

TAMPEREEN YLIOPISTO  
Johtamiskorkeakoulu

AJONEUVOTEOLLISUUDEN  
STRATEGINEN HAASTE

Yrityksen johtaminen  
Pro gradu –tutkielma  
Syyskuu 2011  
Ohjaaja: Kari Lohivesi

Petri Jormanainen

# TIIVISTELMÄ

Tampereen yliopisto Johtamiskorkeakoulu, Yrityksen johtaminen

Tekijä: PETRI JORMANAINEN  
Tutkielman nimi: Ajoneuvoteollisuuden strateginen haaste  
Pro gradu tutkielma: 117 sivua, 1 liitesivu  
Aika: Syyskuu 2011  
Avainsanat: Ajoneuvoteollisuus, strateginen haaste, teknologinen kehitys, ajoneuvojen sähköistyminen

---

Tutkimuksen aiheena on ajoneuvojen sähköistyminen eli sähköä voimanlähteenä käyttävien hybridi- ja sähköajoneuvojen ilmestyminen markkinoille. Tutkimuksen kohteena ovat ajoneuvoteollisuuden teknologiseen kehitykseen vaikuttavat toimintaympäristön muutosajurit sekä strateginen haaste, jonka sähkö- ja hybridiajoneuvojen mahdollinen renessanssi asettaa ajoneuvoteollisuudelle

Tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä on tarkasteltu yrityksen strategista haastetta valintana eksploraatiivisten, nykyistä osaamista ja liiketoimintamahdollisuuksia painottavien, sekä eksploraatiivisten, uuden osaamisen hankkimiseen ja tulevaisuuteen suuntaavia mahdollisuuksia painottavien, aktiviteettien välillä. Tutkimuksessa on tarkasteltu etenkin teknologista kehitystä ja tämän yhteyttä yrityksen strategisiin valintoihin. Tämän ymmärtämiseksi viitekehyksessä otettiin huomioon myös muussa toimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia.

Vaikuttaa todennäköiseltä, että ajoneuvoteollisuus on lähestymässä strategista murroskohtaa, sillä markkinoilla on kasvavissa määrin sähkömoottoritekniologia käyttäviä ajoneuvoja. Tarkasteltaessa ajoneuvoteollisuuden eri toimijoiden valintoja, voidaan nähdä eroja suhtautumisessa uuteen teknologiaan. Japanilaiset ajoneuvonvalmistajat Toyota ja Honda ovat olleet erittäin aktiivisia hybriditekniologian kehittämisessä jo 1990-luvun puolivälistä saakka, kun muut valmistajat heräsivät kehitystyöhön vasta 2000-luvun alussa.

Tutkimustulosten valossa voidaan esittää, että sähkö- ja hybridiajoneuvojen markkinoille tuomiseen johtanut teknologinen kehitys ajoneuvoteollisuudessa ei ole ollut niinkään seurausta teknologisesta läpimurrosta vaan ajoneuvoteollisuuden toimintaympäristössä tapahtuneista muutoksista kasvaneen poliittisen sääntelyn, öljyn hinnan vaihteluiden sekä ilmastomuutoksen uhan edessä. Toimintaympäristön paine löytää vaihtoehtoja kohta 100 vuotta hallinneelle polttomoottoritekniologialle asettaa ajoneuvoteollisuuden toimijat strategisen haasteen eteen; Tulisiko niiden jatkaa olemassa olevan teknologisen osaamisen eksploraatiivista parantamista vai suuntautua eksploraatiivisemmin kehittämään uutta teknologista osaamista ja liiketoimintamalleja pyrkiessään kohden ympäristöystävällisempiä ajoneuvoja?

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1. JOHDANTO.....</b>	<b>1</b>
1.1 AUTOMOBILIALLA TUTKIMUSKOHTENA.....	1
1.2 TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	12
1.3 KESKEISET KÄSITTEET.....	13
1.4 TUTKIMUSMETODOLOGIA.....	14
1.5 TUTKIMUSRAPORTIN RAKENNE.....	19
<b>2. TEKNOLOGINEN KEHITYS STRATEGISENA HAASTEENA.....</b>	<b>20</b>
2.1 YRITYKSEN STRATEGINEN HAASTE: EKSPLOITAATIO JA EKSPLOORAATIO.....	21
2.1.1 TOIMINTAYMPÄRISTÖN VAIKUTUS YRITYKSEN STRATEGISIIN VALINTOIHIIN.....	24
2.2 TEKNOLOGINEN KEHITYS.....	27
2.2.1 TEKNOLOGISTEN INNOVAATIOIDEN TUTKIMUS.....	28
2.2.2 TOIMIALAN TEKNOLOGISEN KEHITYKSEN PERINTEINEN MALLINTAMINEN.....	32
2.2.3 TEKNOLOGIASYKLIT.....	34
2.2.4 YLLÄPITÄVÄ TEKNOLOGINEN KEHITYS JA HÄIRIYTTÄVÄT INNOVAATIOT.....	39
2.3. INNOVAATIOIDEN LEVIÄMINEN.....	42
2.3.1 INNOVAATIOIDEN DIFFUUSIO.....	42
2.3.2 MOOREN ELINKAARIMALLI.....	46
2.4 TEKNOLOGISEN KEHITYKSEN HAASTEET VAKIINTUNEILLE TOIMIJOILLE.....	48
2.5 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN YHTEENVETO: TEKNOLOGINEN KEHITYS STRATEGISEN HAASTEENA.....	53
<b>3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN MUUTOSVOIMAT.....</b>	<b>55</b>
3.1 YMPÄRISTÖTEKIJÄT.....	55
3.2 Öljy.....	58
3.3 POLIITTISET TEKIJÄT.....	62
3.4 TEKNOLOGISET RAJOITUKSET.....	64
3.5 INFRASTRUKTUURIN PUUTE JA SEN RAKENTAMISEN KUSTANNUKSET.....	65
<b>4. AJONEUVOTEOLLISUUDEN NYKYTILA JA TEKNOLOGINEN KEHITYS...88</b>	<b>88</b>
4.1 AJONEUVOTEOLLISUUDEN NYKYTILA.....	68
4.2 TEKNOLOGINEN KEHITYS JA SÄHKÖISTYMISSÄ POLKU.....	73
4.2.1 HYBRIDITEKNOLOGIA.....	75
4.2.2 SÄHKÖAUTOT.....	77
4.2.3 AKKUTEKNOLOGIAN ROOLI KEHITYKSESSÄ.....	78
4.2.4 SÄHKÖAUTOJEN UUDET TOIMINTAMALLIT.....	80
4.3 UUDEN TEKNOLOGIAN AIRUEET.....	83
<b>5. TULOKSET.....</b>	<b>89</b>
5.1 KOHDEN UUTTA TEKNOLOGIASYKLIÄ?.....	89
5.1.1 SÄHKÖ- JA HYBRIDIAUTO TOIMIALALLE UUTENA INNOVAATIOINA.....	92
5.1.2 UUDEN TEKNOLOGIASYKLIN KÄYNNISTYMISSÄ AJURIT.....	96
5.2 TEKNOLOGISEN KEHITYKSEN TUOMA STRATEGINEN HAASTE.....	98
5.3 POHDINTAA.....	103
<b>LÄHDELUETTELO.....</b>	<b>109</b>
<b>LIITTEET</b>	
LIITE 1:.....	118

## KUVIOT

KUVIO 1 CUGNOT'N HÖYRYAUTON LÄPILEIKKAUS.....	2
KUVIO 2 FORDIN T-MALLIN VUOSITTAISET VALMISTUSMÄÄRÄT VUOSIEN 1909-1927 VÄLILLÄ.....	9
KUVIO 3 AINEISTOLÄHTÖISEN SISÄLLÖNANALYYSIN ETENEMINEN .....	16
KUVIO 4 KIRJALLISUUSOSION ETENEMINEN .....	20
KUVIO 5 TOIMINTAYMPÄRISTÖN VAIKUTUS YRITYSTOIMINNAN ARVON MUODOSTAMISEEN .....	24
KUVIO 6 TOIMIALAN MUUTOS .....	25
KUVIO 7 TOIMINTAYMPÄRISTÖN MUUTOSAJURIT .....	26
KUVIO 8 TEKNOLOGISEN EVOLUUTION S-KÄYRÄ .....	32
KUVIO 9 TOIMIALAN TUOTE- JA PROSESSI-INNOVAATIOIDEN DYNAMIIKKA KUVAAVA VIITEKEHYS .....	34
KUVIO 10 TEKNOLOGIASYKLEJÄ KUVAAVA VIITEKEHYS .....	35
KUVIO 11 VOITTAVAN MALLIN MUODOSTUMINEN .....	37
KUVIO 12 TEKNOLOGIASYKLIT YLI AJAN .....	38
KUVIO 13 YLLÄPITÄVÄ TEKNOLOGINEN KEHITYS JA HÄIRIYTTÄVÄT INNOVAATIOT .....	40
KUVIO 14 INNOVAATION OMAKSUMISEN PROSESSI .....	42
KUVIO 15 OMAKSUJAKATEGORIAT .....	45
KUVIO 17 STRATEGISEN VALINNAN, TEKNOLOGISEN KEHITYKSEN, SEKÄ INNOVAATIOIDEN LUOKITTELUN SUHDE.....	53
KUVIO 18 ILMAKEHÄN HIILIDIOKSIDIPITOISUUDEN KASVU AJANLASKUN ALUSTA .....	57
KUVIO 19 MAAILMAN ARVIOIDUT ÖLJYVARAT .....	59
KUVIO 20 ÖLJYN HINTAKEHITYS VUOSIEN 1997 – 2011 VÄLILLÄ . .....	61
KUVIO 21 ERI VAIHTOEHTOJEN ENERGIATIHUEYS .....	64
KUVIO 22 AJONEUVOJEN LUKUMÄÄRÄ MAAILMASSA 1995-2020 .....	68
KUVIO 23 10 SUURINTA AJONEUVOJEN VALMISTAJAA (SISÄLTÄEN KAIKKI VALMISTETUT MOOTTORIAJONEUVOT).....	71
KUVIO 24 VALMISTETTUIJEN AJONEUVOJEN MÄÄRÄ VUOSINA .....	72
KUVIO 25 AJONEUVOTEKNOLOGIAN KEHITTYMINEN .....	73
KUVIO 26 AJONEUVOJEN SÄHKÖISTYMIEN POLKU .....	74
KUVIO 27 POLTTOMOOTTORIN JA SÄHKÖMOOTTORIN TYÖN OSUUS HYBRIDIJÄRJESTELMÄSSÄ .....	75
KUVIO 28 EREV –AJONEUVON SÄHKÖMOOTTORIN JA POLTTOMOOTTORIN SUHDE .....	77
KUVIO 29 SÄHKÖAUTOJEN INTEGRAATTORI -TOIMINTAMALLI .....	81
KUVIO 30 HYBRIDIAUTOIHIN LIITTYVÄT MYÖNNETYT PATENTIT YHDYSVALLOISSA .....	84
KUVIO 31 HYBRIDIAUTOIHIN LIITTYVÄT MYÖNNETYT PATENTIT EUROOPASSA .....	85
KUVIO 32 MYYTYJEN HYBRIDIEN LUKUMÄÄRÄ AJONEUVONVALMISTAJITTAIN VUOSINA 2000 – 2007 YHDYSVALLOISSA.....	86
KUVIO 33 YRITYSTEN LUKUMÄÄRÄ YHDYSVALTOJEN AUTOTEOLLISUUDESSA.....	90
KUVIO 34 AJONEUVOTEOLLISUUDEN TEKNOLOGIASYKLI.....	91
KUVIO 35 KOHDEN UUTTA TEKNOLOGIASYKLIÄ .....	97
KUVIO 36 AJONEUVOTEOLLISUUDEN STRATEGINEN HAASTE.....	99
KUVIO 37 AJONEUVOTEOLLISUUDEN TEKNOLOGISEN KEHITYKSEN AJURIT .....	104
KUVIO 38 AJONEUVOTEOLLISUUDEN STRATEGISEN HAASTEEN, TEKNOLOGISEN KEHITYKSEN JA INNOVAATIOIDEN SUHDE .....	105

## TAULUKOT

TAULUKKO 1 AJONEUVOVALMISTAJIEN ILMOITTAMAT PLUG-IN HYBRIDI- SEKÄ SÄHKÖAUTOMALLIT YHDYSVALTOJEN MARKKINOILLE (UNIVERSITY OF INDIANA 2011) .....	87
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Automobiiliala tutkimuskohteena

*”There will never be a saturation point. As long as there are people on Earth there will be a demand for automobiles”*

*Henry Leland, Cadillac ja Lincoln – automerkkien perustaja.*

Tämän tutkimuksen keskiössä ovat autot tai automobiilit, kuten moottoroituja ajoneuvoja 1900-luvun alun vuosikymmeninä kutsuttiin. Henry Lelandin, Cadillac- ja Lincoln -merkkien perustajan, vastaus kysymykseen siitä milloin maailmassa tullaan saavuttamaan henkilöautojen saturaatio, eli piste jossa ajoneuvojen kysyntä alkaa laskea tietyn tarjontatason ylittyttyä, on vieläkin ajankohtainen. Vuonna 2011 arvioidaan valmistettavan enemmän henkilöautoja kuin koskaan aiemmin ja määrän arvioidaan ylittävän 75 miljoonan vuodessa tuotetun ajoneuvon rajapyykin.<sup>1</sup> Tutkimusyhtiö J.D Powersin (2010) mukaan vuoteen 2015 mennessä maailmassa tullaan ylittämään miljardin teillä liikkuvan ajoneuvon lukumäärä ja määrän ennustetaan edelleen kasvavan tulevaisuudessa.

Ajoneuvojen massatuotannon alkamisesta lähtien ajoneuvoteollisuuden kasvu on perustunut fossiilisesta mineraaliöljystä valmistettavaa bensiiniä tai diesel-öljyä voimanlähteenään käyttävään polttomootoritekologiaan, jonka valtakausi on kestänyt jo lähes 100 vuotta. 2000-luvulle tultaessa ajoneuvoteollisuuden vaihtoehtoisten moottoritekologioiden kehitys näyttää heränneen uudelleen henkiin. Kuluttajien saataville on tullut sähköä osittain tai kokonaan voimanlähteenä käyttäviä hybridi- ja sähköautoja. Tämän lisäksi ajoneuvoteollisuuden kehitystyön kohteeksi on noussut polttokennoautoja, jotka saavat energiansa polttokennolla vedystä ja hapesta tuotettavasta sähköstä<sup>2</sup>. Ajoneuvojen niin sanottu sähköistyminen on saanut paljon huomiota eri medioissa ja ajoneuvojen voimansiirron ainakin osittaista sähköistymistä pidetään ajoneuvoteollisuuden tulevaisuutena (c.f Hekkert & Van den Hoed 2004, J.D Powers 2010 ).

---

<sup>1</sup> Helsingin sanomat 18.1.2011

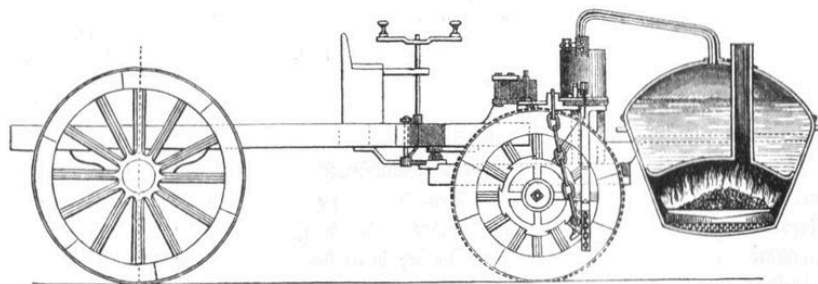
<sup>2</sup> <http://fi.wikipedia.org/wiki/Polttokennoauto>

Ajoneuvojen sähköistymistä voidaan pitää aiempaa kehityskaarta rikkovana, uutena teknologisenä ilmiönä, mutta teknologisenä keksintönä sähköautot eivät kuitenkaan ole uusi. Jo 1900-luvun alussa, vasta kehkeymässä olevilla ajoneuvomarkkinoilla, polttomoottoriauto kamppaili tasaväkisesti höyrymoottori- ja sähköajoneuvon kanssa. Tutkimuksen selittäessä ja kuvatessa ajoneuvoteollisuudessa nykyhetkessä tapahtuvaa ajoneuvojen sähköistymisen ilmiötä, on tärkeää ymmärtää myös ajoneuvojen aiempaa kehitystä ja ajoneuvoteollisuuden historiaa.

### **Ensimmäiset automobiilit**

Nykyisen Belgian alueella syntyneen jesuiittapapin Ferdinand Verbiestin kerrotaan rakentaneen ensimmäisen autoon verrattavissa olevan koneen. Verbiest kuvailee teoksessaan *Astronomia Europea* vuonna 1672 Kiinan keisarille rakentamaansa höyrykoneesta voimansa saavaa kulkuneuvoa, mutta varmuutta siitä onko kyseinen laite oikeasti rakennettu ei ole. ([wikipedia.org/wiki/Ferdinand\\_Verbiest](http://wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Verbiest))

Ranskalaista Nicolas-Joseph Cugnot'ia pidetäänkin yleisesti maailman ensimmäisen moottoroidun automobiilin rakentajana. Cugnot'n kolmipyöräinen höyryauto, ”Fardier a vapeur”, rakennettiin vuonna 1769 ja se oli suunniteltu sotilaskäyttöön, vetämään painavia tykkejä. Cugnot'n höyryauto pohjautui Thomas Newcomen vuonna 1712 esiteltyyn höyrykoneeseen ja toimi sekä puulla että kivihiiilellä kulkien noin 4km nopeudella,. Painavan rakenteensa vuoksi ajoneuvo jaksoi kuitenkin kulkea kerrallaan vain lyhyen matkaa. (Saraoja 1935, Black 2006, Lampinen 2009).



Kuvio 1 Cugnot'n höyryauton läpileikkaus ([wikipedia.org/wiki/Nicolas\\_Cugnot](http://wikipedia.org/wiki/Nicolas_Cugnot))

Höyrymoottoreiden käytön varjopuolet, ilmansaasteen sekä meluhaittojen, uskotaan innoittaneen amerikkalaista seppää Thomas Davenportia kehittelemään sähkömoottoria, jonka hän uskoi tuovan ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon höyrymoottorille. Samoihin aikoihin 1830-luvulla, skotlantilainen Robert Davidson kehitti ensimmäisen sähköauton yhdistämällä vaunuihin kemialliset paristot sekä sähkömoottorin. Sähköautojen kehityksen voidaan kuitenkin katsoa käynnistyneen toden teolla vasta 1860-luvun vaihteen jälkeen, jolloin ranskalainen Gaston Plante esitteli lyijyakun, joka pystyi varastoimaan sähköä. Ensimmäisiä Planteen varaavaan akkuun perustuvia sähkömoottorilla toimivia autoja oli brittiläisen Magnus Volkin vuonna 1888 rakentama kolmipyöräinen auto, joka pystyi kulkemaan 6 km tuntivauhtia. (Schiffer 1994, Black 2007).

Ensimmäisen kaupalliseen käyttöön tarkoitetun polttomoottorin rakensi ranskalainen Jean Joseph Lenoir, jonka vuonna 1859 rakentaman kaupunkikaasua polttoaineenaan käyttävän moottorin tarkoituksena oli korvata höyrykone pienten yritysten käyttövoimana. Lenoirin yksisylinterisestä moottorista tulikin ensimmäinen sarjavalmistainen polttomoottori vuonna 1860. Lenoir rakensi tiettävästi myös vuonna 1862 polttonestekäyttöisen 3-pyöräisen auton, mutta autoa valmistettiin vain yksi kappale. (Peltola 1984, Lampinen 2009).

Lenoirin polttomoottoriin tutustuminen innosti saksalaista Nikolaus August Ottoa aloittamaan kokeilut polttomoottorin kehittämiseksi. Vuonna 1862 Otto rakensi ensimmäinen 4-tahti-periaatetta noudattavan moottorin, jonka polttoaineena käytettiin etanolia. Vuonna 1876 Otto kehitti ensimmäisen sarjavalmistaisen kipinäsytytteisen kaupunkikaasulla käyvän 4-tahtimoottorin, jota nimitetään Ottomoottoriksi. Ottomoottorin kehittymisen ajoneuvokäyttöön edellytti kuitenkin kipinäsytytyksen kehittämistä sekä nestemäisten polttoaineiden käyttöä ja näin ensimmäisen ottomoottorikäyttöisen auton rakensikin vuonna 1885 Karl Benz, jolle Benz sai patentin vuonna 1886. Auto oli kolmipyöräinen kaupunkikaasulla ja bensiinillä toimiva varta vasten autoksi rakennettu kulkuneuvo. (Lampinen 2009).

Samoihin aikoihin esiteltiin myös aiemmin Otton tehtaalla työskennelleiden Gottlieb Daimlerin ja Wilhem Maybachin alun perin hevosvetoisiin vaunuihin istutettu 4-tahti-moottorinen auto. Benzin ja Daimler-Maybachin autot olivat ensimmäisiä ajoneuvoja,

jotka jalostuivat innovaatioista konkreettisiksi tuotteiksi, ja joiden valmistamista jatkettiin myös kaupallisiin tarkoituksiin. (Lampinen 2009).

### **Teknologioiden välinen kilpailu 1900-luvun alussa**

*”There seem to be but three kinds motive power that are taking the lead, steam, internal combustion and electric motors, each of which has its adherents or is specially suited to its own sphere of action or special field of usefulness”.*

*Gardner D. Hiscox, 1900*

Vaikka automobiilin alkuperä onkin 1800-luvun Euroopassa, tapahtuivat ajoneuvoteollisuuden kehityksen merkittävimmät askeleet 1900-luvun alun Yhdysvalloissa. 1890-luvulle tultaessa automobiilit saapuivat Euroopasta myös Yhdysvaltoihin varakkaimman väestönosan käyttöön. Vallankumouksellinen moottoroitu tapa liikkua sai myös Yhdysvaltalaiset keksijät kehittämään autojaan ja perustamaan automobiileja valmistavia yrityksiä. Duryean veljeksiä pidetään yleisesti ottaen ensimmäisinä öljyä polttoaineenaan käyttävän automobiilin valmistajina Yhdysvalloissa. Heidän ensimmäinen kaksisynterinen mallinsa toimitettiin vuonna 1895, josta voidaan käynnistyneen polttomoottorilla toimivien ajoneuvojen valmistus Yhdysvalloissa. Tätä ennen 1890-luvun vaihteessa oli jo rakennettu ensimmäisiä sähköautoja A.L. Rikerin ja Warren Fiskin toimesta. 1900-luvun vaihteessa oli kuitenkin höyryautoilla johtava asema automobiilien valmistuksessa (Schiffer 1994, Heitmann 2009).

Peltolan (1984) mukaan Yhdysvalloissa valmistettiin vuonna 1900 yhteensä 4193 autoa, joista höyryautoja oli 1681 kappaletta, sähköautoja 1573 kappaletta ja polttomoottoriautoja 939 kappaletta. 1900-luvun ensimmäisten vuosikymmenten aikana käytiinkin kamppailua kolmen teknologisen ratkaisun, höyry-, sähkö- ja polttomoottoriauton välillä kilpailua siitä, mikä teknologia nousisi tarjoamaan parhaimman ratkaisun ihmisten tarpeelle liikkua. Kuten yhdysvaltalainen insinööri Gardner D. Hiscox pohtii vuonna 1900 ilmestyneessä teoksessaan ”Horseless Vehicles”, kehityksen alkuvaiheessa jokaisella vaihtoehdolla oli omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Ensimmäisen sukupolven automobiilien valmistajat keskittyivätkin ratkomaan teknologioiden ongelmia ja automobiilien kehitys ensimmäisinä



vuosikymmeninä oli varsin nopeaa. Vuosisadan alussa auto oli etenkin varallisuuden ja kehityksen symboli, jonka omistamiseen vain varakkaimmilla yhteiskunnan jäsenillä oli mahdollisuus.

### **Höyryauto**

Tultaessa 1900-luvulle höyrymoottoreilla oli jo vankka jalansija liikkumisen voimanlähteenä junien vetureiden sekä raitiovaunujen liikennesovellusten myötä. Höyrymoottorilla oli omat etunsa ajoneuvojen voimanlähteenä ja suurimmat näistä koskivat polttoaineen saatavuutta sekä käytön tärinättömyyttä että hiljaisuutta polttomoottoriin verrattuna. (Lampinen 2009).

Höyrymoottori oli käytössä luotettava, mutta monimutkainen. Vaikka auton moottorin liikkuvat osat olivat melko yksinkertaisia ja kestäviä, tuli suurta huomiota kiinnittää höyrykattilan käyttöön ja huoltoon. Höyrymoottorin suurimpina heikkouksina olivat kuitenkin käytettävyyteen liittyvät ongelmat kuten käynnistyksen hitaus, joka vei 10 – 30 minuuttia automallista riippuen käynnistettäessä auto kylmiltään, höyryautojen paino verrattuna polttomoottoriautoihin sekä rajoitettu toimintamatka, jonka vuoksi höyrymoottorin tuli pysähtyä tankkaamaan vettä 45 – 160 kilometrin välein. (Hiscox 1900, Heitmann 2009, Lampinen 2009).

### **Sähköauto**

Sähköauton eduiksi voidaan 1900-luvun alussa laskea auton helppo käytettävyys, niin vaihteiston, käynnistämisen ja huollon osalta sekä hygieniatekijät, kuten auton tärinättömyys sekä hiljaisuus. Sähköautoteknologian heikkouksina olivat taas autojen käyttösäde, joka rajoittui 30 – 60 kilometriin per lataus, sekä akkujen ongelmat niin painon, lyhyen eliniän kuin latauksenkin suhteen. (Hiscox, 1900).

1900-luvun vaihteessa sähköautojen lataus hidasti olennaisesti sähköautojen leviämistä, sillä vuosisadan vaiheessa sähkövirta ei ollut yleistynyt edes kaikkien varakkaimpien yhteiskuntaluokkien jäsenten ulottuville. Mahdollisen kotilatauksen lisäksi kaupungeissa sijaitsi vain muutamia paikkoja sähköauton lataukselle. Suurin osa vuoteen 1901 mennessä valmistetuista sähköautoista sisälsi erillisen

latauspistokkeen, jonka avulla auton akku voitiin ladata ilman akun irrottamista autosta. Tämä johti kuitenkin akkujen vähemmän huolelliseen hoitamiseen; akut vaativat tuolloin herkeämätöntä huoltamista, sillä ne menettivät herkästi sähkövarauskykynsä. Sähköautojen akkujen latausongelmat olivat tiedossa autojen kehittäjien piirissä ja ongelmaan pyrittiin löytämään erilaisia ratkaisuja. (Schiffer 1994).

Kaupungeissa sijaitsevilla, sähköisen valaisemisen tarkoituksen tukemiseen rakennetuilla, sähkölaitoksien keskusasemilla oli kuitenkin usein sähköautojen lataamiseen tarvittava infrastruktuuri. palvelun laskuttaminen käytetyn sähkön mukaan ei arvatenkaan ollut erityisen kannattava liiketoimi, jonka lisäksi edestakainen matkustaminen sähkölaitokselle ei ollut erityisen käytännöllistä. Latausverkon rajoittuminen kaupunkiin esti näin ollen sähköautojen käyttämisen pitkiin kaupunkien ulkopuolelle ulottuviin matkoihin. Edison Electric Illuminating Companylla insinöörinä työskennellyt John Van Vleck kehitti kuitenkin vuonna 1899 sähköautojen lataukseen sopivan sähköisen ”vesipostin”, joka oli mahdollista asentaa kaupunkien kaduille. General Electric kehitti seuraavana vuonna kaupallisen version latauslaitteesta, jota ei kuitenkaan tiettävästi otettu käyttöön. Eräänä syynä tähän lienee, että sähköautojen latausteknologiaa ja lataustöpeleitä ei oltu standardisoitu. (Schiffer 1994).

