myös Mercedes-Benz on tehnyt kaasoversioita B-, C- ja E-malleista, joita on myös aikoinaan tuotu muutamia Suomeen, mutta eivät nyt kuulu tuotanto-ohjelmaan. Myös Ford on valmistanut kaasumalleja Focus, C-max ja S-max -malleista, joita on tuotu Suomeen käytettynä.

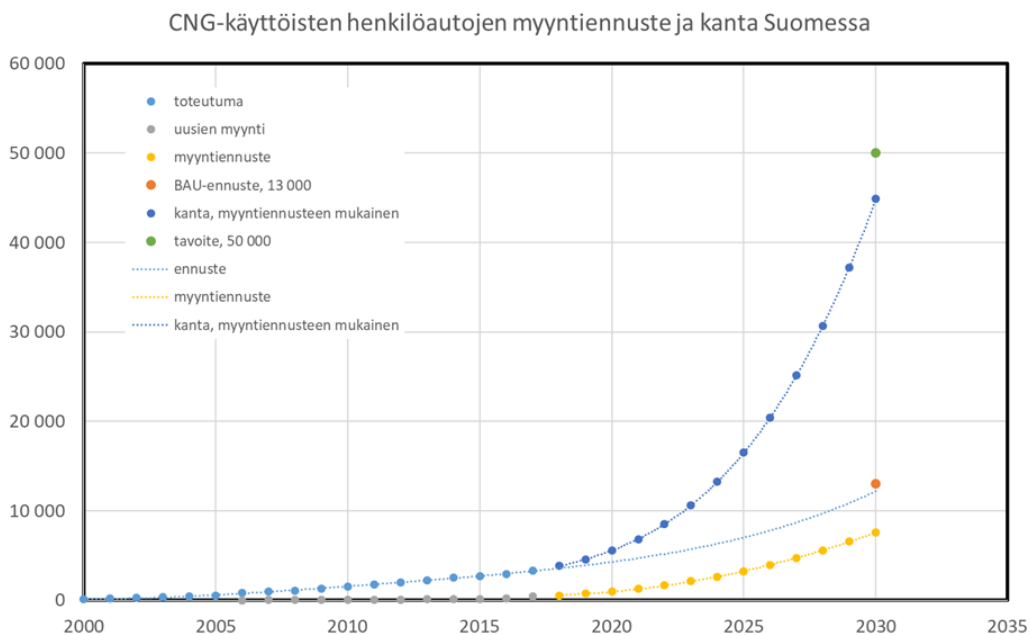
Euroopan markkinoilla on myös sellaisia kaasuautoja, joita ei tällä hetkellä tuoda Suomeen. Laajin mallivalikoima on Fiatilla, joka valmistaa maakaasoversioita henkilöautomalleistaan Panda (A), Punto (A), 500L (B) ja Qubo (MPV), sekä pienistä pakettiautoista Doblo ja Fiorino. Suurempia tavara-autoja on kaasukäyttöisenä saatavissa Fiatilta (Ducato), Mercedes-Benziltä (Sprinter) ja Ivecolta (Daily). Ivecon ja Mercedes-Benzin mallistoissa on myös kaasukäyttöiset lava-autot.

⁸ Eurooppalainen autojen kokoluokitus, https://fi.wikipedia.org/wiki/Luokka:Autojen_eurooppalainen_kokoluokitus

Hintapremio eli hinnan ero kaasumallin ja normaalin bensiinikäyttöisen auton välillä vaihtelee merkittävin melko paljon. Hintaero on myös erilainen eri korimallinen ja varusteluversioiden välillä. Hinnoittelussa on selkeitä eroja eri merkeillä. Esimerkiksi Skoda Octavian kohdalla hinta on aivan sama, mitä voidaan pitää selkeänä haluna myydä kaasumallia, mutta suurimmillaan voi ero olla jopa yli 6000 €. Keskimääräinen hintaero on noin 2500 ... 3000 €.

Kaasuversio on siis saatavissa A, B, C ja D luokissa ja monikäyttöautoissa (autoluokka M). Suurimpana puutteena on ehkä kaasuvaihtoehdon puuttuminen nykyisin kovin suosittujen SUV-autojen joukosta sekä suurimpien, "taksikokoluokan" henkilöautojen (E) malleista, kun Mercedes ei enää valmista E-mallista kaasuversiota. Seutilta on kuitenkin tulossa kaasuversio Arona-mallista, joka luokitellaan SUV- tai Cross-Over -malliksi (J). Kaasuautoja ei kuitenkaan ole saatavissa nelivetoisina, koska kaasu- ja bensiinisäiliöt vievät auton takaosasta niin suuren tilan, että sinne on lähes mahdotonta saada mahtumaan vetävän taka-akselin vaatimia voimansiirron komponentteja.

Yleisenä piirteenä voitaneen siis sanoa, että kaasuautojen mallitarjonta on kohtuullisen kattavaa ja vakaata, mutta ei välttämättä lisääny kovin voimakkaasti.



Kuva 14. CNG-käyttöisten henkilöautojen myyntiennuste ja kanta Suomessa.

4.3 Kaasu raskaassa kalustossa

Myös raskaita hyötyajoneuvoja on saatavana metaanikäyttöisinä. Yleisimmin maa- tai bio-kaasu on käytössä kaupunkibusseissa, mutta myös kevyitä tai keskiraskaita jakelu- ja jäte-autoja on saatavilla kaasukäyttöisinä.

Pääkaupunkiseudulla maakaasua käyttäviä busseja oli enimmillään toista sataa, mutta tällä hetkellä niitä ei ole enää kuin parikymmentä. Uusia autoja ei vanhojen tilalle ole hankittu, koska HSL:n sopimusliikenteessä kaasun käyttö ei välttämättä enää tuo samanlaisia etuja kuin aiemmin, koska dieselbussien päästötasot ovat laskeneet voimakkaasti. Kokemuksen mukaan kaasubussien operointi on myös ollut vähän kalliimpaa kuin dieselkaluston.

Vaasan kaupungissa on aloitettu liikenne kaasubusseilla viime vuoden puolella. Autot, joita on 12 kpl, ovat Scania-merkkisiä, ja uusimman Euro VI -päästöta-son mukaisia. Polttoai- neena on paikallisen tuotannon biokaasu. Myös Helsingin Bussiliikenne (HeiB) on tilannut kaksi uutta Scania-kaasubussia.

Ennen Euro VI-pakokaasuluokitusta kaasulla saavutettiin myös selkeitä etuja lähipäästöjen suhteen, mutta nykytilanteessa kaikki uudet EURO VI -autot ovat polttoaineesta riippumatta päästöiltään likimain samanlaisia, sillä erittäin tehokas pakokaasun puhdistustekniikka on Euro VI -dieseleissä kuronut kaasubussin etumatkan lähes olemattomiin. Toki kaasumootto- rin etuna on edelleen paljon dieseliä yksikertaisempi ja siten halvempi pakokaasujen puhdis- tusjärjestelmä.

Kaupunkibusseissa paineistettu kaasu (CNG/CBG) tarjoaa riittävän päivittäisen ajomatkan. Myös kaupunkiliikenteen jakeluautot ja jäteautot toimivat useimmiten paineistetulla kaasulla, ja niissä on kipinäsytytteinen ottomoottori. Raskaissa kaasuautoissa, etenkin pitkän matkan liikenteessä, käytetään nykyään lähinnä nesteytettyä kaasua (liquified natural gas, LNG). LNG lisää huomattavasti varastoidun kaasun energiatiheyttä, ja siten pidentää toimintamat- kaa, mutta se sopii ainoastaan sellaisiin käyttöihin, joissa polttoainetta käytetään lähes jat- kuvasti.

Merkittävä kehitysaskel raskaissa kaasuautoissa otettiin vuoden 2017 lopulla, kun Volvo esitteli Euro VI-määräykset täyttävän kaasu-dieselmoottorin, jossa kaasu ruiskutetaan suo- raan sylinteriin samasta suuttimesta kuin dieselpolttoaine, joka toimii sytytyspolttoaineena. Kaasulla voidaan ajaa jopa 90-95% matkasta, ja koska moottori toimii dieselprosessilla, sen terminen hyötysuhde on yhtä hyvä kuin perinteisellä dieselillä. Tätä uutta moottoria on tar- jolla Volvon FH- ja FM-mallisarjojen autoihin.

Myös Scania on tuonut markkinoille kaasumoottoriversion 13-litraisesta moottorista. Se kui- tenkin perustuu edelleen stoikiometriseen kipinäsytytys- eli ottomoottoritekologiaan, ja hä- viää siten hyötysuhteessa Volvon moottorille. Toisaalta moottorin käyntiääni on dieseliä hil- jaisempi, ja matalamman palamispainetasen ansiosta moottorin mekaaninen rasitusaste jää myös matalammaksi.

4.4 Kaasun tankkausmahdollisuudet Suomessa

Metaanikaasua voi Suomessa tankata tällä hetkellä lähes 40 asemalla, ja lähivuosina niitä avataan melkein saman verran lisää. Aluksi asemat sijoituivat maakaasuputken varteen, Kaakkois- ja Etelä-Suomeen, ja ne olivat kaikki Gasumin operoimia. Sittemmin runsastunut biokaasun tuotanto on laajentanut metaanin saatavuutta uusille alueille, kuten Varsinais- Suomeen ja Vaasan seudulle. Pohjoisin asema tällä hetkellä on Oulussa.

Biokaasuasemia operoi yleensä paikallinen kaasun tuottaja, mutta myös kaikilta Gasumin asemilta voi ostaa biokaasua. Gasum sekä tuottaa itse että ostaa biokaasua omaan verk- koonsa, jolloin sitä voi vihreän sähkön tapaan ostaa kaikilta tankkausasemilta.

Nesteytetty LNG-kaasu on tarkoitettu pitkän matkan raskaaseen liikenteeseen, ja tällä het- kellä sitä on saatavissa neljältä asemalta. Lisäksi LNG-tekniikka laajentaa mahdollisuuksia CNG-tankkausasemien perustamiselle sinnekin, missä ei ole putkea tai paikallista biokaasu- tuotantoa, koska nesteytettyä metaanikaasua voidaan kuljettaa pitkiä matkoja energiata- loudellisesti. Siksi LNG-asemille perustetaan yleensä myös paineistettua kaasua jakeleva

osuus henkilö- ja pakettiautoille. Seuraavat LNG-jakeluasemat avataan Gasumin mukaan Lahteen ja Ouluun vielä tämän vuoden aikana.

Kaasusäiliöiden kapasiteetti ilmoitetaan tyypillisesti kiloina, ja kaasun ostamisessakin hinta on kiloa kohti. Asemilla kuitenkin yleensä ilmoitetaan ns. "bensiniequivivalentti litrahinta", eli hinta, jota voi verrata bensiinin litrahintaan. Gasumin asemilla on mahdollisuus valita, tankkaako maa- vai biokaasua. Biometaanin hinta on hieman korkeampi kuin fossiilisen kaasun, tällä hetkellä 0,963 €/L vs. 0,899 €/L.

4.5 Tunnistetut haasteet ja esteet

Vaikka kaasuauto ei juuri poikkea tavanomaisesta nestemäisellä polttoaineella toimivasta bensiini- tai dieselautosta, on sen hankinnalle kuitenkin joitain rajoitteita, joista merkittävin liittyy kaasun saatavuuteen. Vaikka kaasuautoissa on (lähes) poikkeuksetta myös bensiinisäiliö, ei kaasuautoa hankita, jos sille ei kohtuullisen helposti ole saatavissa kaasua, koska useimmiten kaasuauto hankitaan edullisempien ajokustannusten takia.

Toinen este ja haaste on kaasuautojen markkinatarjonta, joka Suomessa tällä hetkellä rajoittuu lähinnä VAG-konsernin autoihin, ja ylipäättään koostuu lähinnä saksalaisten ja italialaisten valmistajien malleista.

On kuitenkin nähtävissä, että kumpikin näistä hankinnan esteistä pienenee ajan myötä. Tankkausasemia ja biokaasulaitoksia rakennetaan koko ajan lisää, ja autonvalmistajien on kannattavaa valmistaa kaasuersioita, koska niiden 20% pienemmät CO₂-päästöt auttavat keskipäästötavoitteiden saavuttamisessa.

Eräitä autoilijoita saattaa lisäksi arveluttaa korkeapaineinen kaasusäiliö, vaikka mitään todellista riskiä ei olekaan, sillä kaasuautojen rakennetaan samojen tiukkojen turvallisuusvaatimusten mukaan kuin tavanomaisemmatkin autot.

4.6 Ohjaukset ja edistämistoimet

Kaasuauton verotus on kevyempää kuin bensiini- tai dieselkäyttöisen auton, sillä sekä autoveron vero-% että ajoneuvoveron perusosa riippuvat CO₂-päästöistä, ja kaasuautolla ne ovat pienemmät kuin vastaavalla bensiinikäyttöisellä autolla.

Muilta kuin bensiinikäyttöisiltä autoilta peritään lisäksi käyttövoimaveroa, joka on maa- ja biokaasua käyttävillä autoilla 3,1 snt/100 kg omamassaa, kun se dieselautoilla on 5,5 snt. Keskimukoisella kaasuautolla käyttövoimavero on siten noin 200 euroa vuodessa. Vastaavalla dieselajoneuvolla vero on noin 360 euroa vuodessa.

Kaasuautoille ei ole ollut mitään varsinaista hankintatukea, mutta vuoden 2018 alkupuolisella voimassa olleessa romutuspalkkio-ohjelmassa kaasuautoille maksettiin 2500 € palkkion, kun bensiini- ja dieselkäyttöisille autoille maksettiin 1500 €.

Käytössä oleviin edistämistöimiin voidaan lisäksi laskea Gasumin kampanja, jonka puitteissa on voinut Suomessa ensirekisteröidylle tai maan tuodulle käytetylle kaasuautolle hankkia polttoaineen (biokaasun) kiinteään hintaan 89 €/kk vuoden ajaksi. Kampanja käynnistyi vuoden 2017 alussa ja päättyi 2018 lopussa. Gasum arvioi tämän antaneen keskimäärin noin 1500 € edun vuodessa.

5 INFORMAATIO-OHJAUS JA VIESTINTÄ

5.1 Viestinnän rooli

Sähkö- ja kaasuautojen markkinatilanne ja tulevaisuudennäkymät Suomessa (GASELLI) -hanke suosittelee informaatio-ohjausta tehtäväksi tiiviissä vuorovaikutuksessa ja yhteistyössä muun muassa julkisen sektorin virkamiesten, kaupallisen autoalan etujärjestöjen, autoja maahantuovien yritysten, kiinteistö- ja rakennusalan edustajien sekä kaasuautojen tankkausinfrastruktuuriin ja sähköautojen latausinfrastruktuuriin liittyvien toimijoiden kanssa, jotta voitaisiin yhteistyönä tehtävällä viestinnällä kasvattaa uusien käyttövoimavaihtoehtojen käyttöä lähivuosina.

Nämä suositukset viestinnän jatkamiseksi tukevat kansallisen energia- ja ilmastostrategian sähkö- ja kaasuautotavoitteiden saavuttamista. Suosituksia ennen on koottu tunnistettuja vaikeuksia ja esteitä. Keinot ja kanavat vaikuttavaan viestintään sekä pääviestit kohderyhmittäin esitetään lyhyesti. Yksityiskohtainen aikataulut ja kustannukset sisältävä viestintäsuunnitelma on mahdollista tehdä siinä vaiheessa, kun on tehty päätöksiä viestinnän teijöistä ja viestintään käytettävistä resursseista.

Kaasu- ja sähköautojen viestinnän tavoitteena on vauhdittaa sekä itse ajoneuvojen että niiden käytön vaatiman infrastruktuurin yleistymistä siten, että infrastruktuurin puutteet eivät jarruttaisi kaasu- ja sähköautojen hankkimista. Erityisesti yksityisten kiinteistöjen latauspisteet ovat avainasemassa, koska ladattavien hybridien ja täyssähköautojen latauksesta suurin osa, arviolta 80–90 prosenttia tehdään kotosalla yön aikana. Julkiset latauspisteet ovat tarpeellinen lisäapu, mutta ne eivät yksin riitä. Ratkaisevaa on kuluttajien ja organisaatioiden autoasioista vastaavien henkilöiden tavoittaminen, mikäli Suomen liikenteen hiilidioksidipäästöjä halutaan vähentää tuntuvasti hallitustenvälisen ilmastopaneelin IPCC:n suositusten mukaisesti.

5.2 Tunnistetut vaikeudet ja viestinnän suositukset

Seuraavassa on esitetty joitakin GASELLI-hankkeen aikana ja sitä ennenkin havaittuja ongelmia kaasu- ja sähköautojen edistämistä koskevassa viestinnässä.

Kaasu- ja sähköautojen käytön yleistymiseksi viestinnässä on suositeltavaa keskittyä seuraaviin pääseikkoihin:

- kaasu- ja sähköautojen markkinointi (neutraali perustieto)
- yksityisten kiinteistöjen latauspisteiden rakentamisen vauhdittaminen
- liikennebiokaasun tankkausasemaverkoston edistäminen.

