

Jyry Alatalo

Sähköauton historia ja kehitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Autosähkötekniikan ko.

Insinöörityö

2.11.2015

Tekijä(t) Otsikko	Jyry Alatalo Sähköauton historia ja kehitys
Sivumäärä Aika	28 sivua 2.11.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikan suuntautumisvaihtoehto
Ohjaaja(t)	Lehtori Vesa Linja-aho
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena on koota yhteen sähköauton historia rajattuna suurelta osin 1800- ja 1900-lukuihin. Työ kuvaa myös kehityksen eri vaiheita sekä nykypäivän edullisemmän luokan sähköautoja.</p> <p>Tämä insinööriyö on tehty tilauksesta autosähkötekniikan lehtori Vesa Linja-aholle hänen kiinnostuksestaan aiheeseen. Sähköauton historiasta ei tämän insinööriyön tekemisen ajankohtana ollut saatavissa laajempaa tietoa suomen kielellä eikä myöskään sähköauton historiasta Suomesta. Tämä insinööriyö on tiivistetty kokonaisuus sähköauton historiasta ympäri maailman, vaikka pääpaino onkin Amerikan Yhdysvalloissa.</p> <p>Insinööriyö on sisällöltään jakautunut sähköauton eri vaiheisiin, 1800-, 1900–2000-lukuihin. Työssä käsitellään myös lyhyesti sähköauton uutisointia ja historiaa Suomessa, sotien vaikutuksia kehitykseen, akkutekniikkaa sekä lopuksi laajemmin sähköauton katoamista 2000-luvun alussa ja nykypäivän sähköautoja.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä kerrotaan, minkälainen sähköauton taival on ollut 1800-luvulta aina 2000-luvulle saakka ja mitä vaikeuksia kehityksen aikana on koettu.</p>	
Avainsanat	sähköauto, sähköajoneuvo, historia ja kehitys

Author(s) Title	Jyry Alatalo History and development of electric car
Number of Pages Date	28 pages 2 nd November 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructor(s)	Vesa Linja-aho, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis was to collect the valid information of electric car history and its development all together in Finnish. The aim was also to touch upon a bit different stages of development, and today's lower-end electric cars.</p> <p>This final project was assigned by Vesa Linja-aho, Senior Lecturer of Automotive Electronics at Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. The history of the electric car had not been available for more extensive use in Finnish language, nor the history of the electric car in Finland at the time this thesis was created. This thesis summarizes the whole history of the electric car worldwide, although the main focus is on the United States of America.</p> <p>The content of this thesis deals with different phases of the electric car, the 19th century and to 20th and to 21st centuries. The study also addresses briefly the electric car news and the history in Finland, the influences of the wars and the development of battery technology, and finally, the disappearance of the electric car in the early 2000s and today's electric vehicles.</p> <p>This thesis describes the journey of electric cars from the 19th century until the 20th century and what difficulties they had to overcome to achieve their position nowadays.</p>	
Keywords	electric vehicle, history, development, electric car

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköauton varhaiset vaiheet	1
2.1	1800-luvun alku	1
2.2	1800-luvun loppu	3
2.3	1900-luvun alkuvaiheet	6
3	Sähköauton taival 1950-luvulta 2000-luvulle	7
3.1	Henney Kilowatt (1950–1960-luku)	7
3.2	1960-1980-luvut	9
3.3	Sähköauton paluu 1990-luvulla	10
4	Sähköautot ja uutisointi 1800–1900-lukujen Suomessa	12
5	Sotien vaikutukset sähköauton kehitykseen	13
6	Akkutekniikka ja toimintamatka	14
6.1	Akut kompastuskivenä	14
6.2	Lyijyakku	14
6.3	NiMH-akku	15
7	Katoaminen 2000-luvun alussa	16
7.1	Kalifornian nollapäästötavoite ja autovalmistajat	16
7.2	Öljy-yhtiöiden vaikutukset	17
7.3	Markkinointi	18
7.4	CARBin kanta	19
7.5	Autovalmistajat	19
7.6	Syälliset tahot sähköautojen häviämiseen/tuhoon	20
7.6.1	Kuluttajat ja mainonta	20
7.6.2	Akkuteknologia	20
7.6.3	Autovalmistajat	21
7.6.4	USA:n valtio	21
7.6.5	CARB	21
7.6.6	Polttokennoauto	21
7.6.7	Johtopäätökset	22

8	Sähköautot nykypäivänä	22
8.1	Nissan Leaf	23
8.2	Volkswagen e-Golf	24
9	Yhteenveto	25
	Lähteet	27

Lyhenteet ja käsitteet

GM	General Motors
CARB	California Air Resources Board
NiMH	Nikkelimetallihydridi(akku)
Sähkö-automobiili	Vanha suomenkielinen nimitys sähköautosta
Elektromobiili	Vanha suomen- ja ruotsinkielinen nimitys sähköautosta
Elektrolyytti	Ioneja elektrodien välillä kuljettava aine
Aktiiviaine	Aine, joka reagoi kemiallisesti tuottaessaan energiaa
Kenno	Akun toiminnallinen yksikkö

1 Johdanto

Viime vuosina sähköautojen suosio on lähtenyt hiljalleen kohti uutta nousua noin vuosisadan mittaisen hiljaiselon jälkeen. Tämä luo otollisen tilaisuuden tutkia hieman sähköauton historiaa ja kehitystä lähes nykypäivään saakka. Tämän insinööriyön tavoitteena on koota yhteen sähköauton historiaa.

Sähköauton alkua ajoista 1800-luvun puolelta tietoa ei ole paljontaan saatavilla suomen kielellä; vierailta kielillä tietoa löytyy hieman enemmän. Myöhemmistä vaiheista tietoa on saatavilla sitä enemmän, mitä myöhempiä kehitysvaihetta tarkastellaan sähköauton tai sen tekniikan historiasta. Tämä insinööriyö on rajattu käsittelemään valtaosin vain 1800- ja 1900- lukuja ja sähköauton häviämiseen johtavia syitä 2000-luvun alussa.

Suomessa ei ole etenkään suomen kielellä suuressa määrin tietoa sähköauton historiasta Suomesta, joten tässä insinööriyössä kootaan kaikki tämä tieto yhteen suomen kielellä.

Tämä insinööriyö on tehty lehtori Vesa Linja-ahon tilauksesta hänen kiinnostuksestaan sähköautoihin ja niiden historiaan.

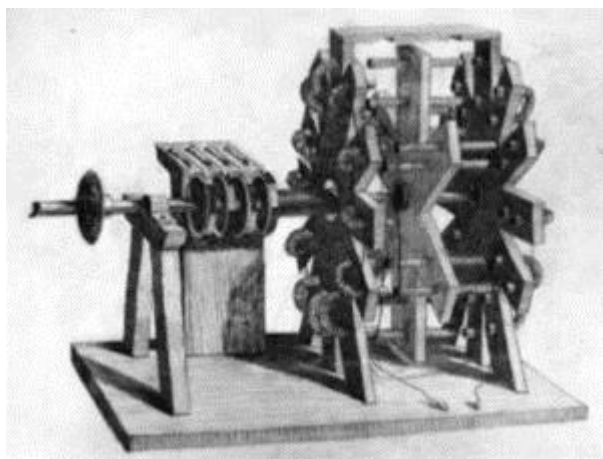
2 Sähköauton varhaiset vaiheet

2.1 1800-luvun alku

Moritz Hermann Jacobi kehitti ja sai valmiiksi sähkömoottorin toukokuussa 1834. Moottori pystyi nostamaan 10–12 paunan painoisen punnuksen nopeudella noin 1,1 km/h. Thomas Davenport kehitti myös sähkömoottoria vuosina 1834 - 1837. Hänen kehittelemänsä moottori oli noin kolme kertaa heikompi kuin Jacobin moottorista kehittyneempi versio. Näin ollen Davenportin moottori jäi tarpeettomaksi eikä sille ollut kysyntää. [1]

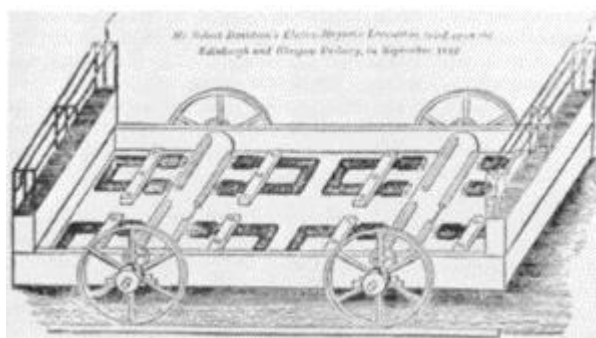
Jacobi demonstroi kehittyneempää versiota moottoristaan (kuva 1) ensi kertaa Neva-joella 8 metriä pitkän veneen avulla, joka oli varustettu sähkömoottorilla ja lapapyörillä.