Kemisti Pedro Salom ja insinööri Henry G. Morris tulivat toisenlaiseen ratkaisuun sähköautojen latauksen ratkaisemiseksi. Miehet tutustuivat sähköisiä raitiovaunuja valmistavassa yrityksessä ja alkoivat kehittää sähköautoa, joka olisi kykenevä hoitamaan liikkumisen Yhdysvaltojen Itäosan suurimpien kaupunkien kaduilla. Electrobat 1 valmistui vuonna 1894, jonka jälkeen miehet perustivat yhtiön nimeltä Electric Carriage & Wagon Company. Salom ja Morris tulivat kuitenkin johtopäätökseen, että sähköauton omistaminen ei olisi toteuttamiskelpoinen malli akkujen vaatiman raskaiden huoltotoimenpiteiden vuoksi. Miesten johtavana ajatuksena oli, että sähköautojen ylläpito tulisi jättää vain huoltoon erikoistuneiden henkilöiden huomaan. Ratkaisuna ongelmaan oli perustaa sähköautojen laivue sidottuna latausasemaan, jossa ammattilaiset huolehtisivat kaikista autoihin liittyvästä huollosta. Autoja säilytettäisiin latausasemalla ja niitä vuokrattaisiin asiakkaille kuukausittaisilla tai vuosittaisilla sopimuksilla. Kun Morrisin ja Salomin liiketoiminta

avattiin vuonna 1897, oli vuokrausliiketoiminta kuitenkin vaihtunut taksiliiketoimintaan. Avattaessa Electric Carriage & Wagon Companyn latausasemalla toimi 14 sähköistä taksia, jota kyydittivät New Yorkilaisia Manhattanin kaduilla. Sähköautojen akut aiheuttivat kuitenkin rajoituksen taksien päivittäiselle käytölle. Morrisin ja Salomin järjestelmässä taksit pysyivät kuitenkin liikenteessä vaihtamalla autojen akkuja latausasemalla. Akkujen vaihto kesti ammattitaitoiselta henkilökunnalta vain muutamia minuutteja, jonka jälkeen auto oli takaisin liikenteessä. Nokkelaa järjestelmää oli aiemmin koetettu sähköisten raitiovaunuja operoivien yritysten parissa ja se toimi näin myös taksiliikenteessä. (Schiffer 1994).

Vuoteen 1899 mennessä toiminta laajeni noin kuuteenkymmeneen taksiin, mutta Electric Carriage & Wagon Companyn nimi hävisi maailmankartalta sen sulautuessa Electric Storage Battery Company (ESB) nimiseen yritykseen, joka pitkälti hallitsi akkuvalmistusta 1900-luvun vaihteen Yhdysvalloissa. Liiketoiminta sähköisten taksien ympärillä kuitenkin taantui 1900-luvun alussa suurista laajentumissuunnitelmista huolimatta. Yleinen luottamus akkujen käytettävyyteen alkoi horjua taksien toimintaongelmista kertovien uutisien myötä ja negatiivinen julkisuus ajoi Lead Cab Trustin osakekurssin alas. Schifferin (1994) mukaan taksilaivueen kasvaessa taloudellisuuden etuja haettiin luultavasti pienentämällä akkujen lukumäärän suhdetta takseihin, joka johti akkujen varauskyvyn nopeampaan häviämiseen. 1900-luvun alun akut eivät kuitenkaan olleet toivottoman heikkolaatuisia, mutta niiden oikea huolto korreloi voimakkaasti akkujen käytettävyyden ja eliniän kanssa. (Schiffer 1994, Black 2007).

Sähköautojen puutteista huolimatta sähköautoteknologialla oli kuitenkin vakaa kannatus. Ajoneuvon käynnistyksen helppous, sekä polttomoottoriautoa käytettäessä alati läsnä olevien melun, tärinän sekä päästöjen puuttuminen tekivät sähköautoista etenkin naisten ja varakkaan väestönsuosiman teknologian. (Schiffer 1994, Heitmann 2009).

## **Polttomoottoriauto**

Ensimmäisten polttomoottoriautojen moottori oli meluisa ja täräsi ajon aikana. Tämän lisäksi käsin pyöritettävän käynnistinkammen käyttö moottorin käynnistämässä sekä auton vaihteiston käytön monimutkaisuus hankaloittivat 1900-luvun alun polttomoottoriautojen käyttöä. (Hiscox, 1900).

Polttomoottorin etuihin sähkö- ja höyryautoihin verrattuna lukeutuivat auton käyttösäde, käytön taloudellisuus sekä mahdollisuus tankata auto tien päällä. Bensiiniä polttoaineenaan käyttävä polttomoottoriauto oli käytännöllinen kulkuneuvo maaseudulla kaupunkien ulkopuolella, jossa etäisyydet auton tankkausmahdollisuuksien välillä saattoivat olla pitkiä. Heitmannin (2009) mukaan myös polttomoottoriauton käytön taloudellisuus oli ehdoton etu, sillä polttomoottorin käyttö ja ylläpito oli noin kolme kertaa halvempaa sähköautoihin verrattuna. (Heitmann, 2009).

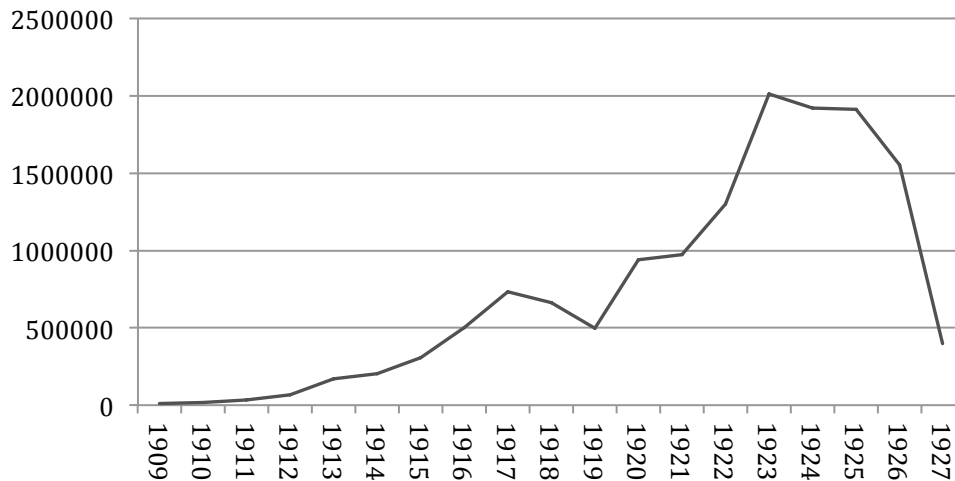
Käynnistinkammen korvaavan elektronisen sytyttimen keksiminen 1910-luvulla oli polttomoottoriauton käyttöä suuresti helpottava innovaatio<sup>3</sup>. Sähköisen sytyttintä merkittävämpi tapahtuma automobiilien kehityksessä oli kuitenkin vuonna 1911 siirtyminen Fordin tehtailla Highland Parkissa ajoneuvojen valmistukseen liukuhihnaa hyväksikäyttäen. Tämä mahdollisti ajoneuvojen massatuotannon, joka mullisti ajoneuvoteollisuuden ja vaikutti lähtemättömästi sen kehitykseen (Rubenstein, 2001).

Siirtyminen liukuhihnatuotantoon ei ollut täysin uusi innovaatio, sillä liukuhihna oli ollut aiemmin käytössä jo muun muassa kaivostoiminnassa, peltipurkkien valmistuksessa sekä lihateollisuuden teurastamoissa. Autonvalmistuksessa liukuhinnan käyttöönotto oli kuitenkin vallankumouksellinen prosessi-innovaatio, joka muutti toimialaa peruuttamattomasti. Ford siirtyi käyttämään liukuhihnaa ensimmäisenä monimutkaisten tuotteiden valmistuksessa, joka laski dramaattisesti auton valmistuskustannuksia, joka taas mahdollisti autojen edullisemman myyntihinnan kuluttajille. Tämä johti samalla myös ajoneuvoteollisuuden markkinoiden kasvuun sillä yhä useammalla kuluttajalla oli nyt mahdollisuus ostaa ajoneuvo. (Rubenstein, 2001).

---

<sup>3</sup> [wikipedia.org/wiki/Electric\\_starter](http://wikipedia.org/wiki/Electric_starter)

Liukuhihnavalmistukseen siirtymisen vaikutuksia Fordin T-mallin valmistuksessa havainnollistaa kuvio 2, josta voidaan nähdä ajoneuvojen valmistusmäärän valtava kasvu. Ford yhtiö valmisti vuonna 1910 yhteensä kaksitoistatuhatta T-mallia, mutta liukuhihnatuotannon myötä valmistettujen ajoneuvojen lukumäärä ylitti miljoonan vuosittain valmistetun ajoneuvon rajapyykin vuoteen 1922 mennessä<sup>4</sup>.



Kuvio 2 Fordin T-mallin vuosittaiset valmistusmäärät vuosien 1909-1927 välillä<sup>5</sup>

Fordin T-mallia valmistettiin vuosien 1908 -1927 välillä yhteensä noin 15 miljoonaa kappaletta. Tullessa 1920-luvun jälkimmäiselle puoliskolle Fordin T-mallin kilpailijat ajoivat kuitenkin edelleen lähes muuttumattomana valmistetun mallin ohi ja mallin valmistus lopetettiin vuonna 1927. Henry Fordin vallankumouksellinen liikeidean kiteyttää lainaus hänen omaelämäkerrastaan:

*"I will build a car for the great multitude. It will be large enough for the family, but small enough for the individual to run and care for. It will be constructed of the best materials, by the best men to be hired, after the simplest designs that modern engineering can devise. But it will be so low in price that no man making a good salary will be unable to own one – and enjoy with his family the blessing of hours of pleasure in God's great open spaces."*

*Henry Ford (1922), Ford automerkin perustaja*

<sup>4</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Ford\\_Model\\_T](http://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Model_T)

<sup>5</sup> <http://www.mtfa.com/encyclo/fdprod.htm>

## **Tekijät polttomoottoritekniikan voittokulun taustalla**

Höyryajoneuvojen valmistus hiipui 1900-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana ja sähköautot kokivat saman kohtalon 1910-luvulla. Polttomoottoriautosta muodostuikin ajoneuvoteollisuuden vallitseva teknologia jo hyvin varhaisessa. Andersonin ja Andersonin (2007) nostavat esiin neljä keskeistä syytä siihen, miksi polttomoottoriautoteknologiasta muodostui toimialan vallitseva teknologia 1900-luvun alkuvaiheessa sähkö- ja höyryvoimalla toimivien autojen sijasta:

1. Vuonna 1901 Texasista löydettiin laajat öljyreservit, jotka kaksinkertaistivat Yhdysvaltojen öljyreservit lähes yhdessä yössä. 1900-luvun alussa bensiiniä pidettiin ylijäämätuotteena, sillä varsinainen liiketoiminta oli tuottaa kerosiinia öljylamppuihin. Polttomoottoriajoneuvojen polttoaine oli näin ollen halpaa ja autoilijoiden saatavilla vuoteen 1905 mennessä. Ensialkuun polttoaineen saatavuus rajoittui sekatarakauppoihin, sillä ensimmäinen huoltoasema rakennettiin vasta vuonna 1913 öljy-yhtiö Chevronin toimesta. 1920-luvulle mennessä huoltoasemaverkosto oli kuitenkin levittäytynyt jo laajalti.

2. Vuonna 1912 Charles Kettering esitteli polttomoottoriauton käynnistämistä suuresti helpottavan elektronisen startin. Siihen asti polttomoottoriautojen käynnistys oli tapahtunut käynnistinkammen avulla, joka oli vaativa tehtävä myös raavaalle miehelle. Autoa käynnistettäessä moottorin takaiskun tapauksessa käynnistinkampi saattoi pyörähtää nopeasti taaksepäin, jolloin käynnistinkammen aiheuttamat vammat olivat yleisiä. Elektronin startti toi myös polttomoottoreihin sähköautoista tutun vaivattoman käynnistysmekanismin.

3. Vuonna 1911 aloitettu Fordin T-mallin liukuhihnatuotanto toi myös tavallisen amerikkalaisen palkansaajan ulottuville mahdollisuuden ostaa auto. Ensimmäinen T-malli tuotiin markkinoille vuonna 1908 ja sen hinta oli 850 dollaria, joka vastaa noin 20 800 dollaria nykypäivänä. Liukuhihnan käytön myötä ajoneuvon hintaa saatiin puristettua ensin niin, että T-mallia myytiin 650 dollarilla vuonna 1914 (vastaten noin 14 600 dollaria vuoden 2010 kuluttajahinnoin) ja lopulta 290 dollarilla (3610 dollaria vuoden 2010 hinnoin) vuonna 1925. Vuonna 1914 Henry Ford ilmoitti maksavansa jokaiselle työntekijälleen 5 dollaria päivässä (joka lähes tuplasi osan työntekijöiden

palkan), jolloin työntekijöiltä vaadittiin vain 130 päivän päiväpalkka T-mallin lunastamiseen. Mikäli T-mallin hintaa verrataan 1910-luvun sähköautoihin, joiden hinnat olivat 1750 – 3000 dollarin haarukassa, on kustannusetu ilmeinen.<sup>6</sup>

4. Tieverkoston parantuminen rannikoiden kaupunkien välillä 1920-luvulle tultaessa lisäsi tarvetta auton pidemmälle käyttöasteelle.

Ajoneuvoteollisuuden kasvu onkin perustunut 1910-luvulta lähtien polttomoottoritekniikan tarjoamiin liiketoimintamahdollisuuksiin. Ajoneuvojen valmistusmäärät sekä ajoneuvoteollisuus ovat kasvaneet jo yli sadan vuoden ajan samalla kun ajoneuvoteollisuudesta on kehittynyt eräs merkittävimmistä teollisuudenaloista maapallolla. Mikäli oletetaan Henry Lelandin tavoin, että ihmisen tarve liikkua ei ole vähene tulevaisuudessakaan, tulee ajoneuvoilla olemaan kysyntää jatkossakin.

2000-luvulle tultaessa toimintaympäristöstä kumpuavat haasteet kuten poliittinen sääntely kasvihuoneilmiön hillitsemiseksi, kysynnän jatkuva kasvu sekä energian jatkuva hinnannousu ovat kuitenkin lisänneet painetta nykyisen polttomoottoritekniikan kehittämiseksi ympäristöystävällisempään suuntaan. Tämän lisäksi markkinoille on jälleen tulossa sähköä kokonaan tai osittain voimanlähteenään käyttäviä autoja, jotka poistuivat markkinoilta teknologisesti heikoimpina ratkaisuinä 1900-luvun alussa.

---

<sup>6</sup> Laskelmiin on käytetty kuluttajahintoihin perustuvaa mittaria Yhdysvaltojen dollarin arvosta vuodesta 1774 lähtien osoitteessa <http://www.measuringworth.com/ppowerus/>

## 1.2 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen kiinnostuksen kohteena on sähköä voimanlähteenä käyttävien ajoneuvojen mahdollinen renessanssi, eli uusi tuleminen. Tutkimuksessa pohditaan sitä, mitkä tekijät ajavat kertaalleen ”kuopattua” teknologiaa uudelleen markkinoille ja minkälaisen strategisen haasteen tämä ajoneuvoteollisuudelle asettaa?

Tutkimuksessa kuvataan ajoneuvoteollisuuden strategista haastetta, jonka teknologinen kehitys ja toisaalta teknologista kehitystä ajavat toimintaympäristön muutosajurit ajoneuvoteollisuudelle asettavat.

Vastatakseen tutkimuksen tavoitteeseen tulee tutkimuksen:

- Kuvata teknologiseen kehitykseen vaikuttavat keskeiset ajurit ajoneuvoteollisuuden toimintaympäristössä.
- Kuvata ajoneuvoteollisuuden nykytilaa sekä tähänastista teknologista kehitystä.
- Kuvata toimintaympäristöstä kumpuavien ajureiden sekä viimeaikaisen teknologisen kehityksen asettamaa strategista haastetta.



## **1.3 Keskeiset käsitteet**

### **Ajoneuvojen sähköistyminen**

Ajoneuvojen sähköistymisellä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa polttomoottorille vaihtoehtoisten, sähköä osittain tai kokonaan voimanlähteenään käyttävien ajoneuvojen yleistymistä. Määritelmään lasketaan kuuluvan polttomoottoria ja sähkömoottoria hyödyntävät hybridit, sähköverkosta ladattavat plug-in hybridit sekä sähkömoottoria ainoana voimanlähteenään käyttävät sähköautot.

### **Strateginen haaste**

Strateginen haaste määritellään tässä tutkimuksessa yrityksen valintana eksploraatiivisten- ja eksploratiivisten aktiviteettien välillä. Levinthalin ja Marchin (1993) mukaan organisaation perusongelmana on turvata organisaation lyhyen tähtäimen elinkelpoisuus eksploraation avulla, omistaen samanaikaisesti riittävästi aikaa eksploraatiolle tulevaisuuden elinkelpoisuuden varmistamiseksi.

### **Teknologia**

Tässä tutkimuksessa teknologian käsite ymmärretään välineenä ihmisen tarkoituksen (tarpeen) tyydyttämiseksi tai toteuttamiseksi. Teknologia voi näin ollen olla esim. menetelmä, prosessi tai laite sekä koostua useasta yksittäisestä teknologiasta, mutta se on vain *väline* ihmisen tarkoituksen tyydyttämiseksi. Ajoneuvo on näin teknologia, joka tyydyttää ihmisen tarpeen liikkua. Moottoriteknologia on ajoneuvon osateknologia, joka mahdollistaa liikkumisen tarpeen tyydyttämisen. (Arthur, 2010).

### **Toimintaympäristön muutosajurit**

Andersonin ja Tushmanin (1986) mukaan teknologinen kehitys ei tapahdu tyhjiössä vaan usein reaktiona toimintaympäristön oikeudellisten, poliittisten tai sosiaalisten tekijöiden muutokseen. Tässä tutkimuksessa teknologisen kehityksen ajureina ymmärretään haastatteluissa esille nousseita tekijöitä, joilla haastateltavat katsoivat olevan vaikutusta ajoneuvoteollisuuden kehitykseen.

## 1.4 Tutkimusmetodologia

Tämän tutkimuksen liikkeellä panevavana voimana on toiminut tutkijan mielenkiinto ja halu ymmärtää tutkimuksen kohteena olevaa ajoneuvoteollisuudessa tapahtuvaa muutosta kokonaisvaltaisesti. Tutkijaa ovat askarruttaneet näin ollen kysymykset ”mitä on tapahtumassa” sekä ”mitkä tekijät selittävät tapahtumassa olevaa ilmiötä”. Tutkimuksen luonne on näin ollen kuvaileva eli deskriptiivinen ja tutkimusotteeksi valikoitui kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusote.

Laadulliselle tutkimukselle ominaista on todellisen elämän kuvaaminen ja tutkimuskohteen kuvaaminen ja ymmärtäminen mahdollisimman kokonaisvaltaisesti (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2002, Eriksson ja Kovalainen, 2008). Tutkimuksen tavoitteena ei yleensä ole teorian tai hypoteesin testaaminen vaan kerätyn aineiston mahdollisimman monipuolinen sekä rikas tarkastelu, ja näin ollen tutkijan ymmärryksen lisääminen kohdeilmiöstä (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2007). Laadullisen tutkimuksen voidaan katsoa mahdollistavan tutkijan keskittyminen ilmiöön kontekstissaan (Eriksson ja Kovalainen 2008).

Tutkimus toteutettiin case- eli tapaustutkimuksena. Erikssonin ja Kovalaisen (2008) mukaan tapaustutkimuksen ytimessä on aina valittu tapaus, eli se mistä tapauksessa on kysymys, ja mitä voidaan oppia sitä tutkimalla. Yin (2009) mukaan case –tutkimus soveltuu tutkimusmetodiksi silloin kun pyritään vastaamaan kysymyksiin miten ja miksi kohdeilmiö toimii kuten se toimii. Tapaustutkimuksen päätarkoituksena onkin tutkia tapausta suhteessa sen historialliseen, ekonomiseen, teknologiseen, sosiaalisen ja kulttuuriseen kontekstiinsa (Eriksson ja Kovalainen 2008). Koskisen, Alasuutarin ja Peltosen (2005) mukaan tapaustutkimuksen kohde on usein yrityksen tietty prosessi, toiminto tai osasto, tapahtumasarja tai historia, ja näin ollen tapaustutkimuksen käyttötarve on Yinin (2009) mukaan nimenomaan monitahoisten ilmiöiden ymmärtäminen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on kuvata, ymmärtää ja selittää ajoneuvojen sähköistymiseen liittyvää kehitystä ja sen aiheuttamaa haastetta

ajoneuvoteollisuudelle. Ilmiötä tarkastellaan yksittäisen toimijan sijasta kuvaamalla koko toimialan kehitystä, muutosvoimia sekä teknologisen kehityksen tilannetta.

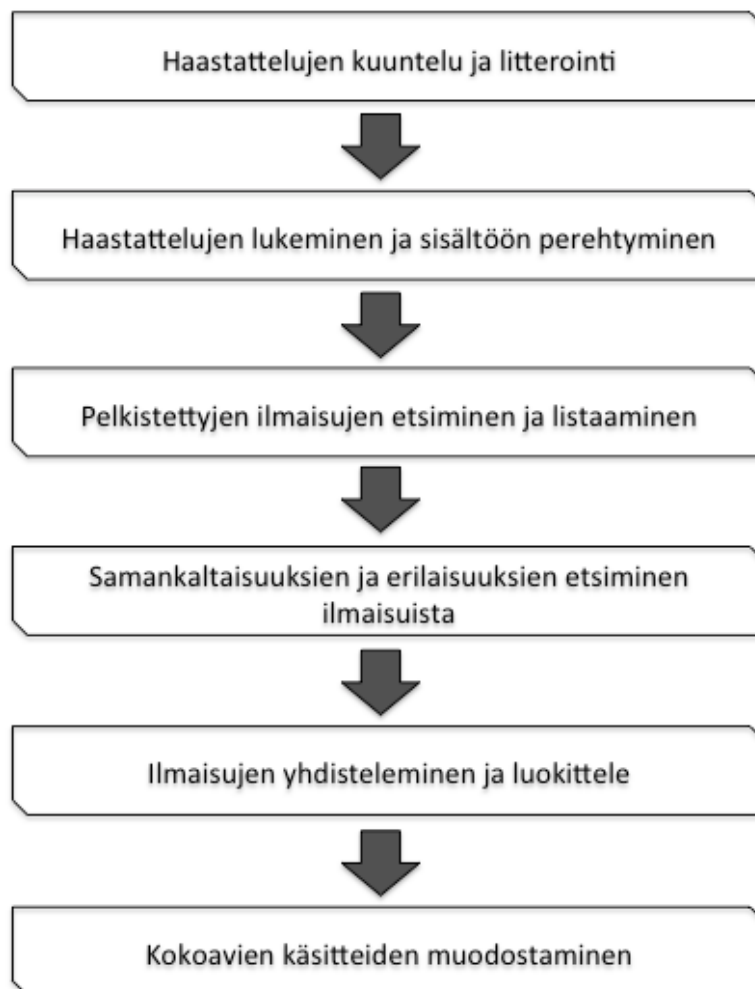
Tutkimuksen empiirinen aineisto on kerätty triangulaation periaatteen mukaisesti useasta lähteestä (Tuomi ja Sarajärvi 2009), jotka muodostuvat asiantuntijahaastatteluista, dokumenttilähteistä, kuten eri toimijoiden aiheesta kirjoittamista raporteista, tilastoista ja vuosijulkaisuista, joita on saatavilla runsaasti, sekä mediassa julkaistusta materiaalista ilmiötä koskien.

Asiantuntijahaastattelut edustavat energialiiketoiminnan eri toimijoita, jotka ovat johtavissa asemassa organisaatioissaan vastuullaan uuden liiketoiminnan kehittäminen, tai tutkimus ja kehitystoiminta organisaatioiden sisällä. Asiantuntijahaastatteluissa käsiteltiin pääasiassa polttomoottorille vaihtoehtoisten teknologioiden markkinoille tulon taustatekijöitä ja ajureita, jotka vaikuttavat ajoneuvoteollisuuden kehitykseen. Haastatteluaineisto kerättiin puolistrukturoituna haastatteluna, teemahaastatteluna (Koskinen ym. 2005). Tuomen ja Sarajärvi (2009) mukaan teemahaastattelu etenee keskeisten etukäteen valittujen teemojen ja niihin liittyvien tarkentavien kysymysten varassa. Teemahaastattelu valittiin tutkimusmenetelmäksi sen mahdollistaman laajan mahdollisuuden yksilöllisten tulkintojen esittämiseen monitulkintaisista ilmiöistä (Eskola ja Suoranta 1998). Tutkimuksen empiirisessä osassa löytyvät kommentit ovat haastatteluissa nousseita suoria lainauksia.

### **Aineiston analyysi ja tulkinta**

Haastattelut analysoitiin käyttämällä induktiivista eli aineistolähtöistä sisällön analyysiä, eli aineistosta nostettiin tutkimustehtävän ja tavoitteiden mukaisia olennaisia lause- ja ajatuskokonaisuuksia (Kyngäs ja Vanhanen 1999). Aineistolähtöisen analyysin prosessi on kuvattavissa karkeasti kolmevaiheisen prosessin kautta, joka etenee 1) aineiston redusoinnin eli pelkistämisen kautta 2) aineiston klusterointiin eli ryhmittelyyn, jota seuraa 3) abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen (Tuomi ja Sarajärvi 2009). Kuvio 3 (s.16) havainnollistaa aineistolähtöisen sisällön analyysin etenemistä.

Haastatteluaineisto purettiin litteroimalla se sanatarkasti haastatteluiden jälkeen. Varsinainen analyysivaihe aloitettiin perehtymällä aineistoon lukemalla se useita kertoja läpi. Kyngäksen ja Vanhasen (1999) mukaan analyysin ensimmäisessä vaiheessa on olennaista määritellä analyysiyksikkö ja sen koko, sanan tai sanayhdistelmän taikka lause- tai ajatuskokonaisuuden väliltä. Tässä tutkimuksessa analyysiyksiköksi päädyttiin valitsemaan ajatuskokonaisuus, haastateltavien kuvatussa samoja ajatuskokonaisuuksia käyttäen erilaisia termejä ja sanankäänteitä.



Kuvio 3 Aineistolähtöisen sisällönanalyysin eteneminen (Tuomi ja Sarajärvi 2003 s.111)

Tuomen ja Sarajärven (2009) mukaan aineiston pelkistämisessä on kyse joko informaation tiivistämisessä tai sen pilkkomisesta osiin. Tässä tutkimuksessa aineiston pelkistäminen suoritettiin siten, että auki kirjoitetusta aineistosta etsittiin

tutkimustehtävän kysymyksillä niitä kuvaavia ilmaisuja. Käytännössä tämä tapahtui siten, että litteroidusta aineistosta alleviivattiin tutkimustehtävän kysymyksiä kuvaavia ilmaisuja ja kirjattiin nämä erilliselle dokumentille.

Aineiston klustrointivaiheessa, eli ryhmittelyssä, aineistosta esille nostettuja samankaltaisia ajatuskokonaisuuksia yhdistetään eri kategorioihin ja teemoihin kokonaisuuksia kuvaavilla sanoilla. (Tuomi ja Sarajärvi 2009). Ryhmittelyä seuraavassa abstrahointivaiheessa eri kategorioista yhdisteltiin yläkategorioita, jolloin lopputuloksena syntyi käsiteltävää ilmiötä kuvaavia teemoja, joita on kuvattu tutkimuksen empiirisessä osiossa sekä raportin tulososiossa osana laajempaa ilmiön tarkastelua.

### **Tutkimuksen luotettavuus**

Hyvään tutkimustapaan kuuluu tutkimuksen tutkimusmenetelmien ja tutkimuksen kulun laadun arviointi (Hirsjärvi et al. 2007). Eskolan ja Suorannan (1999) mukaan laadulliselle tutkimukselle on ominaista, että siinä keskitytään pieneen määrään tapauksia, joita pyritään analysoimaan syvällisesti. Näin ollen tutkimustapauksen aineistoa ei arvioida sen määrän vaan laadun ja kattavuuden kautta. Tutkimuksen aineiston kattavuuden haasteena on tutkimuksen aihepiirin, ajoneuvoteollisuuden ja sen kehityksen, laajuus sekä mahdollisen aineiston lähes rajaton olemassaolo. Tutkimuksessa onkin pyritty keskittymään tutkimuskysymysten kannalta relevantteihin osa-alueisiin, joita haastatteluissa nousi esille.

Tutkimuksen laatua ja luotettavuutta arvioitaessa on Eskolan ja Suorannan (1999) mukaan syytä tarkastella myös aineiston kokoa ja kattavuutta. Pistettä, jossa aineiston lisäys ei tuota enää uutta tai tutkimuksen kannalta merkittävää informaatiota, kutsutaan aineiston saturaatioksi (Eskola ja Suoranta 1999). Tässä tutkimuksessa saturaatio saavutettiin haastattelujen keruun aikana, sillä haastattelujen edetessä haastateltavien vastaukset alkoivat tuoda entistä samankaltaisempia vastauksia.

Jotta tutkimuksen kulkua ja laatua pystytään arvioimaan on Silvermanin (2005) mukaan tutkimuksessa käytettävät menetelmät ja tutkimuksen kulku oltava kattavasti selostettu. Tämän tutkimuksen kulkua sekä metodologisia valintoja on perusteltu ja

purettu auki kahdessa edellisessä alaluvussa. Silvermanin (2005) mukaan tutkimuksen kulun tulee jatkuvasti olla perusteltua niin, että tutkimuksen rakenne, tutkimusmenetelmät ja teoreettinen viitekehys ovat perustellusti valittuja ja pohdittuja. Myös tutkimusaineiston, tutkimustulosten ja johtopäätösten välillä on oltava selkeä yhteys ja tutkimusaineiston on tuettava siitä havaittuja tuloksia ja tehtyjä johtopäätöksiä.