Ongelma 1: Ladattavien autojen terminologia ei ole vakiintunut

Ladattavien autojen ja latauksen terminologia ei ole vakiintunut, mikä aiheuttaa sekaannuksia (esim. itselataava hybridi vs. ladattava hybridi; peruslataus, kotilataus, asiointilataus, julkinen lataus, älykäs lataus, jne.). Ladattavien autojen terminologian yhtenäistäminen helpottaisi sekä autoja että niiden tarvitsemaa latausinfrastruktuuria koskevaa viestintää.

Kaasuautoilla terminologiaongelmaa ei juurikaan ole, joskin aika ajoin maakaasusta käytetään sen fossiilisuuutta hämärtävää ilmaisua ”luonnonkaasu”. Liikennebiokaasun tankkausinfrastruktuurin laajentamisen vauhdittaminen edellyttää myös viestintää.

SUOSITUS: Laaditaan yhteistyössä alan toimijoiden kanssa uusia käyttövoimia koskeva terminologiasanasto, jonka mukaisia termejä suositellaan käytettäväksi viestinnässä. Yhdessä sovittua termistöä käytetään ja siitä viestitään aktiivisesti.

Ongelma 2: Kaasu- ja sähköautoja koskevaa neutraalia perustietoa on niukasti tai se on väritynyttä

Vielä nykyään kaasu- ja sähköautojen edistämisviestintä on paljolti kaupallisen viestinnän ja innokkaiden harrastajien varassa. Vaikka näiden tahojen jakama tieto olisikin totuudenmukaista, vastaanottaja voi mieltää sen värityneeksi – mitä se pahimmillaan onkin. Auto on useimmille kallis hankinta, ja jos esimerkiksi kalliin hankintahinnan lisäksi autonostaja tuntee ristiriitaisen informaation takia epävarmuutta jälleenmyyntiarvon säilymisestä, valinta kohdistuu useimmiten perinteiseen vaihtoehtoon. Ristiriitainen informaatio aiheuttaa autonostajissa jopa uusien käyttövoimien vastustusta.

SUOSITUS: Lisätään kaasu- ja sähköautojen neutraalin perustiedon pitkäjänteistä viestintää eri kanavissa.

Ongelma 3: Autojen ympäristövaikutuksia arvioidaan kirjavasti

Kaasu- ja sähköautojen ympäristövaikutusten vertailu eroaa toisistaan vaativuudeltaan. Kaasuautojen ympäristövaikutusten viestintä on verrattain helppoa, jos käytetään liikennebiokaasua. Liikennebiokaasulla ajamisen lähipäästöt ja kasvihuonekaasupäästöt ovat pieniä eikä liikennebiokaasun ympäristöystävällisyydestä vallitse juurikaan erimielisyyttä. Maakaasua käytettäessä hiilidioksidipäästöt pienenevät bensiinimoottoriseen autoon verrattuna noin 20 prosenttia mutta dieselautoon verrattuna ei juurikaan. Kasvihuonekaasujen tehokkaan vähentämisen näkökulmasta maakaasulla ajamista ei ole syytä suositella.

Ladattavilla autoilla tilanne on vaativampi, sillä sekä sähköautoilun kannattaja että vastustaja voivat perustella kantansa yhtä hyvin ilman, että kumpikaan voi osoittaa toisen olevan väärässä. Kannattaja voi viitata äärimmillään päästökauppaan (”Sähköauto on nollapäästöinen, koska päästöt lukeutuvat päästökaupan puolelle”) tai Norjan esimerkkiin (”Vesivoima ei aiheuta hiilidioksidipäästöjä”).

Vastustaja taas voi perustella kantaansa äärimmillään esimerkiksi Viron energiantuotannolla (päästökerroin pahimmillaan lähes 10-kertainen Suomen energiantuotantoon verrattuna) tai sillä, että norjalaisen sähköautoilijan lataama vesivoimalla tuotettu sähkö on poissa pohjoismaisesta sähköpörssistä ja esimerkiksi Tanskan viennistä. Niinpä norjalaisen sähköautoilijan ladattua autonsa vesivoimalla tanskalainen sähköautoilija voi joutua lataamaan autonsa hiilisähköllä, jos tuulivoimaa ei sillä hetkellä ole riittävästi saatavilla.

Vastaavanlaista disinformaatiota esiintyy sähköauton ja polttomoottori-auton energiatehokkuusvertailuissa. Kannattajat tuovat esiin sähkömoottorin hyvän hyötysuhteen (noin 4–5-kertainen verrattuna polttomoottoriin), kun taas vastustajat saattavat tarkastella kokonaisenergiankulutusta voimalaitoksen ja öljynjalostamon ”porteilla” ja valita sähköntuotantotavaksi primäärienergian suhteen hyötysuhteeltaan heikoimman vaihtoehdon (ydinvoima, hiililauhde). Tällöin sähköauton ja pienikulutuksisen bensiini- tai dieselauton kokonaisenergiankulutuksen erot ovat melko pieniä, vaikka sähköauto silloinkin pärjää kohtuullisen hyvin, ole-

matta kuitenkaan energiatehokkuudeltaan ylivoimainen. Tämä johtuu siitä, että polttomootoriautossa suurin osa kokonaisenergiasta kuluu moottorissa, kun taas sähköautolla kokonaisenergiasta suurin osa kuluu sähkön tuotannossa. Sopivasti luvut valitsemalla päädytään jopa siihen, että sähköauton kokonaisenergiankulutus on hieman suurempi kuin polttomootoriautolla. Totuus lienee jossain välissä, joskin tehtävä on matemaattisestikin varsin hankala ja edellyttää esimerkiksi vesivoiman (uusiutuvaa energiaa) hyötysuhteen määrittelyä joko vesivoimalan todellisen hyötysuhteen (80–90 %) mukaan tai sitten vesivoiman uusiutuvuuden mukaan arvoon 100 prosenttia.

Molemmat osapuolet ovat ”oikeassa”, vaikkakin kummankin perustelut ovat värittyneitä. Tämä kaikki vaikeuttaa autonostajille suunnattavaa ns. kultaisen keskitien viestintää, koska neutraalia viestintää kohtaan voidaan perustellusti esittää – ja esitetäänkin – voimakasta kritiikkiä sekä kannattajien että vastustajien taholta.

Oma lukunsa on vertailla raakaöljyntuotannon ympäristövaikutuksia voimalaitosten raaka-aineen hankinnan, kuten uraani- tai hiilikaivosten, ympäristövaikutuksiin. Ympäristövaikutusten tarkastelun ulottaminen aivan raaka-aineen alkulähteille on toisaalta perustellua, mutta kovin helppoja tarkastelut eivät ole ja tulokset johtavat ehkä siihen, että mitään auton valmistusta ei oikeastaan pitäisi ympäristömielessä sallia. Siksi näiden huomioon ottaminen viestinnässä on melkoisen hankalaa.

Ristiriitaista tietoa esiintyy myös polttomootoriauton ja ladattavan auton elinkaarivertailuista. Pääsiallinen ero syntyy siitä, miten arvioidaan akustojen valmistuksen ympäristövaikutukset ja millä ajonaikainen sähkö on tuotettu. Tarjolla on sekä sähköauton käyttöä puoltavia että sitä vastustavia tutkimuksia. Lähes kaikissa tutkimuksissa päädytään siihen, jossain vaiheessa sähköauton elinkaarta ohitetaan ajokilometrilukema, jonka jälkeen sähköauto on elinkaarianalyseissä polttomootoriautoa ympäristöystävällisempi. Tämä kilometrilukema tosin vaihtelee tutkimuksittain ja riippuu suuresti siitä, mikä on laskelmissa käytetty sähkön tuotantorakenne (päästökerroin) akunvalmistuksessa ja auton käyttövaiheessa.

Lisäksi ladattavien hybridien ympäristöhyödyistä on ristiriitaisia arvioita. Ladattavia hybridejä arvellaan hankittavan osittain veroetujen vuoksi eikä niillä sitten ajeta verkkosähköllä vaan polttomootorilla. Tutkimustietoa tästä epäilystä ei ole, silti ladattava hybridi lasketaan sähköautoksi Suomen tavoitteissa vuodelle 2030.

Kaiken kaikkiaan ladattavien autojen neutraali viestintä on hankalaa voimakkaan vastakainasettelun takia. Kannattajien ja vastustajien asenteet saattavat lieentyä autojen jatkuvasti parantuessa, mutta lähivuosina vastakkainasettelun jatkumiseen lienee syytä varautua.

SUOSITUS: Ladattavien autojen ympäristöominaisuuksista viestitään seuraavasti:

- **Ajamaton kilometri on ympäristöä säästävin. Liikkumista on viestinnässä syytä tarkastella kokonaisuutena ja pyrkiä myös välttämään tilannetta, jossa kaasu- ja sähköautoilla ajo kaupunkien keskustoihin mielletäisiin ympäristöteoksi. Kävely, pyöräily ja joukkoliikenne ovat osa viisaan liikkumisen kokonaisuutta, jota liikenteen uudet palvelut täydentävät.**
- **Sähköauto on paikallisesti päästötön ja alhaisissa nopeuksissa hiljainen. Sähköntuotannosta aiheutuvat terveydelle haitalliset päästöt eivät synny katukuihuihin, jossa ihmiset oleilevat. Sähköntuotannon päästöjä voidaan kontrolloida keskitetyemmin kuin miljoonissa polttomootoriautoissa, joiden päästöominaisuudet vaihtelevat mm. auton kunnan, moottorin lämpötilan ja liikennetilanteen mukaan.**

- Suomessa sähköauton hiilidioksidipäästöt ovat vain noin 20–40 g/km⁹, joka on noin kolmasosa vähäpäästöisen polttomoottoriauton päästöistä (100 g/km). Pieni hiilidioksidipäästö on päästöttömän sähköntuotannon suuren osuuden ansiota. Virallisissa laskelmissa sähköauto on nollapäästöinen siksi, että sähköntuotannon päästöt lasketaan päästökaupparektorille eikä liikenteen päästöihin.
- Kokonaisenergiankulutuksessa ladattava auto pärjää hyvin myös energiatehokkaalle polttomoottoriautolle, vaikka ylivoimainen se ei olekaan. Sähköntuotannossa häviää energiaa keskimäärin enemmän kuin öljynjalostuksessa, mutta sähkömoottorin parempi hyötysuhde tasaa kokonaisenergiankulutuksen eron.
- Elinkaaritarkasteluissa sähköauto osoittautuu lähes aina polttomoottoriautoa paremmaksi, joskin laskentatavat vaihtelevat. Akkujen tuotanto lisää sähköauton elinkaaren päästöjä ja energiankulutusta, mutta käyttövaiheen aikana sähköauton ja polttomoottoriauton ero kuroutuu umpeen tyypillisesti 50 000 – 100 000 kilometrin kohdalla.
- Kaasuauton terveydelle haitalliset päästöt ovat pienet. Jos käytetään liikennebiokaasua, myös hiilidioksidipäästöt ovat pienet.

Ongelma 4: Joihinkin hankaliin kansalaisia askarruttaviin kysymyksiin ei ole kovin hyviä vastauksia

Joihinkin ladattavien autojen laajamittaista yleistymistä koskeviin ”essonbaarikysymyksiin” on toistaiseksi saatu melko ylimalkaisia vastauksia. Akkujen materiaalien ja liikennebiokaasun riittävyys askarruttaa kuluttajia, jos uusilla käyttövoimilla pitäisi saada kulkemaan Suomessa esimerkiksi 2,6 miljoonaa henkilöautoa tai globaalisti peräti miljardi autoa. Sähkötehon riittävyys myös mietityttää. Noin 2,6 miljoonan henkilöauton lataus samaan aikaan 2 kW:n teholla – joka on melko pieni mutta käyttökelpoinen mitoitusteho kiinteistöjen latausjärjestelmiin – merkitsee 5,2 GW:n tehontarvetta, joka vastaa yhteensä noin kolme Olkiluoto 3 -reaktoria. Vastaukseksi on yleensä esitetty ylimalkaisesti älykästä latausta, yönaikaista sähköntuotannon kuoppaa (”Night valley”) ja sähköautojen käyttöä energiavarastona, mutta epäilyt ovat melko suuria. Vuonna 2018 öinen tuotantokuoppa on ollut 1–2 GW, joka riittäisi siis noin 0,5–1 miljoonan sähköhenkilöauton lataukseen samanaikaisesti. Loppu on joko saatava jostain tai sitten rajoitettava sähkönkulutusta. Toisaalta akkujen energiasisällön kasvassa tarve jokaoiselle lataukselle vähenee. Viestinnälle tämä epämääräisyys aiheuttaa vaikeuksia.

SUOSITUS: Jos kaikki 2,6 miljoonaa henkilöautoa olisivat sähkökäyttöisiä, vuotuinen sähkön kokonaiskulutus nousisi vain noin 10 prosenttia. Sähköenergia siis riittäisi kohtuullisen hyvin suurellekin sähköautomäärälle. Jos niitä kuitenkin ladattaisiin yhtä aikaa, tehopiikki olisi suuri. Käytännössä valtakunnallisen ja alueellisen piikin syntyminen rajaavat kiinteistön sähköjärjestelmän kapasiteetti ja kiinteistöillä yleistyvät lataustehon hallinta- ja ohjausjärjestelmät. Ne säännöstelevät tarvittaessa lataustehoa älykkäästi siten, että kiinteistön sähkönkulutus säilyy sähköliittymän rajoissa. Jakeluverkko-yhtiöt voivat joutua vahvistamaan paikallisesti sähköverkkoja. Myös akkujen käyttö energiavarastona on tulevaisuudessa mahdollista. Akkujen raaka-aineiden kysyntä kasvaa voimakkaasti, ja voi johtaa vähintään raaka-aineiden hinnannousuun.

⁹ Laskettuna Suomen sähköntuotannon päästökertoimella 164 kg CO₂/MWh (5 vuoden liukuva keskiarvo)

Jos autoteollisuudelle jokin raaka-aine tulee liian kalliiksi tai se uhkaa huveta, siihen yleensä on ollut mahdollista etsiä korvaavia ratkaisuja. Sama mahdollisuus on oletettavasti myös sähköautojen valmistuksessa. Liikennebiokaasun käyttö on osa kestäväää liikennettä yhdessä sähköautoilun kanssa. Erityisesti raskaassa liikenteessä sille on tarvetta, koska kuorma- ja linja-autoissa akkusähkö ei toistaiseksi mahdollista pitkiä täyssähköisiä toimintamatkoja ilman välilatausta.

Ongelma 5: Julkisten latauspisteiden luotettavaa ja kattavaa sijainti- ja tilatietoa ei ole olemassa.

Toistaiseksi ladattavia autoja on suhteellisen vähän eikä julkisten latauspisteiden verkko ole vielä niin kattava, että täyssähköautolla voisi huoletta lähteä pitkälle matkalle olettaen latauspisteen aina löytyvän matkalta, tai olevan vapaa ja toimintakuntoinen. Verkkopalveluissa olemassa olevat kartat ja latauspistelueettelot ovat joko yksittäisten latausverkkojen omistajien tai alan harrastajien ylläpitämiä eivätkä välttämättä ajan tasalla. Latausasemien kunnosta tai toimintahäiriöistä ei myöskään ole saatavilla varmaa tietoa muuten kuin ajamalla paikalle, vaikka velvoite latausasemien avoimelle tilatiedolle on ollut mm. julkisten latauspisteiden tuen vaatimuksena tuen alusta alkaen. Tämä voi johtaa siihen, että täyssähköauton akku voi latauspisteelle saapuessa olla liian tyhjä seuraavaan latauspisteeseen ajamiseksi. Tilanne on siis toinen kuin polttonesteiden jakeluasematiedoissa. Ladattavien autojen edistämisyhteistyössä ei siksi voi kovin hyvin hyödyntää nykyisiä julkisten latauspisteiden listoja. Julkisten latauspisteiden ajantasainen sijainti- ja statustieto olisivat kuitenkin kriittisiä varsinkin pitkämatkaisessa täyssähköautoliikenteessä.

SUOSITUS: Ainakin lähivuosina olisi syytä ylläpitää julkisten latausasemien osalta nykytasoa laadukkaampaa, ajantasaista sijainti- ja tilatietoa yhtenäisessä verkkopalvelussa, kunnes julkisten latausasemien määrä on maanlaajuisesti riittävän kattava huoletona matkantekoa varten. Kattavuudella tarkoitetaan sekä latausasemien sijaintia että latauspisteiden määrää kullakin latausasemalla. Julkisten latausasemien häiriötilanteista olisi myös hyvä olla saatavilla ajantasainen ja luotettava tieto.