Moottori tuotti noin 300 watin tehon, jonka avulla vene matkusti 2,5 km/h 7,5 kilometriä pitkän matkan. Kyseinen vene pystyi kuljettamaan yli 12 matkustajaa. Sähkömoottori sai energiansa sinkkiakuista. [1]



Kuva 1. Jacobin sähkömoottorin kehittyneempi versio [1]

Skotlantilainen Robert Davidson kehitteli myös sähkömoottoreita vuodesta 1837 vuoteen 1842. Vuonna 1839 Davidson onnistui rakentamaan ensimmäisen sähköenergialla kulkevan auton. Syyskuussa 1842 hän teki kokeilukierroksia viisi tuhatta kiloa painavalla ja 4,8 metriä pitkällä veturilla (kuva 2). Hän kulki rautatietä pitkin Edinburghista Glasgow'hun. Veturin moottori tuotti noin 0,74 kW tehoa ja saavutti noin 6,4 kilometrin tuntinopeuden. [1]



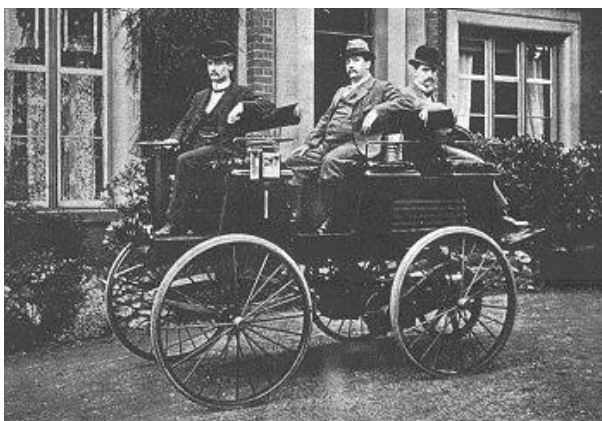
Kuva 2. Davidsonin ensimmäinen sähköveturi [1]

Vuosina 1840–1845 Wagnerin aloitteesta Saksan liitto asetti 100 000 guldenin palkkion sellaisen sähkökoneen luomiselle, jonka voiman tuotto olisi edullisempaa kuin hevosten, ihmisten tai höyrykoneiden käyttö. Palkkio viehätti keksijöitä, ja useampi alkoi

työskennellä sähkömoottorien kehityksen parissa. Keksijöiden joukosta eritoten Stöhrer suunnitteli huomionarvoisen koneen. Tarkempien tutkimuksien yhteydessä kuitenkin huomattiin, että kone kulutti sinkkiä niin paljon, että ihmisten ja hevosten käyttö pysyi yhä huomattavan paljon edullisempänä kuin sähkökoneen käyttö. [1]

2.2 1800-luvun loppu

Englantilainen keksijä Thomas Parker rakensi ensimmäisen käytännöllisen tuotantosähköauton Lontoossa vuonna 1884 (kuva 3). Energianlähteenä auto käyttää korkeakapasiteettisia uudelleen ladattavia akkuja, jotka hän oli suunnitellut. [2]



Kuva 3. Thomas Parker (keskellä) ja hänen sähköautonsa [2]

William Morrison Iowasta rakensi ensimmäisen amerikkalaisvalmisteisen sähköauton vuosina 1890–1891. Kuuden matkustajan farmarimallinen auto saavutti jopa 23 kilometrin tuntinopeuden ja saattoi myös olla ensimmäinen maa-ajoneuvo, jota ohjattiin ratin avulla. [2]

Mekaniikan insinööri Henry G. Morris ja kemisti Pedro G. Salom rakensivat ensimmäisen niin kutsutun onnistuneen sähköauton. Morris ja Salom kehittivät Electrobat-nimisen pienen akkukäyttöisen katuauton, joka näkyy kuvassa 4. Auton huippunopeus oli noin 24 kilometriä tunnissa, ja energianlähteenä on lyijyakku. [2; 3]



Kuva 4. Morrisin ja Salomin kehittelemä Electrobat- auto. [3]

Uudemmat mallit oli varustettu 1,1 kW:n tehoisella moottorilla, ja niillä pääsi yhdellä latauksella 40 kilometrin pituisen matkan 32 kilometrin tuntinopeudella. Uudemmissa malleilla oli siis korkeampi huippunopeus kuin ensimmäisellä mallilla. Electrobatista valmistettiin neljää eri mallia. Myöhemmät mallit olivat edeltäjiään kevyempiä. [3]

Vuonna 1895 ensimmäinen autokilpailu voitettiin sähköautolla, ja 1896 perustettiin ensimmäinen autoliike USA:han, joka myi ainoastaan sähköautoja. [2]

Morrisin ja Salomin Electrobat-autot olivat kysytyjä, ja he kehittivät vaunuja New Yorkin kaupungin taksikäyttöön [2; 3]. 1896–1897 kehitettiin akunvaihtopalvelua, koska sähköautojen toimintamatka yhdellä latauksella oli lyhyt. Hartford Electric Light Company toteutti palvelun sähkökäyttöisten kuorma-autojen käyttöön välittömästi. [2]

Ensimmäinen ohjaustehostimella varustettu auto kehitettiin vuonna 1897, ja se toimi sähkömoottorilla. Vuonna 1898 Ferdinand Porsche rakensi 23-vuotiaana ensimmäisen autonsa Lohner Electric Chaisen (kuva 5). Autossa oli jokaisella vetävällä pyörällä oma sähkömoottori, ja se oli todistetusti maailman ensimmäinen etuvetoinen auto. [2]



Kuva 5. Lohner Electric Chaise (Porsche)

Nopeusennätys tehtiin sähköautolla vuonna 1898 Count Gastonin ajaessa Pariisissa 62,8 kilometrin tuntinopeudella Jeantaud-sähköautolla. Se sai lempinimekseen Electric Count. Maailmanennätys ei kuitenkaan ollut kauaa voimassa, sillä muutaman päivän päästä Camille Jenatzy teki uuden ennätyksen. [2]

Jenatzy ja Gaston vaihtelivat maailmanennätyksen haltijan paikkaa tiheästi vuonna 1899, Jenatzy kuitenkin rikkoi 100 kilometrin tuntinopeuden rajan ennätyksellä 105,88 kilometriä tunnissa. Ajoneuvo, jolla hän ajoi ennätyksen, sai nimekseen La Jamais Contente, suomeksi käännettynä ”Tyytymätön” tai ”Ei koskaan tyytyväinen (kuva 6). [2]



Kuva 6. La Jamais Contente [2]

Ensimmäinen tuotantoon siirtynyt sähköauto syntyi vuonna 1899 Baker Motor Vehicle Companyn toimesta [2].