Hirsjärven et al (2007) mukaan tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida käyttämällä monia erilaisia mittaus- ja tutkimustapoja. Tutkimuksen reliabilisuus tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta eli kykyä antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Tutkimuksen validius taas tarkoittaa mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata (Hirsjärvi et al. 2007). Koskisen et. al. (2005) mukaan laadullisessa kirjallisuudessa molempien käsitteiden mielekkyyttä on kuitenkin epäilty. Sealen (1999; Koskisen et. al. 2005 mukaan) mukaan yksinkertaisempaa laadullisessa tutkimuksessa on kuitenkin puhua nimenomaan tutkimuksen laadusta ja pyrkiä kokonaisvaltaiseen laaduntarkkailuun koko tutkimuksen ajan.

## 1.5 Tutkimusraportin rakenne

Tutkimusraportti rakentuu viidestä pääluvusta. Ensimmäisessä johdantoluvussa on esitelty tutkimuksen aihepiiri, tavoitteet ja keskeiset käsitteet. Tämän lisäksi luku käsittelee tutkimuksessa tehtyjä metodologisia valintoja ja esittelee empiirisen aineiston keruu-, analyysi ja tulkintavaihetta.

Tutkimuksen toisessa luvussa käsitellään teoreettinen viitekehys, jonka kautta tutkimuksen empiiristä aineistoa tarkastellaan. Teoreettinen viitekehys esittelee ensin yrityksen strategista valintaa eksploraatiivisten ja eksploraatiivisten aktiviteettien välillä, sekä kytkee tähän valintaan teknologisten innovaatioiden tutkimuskeskustelun. Luvun lopussa tarkastellaan lisäksi teknologisen kehityksen haastetta vakiintuneille toimijoille.

Kolmas luku tarkastelee tutkimuksessa teemahaastatteluun kerättyä empiiristä aineistoa ja esittelee asiantuntijahaastatteluissa esiin nousseita ajoneuvoteollisuuden teknologista kehitystä ajavia tekijöitä. Tutkimuksen kolmas luku kuvaa näin tutkimustavoitteiden mukaisesti teknologiseen kehitykseen vaikuttavia ajureita ajoneuvoteollisuuden toimintaympäristössä.

Tutkimuksen neljännessä luvussa kuvataan ajoneuvoteollisuuden nykytilaa ja teknologista kehitystä sähköajoneuvoteknologian osalta.

Tutkimuksen viides luku tarkastelee tutkimuksen kahden aiemman luvun sisältöä tutkimuksen toisessa luvussa esitellyn teoreettisen viitekehysten kautta muodostaen synteesiin. Luvussa kuvataan tutkimustavoitteiden mukaisesti toimintaympäristöstä kumpuavien teknologisen kehityksen ajureiden sekä viimeaikaisen teknologisen kehityksen asettamaa strategista haastetta ajoneuvoteollisuudelle. Tutkimuksen viimeisen luvun kolmannessa kappaleessa koostetaan aiempien kappaleiden analyysit yhteen ja pohditaan tutkimuksen ajoneuvoteollisuuden strategista haastetta, tutkimuksen luotettavuutta sekä mahdollisia jatkotutkimusmahdollisuuksia.

## 2. TEKNOLOGINEN KEHITYS STRATEGISENA HAASTEENA

Tässä luvussa luodaan teoreettinen viitekehys tutkittavan ilmiön analysoimiseksi. Luvun ensimmäisessä kappaleessa tarkastellaan yrityksen strategista haastetta eksploraatio–eksploraatio-viitekehysten kautta sekä tämän kytkeytymistä teknologiseen kehitykseen ja tähän liittyviin strategisiin valintoihin. Kappaleessa käsitellään myös toimintaympäristön vaikutusta strategiseen haasteeseen, sillä teknologinen kehitys ei kuitenkaan tapahdu tyhjiössä, ilman toimintaympäristön vuorovaikutusta.

Tämän jälkeen siirrytään tarkastelemaan teknologisten innovaatioiden sekä teknologisen kehityksen ja teknologiasykylien tutkimusta, joka muodostaa eksploraatio–eksploraatio-viitekehysten kanssa kirjallisuusosion sydämen.

Luvun kolmannessa kappaleessa käsitellään innovaatioiden leviämistä eli innovaatioiden sosiaalista kontekstia, johon vaikuttavat ihmisten erilainen tapa suhtautua ja omaksua uusiksi havaittuja asioita. Viitekehysten tarkastelulle tarjoaa Rogersin (1983) teoria innovaatioiden diffuusiosta. Innovaatioiden sosiaalisen kontekstin käsittelyn jälkeen perehdytään aiempiin tutkimuksiin teknologisen kehityksen tuomista haasteista vakiintuneille toimijoille. Uusille tulokkaille teknologinen kehitys luo mahdollisuuden murtautua vakiintuneelle toimialalle, mutta tätä hidastavat osaltaan alalle tulon esteet.

Teoriaosuuden lopuksi pohditaan teknologista kehitystä strategisena haasteena tekemällä yhteenveto kirjallisuusosuudessa käsiteltyjen tutkimussuuntausten osalta.



Kuvio 4 Kirjallisuusosion eteneminen



## 2.1 Yrityksen strateginen haaste: eksploitaatio ja eksploraatio

Tässä tutkimuksessa yrityksen strateginen haaste kuvataan yksinkertaisena jakona valintoihin eksploraatiosta ja eksploitaatiosta. March (1991) määrittelee tämän selkeästi: organisaatiot jakavat aikansa ja resurssinsa kahden yleisen aktiviteetin välillä; eksploraatio, jolla pyritään varmistamaan pitkän ajan kilpailukykyä sekä eksploitaatio, jolla pyritään saamaan tulovirtaa turvaamaan lyhyen aikavälin kannattavuutta. Sekä eksploraatio että eksploitaatio ovat elintärkeitä organisaatioille, mutta samalla nämä molemmat kilpailevat organisaation samoista niukoista resursseista, joka asettaa organisaation valintatilanteen eteen. Tulisiko organisaation suunnata resurssinsa jo olemassa olevan tiedon jalostamiseen ja olemassa olevien mahdollisuuksien kapitalisoimiseksi vai katsoa tulevaan ja pyrkiä löytämään uusia mahdollisuuksia, jotka tuovat tulovirtoja myös tulevaisuudessa? Marchin (1991) mukaan organisaation pitkän aikavälin selviytymisen kannalta onkin elintärkeää, että näiden kahden aktiviteetin välille pystytään löytämään tasapaino.

### **Eksploraatio**

Marchin (1991) mukaan eksploraatiota määrittelevät sanat etsiminen, kokeilu, keksiminen, riskinotto sekä innovaatio. Yksinkertaisimmillaan eksploraatio on uusien kyvykkyyksien oppimista organisaatiolle ja näin ollen eksploraation ytimessä on uusien vaihtoehtojen löytäminen (March 1991). Guptan ym. (2006) mukaan eksploraatiolla viitataan yleisesti oppimiseen ja innovaatioihin, jonka ytimessä on Vermeulen ja Barkeman (2001) mukaan uuden tiedon hankkiminen. Levinthal ja March (1993) määrittelevät niin ikään eksploraation uuden tiedon hankkimiseksi asioista, jotka eivät ole vielä tunnettuja. Näiden määritelmien valossa eksploraation käsite linkittyy vahvasti innovatiivisuuteen.

Eksploitaatioon verrattuna eksploraation tuotot ovat aina tulevaisuuteen suuntautuneita ja näin ollen epävarmempia, sillä uusien ideoiden ja markkinoiden etsiminen sisältävät aina riskin aktiviteettien suuntautuessa tulevaan (March 1991). Levinthal ja March (1993) huomauttavatkin, että eksploratiiviset aktiviteetit johtavat yleensä heikompiin tuloksiin lyhyellä aikavälillä. Sidhun et. al. (2004) mukaan eksploraatio luo kuitenkin mahdollisuuksia mukautua alati kehittyvään toimintaympäristöön ja mahdollisuuksia

menestyä tulevaisuudessa. Vaikka eksploraation on nähty sisältävän suurempia riskejä kuin eksploitaation, ovat myös eksploraation edut nähty suuremmiksi (c.f March 1991, Kyriakopoulos ja Moorman 2004). Tätä voidaan nimittää perinteisenä näkemyksenä eksploitaation ja eksploraation suhteesta, joka pätee vakaassa toimintaympäristössä. Myös poikkeavia näkemyksiä tälle on esitetty (cf. Lohivesi 2000), sillä yrityksen toimintaympäristön ollessa murroksessa, aiemman osaamisen korvautuessa uudella osaamiselle, kasvavat olemassa olevaan osaamiseen nojautuvien, eksplotiivisten aktiviteetteihin liittyvät riskit eksploraatio aktiviteetteja korkeammiksi.

## **Eksploitaatio**

Eksploitaatio voidaan määritellä organisaation olemassa olevan osaaminen käyttämiseksi (Levinthal & March 1993; Vermeule & Barkema 2001; Gupta et. al. 2006). Marchin (1991) mukaan eksploitaatiota määrittävät sanat jalostaminen, tuotanto, tehokkuus ja implementaatio. Levinthal ja March (1993) näkevät eksploitaation etuina organisaatiolle selkeämmän ja aikaisemman palautteen verrattuna kauemmaksi tulevaisuuteen suuntautuvan eksploraation tapauksessa, jonka lisäksi eksplotiivisten aktiviteettien tuotto-odotukset ovat positiiviset lyhyellä aikavälillä. Organisaation eksplotiivisten aktiviteettien pääasiallisena tavoitteena on näin ollen varmistaa lyhyen aikavälin elinkelpoisuus tuottamalla nopeampaa kassavirtaa lyhytaikaisesti pienemmällä riskillä (Levinthal & March 1993). Levinthalin ja Marchin (1993) mukaan organisaation perusongelmana onkin turvata organisaation lyhyen tähtäimen elinkelpoisuus eksploitaation avulla, omistaen samanaikaisesti riittävästi aikaa eksploraatiolle tulevaisuuden elinkelpoisuuden varmistamiseksi.

Levinthalin ja Marchin (1993) huomattavat, että eksploitaation ja eksploraation välille luotavaa optimaalista tasapainoa on vaikea määrittää. Organisaatioille on vaarana jäädä eksploitaation loukkuun, jota Levinthal ja March (1993) nimittävät ”menestysloukkuna”, jossa organisaation menestys eksplotiivisissä aktiviteetissa vahvistaa nykyistä osaamista ja samalla korostaa eksplotiivisten aktiviteettien epävarmaa luonnetta. Lyhyellä tähtäimellä tuleva positiivinen tulos eksplotiivisiin aktiviteetteihin perustuen liittyen voi myös luoda organisaatiolle ”oppimisloukun” (Levinthal & March 1993). Kyriakopoulosen ja Moormanin (2004) mukaan

“oppimisloukku” voi johtaa eksploitaatio–eksploraatio-tasapainon järkkymiseen, organisaation painottaessa toimintaansa menestystä tuovan aktiviteetin suuntaan. Esimerkkinä eksploraatio–eksploraatio-tasapainon järkkymisestä voidaan pitää Ekomen Konsernin konkurssia 1990-luvun alussa, jossa yritysjohto ajautui Lohiveden (2000) mukaan eksploitaatio-loukkuun sen yrittäessä välttää eksploraatio-loukun.

### **Eksploraatio–eksploraatio-viitekehys ja teknologinen kehitys**

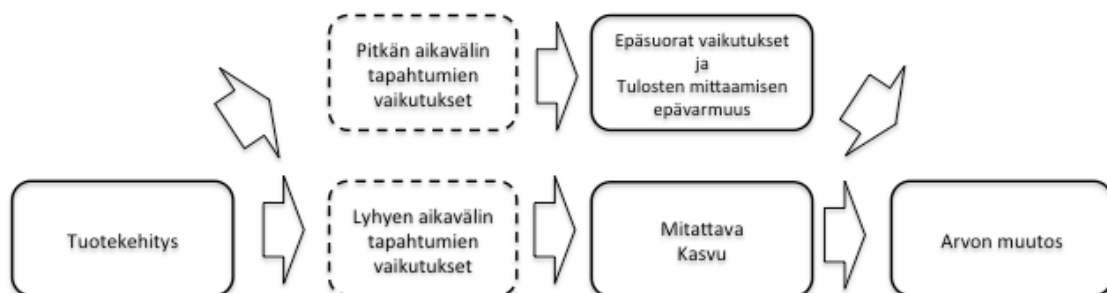
March (1991) mukaan organisaation eksploitaatiivisten ja eksploratiivisten aktiviteettien jako voidaan nähdä myös valintana jalostaa nykyistä olemassa olevaa teknologista osaamista tai kehittää täysin uutta teknologista osaamista. Bennerin ja Tushmanin (2002) mukaan eksploitaatiiviset innovaatiot käsittävät nykyisten komponenttien parantamista ja jatkavat näin ollen olemassa olevalla teknologisella kehityskaarella, kun taas eksploratiiviset innovaatiot käsittävät siirtymän kehityskaarelta toiselle. Tämä vastaa Hen ja Wongin (2004) määritelmää, jossa eksploitaatiiviset innovaatiot nähdään teknologisina innovaatioina, jotka pyrkivät parantamaan olemassa olevaa tuote-markkina-aluetta, kun taas eksploratiiviset innovaatiot ovat teknologisia innovaatioita pyrkien tunkeutumaan täysin uusille tuote-markkina-alueille.

Eksploraatio–eksploraatio-viitekehyksellä on näin ollen yhtymäkohtia innovaatiotutkimuksessa käytettyä jaottelua vähittäisen kehityksen ja toimialan kilpailua muuttavien innovaatioiden välillä (Abernathy & Clark 1985; Tushman & Anderson 1986; Christensen 1997; Chandy & Tellis 1998 ym.). Yrityksen strateginen haaste kassavirtaa lyhyellä aikavälillä tuottavien eksploitaatiivisten aktiviteettien ja tulevaisuuden mahdollisuuksia kartoittavien eksploratiivisten aktiviteettien välillä voidaan näin ollen nähdä myös valintana panostaa vallitsevan teknologian vähittäiseen kehittämiseen tai täysin uuden teknologisen osaamisen kehittämiseen. Molemmat strategiset valinnat sisältävät riskejä vaikka nämä riskit näyttäytyvät eri luontoisina valintojen välillä (kts. s. 22 – 23).

## 2.1.1 Toimintaympäristön vaikutus yrityksen strategiaan valintoihin

Markkinoiden dynaaminen ja muuttuva luonne luo linkin yrityksen strategisten valintojen ja sen toimintaympäristön välille (Stoffels 1994). Strategiset valinnat liittyvät aina valintaan yrityksen toiminnan painottamisesta lyhyelle ja pitkälle aikavälille, sillä organisaation perusongelmana on turvata organisaation lyhyen tähtäimen elinkelpoisuus eksploitaation avulla, omistaen samanaikaisesti riittävästi aikaa eksploraatiolle tulevaisuuden elinkelpoisuuden varmistamiseksi (Levinthal & March 1993).

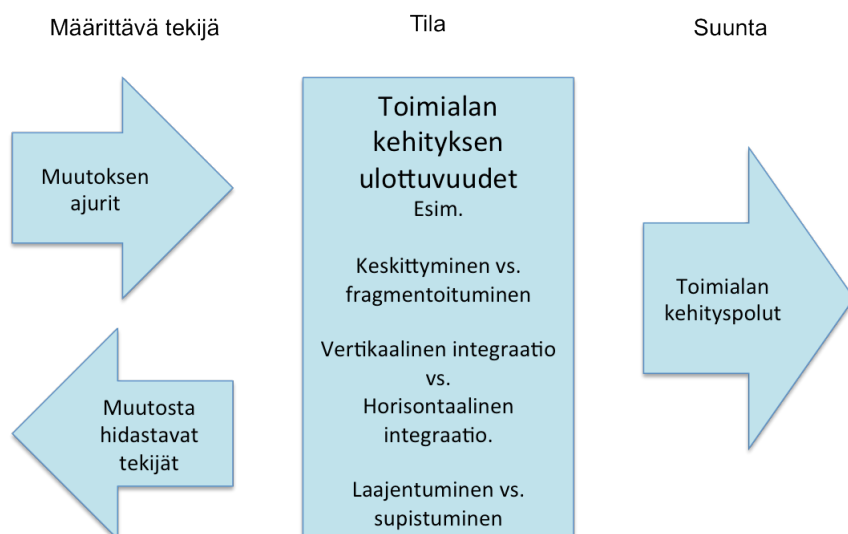
Wackin (1985) perinteinen strateginen suunnittelu on perustunut ennusteisiin tulevaisuudesta, joiden pohjana on ollut oletus, että tulevaisuus on hyvin pitkälle tämän päivän kaltainen. Stoffelsin (1994) mukaan organisaatioiden strategisessa suunnitteluprosessissa ulkoiset toimintaympäristön tekijät on perinteisesti otettu annettuina, jonka vuoksi kasvun tavoittelemiseen on keskitytty lyhyen tähtäimen päämäärien kautta. Perinteinen strategisen suunnittelun malli toimii Wackin (1985) mukaan hyvin suhteellisen vakaina ajan hetkinä, mutta ei ota huomioon tulevaisuuteen liittyvää epävarmuutta. Lyhyen tähtäimen panostusten ja kasvun painottaminen pitkän tähtäimen kustannuksella yritystoiminnan arvon luojana, johtaa Stoffelsin (1994) mukaan kuitenkin pitkän tähtäimen tapahtumien voimakkaaseen yksinkertaistamiseen juuri toimintaympäristön epävarmuuden vuoksi, jolla on väistämätön vaikutus yrityksen liiketoimintaan pitkällä aikavälillä.



Kuvio 5 Toimintaympäristön vaikutus yritystoiminnan arvon muodostamiseen (Stoffels 1994)

Mikäli lähdetään olettamuksesta, että organisaatio ei ole ympäristöstään erotettava yksikkö (Stoffels 1994), on yrityksen strategista haastetta tarkasteltaessa otettava huomioon myös yrityksen toimintaympäristössä tapahtuvat tekijät. Anderson ja Tushman (1986 s.463) huomauttavat, että myöskään teknologinen kehitys ei tapahdu tyhjiössä vaan usein reaktiona oikeudellisten, poliittisten tai sosiaalisten tekijöiden muutokseen. Toimialan vähittäistä kehitystä voi lisäksi näin ollen häiriyttää myös ei-teknologislähtöiset tekijät. Tämän vuoksi on tärkeää analysoida myös teknologian ja toimintaympäristön suhdetta ja tämän linkittymistä teknologiseen kehitykseen, jotta voidaan muodostaa kokonaiskuva toimintaympäristön muiden tekijöiden vaikutuksesta teknologiseen sekä toimialan kehitykseen. (Anderson & Tushman 1986 s.463).

De Wit & Meyerin (2004) mukaan toimialan kehittyminen merkitsee toimialan rakenteen muuttumista. Toimialan rakenteita ei näin ollen tule ymmärtää muuttumattomina vaan dynaamisina, ajan myötä kehittyvinä. Kuvio 7 havainnollistaa toimialan muutosta ja sen osatekijöitä. Toimialan muutoksessa voidaan nähdä aina muutosta määrittäviä tekijöitä, jotka osaltaan nopeuttavat muutosta tai hidastavat sitä. Muutosta määrittävät tekijät voivat olla sekä toimintaympäristön mikro- tai makrotasolta. Muutosta nopeuttavat tekijöitä voidaan nimittää toimialan muutosajureiksi ja sitä hidastavia tekijöitä inhibiittoreiksi. (De Wit & Myers 2004).



Kuvio 6 toimialan muutos (De Wit & Myers 2004).

De Wit ja Meyer (2004) jakavat toimintaympäristön makrotason ajurit karkeasti neljään ryhmään; sosio-kulttuuriset tekijät, yleistaloudellinen tilanne, poliittinen sääntely sekä teknologian kehittyminen. Tämä jaottelu on hieman suppeampi kuin makrotason analyysityökaluna käytetty PESTEL –viitekehys, joka erottaa toimintaympäristön muuttujiksi niin ikään poliittiset tekijät, taloudelliset tekijät, sosiaaliset tekijät sekä teknologisen kehityksen, mutta niin ikään ympäristötekijät sekä lainsäädännön (Gillespie 2007). Poliittisia tekijöitä ja lainsäädäntöä voidaan kuitenkin pitää jokseenkin yhteneväisinä (valtion sääntely ilmenee maan lakeina ja asetuksina), jolloin viitekehukset yhdistämällä saadaan toimintaympäristön muutosajureita kuvaavaksi viitekehukseksi seuraavanlainen synteesi.



Kuvio 7 Toimintaympäristön muutosajurit (muokattu De Wit & Meyer 2004 & Gillespie 2007).

Nämä muutosajurit voivat vaikuttaa toimialan kehittämiseen joko toimialan sisältä tai sen ulkopuolelta kumpuavina voimina. Toimialan kehittyminen ja sen rakenteen muutos ei välttämättä tapahdu yhden tekijän vaikutuksesta vaan yleensä muutos tapahtuu monen tekijän vuorovaikutuksen tuloksena, johon ei välttämättä voida erottaa selkeää alkua ja loppua. (De Wit & Myers 2004).

## 2.2 Teknologinen kehitys

### Mitä teknologia on?

*Teknologia = Raaka-aineiden jalostukseen tarvittava tekninen ja luonnontieteellinen asiantuntemus; siihen perustuvat menetelmät.*

*Gummeruksen suuri sivistyssanakirja (2001)*

Sanakirjan tarjoama määritelmä sanalle teknologia voidaan pitää vähintäänkin rajoittuneena, sillä teknologian määrittäminen pelkkänä tietona tai menetelminä rajaa pois oleellisen osan teknologialla tavallisesti käytetyistä merkityssisällöistä kuten esimerkiksi tuotteista teknologiana. Spenderin (2010) mukaan teknologia onkin meille usein arvoitus vaikka sen vaikutus jokapäiväiseen elämäämme on ilmeinen esim. internetin tai liikkumisen kautta. Näin ollen on oleellista määrittellä termi teknologia, jotta myös sen kehitystä ja laajempia vaikutuksia yhteiskuntaan ja tässä tutkimuksessa tutkimuksen kohteena olevaan ajoneuvoteollisuuteen voidaan tarkastella.

Yksinkertaisen ja selkeän määritelmän termille teknologialle tarjoaa Arthur (2010), jonka mukaan yksikkömuodossaan teknologia voidaan määrittellä välineenä ihmisen tarpeen tyydyttämiseksi. Jokainen teknologia perustuu johonkin fysikaaliseen ilmiöön ja tätä ilmiötä hyödyntävään vaikutukseen. Kokonaisuutena teknologia etenee vangitsemalla ilmiöitä ja laittamalla nämä hyötykäyttöön (Arthur 2010).

Teknologinen evoluutio ja kehitys rakentuu Arthurin (2010) mukaan kolmen peruseriaatteen mukaan;

- 1) Kaikki teknologiat ovat kombinaatioita, tarkoittaen että yksittäiset teknologiat rakennetaan tai yhdistetään käytettävistä olevista komponenteista tai kokonaisuuksista,
- 2) Kukin teknologian komponentti on sellaisenaan pienoisteknologia, joka täyttää erityistä tarkoitusta,
- 3) Kaikki teknologiat valjastavat ja hyödyntävät jotakin vaikutusta tai ilmiötä, usein useita.

## 2.2.1 Teknologisten innovaatioiden tutkimus

Teknologisten innovaatioiden taloustieteellisen tutkimuksen alkuperän jäljet johtavat itävaltalaiseen taloustieteilijään Joseph Schumpeteriin, jonka mukaan kapitalismin keskiössä on ennen kaikkea sen evolutionaarinen luonne (Chandy & Tellis 1998; Rothaermel 2001.) Fundamentaalin impulssi, joka pitää kapitalistisen koneen liikkeessä tulee uusista kuluttajahyödykkeistä, uusista tavoista organisoida tuotantoprosessi sekä uusista markkinoista (Schumpeter 1943). Kapitalismi pyrkii lakkaamatta kumoamaan vallitsevan taloudellisen tilan prosessissa, joka kumpuaa sen sisältä, tuhoten näin vanhan järjestyksen ja luoden uutta. Schumpeter (1943) nimitti tätä kapitalismin perustekijää luovaksi tuhoksi (*creative destruction*). Teknologinen innovaatio tuhoaa näin ollen niiden yritysten aseman, jotka ovat sitoutuneet vanhaan teknologiaan.

Teknologisella evoluutiolla, kehityksellä, viitataan Rosenbloomin (2010) mukaan mahdollisuuden tuottaa käytössä olevilla resursseilla tuotantoprosessin kehittyessä, joko 1) suurempi määrä tuotteita tai palveluja, tai 2) kokonaan uusia tai laadullisesti parempia tuotteita tai palveluja kuin aikaisemmin. Tämä vastaa myös Utterbackin (1994) näkemystä toimialan kehittymisestä tuote- ja prosessi-innovaatioiden sykleinä. Teknologinen evoluutio voikin mahdollistaa aika ajoin uusien teknologisten innovaatioiden kautta kokonaan uuden toimialan synnyn, tai uhata jo vakiintuneen toimialan olemassaoloa. Fosterin (1986) mukaan vanhaan teknologiaan sitoutuneista toimialajohtajista tulee häviäjiä, koska näiden on vaikea hallita teknologisia murroksia, joissa uusi, suuremman suorituskyvyn omaava teknologia korvaa vanhan vakiintuneen teknologian.

Teknologisten innovaatioiden kiinnostusta liikkeenjohdon näkökulmasta voidaankin tarkastella kahdesta näkökulmasta; sen aiheuttamista haasteista toimialan vakiintuneille toimijoille sekä mahdollisuuksista kokonaan uusille toimijoille. (Foster 1986).

Teknologisen murroksen alkuvaiheen tutkimus painotti yrityskoon vaikutusta innovatiivisuuteen ja uuden teknologian omaksumiskykyyn. Chandyn ja Telliksen (1998) mukaan Schumpeterin avainhypoteesin (suuremmat yritykset innovoivat



intensiivisemmin kuin pienemmät yritykset) tutkimiselle on omistettu yli sata tieteellistä artikkelia. Tutkimustulokset aiheesta ovat kuitenkin olleet ilmeisen ristiriitaisia. (Chandy & Tellis 1998).

Abernathyn ja Clarkin (1985) mukaan 1980-luvulla tutkijoita kiinnostivat etenevissä määrin teknologisten innovaatioiden vaikutukset yrityksiin, koko toimialaan sekä toimialan ja markkinoiden rakenteisiin. Innovaatiotutkimuksessa puolestaan korostui pyrkimys luoda yhtymäkohtia yrityksen toimintaympäristön ja strategisten ratkaisujen välille. (Abernathy & Clark 1985)

Innovaatioiden tutkimusta kartoittaneiden Garcian ja Calantonen (2001) mukaan innovaatioiden runsas tutkimus on johtanut monien samankaltaisten käsitteiden nousemiseen innovaatioista ja innovatiivisuudesta. Tämän vuoksi on tärkeää eritellä tutkimuksessa nousseita erilaisia innovaatioiden käsitteitä sekä näiden eroja (Garcia & Calantone 2001).

### **Vähittäinen teknologinen kehitys ja radikaalit innovaatiot**

Teknologisen kehityksen vaikutuksia toimialan kehitykseen voidaan jaotella vähittäisiin eli inkrementaalisiin innovaatioihin sekä radikaaleihin innovaatioihin (e.g. Abernathy & Clark 1985; Tushman & Anderson 1986; Henderson & Clark 1990; Chandy & Tellis). Inkrementaalinen, vähittäinen teknologinen kehitys parantaa ja kehittää olemassa olevaa teknologiaa, joka perustuu yrityksen aiempaan teknologiseen osaamiseen. Vähittäinen kehitys parantaa jo olemassa olevaa teknologiaa vastaamaan paremmin asiakkaiden odotuksia ja tarpeita, kehittämällä tuotteen laatua, käyttömukavuutta tai alentaen sen hintaa (Tushman & Anderson 1986; Henderson & Clark 1990; Hill & Rothaermel 2003).

Tushmanin ja Andersonin (1986) mukaan teknologia kehittyy suhteellisen pitkien vähittäisen kehityksen ajanjaksojen aikana, joka suhteellisen harvoin rikkoontuu häiriyttävän teknologisen muutoksen seurauksena. Esimerkkinä teknologian vähittäisestä kehityksestä voidaan pitää polttomoottoritekniologiaa, joka on hallinnut ajoneuvoteollisuutta kohta sata vuotta kehittyen evoluutiomaisen prosessin tavoin. Vähittäinen teknologinen kehitys perustuu olemassa olevaan teknologiseen

osaamiseen vahvistaen toimialan vakiintuneiden organisaatioiden asemaa (Tushman & Anderson 1986).