Ongelma 6: Taloyhtiöissä ei pidetä latauspisteitä vielä ajankohtaisena

Ladattavia autoja on liikenteessä vielä vähän ja latauspisteet ovat yksityisten kiinteistöjen, erityisesti taloyhtiöiden, päättäjille uusi asia, jossa aktivoitumista ei useinkaan pidetä kiireellisenä. Lisäksi pelätään kalliiden ja väärin ratkaisujen tekemistä. Päätöksiä myös helposti lykätään siihen saakka, kunnes ensimmäinen ladattava auto ilmestyy autopaikalle ja sitä aletaan, jopa omin luvuin, ladata lämpötolpasta. Viestinnässä pitäisi kuitenkin pystyä tuomaan esiin se, että ensimmäinen ladattava auto voi ilmestyä kiinteistölle jo lähitulevaisuudessa. Varautumalla siihen voidaan välttää turhia konflikteja. Lisäksi viestinnässä voisi enemmän tuoda esille, että kiinteistöjen latausvalmiuksien ja latausjärjestelmien toteutus on osa normaalia kiinteistön ylläpitoa ja kehittämistä, jolla voi olla myös vaikutusta huoneistojen arvonmuodostukseen tulevaisuudessa.

SUOSITUS: Viestinnässä korostetaan sitä, että latauspisteiden rakentaminen on varautumista jo lähitulevaisuuteen ja että latauspisteet voivat nostaa myös kiinteistön arvoa. Vaikka latauspisteiden rakentaminen ei ole kiinteistöille pakollista, se on viisas tapa välttää yllättäviä tilanteita ladattavien autojen yleistyessä. Taloyhtiöitä on myös kannustettava tekemään strategia ladattavien autojen yleistymiselle, jotta olisi vähintään karkea suunnitelma olemassa jo ennen kuin ensimmäinen ladattava auto ilmestyy kiinteistölle.

Ongelma 7: Sähköjärjestelmien kartoitusten laatu saattaa olla kirjava

Kiinteistöjen sähköjärjestelmien kunto vaihtelee. Sähköjärjestelmän kartoitus on asukkaiden autonhankintasuunnitelmien selvittämisen ohella järkevä tapa selvittää nykytila. Kartoitusten minimisisällöstä ei kuitenkaan ole mitään suosituksia eikä kartoitusten tekijöille ole olemassa mitään pätevyysvaatimuksia. Siksi ei myöskään voida laatia laadukkaiden kartoituspalvelujen listaa, mikä voi johtaa kartoitusten kirjavuuteen, jopa niiden hyödyttömyyteen. Viestinnässä on jo nyt painokkaasti suositeltu nykytilan selvittämistä aloitustoimeksi, mutta sähköjärjestelmän kartoitusten puutteiden takia suositus jää hieman ontoksi.

SUOSITUS: Laaditaan alan toimijoiden kanssa sähköjärjestelmän kartoituksen suositukset ja viestitään niistä aktiivisesti. Selvitetään tarvetta kouluttaa kartoitusten tekijöitä.

Ongelma 8: Yhteinen näkemys puuttuu kotitalouspistorasian soveltuvuudesta latauspisteeksi

Latauspisteiden hankintaa helpottaa täyssähköautoja ja ladattavia hybridejä varten suunniteltu Tyypin 2 (Type 2) pistorasia, mutta kotitalouspistorasian kelvollisuus latauspisteeksi on aiheuttanut erimielisyyksiä alalla. Tämä näkyy kiinteistöjen suuntaan laitetoimittajien ja palveluntarjoajien ristiriitaisena viestintänä. Pikalatauksen voi jättää yksityisiltä kiinteistöiltä kustannussyistä ja käyttötapausten harvinaisuuden vuoksi yleensä pois viestinnästä, mutta peruslatauksen (Type 2 -pistorasia) ja hidaslatauksen (kotitalouspistorasia) välillä täsmällistä suositusta on jossain määrin hankalaa tehdä. Molemmat ovat luvallisia, joten hidaslatausta ei voi suosituksissa kieltää, vaikka kustannuksia lukuun ottamatta se ei ominaisuuksiltaan pärjää peruslataukselle.

SUOSITUS: Kehitetään alan toimijoiden kanssa latausjärjestelmän valintasuosituksia ja viestitään aiheesta aktiivisesti.

Ongelma 9: Tilapäiseen lataukseen tarkoitettujen kotitalouspistorasioiden kunnossapitotarkastukselle ei ole ohjeita tai suosituksia

Vieraspaikkojen tilapäisen latauksen (hidaslataus) tarve voi kasvaa nopeasti, vaikka kiinteistöllä ei olisi pitkään aikaan ladattavia autoja. Palo- ja sähköturvallisuus voivat vaarantua, jos satunnaiseen ja yllättävään lataukseen osoitetaan kotitalouspistorasia, jonka kunto ja asennus eivät sovellu lataukseen. Kotitalouspistorasian kunto olisi syytä tarkistaa teettämällä kunnossapitotarkastus sähköalan ammattilaisella ennen latauksen aloittamista. Kunnossapitotarkastus ei ole kuitenkaan pakollinen, sen sisällölle ei ole olemassa mitään suosituksia (minimivaatimuksia) eikä koottua tietoa pätevistä tarkastusten tekijöistä. Kunnossapitotarkastukset voivat siksi olla laadultaan kirjavia. Kunnossapitotarkastusten suosittelu jää viestinnässä pintapuoliseksi, vaikka ne olisivat hyvinkin tarpeellisia.

SUOSITUS: Laaditaan alan toimijoiden kanssa tilapäiseen lataukseen tarkoitettujen kotitalouspistorasioiden kunnossapitotarkastuksen minimivaatimukset ja viestitään niistä aktiivisesti.

Ongelma 10: Kiinteistöjen latauspisteiden sähkösuunnittelussa on avoimia asioita

Kiinteistön sähköjärjestelmän suunnittelusta puuttuu ohjeistusta, joka auttaisi sähköjärjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen siten, että valittu latausratkaisu olisi käyttötarpeen mukaan skaalautuva ja teknis-taloudellisesti järkevä (latausjärjestelmän kokonaisuuden suunnittelu [kuormituksen valvonta ja ohjaus; kiinteistön sähköverkko]; mitoitus; yksivaihe- vai

kolmivaihevirta, mittarointimallit, liittymät paikalliseen sähkön tuotantoon jne.). Eri valmistajien latauspisteiden kytkeminen jälkepäin kiinteistön latausjärjestelmään voi olla hankalaa tai mahdotonta, minkä vuoksi ensimmäisten latauspisteiden tekeminen voi olla taloudellinen riski niiden maksajalle. Viestintään tarvittaisiin jonkinlainen käyttökelpoisten ratkaisuvaihtoehtojen joukko, jonka avulla kiinteistöjä voitaisiin opastaa valitsemaan – tarvittaessa myös vaiheittain – kullekin kiinteistölle järkevä ja turvallinen latauspistekokonaisuus.

SUOSITUS: Kehitetään alan toimijoiden kanssa kiinteistöjen sähköjärjestelmien ja latauspisteiden suunnitteluohjeistusta ja suosituksia ja viestitään niistä aktiivisesti.

Ongelma 11: Latausjärjestelmän kokonaisratkaisusta päättäminen on vaikeaa

Kiinteistöjen, varsinkin taloyhtiöiden, päättäjille voi olla helpohkoa päättää muutamasta latauspisteestä, mutta heillä voi olla vaikeuksia ratkaista, mikä on sellainen latauspisteiden kokonaisratkaisu, joka riittää myös tulevaisuudessa. Tämä voi estää tai hidastaa myös muuttaman latauspisteen toteutuksen. Viestinnästä puuttuu tietoa skaalautuvista ratkaisuvaihtoehdoista sekä niihin liittyvistä sopimuksista. Puuttuu myös tietoa onnistuneesti toteutetuista latausjärjestelmistä. Lisäksi on epäilyksiä lataustekniikan mullistumisesta jo lähivuosina ja pelkoja yhteensopivuudesta taaksepäin aikaisempiin versioihin, mikä pelottaa sitoutumista tässä vaiheessa nykyisiin latauspisteisiin ja niiden tekniikkaan.

SUOSITUS: Kehitetään alan toimijoiden kanssa ohjeistusta ja suosituksia sekä etsitään hyviä toteutus esimerkkejä ja viestitään niistä aktiivisesti.

Ongelma 12: Latausjärjestelmien palvelujen vertailu on hankalaa

Latausjärjestelmien palvelut ja niihin liittyvä tietotekniikka kehittyvät nopeasti. Niiden vertailu ei ole helppoa edes alaa työkseen seuraavalle, saati aiheeseen vihkiytymättömälle. Sen vuoksi latausjärjestelmän hankkimista palveluna on ollut hankala tuoda konkreettisesti esille viestinnässä, vaikka se kannattaisi pitää yhtenä vertailtavana vaihtoehtona kiinteistöillä.

SUOSITUS: Kehitetään alan toimijoiden kanssa ohjeistusta ja suosituksia sekä etsitään hyviä toteutus esimerkkejä ja viestitään niistä aktiivisesti.

Ongelma 13: Julkisten latauspisteiden maksukäytännöt ovat kirjavina.

Nykyään on pakko liittyä puoleen tusinaan erilaisia maksujärjestelmiä, jotta pystyy hyödyntämään kaikkia mahdollisia latauspisteitä (esimerkiksi Fortum Charge & Drive, Virta, Parkkisähkö, Plugit, K-Lataus, eParking). Näin suuri maksamisen kirjo vaikeuttaa varsinkin pitkämatkaista sähköautoliikennettä ja ylipäättään välilatauksen käyttöä. Palveluntarjoajien taholta on perusteltu korttimaksupäätteiden puuttumista latauspisteistä liiketoiminnan pienuudella suhteessa päätteen hintaan, mikä lieneekin tilanne. Kirjavat maksukäytännöt kuitenkin yhdessä rajallisen latauspistemäärän (latauspisteet per latausasema) ja latausasemien ajoittaisten toimintahäiriöiden kanssa luovat epävarmuutta pitkämatkaiselle sähköautoliikenteelle. Tilanne tekee myös julkisten latauspisteiden käyttöä koskevan viestinnän jossain määrin yleisluontoiseksi.

SUOSITUS: Selvitetään alan toimijoiden kanssa mahdollisuuksia yhdenmukaistaa maksukäytäntöjä. Viestintää tarvitaan erityisesti alkuvaiheessa, jotta varsinkin uudet sähköautoilijat pääsevät alkuun myös julkisten latauspisteiden käytössä.

Ongelma 14: Kaasu- ja sähköautojen käyttö ammattiliikenteessä on vähäistä

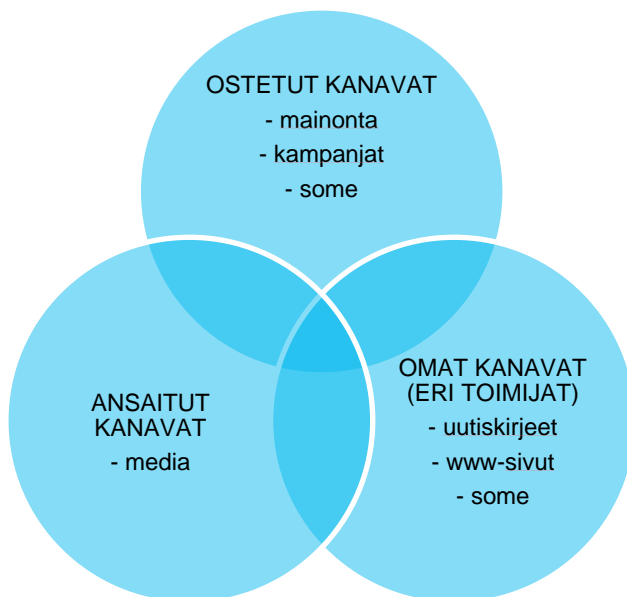
Kaasu- ja sähköautojen mallikirjo on kasvanut, mutta toistaiseksi niitä käytetään melko vähän ammattiliikenteessä käytännössä kaikissa käyttökohteissa ja sovellusalueilla henkilöautojen kokoluokasta raskaaseen kalustoon saakka. Syynä on hankintahinnan ja osin kustannusten ohella käyttökokemusten puute, autojen kestävyteen kohdistuvat ennakkokäsitykset sekä lataus- ja tankkausinfrastruktuurin puutteet. Tämä pätee erityisesti autojen tuotantokäyttöön, joka vaikuttaa yrityksen toiminnan laatuun. Viestintää varten tarvittaisiin tietoa hyvistä esimerkeistä, joilla voidaan osoittaa ennakkoluuloja perusteettomiksi. Kaasuautoille on tärkeää saada lähellä sijaitseva tankkauspiste. Tankkauspiste saattaa tulla rakennetuksi jo yksinomaan yhden ison julkisen toimijan ryhtyttyä käyttämään kaasuautoja. Sen jälkeen se on myös muiden toimijoiden hyödynnettävissä.

SUOSITUS: Kannustetaan yrityksiä ja varsinkin julkisia organisaatioita käyttämään kaasu- ja sähköautoja myös kaupallisessa tuotantoajossa eikä vain työsuhdeautoina. Hyvistä esimerkeistä kannattaa viestiä julkisten ja yksityisten organisaatioiden autoasioista päättävälle.

5.3 Viestinnän keinot ja kanavat

Viestinnässä hyödynnetään koko toimijaverkoston ja sidosryhmien lukuisia omia viestintäkanavia. Niihin kuuluvat eri tahojen verkkosivustot, uutiskirjeet ja sosiaalisen median kanavat. Omien kanavien lisäksi ns. ansaittujen kanavien eli median merkitys on ratkaiseva kokonaisvaikuttavuuden kannalta. Medialle on tarjottava mahdollisuuksien mukaan juttuvinkkejä ja tutkimustietoa, jotta kuluttajat saadaan tietoisiksi ja hereille sekä tekemään oikeansuuntaisia ostopäätöksiä.

Lisätehoa viestintään tuo mahdollinen ostettujen kanavien eli maksetun mainonnan käyttö. Mainonnan lisäksi tämä osa-alue voi pitää sisällään monenlaista kampanjointia, jossa rajana on vain mielikuvitus ja käytettävät resurssit. Viestinnän kanavia on havainnollistettu kuvassa 15.



Kuva 15. Viestinnän kanavat.

Viestinnän aikajännettä ja eri vuosien painopisteitä on havainnollistettu kuvassa 16.

Jotta viestinnän vaikuttavuutta voidaan mitata, on ensin tiedettävä lähtötilanne eli ns. nollataso. Tähän tarvitaan kuluttajien, päättäjien ja eri organisaatioiden autovastaavien asenteiden ja tietämyksen tutkimista ja selvittämistä. Lähteenä voidaan käyttää tähän saakka tehtyjä tutkimuksia ja tarvittaessa hankkia lisätietoa uusilla kyselytutkimuksilla ja haastatteluilla.

Kun lähtötilanne on selvillä, tuloksellisen viestinnän tekemiseen tarvitaan tutkimustietoon perustuvan neutraalin ja ymmärrettävän perustiedon välittäjä. Kaupallisten toimijoiden viestintä ja viranomaisviestintä eivät yksistään riitä selkeyttämään ja havainnollistamaan asiaa kuluttajalle.



Kuva 16. Viestinnän aikajänne ja painopisteet

5.4 Tärkeimmät kohderyhmät ja pääviestit kohderyhmittäin

Taulukossa 7 on esitetty keskeisimmät kohderyhmät ja niille suunnatut pääviestit.

Taulukko 7. Viestinnän kohderyhmät ja pääviestit.

Tärkeimmät kohderyhmät	Pääviestit
Päättäjät ja asiantuntijat, viranomaiset	<ul style="list-style-type: none"> • Julkisia latauspisteitä tarvitaan lisäksi välilataukseen (10-20 % lataus-sähköstä), mutta päälataus (80-90 %) tehdään yön aikana auton pääasiallisessa säilytyspaikassa. • Yksityisten kiinteistöjen latauspisteiden niukkuus voi hidastaa sähköautojen yleistymistä. • Taloyhtiöiden päätöksentekoa sähköautojen latauspisteiden rakentamisessa kannattaa helpottaa (neutraali tieto, neuvonta, koulutus). • Kiinteistöjen sähköjärjestelmät ovat kunnoltaan kirjavina, minkä vuoksi tarvi-

	<p>taan useimmiten sähköverkkosaneerausta latauspisteiden rakentamiseksi kaikille autopaikoille.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kaasuautojen ja ladattavien autojen tarjonta kasvaa jatkuvasti ja niiden hinnat laskevat, mikä lisää niiden suosiota nopeasti.
Taloyhtiöt	<ul style="list-style-type: none"> • Latauspisteiden rakentamiseen on saatavissa tukea Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARAlta. • Kaupallista tietoa älykkäistä latausjärjestelmistä, latauspisteiden toteuttamisen kustannuksista ja laskuttamismahdollisuuksista on saatavissa palveluntarjoajilta. • Ladattavien autojen tarjonta kasvaa jatkuvasti ja niiden hinnat laskevat, joten ensimmäinen ladattava auto voi ilmettyä pihalle hyvinkin pian. • Kannattaa selvittää hyvissä ajoin sekä taloyhtiön sähköjärjestelmän nykytila että osakkaiden suunnitelmat ladattavien autojen hankkimiseksi, jotta kiinteistölle soveltuva latausjärjestelmä osataan toteuttaa ajoissa. • Aktiivinen ja vuorovaikutteinen viestintä osakkaille on ensiarvoisen tärkeää. • Latausjärjestelmä ja sen kustannusten jako kannattaa suunnitella alusta lähtien niin, että latausjärjestelmää voi laajentaa myöhemmin tarpeen mukaan ja oikeudenmukaisesti kohtuukustannuksien. • Sähköturvallisuuden varmistaminen on muistettava.
Kuluttajat	<ul style="list-style-type: none"> • Taloyhtiösi voi saada tukea latauspisteiden rakentamiseen Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARAlta. • Ladattavalla autolla tai kaasuautolla ajaminen vähentää liikenteen ympäristöpäästöjä verrattuna perinteisiin ajoneuvoihin. • Kaasuautojen ja ladattavien autojen tarjonta kasvaa jatkuvasti ja niiden hinnat laskevat.