2.3 1900-luvun alkuvaiheet

Vuonna 1900 38 % USA:n autoista oli sähköenergialla liikkuvia, 40 % liikkui höyryvoiman avulla ja 22 % toimi polttomoottorin tuottamalla voimalla. Uusi nopeusennätys tehtiin 1902 Walter Bakerin kuljettamalla ”Tietorpedolla”, jonka huippunopeudeksi mitattiin 167 kilometriä tunnissa. Se oli myös ensimmäinen turvavyöllä varustettu auto. Myöhemmin auton kerrottiin saavuttaneen epävirallisesti jopa 204 kilometrin tuntinopeus. Baker rakensi myös tehokkaamman ajoneuvon, mutta suistui kohti yleisöä tappaen kaksi sivusta katsojaa. Onnettomuuden jälkeen hän lopetti kisaamisen ja ennätysten tavoittelun, mutta hänen ensimmäinen virallinen nopeusennätyksensä oli voimassa 64 vuotta. [2]


Detroit Electric syntyi 1907 ja valmisti sähköautoja 13000 kappaletta vuosina 1907–1939. Jopa Henry Ford osti vaimolleen Claralle Detroit Electric C -mallin coupén, koska hänen vaimonsa suosi enemmän sähköautoja. C-mallin coupessa oli erikoinen lastenistuim. Lopulta Fordin perheeseen oli ostettu jopa kolme sähköautoa samaan aikaan, kun Ford oli aloittanut bensiinikäyttöisen T-mallin valmistamisen. [2]

Sähköinen käynnistinmoottori keksittiin 1912, ja tämä teki vanhan veivikäynnistyksen turhaksi, sillä nyt sitä voitiin hyödyntää polttomoottorikäyttöisissä autoissa. 1913 Ford aloitti T-mallin sarjatuotannon kehitettyään toimivan ja ensimmäisen nykyaikaisen kokoonpanolinjan autoteollisuudessa. Tämä aiheutti osaltaan sähköautojen katoamisen vuosien mittaan, sillä bensiinikäyttöisestä autosta saatiin jopa kolme kertaa edullisempi kuin sähköautosta. Lisäksi sähköautojen heikko toimintamatka karkotti asiakkaita, sillä bensiinikäyttöisellä pääsi pidemmälle ja tankkaus oli huomattavasti nopeampaa kuin sähköauton akkujen uudelleen lataaminen. Myös huippunopeudet olivat sähköautoilla huomattavan alhaiset verraten kilpailijoihin. [2]

Vuonna 1914 LIFE-lehdessä julkaistiin artikkeli, jossa puhuttiin sähköauton taloudellisuudesta ja sen yksinkertaisuudesta (kuva 7). Lehdessä kerrottiin sähköauton kuukausittaisista ylläpitokuluista, jotka olivat lehden mukaan 23,50 Yhdysvaltain dollaria kuukaudessa (sisältäen pesun ja kiillotuksen). Yksityisillä talleilla ylläpitokulut olisivat vain 5,73 dollaria. Renkaiden uusiminen tulisi kuukautta kohden maksamaan noin 2,78 dollaria. [2]

LIFE - FEBRUARY 5, 1914
Vol. 63 No. 1632
COPYRIGHT 1914, LIFE PUBLISHING CO.

241



The Economical Electric

EVERY motor car uses energy in some form to produce motion. The simple, safe, silent Electric is run by electric current—constantly decreasing in cost.


months' experience—was \$2.78 per month.

The Electric gives you all the luxury and distinctiveness of a limousine at far less expense.

Here are facts: a recent country-wide census of Electric owners showed the average cost of storage and service in public garages—including current, washing and polishing—to be \$23.50 per month. In private garages the average monthly cost for current was \$5.73. The average cost of tire renewal—ranging from 48 months to 15

Send Today for this Book
"The Story of the Electric Vehicle"

A beautifully printed booklet written with all the charm and interest of a story. Complete data about the Electric—cost of maintenance, simplicity of construction, early history, dependability, etc. Actual photographs of newest model Electrics. If you are interested in the Electric you will want this book. It is yours on request. Kindly address Department T

 **ELECTRIC VEHICLE ASSOCIATION OF AMERICA**
Boston 124 W. 42nd St., New York Chicago

Kuva 7. LIFE-lehden artikkeli, julkaistu helmikuussa 1914

Yksi jäljellä olevista sähköautovalmistajista, Milburn, myi yhtiönsä General Motorsille vuonna 1923. Myös 75-vuotias W. C. Anderson myi Detroit Electricin pois vuonna 1929, ja yhtiön viimeksi myyty sähköauto myytiin todennäköisimmin noin kolme vuotta aiemmin, vuonna 1926. [2]

3 Sähköauton taival 1950-luvulta 2000-luvulle

3.1 Henney Kilowatt (1950–1960-luku)

National Union Electric Company kehitti ja toi markkinoille Henney Kilowatt-sähköauton (kuva 8) yhteistyössä Henney Motor Companyn linja-auto-osaston kanssa vuosina 1959–1961. Yritys oli rakentanut linja-autoja jo vuodesta 1868 ja täten oli hyvin tunnettu nimi autoteollisuudessa yhteiskistään Packard Automobile Companyyn. [2; 4] Hen-

ney Kilowatt rakennettiin Renault Dauphinen koriin. Dauphine oli riittävän edullinen ja kevyt runko lähteä rakentamaan sähköautoa. Suuret lyijyakut nostivat auton painoa jopa yli tuhanteen kiloon, ja auto painoikin noin 350 kg bensiinimallista Dauphinea enemmän. Painon lisääminen johti alustan vahvistamiseen uusien ja vahvempien iskunvaimentimien sekä jousien avulla. Ylipainon vuoksi jouduttiin luopumaan takaistuintista, sillä Dauphinen kantavuus joutui koville akkujen painon myötä. [4]



Kuva 8. Henney Kilowatt -sähköauto

Dauphinet tilattiin Ranskasta ilman tekniikkaa ja niihin asennettiin sähkömoottori vetämään taka-akselia ja akkupaketit sijoitettiin sekä etutavaratilaan että taakse moottoritilaan. Autojen varusteluun kuului myös kiinteästi asennetut akkulaturit, mikä teki autosta helposti ladattavan missä tahansa, missä oli verkkovirtapistoke. [4]

Auton nopeutta ja sähkömoottorin jännitettä säädeltiin mekaanisella sähkökytkimellä, joka oli kuusiasentoinen. Kytkintä käytettiin tavallisen ”kaasupolkimen” avulla ja yhdisti sarjaan kytketyt akut sähkömekaanisten releiden välityksellä. Tämä teki ajamisesta yksinkertaista. Kojelaudassa oli ampeeri- ja volttimittarit, joiden välissä oli suunnanvaihtokytkin eteen ja taakse. Polttomoottoriauton tapaan lattiassa oli jarru- ja kaasupoljin, mutta sähkömoottori ei tarvinnut erillistä vaihteistoa. [4]

Vuoden 1959 mallit oli varusteltu 36 voltin sähköjärjestelmällä. Sähköjärjestelmä oli toteutettu kahdella sarjaan kytketyllä 18 voltin akulla. Näillä malleilla huippunopeus rajoittui noin 64 kilometrin tuntinopeuteen ja yhdellä täydellä latauksella pääsi noin 64 kilometrin pituisen matkan. Myöhemmin 36 voltin sähköjärjestelmä todettiin epäkäytännölliseksi, joten kehitettiin uusi, 72 voltin sähköjärjestelmä vuoden 1960 malleihin. Uuden auton sähköjärjestelmä oli toteutettu 12:lla sarjaan kytketyllä kuuden voltin akulla. Vuoden 1960 vuoden mallit olivat paljon edeltäjiään käytännöllisempiä. Uudemman mallin huippunopeus oli noin 97 kilometriä tunnissa, ja yhdellä latauksella pystyi kulkemaan noin 97 kilometrin pituisen matkan. [2; 5; 6]

Henney Kilowattia valmistettiin kahden vuoden tuotannon aikana 100 kpl ja vain 47 kpl näistä myytiin. Auton korkeahko hinta karkotti potentiaalisia asiakkaita, ja heikko myynti johti tuotannon lopettamiseen vuonna 1961. [5; 6] Joitain kappaleita jäi myymättä, ja ne seisoivat vuosia varastossa, kunnes ne myytiin välittäjälle, joka myi autot uudella Tiffany-nimellä. Ylimääräisiä Dauphinen koreja jäi ylitse Kilowattin tuotannon lopettamisen jälkeen. Nämä korit myytiin Renault-kauppiaalle, joka asensi niihin Renault Dauphinen tekniikan. Kauppias myi kyseiset kappaleet tavallisina Renault Dauphineina. [4]

3.2 1960-1980-luvut

1960- ja 1970-luvuilla kiinnostus heräsi uudestaan sähköautoja kohtaan, koska ympäristöasiat ja huoli USA:n kansainvälisestä öljyriippuvuudesta heräsi USA:ssa. Näiden myötä alettiin kehittää vaihtoehtoisia polttoaineita ja energianlähteitä vähentämään pakokaasupäästöjä ja vähentämään öljyriippuvuutta. [6]

Batronic Truck Company kehitti sähkökäyttöisen paketti-kuorma-auton, ja ensimmäinen saatiin käyttöön vuonna 1964. Auto kykeni saavuttamaan noin 40 kilometrin tuntinopeuden ja pääsi yhdellä latauksella noin 100 kilometrin pituisen matkan. Lisäksi auto pystyi kuljettamaan noin 1100 kg:n kuorman. [6]

Yhtiö kehitti General Electricin kanssa yhteistyössä 175 sähköenergialla toimivaa hyötyajoneuvoa vuosien 1973 ja 1983 välillä palveluteollisuuden käyttöön, ja samalla ne demonstroivat sähkökäyttöisten ajoneuvojen mahdollisuuksia. [6]

1970-luvulla yritettiin saada sähköautot nousuun useaan otteeseen. Yksi merkittävimmistä yrityksistä vuonna 1974, Vanguard-Sebring CitiCar (kuva 9) haki jalansijaa markkinoilta.