Radikaalit innovaatiot eivät taasen perustu aiempaan osaamiseen vaan vaativat uuden osaamisen kehittämistä. Chandy ja Tellis (1998) määrittelevät radikaalit innovaatiot tuotteina, jotka perustuvat erilaiseen teknologiaan kuin aiemmat tuotteet ja täyttävät asiakkaiden tarpeet aikaisempaa paremmin. Radikaali innovaatio muodostuu näin ollen joko kokonaan uusista materiaaleista ja teknologisesta osaamis pohjasta tai vanhojen materiaalien innovatiivisista kombinaatioista (Henderson & Clark 1990; Hill & Rothaermel 2003).

### **Ylläpitävä teknologinen kehitys ja häiriyttävät innovaatiot**

Adnerin (2002) mukaan vallitseva näkemys teknologisten innovaatioiden vaikutuksesta yritysten liiketoimintaan on käsittänyt uuden teknologian tuoman ylivertaisen suorituskyvyn haasteen vakiintuneille toimijoille. Christensenin (1997) mukaan myös vallitsevaa teknologiaa heikomman suorituskyvyn, mutta halvemman hinnan omaavat teknologiat voivat kehittyessään nousta korvaamaan toimialan vakiintuneena pidettyä teknologiaa. Christensenin (1997) nimittää näitä disruptiivisiksi eli häiriöittäviksi innovaatioiksi.

Adnerin (2002) mukaan disruptiivisten teknologioiden dynamiikkaa markkinoilla luonnehtii kolme keskeistä näkökulmaa;

- 1) Vakiintuneen teknologian korvautuminen massamarkkinoilla heikomman suorituskyvyn omaavan teknologian toimesta.
- 2) Massamarkkinoiden kuluttajat, jotka valitsevat heikomman suorituskyvyn, mutta edullisemman hinnan omaavan teknologian.
- 3) Toimialan vakiintuneet toimijat, jotka eivät reagoi ajoissa disruptiivisten teknologian uhkaan.

## **Markkinoita muovaavien innovaatioiden kaksi näkökulmaa**

Markkinoita muovaavien teknologisten innovaatioiden voidaan katsoa käsittävän kaksi erilaista näkökulmaa innovaatioiden luokittelussa.

Disruptiiviset, heikomman suorituskyvyn, mutta halvemman hinnan omaavat, innovaatiot ovat suunnattu ensi alkuun markkinoiden alemmalle, pääasiallisesti hintaa arvostavalle segmentille (low-end disruption tai new-market disruption), joka arvostaa teknologian hintaa sen suorituskykyä enemmän. Nämä innovaatiot voivat ajan saatossa vähitellen nousta uhkaamaan toimialan vakiintuneita toimijoita.

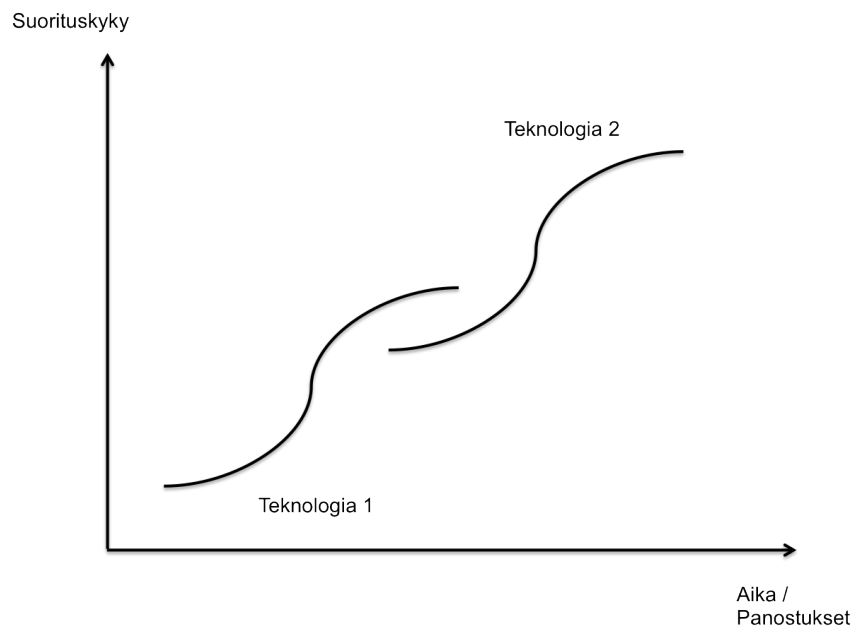
Tämän vastakohtana on uuden radikaalin innovaation tuoma ylivertainen suorituskyky vallitsevaan teknologiaan nähden, joka on ainakin teknologisen kehityksen alkuvaiheessa vallitsevaa teknologiaa kalliimpi. Näin ollen radikaalien innovaatioiden voidaan katsoa suuntautuvan ensi alkuun ylemmälle markkinasegmentille, joka on valmis maksamaan tuotteen suorituskyvystä (high-end). Esimerkkinä tästä voidaan pitää vuonna 2008 markkinoille tullutta iPhonea, jonka hankintahinta oli merkittävästi tavallista matkapuhelinta korkeampi, mutta tarjosi ylivertaisen käyttäjäkokemuksen aiempiin matkapuhelimiin verrattuna. Radikaalin innovaation hintojen alentuessa tuotantokustannusten laskiessa, korkeamman suorituskyvyn omaava teknologia korvaa vakiintuneen teknologian.

## 2.2.2 Toimialan teknologisen kehityksen perinteinen mallintaminen

### Teknologista kehitystä kuvaava S-käyrä

Teknologista kehitystä toimialalla on perinteisesti tarkasteltu Fosterin (1986) esittämän teknologista murrosta kuvaavan S-käyrän avulla. S-käyrä kuvaa teknologian suorituskyvyn parantumista suhteessa investointeihin ajan saatossa. Fosterin (1986) mukaan teknologian alkuvaiheessa tuotekehitys vaatii paljon aikaa ja tulokset etenevät hitaasti. Kun uutta teknologiaa opitaan ymmärtämään ja kontrolloimaan paremmin, sen suorituskyky kasvaa nopeammin suhteessa siihen panostettuihin investointeihin ja näin ollen S-käyrän kulmakerroin jyrkkenee. Ajan saatossa teknologian fysikaaliset rajoitukset tulevat kuitenkin vastaan ja suorituskyvyn parantuminen heikentyy, vaikka tuotekehitykseen upotettaisiin lisää panostuksia. (Foster 1986).

Teknologiat kehittyvät kuitenkin usein rinnakkain ja teknologinen läpimurto jollakin alueella merkitsee usein uuden vaihtoehdon kehittymistä vallitsevalle teknologialle. Tätä aikakautta, jossa vanha teknologia korvautuu uudella nimitetään teknologiseksi epäjatkuvuudeksi. (Foster 1986; Tushman & Anderson 1986).



Kuvio 8 Teknologisen evoluution S-käyrä (Foster 1986).

S-käyrän suoraviivaiselle tavalle jäsentää uuden ja vanhan teknologian kehittymistä rinnakkain on kuitenkin esitetty myös kritiikkiä (Sood & Tellis 2010). Soodin ja Tellisin (2010) mukaan usea uusi teknologia suoriutuu heti ilmestyttyään aikaisempaa teknologiaa paremmin. Tämän lisäksi useat uusina pidetyt teknologiat eivät koskaan kehity suorituskyyvyltään paremmiksi korvaamaan ”vanhaa” teknologiaa, kun taas osa uusista teknologioista on ”pinnalla hetken” ennen kuin aiempi teknologia palaa dominoimaan markkinoita. Näin ollen teknologista kehitystä on vaikeaa ennakoida teknologian esittelyn ajankohdan tai teknologian alustavan suorituskyyvyn perusteella (Sood & Tellis 2010).

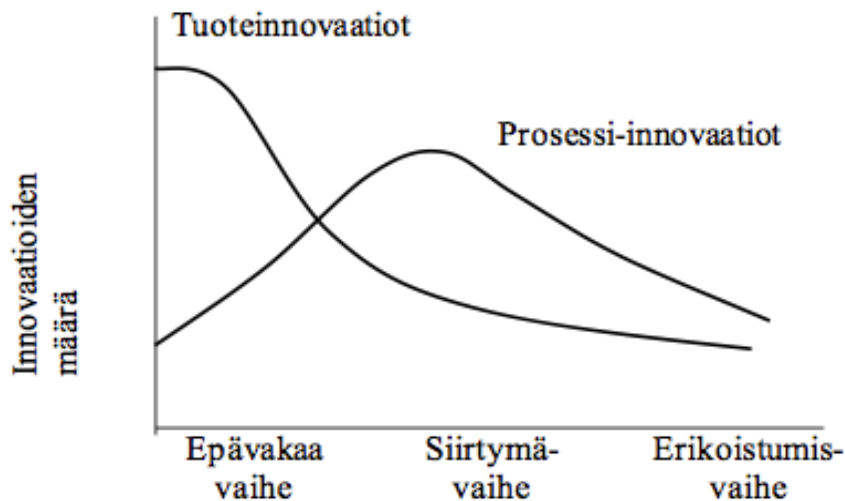
Myös Christensenin (1992) mukaan S-käyrän käyttämiselle voidaan esittää kritiikkiä, sillä vaikkakin useimmiten uuden teknologian suorituskyyky on perinteisellä suorituskyykyasteikolla heikompi kuin vakiintuneen teknologian, jolla vakiintuneen teknologian kehitystä on mitattu, on mahdollista, että uuden teknologian ominaisuudet tuottavat asiakkaille lisäarvoa täysin uudella tavalla.

Soodin ja Tellisin (2010) mukaan S-käyrän käyttäminen teknologisen suorituskyyvyn ennustamiseen on harhaanjohtavaa, koska useimpien teknologioiden kehitys ei vastaa S-muotoista suorituskyykykäyrää. Tämän lisäksi uuden teknologian suorituskyyky voi kehityksen alkuvaiheessa olla heikompi tai parempi kuin nykyinen teknologia, joka ei myöskään vastaa S-käyrän esittelemää kehityskaarta (Sood & Tellis 2010).

Fosterin (1986) esittämälle S-käyrälle esitetyn kritiikin myötä S-käyrää voidaankin pitää teknologisten innovaatioita ja murroksia havainnollistavana viitekehysenä, sillä usein todellisuudessa toimialalla vakiintuneen sekä uuden, innovatiivisen teknologian kehitys ei ole ennalta arvattavaa ja suoraviivaista.

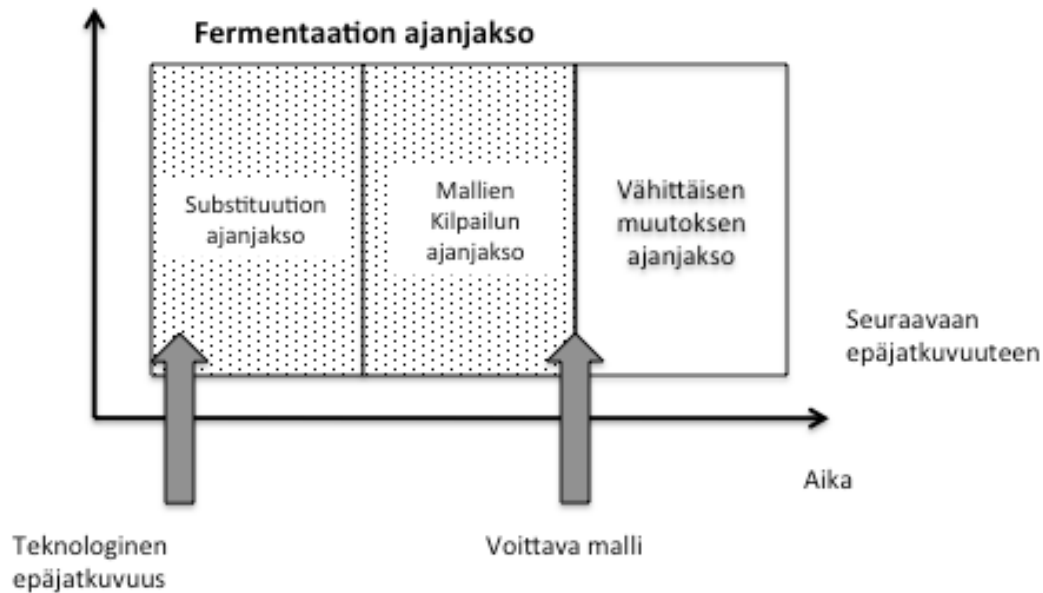
### 2.2.3 Teknologiasykli

Utterback (1994) kuvaa teknologisten innovaatioiden kautta syntyneiden toimialojen evoluutiota dynaamisena prosessina. Kuvio 9 havainnollistaa toimialan evoluutiota kolmen vaiheen kautta, jossa keskinäisen riippuvuussuhteen omaavat uuden teknologian tuote- ja prosessi-innovaatiot määrittävät toimialan tuotteiden, prosessien, organisaatioiden, markkinoiden sekä kilpailun muodostumista. (Utterback, 1994)



Kuvio 9 Toimialan tuote- ja prosessi-innovaatioiden dynamiikkaa kuvaava viitekehys (Utterback 1994).

Utterback (1994) jakaa toimialan evoluution kolmeen vaiheeseen, jotka ovat epävakaa vaihe, siirtymävaihe sekä erikoistumisvaihe. Tämä jaottelu vastaa Andersonin ja Tushmanin (1991) mallia toimialojen kehittymisestä sarjana teknologiasyklejä, jotka etenevät kolmen vaiheen kautta: substituution ajanjakso, mallien kilpailun ajanjakso sekä vähittäisen muutoksen ajanjakso. Teknologiasyklin käynnistää teknologinen epäjatkuvuus, joka voidaan määrittellä läpimurtoinnovaatioina, jotka määrittävät ja muuttavat toimialoja. Teknologiset epäjatkuvuudet pohjautuvat uuteen teknologiaan, jonka suorituskyky on suurempi kuin aiemman dominoivan teknologian. (Andersonin & Tushmanin, 1991)



Kuvio 10 Teknologiasyklejä kuvaava viittekehys (Anderson & Tushman 1991).

Tushman et. al. (1997) mukaan toimialan teknologiasykli voidaan havaita selkeimmin yksinkertaisista teknologioista koostuvilla toimialoilla, kuten kemikaaleissa tai lasinvalmistuksessa. Monimutkaisempien, lukuisista teknologioista koottujen tuotteiden tapauksessa, teknologiasyklien ideaa voidaan soveltaa teknologian ”alatasoilla” (Tushman et. al. 1997). Koska Arthurin (2010) mukaan teknologiat ovat kombinaatioita yhdistäen olemassa olevia ”pienoisteknologioita” palvelemaan suurempaa tarkoitusta, voidaan kullekin ”pienoisteknologialle” osoittaa myös sen oma teknologiasykli. Esimerkiksi autojen tapauksessa tulee autoa käsitellä teknologiana, joka itsessään koostuu useasta teknologiasta, kuten moottorista, voimansiirrosta yms.

Chesbrough ja Teece (1996) luokittelevat innovaatiot autonomisiin ja systeemisiin. Autonomiset innovaatiot voidaan ottaa käyttöön sellaisinaan, kuten turboahdit ajoneuvojen moottoritehon kasvattamiseen, mutta systeemiset innovaatiot vaativat aina täydentävän innovaation yhdistelmää. Chesbrough ja Teece (1996) jaottelussa voidaan havaita yhtäläisyyksiä Tushman et. al. (1997) jakoon teknologiasyklien erilaisesta kehittämisestä yksinkertaisien ja useista teknologioista koostuvien tuotteiden tapauksissa. Näin ollen analysoidessa teknologista kehitystä on syytä tarkastella myös teknologian kompleksisuutta ja eri osa-alueiden teknologista kehitystä.

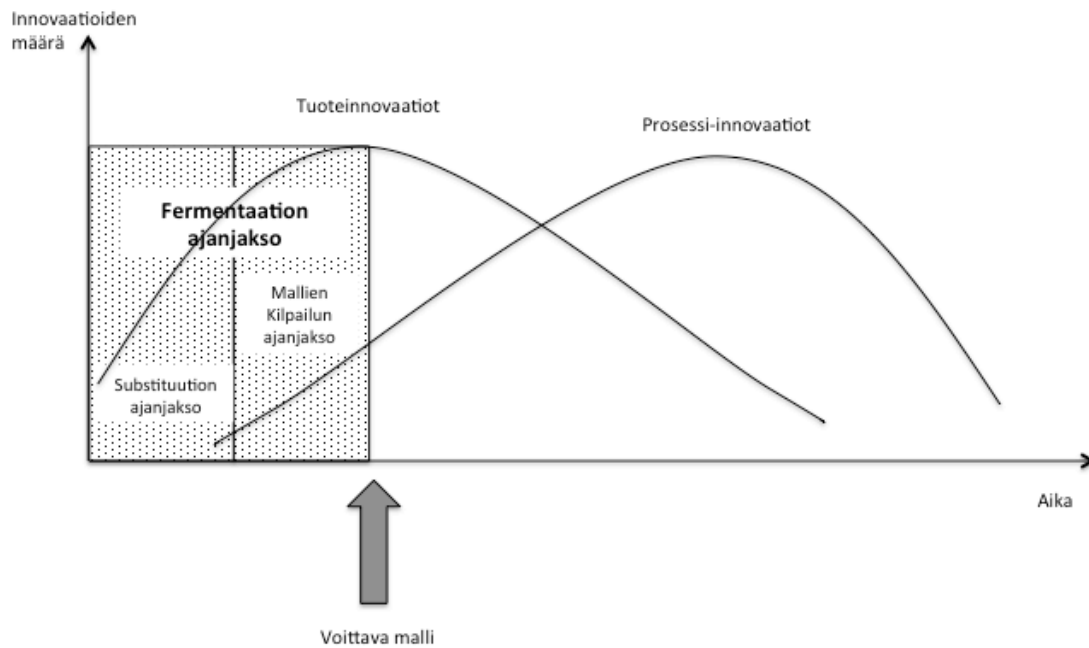
Utterbackin (1994) mukaan toimialan evoluution alkutaipaleella teknologian ollessa vielä lapsenkengissä, uusia toimijoita ja tuotteita virtaa kehittyville markkinoille. Teknologinen epäjatkuvuus käynnistää fermentaation ajanjakson, jonka ensimmäinen vaihe on substituution ajanjakso, jossa uusi teknologia pyrkii korvaamaan vakiintuneen teknologian (Anderson, Tushman, 1991). Toimijoiden suuri lukumäärä ja uuden teknologian vajavaisuudet, kuten kallis hinta sekä epäluotettavuus, johtavat tuoteinnovaatioiden suureen lukumäärän markkinoiden alkuvaiheessa (Utterback 1994). Fosterin (1986) mukaan uusi teknologia ilmaantuu, kun vakiintunut teknologia on saavuttanut teknologiset rajoitteensa, mutta Andersonin ja Tushmanin (1991) mukaan vakiintunut teknologia pyrkii vastamaan haasteeseen kehittyen huomattavasti vastatakseen kilpailuun.

Radikaalit innovaatiot ovat usein tuotteina vielä raakileita, jonka vuoksi alkuperäisen mallin korvaa nopeasti kehittyneempi versio. Fermentaation ajanjakson aikana substituutiovaihetta seuraa mallien kilpailun vaihe, jossa lukuisia uutta teknologiaa soveltavia tuotteita tulee markkinoille (Anderson & Tushman 1991). Utterbackin (1994) mukaan epävakaa vaiheen organisaatioita leimaakin yrittäjämäinen luonne ja valmistusprosessien joustavuus.

Epävakaan vaiheen loppua kohden toimialan kilpailutekijät siirtyvät yhä enemmän prosessi-innovaatioiden suuntaan, sillä tuotteen ilmiselvien parannusten tultua markkinoille tuotteen suorituskyvyn parantaminen käy vaikeaksi. Asiakkaiden preferenssit kehittyvät ajan myötä ja käytännön toimenpiteet markkinoinnin, jakelun ja tuotannon järjestämiseksi vaativat etenevissä määrin tuotteen standardisoimista. (Utterback 1994).

Mallien kilpailun ajanjakso huipentuu dominoivan mallin (*dominant design*) muodostumiseen, joka määrittää teknologiatuotteen ominaisuudet markkinoiden silmissä muodostuen toimialan de-facto standardiksi. Markkinastandardiksi omaksuttu voittava malli ei välttämättä ole parempi kuin kilpailevat versionsa, mutta erottavana tekijänä toimii voittavan mallin tarjoama ominaisuuksien yhdistelmä, jota markkinat arvostavat yli muiden. Voittava malli asettaakin mittapuun, johon toimialan muita tuotteita verrataan. (Anderson & Tushman 1991; Utterback 1994).





Kuvio 11 Voittavan mallin muodostuminen (Anderson & Tushman 1991; Utterback 1994; muokattu Bagot & Lindblad 2004).

Esimerkkeinä tästä käy 1970-luvun loppupuolella ja 1980-luvun alussa käyty kamppailu markkinaosuuksista tallentavien ja toistavien videonauhurilaitteiden tallennusmuodossa. JVC:n kehittämä VHS (Video Home System) voitti kilpailevat Betamax ja Video-2000 formaatit muodostuen dominoivaksi malliksi ja toimialan tosiasialliseksi standardiksi. Tuoreempana esimerkkinä kuluttajahyödykkeissä tapahtuneesta kehityksestä toimii 2000-luvun jälkimmäisellä puoliskolla alkanut taistelu älypuhelimien saralla, jossa Applen iPhone kohosi varsin nopeasti voittavaksi malliksi, johon toimialan muita tuotteita verrataan.

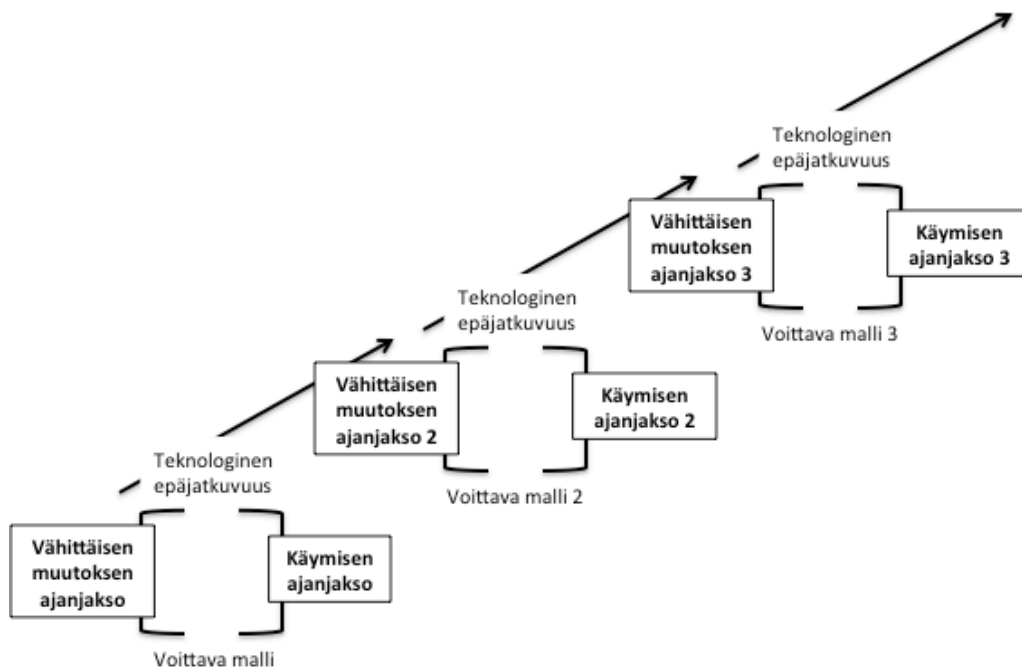
Markkinastandardin kehkeytyminen, voittavan mallin saavuttaessa 50 % markkinaosuuden, merkitsee teknologisen fermentaation päättymistä ja toimialan siirtymistä kohden vähittäisen muutoksen ajanjaksoa, jossa toimialan kilpailun fokus siirtyy markkinoiden segmentointiin sekä tuotantokustannusten alentamiseen. (Andersonin & Tushmanin, 1991).

Tämä vastaa Utterbackin (1994) kuvaamaa kehitystä siirtymävaiheesta, jonka myötä toimialan kehitys suuntautuu etenevissä määrin tuoteinnovaatioista prosessi-innovaatioihin, sillä tuotteen ominaisuuksien vakiintuessa toimialan kilpailutekijöinä

toimivat etenevässä määrin tuotannolliset tekijät sekä operationaalinen erinomaisuus. Siirtymävaihe merkitsee organisaatioille investointeja prosessien uudistamiseen kasvavan kysynnän myötä. Tuotantoprosessien vakiintumisen myötä myös toimialalle tulon esteet kasvavat. (Utterback 1994).

Kehitys voimistuu edelleen erikoistumisvaiheessa, jossa tuotanto on optimoitu tuottamaan tarkoin määriteltyjä tuotteita. Standardoidun tuotteen yksikkökustannusten minimoinnin ja suurtuotannon etujen myötä toimialan kilpailuympäristö kehittyy lopulta muutamien suurien organisaatioiden hallitsemaksi oligopoliksi, jotka hallitsevat massamarkkinoita. Pienemmät organisaatiot voivat menestyä erikoistuen palvelemaan niche -markkinoita, mutta omaavat verrattain pienen kasvupotentiaalin. (Utterback 1994).

Vähittäisen muutoksen ajanjakso ja toimialan vakiintuminen tarjoaa kasvualustan uusille epäjatkuville innovaatioille. Kuvio 12 havainnollistaa teknologisen kehityksen dynaamista luonnetta, joka kulkee yli ajan teknologiasyklistä toiseen.



Kuvio 12 Teknologiasykli yli ajan (Tushman et. al. 1997).

#### 2.2.4 Ylläpitävä teknologinen kehitys ja häiriyttävät innovaatiot

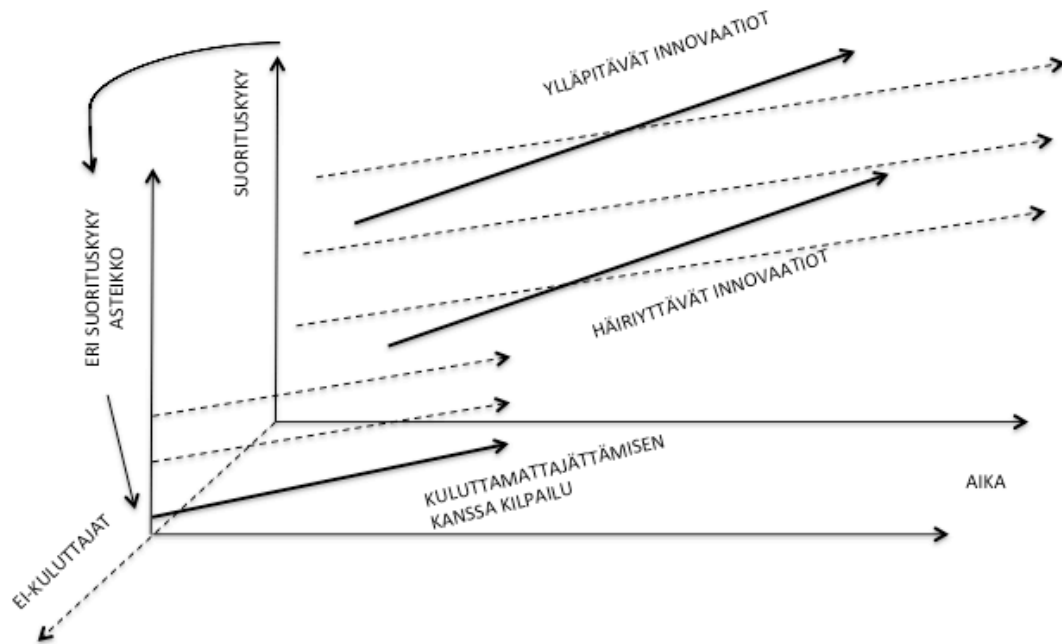
Christensen (1997) jakaa innovaatiot ylläpitäviin ja häiriyttäviin innovaatioihin kuvaten innovaatioiden erilaista roolia toimialan kehityksessä. Ylläpitävät innovaatiot muokkaavat tuotteita tai palveluita vastaamaan paremmin asiakkaiden odotuksia. Esimerkiksi matkapuhelimissa 1980-luvulta 1990-luvulle tapahtunut matkapuhelinten fyysisen koon pienentymistä voidaan ylläpitävänä innovaationa, sillä langattoman viestintäteknologian kehittyessä puhelinten fyysistä kokoa pystyttiin vähitellen pienentämään, jotta tämä palveli paremmin kuluttajien tarpeita. Näin ollen ylläpitävien innovaatioiden käsite vastaa vähittäistä teknologista kehitystä. (Christensen 1997).