	<ul style="list-style-type: none"> • Yhä useampi voi löytää itselleen jo nyt sopivan vaihtoehdon uusia käyttövoimia hyödyntävistä ajoneuvoista.
Kunnat, yritykset ja yhteisöt	<ul style="list-style-type: none"> • Julkisille tankkaus- ja latausasemille on saatavissa valtion tukea. <ul style="list-style-type: none"> ○ Yritykset voivat hakea sähköautojen julkisten latauspisteiden rakentamiseen valtioneutua www.lataustuki.fi -verkkosivuston kautta. ○ Kunnat, yritykset ja yhteisöt voivat hakea valtioneutua sekä kaasun julkisten tankkausasemien että sähköautojen julkisten latauspisteiden rakentamiseen Energiavirastosta. • Kaasuautojen ja ladattavien autojen tarjonta kasvaa jatkuvasti ja niiden hinnat laskevat. • Yhä useampi yritysautojen käyttäjä voi löytää itselleen sopivan vaihtoehdon uusia käyttövoimia hyödyntävistä ajoneuvoista. • Tankkaus- ja latausinfra rakentamista voi helpottaa kaavamääräyksillä tai rakennusjärjestyksellä.

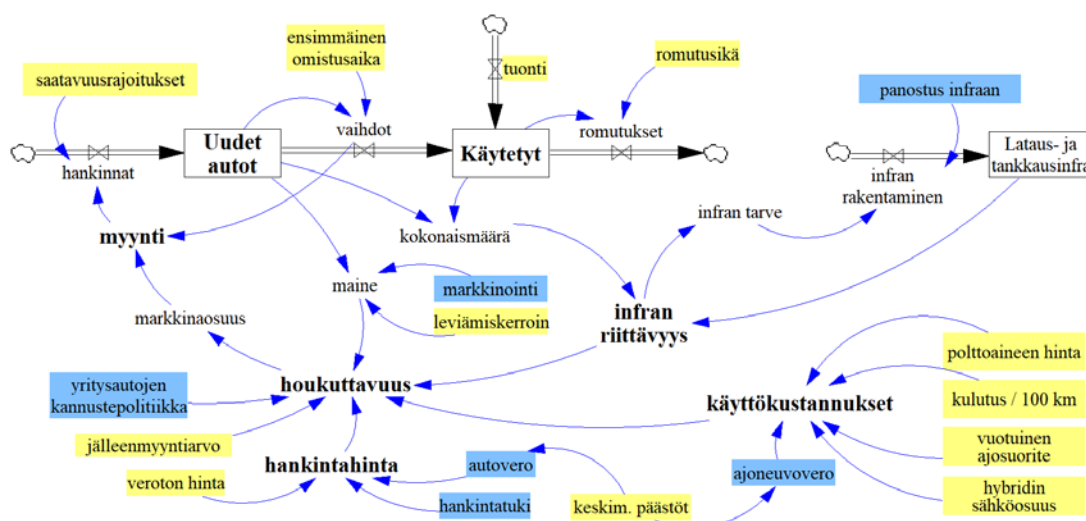
6 OHJAUSKEINOJEN ARVIOINTI

Ohjauskeinojen arvioinnissa käytettiin apuna systeemidynaamista mallia. Tämä luku esittelee aluksi lyhyesti mallinnuksen periaatteen sekä itse mallin. Sen jälkeen keskitytään tarkastelemaan ohjauskeinoja simulointiskenaarioiden avulla ja lopuksi arvioidaan ohjauskeinojen toteuttamiskelpoisuutta.

6.1 Systeemidynaaminen mallinnus

Systeemidynamiikka on monimutkaisten järjestelmien tutkimukseen kehitetty menetelmä, joka perustuu syy-seuraussuhteisiin sekä analogiaan virtauksista ja varastoista (Serman 2000). Näitä helposti ymmärrettäviä osia yhdistelemällä saadaan mallinnettua järjestelmän dynamiikkaa, aikaviiveitä, takaisinkytkentäilmukoita, sivuvaikutuksia ym. Malli voidaan esittää havainnollisessa graafisessa muodossa (kuva 17); toisaalta se sisältää myös simulointin mahdollistavat matemaattiset yhtälöt.

Tässä hankkeessa kehitetty systeemidynaaminen malli sisältää viisi autotyyppiä käyttövoiman mukaan jaoteltuna: täyssähköautot, lataushybridit sekä kaasu-, bensiini- ja dieselautot. Autotyyppien markkinaosuudet muuttuvat houkuttavuuden mukaan, johon vaikuttavat hankintahinta ja käyttökustannukset, auto- ja ajoneuvovero sekä latausinfrastruktuuri. Näiden lisäksi mukana on runsaasti vuorovaikutussuhteita ja muita tekijöitä, kuten esim. jälleenmyyntiarvo, käytettyjen autojen tuonti, yritysautot ja romutusikä. Osa vaikutusmekanismeista ja parametreista saatiin datasta, osa perustuu asiantuntijoiden arvioihin. Malli sisältää paljon yleistyksiä ja yksinkertaistuksia, mikä on hyvä muistaa simulointituloksia arvioitaessa. Kuva 17 on tämän mallin yksinkertaistettu graafinen esitys, josta on luettavuuden parantamiseksi karsittu yksityiskohtia.



Kuva 17. Yksinkertaistettu graafinen esitys systeemidynaamisesta mallista. Keltapohjaiset käsitteet ovat muutettavissa olevia viritysparametreja, sinipohjaiset ohjauskeinoja.

Malli viritettiin vastaamaan suunnilleen vuosien 2015–18 toteutuneita myyntilukuja. Tämän jälkeen käytettiin alkuarvoina noin vuoden 2018 tilannetta (esim. latauspisteiden määrä v. 2018, autoverotaulukko 1.1.2019 alkaen) ja simuloitiin skenaarioita aikavälillä 2018–30.

Skenaarioissa tarkasteltiin vuorotellen erilaisia vaikuttavia tekijöitä, joita tässä mallissa ovat auton veroton hinta, autovero, käyttövoimaveron, latausinfrastruktuuri, markkinointi ja yritysten autopolitiikka.

6.2 Kuluttajan ostopäätöksiin vaikuttavat tekijät ja ohjauskeinot

Kuluttajan ostopäätös syntyy lukemattomien yksilöllisten vaikuttimien perusteella, joita kaikkia ei ollut mahdollista mallintaa eikä tarkastella tässä hankkeessa. Seuraava lista kokoaa simulointimallissa autotyypin houkuttavuuteen vaikuttavia tekijöitä sekä niiden ohjauskeinoja.

- *Hankintahinta* koostuu verottomasta hinnasta ja autoverosta. Verottomina hintoina mallissa käytettiin Volkswagen Golfin vuoden 2018 mallien hintoja, koska Golfista on Suomessa myynnissä likimain vertailukelpoiset mallit niin sähkö-, kaas-, bensiini- ja dieselmääräyksinä kuin lataushybridinä. Verolliseen hintaan voi lainsäätäjä vaikuttaa autoverolla.
- *Käyttökustannuksiin* vaikutettiin tässä mallissa ajoneuvoveron kautta. Polttoaineiden hintojen ennustaminen ei kuulunut tämän tutkimuksen piiriin, joten hinnat oletettiin vakioiksi.
- *Lataus- tai tankkausinfrastruktuurin riittävyys* vaikuttaa autoilijan mielikuviin ja sitä kautta autotyypin houkuttavuuteen. Pientalojen ja asunto-osakeyhtiömuotoisten talojen latauspisteet mallinnettiin erikseen, koska niiden rakentaminen on hyvin erilaista ja riippuu eri tekijöistä. Myös kaasun tankkausverkosto on kriittinen, kun taas bensiinin ja dieselin tankkausverkosto oletettiin riittäväksi kaikissa tilanteissa.
- *Maine* määräytyy mallissa ensisijaisesti autokannan mukaan siten, että kasvava kanta vaikuttaa myönteisesti (vaikkakaan ei lineaarisesti) autotyypin maineeseen. Mallissa on mukana myös parametreja, jotka pyrkivät kuvaamaan uusiin käyttövoimatyyppeihin liittyviä ennakkoluuloja.
- Myös *markkinoinnilla* ja viestinnällä voidaan parantaa houkuttavuutta. Keinoja tarkasteltiin tämän raportin luvussa 5.
- *Yrityksillä* on usein yksityishenkilöistä poikkeavat työsuhdeautojen valintakriteerit, joihin voidaan vaikuttaa erilaisilla kannustimilla. Työsuhdeautojen kehitys vaikuttaa koko autokantaan kahdella tavalla: yritysten valinnat parantavat uusien käyttövoimatyyppeiden mainetta, ja käytetyn työsuhdeauton toinen omistaja on lähes aina yksityishenkilö.

6.3 Vaikutukset

Ohjauskeinojen vaikuttavuutta tarkasteltiin systeemidynaamisen mallin ja seuraavien simulointiskenaarioiden avulla.

1. *Nollaskenaario* oletti kaikkien parametrien pysyvän ennallaan koko simuloinnin ajan. Autojen verottomat hinnat, verot ja polttoaineiden hinnat säilyivät vuoden 2018 arvoissa. Infrastruktuuria rakennettiin lisää sitä mukaa, kun kasvava autokanta sitä

kaipasi. Nollaskenaariossa oletetaan myös, että vuoden 2018 tasoinen sähköautojen hankintatuki 2000 € pysyy saman suuruisena voimassa koko tarkastelujakson.

2. *Hinnan laskuksi* nimetyssä skenaariossa kaikkien autotyyppien hinnat saavuttivat saman arvon vuonna 2026 ja pysyivät sen jälkeen vakioina. Sähköautojen ja lataushybridien hinnat laskivat, muut käyttövoimatyytit kallistuivat. Sähköautojen hankintatuki oli ensimmäisenä vuonna 2000 €, mutta väheni tämän jälkeen lineaarisesti sähköautojen hankintahinnan alenemisen mukana niin, että vuonna 2026 ja siitä eteenpäin hankintatuki oli nolla.

Sähköautojen hinnan lasku on useiden lähteiden mukaan (esim. Soulopoulos 2017) ilmeistä lähinnä tuotantomäärien kasvun myötä. Polttomoottoriautojen hintojen odotetaan samalla jatkavan lievää kasvua mm. tiukkenevien päästövaatimusten vuoksi. Hintaparieteetti on odotettavissa jo muutaman vuoden kuluttua. Siksi hinnan lasku -skenaariota käytetään tässä raportissa referenssinä seuraaville skenaarioille. Kaikissa kuvissa hinnan lasku -skenaario on esitetty katkoviivalla.

3. *Autoveroskenaariossa* uutena hankittavien autojen verokäyrää muutettiin muualla analyysissä käytetystä v.2019 verokäyrästä niin, että autovero on nolla alle 50 g/km CO₂-päästöillä. Siitä ylöspäin käyrä nousee nykyistä huomattavasti jyrkemmin ja leikkaa 1.1.2019 voimaan tulevan käyrän jo noin 80 g/km päästöillä. Täyssähköauton vero siis putosi tässä skenaariossa nolnaan ja keskimääräisen lataushybridin vero pieneni, kun taas kaasu-, bensiini- ja dieselautojen keskimääräisillä päästöillä autovero kasvoi.

Esimerkiksi käytetyllä esimerkiautolla VW Golf sähköversion ostohinta putoaa autoveron poistumisen kautta 1113 €, mikä on käytännössä tulkittavissa myös variaatioksi hankintatuen suuruudesta sähköautoille (vertailussa hinnan lasku -skenaarioon).

4. *Ajoneuvoveroskenaariossa* täyssähköauton ja lataushybridin käyttövoimavero pudotettiin nolnaan, jolloin jäljelle jäävä ajoneuvoveron perusosa oli sama kuin bensiiniautolla (bensiniiauton päästöillä laskettuna). Kaasu-, bensiini- ja dieselautojen ajoneuvovero säilyi ennallaan.
5. *Kerrostalolatausskenaariossa* oletettiin, että panostus asunto-osakeyhtiöiden (ml. rivitalot) latausinfrastruktuuriin kasvoi kolminkertaiseksi. Nollaskenaariossa latauspisteitä rakennettiin kysynnän mukaan tietyllä kertoimella, joka oli arvioitu historiatatan perusteella alimitoitetuksi. Kerrostalolatausskenaariossa kertoimen arvo oli kolminkertainen. Latausinfrastruktuurin kasvu voi silti edelleen olla riittämätöntä, jos kysyntä eli asunto-osakeyhtiöissä asuvien latausmahdollisuudesta kiinnostuneiden autoilijoiden määrä kasvaa jyrkästi.
6. Myös *pientalolataukseen* panostamista kokeiltiin skenaarioissa. Olennainen ero kerrostalolataukseen on, että pientalon asukkaan päätöksenteko on nopeampaa kuin asunto-osakeyhtiössä, mikä otettiin huomioon mallissa.
7. *Yritysaatot*-nimisessä skenaariossa ohjattiin yritysten autopoliittikkaa niin, että täyssähköisen työsuhdeauton houkuttavuus kasvoi 20 %. Malli ei ota kantaa siihen, kuinka tämä lisäys toteutettaisiin.

8. *Markkinointiskenaariossa* kasvatettiin täyssähköauton houkuttavuutta 10 %. Viestinnän ja tiedotuksen keinoja tällaisen lisäyksen toteuttamiseksi tarkasteltiin tämän raportin luvussa 5.
9. Lopuksi esitetään simulointitulokset, jossa kaikki edellä kuvatut ohjaustoimet vaikuttivat yhtäaikaan.

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan muutamien skenaarioiden simulointituloksia kuvien ja sanojen avulla. Useimmista skenaarioista esitetään uusien autojen myyntimäärät, joistakin myös autokannan kokonaismäärät. Dieselautojen määrä on jätetty pois useimmista kuvista, koska se käyttäytyy samankaltaisesti kuin bensiinialueiden määrä. Loput kuvat ovat liitteessä.

6.3.1 Nollaskenaario ja hinnan lasku

Kahden ensimmäisen simulointiskenaarion tulokset ovat kuvissa 18 ja 19. Nollaskenaariossa hinnat pysyvät ennallaan, hinnan lasku -skenaariossa täyssähköautojen ja lataushybridien hinnat laskevat ja muiden hinnat nousevat. Kuva 18 osoittaa, että oletettu hintakehitys edistää voimakkaasti täyssähköautojen ja lataushybridien yleistymistä. Bensiinikäyttöiset sekä diesel- ja kaasuautojen menettävät markkinaosuutta, koska niiden hinnat nousevat skenaariossa. Mielenkiintoista on myös lataushybridien kehitys vuoden 2027 paikkeille asti, jolloin uutena myytyjen hybridien määrä kääntyy laskuun ja täyssähköautot ohittavat ne. Kuvasta 19 nähdään, että vaikka uutena myytyjen autojen käyttövoimat muuttuvat suhteellisen nopeasti, koko autokannan uusiutuminen on hyvin hidasta.

Huomattavaa on, että sekä nollaskenaariossa että hinnan lasku -skenaariossa päädytään vuonna 2030 sekä sähköautojen ja ladattavien hybridien, että kaasuautojen osalta lukumääriin, joissa alkuperäinen automäärä tavoite täyttyy.

6.3.2 Autoveroskenaario

Kuva 20 esittää tulokset skenaariosta, jossa autoverokäyrää jyrkennetään. Koska täyssähköautojen ja lataushybridien vero pienenee, ne valtaavat markkinoita muilta käyttövoimatyypeiltä. Myös kaasuautojen kuuluvat tämän skenaarion häviäjiin, koska niiden keskimääräisellä CO₂-päästöllä autovero kasvaa.