Kuva 9. Vanguard-Sebring CitiCar [6]

Auto kykeni saavuttamaan noin 70 kilometrin tuntinopeuden, ja yhdellä latauksella saattoi päästä jopa noin 100 kilometrin pituisen matkan. Yhtiöllä oli myös toinen lupaava menestysauto, Elcar. Elcar oli teknisiltä suorituskyvyiltään käytännössä samanlainen kuin CitiCar. Hintahaitari autoille oli 4000–4500 Yhdysvaltain dollaria. Autojen myynti näytti aluksi lupaavalta, mutta USA:n öljykriisin päätyttyä loppui myös sähköautojen kysyntä. [2; 6]

Sähköautojen heikon kysynnän vuoksi 1980-luvulla ei tapahtunut erityisen merkittävää sähköauton historian osalta. Merkittävin tapahtuma kyseiseltä vuosikymmeneltä on Saied Motain saavutus: hän ajoi yhdellä latauksella 370:n kilometrin pituisen matkan sähköautolla. [2]

3.3 Sähköauton paluu 1990-luvulla

General Motorsin puheenjohtaja Roger Smith esitteli tammikuussa 1990 Impact-sähköauton (kuva 10) Los Angeles Auto Show'ssa. Auto kehitettiin yhteistyössä Aero-Vironmentin kanssa. Alan Cocconi AC Propulsionista suunnitteli ja rakensi alkuperäi-

sen ohjainelektroniikan Impactiin, ja myöhemmin Hughes Electronics viimeisteli ohjainelektroniikan. Jo huhtikuussa 1990 Smith ilmoitti, että Impact tulee sarjatuotantoon. [2; 6]



Kuva 10. GM Impact [2]

1990-luvun alussa Kalifornian hallituksen ”puhtaan ilman virasto” CARB ryhtyi edistämään taloudellisempien ja vähäpäästöisempien ajoneuvojen kehitystä. Äärimmäinen tavoite Kalifornialla oli siirtyä kohti nollapäästöistä liikennettä esimerkiksi sähköajoneuvojen avulla. [2; 6]

Kuvassa 11 on GM:n EV1, joka saatiin markkinoille 1997. Auto oli saatavilla vain leasingsopimuksella. Ajoneuvolla pystyi yhdellä latauksella kulkemaan jopa 260 kilometrin pituisen matkan, ja se kykeni saavuttamaan noin 300 kilometrin tuntinopeuden. EV1 siis rikkoi sähköajoneuvon nopeusennätyksen, minkä lisäksi kustannukset kuukautta kohden olivat vain 250–500 USD. [2; 6]



Kuva 11. GM EV1, Impact -konseptin sarjatuotantomalli [2]

Myös monet muut autovalmistajat, kuten Toyota, Honda ja Ford, kehittivät ja julkaisivat useita sähköautomalleja GM:n lisäksi. Näiden autojen tuotanto kuitenkin lopetettiin ja jo olemassa olevat leasingsopimuksella olevat autot otettiin käyttäjiltään pois sopimuksen lopussa ja romutettiin valmistajien toimesta. Muutama kappale lahjoitettiin museoihin sekä oppilaitoksiin toimintakyvyttöminä. [2; 6; 7]

4 Sähköautot ja uutisointi 1800–1900-lukujen Suomessa

Sähköauton historiasta on hyvin vähän tietoa saatavilla Suomen osalta.

Vuonna 1899 on lyhyesti uutisoitu Uudenkaupungin Sanomissa ”sähkö-automobiilivaunuista”, jotka otettiin käyttöön Pohjois-Amerikassa [8]. Vuonna 1902 uutisoitiin New Yorkissa tulevasta koeajoretkestä, joka tehdään valmistuneella sähkö-automobiililla [9]. Vuonna 1912 Åbo Underrättelser -lehti uutisoi Tukholman postipalvelun aikomuksesta ottaa laajempaan käyttöön useampia elektromobiileja. Postinjohtaja on puoltanut elektromobiilien käyttöönottoa vahvasti edullisimpien kustannuksien puolesta. [10] Vuonna 1969 Länsi-Savon artikkelissa ”Kovaa taistelua sinisestä taivaasta”

puollettiin elektromobiilien kehitystä, jotta saataisiin kaupungeissa melu- ja päästöhaitat pienemmiksi. Lopussa kuitenkin todettiin, että melutonta ja hajutonta elektromobiilia ei saada pitkään aikaan yleiseen käyttöön. [11]

Ensimmäinen sähköauto löysi tiensä Suomen suuriruhtinaskuntaan vuonna 1909 Saksasta, auto tuli Helsingin palokunnan käyttöön ja toimi palveluksessa vuoteen 1921 saakka. Auto kykeni saavuttamaan noin 35:n kilometrin tuntinopeuden ja yhdellä latauksella sillä pystyi kulkemaan 25:n kilometrin pituisen matkan. Auto oli myös hyvin raskas ja usein paluu asemalle tapahtui hevosvedolla. [4; 12]

Suomen Posti ja sähköautokokeilut

Suomen Posti aloitti sähköautokokeilut vuonna 1988. Testiauto oli nimetty Finvaniksi ja se oli toteutettu Nesteen, Lokarin ja IVO:n kanssa yhteistyössä. Siitä tehtiin kaksi prototyyppiä ja myöhemmin testiä jatkettiin vuonna 1989 VW Jetta -sähköautolla. Vuonna 1990 IVO:n ja Nesteen kanssa kehitettiin sähkökäyttöinen pienpakettiauto Elcat. [4]

Vuonna 1990 Subarun pakettiauto muunnettiin Suomessa sähköautoksi ja näitä valmistettiin kaiken kaikkiaan noin 250 kpl, suurin osa Postin käyttöön. Ajoneuvon omapaino akkujen kanssa jäi noin 1400 kg:aan. Elcatilla pääsi jopa 80 kilometrin tuntinopeutta ja yhdellä latauksella ajotavasta riippuen noin 70–100 kilometriä. Energian auto otti 12:sta 12 voltin 45 ampeeritunnin lyijyakusta. Ajoneuvon käyttöjännite oli 72 voltia ja akusto painoi 410–460 kg. Auto hyödynsi myös jarrutuksesta saatavaa energiaa lataamalla akustoa jarruttaessa. [4; 12]

5 Sotien vaikutukset sähköauton kehitykseen

Ensimmäisen maailmansodan ja Suomen itsenäistymisen jälkeen Suomessa kärsittiin polttoainepulasta, joka jarrutti automobiilien yleistymistä maassamme. Korpivaara & Halla toi vuonna 1919 testitarkoituksessa maahan kaksi amerikkalaista sähköautoa, sillä bensiinikäyttöisiin ei saanut tuolloin tuontilisenssiä. [4]

Vuonna 1919 Detroit Electric, Milburn ja Raunch & Lang selvisivät toisen maailmansodan vaikutuksista ja influenssapandemiasta. Tuotanto kuitenkin hidastui ja sähköiset

käynnistinmoottorit ja valaisinjärjestelmät yhdistettynä bensiinikäyttöiseen moottoriin tekivät sähköautojen tuomat edut lähes merkityksettömiksi. [13]

6 Akkutekniikka ja toimintamatka

6.1 Akut kompastuskivenä

Nobel-palkittu tiedemies Linus Pauling (1901–1994) kehoitti ja varoitti luopumaan sähköautohankkeista, kunnes lyijyakkuja parempi akkutekniikka olisi kehitetty. Pauling oli myös ollut mukana Henney Kilowatt -projektissa. Hän muistutti, että lyijyakkujen suorituskyky ja toimintamatka eivät tulisi riittämään, ja oikeassa hän olikin. [4]

6.2 Lyijyakku

Lyijyakut olivat pitkään yleisessä käytössä, sillä parempaa akkutekniikkaa ei ollut keksitty ennen NiMH-akun keksimistä.