Häiriyttävät, disruptiiviset innovaatiot luovat uusia markkinoita ja uutta kasvua (Gilbert 2003). Christensenin ja Bowerin (1995) mukaan häiriyttävien innovaatioiden ominaisuudet eivät usein vastaa valtavirran asiakkaiden tarpeita ja tuotteet sisältävät vakiintuneita tuotteita heikomman suorituskyvyn. Häiriyttävät innovaatiot keskittyvät palvelemaan niche -markkinoiden tarpeita, jonka vuoksi toimialan vakiintuneet toimijat eivät pidä näitä uhkana. Useimmiten häiriyttäviä innovaatioita käytetään täysin uusissa sovelluksissa tai nämä luovat uusia markkinoita. Esimerkkinä häiriyttävästä innovaatiosta toimii Sonyn ensimmäinen transistoriradio, jonka äänen laatu oli markkinoiden aikaisempia tuotteita selkeästi heikompi, mutta loi markkinat täysin uudelle kategorialle kannettavista radioista, joiden ominaisuuksiin kuuluivat pieni koko, keveys sekä kannettavuus. (Christensen & Bower 1995).

Christensenin (1997) mukaan disruptiivisten innovaatioiden viitekehityksessä on kolme kriittistä elementtiä. Ensinnäkin, jokaisella markkinalla on aina tietty suorituskyvyn omaksumisen taso, jonka asiakkaat voivat kulloinkin käyttää hyödykseen. Esimerkiksi nykyisten polttomoottoriajoneuvojen moottoriteho (hevosvoimat) on kasvanut koko 1900-luvun ajan, mutta nykyinen kuluttaja ei pysty hyödyntämään ajoneuvon sisältämää suorituskykyä kokonaisuudessaan esimerkiksi nopeusrajoitusten ja ruuhkien vuoksi. (Christensen & Raynor 2003).

Kuviossa 13 (s.40) ylöspäin kohoava katkoviiva kuvaa eri asiakassegmenttien vaatimustason kehityskaarta, joka on riittävän hyvä tyydyttämään asiakkaiden tarpeet. Asiakastarpeita on mallin yksinkertaistamiseksi kuvattu vain kolme, mutta

todellisuudessa segmenttejä on useita, muodostaen tuotteen massamarkkinat näiden segmenttien välimaastossa (Christensen & Raynor 2003).



Kuvio 13 Ylläpitävä teknologinen kehitys ja häiriyttävät innovaatiot (Christensen & Raynor 2003).

Toimialalla lanseerattavien uusien tai paranneltujen tuotteiden suorituskyvyn parantumista kuvaavan kehityskaaren (jota kuviossa 13 havainnollistaa lihavoitu musta nuoli) kulmakerroin on selkeästi jyrkempi kuin asiakkaiden vaatimustason ja tarpeiden kehitys. Teknologia kehittyy lähes aina nopeammin kuin asiakkaiden kyky hyödyntää sen kaikkia ominaisuuksia. Näin ollen valtavirran asiakkaan tarpeiden tyydyttämiseksi suunnitellut tuotteet ”ylipalvelevat” asiakkaiden tarpeita myös tulevaisuudessa. (Christensen & Raynor 2003).

Ylläpitävät innovaatiot tähtäävät yleensä ylemmän high-end segmentin tarpeiden tyydyttämiseen tuotteilla, joiden suorituskyky on parempi kuin ennen. Ylläpitävien innovaatioiden ansaintalogiikka perustuu suorituskyvyltään parempien tuotteiden myymiseen suuremmalla katteella. Christensenin ja Raynorin (2003) mukaan toimialan vakiintuneilla toimijoilla on lähes aina kilpailuetu ylläpitävien innovaatioiden tuottamisessa vakiintuneiden toimijoiden suurempien resurssien myötä. (Christensen & Raynor 2003).

Christensenin ja Raynorin (2003) mukaan häiriyttävät innovaatiot eivät vastakohtaisesti pyri tuomaan parempia tuotteita olemassa oleville markkinoille vaan esittelemään tuotteita ja palveluita, jotka eivät ole yhtä hyviä kuin olemassa olevat tuotteet vaan tarjoavat muita etuja. Häiriyttävät tuotteet ovat yleensä yksinkertaisempi, käytännöllisempiä ja edullisempia kuin vakiintuneet tuotteet, ja vetoavat näin ollen asiakkaisiin, jotka vaativat tuotteiltaan vähemmän. Useimmiten häiriyttävällä innovaatiolla tavoitellaan aluksi asiakkaita, joita perinteiset toimialan yritykset eivät pidä kannattavina ja tavoiteltavina. Kun häiriöittävät tuotteet saavat jalansijaa uusilla tai alemman segmentin markkinoilla, alkaa jatkuvan parantamisen sykli. Teknologian kehittyessä nopeammin kuin asiakkaiden kykyä hyödyntää sen ominaisuuksia, kehittyä aiemmin selkeästi heikompi teknologia vastaamaan ajan myötä myös vaativampien asiakkaiden tarpeisiin ja haastamaan toimialan vakiintuneiden toimijoiden tuotteita. (Christensen & Raynor 2003).

Christensen ja Raynor (2003) huomioivat myös toisen mahdollisuuden häiriyttävään innovaatioon, joka kulkee uusien kuluttajien kautta. Koska disruptiiviset innovaatiot ovat huomattavasti edullisempia käyttää ja omistaa kuin aikaisemmat toimialan tuotteet, mahdollistavat ne kokonaan uuden asiakasjoukon käyttää ja omistaa tuotteita. Disruptiiviset innovaatiot kilpailevat tällöin kuluttamatta jättämisen kanssa. Esimerkkinä tästä ovat kotitietokoneet, joiden alkuperäiset asiakkaat olivat kokonaan uusia asiakkaita, jotka eivät olleet omistaneet tuotteiden aiempia sukupolvia. (Christensen & Raynor 2003).

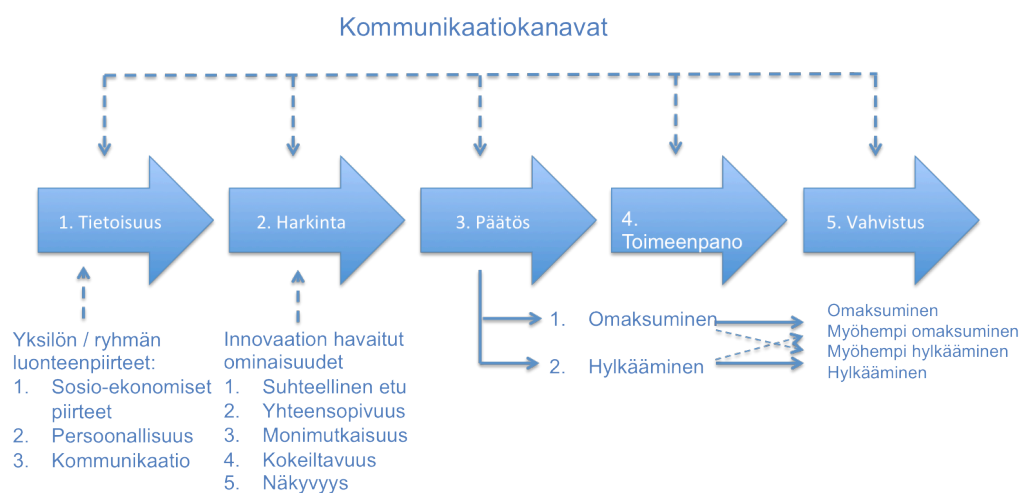
Vakiintuneeseen teknologiaan perustuvan ja uuden häiriyttävän innovaation kehitys tapahtuu usein rinnakkain. Disruption toteutumisessa saattaa kuitenkin kestää vuosia tai vuosikymmeniä ennen kuin häiriyttävä innovaatio vaikuttaa toimialan vakiintuneiden yritysten liiketoimintaan syrjäyttäen vakiintuneen tuotteen markkinat. (Gilbertin 2003).

## 2.3. Innovaatioiden leviäminen

### 2.3.1 Innovaatioiden diffuusio

Innovaatioiden omaksumisen tutkimus on kiinnostunut innovaatioiden ja uusien teknologioiden leviämisestä. Rogers (1983) määrittelee innovaation ”*ideana, toimintatapana tai fyysisenä objektina, jota yksilö tai muu omaksujajoukko pitää uutena*”. Keskeisenä kysymyksenä on näin ollen miksi uuden innovaation leviäminen sosiaalisessa yhteisössä vie aikaa eikä sitä omaksuta välittömästi? (Rogers, 1983).

Innovaatio omaksutaan ”*ajan saatossa tiettyjen kanavien kautta sosiaalisen yhteisön jäsenten keskuudessa.*” Innovaatioiden leviämiseen ja omaksumiseen vaikuttavina elementteinä ovat uutena pidetty innovaatio, sen kommunikaatiokanavat, aika sekä sosiaalinen yhteisö. Omaksumisen prosessi etenee viiden vaiheen kautta, jossa yksilö on ensimmäisen kerran *tietoinen* uudesta innovaatiosta, mutta ei ole tietoinen sen hyödyistä. *Vakuuttelun* vaiheessa yksilö muodostaa myönteisen tai kielteisen kannan innovaatiosta etsimällä tietoa innovaation hyödyistä. Vakuuttelua seuraa *päätös*, jossa yksilö on tilanteessa jossa hän päättää omaksua tai hylätä uuden innovaation. Myönteisen päätöksen myötä innovaatio *omaksutaan* käyttöön. Tämänkin jälkeen yksilö voi vielä hakea *vahvistusta* tehdylle päätökselle omaksua tai olla omaksumatta uusi innovaatio. (Rogers, 1983).



Kuvio 14 Innovaation omaksumisen prosessi (Rogers 1983).

Rogersin (1983) mukaan innovaatioiden ominaisuudet auttavat selittämään sekä ennustamaan erilaisten innovaatioiden erilaista omaksumisen astetta. Omaksumisen aste voidaan taas määritellä suhteelliseksi nopeudeksi, jolla sosiaalisen yhteisön jäsenet omaksuvat innovaation.

- 1) *Suhteellisena etu tai hyöty* aiemmin käytössä olleeseen välineeseen verrattuna
- 2) *Yhteensopivuutena* aiempien kokemusten, tarpeiden ja arvojen kanssa
- 3) *Monimutkaisuutena*, joka voidaan ymmärtää mahdollisena hankaluutena ymmärtää ja käyttää innovaatiota
- 4) *Kokeiltavuutena sekä*
- 5) *Näkyvyytenä*, jossa innovaation tulokset ovat näkyviä muille. (Rogers 1983)

Innovaation suhteellinen etu tarkoittaa kuluttajien kokemaa hyötyä aiempaan tuotteeseen / ideaan verrattuna. Suhteellinen etu ilmaistaan usein taloudellisina hyötyinä tai uuden innovaation omaksumisen tuomana statuksena. Innovaatioiden diffuusion tutkimuksessa innovaation suhteellista etua on yleisesti pidetty merkittävimpänä tekijänä leviämisen ennustajana. Innovaation suhteelliselle edulle voidaan löytää useita alakohtia kuten innovaation alhainen kustannus, taloudellinen tuottavuus, epämukavuuden poistuminen, ajan ja vaivan säästyminen sekä nopeampi tarpeentyydytys. Innovaation suhteellisen edun voidaankin katsoa olevan positiivisesti riippuvainen innovaation leviämisen kanssa. (Rogers 1983).

Innovaatioiden leviämistä voidaan edistämään kasvattamalla innovaation suhteellista etua erilaisten insenttiivien, kannustimien, kautta. Erilaisten kannustimien voidaankin katsoa kasvattavan innovaatioiden leviämisen astetta. Kannustimet voivat kuitenkin jättää omaksumisen asteen pinnalliseksi, sillä mikäli kannustin näyttelee suurta roolia innovaation omaksumisessa voi tämä heikentää motivaatiota käyttää innovaatiota jatkossakin.

Yhteensopivuudella aiempien kokemusten, tarpeiden ja arvojen kanssa Rogers (1983) tarkoittaa innovaation tarvetta muuttaa omaksujien mielikuvia tai kulutuskäyttäytymistä käyttäessään innovaatiota. Mitä yhteensopivampi innovaatio omaksujien aiempien kokemusten, arvojen ja tarpeiden kanssa, sitä todennäköisempää

on innovaatioiden omaksuminen. Rogers (1983) kuitenkin huomauttaa, että kuluttajat eivät aina ole tietoisia tarpeistaan ennen kuin he ovat tietoisia innovaatiosta ja sen mahdollista seuraamuksista.

Innovaation kompleksisuudella, monimutkaisuudella tarkoitetaan hankaluutta ymmärtää tai käyttää innovaatiota. Rogersin (1983) mukaan hieman yleistäen voidaankin sanoa, että innovaation kompleksisuudella on negatiivinen riippuvuus innovaatioiden omaksumiselle. Rogersin (1983) johtopäätös on samankaltainen kuin Mcnerneyn, Farmerin, Rednerin ja Trancikin (2011) havainto teknologioiden kompleksisuuden vaikutusta niiden kehittymiseen. Mcnerneyn et. al. (2011) mukaan teknologian kompleksisuus hidastaa sen kehittymistä.

Innovaation kokeiltavuudella tarkoitetaan omaksujan mahdollisuutta kokeilla innovaatiota ennen sen omaksumista. Innovaatio, jota voidaan koekäyttää, vähentää omaksujan epävarmuutta ja näin ollen innovaation omaksuminen on positiivisesti riippuvainen sen kokeiltavuudesta. Rogersin (1983) mukaan kokeilu on tärkeämpää innovaatioiden varhaisille omaksujille, sillä saavutettuaan tietyn omaksumisen asteen myöhäisempien omaksujien ympärillä on runsaasti vertaisjoukkoa, joka käyttää jo innovaatiota. Näin ollen erityisesti innovaation tulosten näkyvyydellä on merkitystä innovaation omaksumiselle. Voidaankin olettaa, että innovaation hyötyjen näkyvyydellä ja innovaation omaksumisella vallitsee positiivinen riippuvuussuhde.

Myös sosiaalinen yhteisö vaikuttaa innovaatioiden leviämiseen merkittävästi, sillä Rogersin (1983) mukaan ihmisten innovatiivisuus eli kyky omaksua uusia ideoita tai toimintatapoja vaihtelee. Rogers (1983) kategorisoikin ihmisiä perustuen edellä mainittuun innovatiivisuuteen. Malli perustuu käyttäytymistieteiden (kuten psykologia) perusolettamukseen, että lähes kaikki ihmisten ominaisuudet jakautuvat normaalijakauman mukaisesti. Tässä tapauksessa normaalijakaumalla tarkastellaan ihmisten kykyä omaksua uusia innovaatioita.

Populaatio voidaan näin ollen jakaa normaalijakaumalla erilaisiin luokkiin näiden innovatiivisuuden perusteella, joita Rogersin (1983) mukaan on löydettävissä viisi kappaletta:



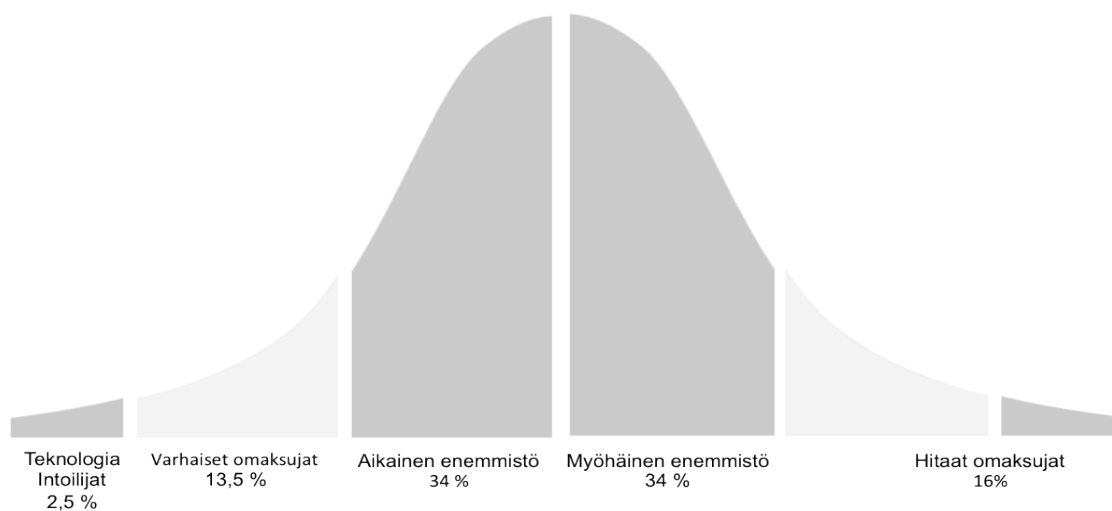
1) *Innovaattorit* ovat ensimmäisiä uusien teknologioiden, ideoiden tai toimintatapojen omaksujia. He ovat usein nuoria, sosiaalisia, ylemmästä yhteiskuntaluokasta sekä valmiita ottamaan riskejä sillä uudet teknologiat voivat myös osoittautua myös epäonnistuneiksi.

2) *Varhaiset omaksijat* ovat sosiaalisen yhteisön mielipidejohtajia, joiden kokemuksia aikainen enemmistö kysyy. Varhaiset omaksijat toimivat näin ollen usein muutosagentteina jotka voivat kiihdyttää innovaatioiden omaksumista.

3) *Aikainen enemmistö* omaksuu uusia innovaatioita ennen keskivertokansalaista. Pragmaatit haluavat nähdä uuden innovaation hyödyn referenssien kautta ennen kuin nämä omaksuvat innovaation.

4) *Myöhäinen enemmistö* lähestyy uusia innovaatioita epäillen eikä omaksu uusia teknologioita ennen kuin suurin osa sosiaalisesta yhteisöstä on omaksunut nämä.

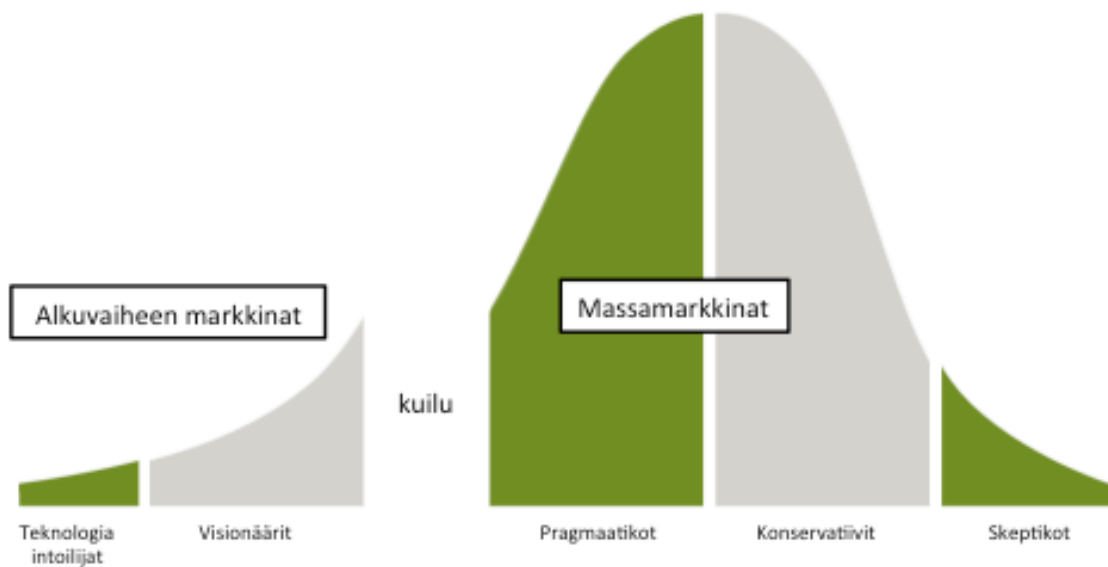
5) *Hitaat omaksijat* ovat viimeisiä omaksuma uusia innovaatioita. Hitaat omaksijat ovat teknologian, uusien ideoiden ja toimintatapojen suhteen konservatiivisia ja heidän referenssit näiden suhteen ovat aina menneisyydessä.



Kuvio 15 Omaksujakategoriat (Rogers 1983).

### 2.3.2 Mooren elinkaarimalli

Moore (1991) jatkoi Rogersin (1983) esittelemän innovaatioiden omaksumiskategorioiden pohjalla olevan Bellin käyrän jalostamista uuden teknologian omaksumisen elinkaarimallissa. Mooren (1991) mukaan eri ryhmiä erottaa näiden suhtautuminen uuteen teknologiaan perustuvaan epäjatkuvaan innovaatioon, jonka omaksuminen vaatii nykyisen kulutuskäyttäytymisen muuttamista tai kokonaan uusien toimintatapojen omaksumista.



Kuvio 16 Uuden teknologian omaksumisen elinkaari (Moore 1991).

Keskeistä Mooren (1991) esittämässä uuden teknologian omaksumisen elinkaarimallissa on varhaisten omaksujien ja aikaisen enemmistön, joita Moore nimittää visionääreiksi ja pragmatikoiksi, erottava kuilu. Kuilu symbolisoi aikaisen markkinoiden ja massamarkkinoiden välistä eroa suhtautumisessa uuteen häiriyttävään tai epäjatkuvaan innovaatioon perustuvaan teknologiaan sekä päätöksiin omaksua tai olla omaksumatta sitä. (Moore 1991).

Visionäärit näkevät uuden teknologian tarjoamat mahdollisuudet selkeämmin kuin pragmatitot, jotka suhtautuvat uusiin innovaatioihin skeptisemmin. Visionäärit ovat valmiita ottamaan pragmatikkoja enemmän riskejä saavuttaakseen teknologista etumatkaa kilpailijoihin nähden kun taas pragmatitot vaativat innovaatioiden hyötyjen todentamista ennen innovaation omaksumista. Pragmatikoiden on vaikea ottaa todesta visionäärien ylistystä uudesta teknologiasta. Innovaation suhteellisen

edun kommunikoiminen sosiaalisessa yhteisössä on keskeisessä osassa innovaation leviämässä ja näin ollen ryhmien erilaisuus johtaa kommunikaation katkeamiseen ja kuiluun innovaation omaksumisen prosessissa (Rogers 1983; Moore 1991).

Mooren (1991) mukaan avain visionäärien ja pragmaatikkojen välisen kuilun ylittämiseen on ”kokonaisen tuotteen”-konseptissa, jonka mukaan markkinoinnin antamassa arvolupauksessa ja itse toimitetun tuotteen kyvyssä lunastaa tuo arvolupaus on kuilu, jonka ylittämiseksi tuotetta on kasvatettava erilaisilla palveluilla ja täydentävillä tuotteilla, jotta tuotteesta tulee ”kokonainen”. Esimerkiksi tietokoneen ostajalle tämä voisi tarkoittaa itse tuotteen (kannettava tietokone) täydentämistä käyttöjärjestelmällä, sopivalla ohjelmistopakettilla sekä mahdollisella käyttötuki-palvelulla, jotta asiakas saa ostamansa tuotteen toimintakuntoiseksi ilman mittavaa kokemusta tietokoneista. (Moore 1991).

Erona aikaisten markkinoiden ja massamarkkinoiden välillä on siis, että visionäärit ovat valmiita täydentämään uuden teknologian tuotteiden mahdollisia puutteita omalla panoksellaan, mutta pragmaatikot eivät. Pragmaatikot odottavat, että tuote ratkaisee suunnitellun tehtävän saumattomasti ja helposti, kun taas visionäärit omaksuvat tuotteita niiden alkuvaiheessa huolimatta mahdollisista pieninä pidetyistä puutoksista, mikäli tuotteen avulla voidaan saavuttaa kilpailuetua markkinoihin nähden. (Moore 1991).

Ylittääkseen uuden teknologian omaksumisessa olevan kuilun aikaisen markkinoiden ja massamarkkinoiden välillä on valittava pieni niche pragmaatikkoja, tarjoten tälle segmentille kokonainen tuote keskittäen kaikki resurssit valitun segmentin palvelemiseen. Mooren (1991) mukaan tämä on ainoa tapa ylittää kuilu ja saada mahdollisuus edetä massamarkkinoille. (Moore 1991).

## 2.4 Teknologisen kehityksen haasteet vakiintuneille toimijoille

Innovaatioiden tutkimuksessa laajasti käsitelty teema on vakiintuneiden toimijoiden vaikeus vastata haasteeseen, jonka radikaalin innovaation toimialalle asettama kilpailukentän uudistuminen tuo (Hill & Rothaermel 2003). Toimialan vakiintuneiden toimijoiden heikentynyttä taloudellista suorituskykyä radikaalin innovaation tapauksessa on tutkittu lukuisissa tutkimuksissa (e.g. Foster 1986; Tushman & Anderson 1986; Henderson & Clark 1990; Utterback 1994; Christensen 1997). Yhteisenä lopputuloksena tutkimuksissa voidaan nähdä vakiintuneiden toimijoiden haastetta omaksua uutta, aiemman korvaavaa teknologiaa (Hill & Rothaermel 2003).

Liiketoiminnan murros, jossa uusi innovaatio luo ylivertaista asiakashyötyä tai tyydyttää aiemmin tyydyttämättöminä olleita tarpeita, tapahtuu aika ajoin jokaisella toimialalla. Kapitalistisen koneen fundamentaalisen impulssin (Schumpeter 1943) kumpuaminen uusista kuluttajahyödykkeistä tai uusista tavoista järjestää tuotanto luo liiketoiminnan dynaamisen luonteen, joka sisältää uhkan uusista tulokkaista tai korvaavista tuotteista. Toimialojen murrosta kuvaava tutkimus on perinteisesti tarkastellut Vlaarin ym. (2005) mukaan vakiintuneiden yritysten murroksessa kohtaamia haasteita hyvin teknologiapainotteisesti. Kuitenkin myös uudet liiketoimintamallit voivat häiriyttää toimialan vakiintunutta toimintalogiikkaa (Christensen & Raynor 2003; Vlaar ym. 2005).

Innovaatioiden tutkimus osoittaa, että uusien toimialan kilpailua muuttavien radikaalien innovaatioiden tuominen markkinoille tapahtuu yleisesti uusien toimijoiden kautta (e.g. Foster 1986; Tushman & Anderson 1986; Henderson & Clark 1990; Utterback 1994). Hill ja Rothaermel (2003) huomattavat, että tähän löytyy myös poikkeuksia, kuten IBM:n toiminta tietokoneiden kaupallistamisessa, mutta näissäkin tapauksissa toimialan muiden vakiintuneiden toimijoiden tulee vastata tähän haasteeseen.

Cooper ja Smith (1992) tutkivat teknologisen innovaation vaikutusta kahdeksan uuden toimialan syntyyn. Uusien ja korvaavien toimialojen synty lisäsi Cooperin ja Smithin (1992) mukaan vakiintuneiden toimialojen kilpailuympäristön epävarmuutta ja markkinoille ilmestyneiden kokonaan uusien kilpailijoiden lukumäärää. Teknologisessa murroksessa liikkeenjohto joutuukin tekemään neljä olennaista

päätöstä markkinoille murtautumisen ajoituksesta, sitoutumisen asteesta uuteen teknologiaan, vanhojen ja uusien toimintojen päällekkäisyyden asteesta sekä kilpailustrategian muokkaamisesta (Cooper & Smith 1992).

Markkinoille murtautumisen ajoitus sisältää aina epävarmuutta. Dayn ja Schoemakerin (2000) mukaan teknologisen kehityksen alkuvaiheessa ei yleensä ole selvää tuleeko uusi teknologia saavuttamaan suhteellista etua kuluttajien valinnoissa vakiintuneeseen teknologiaan nähden. Onnistunut ajoitus voi kuitenkin tuoda organisaatiolle edelläkävijän edun, jonka saavuttaminen voi viedä kilpailijoilta useita vuosia. Kolikon kääntöpuolena on kuitenkin riski siitä, ettei innovaatio saavuta markkinoiden hyväksyntää tai että innovaation leviäminen on hidasta, jolloin markkinat eivät kehity riittävän nopeasti rahoittaakseen raskaita etukäteisinvestointeja. (Cooper & Smith 1992; Day & Schoemaker 2000)

Dayn ja Schoemakerin (2000) mukaan vakiintuneiden toimijoiden sudenkuoppana on usein liian myöhäinen osallistuminen. Yritysten on vaikea tunnistaa uusien innovaatioiden etuja, mikäli nämä eivät täytä nykyisten asiakkaiden tarpeita tai näiden markkinat eivät vedä vertoja nykyisille tuotteille. Tämän lisäksi toimialan vakiintuneiden toimijoiden investoinneille asettamat tuottovaatimukset voivat toimia esteenä kehityksen alkuvaiheessa oleviin innovaatioihin, joiden tulevaisuuden tuotto-odotukset ovat epävarmat. (Day & Schoemaker 2000)

Hillin ja Rothaermelin (2003) mukaan vakiintuneille toimijoilla on sitä vastoin kannustin investoida nykyiseen osaamiseen perustuviin vähittäisiin innovaatioihin, koska vakiintuneet toimijat pyrkivät maksimoimaan tuottoensa jo tunnetusta teknologiasta. Investoinnit organisaation nykyiseen tietämykseen perustuvaan teknologiaan suojelee alalle tulon esteitä sekä vahvistaa nykyistä tulovirtaa (Hill & Rothaermel 2003).