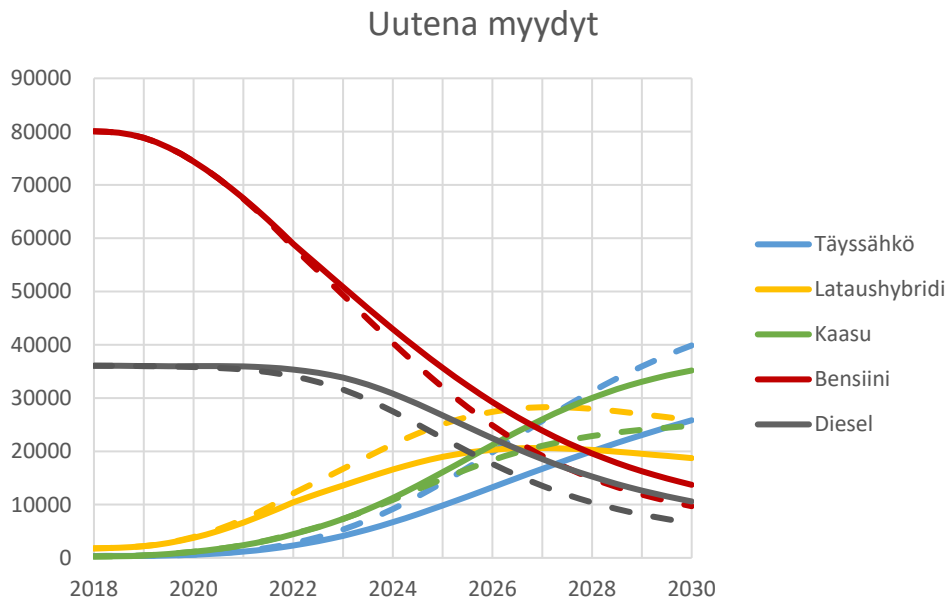
Autoveron lisäksi skenaarioissa muutettiin myös ajoneuvoveroa, jonka vaikutukset olivat samansuuntaiset kuin yllä esitetyssä autoveroskenaariossa. Kuva ajoneuvoveroskenaariotuloksista on liitteessä.

6.3.3 Panostus latausinfrastruktuuriin

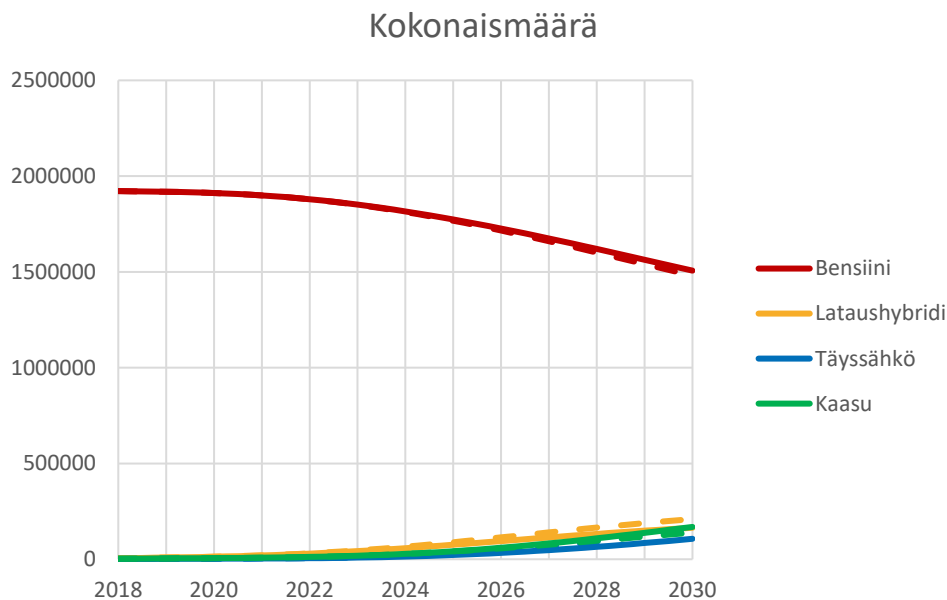
Kotilataus on sähköauton yleistymisen tärkeä tekijä, jota käsiteltiin luvussa 2. Kuvan 21 simulointitulokset kertovat skenaariosta, jossa latauspisteitä rakennetaan kerrostaloihin kolminkertaista vauhtia referenssiin verrattuna. Panostuksesta hyötyvät luonnollisesti eniten täyssähköautot ja vähemmän lataushybridit, koska jälkimmäiset voivat käyttää myös bensiiniä.

Yhtenä skenaariona kokeiltiin lisätä panoksia myös pientalolatauksen rakentamiseen. Sen vaikutus oli kuitenkin vähäinen referenssitilanteeseen verrattuna. Tämä johtuu siitä, että jo nollas-

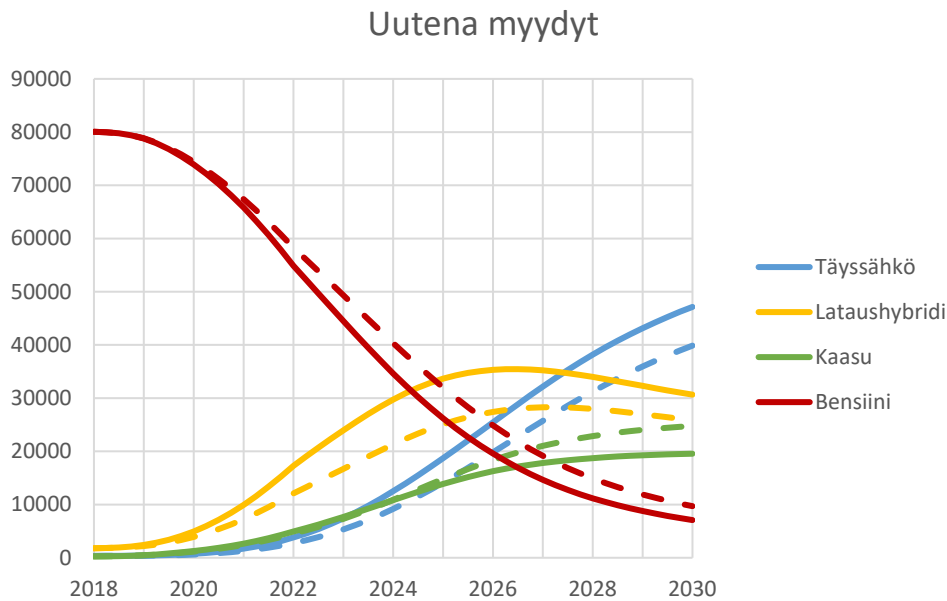
kenaariossa oletettiin panostus pientalolataukseen lähes riittäväksi: ne jotka asuvat pientalossa ja haluavat hankkia ladattavan auton, pystyvät helposti järjestämään kotiinsa latausmahdollisuuden. Kuva pientalolatausskenaarion tuloksista on liitteessä.



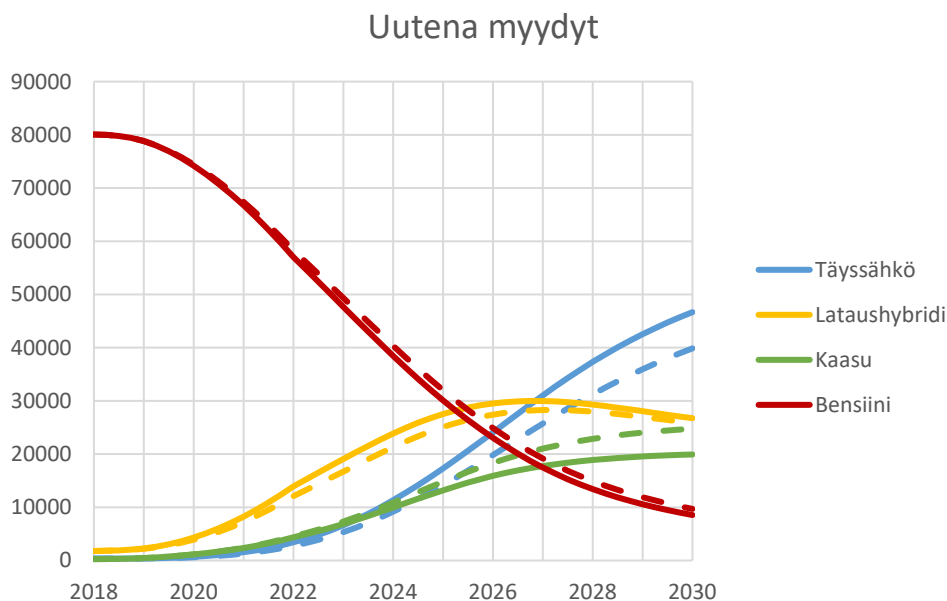
Kuva 18. Kahden skenaarion simulointitulokset uutena myydyille autoille. Yhtenäinen viiva: nollaskenario, katkoviiva: hinnan lasku.



Kuva 19. Kahden skenaarion simulointitulokset autojen kokonaismäärälle. Yhtenäinen viiva: nollaskenario, katkoviiva: hinnan lasku.



Kuva 20. Autoveron muutos simulointiskenaariona. Yhtenäinen viiva: autoveroskenaario, katkoviiva: hinnan lasku (referenssiskenaario).

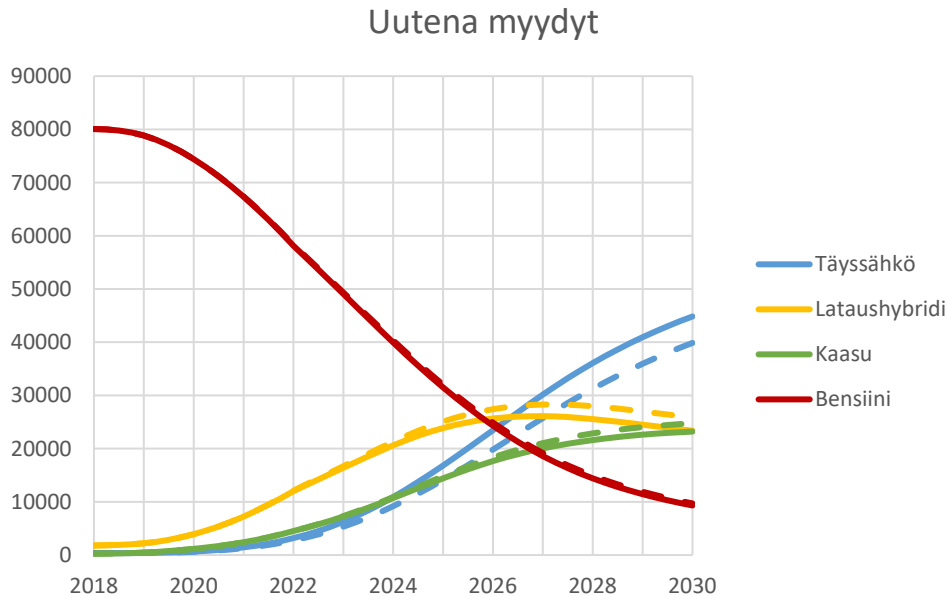


Kuva 21. Panostus kerrostalolataukseen simulointiskenaariona. Yhtenäinen viiva: kerrostalolataus, katkoviiva: hinnan lasku (referenssiskenaario).

6.3.4 Markkinointi

Luvussa 5 pohdittiin informaatio-ohjauksen ja viestinnän keinoja sähkö- ja kaasuautoilun edistämiseksi. Tässä skenaariossa nämä keinot on yhdistetty yksioikoisesti lisäämällä täyssähköauton houkuttavuutta 10 % markkinoinnin avulla. Tulokset uusien autojen myynnille ovat kuvassa 22. Täyssähköauto vie markkinoita muilta käyttövoimatyypeiltä, eniten lataushybridiltä, joka lienee täyssähköön lähin kilpailija.

Vain täyssähköauton houkuttavuuden lisääminen markkinoinnilla on keinotekoinen skenaario, joka tuskin toteutuu reaali maailmassa. Yhtä hyvin markkinointitoimia voitaisiin kohdistaa myös kaasuautoilun edistämiseen, jolloin kaasuautojen käyrä kuvassa 22 pärjäisi paremmin kilpailussa ladattavien autotyyppejen kanssa.



Kuva 22. Täyssähköauton 10 % houkuttavuuden lisäys markkinoinnin keinoin. Yhtenäinen viiva: markkinointiskenaario, katkoviiva: hinnan lasku (referenssiskenaario).

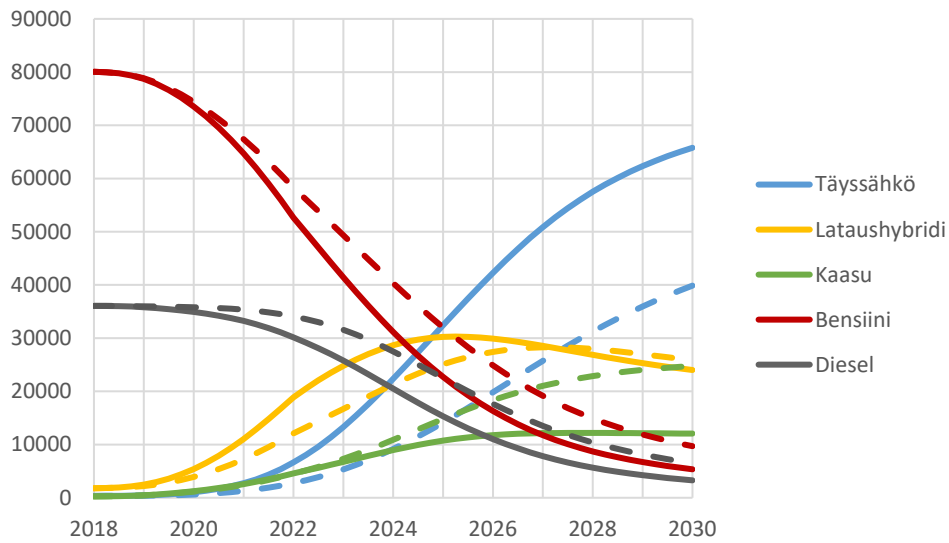
6.3.5 Kaikki skenaariot yhdessä

Mitä tapahtuu, jos kaikissa skenaarioissa kuvatut ohjaustoimenpiteet vaikuttavat yhtäaikaan? Siitä kertovat kuvat 23 ja 24. Nyt täyssähköauto valtaa jo selvästi uusien autojen markkinoita kaikilta polttomoottoriautoilta ja vuotta 2030 lähestyttäessä myös lataushybrideiltä. Kokonaismäärä uusiutuu edelleen hyvin hitaasti, vaikkakin 300 000 täyssähköauton ja noin 230 000 ladattavan hybridin raja saavutetaan vuonna 2030.

Kuvassa 24 huomiota herättää dieselautojen osuus, joka ei juuri vähene vaan simulointijakson alussa jopa kasvaa. Tämä johtuu käytettyjen dieselautojen tuonnista: dieselaita on viime vuosina tuotu käytettyinä selvästi enemmän kuin muita käyttövoimatyyppisiä yhteensä (Trafi 2018b). Tässä hankkeessa ei yritetty ennustaa käytettyjen autojen tuontia, joten tuonti pidettiin vakiona yli koko simulointijakson.

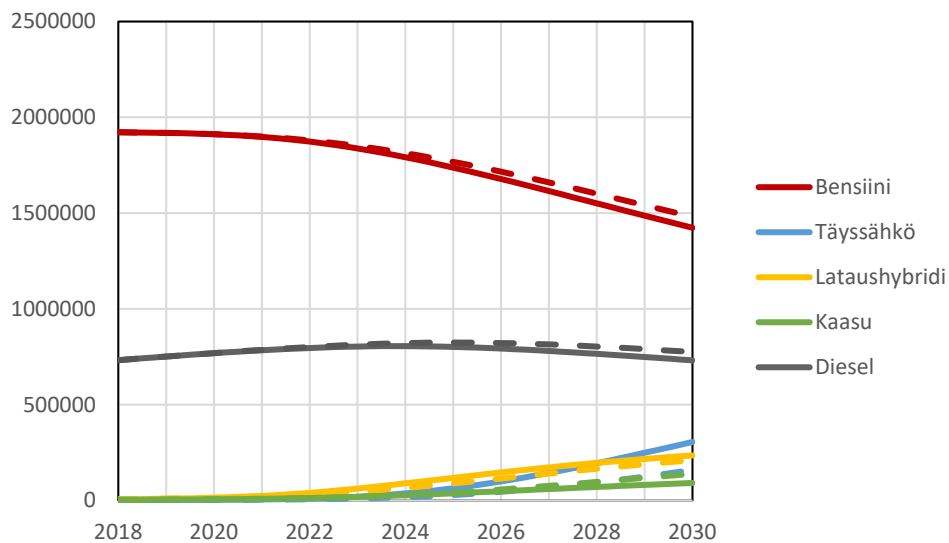
Kaasuauto näyttää menettävän markkinaosuuttaan sähkökäyttöisille autoille, jos skenaarioiden ohjauskeinoja toteutetaan. Tämä näkymä ei kuitenkaan ole täysin realistinen, koska kaikissa skenaarioissa ohjaus oli tähdätty nimenomaan edistämään täyssähköautojen yleistymistä. Vaikka kaasuautot jäivät ”oman onnensa nojaan”, silti niiden myynti kasvoi merkittävästi simulointihorisontin aikana ja kokonaismäärä nousi sadantuhannen tienoille. Jos myös kaasuautoa suositaan ajoneuvoverolla ja markkinoinnilla, sen myynti luultavasti lisääntyy vielä enemmän.

Uutena myydyt



Kuva 23. Kaikkien ohjaustoimenpiteiden yhteisvaikutus uusien autojen määrään. Yhtenäinen viiva: kaikki-skenaario, katkoviiva: hinnan lasku (referenssiskenaario).

Kokonaismäärä



Kuva 24. Kaikkien ohjaustoimenpiteiden yhteisvaikutus koko autokantaan. Yhtenäinen viiva: kaikki-skenaario, katkoviiva: hinnan lasku (referenssiskenaario).