Ensimmäisen uudestaan ladattavan akkutyypin kehitti ranskalainen fyysikko Gaston Planté vuonna 1859. Kenno oli tehty kahdesta lyijylevystä, jotka oli kiedottu kumiliuskan ympärille. Lopuksi paketit upotettiin purkkiin, joka oli täytetty rikkihapolla. Pienen aktiivipinnan vuoksi akun kapasiteetti oli ensimmäisen latauksen jälkeen hyvin pieni. Kennoon saatiin varauskapasiteettia hieman, kun kenno ladattiin ja purettiin useaan kertaan. Negatiivisen levyn pinnalle muodostui huokoista lyijyä ja positiivisen levyn pinnalle huokoista hapetettua lyijyä latauksen jälkeen. [14; 15]

Ranskalainen kemian insinööri Camille Alphonso Faure teki parannuksia Plantén lyijyakuun 1800-luvun lopussa. Hän keksi uuden päällystysmenetelmän, jonka myötä akun kapasiteettia saatiin kasvatettua huomattavasti. Tämän myötä lyijyakuun saatiin laajempi aktiivinen pinta ja akun massatuotanto helpottui ja tuli myös edullisemmaksi. Lyijyapun etuja ovat edullinen hinta, käyttövarmuus sekä vähäinen huollon tarve. Haittapuolina kyseisessä akkutyypissä ovat korkea paino ja sähköautoja ajatellen heikko virransaanti sekä lyhyt toimintamatka. [14; 15]

Lyijyakun toimintaperiaate on seuraavanlainen: Tämän tyyppisessä akussa käytetään elektrolyyttinä 37 prosentista rikkihappoa ja elektrodeina kahta lyijylevyä. Rikkihappoliuoksen konsentraatio laskee akun purkautuessa, jolloin voidaan mittaamalla selvittää rikkihapon tiheys. Ladatessa rikkihappoliuoksen konsentraatio kasvaa. Akun ollessa tyhjä molemmat lyijylevyt ovat peittyneet lyijysulfaatilla. [14; 15]

Akku koostuu seuraavista osista:

1. kansi
2. kennojen korkit
3. akkunavat
4. kennot/kennosto, joissa on elektrolyytti sekä levyt.

Akkukennot sekä levyt ovat lyijyä, joten ne ovat myös herkästi rikkoutuvia. [15]

6.3 NiMH-akku

Nikkelimetallihydridiakku kaupallistettiin vasta 1980-luvun lopulla ja ajoneuvosovelluksiin se otettiin käyttöön 1990-luvun lopulla, mutta laajemmin se yleistyi 2000-luvun alussa. NiMH-akku on nimetty alkaliakuksi, koska siinä käytetään elektrolyyttinä kaliumhydroksidia. Uudelleen ladattavat alkaliakut ovat markkinakuninkaita alla luetelluista syistä:

1. Elektrolyytin korkea ominaissähkönjohtavuus sallii korkeaa tehoa vaativat sovellukset.
2. Akkukenno voi olla suljettu, mikä vähentää huoltotarvetta ja vuoto-ongelmia.
3. Toimintakyky säilyy laajalla lämpötila-alueella.

4. Pitkäaikaisominaisuudet kompensoivat korkeampia alkukustannuksia muihin tekniikoihin verrattuna.
5. Sillä on korkea energiatiheys ja edulliset kustannukset suhteessa kapasiteettiin.
[16]

NiMH-akut kehitettiin vastaamaan lukuisia kuluttajien ja käyttökohteiden vaatimuksia, joten akulla on useita tärkeitä ominaisuuksia, kuten muun muassa uudelleenkierrätysominaisuudet, korkea teho ja energiatiheys sekä pitkäikäisyys. Tämä akkutyypin soveltuu lähes mihin sovellukseen vain, joissa tarvitaan suuria virtoja ja syväpurkauksia.
[16]

Elektrolyytti on NiMH-akussa kaliumhydroksidi-vesiliuos, jolla on hyvä sähkönjohtavuuskyky ja joka ei yleensä laajene kennoreaktiossa merkittävän laajalle alueelle. Elektrolyyttikonsentraatio pysyy melko tasaisena koko latauksen tai purkamisen ajan. Näiden tekijöiden myötä NiMH-akku on hyvin korkeatehoinen ja sillä on pitkä elinkaari oikein käytettynä. [16]

NiMH akun aktiivaine on koottu metalliseoksesta tai metallioksideista, jotka ovat ladatussa tilassa suhteellisen hyviä johteita. Akku voidaan myös suunnitella lähes minkä kokoiseksi tahansa kapasiteetiltaan aina kymmenistä milliampeeritunneista satoihin tuntiampeereihin tai jopa suuremmaksi. Teräksen ja elektrolyytin yhteensopivuuden myötä akut voidaan tehdä teräksisistä tölkeistä, jotka ovat hyvin rosoisia. NiMH-akku on osoittautunut kelvolliseksi akuksi esimerkiksi liikenteen sovelluksissa että apuvirran antajana. Tämä monipuolisuus johtaa jatkuvasti NiMH-akkujen uusiin sovelluksiin, joissa suorituskyky ja ympäristötekijät ovat äärimmäisen tärkeitä. [16]

7 Katoaminen 2000-luvun alussa

7.1 Kalifornian nollapäästötavoite ja autovalmistajat

CARB hyväksyi vuonna 1990 Kalifornian osavaltiossa uuden lain, joka asetti autovalmistajille vaatimuksia liittyen siihen, minkälaisia ajoneuvoja tulisi valmistaa, jotta valmistajat saavat myydä autojaan Kaliforniassa. Käytännössä tavoite oli päästä liikenteen

aiheuttamista päästöistä eroon täysin, mutta porrastetusti. Autovalmistajien tuli valmistaa vuonna 1998 kaksi prosenttia valmistamistaan autoista päästöttöminä, vuonna 2001 viisi prosenttia ja 2003 10 prosenttia. Nollapäästötavoite ja uusi laki käytännössä ajoivat autovalmistajat tilanteeseen, jossa niiden täytyi valita, noudattavatko ne säädöstä vai vastustavatko sitä. Alkuun ne päätyivät tekemään molempia. [2; 7]

GM:n valmistama EV1-sähköauto saavutti suuren suosion julkisuudessa esiintyneiden henkilöidenkin parissa, esimerkiksi Tom Hanks ja Mel Gibson kehuivat kyseistä ajoneuvoa ja ajoivat mielellään sillä. EV1 oli paitsi edullinen myös äänetön, hajuton ja hauska ajaa. Vaikka moni suosi sähköautoja, oli silti paljon ihmisiä jotka eivät osanneet ottaa asiaan kantaa tai heillä oli mielikuva, että sähköauto on tylsä ja pieni eli täysin epäkäytännöllinen. Useat haastatellut kuitenkin olivat hyvin kiinnostuneita sähköautoista, kun heille kerrottiin hieman, mistä koko ideassa on kyse. [7]

Kaliforniassa perustettiin ryhmiä, jotka vastustivat uutta lakia ja sähköautoja. Yksi näistä ryhmistä oli "Kalifornialaiset yleishyödyllisten yhtiöiden väärinkäytöksiä vastaan", joka vastusti latausasemien rakennuttamista verorahoilla. Ryhmän kannattajat eivät välttämättä edes tieneet, mitä he olivat oikeasti vastustamassa. Sähköautojen kannattajat olivat lähettäneet näille jäsenille kirjeitä, joissa kertoivat sähköauton tuomista eduista, minkä jälkeen moni nimi hävisi ryhmän kannattajalistalta. Tarkempi selvitys kuitenkin paljasti, että listalla oli vain nimellisiä kuluttajajärjestöjä, joiden rahoitus tuli lähes kokonaan öljy-yhtiöiltä. [7]