Chandyn ja Tellisin (1998) mukaan toimialan vakiintuneet yritykset ovat usein haluttomia investoimaan uusiin radikaaleihin innovaatioihin, koska vakiintuneet toimijat eivät ole valmiita vähentämään vakiintuneeseen teknologiaan tekemiensä investointien arvoa. Chandy ja Tellis (1998) nimittävät ilmiötä vakiintuneiden

toimijoiden halukkuudeksi kannibalisoida olemassa olevaa teknologista osaamistaan eli aiempien tuotteiden korvautumista uusilla innovatiivisen teknologian tuotteilla.

Yritysten sitoutumisen aste uuteen innovaatioon voi olla kokeilevaa osallistumista tai uuden innovaation radiaaliin muutokseen johtamaa kokonaisvaltaista omaksumista. Radikaalissa muutoksessa organisaatio luopuu aiemmasta vakiintuneesta teknologista. Sitoutumisen asteen myötä yrityksen liikkeenjohto joutuu ottamaan kantaa myös organisointiin liittyviin haasteisiin. Organisaatio voi pyrkiä käyttämään olemassa olevia resurssejaan tai pyrkiä luomaan kokonaan uuden yksikön kilpailevalle toimialalle. (Cooper & Smith 1992).

Organisaatioteoria korostaa vakiintuneiden yritysten suurimpana haasteena omaksua uutta teknologiaa piilee organisatorisessa inertiaassa, pysähtyneisyydessä (Hill & Rothaermel 2003). Organisaation koon kasvaessa toimintaa pyritään strukturoimaan, jotta toiminta tuottaa ennustettavia tuloksia. Tämän kääntöpuolena on toiminnan formalisointi ja byrokratian kasvu, jotka vahvistavat organisatorista inertiaa. (Hill & Rothaermel 2003). Organisatorinen inertia vahvistaa johdon näkemystä vakiintuneen teknologian erinomaisuudesta, ja vähentää näin ollen organisaation tarvetta sitoutua uuteen innovaatioon (Day & Schoemaker 2000).

Sitoutumisen tarvetta uuteen teknologiaan vähentää myös organisaation historia vakiintuneen teknologian osaamisessa, joka on uuden teknologian kehittymisen alkuvaiheessa vielä kannattavaa liiketoimintaa. Hillin ja Rothaermelin (2003) mukaan taloudellinen menestys hidastaa muutoshalukkuutta oleellisesti. Tilanne on päinvastainen uusille tulokkaille sillä uuden teknologian kehittämistä voidaan pitää klassisena strategiana kiertää toimialan alalle tulon esteitä ja murtautua vakiintuneille markkinoille (Hill & Rothaermel 2003). Dayn ja Schoemakerin (2000) mukaan tätä voidaan pitää yhtenä merkittävänä syynä siihen, miksi toimialan toimintalogiikan kyseenalaistavaa innovaatiota eivät luo toimialan vakiintuneet yritykset.

## **Alalle tulon esteet (*Barriers to entry*)**

Toimialan vakiintunutta rakennetta ylläpitävänä voimana ja samalla uusien toimijoiden markkinoille murtautumista rajoittavat alalle tulon esteet (Porter 1980). Kuten mainittu, uuden teknologian kehittäminen tarjoaa uudelle yritykselle mahdollisuuden murtautua vakiintuneelle toimialalle (Hill & Rothaermel 2003). Radikaali innovaatio ei kuitenkaan syrjäytä vakiintunutta toimintalogiikkaa yhdessä yössä, jonka vuoksi toimialan vakiintuneille yrityksillä on McGahanin (2004) mukaan aikaa suunnitella strategisia vaihtoehtojaan. Alalle tulon esteet hidastavat uusien toimijoiden markkinoille murtautumista myös uuden teknologian tapauksessa.

Demsetzin (1982) mukaan alalle tulon esteiden (*barriers to entry*) tarkastelun alkuperä ajoittuu toisen maailmansodan jälkeiseen aikaan kun toimialan kilpailua tutkineen *IO-economics (Industrial organization economics)* –koulukunnan edustajat alkoivat tutkia selitysmalleja tilanteille, joissa joillakin toimialoilla vallitsi korkea toimijoiden keskittymisen aste sekä keskimääräistä korkeampi investointien tuottoaste.

Alalle tulon esteitä voidaan luonnehtia toimialaa määrittäviksi ominaisuuksiksi, jotka muodostavat toimialan vakiintuneille toimijoille kilpailuedun uusiin tulokkaisiin nähden. Porterin (1980 s.7-17) mukaan alalle tulon esteet voivat nousta useista eri lähteistä ja toimialalle voidaan indentifioida kuusi (6) merkittävää alalle tulon estettä;

- *Suuruuden ekonomia*, jolla tarkoitetaan mittakaavaetua, eli tilannetta jossa yrityksen tuotannon kasvaessa sen keskimääräiset kustannukset tuotetta kohden alenevat. Uuden toimijan on näin ollen tultava mukaan kilpailuun riittävän suurella mittakaavalla pystyäkseen toimimaan kannattavasti tai pienemmällä mittakaavalla hyväksyen samalla suuremmat yksikkökustannukset kuin suuremmat toimijat.
- *Pääomavaatimukset*. Yrityksen perustaminen vaatii aina pääomaa ja tämän määrä vaihtelee toimialalta toiselle. Pääomavaatimukseen liittyy myös riski, mikäli pääomaa vaaditaan esim. etukäteisinvestointeihin tuotekehitystoimintaan.

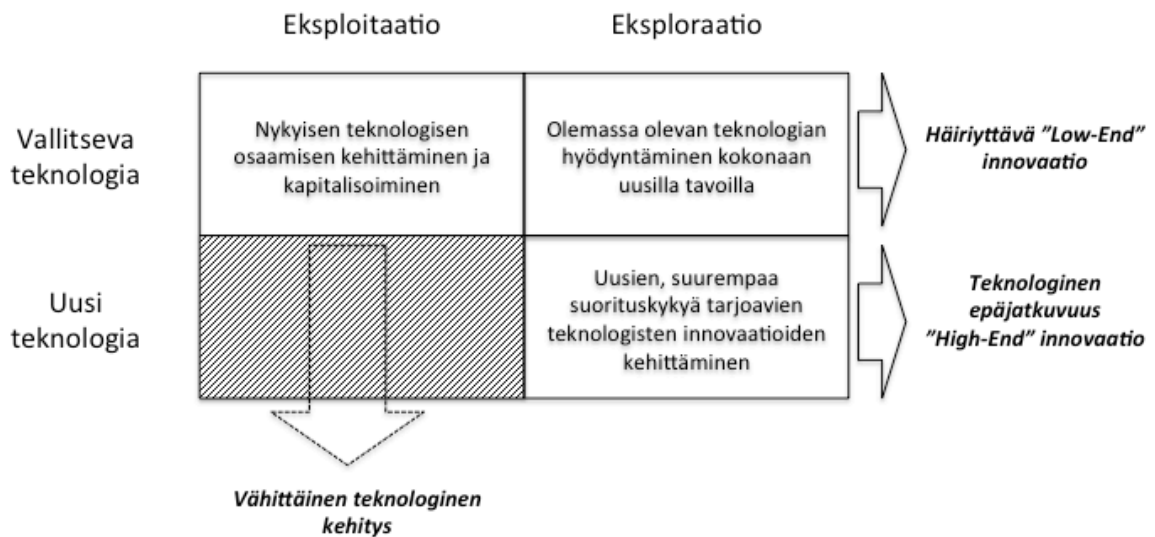
- *Valtiollinen sääntely.* Myös valtiollinen sääntely voi tuoda alalle tulon esteen tiettyjen rajoitusten, säädösten tai esteiden muodossa. Suomessa säädeltyjä toimialoja ovat esimerkiksi alkoholin vähittäismyynti sekä junaliikenne.
- *Vaihtamiskustannukset.* Vaihtamiskustannukset muodostavat omalta osaltaan alalle tulon esteen, sillä mikäli tuotteen tai palvelun vaihtamisesta syntyvät kustannukset ovat suuret, on uuden tulokkaan tarjottava asiakkaalle merkittävää etua pienempien kustannusten tai suuremman suorituskyvyn muodossa.
- *Pääsy jakelukanaviin.* Merkittäväksi alalle tulon esteeksi voi muodostua myös uuden tulokkaan pääsy jakelukanaviin. Esimerkiksi kuluttajatuotteiden puolella internet on mahdollistanut myös pienien yritysten myydä tuotettaan verkossa ilman pääsyä vakiintuneisiin jakelukanaviin.
- *Koosta riippumattomat kustannusedut.* Näitä voivat vakiintuneille yrityksille tarjota yksinoikeus raaka-aineiden saatavuuteen, valtiolliset tuet, patentoitu teknologia sekä aikaisempi toimialaosaaminen.

Teknologisen murroksen tapahtuessa alalle tulon esteet eivät kuitenkaan ”pelasta” vakiintuneita toimijoita vaan uuden teknologian myötä aiemmat resurssit ja kyvykkyydet voivat muuttua tarpeettomiksi. Dayn ja Schoemakerin (2000) mukaan innovatiivisilla ratkaisuilla voidaan tällöin kyseenalaistaa toimialan vallitsevia olettamuksia, jonka myötä myös toimialalle perinteiset alalle tulon esteet voivat kadota.



## 2.5 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto: Teknologinen kehitys strategisen haasteena

Kuvio 17 tekee yhteenvedon kirjallisuuskatsauksen tuloksista, havainnollistaen yrityksen strategisen valinnan, teknologisen kehityksen sekä innovaatioiden luokittelun yhteyttä.



Kuvio 17 Strategisen valinnan, teknologisen kehityksen, sekä innovaatioiden luokittelun suhde.

Yrityksen strateginen haaste muodostuu vallinnasta eksploraatiivisten, lyhyen aikavälin kannattavuutta varmistamaan pyrkivien, ja eksploraatiivisten, pitkän ajan kilpailukykyä turvaamaan pyrkivien aktiviteettien välillä (March 1991). Tulisiko organisaation siis suunnata resurssinsa olemassa olevan osaamisen jalostamiseen sekä mahdollisuuksien kapitalisoimiseksi vai pyrkiä hankkimaan uutta osaamista ja löytämään uusia mahdollisuuksia, jotka tuovat tulovirtoja tulevaisuudessa?

Bennerin ja Tushmanin (2002) mukaan eksploraatiiviset innovaatiot käsittävät nykyisten komponenttien parantamista ja jatkavat näin ollen olemassa olevalla teknologisella kehityskaarella, kun taas eksploraatiiviset innovaatiot käsittävät siirtymän kehityskaareltä toiselle. Näin ollen organisaation eksploraatiivisten ja eksploraatiivisten aktiviteettien jako voidaan nähdä myös valintana jalostaa nykyistä,

olemassa olevaa teknologista osaamista, tai kehittää täysin uutta teknologista osaamista (March 1991).

Eksploraatiivinen, vallitsevan teknologisen osaamisen kehittämiseen ja kapitalisoimiseen tähtäävä, aktiviteetti on luonteeltaan vähittäistä teknologista kehittämistä, joka pyrkii parantamaan olemassa olevan teknologian ominaisuuksia. Christensenin ja Raynorin (2003) mukaan toimialan vakiintuneilla toimijoilla onkin lähes aina kilpailuetu ylläpitävien innovaatioiden tuottamisessa vakiintuneiden toimijoiden suurempien resurssien myötä. Yrityksen eksploraatiiviset aktiviteetit suuntautuvat uuden osaamisen kehittämiseen ja uusien mahdollisuuksien löytämiseen, ja näitä voi löytyä sekä vallitsevan teknologian innovatiivisen hyödyntämisen että uusien teknologisten innovaatioiden kehittämisen myötä, vaikka eksploraatiivisilla aktiviteeteilla viitataan yleensä uuden teknologisen osaamisen jalostamiseen (cf. March 1991).

Christensenin ja Raynorin (2003) mukaan häiriyttävät, ja usein uutta kasvua tarjoavat, innovaatiot koostuvat harvoin läpimurtoteknologiasta vaan pikemmin paketoivat olemassa olevaa teknologiaa disruptiivisen liiketoimintamallin muotoon. Näin ollen olemassa olevan teknologian eksploraatiivinen hyödyntäminen uuden liiketoimintamallin muodossa voi tuoda yritykselle mahdollisuuksia kasvuun markkinoita heikompaa suorituskykyä markkinoita edullisemmalla hinnalla tarjottavan konseptin myötä. Tämä on luonteeltaan häiriöittävä ”low-end” innovaatio. Perinteinen, aikaisempaa suurempaan teknologiseen suorituskykyyn perustuvan, uuden teknologian eksploraatiivinen kehittäminen johtaa aika ajoin toimialoja muokkaavaan teknologiseen epäjatkuvuuteen, jota voidaan luonnehtia ”high-end” innovaationa.

Teknologinen kehitys ei kuitenkaan tapahdu tyhjiössä vaan usein reaktion toimintaympäristön ajureiden muutokseen (Anderson & Tushman 1986), joka luo linkin yrityksen strategisten valintojen ja sen toimintaympäristön välille (Stoffels 1994). Teknologisen kehityksen arvioinnissa tarkastelukulmana on myös innovaatioiden leviäminen eli sen sosiaalinen aspekti. Rogersin (1983) mukaan etenkin innovaatioiden ominaisuudet sekä ihmisten erilainen tapa omaksua innovaatioita selittävät teknologioiden leviämistä.

### 3. TOIMINTAYMPÄRISTÖN MUUTOSVOIMAT

Tässä kappaleessa käsitellään asiantuntijahaastatteluissa esiin nousseita ajoneuvoteollisuuden toimintaympäristöstä kumpuavia tekijöitä, jotka osaltaan vaikuttavat ajoneuvoteollisuuden teknologiseen kehitykseen. Toimintaympäristön keskeisiksi muutospaineita aiheuttaviksi tekijöiksi haastatteluissa nousivat ympäristötekijät, öljy sekä poliittinen paine. Teknologista muutosta ja fossiilisen mineraaliöljyä korvaavien vaihtoehtojen leviämistä hidastaviksi tekijöiksi nousivat puolestaan infrastruktuurin puute, investointien kustannukset sekä vaihtoehtojen teknologiset rajoitukset.

Näiden tekijöiden taustoittamiseksi tutkimuksessa on perehdytty eri tahojen tarjoamaan informaation esille nousseista muutosajureista, tekijöistä jotka osaltaan ajavat teknologiamuutosta ajoneuvoteollisuudessa sekä inhibiittoreista, jotka osaltaan hidastavat sitä.

#### 3.1 Ympäristötekijät

*”Ilmastonmuutoksen hillitseminen, Se on kyllä asia nro. 1, joka ajaa kokonaisuudessaan monia energia-alan ja energia-asioihin liittyviä muutoksia.”*

Antropologien mukaan nykyihmisen ensimmäiset esi-isät, humanoidit, ilmestyivät maapallolle noin 4 miljoonaa vuotta sitten. Tämän neljän miljoonan vuoden aikana maapallon lämpötila on ollut nykyistä kylmempi ja kuumempi. Ajoittain arktiset meret ovat olleet sulia ja toisinaan jäävaippa on peittänyt suuren osan maapallon pinta-alasta. Mikä erottaa nykyhetken maapallon ilmaston aiemmista muutoksista, on muutoksen nopeus yhdistettynä nykyiseen väestönkasvuun. (Richter 2010).

Ihminen on sopeutunut aiempiin muutoksiin ilmastossa muuttamalla elinpiiriään ilmaston mukaan. Erottavana tekijänä on ollut muutoksien tapahtuminen tuhansien vuosien aikana verrattuna muutamaan sataan vuoteen, jonka aikana maapallon lämpeneminen on parhaillaan tapahtumassa. Muutoksen hidas avautuminen antoi

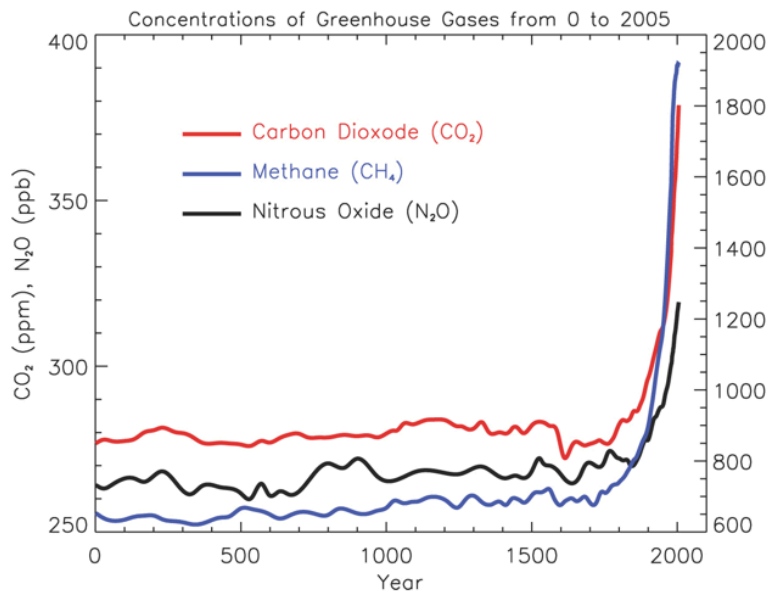
suhteellisen pienelle väestölle mahdollisuuden sopeutua muutokseen muuttamalla elinpiiriään esimerkiksi jääkausien tieltä. Vuonna 2050 maailman väkiluvun ennustetaan saavuttaneen 9 miljardin rajapyykin, jolloin elinpiirin muuttaminen massoittain ei enää ole mahdollista. (Richter 2010).

*”Pitää myös kehittää vaihtoehtoja millä liikkuminen maapallolla hoidetaan. Nyt meitä on se vähän yli 6 miljardia eikä tarvitse mennä kuin 30 vuotta eteenpäin niin meitä on yli 9 miljardia. Ja nämäkin ihmiset varmasti haluavat liikkua”*

Maapallomme keskilämpötilaa määrittää tasapaino, jota auringonsäteilystä virtaava energia sekä maapallon pinnalta takaisin avaruuteen heijastuva säteilyä määrittävät. Puhuttaessa kasvihuoneilmiöstä keskeistä on juuri takaisin avaruuteen heijastuvan säteily määrä, johon vaikuttaa ilmakehän kaasujen määrä. Nykyisessä ilmastokeskustelussa keskeistä ei niinkään ole itse kasvihuoneilmiön olemassaolo, vaan ihmisen vaikutus kasvihuoneilmiöön ja tätä kautta ilmaston lämpenemiseen. Kasvihuonekaasuista puhuttaessa merkittävämpiä kaasuja ovat hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>) sekä Otsoni (O<sub>3</sub>). Tarkasteltaessa jäätiköiltä syväkairattuja näytteitä, voidaan päätellä ilmakehän hiilidioksidimäärä kasvaneen noin 40% esiteollisesta ajasta vuoden 1750 jälkeen. Ilmakehän tämän hetkinen CO<sub>2</sub>-pitoisuus on noin 380 (ppm) miljoonasosaa tilavuudesta, kun tämä oli ennen esiteollista aikaa noin 270 (ppm) miljoonasosaa tilavuudesta. (Richter 2010).

Teollinen vallankumous merkitsi laajaa sosiaalista, taloudellista ja teknologista muutosta ihmiskunnan historiassa, joka alkoi hiilikäyttöisen höyryvoiman käytöstä 1700- ja 1800-lukujen taitteen Britanniasta. Fossiilisten polttoaineiden käyttöönottoa havainnollistaa seuraava IPCC:n dataan perustuva kuvio 18 (s. 57), joka kuvaa ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta viimeisen 10 000 vuoden aikana. (Richter 2010).

Hallitusten välisen ilmastopaneelin IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) mukaan viimeaikainen ilmaston lämpeneminen johtuu erittäin todennäköisesti ihmiskunnan aiheuttamista kasvihuonepäästöistä, jotka ovat nostaneet ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksia. (IPCC 2007)



Kuvio 18 Ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kasvu ajanlaskun alusta (IPCC 2007)

Mikäli katsotaan maapallon keskilämpötilan kohoamista 1800-luvun alusta ja sattumalta alkanutta fossiilisten polttoaineiden käyttöä talouden ja hyvinvoinnin kasvun moottorina ja verrataan sitä viimeiseen 1200 vuoden tietoihin, ei kehityskululle löydy mitään vastaavuutta. Maapallon keskilämpötilaan vaikuttavien luonnollisten prosessien ajallinen vaikutus ei tapahdu yhtä nopeasti, jolloin todennäköisin syy on, että lämpötilan nouseminen ihmisen aiheuttama. (Richter 2010).

Liikenne on vastuussa globaalisti noin 16% vuosittaisesta kasvihuonekaasupäästöjen määrästä ja näin ollen eräs keskeinen tekijä ilmastomuutoksen torjumisessa (OICA 2010). Tämän hetkisestä autokannasta yli 95% käyttää polttoaineenaan fossiilisia polttoaineita, joiden käyttäminen tuo hiilidioksidipäästöjä. Lainsäädännön ja poliittisen ohjauksen pyrkimys vaikuttaa autoteollisuuden kehitykseen on viime vuosina ollut huomattava ja vasta poliittisen sääntelyn myötä uusien autojen keskikulutus on lähtenyt laskuun.

*”Keskeisin (ajuri) tällä hetkellä on ilmastopoliittikka, eli halu vähentää hiilidioksidipäästöjä. Tällä hetkellä kuitenkin suurin osa tieliikenteestä perustuu fossiilisiin polttoaineisiin ja niitä on pakko vähentää. Siitäkin syystä, että ne loppuu, mutta ne aiheuttavat myös päästöjä.”*

## 3.2 Öljy

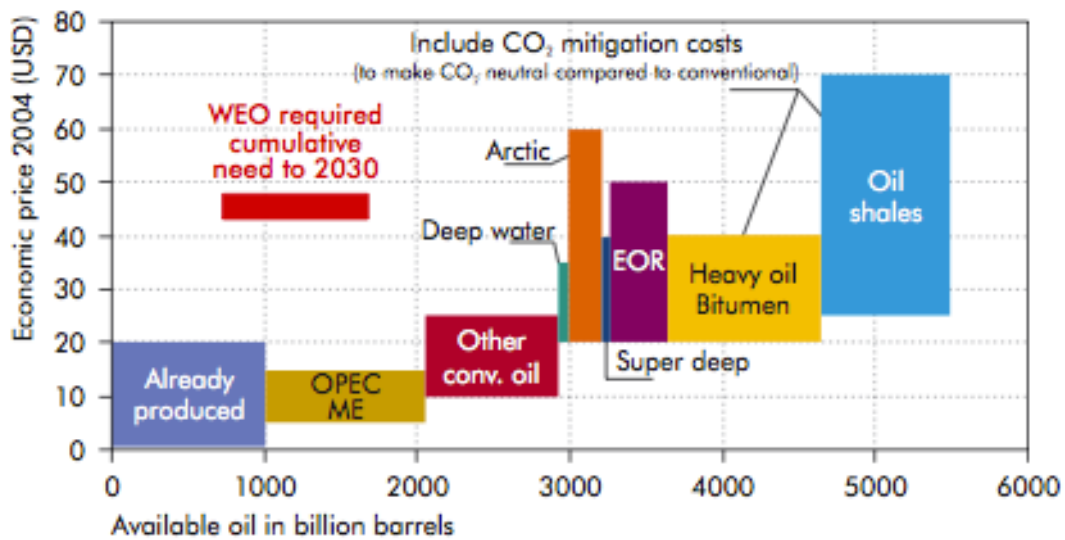
Fossiiliset polttoaineet toimivat maailmantalouden moottorina. Öljyn osuus maailman primäärienergian kokonaiskäytöstä on noin 34 %. (IEA 2008). Tämä tarkoittaa noin 83 miljoonaa barrelin (barrelin tilavuus on noin 159 litraa) päivittäistä kulutusta (IEA 2008).

Nykyisenlaisen, polttomoottoriteknologiaan pohjautuvan, autoilun kehityksen taustalla ovat koko 1900-luvun ajan olleet maailman runsaat raakaöljyvarat sekä saatavilla oleva edullinen polttoaine. Öljy auton komplementtihuödykkeenä lunastaa lopulta autoteollisuuden arvolupauksen autosta henkilökohtaisen liikkumisen välineenä. Ilman öljyn sisältämää energiaa ei auto liiku, eikä liikkumisen tarvetta näin tyydytetä. Autoilun mahdollistamiseksi onkin muodostunut kattava jakeluverkosto, jonka toimintalogiikka on samanlainen jokaisella mantereella.

Öljy muiden käytössä olevien fossiilisten polttoaineiden, kivihiilen ja maakaasun, tavoin on muodostunut biomassasta miljoonien vuosien saatossa paineen ja lämmön myötävaikutuksesta geologisen prosessin seurauksena. Fossiilisten polttoaineiden käytön ongelmana onkin näin ollen se, että nykyinen kuluttamisen tason myötä maailman öljyvarannot kulutetaan kuitenkin lopulta loppuun. Arviot öljyn riittävydestä vain vaihtelevat.

*”Öljyn riittävyys on sellainen teema, joka silloin tällöin nousee esille, mutta nykyvauhdilla öljyä riittää noin 40 vuodeksi, ja se on ollut se sama 40 vuotta nyt aika pitkään”*

Öljyvarojen rajallisuudesta johtuvaa tuotantohuipun saavuttamista kutsutaan nimellä ”Hubbertin huippu” tai Öljyhuippu. Idea brittiläisen geologin Marion King Hubbertin teorian taustalla on varsin yksinkertainen; Kysynnän noustessa tuotannon taso nousee vastaamaan kysyntään ja resurssin tietystä rajallisesta koosta johtuen mitä enemmän resurssia käytetään, sitä vaikeammaksi sen tuotanto tulee, jonka vuoksi tuotannon taso tulee putoamaan. Öljyhuippu ei siis tarkoita öljyn loppumista vaan maksimaalista tuotantokapasiteettia, jonka ylittäminen ei enää kysynnän kasvusta huolimatta ole mahdollista. (Richter, 2010)



Kuvio 19 Maailman arvioidut öljyvarat (IEA 2005; Richter 2010)

Yllä oleva kuvio 19 havainnollistaa IEA:n arvioita maailman öljyvarojen määrästä vuonna 2005. Kuvion x-akseli kuvaa reservien kumulatiivista kokoa ja y-akseli hintaa, jolla öljyn tuottaminen tietyistä reservistä tulee kannattavaksi. Koska hinta on annettu vuoden 2004 US dollareissa, tulee ottaa huomioon inflaatio sekä dollarin heikentyminen muihin valuuttoihin nähden, jotta saadaan arvio nykyarvoista. Vuoden 2008 dollareissa huomioituna lukuihin voitaneen lisätä noin 20%. (Richter, 2010)

Raakaöljyvarannot voidaan jakaa tavanomaiseen ja epätavanomaiseen öljyyn sen hyödynnettävyyden kannalta. Tavanomaisella öljyllä tarkoitetaan korkealaatuista ja matala viskositeettista (kevyttä ja nestemäistä) raakaöljyä, jonka tuotantokustannukset matalat. Tavanomainen öljy on näin ollen helpoimmin hyödynnettävissä sekä teknisesti ja taloudellisesti kaikista öljytyypeistä. Esimerkkeinä tästä ovat mm. Pohjanmeren Brent tai West Texas Intermediate öljyalaadut. Epätavanomaisena öljynä käsitetään kaikki muut öljytyypit, joiden tuotantokustannukset ovat sitä korkeammat mitä vaikeammiksi niiden olomuodot ja sijainti muuttuvat. Esimerkkeinä tästä käy Yhdysvaltain kalliovuorten öljyliuskevarannot, Venezuelan bitumivarannot tai Kanadan Albertan tervahiiekkavarannot. Epätavanomaisen öljyn hyödynnettävyys on riippuvaista tavanomaisen öljyn hintakehityksestä, ja on näin ollen taloudellisesti epävarmaa. (Richter, 2010, Energy Watch Group 2007).