6.4 Ohjauskeinojen toteutettavuus ja tehokkuus

6.4.1 Ohjauskeinojen toteutettavuus

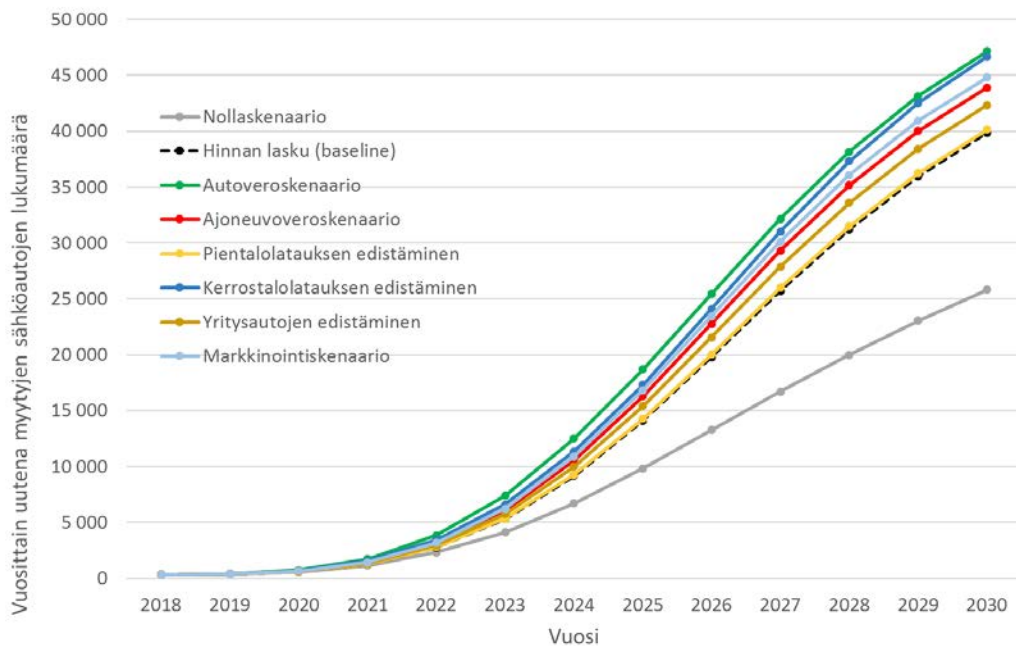
Millä ohjauskeinoilla sähkö- ja kaasuautoilua sitten voitaisiin tehokkaimmin edistää? Edellä esitettyjen simulointitulosten perusteella on vaikea arvioida ohjauskeinojen keskinäistä pareremmuutta, koska eri keinojen välillä on keskinäisiä riippuvuuksia ja siten yhden ohjauskeinoon irrottaminen kokonaisuudesta etenkin sähköautojen osalta ei anna luotettavaa tulosta. Myös esimerkiksi verotus ja markkinointi ovat vaikutusmekanismeiltaan hyvin erilaisia ohjauksia. Näyttää kuitenkin siltä, että auto- ja ajoneuvoveroilla, latausinfrastruktuurilla ja markkinoinnilla on voimakas vaikutus.

Sähköautojen osalta yksittäisistä tekijöistä suurin vaikutus on autojen hinnan ennakoitu lasku, jonka ennustetaan toteutuvan globaalisti. Sähköautojen halpeneminen suhteessa muihin käyttövoimiin vaikuttaa vähintään yhtä paljon kuin kansalliset ohjauskeinot. Hintamuutosten odottaminen ilman mitään muita toimenpiteitä ei kuitenkaan ole ohjauskeino, vaan ennemmin passivoiva toimi, jonka kautta välittyy käänteinen infovaikuttamisen viesti. Tämän vuoksi simulaatioissa ja analyysissä hinnan alenemisen skenaario on otettu vertailukohdaksi ja lähtöoletukseksi, johon varsinaisia ohjauskeinoja verrataan.

Verotusmuutokset ovat helppoja toteuttaa paperilla ja simulointiskenaarioissa. Niihin liittyy kuitenkin monia ennakkoluuloja ja poliittista painetta, joihin tämä raportti ei ota kantaa. Muutoksilla on luonnollisesti myös sekä suoria että epäsuoria taloudellisia vaikutuksia verokertymän ja verotuksen rakenteen kautta. Myös latausinfrastruktuuri vaatii taloudellisia panoksia, kuten esimerkiksi luvussa 2 esitelty ARAn avustus.

Kuten edellä esitetyistä simulaatioiden skenaarioista ja kuvista 18 - 24 ilmenee, arvioidaan ensin ladattavien hybridautojen ja sitten sähköautojen valtaavan vaiheittain markkinaosuutta muilta käyttövoimilta. Sähköautojen markkinaläpimurtoon ja sen ajoitukseen vaikuttavia tekijöitä on useita: markkina (autojen saatavuus ja hinta), kuluttajakäyttäytyminen ja eri ohjauskeinot. Seuraavassa tarkastellaan lähemmin täyssähköautojen ennakoitua kehitystä ja eri ohjauskeinojen vaikuttavuutta sekä kustannustehokkuutta. Analyysi pohjautuu edellä esitetyn skenaarioiden simuloinnin tuloksiin ja oletuksiin.

Kuvassa 25 on koottu sähköautojen osalta aiemmin tässä luvussa esitetyt eri skenaariot yhteen kuvaan. Nähdään selkeästi, että ennakoidulla sähköautojen hinnan laskulla on merkittävä yksittäinen vaikutus mallinnettuun myyntimäärän kehitykseen siitä huolimatta, että vertailukohdaksi (baseline) valitussa hinnan lasku -skenaariossa sähköautojen hankintatuki poistuu vaiheittain vuoteen 2026 mennessä kokonaan. Seuraavassa on tarkoitus tarkastella kunkin kuuden lisäskenaarion (autovero, ajoneuvovero, pientalolatauksen edistäminen, kerrostalolatauksen edistäminen, yritysautojen edistäminen ja markkinointi) vaikutusta suhteessa baselineen ja pyrkiä arvioimaan näihin liittyvät taloudelliset panostukset ohjauskeinojen toimeenpanossa.



Katkoviiva: hinnan lasku & vähenevä hankintatuki (baseline-referenssiskenaario)

Kuva 25. Uutena myytävien sähköautojen lukumäärä eri ohjaustoimenpiteillä.

6.4.2 Ohjauskeinojen kustannukset ja tehokkuus

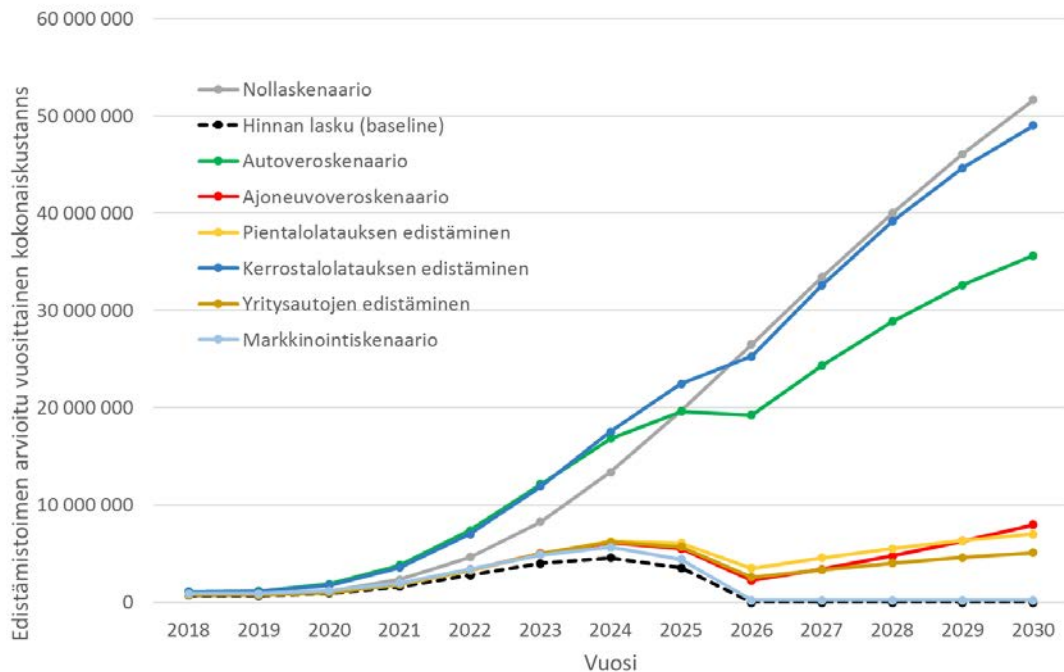
Eri ohjauskeinojen kustannusten karkeaksi arvioimiseksi tehtiin seuraavat oletukset:

- Autoveroskenaariossa ohjauskeinojen kustannus autoa kohti oli 1.1.2019 nollapäätöisen auton vero 2,7 % laskettuna vuosimallin 2018 VW e-Golfin verottomasta hinnasta.
- Ajoneuvoveroskenaariossa ohjauskeinojen kustannus oli vuoden 2018 käyttövoimaveron erotus samanpainoisilla sähkö- ja bensa-autoilla. Autoa ja vuotta kohti arvoksi saatiin 45 €, mikä on vähemmän kuin vuoden 2018 voimassa oleva käyttövoimaveron täyssähköautolle. Näin ollen siis simulaatiossa sähköauton perusveron suuruutta korotettiin. Muista skenaarioista poiketen, tämän skenaarion taloudellinen kustannus laskettiin koko sähköautokannan kautta.
- Pientalolatauksen edistämisessä oletettiin, että keskimääräisen pientaloon toteutettavan latausratkaisun kustannus on 500 € ja että tätä tuetaan 35 %.
- Kerrostalolatauksen edistämisessä oletettiin, että keskimääräisen rivi- ja kerrostalon asunto-osakeyhtiön vastuulla olevan latausvalmiuden rakentamisinvestoinnin kustannus autoa kohti on 3000 € ja tätä tuetaan 35 %. Analyysissä tämä skenaario rinnastuu parhaillaan avoimena olevaan ARA:n avustukseen.
- Yritysautojen edistämisessä oletettiin, että autoedun verotettavaa arvoa laskettiin niin paljon, että sen vaikutus pienentyneen tuloverokertymän kautta vuositasolla oli 120 €.

- Markkinoinnin osalta oletettiin, että viestintään ja markkinointiin tehdään vuotuinen julkinen 200 000 € panostus koko tarkastelujaksolla.

Kaikissa kuudessa skenaariossa vaiheittain aleneva ja 2026 päättyvä sähköauton hankintatuki oli laskettu mukaan.

Saadut vuotuiset kokonaiskustannukset kullekin ohjauskeinolle on esitetty kuvassa 26. Nollaskenaariossa kustannus tulee vakiona pysyvistä autokohtaisesta hankintatuesta. Katkoviivalla esitetty baseline-käyrä näyttää vaiheittain pienenevän hankintatuen kustannukset. Suurimmat kokonaiskustannukset syntyvät skenaarioista kerrostalolataus ja autovero. Ajoneuvoveron skenaarion osalta voidaan todeta, että jos ajoneuvoveron perusvero sähköautoille olisi pidetty vakiona, olisi kokonaiskustannus kuvassa 26 yli kaksinkertainen. Kerrostalolatauksen edistämisen kustannuksia voidaan verrata nyt haettavana olevaan ARA:n avustukseen, jonka taso on 1,5 M€/v. Tämä avustuksen taso riittäisi tämän analyysin perusteella noin vuoteen 2020.

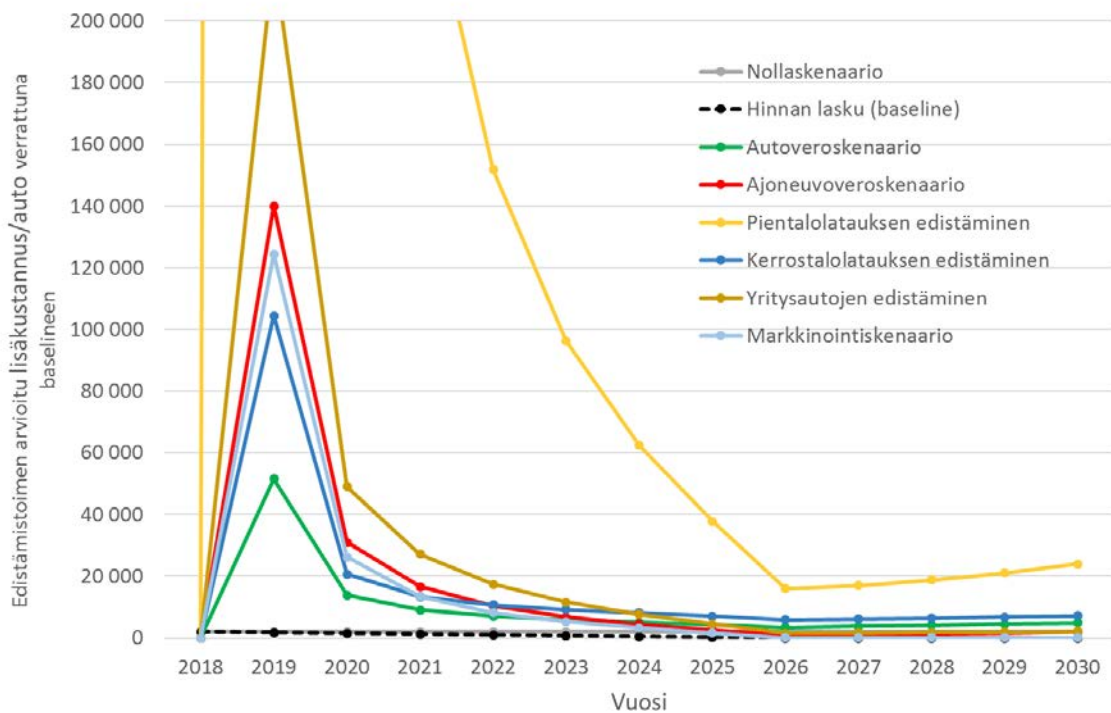


Kuva 26. Sähköautojen tarkasteltujen edistämistoimien arvioitu kokonaiskustannus. Katkoviiva: hinnan lasku & vähenevä hankintatuki (baseline-referenssiskenaario).

Pyrittäessä arvioimaan käsiteltyjen eri ohjauskeinojen kustannustehokkuutta, on verrattava kunkin ohjauskeinoon vaikutusta perustapaukseen. Tälle vaikuttavuudelle on laskettu arviot tehtyjen simulaatioiden ja oletusten pohjalta. Kun kuvassa 26 esitetyt vuotuiset kokonaiskustannukset jaetaan kuvan 25 datan pohjalta kullekin ohjauskeinolle johdettavalla sähköautojen määrän lisäyksellä verrattuna perustapaukseen, saadaan ohjauskeinoon tuottamaa vastetta kuvaava tunnusluku (yksikkö EUR/auto). On syytä korostaa, että tämä tunnusluku ei siis edusta mitään todellista kustannusta eikä asteikon arvoilla ole merkitystä. Tunnusluku on esillä vain ohjauskeinojen keskinäiseksi arvioimiseksi. Vertailussa on syytä muistaa kaikki taustalla tehdyt oletukset ja epävarmuudet.

Saadut tulokset on esitetty kuvassa 27. Käytetyn aineiston ja oletusten puitteissa vaikuttaa siltä, että kolme parhaan vasteen eli automäärän lisäyksen antavaa ohjauskeinoa ovat autoverotus, kerrostalolataus ja markkinointi. Hankintatuen, joka on vaihteittain pienenevänä mukana kaikissa skenaarioissa, voi tulkita olevan käytännössä saman tyyppinen kannustin kuin autoverotuki - sen vaikutus näkyy suoraan kuluttajan näkemässä auton hankintahinnassa. Näin voidaan autoveroskenaariossa ajatella tarkastellun tilannetta, jossa ensimmäisenä vuonna sähköauton hankintaan on 3113 € kannuste (2000 € hankintatuki, 1113 € veroetu).

Kuvasta 27 käy selkeästi ilmi, että kustannukset suhteessa saavutettuun automäärän lisäykseen painottuvat voimakkaasti alkuvaiheeseen ja pienenevät automäärän kasvaessa, toki samalla alkuvuosien euromääräiset summat ovat pieniä sähköautojen kokonaismäärän ollessa vielä pieni. Esitystavassa myös erot ohjauskeinojen välillä ovat suurimmillaan alkuvaiheessa, minkä jälkeen tilanne tasoittuu ja on tässä tarkastelussa käytännössä vakio vuoden 2026 jälkeen. Vuoden 2020 jälkeen skenaarioiden ajoneuvovero, yritysautot ja markkinointi tunnusluku laskee eli tehokkuus kasvaa hieman muita nopeammin. Panostus pientalolatauksen tukemiseen ei tässä analyysissä näyttäyty kustannustehokkaana edistämistoinena.



Kuva 27. Sähköautojen tarkasteltujen edistämistointien arvioitu kustannustehokkuus eli tuen lisäämisen aikaansaama myynnin kasvu verrattuna perustapaukseen.