7.2 Öljy-yhtiöiden vaikutukset

Öljy-yhtiöt maksoivat kansainvälisille mediayhtiöille. Julkaistuissa teksteissä väitettiin esimerkiksi sähköautojen tuomien hyötyjen ja ympäristövaikutusten olevan tässä vaiheessa arveluttavia. Tekstien sisältö oli myös seuraavanlaista: Mikäli sähköautot olisivat yleistyneet, olisi tämä tarkoittanut energian tuotannon vähentämistä öljyn avulla. Tämän vuoksi pitäisi hiilienergian tuottamista kasvattaa ja toisi ei-toivottuja ympäristöhaittoja. Tällä hetkellä noin 55 prosenttia USA:n energiasta tuotetaan hiilivoimaloiden avulla. Hiilellä tuotetun energian lisääminen toisi suuressa mittakaavassa enemmän haitallisia päästöjä kuin sähköautot vähentävät. [7]

Vastalauseeksi Kalifornian energiatoimikunta teki useita tutkimuksia, jotka osoittavat sähköautoilun olevan energiatehokkaampaa sekä vähemmän saastuttavaa huolimatta hiilivoimaloiden energiantuotannon lisäämisestä. [7]

Sähköautoja vastustavat tahot toivat esille lisää argumentteja, joista esimerkiksi yksi liittyi oikeudenmukaisuuteen. Tämän mukaan vain rikkailla olisi varaa ostaa sähköautoja. Toiseksi autovalmistajien mukaan Kalifornian uusi laki olisi liian vaativa valmistajia kohtaan, sillä ne eivät pystyisi valmistamaan niin paljon sähköautoja vaadittavalla aikataululla. [7]

Kalifornialla on edessään uudenlainen haaste: mitä tehdä kun autovalmistajat eivät noudattaisi uusia säädöksiä? Tämä johti neuvotteluun, jossa päädyttiin kompromissiin. Autovalmistajat saivat hieman joustoa. Lakia muutettiin siten, että valmistajien täytyisi tuoda markkinoille ja valmistaa sähköautoja kysynnän mukaan. Käytännössä autoyhtiöiden täytyisi todistaa, ettei sähköautoille ole kysyntää, mikäli ne eivät haluaisi näitä valmistaa. [7]

7.3 Markkinointi

GM:n EV1:n kehitys-myyntiryhmä kehotti käyttämään markkinoinnissa seuraavaa kolmea kysymystä: Kuinka paljon? Kuinka nopeasti? Kuinka kauas? Todellisuudessa näin ei kuitenkaan tehty, eikä EV1:stä mainostettu komeiden tai kauniiden ihmisten avulla, kuten monia muita polttomoottorilla varustettuja malleja. EV1:n mainosten tarkoitustakin voidaan pitää kyseenalaisena: oliko niiden tarkoitus pelotella potentiaaliset asiakkaat pois vai houkutella heitä? [7]

GM:n hallituksen puheenjohtaja Dave Barthmussin mukaan GM:n päämäärä oli luoda täysin toimiva sähköauto, joka toisi GM:lle myös kaupallisesti toteuttamiskelpoisen yritystoimintamallin. Yritys käytti myös yli miljardi Yhdysvaltain dollaria markkinointiin vuosina 1996–2000, minkä tuloksena GM onnistui tekemään 800 leasingsopimusta EV1:stä. [7]

Kehitysryhmän mukaan se loi autolle jonotuslistan, johon saatiin kerättyä useita tuhansia nimiä. GM katsoi tämän kuitenkin perustuvan vain hatariin todisteisiin. Dave Barth-

mussin mukaan 4000 nimen jonotuslista supistui 50 nimeen laajemman kyselyn jälkeen. Kehitystiimi kertoi kuitenkin, että GM on vasta vähän aiemmin myöntänyt kyseisen listan olemassa olon ja perustellut listan supistumista sillä, että auton rajoituksista kertomisen jälkeen listalle jäi vain 50 nimeä. Kehitystiimi muistutti, että markkinointia ei aloiteta kertomalla kyseisen tuotteen rajoituksista ja sivuuttamalla sen edut. [7]

7.4 CARBin kanta

Kun ympäristötieteilijä Alan Lloyd valittiin CARBin puheenjohtajaksi, heräsi sähköauton kannattajissa toivo tulevaan, sillä Lloyd oli siinä käsityksessä, etteivät valmistajat tehneet tarpeeksi sähköautojen eteen. Tuolloin hän ajatteli, että valmistajia tarvitsee niin sanotusti vain ruoskia enemmän. GM kuitenkin sulki hiljalleen koko EV1:n tuotantolinjan sekä myyntiryhmän. Samaan aikaan presidentti Bushin hallitus myönsi 1,2 miljardin dollarin rahoituksen polttokennoautojen kehitykseen, vaikka todellisuudessa polttokennoauton yleistyminen on erittäin hankalasti toteutettavissa. [7]

CARBin kokous päätti kuitenkin, mihin suuntaan valmistajat tulevat viemään kehityksensä vähäpäästöisten autojen osalta. Kokouksessa ajoneuvovalmistajien edustajille annettiin rajattomasti aikaa esittää kantansa toisin kuin sähköautojen edustajille ja puolestapuhujille. Sähköautojen edustajille oli luvattu 10 minuutin puheenvuoro, joka supistettiin kuitenkin kolmeen minuuttiin. He eivät saaneet siis kunnolla esittää kantaansa ja todisteita sähköautojen puolesta. Alan Lloyd jätti myös täysin huomiotta uuden tiedon akkuteknologian kehityksestä. Lopputuloksena CARB kumosi Kalifornian lain nollapäästöisten autojen valmistuksesta huhtikuussa 2003. [7]

7.5 Autovalmistajat

Lähes kaikki autovalmistajat olivat tehneet sähköajoneuvoista vain leasing-sopimuksia, eivätkä myyneet yhtään autoa. Esimerkiksi Honda, GM ja Ford eivät antaneet leasing-sopimuksen päätyttyä auton käyttäjille mahdollisuutta lunastaa autoja, vaan pysyivät toimitettavaksi tai hakivat ne pois. Myöhemmin valmistajat lahjoittivat joitakin kappaleita yliopistoille ja museoihin toimintakyvyttöminä, suurin osa kuitenkin romutettiin. GM:n Dave Barthmuss kertoi, että yksikään EV1 ei mene suoraan romutettavaksi, vaan jokainen osa jokaisesta tehdystä autosta kierrätettäisiin. Aktivistien keräämät valo- ja

videokuva todisteet kertovat kuitenkin täysin päinvastaista. GM ei myöskään huomionnut aktivistien tarjousta ostaa kaikki jäljellä olevat EV1:t. [7]

7.6 Syylliset tahot sähköautojen häviämiseen/tuhoon

Sähköautojen kehityksen yhtäkkiseen katkokseen ja jo tiellä liikkuvien yksilöiden häviämiseen on useampi kuin yksi syy tai syyllinen. Tämä päätelmä pohjautuu täysin dokumenttielokuvaan ”Who Killed The Electric Car”.

7.6.1 Kuluttajat ja mainonta

Kovin moni kadulla haastatelluista ei ollut kuullut esimerkiksi GM EV1:stä, mutta vaikuttivat olevan hyvin kiinnostuneita autosta sen jälkeen, kun heille kerrottiin tästä asiasta.