*” Sehän on sellainen hinnan funktio, että jos hinta on korkealla niin kyllä sitä sitten kannattaa etsiä ja tuottaa hieman hankalammissakin paikoissa.”*

IEA:n (2005) arvion mukaan (kuviokuva 19 s. 60) maailman öljyvaroista on tähän mennessä käytetty noin tuhat miljardia barreliä. Tämän hetkisen vuosittaisen kulutuksen ollessa noin 30 miljardia barreliä ja arvioidun kasvuvauhdin 1,6 % vuodessa, maapallon öljyvaroista tullaan kuluttamaan 1000 miljardia barreliä seuraavan 30 vuoden sisällä. IEA:n (2005) arvion mukaan maailman öljyvarantojen koko, mukaan luettuna tavanomainen ja ei-tavanomainen öljy, on noin 4,5 tuhatta miljardia barreliä. Ottaen huomioon nykyisen kulutuksen kasvun, 1,6 %, IEA:n (2005) arvioimat maailman öljyvarat kulutetaan loppuun 75 vuoden sisällä. (Richter 2010, IEA 2005)

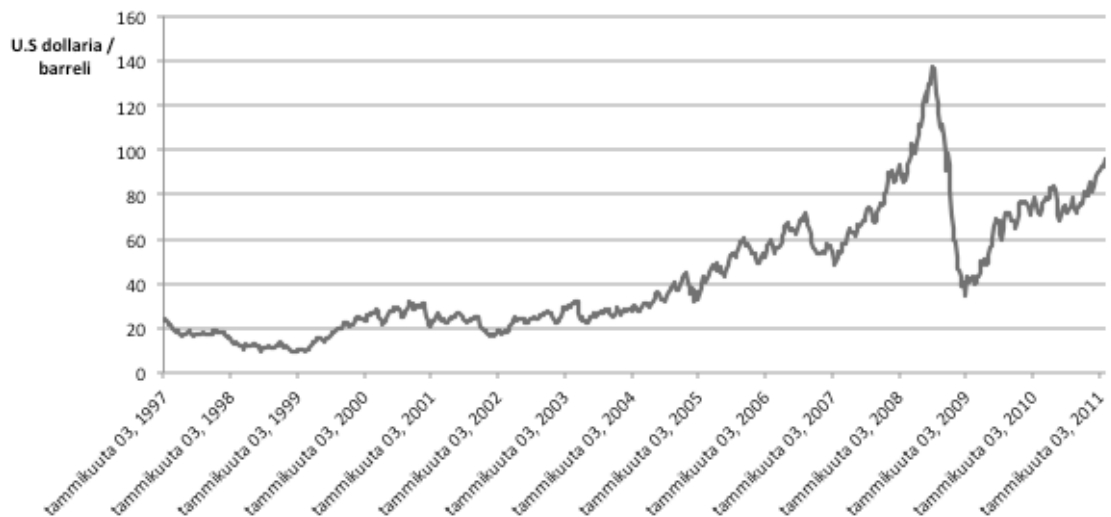
*”On tapahtumassa (muutos), eikä se tapahdu vapaaehtoisesti. Kyseessä on toimimisen pakko. Öljy tulee kallistumaan ja tämä pakottaa löytämään uusia energialähteitä.”*

IEA:n esittämä arvio maailman öljyvarannoista on verrattain positiivinen ja sisältää oletuksen tuotantoteknologian kehityksestä, jonka avulla oletetut öljyvarat saadaan käyttöön.

Myös IEA:n arviosta eroavia näkemyksiä on myös esitetty runsaasti. Brittiläinen ASPO –yhdistyksen (Association for the Study of Peak Oil and gas) perustaja Colin J. Cambell ennusti vuonna 2002 tavanomaisen öljyn tuotannon asettuvan vaihtelevalle tasanteelle 2000-luvulla ja alkavan sen jälkeen vähentyä. Kaikkien öljylaatujen osalta tuotantohuippu oltaisiin saavutettu vuonna 2010, jonka jälkeen tuotannon puoliintumiseen kuluisi noin 40 vuotta. Lopullisten öljyvarojen määräksi Cambell arvioi noin 1925 miljardia barreliä. (Cambell, 2002)

Eri tahojen arviot öljyvarannoista ja öljyn tuotantohuipusta kuitenkin vaihtelevat. Olennaista on huomata öljyn hintakehityksen vaikutus muiden vaihtoehtoisten teknologioiden kehitykseen ja öljyn rajallisuuteen fossiilisena polttoaineena.





Kuvio 20 Öljyn hintakehitys vuosien 1997 – 2011 välillä (U.S Energy Information Administration 2011).

*”Öljyn hinta kävi aika korkealla tuossa toissa vuonna. Sillä oli omat vaikutuksensa. Ja vaikka hinta tuli alaskin, niin sillä oli selvästi fundamentaalista vaihtoehtojen etsimisen liikkeelle panevaa vaikutusta. Vaihtoehdot tulivat kilpailukykyisimmiksi.”*

Tulevaisuus näyttää näkeekö ihmiskunta öljyn tuotantohuipun 10, 20 vai 50 vuoden päästä, mutta oletettavaa on, että öljyn hinta ei tule laskemaan vakaasti 40 dollaria barreilta maksavalle tasolle.

*”Enemmin tai myöhemmin, ei varmaan voi sanoa, että öljy loppuu, mutta se tulee koko ajan kalliimmaksi. Kyllä se johtaa väistämättä siihen suuntaan, että jonkinlainen muutos tulee”*

### 3.3 Poliittiset tekijät

*”Muutosta ajaa moni tekijä. Kasvihuonepäästöt, joka on todellinen ongelma, mutta mitä kautta niillä on vaikutusta ovat poliittiset päätökset. Tällä hetkellä voidaan sanoa, että kasvihuonekaasupäästöjen alentaminen on monilla yrityksillä puheissa ja käytännön teoissa, mutta se hinta mikä siitä ollaan valmiita maksamaan on vielä sen verran pieni, että ilman poliittisia kannusteita tai velvoitteita ja pakkoja se ei tule etenemään.”*

Poliittisten päätösten ja lainsäädännön vaikutus autoteollisuuteen on näkynyt ensisijassa toimina polttoaineen kulutuksen hillitsemiseksi, ja tätä kautta autoilun aiheuttamien kokonaispäästöjen laskemiseksi sekä öljylle vaihtoehtoisten polttoaineiden tuomiseksi markkinoille.

*”Pitäisi antaa markkinoiden päättää, mikä ratkaisuista on se tehokkain, kilpailun ja teknologisen kehityksen kautta. Sellaiset tekohengitykset varsinkin kansallisella tasolla menevät aika usein metsään.”*

Euroopan Unioni asetti vuonna 1997 julkaistussa valkoisessa kirjassa tavoitteen, jossa uusiutuvien energialähteiden käyttö Union alueella nostettaisiin 12 %:iin vuoteen 2010 mennessä, joka merkitsi uusiutuvan energiantuotannon kaksinkertaistamista vuodesta 1997. Edistyksestä huolimatta asetettu 12 %:n tavoitetaso jää saavuttamatta ja päädytään noin 10 %:n osuuteen. (EU, 2010)

*” Ilmaston muutos ja varsinkin EU:n politiikka ilmastonmuutoksessa on se tekijä, joka meidän näkökulmasta se ajava voima. Eihän täällä mitään suunnitelmia ollut esim. biopolttoaineiden suuntaan ennen kuin EU:sta näitä direktiivejä alkoi tulemaan.”*

Vuonna 2007 esitetystä ”Uusiutuvia energialähteitä koskevassa etenemissuunnitelmassa” esitettiin tavoitteeksi, että uusiutuvien energialähteiden osuus nostettaisiin 20 % EU:n energiankulutuksesta vuoteen 2020 mennessä<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> [http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/renewable\\_energy/l27065\\_fi.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/l27065_fi.htm)

Liikenteen osalta vähimmäistavoitteeksi asetettiin, että uusiutuvien energianlähteiden osuus EU:n kokonaiskulutuksesta vuonna 2020 olisi 10 %.

*”Ensimmäisenä (ajurina) on lainsäädäntö, joka pyrkii ohjaamaan muutosta vahvasti, niin kuin on monessa muussakin asiassa nähty. Ainakaan toistaiseksi ei kuitenkaan vapaaehtoinen siirtyminen kalliimpaan vaihtoehtoon ole toteutunut missään.”*

Esimerkki poliittisen sääntelyn vaikutuksesta ajoneuvoteollisuuden teknologiseen kehitykseen on Yhdysvaltojen Kalifornian osavaltiossa säädetty ZEV -lainsäädäntö. Vuonna 1990 esitelty ja vuonna 1994 voimaan astunut laki sisälsi kautta aikojen ensimmäisen säännöksen sähköautojen markkinoille tuomisesta. Säännöksen mukaan, kaikki yli 35 000 autoa osavaltiossa myyvät valmistajat, joita silloin olivat GM, Toyota, Chrysler, Honda, Nissan, BMW sekä VW, olisivat velvollisia tuomaan markkinoille ja myymään myös vähäpäästöisiä tai paikallisesti päästöttömiä ajoneuvoja. Vuoteen 1998 mennessä 2 prosenttia autoista olisi tullut olla päästöttömiä, eli käytännössä sähköautoja, ja vuoteen 2001 määrän oli tarkoitus kasvaa 5 %:iin ja edelleen vuoteen 2003 mennessä 10 %:iin. (Pilkington & Dyerson 2004).

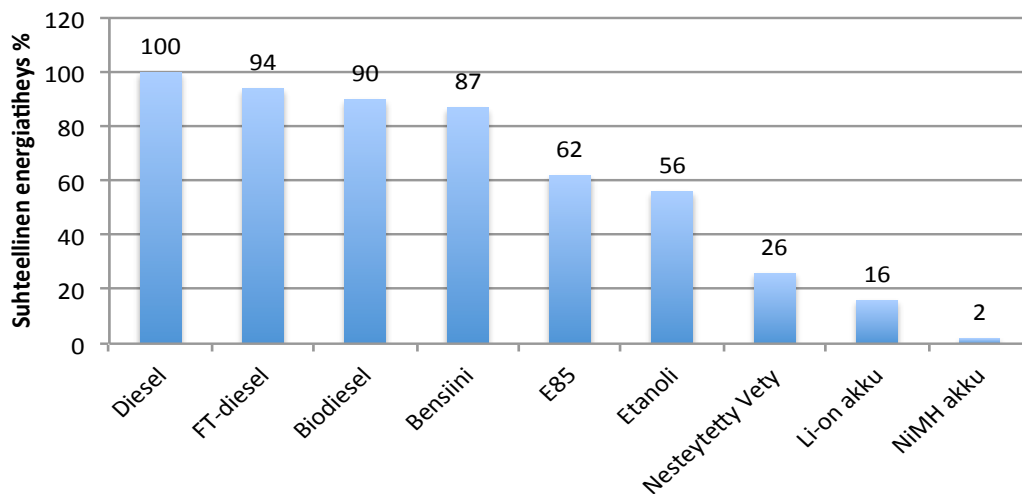
Käytännössä katsoen lainvoimalla pyrittiin pakottamaan ajoneuvoteollisuutta tuomaan markkinoille päästöttömiä sähköautoja. Valmistajat toivatkin markkinoille sähköautomallejaan, ja Toyotan RAV4, GM:n EV1 sekä Hondan EV Plus tulivat markkinoille. Vuoteen 1996 mennessä ohjelma kuitenkin kumottiin ajoneuvoteollisuuden ja öljyteollisuuden voimakkaan lobbauksen tuloksena ja määräyksen täyttämistä tuli ajoneuvoteollisuudelle vapaaehtoinen. (Pilkington & Dyerson 2004).

Kalifornian tapauksessa lainsäädännön voimalla ei saatu sähköajoneuvoja markkinoille, mutta lienee todennäköistä, että kasvihuoneilmiön uhkaa torjumaan pyrkivä lainsäädäntö tulee asettamaan etenevissä määrin tiukentuvia rajoituksia ajoneuvoteollisuuden päästöille myös tulevaisuudessa. Ei siis ole syytä olettaa, että nykyinen toimintaympäristö muuttuisi sallivampaan suuntaan ajoneuvojen päästöjen osalta, jolloin ajoneuvoteollisuuden tulee mukautua tiukentuviin määräyksiin myös tulevaisuudessa.

### 3.4 Teknologiset rajoitukset

*”Sanotaan, että polttomoottori ei ole ihan ilman syytä ollut 100 vuotta hallitseva teknologia ja kehittynyt tästä vielä matkan varrella. Tällä hetkellä se on ihan ylivoimainen loppukäyttäjän kannalta mukavuudessa, joustavuudessa ja tehokkuudessa.”*

J.D Powersin (2010) mukaan vuonna 2010 arvioidaan myydyin noin 44,7 miljoonaa henkilöautoa, joista noin 954 000 kappaletta käyttää hyväkseen myös jonkinlaista sähköistä voimalähdettä. Tämä vastaa noin 2,2 %:ia myytyjen ajoneuvojen kokonaismäärästä. 2010-luvun alkaessa ajoneuvojen vallitseva teknologia on edelleen markkinoita sata vuotta dominoinut polttomoottoritekhnologia, joka hyödyntää energianlähteenään öljystä jalostettua bensiiniä. Nylundin ym. (2009) mukaan bensiini ja diesel ovat muodostuneet autojen pääpoltoaineiksi mm. hyvän saatavuuden, suuren energiatiheyden sekä niiden helpon käsiteltävyyden ansiosta. Wikipedian mukaan ”Energiatiheys mittaa tiettyyn systeemiin tai tilavuuteen varastoituneen energian suuruutta tilavuusyksikköä tai massayksikköä kohden”.<sup>8</sup>



Kuvio 21 Eri vaihtoehtojen energiatiheys (Energiamäärä tilavuusyksikköä kohden) (Goguen 2006; Nylundin ym. 2009 mukaan)

<sup>8</sup> <http://fi.wikipedia.org/wiki/Energiatiheys>

*”Etäisyys on ongelma. Ehkä suurimpia (ongelmia) on akkuteknologian tehopaino-suhde, mutta siihen on olemassa ratkaisu eli ei tehdä siitä pelkästään sähköautoa vaan hybridi. Sähköautojen historian ajan ovat akut olleet kallein komponentti ja kehityksen suurin keskeisin haaste.”*

Kuvio 21 (s.64) kuvaa ajoneuvojen eri energialähteiden energiatiheyttä, joka vaikuttaa keskeisesti eri vaihtoehtojen toimintamatkaan. Akkuteknologian kyky varastoida liikkumiseen tarvittavaa energiaa on ollut historiallisesti, ja on vielä tänäkin päivänä, huomattavasti nestemäisiä polttoaineita heikompi, joka rajoittaa oleellisesti sähköä voimanlähteenään käyttävien ajoneuvojen toimintamatkaa.

### **3.5 Infrastruktuurin puute ja sen rakentamisen kustannukset**

*”Mikäli muutos edellyttäisi, että pitää kokonaan uusia infrastruktuuri, logistiikka, varastointi ja uusia toimintatavat lyhyellä aikavälillä, on täysin utopistinen ajatus, että näin voisi tapahtua. Se, että pystyttäisiin hyödyntämään nykyistä infrastruktuuria fiksusti ja löytyy sellaisia tuotteita, joilla se onnistuu, niin silloin kaikki on mahdollista. Mutta kuten sanottu, niin tällä hetkellä ei maailmanlaajuisestikaan nähdä vielä massatuotannossa mitään tuotetta, joka korvaisi fossiiliset”*

Öljyn muodostuttua ajoneuvoissa käytettäväksi energialähteeksi on ajoneuvoteollisuuden rinnalle muodostunut öljyteollisuus, jonka myötä bensiinin / diesel öljyn jakelukanavat on rakennettu kattamaan lähes koko maapallo.

Huoltoasemaverkosto mahdollistaa ajoneuvojen käyttämisen kaikkialla ja pitkienkin välimatkojen matkustamisen henkilöautolla, sillä ajoneuvoa voidaan tankata välimatkan aikana. Mikäli siirrytään käyttämään muita vaihtoehtoja, joiden energiaintensiivisyys on käytössä olevia polttoaineita heikompi, tarkoittaa tämä samanlaisen infrastruktuurin rakentamista tukemaan liikkumista pidemmillä välimatkoilla. Osaltaan olemassa oleva sekä vaihtoehtojen mahdollisesti puuttuvat infrastruktuurit hidastavat näin ollen muutosta.

Sähköautojen kohdalla latausinfrastruktuurin puute hidastaa sähköautojen yleistymistä. Kyseessä on ns. muna-kana ongelma, sillä ilman liikenteessä olevia sähköautoja ei latausinfrastruktuuria kannata rakentaa, mutta toisaalta sähköautot eivät yleisty markkinoilla mikäli tarvittavaa latausinfrastruktuuria ei ole.

*”Keskeisintä on varmasti miten se taloudellisesti järkevästi hoidetaan. Eli miten ne investoinnit infrastruktuuriin jatkossa rahoitetaan, että niistä saadaan myös järkevää liiketoimintaa.”*

BCG (2010) arvioi, että sähköautojen latausverkkoon tarvittavat investoinnit ja investointia tukevat toimenpiteiden kokonaissumma kohoaisi globaalilla tasolla noin 20 miljardiin dollariin. BCG (2010) huomauttaa, että toteutuakseen infrastruktuuria tulisi rahoittaa osittain myös julkisista lähteistä.

### **Olemassa olevan autokannan vaikutus**

*”Autot pysyvät liikenteessä toistakymmentä vuotta ja sen lisäksi on vielä olemassa olevat järjestelmät, kehittyneet logistiikat ja jakelujärjestelmät. Niissä on niin paljon rahaa kiinni ja näiden uusiminen maksaa paljon. Tämän lisäksi nykyinen järjestelmä on varsin tehokkaaksi hioutunut. Tällaisissa järjestelmissä radikaalit muutokset eivät tapahdu nopeasti. Koska olemassa oleva massa hidastaa muutosta..”*

Auto on niin ikään hyödyke, jonka käyttöikä on suhteellisen pitkä. Käyttöikä vaihtelee toki markkina-alueittain, mutta hyödykkeenä auto tyydyttää saman perustehtävän heti kaupasta ostettaessa sekä 20 vuoden päästä ostohetkestä, mikäli vuosittaisia huoltoja ei ole laiminlyöty. Tämä vaikuttaa kokonaisuudessaan autokannan uusiutumisen ilmiöön, joka osaltaan hidastaa autoteollisuudessa tapahtuvaa muutosta.

*”...analogia kännyköihin. Auto jatkaa liikenteessä pidempään ja saa useita omistajia, puhelimet uusitaan nopeammin, jonka vuoksi toimiala kehittyy nopeammin. Näissä on suuri rakenteellinen ero.”*

Esimerkiksi Suomen ajoneuvokanta uudistuu varsin hitaasti ja on yleisti ollut Euroopan vanhimpia. Autoalan tiedotuskeskuksen mukaan vuoden 2009 lopussa Suomen liikennekäytössä olevien henkilöautojen keski-ikä oli 10,4 vuotta ja henkilöautojen keskimääräinen romutusikä 19,3 vuotta. Erityisesti kansainvälisesti korkea tieliikenteen ja auton hankinnan verotus hidastaa autokannan uusiutumista. Autokannan hitaasta uusiutumisesta johtuen uudet energia- tai polttoainevaihtoehdot, jotka vaativat teknisesti uusia autoja, yleistyvät Suomessa hitaasti.<sup>9</sup>

Nylundin, Sipilän, Mäkisen, Aakko-Saksan, Kujanpään ja Laurikon (2009) mukaan teknologia, jonka yleistyminen uusiin autoihin veisi 7-10 vuotta, voisi saavuttaa merkittävän aseman autokannassa vasta 20-25 vuoden päästä, mikäli se olisi valmis kaupallistettavaksi. Mikäli teknologiassa tarvitaan vielä kehitystyötä voidaan aikahorisontin katsoa pitenevän 30 vuoteen. (Nylund et al. 2009).

Uuden automallin kehitystyö vie keskimäärin 3 vuotta, jolloin vuonna 2010 aloitettu suunnittelutyö tuo uuden automallin markkinoille vuoden 2012 aikana. Mallin tuotanto erilaisien päivityksien kautta voi kestää 7 vuotta, jolloin tänä päivänä suunnitteluun otettu malli on tuotannossa vielä vuonna 2019. Mikäli tähän yhdistetään vielä autojen keskimääräinen romutusikä Suomessa, 19 vuotta, ajetaan nykymuotoisilla autolla mahdollisesti vielä vuonna 2038.<sup>10</sup>

---

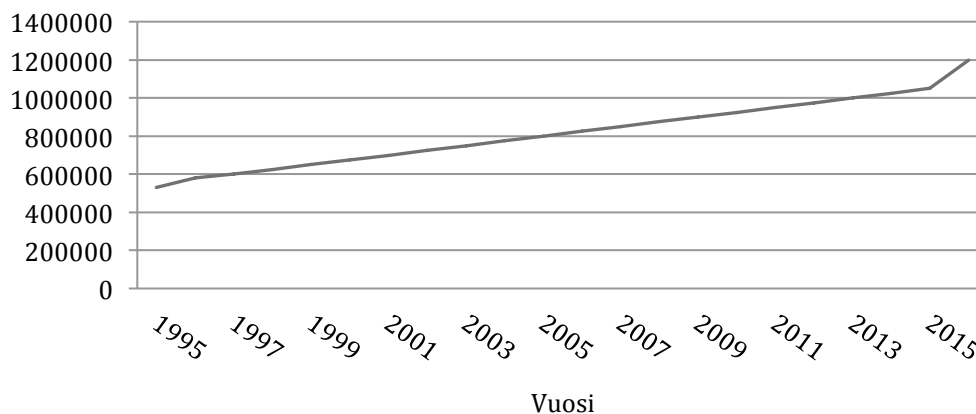
<sup>9</sup> <http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/teemat.asp?ao=1020&nimi=Tieliikenne+ja+verotus>

<sup>10</sup> <http://www.tekniikkatalous.fi/duuniauto/article429925.ece>

## 4. AJONEUVOTEOLLISUUDEN NYKYTILA JA TEKNOLOGINEN KEHITYS

### 4.1 Ajoneuvoteollisuuden nykytila

2010-luvulle tultaessa on kulunut liki 125 vuotta Karl Benzin ensimmäisestä automobiilista sekä lähes 100 vuotta Fordin T-mallin massatuotannon aloittamisesta. Kun vuonna 1900 Yhdysvalloissa valmistettiin yhteensä 4193 ajoneuvoa, on vuosittain valmistettujen ajoneuvojen määrä maailmassa kasvanut vuoteen 2009 mennessä 60 miljoonaan moottoroituun ajoneuvoon (OICA 2010).



Kuvio 22 Ajoneuvojen lukumäärä maailmassa 1995-2020 (J.D Powers 2010)

Vuonna 2011 maailmassa uskotaan valmistettavan enemmän henkilöautoja kuin koskaan aiemmin ja ylittävän 75 miljoonan vuodessa tuotetun ajoneuvon rajapyykin.<sup>11</sup> Kuvio 22 havainnollistaa autojen lukumäärän toteutunutta ja arvioitua tulevaa kasvua vuodesta 1995, jolloin autojen kokonaislukumäärä ylitti ensimmäistä kertaa 500 miljoonan rajapyykin maapallolla. Suurin osa näistä ajoneuvoista myytiin Pohjois-Amerikassa ja Läntisessä Euroopassa, mutta globaalin markkinoiden kasvun myötä ajoneuvojen lukumäärä on kasvanut huomattavasti etenkin kehittyvissä maissa. Vuoteen 2015 mennessä ajoneuvojen kokonaismäärä oletetaan ylittävän ensimmäistä kertaa miljardi kappaletta ja kohoavan noin 1,2 miljardiin vuoteen 2020 mennessä. (J.D Power and Associates, 2010).

<sup>11</sup> Helsingin sanomat 18.1.2011



Ajoneuvoteollisuuden kasvua viimeisten vuosikymmenten aikana kuvaa osuvasti ajoneuvojen kokonaislukumäärässä tapahtuva muutos, sillä ajoneuvoteollisuudelta meni 95 vuotta (1900-1995) saada ensimmäiset 500 miljoonaa ajoneuvoa tien päälle, mutta vastaavasti tästä vain 20 vuotta siihen kun ajoneuvojen kokonaismäärä kasvaa yli miljardin (J.D Power and Associates 2010). Syynä tähän on maailman muuttuminen eristetyistä paikallisista markkinoista globaaliksi pelikentäksi, kehittyvien maiden avatessa markkinoitaan purkaessaan sääntelyään (Rubenstein 2003).

### **Polttomoottoriteknologia kasvun perustana**

Ajoneuvoteollisuuden kasvu on perustunut viimeisen sadan vuoden ajan, autojen massatuotannosta lähtien, polttomoottoriteknologian hyödyntämiseen ajoneuvojen voimanlähteenä. Suurimmassa osassa valmistetuista autoista polttomoottori hyödyntää nelitahtimoottoria, jonka prototyypin Nikolaus Otto valmisti ensimmäisen kerran vuonna 1876. Nelitahtimoottorin nimi tulee moottorin neljästä toimintavaiheesta, jotka toistuvat moottorin käydessä.

Liikkeen aikaansaamiseksi polttomoottorissa käytetään nimensä mukaisesti jonkin palavan aineen, polttoaineen, tuottamaa energiaa sen palaessa moottorin sisällä. Polttoaineina käytetään yleisesti bensiiniä tai dieselöljyä. Nylundin ym. (2009) mukaan bensiini ja dieselöljy ovat muodostuneet autoissa pääasiallisiksi polttoaineiksi hyvän saatavuuden, suuren energiatiheiden sekä helpon käsiteltävyyden vuoksi. Bensiini ja dieselöljy vaativat kuitenkin erilaiset moottoriratkaisut, sillä käytettäessä bensiiniä polttoaineena moottorin sylinteriin syötetään bensiinin ja ilman seosta, joka sytytetään kipinällä, jolloin seos palaa räjähdysmäisesti aiheuttaen paineen, jonka avulla mäntä liikuttaa kampiakselia saaden aikaan liikkeen. Dieselmoottorissa nestemäinen polttoaine taas sekoittuu kuumaan ja paineistettuun ilmaan, joka sytyttää paineen seurauksena polttoaineen.<sup>12</sup>

Palamisen aikana moottorissa muodostuu palamistuotteita, kuten palamisen seurauksena syntyvää kaasua, pakokaasua, joka poistetaan palamistilasta

---

<sup>12</sup> [wikipedia.org/wiki/polttomoottori](http://wikipedia.org/wiki/polttomoottori)

pakoputkiston kautta ilmakehään<sup>13</sup>. Palaminen on aineen yhtymistä happeen, jonka vuoksi bensiinilitrasta syntyy peräti kuusitoista kiloa pakokaasua; typen oksideja, hiilidioksidia, hiilimonoksideja yms.<sup>14</sup> Hyvän saatavuuden, suuren energiatihedyyden sekä helpon käsiteltävyyden haittapuolena bensiininä ja dieseliä käytettäessä ovat siis palamistuotteena syntyvät ympäristölle ja terveydelle haitalliset pakokaasut. Fossiilisia polttoaineita käyttävien ajoneuvojen määrän kasvaessa kasvaa myös ympäristölle haitallisten pakokaasujen määrä ilmakehässä.

Periaatteessa päästöjä voidaan polttomoottorissa vähentää kahta keinoa hyväksikäyttäen; parantamalla polttoaineita ja kehittämällä teknologiaa. Pakokaasupäästöhaittojen vähentämiseksi polttoaineita on jo parannettu merkittävästi eliminoimalla bensiinistä lyijy sekä poistamalla rikki ja aromaattipitoisuus (Nylund ym. 2009). Seuraava merkittävä askel päästöjen vähentämiseksi onkin biopolttoainekomponenttien lisääminen, vaikkakin biopolttoaineiden kyvystä vähentää hiilidioksidipäästöjä ollaan montaa mieltä.