Kokonaisuutena katsoen, oikea aika tukea sähköautojen yleistymistä taloudellisin kannustein on tarkastelujakson alkupäässä, kun ajoneuvojen lukumäärä on vielä pieni. Analyysin pohjalta parhaina eli kustannustehokkaimpina ohjauskeinoina näyttäytyvät sekä autojen hankintahintaan kohdistuvat ohjauskeinot kuten autoveron muutokset tai hankintatuki, sekä rivi- ja kerrostalojen kotilatauksen latausjärjestelmiä edistävät toimenpiteet. Näiden rinnalla kolmantena suosituksena kannattaa panostaa viestintään ja markkinointiin, yleisen tietouden levittämiseksi asiapohjalta. Mainitut kolme ohjauskeinoa ja toimenpidettä pystytään myös melko hyvin kohdentamaan juuri sähköautoille. Ajoneuvoveron ja yritysautojen osalta,

molemmat näyttäytyvät potentiaalisina ohjauskeinoina ja ne on syytä pitää harkittavassa keinovalikoimassa.

Lopuksi on syytä huomauttaa, että simulaatioiden ja analyysin sisällä on lukuisa määrä oletuksia ja yksinkertaistuksia, joilla voi olla vaikutusta lopputulokseen ja eri skenaarioiden vastaisiin. Sähköautojen yleistyminen Suomessa on vasta aluillaan ja mallien säätämiseen on käytettävissä vain rajoitettu määrä dataa. Tarkasteltujen ohjauskeinojen vaikuttavuutta on analysoitu systeemidynaamisen mallin kautta, mutta eri ohjauskeinojen, esimerkiksi hankintatuen suuruuden vastetta kysyntään ei ole pystytty validoimaan tai todentamaan todellisen datan pohjalta. Useissa analysoiduissa ohjauskeinoissa ja niiden kustannustehokkuudessa on laajemmin verotuksen ja talouden kokonaisuuteen liittyviä piirteitä ja kaikkia riippuvuuksia ja välillisiä vaikutuksia ei ole välttämättä oikeassa mitassa huomioitu. Kaikkia autokannan kehittymiseen ja käyttövoimien välisiin suhteisiin vaikuttavia tekijöitä ei ole myöskään simulaatioissa ja analyysissä huomioitu. Esimerkiksi, jos joillakin ohjauskeinoilla pystytään vaikuttamaan autojen keskimääräisen käytöstäpoistoiän laskuun, voi tämä nopeuttaa autokannan uusiutumista. Myös markkinan ja sähköautojen hankintahinnan kehitys voi poiketa simulaatioissa tehdyistä perusoletuksista.

7 YHTEENVETO JA SUOSITUKSET

7.1 Ennakoitu ja mahdollinen kehitys

7.1.1 Sähköautot

Suomen markkinoilla tarjolla oleva sähköautomallisto on vielä nykyhetkellä rajallinen, ja mallistossa on aukkoja suosittujen automallien osalta. Sähköautomalliston kasvu on kuitenkin lähdössä käyntiin, ja mallisto tulee laajenemaan voimakkaasti etenkin vuosien 2022–2025 välillä. Autovalmistajien julkistamien strategioiden pohjalta vuoteen 2025 mennessä uusia sähköautomalleja olisi tulossa markkinoille vähintään 200 kpl.

Useiden ennusteiden mukaan täyssähköautojen hankintahinta tulee saavuttamaan vastaavien polttomoottoriautojen hankintahinnan noin vuoteen 2025 mennessä. Voidaan olettaa, että edullisempien käyttökustannusten vuoksi sähköautosta tulee viimeistään tuolloin selvästi suosittu vaihtoehto kuin polttomoottoriautoista tai ladattavista hybrideistä. Ladattavien hybridien osalta voidaan ennustaa, että niiden suosio tulee luultavasti kääntymään laskuun täyssähköautojen tekniikan kehittyessä ja hintojen halventuessa.

Sähköautojen teknologia kehittyy koko ajan, ja etenkin akkujen osalta odotukset ovat korkealla seuraavan sukupolven ratkaisujen suhteen. Oletettavasti seuraava suurempi muutos akkujen osalta tulee tapahtumaan kiinteän elektrolyytin akkujen tullessa myös autokäyttöön. Arviot kiinteän elektrolyytin akkujen läpimurrosta vaihtelevat noin vuosien 2025–2030 välillä.

Tehtyjen simulaatioiden pohjalta arvioidaan, että tämänhetkinen tavoite 250 000 sähkö- ja pistokehybridiä on saavutettavissa ilman lisätoimia. Tätä johtopäätöstä tukevat sekä nollaskenaario ("mikään ei muutu") että hinnan lasku -skenaario (sähköautot ja ladattavat hybridit halpenevat suhteessa muihin käyttövoimiin ja samalla hankintatuki poistuu vaiheittain).

7.1.2 Kaasuautot

Kaasuautojen markkinatarjonta Suomessa on sähköautojen tapaan rajoittunutta, mutta kuitenkin kohtuullisen monipuolista. Lisäksi markkinoilta löytyy vielä useita kaasuautomalleja, joita ei vielä tuoda Suomeen. Tarjonnan ei kuitenkaan voi odottaa runsastuvan samalla tavalla kuin sähköautojen, mutta periaatteessa autonvalmistajilla on intressinä valmistaa kaasuautoja jatkossakin, koska mm. kaasuauton pakokaasujen puhdistus on melko ongelmallista ja verrattuna bensiinikäyttöiseen autoon tuottaa kaasuauto noin 20% vähemmän hiilidioksidia. Siten kaasumallit auttavat valmistajia pääsemään CO₂-päästötavoitteisiinsa.

Kaasuautojen teknologiassa ei ole odotettavissa sähköautojen tapaan mitään mullistavaa uutta. Siksi kaasuauto on tällä hetkellä erittäin varteenotettava vaihtoehto ja hankintaa ei kannata lykätä.

Kaasukäyttö sopii myös raskaampiin hyötyajoneuvoihin, jopa pitkän matkan maantiekuljetuksiin, joita tukemaan Gasum rakentaa nesteytetyn metaanin (LNG) jakeluverkkoa.

Kaasuautojen lukumäärän arvioidaan simulaatioiden pohjalta saavuttavan tavoitteen 50 000 autoa vuoteen 2030 mennessä ilman lisätoimia.

7.2 Tunnistetut esteet ja hidasteet

7.2.1 Sähköautot

Nykyisin myynnissä olevien sähköautojen toimintamatka alkaa olla sillä tasolla, että ne toimivat hyvin keskimääräisessä arkiajossa. Kaikille käyttäjille soveltuvia malleja ei vielä ole myynnissä, mutta jo nykyisillä sähköautomalleilla ja olemassa olevalla latausinfrastruktuurilla olisi Liikenteen tutkimuskeskus Vernen tekemän tutkimuksen (Melliger, van Vliet ja Liimatainen 2018) mukaan mahdollista kattaa jo noin 85 prosenttia suomalaisten ajomatkoista. Käyttäjillä on sähköautoista, niiden toimintamatkoista ja soveltuvuudesta heidän omaan käyttöönsä kuitenkin vielä paljon ennakkoluuloja, pelkoja ja väärää tietoa.

Sähköautojen suhteen ollaan osittain muna-kana -tilanteessa, jossa latausverkoston markkinaehtoisien rakentumisen kannalta olisi oleellista saada lisää sähköautoja, mutta kuluttajat eivät vielä hanki tarpeeksi autoja pääasiassa kalliiden hankintahintojen vuoksi. Toisaalta, moni kuluttaja ei vielä hahmota sähköautojen kokonaiskustannuksia, jotka voivat olla jo useille kuluttajille samoja tai edullisempia kuin vastaavalla polttomootoriautolla. Aiheesta on tehty jo tutkimusta esimerkiksi Trafin tilaamana, mutta tuloksista tarvittaisiin vielä voimakkaampaa viestintää.

Sähköautojen lataamisessa suurimmat esteet liittyvät tällä hetkellä taloyhtiöihin. Taloyhtiössä asuvalle sähköautoilijalle kotilatauspisteen saaminen ei ole tällä hetkellä täysin varma asia. Hankkeen kuluttajakyselyssä selvisikin, että noin neljäsosa taloyhtiöissä asuvista sähköautoilijoista ei ollut saanut järjestettyä itselleen kotilatauspistettä. Kaikissa taloyhtiöissä ja etenkin kaupunkien keskusta-alueilla kaikilla autoilijoilla ei ole mahdollisuutta kotilatauspisteeseen.

Pidemmän matkan liikkumista varten nykyinen pikalatausverkosto alkaa olla jo melko kattava, etenkin Oulu–Joensuu-linjan eteläpuolella, ja latausverkosto kasvaa nyt markkinaehtoisesti hyvää vauhtia. Siitä huolimatta verkostossa on vielä aukkoja, ja useita paikkakuntia, missä löytyy vain yksi pikalaturi. Latausverkostoa tulee edelleen kehittää niin, että sen kattavuus, kapasiteetti ja luotettavuus mahdollistaa sujuvan liikkumisen koko maassa. Latausverkoston nykyisiä tukia on hyvä jatkaa, ja mahdollisesti vielä laajentaa niiltä osin, missä nykyisissä tuissa on puutteita.

Latausverkostojen suunnittelussa ei ole vielä riittävästi huomioitu läheskään kaikkia käyttötappauksia. Puutteina voidaan pitää esimerkiksi kadunvarsilatauksen (etenkin asukas-pysäköinti) riittämättömyyttä, liityntäpysäköintialueiden latausverkoston pienuutta tai puuttamista kokonaan, sekä turismin ja vierailijoiden huomioimista etenkin kaupunkikeskustoissa.

Työpaikkalataamisen osalta tilanne on vielä 2018 huono, eikä nykyinen verotus tai tukipolitiikka tue latauspisteiden rakentamista työpaikoille. Tilanne muuttuu hieman vuoden 2019 alusta, kun sähköauton lataamisesta työpaikoilla tulee kiinteän verotusarvon luontoisetu. Tarkasteltaessa jatkossa tukipolitiikkaa latausinfraalle, tulisi työpaikkalataaminen pitää myös mielessä.

Sähköautoissa tuotantomäärät, akkujen saatavuus ja autojen saatavuus Suomen markkinoille tulevat olemaan lähivuosien haasteita. Kapeikot sähköautojen valmistuksen toimitusketjuissa ja tarjonnan ylittävä kysyntä voivat hidastaa hintojen laskua.

7.2.2 Kaasuautot

Kaasuautojen laajamittaiselle käytölle riittävä kaasun tankkausasemaverkosto on ehdoton edellytys, sillä vaikka kaasuautoissa on myös bensiinin käyttömahdollisuus, on useissa uusimmissa malleissa alle 15 litran bensiinisäiliö, mikä rajoittaa toimintamatkaa. Lisäksi bensiinillä ajaminen on myös paljon kalliimpaa kuin kaasulla ajaminen, jolloin eräs merkittävimmistä kaasuauton eduista häviää lähes kokonaan, jos kaasua ei ole saatavilla.

Nykyinen kaasun tankkausasemaverkosto käsittää noin 40 asemaa, ja Gasum on ilmoittanut avaavansa melkein yhtä monta uutta asemaa seuraavien 3–4 vuoden aikana. Monet niistä tukeutuvat nesteytetyn kaasun (LNG) jakeluun, jolloin asemia voidaan perustaa niillekin alueille, jotka eivät ole putkiverkon alueella. Lisäksi paikallista biokaasun talteenottoa ja tuotantoa rakentuu ympäri Suomea koko ajan lisää. Biokaasun käytön kautta nähtynä kaasuauto on myös erittäin ympäristöystävällinen.

Toinen tärkeä seikka on auton arvonalenema ja jälleenmyyntiarvo. Kaasuauto on arvon aleneman suhteen sähköautoa ongelmattomampi, koska kaasuautoissa ei ole tiedossa mitään merkittävää kallista uusimistarvetta koko auton käyttöajan ajan, vaan nykyiset kaasutankit kestävät käyttöä hyvinkin tarvittavat 15–20 vuotta. Käytettyinä maahan tuotujen kaasuautojen kautta on myös jo syntynyt niin laaja markkina, että eri ikäisille autoille on mahdollista arvioida niiden markkinahinta suhteellisen luotettavasti.

7.3 Ohjaiskeinot ja niiden tehokkuus

Ohjaiskeinovalikoimaa tarkasteltiin sähköautojen osalta tarkemmin, pohjautuen järjestelmä-dynaamisella simulointimallilla saatuihin tuloksiin.

Kokonaisuutena katsoen, oikea aika tukea sähköautojen yleistymistä taloudellisin kannustein on tarkastelujakson alkupäässä, kun ajoneuvojen lukumäärä on vielä pieni. Analyysin pohjalta parhaina eli kustannustehokkaimpina ohjaiskeinoina näyttäytyvät sekä autojen hankintahintaan kohdistuvat ohjaiskeinot kuten autoveron muutokset tai suora hankintatuki, sekä rivi- ja kerrostalojen kotilatauksen latausjärjestelmiä edistävät toimenpiteet. Näiden rinnalla kolmantena suosituksena kannattaa panostaa viestintään ja markkinointiin, yleisen tietouden levittämiseksi asiapohjalta. Mainitut kolme ohjaiskeinoa ja toimenpidettä pystytään myös melko hyvin kohdentamaan juuri sähköautoille. Ajoneuvoveron rakenne ja työsuhdeautojen verotusarvon muutokset näyttäytyvät potentiaalisina ohjaiskeinoina ja ne on syytä pitää harkittavassa keinovalikoimassa.

Kustannustehokkuuden arviointiin liittyvistä ja tunnistetuista epävarmuuksista on mainittu kohdan 6.4.2 lopussa.

7.4 Toimenpidesuosituks

Tähän kappaleeseen on koko hankkeen toteutuksen jaksolta koottu suosituksia toimenpiteiksi, mikäli sähköautojen, ladattavien hybridi-autojen ja kaasuautojen lukumäärää halutaan lisätä ja yleistymistä nopeuttaa. Analyysissä tarkasteltujen ohjais- ja edistämiskeinojen kustannustehokkuutta on käsitelty edellä kohdassa 7.3.

Sähkö- ja kaasuautoissa ollaan tällä hetkellä osittain muna-kana -tilanteessa, jossa autoja ei uskalleta hankkia latauspisteen tai tankkauspisteen puuttuessa omalta auton käyttöalueelta.

Toisaalta, lataus- ja tankkausinfrastruktuurin markkinaehtoista kehittymistä varten tarvittaisiin autoja, jotta kysyntää lataukselle ja kaasun tankkaukselle saataisiin riittävästi investointien perustaksi. Tehokkain keino nopeuttaa koko markkinan kehitystä olisikin saada autojen määrää lisättyä. Autoja tulisi saada Suomeen uusina, mutta myös käytettyjen autojen osalta olisi hyvä saada kannustettua käytettyjen autojen tuojia tuomaan Suomeen mieluiten sähkö- ja kaasuautoja. Nykyinen käytettyjen autojen tuonti kohdistuu suurelta osin melko suuripäästöisiin dieselautoihin.

Kaasuautoissa hintapremio kaasuauton ja vastaavan bensiiniauton välillä on niin pieni, että niiden osalta hankintatukea ei välttämättä tarvita. Sen sijaan sähköautoissa hankintahinnan erotus vastaaviin polttomootoriautoihin on vielä niin suuri, että autojen kysynnän kiihdyttämiseksi tarvitaan jotain instrumenttia, jolla autojen hankintahintaa saadaan edullisemmaksi.

Sähköautojen osalta erilaiset ohjauskeinot ja politiikkatoimet parantavat lisäksi mahdollisuuksia saada Suomen markkinoille suurempi osuus toistaiseksi rajoitetuista sähköautojen valmistusmääristä. Autot ohjautuvat nykyisin niille markkinoille, missä niitä tuetaan tuntuvammin, ja sitä kautta markkina on aktiivisempi. Vaikuttavimpana ohjauskeinona nähdään sähköauton hankintahintaan vaikuttaminen siihen saakka, että mallitarjonta, jälkimarkkina ja hintakehitys ovat edenneet.

Suositus: Täyssähköauton hankintahinnan kompensointi lähivuosina esimerkiksi autoveron tai suoran hankintatuen kautta. Tukea tai veroetua on analyysin mukaan myös kustannustehokasta lisätä nykytasosta.

Suositus: Sähköautojen edistäminen ajoneuvoveron rakenteen muutoksella, säilyttäen perusosassa päästöperustaisuus.

Suositus: Työsuhdeautojen verotusarvon määrityisperusteiden tarkastelu niin, että sähkö- ja kaasuautojen houkuttelevuus paranee. Samalla on hyvä pitää mielessä ladataavien hybridien kannustaminen lataamiseen, eli huomioida esimerkiksi kotilatauslaitteen kuuluminen verotuksellisesti auton vakiovarusteeksi ja vapaan autoedun autoissa kannustaminen auton lataamiseen. Nykyisellä mallilla vapaan autoedun autossa lataamiseen ainoa kannustin tulee käyttäjän omasta halusta.