Kuluttajat ostavat tuotteen, mikäli sitä markkinoidaan oikein. Potentiaaliset asiakkaat täytyisi siis vakuuttaa, että sähköauto on ympäristöystävällinen, edullinen ja omaa riittävän toimintasäteen. Näin kuluttajat kokisivat auton tarpeelliseksi ja alkaisivat harkita sähköauton hankkimista. Esimerkiksi SUV-mallisten autojen alkuaikoina monikaan ei ollut suuremmin innostunut ideasta, sillä SUV:t ovat isoja, tarvitsevat tilaa ja kuluttavat tottumusta enemmän polttoainetta. [7]

7.6.2 Akkuteknologia

Vielä 1990-luvulla käytettiin autoissa ja sähköautoissa lyijyakkuja, joiden avulla saatiin sähköautojen toimintasäde noin 100 kilometriin. GM EV1:n aikaan oli jo kuitenkin saatavilla NiMH-akkuja, joiden avulla olisi voitu nostaa sähköauton toimintasäde ihmisten haluamalle tasolle, 160 kilometriin tai jopa vielä korkeammaksi. [7]

GM osti myös Ovshinskyn akkuyhtiöstä enemmistön, mutta tästä huolimatta se ei käyttänyt tätä hyödyksi sähköautossaan. GM myi hieman myöhemmin osuutensa Texacolle, joten öljy-yhtiöt pääsivät nyt päätösvaltaan tämän akkuteknologian myynnistä ja käyttöalueesta. Mikäli sähköautot ja uusi akkuteknologia olisivat yleistyneet, se olisi vähentänyt öljy-yhtiöiden tekemää voittoa jo noin puolen vuoden jälkeen. [7]

7.6.3 Autovalmistajat

Autovalmistajat eivät uskoneet sähkö- ja hybridi ajoneuvojen suosioon. Ne eivät myöskään uskoneet pystyvänsä tekemään voittoa näiden ajoneuvojen avulla. Toyota Prius on todisteena, että hybridi ajoneuvoillakin voidaan tehdä voittoa koko ajan, mutta esimerkiksi GM väitti, ettei se tiedä, kuinka se on mahdollista. Valmistajat eivät innostuneet Kalifornian nollapäästötavoitteesta ja uudesta laista, koska se määräsi, millaisia ajoneuvoja tehtaiden täytyisi valmistaa tulevaisuudessa. Autoteollisuus olisi menettänyt varaosamyynnistä saatavia tuloja, sillä esimerkiksi öljynsuodattimet, kytkimet ja moottorin ilmansuodattimet olisivat sähköautojen yleistyessä jääneet myynnin osalta vähäiseen rooliin. [7]

7.6.4 USA:n valtio

Valtio ei myöntänyt verohelpotuksia tai rahoitusta sähköajoneuvoille, mutta antoi suuria veroetuja suurille ja paljon kuluttaville polttomoottoriautoille. Se myönsi myös suuren rahoituksen polttokennoautojen kehitykselle. Hallitus liittyi valmistajien kanteeseen, jonka päämääränä oli kumota Kalifornian uusi laki. Valmistajat tarvitsevat kuitenkin lainsäädäntöpainetta kehittääkseen ympäristöystävällisempiä ajoneuvoja ja turvallisuuden kehittämiseen. Muun muassa seuraavien asioiden toteutumiseen tarvittiin lait: turvavyöt, turvatyyny, katalysaattori ja kulutus laskemaan 20:stä 12 litraan 100 kilometriä kohden. [7]

7.6.5 CARB

Alan Lyodin mukaan valmistajat vakuuttivat hänet, etteivät ne pysty valmistamaan näin paljon sähköajoneuvoja vaaditussa aikataulussa. Lyod otti kuitenkin noin neljä kuukautta ennen tärkeää CARBin kokousta vastaan puheenjohtajan viran polttokennoyhtiöstä. Monen mielestä Lyod ei myöskään onnistunut johtamaan CARBia sähköautojen kannalta oikeaan suuntaan. [7]

7.6.6 Polttokennoauto

Huolimatta siitä, että todellisuudessa polttokennoautojen kehitys ja yleistyminen on erittäin hankalaa nykyisellä tiedolla ja teknologialla, hallitus myönsi 1,2 miljardin dollarin

rahoituksen kehitykselle. Tankkauspisteitä on tällä hetkellä hyvin vähän, vaikka pelkääntään USA:han vaadittaisiin vähintään 10 000-20 000 tankkausasemaa, jotta kukaan kiinnostuisi tuotteesta. 2000-luvun alussa polttokennoautoilla on myös hyvin heikko toimintasäde, noin 160–200 kilometriä täydellä tankilla. Kestävyys ei ole kovin imartelevaa, eikä tekniikka toimi kylmässä kovinkaan hyvin. [7] Nykytekniikalla päästään jo 500 kilometriin. [8]

Tällä hetkellä viisi suurinta estettä polttokennoauton yleistymiselle ovat seuraavat:

1. Yksi polttokennoauto maksaa noin miljoona dollaria.
2. Nykyisellä teknologialla tankin kapasiteettia ei saada riittäväksi.
3. Polttoaine noin 2–3 kertaa kalliimpaa kuin nykyinen bensiini.
4. Tankkausinfrastruktuurin rakentaminen kallista ja tarvitsee aikaa.
5. Kilpailevia vaihtoehtoja syntyy, esimerkiksi hybridi- ja sähköautotekniikka kehittyvät koko ajan.

7.6.7 Johtopäätökset

Syyllisinä voidaan pitää seuraavia tahoja: autovalmistajia öljy-yhtiöitä, CARBia, kuluttajia, USA:n hallitusta ja polttokennoautoja. Syyttöminä osapuolina voidaan pitää akkuteknologiaa sekä sen kehitystä ja kuluttajia. Akkuteknologia on ollut riittävän kehittyntä ja yleisesti saatavilla jo GM EV1:n aikaan. [7]

8 Sähköautot nykypäivänä

Sähköautojen koko historian ajan on toimintamatka pysynyt suhteellisen pienenä, ja niitä on myös pidetty pieninä ja epäkäytännöllisinä ajoneuvoina. Kehityksen aikana yhdellä latauksella on päässyt kulkemaan 20 kilometristä noin 100 kilometriin. Joillakin malleilla, kuten EV1:llä on päästy kuitenkin jo yli 100 kilometrin pituisiakin matkoja. Sähköautojen toimintamatkat ovat kuitenkin viime vuosina kasvaneet ja ovat tällä het-

kellä pidentymässä entisestään. Tässä tarkastelussa tuodaan esiin Nissan Leaf. Nissan Leaf on Nissanin valmistama täyssähköauto, joka on tullut yleisille markkinoille 2010–2011. Toimintamatkassa on tapahtunut jo muutamassa vuodessa hyvin suuria muutoksia. [2; 6; 7; 18; 19] Tässä luvussa sivutaan myös Volkswagen e-Golfia.

8.1 Nissan Leaf

Leafin ensimmäinen markkinoille tullut vuoden 2011 malli on hyvin samankaltainen kuin ”normaali” bensiinikäyttöinen henkilöauto. Autossa on kuljettajan lisäksi neljälle matkustajalle paikka ja ovia on tuttuun tapaan neljä sekä tavaratilan kansi. Sähkömoottori tuottaa noin 107 hevosvoiman maksimitehon ja huippunopeus on kiitettävä, noin 150 kilometriä tunnissa. Auto myös kiihtyy käyttäjäkokemusten mukaan ripeästi, lisäksi muita hyötyjä ovat muun muassa edulliset ajokilometrit ja nollapäästöt. Haittapuolina ovat korkea lattia takaistuinten jalkatilassa ja latausinfrastruktuurin suppeus. [18; 20]

Ensimmäistä Leafia on kehitetty ajoiltaan hyvin vakaaksi, sillä akkupaketti sijaitsee lattias-
assa ja auton takaosassa (kuva 12). [20] Nissan Leafin 2013 markkinoille tullut malli on
hieman päivitetty ja edullisempi edelliseen verraten. Tässä mallissa ei ole tapahtunut
toimintamatkan suhteen merkittäviä muutoksia; toimintamatka on noin 15 prosenttia
pidempi yhdellä latauksella vuoden 2011 malliin verraten. Lämpötilaerot sekä kuljetta-
jan käyttämä ajonopeus vaikuttavat huomattavan suuresti auton toimintamatkaan. [22]



Kuva 12. Nissan Leafin läpileikkauskuva [18]

Nissan Europen mukaan vuoden 2016 malli Leafista tarjoaa edellisimalleihin huomattavasti pidemmän toimintamatkan, jopa 250 kilometriä. Toimintamatkalupaus perustuu eurooppalaiseen, lähinnä kaupunkiajtoa mallintavaan NEDC-ajosykliin ja normaalissa maantieajossa se jää väistämättä pienemmäksi. Yhdysvalloissa käytettävässä EPA-ajosyklissä, joka ottaa maantieajon huomioon paremmin, Leafin toimintamatra jää noin 170 kilometriin. Ero selittyy muun muassa sillä, että Yhdysvaltojen käyttämässä testissä aika, matkanopeus ja matkat ovat huomattavan paljon pidempiä. Lisäksi NEDC-testissä ei käytetä lisälaitteita, kuten ilmastointia tai ajovaloja, kun taas Yhdysvaltain testeissä lisälaitteita ja varusteita käytetään. [21]

8.2 Volkswagen e-Golf

VW e-Golf on ulkoisesti samanlainen kuin bensiini- tai dieselkäyttöinen Golf, suurimmat eroavaisuudet löytyvätkin kuoren alta. Polttomoottorin tilalla on sähkömoottori, joka tuottaa 115 hevosvoimaa ja 270:n newtonmetrin vääntömomentin. Akusto on sijoitettu taka-akselin väliin ja tämän nimelliskapasiteetti on 24,2 kWh. Akkujärjestelmä painaa 318 kg ja auton omamassa on 1585 kg (kuva 13). [23]



Kuva 13. Lämpöleikkauskuvat E-Golfista [19]

E-Golf kiihtyy 0:sta 100 kilometrin tuntinopeuteen reilussa kymmenessä sekunnissa ja auton huippunopeus on rajoitettu 145 kilometriin tunnissa. Normaalin Golfin tapaan tässäkin on viisi istumapaikkaa, kuljettajan lisäksi siis neljä matkustajan paikkaa. Toimintamatka vaihtelee 130 kilometrin ja 190 kilometrin välillä muun muassa lämpötilavaihtelujen vuoksi ja kuljettajan ajotavasta riippuen. [19; 23; 24]

9 Yhteenveto

Tämä insinöörityö on lyhyt ja selkeä tietopaketti sähköautojen historiasta kiinnostuneille. Tämän työn pohjalta voidaan kertoa, että sähköautojen yleistyminen ei ole ollut mahdollista ennen vuosia 1980–1990. Vasta tuolloin alettiin syvemmin tutkia akkuteknologian parantamista ja toimintamatkan pidentämistä. 2000-luvun alussa sähköautot ovat vähitellen alkaneet yleistyä maailmanlaajuisesti. Etenkin hybridautot ovat kasvattaneet suosiotaan.

2000-luvun alussa hybridauto oli paras vaihtoehto, tekniikka kehittyntä ja plug-in-hybridit tekivät tuloaan. Tekniikka tyydyttää paitsi ympäristösuojelijat, myös öljy-yhtiöt ja autovalmistajat. Hybridi tarjoaa siis jokaiselle hieman jotakin, eikä toimintasäteestä tarvitse olla huolissaan, koska bensiinimoottorin avulla matka jatkuu sähköenergian loppuessa. [7] Nykyisin plug-in-hybridit ovat jo yleistyneet ja valmistajat tuoneet yleisille markkinoille useita malleja.

Nykypäivänä sähköautot pystyvät tarjoamaan jo suurelle yleisölle riittävän toimintamatkan ja tekevät tuloaan. Edullisemmat, noin 30 000–40 000 euron arvoiset täyssähköautot, kuten Nissan Leaf ja VW e-Golf, tarjoavat jo yli 100 kilometrin toimintasäteen sekä käytännölliset matkustus- ja tavaratilat. Pikalatausasemat ovat myös yleistyneet laajalti. Latausasemia löytyy ainakin suurimpien liikenneasemien pysäköintialueilta. Tästä työstä on jätetty Tesla Motors käsittelemättä, koska työn tarkoitus on keskittyä sähköauton historiaan ja Teslan tarjoamat automallit ovat huomattavasti korkeammassa hintaluokassa kuin Leaf tai e-Golf.

Lähteet

- 1 The invention of the electric motor 1800-1854. Verkkodokumentti. Karlsruhe institute of technology. <<https://www.eti.kit.edu/english/1376.php>>. Luettu 17.9.2015.
- 2 The Evolution of Electric Cars. 2014. Verkkodokumentti. Zachary. <<http://sustainnovate.ae/en/innovators-blog/detail/evolution-of-electric-cars>>. Luettu 17.9.2015.
- 3 Prologue – Preparing the way for the Columbia cars, and the formation of the Electric Vehicle Company. 2011. KC Studio. <<http://www.kcstudio.com/electrobat.html>>. Luettu 17.9.2015.
- 4 Tirkkonen. Veli. 2013. Sähköauto. Retro Auto Moto nro 91, s. 25-30.
- 5 Henney Kilowatt Electric car – 1959-1960. Verkkodokumentti. 2009-2013. Electricandhybridcars.com. <<http://electricandhybridcars.com/index.php/pages/HenneyKilowattElectricCar.html>>. Luettu 18.9.2015.
- 6 Electric Vehicles History Part V. Verkkodokumentti. 2010. Electric vehicles news. <<http://www.electricvehiclesnews.com/History/historyV.htm>>. Luettu 18.9.2015.
- 7 Who killed the electric car? Dokumenttielokuva. 2006. Papercut Films.
- 8 Toyota lupaa myydä vetyautoja ensi vuonna. Verkkodokumentti. 2014. Digi-today.fi. <<http://www.digitoday.fi/tiede-ja-teknologia/2014/01/07/toyota-lupaa-myyda-vetyautoja-ensi-vuonna/2014196/66>>. Luettu 1.11.2015.
- 9 Pikkutietoja. Kolumni. 1899. Uudenkaupungin Sanomat nro 4.
- 10 Niitä näitä. 1902. Kaiku nro 67.
- 11 Elektromobilen i posttjänst. 1912. Åbo Underrättelser nro 317.
- 12 Kovaa taistelua sinisestä taivaasta. 1969. Länsi-Savo nro 338.
- 13 Kuusisto, Olli. 2013. Aurinkoautoista velomobiiliin: kokemuksia ja kokeiluja uus-energialla 1. Rebellis.
- 14 Electric cars. Verkkodokumentti. Edison tech center. <<http://www.edisontechcenter.org/ElectricCars.html>>. Luettu 19.9.2015.

- 15 Lead-acid battery history. Verkkodokumentti. Lead-acid.com. <<http://lead-acid.com/lead-acid-battery-history.shtml>>. Luettu 12.10.2015.
- 16 Akut ja paristot. 2013. Verkkodokumentti. Jani Tuovinen. <http://akutjaparistot.blogspot.fi/2013_04_01_archive.html>. Luettu 12.10.2015.
- 17 Kopera, John J. C. Inside the Nickel Metal Hydride Battery. 2004. Verkkodokumentti. <http://www.cobasys.com/pdf/tutorial/InsideNimhBattery/inside_nimh_battery_technology.html>. Luettu 13.10.2015.
- 18 Michael Austin. Nissan Leaf SL – Short Take Road Test. 2010. Verkkodokumentti. <<http://www.caranddriver.com/reviews/2011-nissan-leaf-sl-test-review>>. Luettu 13.10.2015.
- 19 Volkswagen E-Golf Review. 2015. Verkkodokumentti. Plugincars.com. <<http://www.plugincars.com/volkswagen-electric-e-golf-blue-e-motion>>. Luettu 13.10.2015.
- 20 2011 Nissan Leaf. 2013. Verkkodokumentti. Cars.com. <<http://www.cars.com/nissan/leaf/2011/snapshot/>>. Luettu 13.10.2015.
- 21 John Voelcker. 2016 Nissan Leaf Range: 107 Or 155 Miles? Why Test Cycles Can Be Deceptive. 2015. Verkkodokumentti. <http://www.greencarreports.com/news/1100055_2016-nissan-leaf-range-107-or-155-miles-why-test-cycles-can-be-deceptive>. Luettu 13.10.2015.
- 22 John Voelcker. Nissan Leaf – Review. 2013. Verkkodokumentti. <http://www.thecarconnection.com/overview/nissan_leaf_2013#mainReview>. Luettu 13.10.2015.
- 23 Volkswagen sähköautot ja hybridit. 2015. Verkkodokumentti. Volkswagen Suomi. <http://www.volkswagen.fi/vv-auto/vw5.nsf/html/volkswagen_sahkoautotjahybridit?open>. Luettu 13.10.2015.
- 24 Saul Lopez. Volkswagen e-Golf test drive. Verkkodokumentti. 2015. <<http://teslaroadtripeurope.blogspot.fi/2015/09/volkswagen-e-golf-test-drive.html>>. Luettu 1.11.2015.