Viestintä, markkinointi sekä lataus- ja tankkausinfrastruktuuri ovat teemoja, jotka nousivat esille kaikilla hankkeen osa-alueilla tärkeimpinä edistämiskeinoina liittyen sähkö- ja kaasuautojen markkinan kehitykseen. Viestinnän merkitys nousi esille kyselyissä ja latausotomielalan haastatteluuissa, mutta myös ohjaustoimenpiteiden mallinnuksessa merkittävänä vaikuttajana. Viestinnän avulla tulisi pyrkiä purkamaan sähkö- ja kaasuautoihin liittyviä puutteita tietämyksessä, sekä hälventää ennakkoluuloja ja tuoda kuluttajille neutraalia, faktapohjaista tietoa oman päätöksentekonsa tueksi. Nykyinen viestintä koetaan kyselyiden pohjalta ristiriitaiseksi etenkin sähköautojen osalta.

Suositus: Viestinnän ja info-ohjauksen osalta hankkeen suositukset on koottu kappaleeseen 5.

Lataus- ja tankkausinfrastruktuurin osalta sähkö- ja kaasuautojen osalta tarvitaan vielä kehitystä, ja nykyisiä infrastruktuurin rakentumiseen varattuja tukia tulisi jatkaa ja täydentää niiltä osin kuin niissä on havaittu puutteita. Suurimmat puutteet latausinfrastruktuurin osalta ovat tällä hetkellä taloyhtiöissä, asukaspysäköinnissä ja työpaikkalatauksessa. Taloyhtiöille on tarjolla ARAn koordinoimaa tukea latauspisteiden rakentamista varten, mutta sen tueksi taloyhtiöille tarvitaan lisää ohjeistusta, valistusta ja apua päätöksenteossa liittyen sähköautojen latausinfrastruktuurin rakentamiseen. Sähköautoilijan tulisi pystyä hankkimaan itselleen omalla

kustannuksellaan kotilatauspiste, mikäli sille ei ole taloyhtiössä teknistä estettä. Latausinfrastruktuurin osalta, kustannustehokkaimmaksi ohjauskeinoksi tunnistettiin rivi- ja kerrostalojen latausmahdollisuuksien edistäminen.

Suositus: Panostuksia sähköautojen kotilataamisen edistämiseen erityisesti erilaisissa taloyhtiöissä kannattaa jatkaa. Nykyisen ARA:n tuen tason riittävyttä kannattaa seurata ja mahdollisesti alkuvaiheessa harkita lisättäväksi.

Suositus: Latausinfrastruktuurin kehitystä edistettäessä ja tukitoimenpiteitä suunniteltaessa ei pitäisi unohtaa suuria pysäköintilaitoksia, kuten kaupunkien liityntä-pysäköintialueita.

Suositus: Työpaikkoja tulisi kannustaa ja myös ohjata investoimaan latausmahdollisuuksiin, koska työpaikan latauspisteen puute on usein esteenä esimerkiksi käytettyä sähköautoa työmatka-ajoneuvoksi harkitsevalle.

Sähköautojen koko arvoketjussa on paljon mahdollisuuksia Suomen tulevaisuuden kannalta. Suomi alkaa koordinoida akkujen kierrätyksen kehittämiseen liittyvää tutkimusta, Suomesta löytyy paljon älykkään latauksen laite- ja ohjelmistovalmistajia, joilla on jo nyt paljon vientiä ja Suomeen on noussut myös start-up -yrityksiä erilaisten sähköisten ajoneuvojen ympärille. Näitä mahdollisuuksia tulee edelleen tukea, ja mahdollistaa sitä kautta myös sähköajoneuvojen ja niiden lataamiseen liittyen kotimaisen kehityksen jatko myös tulevaisuudessa riittävällä panostuksella alan tutkimukseen, kehitykseen ja innovaatioihin.

Suositus: Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan rahoitukseen tulee panostaa nykyistä enemmän kaikilla arvoketjun alueilla. Näin varmistetaan osaamisen kehittymisen sekä uudet ja kehittyneet tuotteet ja palvelut kasvavaan markkinaan.

Suositus: Sähkö- ja kaasuautojen hankintaa yritysautoiksi tulisi tukea, esimerkiksi verotusarvon kautta siten, että sähkö- tai kaasuauton valitsemisesta tulisi nykyistä houkuttelevampaa.

Tässä yhteenvedossa listattujen, pääasiassa taloudellisiin ohjauskeinoiniin liittyvien pääsuositusten lisäksi raportin alakappaleissa on kuvattu myös muita esteitä ja hidasteita sähkö- ja kaasuautojen laajamittaisen käyttöönoton edistämiseksi. Hallinnollisten esteiden poistaminen on monesti erittäin kustannustehokas etenemistapa.

Suositus: Kaikkien tunnistettujen ja jatkotyössä tunnistettavien sähkö- ja kaasuautojen käyttöönottoon vaikuttavien esteiden ja hidasteiden käsittely ja poistaminen mahdollisuuksien mukaan on suositeltavaa.

8 LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA

Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (2018a). Electric buses are hurting the oil industry [verkköjulkaisu]. Saantitapa: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-23/electric-buses-are-hurting-the-oil-industry>

Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (2018b). Electric Vehicle Outlook 2018 [verkköjulkaisu]. Saantitapa: <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>

Orpo P. (2018). Vastaus kirjalliseen kysymykseen KKV 348/2018. Saantitapa: https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kysymys/Documents/KKV_348+2018.pdf

Government Offices of Sweden (GOS) (2018). Swedish Transport Administration to move forward on electric roads [verkköjulkaisu]. Saantitapa: <https://www.government.se/press-releases/2017/10/swedish-transport-administration-to-move-forward-on-electric-roads/>

IEA (2018a). Global EV Outlook [verkköjulkaisu]. Saantitapa: <https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2018>

IEA (2018b). Nordic EV Outlook [verkköjulkaisu]. Saantitapa: <https://webstore.iea.org/nordic-ev-outlook-2018>

Melliger, M., van Vliet, O. ja Liimatainen, H. (2018). Anxiety vs reality – sufficiency of electric vehicle range in Switzerland and Finland. Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 65, December 2018, pp. 101-115. Saantitapa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920917310295>

NGVA Europe, Vehicle Catalogue, June 2017. <https://www.ngva.eu/wp-content/uploads/2018/01/2017-06-NGVCatalogue2017-vF2-LR.pdf>

Norsk elbilforening (2018). Nordic EV barometer [verkköjulkaisu]. Saantitapa: <https://elbil.no/elbilstatistikk/nordic-ev-barometer/>

PA consulting (2018). Driving into a low emissions future [verkköjulkaisu]. Saantitapa: <https://www.pa-consulting.com/insights/2018/driving-into-a-low-emissions-future/>

Rubens, G. (2018). Dismissive and deceptive car dealerships create barriers to electric vehicle adoption at the point of sale. Nature Energy, vol. 3, June 2018. Saantitapa: <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0152-x>

Soulopoulos, N. (2017). When Will Electric Vehicles be Cheaper than Conventional Vehicles? [verkköjulkaisu] Bloomberg New Energy Finance [viitattu 14.10.2018]. Saantitapa: <http://www.automotivebusiness.com.br/abinteligencia/pdf/EV-Price-Parity-Report.pdf>

Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill.

Teknologiaeollisuus (2018). Sähköisen liikenteen tilannekatsaus Q3/2018 [verkköjulkaisu]. Saantitapa: https://emobility.teknologiaeollisuus.fi/sites/emobility/files/file_attachments/sahkoinen_liikenne_tilannekatsaus_2018_q3_20181205_jaettava.pdf

Trafi (2018a). Käytettynä yksittäismaahantuodut henkilöautot merkeittäin, käyttövoimittain ja käyttöönottovuosittain 2014-2018 [verkköjulkaisu]. Saantitapa: http://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi_Kaytettyna_maahan-tuodut/030_yksmaah_tau_103.px/table/tableViewLayout2/?rxid=592f04fc-e9ce-4a40-af4b-fc81e00419c9

Trafi (2018b). Ajamisen hinta [verkköjulkaisu]. Saantitapa: https://www.trafi.fi/muutosvoima/ajamisen_hinta

Trafi (2018c). Poiminta ajoneuvojen ensirekisteröinneistä, kaikki henkilöautot, käyttövoimana sähkö. Saantitapa: <http://trafi2.stat.fi/PXWeb/sq/e4532cd9-7396-473a-9a79-2174e1d5d308> (tallennettu 10.12.2018)

Trafi (2018d). Poiminta ajoneuvojen ensirekisteröinneistä, kaikki henkilöautot, käyttövoimana sähkö/bensiini ja sähkö/diesel. Saantitapa: <http://trafi2.stat.fi/PXWeb/sq/0225e1c5-1248-4f32-80ab-e82e1dd3dfa4> (tallennettu 10.12.2018)

Trafi (2018e). Käytettynä maahantuodut sähköautot ja ladattavat hybridit. Saantitapa: <http://trafi2.stat.fi/PXWeb/sq/9f31ef5b-8c78-41dc-be59-5b06a657fd07>

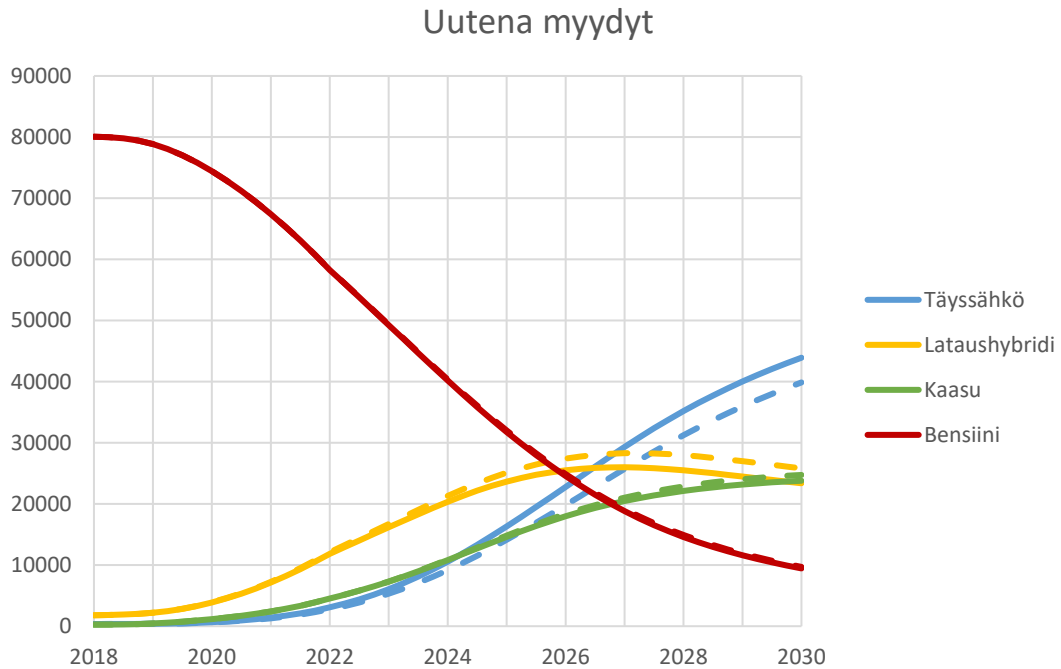
Verohallinto (2018). Keskusverolautakunnan ennakkoratkaisu KVL:2017/35. Saantitapa: <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ennakkoratkaisut/60328/kvl201735/>

VTT (2018a). Sähköautojen kotilataaminen: GASELLI-väliraportti 1. Tutkimusraportti VTT-R-02416-18. Saantitapa: <https://cris.vtt.fi/en/publications/s%C3%A4hk%C3%B6autojen-kotilataaminen-gaselli-v%C3%A4liraportti-1>

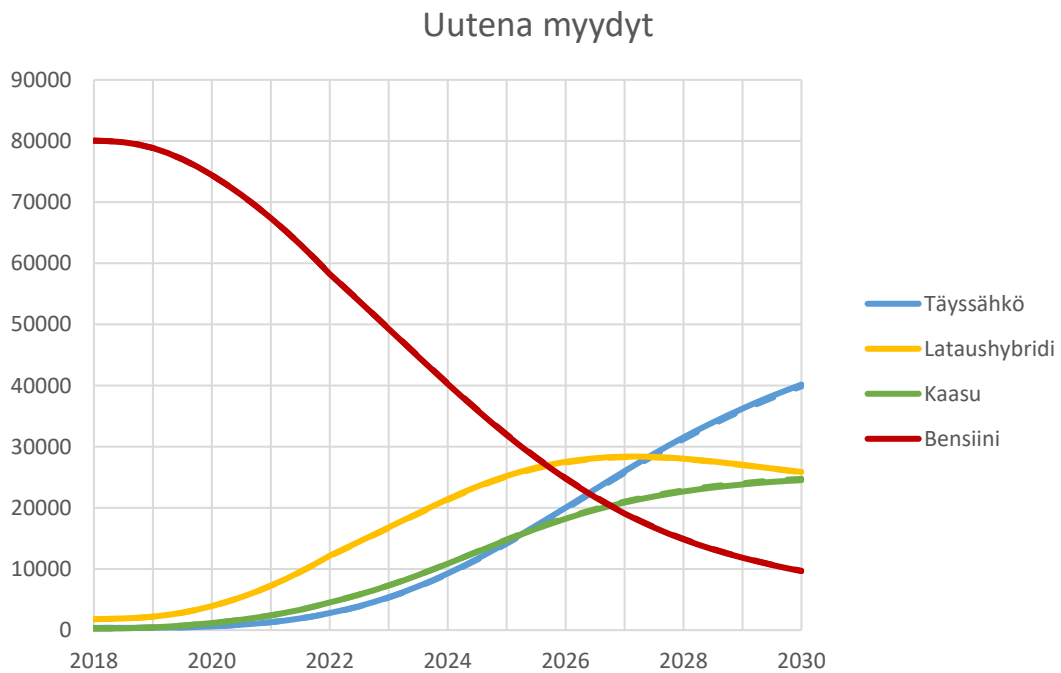
VTT (2018b). Sähkö- ja kaasuautojen markkinanäkymät Suomessa: GASELLI-väliraportti 2. Tutkimusraportti VTT-R-05286-18. Saantitapa: <https://cris.vtt.fi/en/publications/s%C3%A4hk%C3%B6-ja-kaasuautojen-markkinan%C3%A4kym%C3%A4t-suomessa-gaselli-v%C3%A4liraport>

VTT LIISA (2018). Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä [verkkojulkaisu]. Saantitapa: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>

LIITE: SIMULOINTITULOKSIA KUVINA

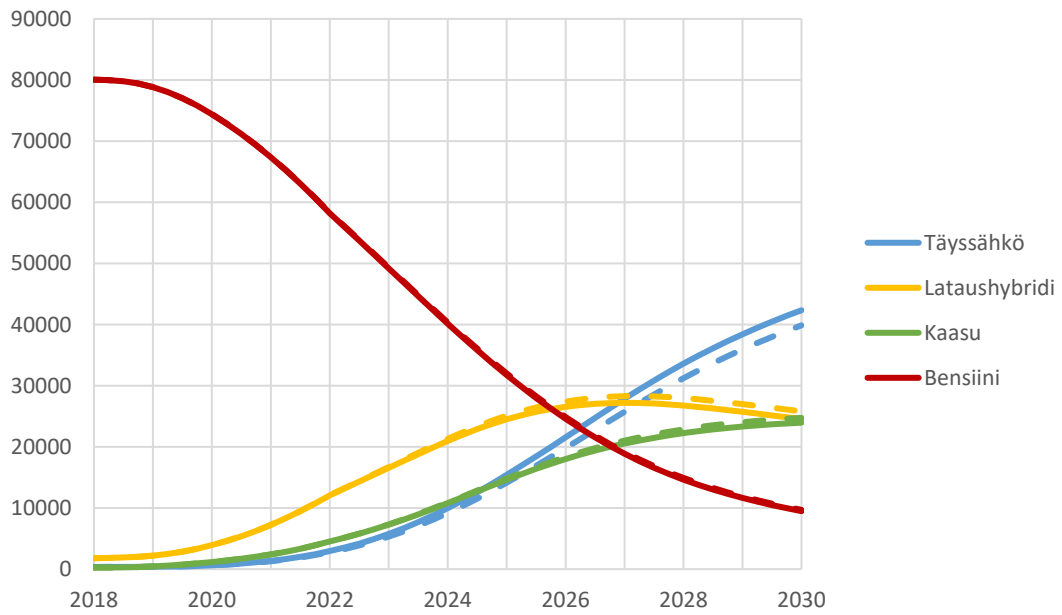


Kuva 28. Yhtenäinen viiva: ajoneuvoveroskenaario, katkoviiva: hinnan lasku (referenssiskenaario).



Kuva 29. Yhtenäinen viiva: pientalolatausskenaario, katkoviiva: hinnan lasku (referenssiskenaario).

Uutena myydyt



Kuva 30. Yhtenäinen viiva: yritysautoskenaario, katkoviiva: hinnan lasku (referenssiskenaario).

VALTIONEUVOSTON
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA

tietokayttoon.fi

ISSN: 2342-6799 (pdf)
ISBN: 978-952-287-631-7 (pdf)