Teknologinen kehitys ajoneuvojen polttoainetehokkuuden parantamiseksi on käynnistynyt vasta viimeisten vuosikymmenten aikana, sillä halvan öljyn aikaan ei polttoaineen hinta ole rajoittanut ajoneuvojen käyttöä eikä ajoneuvoteollisuudella näin ole ollut kannusteita kehittää moottoritekologiaa polttoainetehokkaampaan suuntaan. Teoriassa tavoitteena on polttomoottori, jossa polttoaine palaa mahdollisimman puhtaasti, mutta käytännössä päästöjä ei voida kokonaan estää palamisprosessin monimutkaisuuden vuoksi.<sup>15</sup> Polttoainetehokkuuden kehittämiseksi polttomoottoritekologiaa on pyritty tehostamaan mm. moottoreita pienentämällä. Esimerkiksi turboahtimen myötä ottomoottorin tehopainosuhdetta pystytään parantamaan, jolloin pienemmistä moottoreista saadaan irti suurempi teho. Esimerkiksi Ford on julkistanut kehittävänsä paraikaa kolmisylinteristä 1,0 litran moottoria, joka vastaa suorituskyvyltään yhtiön nykyisiä 1,6 litran moottoreita.<sup>16</sup>

---

<sup>13</sup> <http://fi.wikipedia.org/wiki/Pakokaasu>

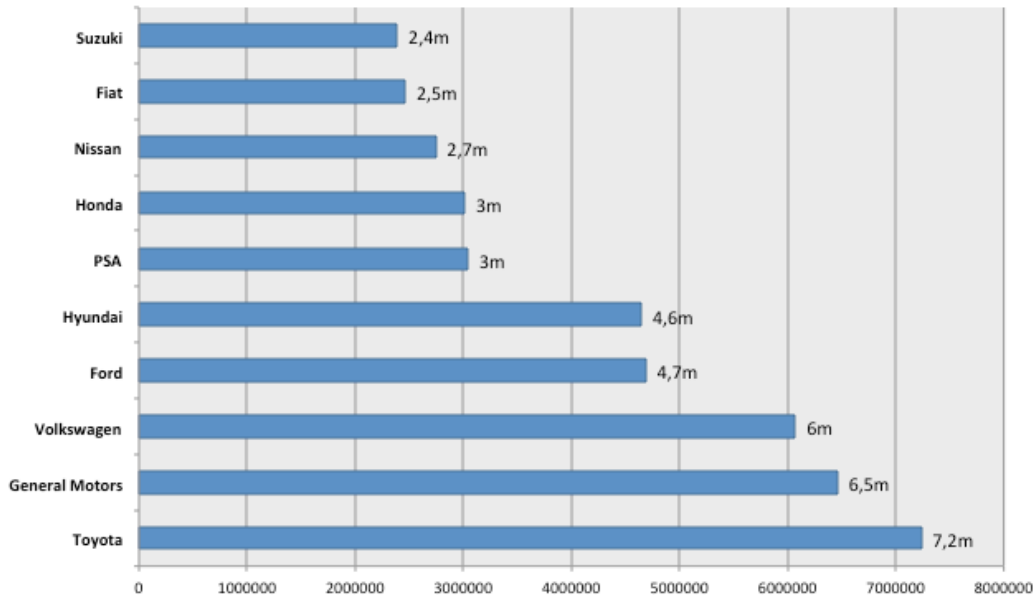
<sup>14</sup> [http://www.tiede.fi/artikkeli/319/autoilu\\_vihertyy\\_hitaasti](http://www.tiede.fi/artikkeli/319/autoilu_vihertyy_hitaasti)

<sup>15</sup> [http://www.tiede.fi/artikkeli/319/autoilu\\_vihertyy\\_hitaasti](http://www.tiede.fi/artikkeli/319/autoilu_vihertyy_hitaasti)

<sup>16</sup> <http://www.tekniikkatalous.fi/tk/article637149.ece?s=r&wtm=-04062011>

## Suurimmat yritykset

Kuvio 23 havainnollistaa maailman suurimpien autonvalmistajien valmistettujen autojen lukumäärää vuonna 2009. Maailman suurin autonvalmistaja japanilainen Toyota Motor Corporation valmisti vuonna 2009 yli 7 miljoonaa ajoneuvoa (vuonna 2008 9,24 milj. kpl) vuodessa ja työllisti maailmanlaajuisesti yhteensä noin 320 000 henkilöä.<sup>17</sup>



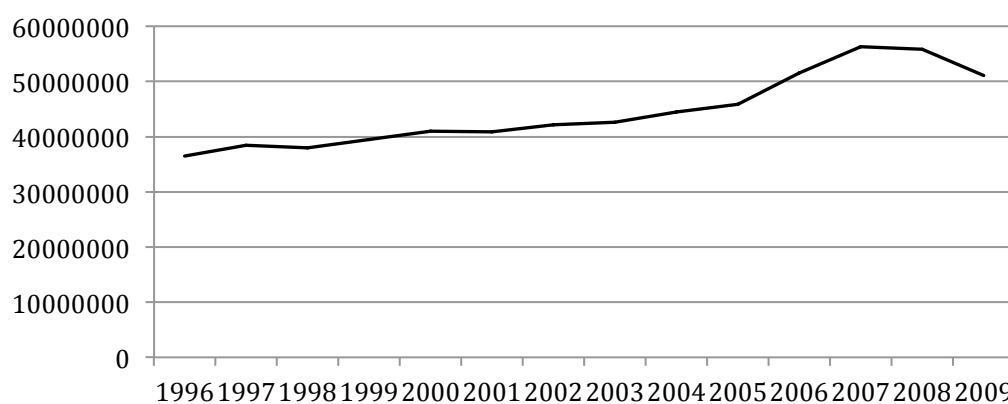
Kuvio 23 10 suurinta ajoneuvojen valmistajaa (sisältäen kaikki valmistetut moottoriajoneuvot). (OICA 2010)

Kymmenen suurinta autonvalmistajaa valmistivat yhteensä yli 40 miljoonaa ajoneuvoa vuonna 2009, joka vastaa noin 70 % ajoneuvoteollisuuden kokonaistuotannosta. Markkinat ovat erittäin kilpaillut ja globaalit. Ajoneuvoteollisuus on levittäytynyt yhteistyöyritysten kautta läntisiltä markkinoilta myös kehittyville BRIC -markkinoille (Brasilia, Venäjä, Intia, Kiina) sekä Etelä-Afrikkaan. Autoteollisuuden kasvu onkin ollut suurinta viime vuosikymmeninä juuri kehittyvillä markkinoilla. BCG:n (2010) arvion mukaan vuonna 2014 BRIC -markkinat vastaavat 30 % globaaleista markkinoista.

Ajoneuvoteollisuuden viiden suurimman yrityksen, Toyota, GM, VW-konserni, Ford ja Hyundai, yhteenlaskettu markkinaosuus vuonna 2009 (valmistettujen ajoneuvojen

<sup>17</sup> <http://www.toyota-global.com/company/profile/overview/>

määrän mukaan laskettuna) oli globaalilla tasolla 48 % eli noin puolet kaikista valmistetuista ajoneuvoista. Jokaisen suurimman yrityksen portfolioon kuuluu useampia tuotemerkkejä, jotka asiakas mieltää erilaisiksi ajoneuvoiksi. Esimerkiksi VW-konsernin valikoimaan kuuluvat mm. Audi, SEAT, Skoda, Volkswagen. Erittäin kilpaillun toimialan luonteeseen on kuulunut alan voimakas konsolidoituminen, siten että suurimmat yritykset ovat kasvaneet voimakkaasti myös yritysostojen kautta, jolloin valmistajien lukumäärä toimialalla on vuosien mittaan supistunut automerkkien keskittyessä suurimmille valmistajille. Yhdysvaltojen markkinoista kehittyi ajan saatossa lopulta kolmen suuren valmistajan, Chryslerin, GM:n ja Fordin, hallitsema oligopoli 1950-luvulle tultaessa (Klepper, 2007) ja ”Big Three’n” markkinaosuus Yhdysvaltojen markkinoista oli suurimmillaan jopa 94% 1950-lopussa (Rubenstein 2001).



Kuvio 24 Valmistettujen ajoneuvojen määrä vuosina 1996-2009 (OICA 2010)

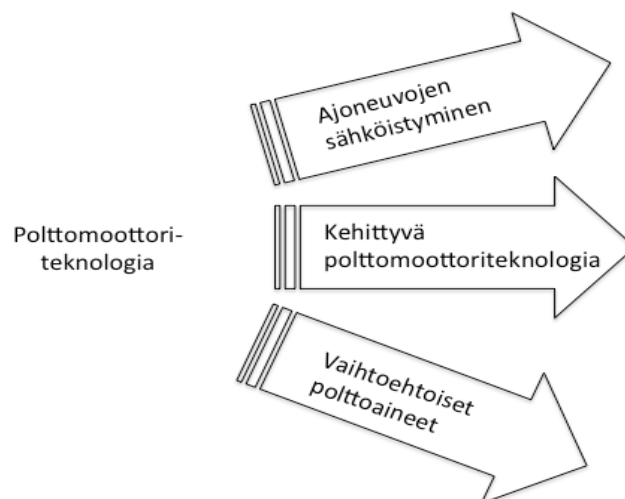
Vuonna 2007 alkaneen taloudellisen taantuman seurauksena ajoneuvojen kysyntä putosi merkittävästi ja taantuman vaikutus voidaan nähdä valmistettujen henkilöajoneuvojen lukumäärän muutoksessa. Globaalin rahoituskriisin vaikutukset tuntuivat myös ajoneuvoteollisuudessa ja maailman suurimpiin lukeutuvat ajoneuvonvalmistajat GM ja Chrysler hakeutuivat molemmat velkasaneerausselvitykseen vuonna 2009. GM selvisi massiivisen Yhdysvaltain valtion pelastuspaketin avulla ja Chryslerin toiminta on jatkui niin ikään valtion

avustuksella sekä Fiat:in omistuksessa, Fiatin omistaessa tätä nykyä jo yli puolet Chryslerin osakekannasta.<sup>18</sup>

## 4.2 Teknologinen kehitys ja sähköistymisen polku

*”Energiamielessähän on todella suurta tuhlausta käyttää polttomoottoria liikkumisen voimanlähteenä. Siinä on niin huonot hyötysuhteet, että olisi jo aikakin, että siirryttäisiin sähköiseen voimansiirtoon.”*

Kasvava ympäristötietoisuus, poliittiset päätökset kasvihuoneilmiön hillitsemiseksi sekä öljyn hinnan vaihtelu ovat luoneet autoteollisuudelle paineita autoteknologian kehitykselle ympäristöystävällisempään suuntaan 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen aikana. Eräät asiantuntija-arviot näkevät edellä mainittujen trendien johtavan ajoneuvoteknologian kehittymiseen seuraavan viiden vuoden sisällä enemmän kuin viimeisten 50 vuoden aikana (Deutsche Bank 2009). Teknologiset vaihtoehdot autojen polttoainetehokkuuden kasvattamiseksi sekä hiilidioksidipäästöjen alentamiseksi voidaan jakaa kolmeen ryhmään: vaihtoehtoisten polttoaineiden kehittäminen, polttomoottoritekнологian kehittäminen sekä ajoneuvojen sähköistyminen. Eri vaihtoehdot eivät ole toisiaan poissulkevia vaan kehittyvät tällä hetkellä rinnakkain.



Kuvio 25 Ajoneuvoteknologian kehittyminen (BCG 2009)

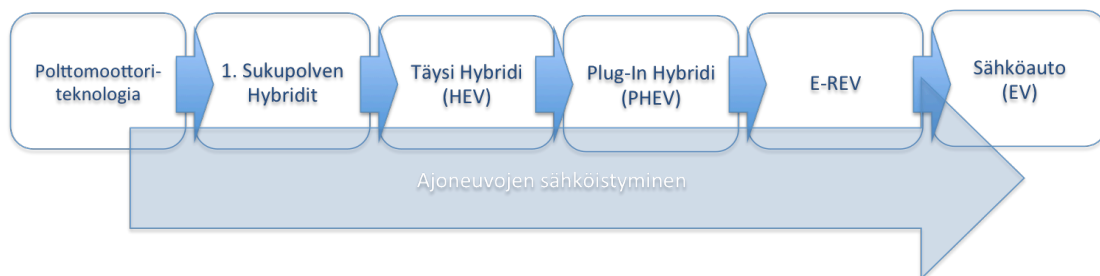
18

<http://www.plunkettresearch.com/automobiles%20trucks%20market%20research/industry%20overview>

Kuvio 25 (s.73) havainnollistaa autoteollisuuden vaihtoehtoja ajoneuvoteknologian kehitykselle ympäristöystävällisempään suuntaan (BCG 2009). Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan käsitellä ajoneuvojen vaihtoehtoisten polttoaineiden kehittämisen teknologisia mahdollisuuksia, sillä tämän voidaan katsoa perustuvan nykyiseen polttomoottoritekologiaan ja jatkavan nykyiseen osaamiseen perustuvalla vähittäisen kehityksen tiellä.

Sähkön käyttämiselle ajoneuvojen energialähteenä on useita etuja, kuten sen mahdollistama energian kulutuksen sekä paikallisten päästöjen aleneminen, mahdollisuus tuottaa sähköä hyvin erilaisista primäärienergian lähteistä sekä korvata fossiilista mineraaliöljyä liikenteen polttoaineena (Nylund ym. 2009).

Vuonna 2010 arvioidusta 44,7 miljoonasta myydystä autosta noin 954 00 kappaletta eli noin 2,2% arvioidaan käyttävän sähköä osittain tai kokonaan voimaanlähteenään. Kuvion 26 havainnollittama ajoneuvojen sähköistymisen polkua voidaan BCG:n (2009) näkemyksen mukaan kuvata evolutionäärisenä prosessina, jonka nykyinen kehitys on alkanut Toyotan vuonna 1997 markkinoille tuomasta Prius hybridistä ja jonka päätepisteenä on markkinoille tuleva sähköauto käyttövoimanaan sähkömoottori.

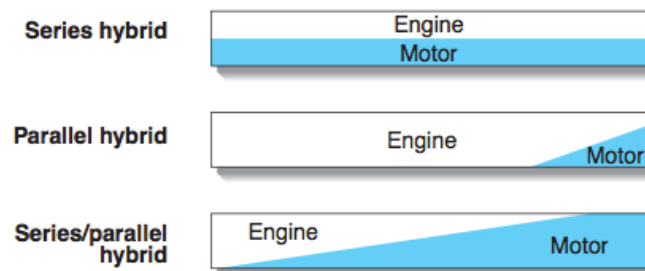


Kuvio 26 Ajoneuvojen sähköistymisen polku (mukailtu BCG, 2009)

#### 4.2.1 Hybriditekniologia

Toyota (2003) määrittelee hybridin polttomoottorin ja sähkömoottorin fuusiona. Näin ollen hybridiajoneuvoksi voidaan määritellä kahta erilaista voimanlähdettä, esimerkiksi polttomoottoria ja sähkömoottoria, hyödyntävä ajoneuvo. Nylundin ym. (2009 s.121) mukaan polttomoottorin hybridisointi parantaa energiatehokkuutta kahdesta syystä; se mahdollistaa jarruenergian talteenoton sekä mahdollistaa polttomoottorin koon ja toiminnan optimoinnin. Hybridiajoneuvojen voimansiirtojärjestelmiä voidaan toteuttaa kolmella eri periaatteella, jotka ovat sarjahybridi, rinnakkaishybridi sekä rinnakkaissarjahybridi (TEM 2009).

Sarjahybridissä polttomoottoria käytetään ainoastaan generaattorina ja kaikki energia pyöriin tulee sähkömoottorilta (TEM 2009; Nylund ym. 2009). Rinnakkaishybridissä polttomoottori dominoi ja näin ollen sähkömoottori avustaa polttomoottoria. Rinnakkaissarjahybridissä, joka on käytössä Toyota Priuksessa, polttomoottorin ja sähkömoottorin suhde on muuttuva. Seuraava kuvio havainnollistaa polttomoottorin ja sähkömoottorin työn osuutta hybridijärjestelmästä riippuen. (Nylund ym. 2009, TEM 2009).



Kuvio 27 Polttomoottorin ja sähkömoottorin työn osuus hybridijärjestelmässä (Toyota 2003).

Ensimmäisen sukupolven hybridit, joihin voidaan viitata myös mietona hybridinä (mild hybrid vehicle), ovat ensimmäinen askel kohden ajoneuvojen sähköistymistä ja ne sisältävät pienen sähköisen moottorin, joka mahdollistaa elektronisen käynnistys - sammustus järjestelmän, jarruenergian talteenoton ja tarjoaa apua kiihdytykseen.

Ensimmäisen sukupolven hybridit tarjoavat vaatimattoman CO<sub>2</sub>-päästöjen alentumisen kohtuullisen korkeilla kustannuksilla ja toimivatkin vain ensi askeleena sähköistymisen kehityspolulla. (BCG 2009).

Täyshybridi (Hybrid Electric Vehicle, HEV) tarjoaa suuremman sähkömoottorin kuin ensimmäisen sukupolven hybridit ja mahdollistaa pelkän sähkömoottorin käyttämisen alhaisilla nopeuksilla (BCG 2009). Toyota Priuksen ensimmäinen sukupolvi esiteltiin jo vuonna 1997 Japanissa ja nyt Suomessa oleva malli edustaa Priuksen kolmatta sukupolvea.

Sähköverkosta ladattava Plug-In Hybridi (PHEV) tarjoaa päivitetyn version täyshybridistä ja tuo osaltaan ratkaisun puhtaan akkusähköauton perusongelmiin; rajoitettuun toimintamatkaan ja kalliiseen energiavarastointiin. PHEV:ssa voidaankin käyttää kohtuullisen kokoista akkua, sillä matkaa voidaan jatkaa polttomoottorin turvin sähkön loputtua. Energiavarasto on PHEV -autoissa mitoitettu siten, että sähköllä voidaan ajaa 20-50 km ennen kuin siirrytään polttomoottorin tuottamaan työntövoimaan. (TEM 2009 s. 31). Toyota on ilmoittanut tuovansa neljännen sukupolven PHEV Priuksen markkinoille vuoden 2011 lopussa, jonka akkukapasiteetti mahdollistaa 23km ajon pelkällä sähkömoottorilla<sup>19</sup>.

EREV:lla (Extended Range Electric Vehicle) on General Motorsin nimitys lataushybridille, joka on toteutettu sarjahybridiratkaisussa. Ajo tapahtuu sähkömoottorin toimin, jolloin polttomoottoria käytetään akkujen lataamiseen tarvittaessa ja näin ollen toimintasäteen pidentämiseen. Vuonna 2011 markkinoille tuleva Voltin myynti käynnistyi alkuvuodesta 2011 ja mallivuotena valmistetaan yhteensä 5000 autoa. Auton toimintasäde pelkällä sähköenergialla on 64 kilometriä ja suositeltu jälleenmyyntihinta on 41 000 dollaria, johon ensimmäiset 200 000 ostajaa saavat 7500 dollarin suuruisen verohelpotuksen. Keskimääräiseksi bensiinin kulutusarvoksi Voltille ilmoitetaan 1,6l/100km ja CO<sub>2</sub> päästöksi 40g/100km.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> [http://www.nytimes.com/2009/12/15/business/global/15toyota.html?\\_r=2](http://www.nytimes.com/2009/12/15/business/global/15toyota.html?_r=2)

<sup>20</sup> <http://gm-volt.com//chevrolet-volt-pricing-and-purchasing/>





Kuvio 28 EREV –ajoneuvon sähkömoottorin ja polttomoottorin suhde <sup>21</sup>

#### 4.2.2 Sähköautot

Sähköautot mahdollistavat öljystä riippumattoman ja monipuolisen liikenteen energiavalikoiman käyttämisen. Sähköautojen käyttämä energia mahdollistaa riippumattomuuden primäärienergianlähteiden suhteen, sillä energialähteet voidaan valita kulloinkin käytössä olevasta vaihtoehdosta. (TEM 2009).

Nylundin ym. (2009) mukaan sähköautoiksi nimitetään sellaisia autoja joihin voidaan syöttää energiaa auton ulkopuolelta sähköverkosta. Sähköajoneuvo on täysin riippuvainen sähköverkosta tulevasta energiasta, joka on varastoitu auton akkuun. Näin ollen sähköajoneuvon suorituskyky on täysin riippuvainen sen sisältämän akun suorituskyvystä.

Sähköautojen edut ovat kiistatta liikkumisen paikallisessa päästöttömyydessä sekä kokonaispäästöissä, mikäli energiaa tuotetaan uusiutuvilla energiamuodoilla. Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla keskimääräinen CO<sub>2</sub> oli vuosien 2003-2007 välillä 115g /kWh, jolloin sähköauton päästökseen tulisi 18-30g CO<sub>2</sub>/ kilometri. Suomalaisella sähköntuotannon päästörakenteella (170g CO<sub>2</sub>/km) luku olisi vastaavasti 27-45g CO<sub>2</sub>/

<sup>21</sup> <http://www.electricdrive.org/index.php?ht=d/sp/i/9676/pid/9676>

kilometri (Nylund ym. 2009). Näin ollen sähköautojen päästöttömyys vaatii myös panostusta uusiutuviin energiaratkaisuihin.

Kuluttajalle sähköauton hyöty tulee ennen kaikkea sähköauton edullisimmista käyttökustannuksista esim. bensiiniä käyttävään polttomoottoriautoon verrattuna. Esimerkiksi kustannus sadalle kilometrille sähköautolla ajettuna on noin 2,3€ (Think City 20,87kWh/100km/11senttiä kWh), kun vastaava lukema bensiiniautolle keskkulutuksella 7 litraa per sata kilometriä tuo (E10 1,494) 10,45€ kustannuksen.<sup>22 23</sup>

#### 4.2.3 Akkuteknologian rooli kehityksessä

*”Nykytila vaan johtuu siitä, että polttomoottori on niin hyvä ja vaihtoehdot on olleet niin huonoja. Teknologiamurros akkupuolella voisi asettaa toimialan kokonaan uuden tilanteen eteen”*

BCG:n (2010) sähköajoneuvojen akkuja koskevassa tutkimuksessa, jossa tutkittiin nykyisen litium-ioni teknologian haasteita ja akkutoimialan kustannusrakennetta, todetaan akkujen hinnan olevan kriittisessä roolissa sähköajoneuvojen kaupallisen menestyksen kannalta. Nylundin ym. (2009) mukaan akkujen hinta vuonna 2010 on noin 1000€/kWh, josta hinnan voidaan olettaa laskevan kolmannekseen samalla kuin energiatihyden voidaan odottaa kasvavan 50%. BCG:n (2010) mukaan The United States Advanced Battery Consortium on asettanut akkujen tavoitekustannukseksi 250 dollaria/kWh vuoteen 2020 mennessä, mutta BCG:n arvion mukaan tähän ei tulla yltämään ellei akkukemian saralla tapahdu merkittävää läpimurtoa, joka johtaa nykyistä teknologiaa suurempaan energiatihyteen.

BCG (2010) on tekemässään tutkimuksessa pyrkinyt vertailemaan kilpailevia litium-ioni akkuteknologioita kuuden ulottuvuuden mukaan; turvallisuus, elinikä, suorituskyky, energiaintensiivisyys, teho sekä kustannus. BCG:n (2010) mukaan tällä hetkellä mikään yksittäinen teknologia ei tarjoa parasta mahdollista tulosta kaikkien ulottuvuuksien osalta vaan valintojen tekeminen käytetyn teknologian suhteen merkitsee aina kompromissia. Litium-rauta-fosfaatti teknologian voidaan katsoa

---

<sup>22</sup> Tuulilasi 16/2010

<sup>23</sup> <http://www.polttoaine.net/> 20.2.2011

olevan johtava teknologia Yhdysvaltojen patenttihakemusten perusteella nimenomaan turvallisuus- ja kapasiteettiominaisuuksiensa perusteella. (BCG 2010, Nylund ym. 2009 s.124, TEM 2009).

Turvallisuus on tärkein kriteeri sähköautojen akuille ja jopa yksittäinen akuista johtuva tulipalo voi kääntää julkisen mielipiteen sähköautoja vastaan ja hidastaa toimialan kehitystä (BCG 2010). Etenkin akkujen lämpötilan hallinta on tärkeää (TEM 2009, s.48).

Akkujen elinikää voidaan BCG:n (2010) mukaan mitata kahdella tavalla; akkujen käyttöiällä tai syklisyydellä. TEM:in (2009, s.48) mukaan akkujen syklinen elinikä määritellään siten, kuinka monta lataus-purkaussykliä (lataus 99 %:iin asti ja purkaus 2,5 %:iin saakka) akku kestää ennen kuin sen varauskyky laskee 70 % alkuperäisestä. Käyttöiällä taas viitataan siihen, kuinka pitkään akkujen voidaan olettaa pysyvän hyödyllisinä. (BCG 2010).

Ajoneuvovalmistajilla on kuitenkin vaihtoehtoja akkujen koskevan epävarmuuden poistamiseksi (BCG 2010). Yksi mahdollisuus on asentaa pienempiä akkupaketteja lyhyemmällä eliniän odotteella ja syklisyydellä, ja vaihtaa näitä 5-7 vuoden välein esimerkiksi eräänlaisen takuuohjelman puitteissa. Näin valmistajat pystyisivät käyttämään pienempiä ja kevyempiä akkupaketteja ja päivittämään näitä teknologian kehittyessä. Toinen vaihtoehto on perustuu akkujen leasingtoiminnalle, kuten pienten kaupunkiautojen valmistaja Think sekä sähköajoneuvojen infrastruktuurin ja palvelujen tuottaja Better Place ovat tekemässä. Ratkaisumalli mahdollistaa tämän hetkisen lyhyen eliniän omaavan akkuteknologian käyttämisen sekä poistaa kuluttajalta akkujen oston ennakkokustannuksen siirtäen riskin yritykselle. (BCG 2010).

Akkujen energiatiheys, energian varastoimisen kapasiteetti kilogrammaa kohden, on tämänhetkisen teknologian näkökulmasta katsottuna suurin sähköajoneuvojen käytettävyyteen vaikuttava heikkous polttomoottoriajoneuvoihin verrattuna (BCG 2010). Akkujen energiatiheys on tällä hetkellä erittäin heikko bensiinin energiatihyteen verrattuna (BCG 2010). Ilman merkittävää läpimurtoa akkujen voidaan olettaa rajoittavan sähköautojen käyttöasteen maksimissaan 250 – 300

kilometriin latauksien välillä (BCG 2010). Tällä hetkellä litium-rauta-fosfaattiteknologiaa hyödyntävillä akkukenoilla voidaan päästä jopa 200Wh/kg, mutta käytännössä 140Wh/kg on realistinen arvo (TEM 2009). Nylundin ym. (2009) mukaan nykyteknologialla 100 kilometrin käyttöasteen omaavan sähköajoneuvon akkupaketin hinnan voidaan arvioida olevan 20 000€ oletusarvoilla energiakulutukselle 0,2 kWh/km, nykytilanteessa 1000€/kWh ja 100Wh/kg.

#### **4.2.4 Sähköautojen uudet toimintamallit**

Akkuteknologian rajoitteet ovat asettaneet haasteen autoteollisuuden toimijoiden eteen. Eräs vaihtoehto kehittää toimialalle täysin uusi liiketoimintamalli, joka pyrkii kiertämään sähköautojen akkuihin liittyvät teknologiset rajoitteet.

Better Place on Palo Altossa Yhdysvalloissa vuonna 2007 perustettu yritys, joka pyrkii tarjoamaan kuluttajille kokonaisvaltaisen ratkaisun sähköisen liikkumisen mahdollistamiseksi. Yhtiön strategian keskiössä on ollut tunnistaa sähköautojen leviämiseen negatiivisesti vaikuttavia tekijöitä ja integroida ratkaisut näihin tekijöihin liiketoimintamalliksi, joka tarjoaa asiakkaalle puhtaamman tavan liikkua ilman, että ajoneuvojen käytettävyys kärsii. (Better Place, Electrification Coalition, 2009).

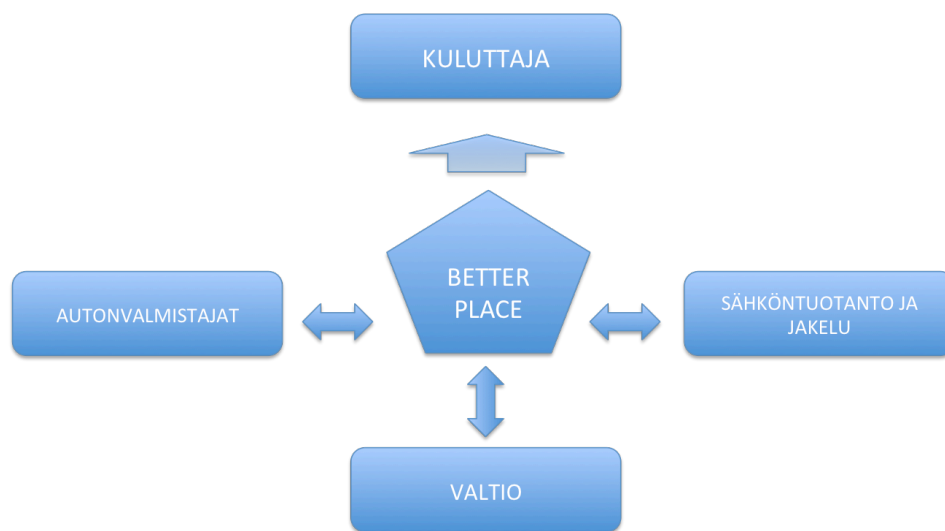
Yhtiön tavoitteena on toimittaa kuluttajalle sähköistä liikkumista tukeva kattava latausinfrastruktuuri ja palvelut, jotka mahdollistavat sähköautojen hankinnan ja käytön. Latausinfrastruktuurilla on tarkoitus kattaa urbaanit alueet sijoittamalla lataustolppia ihmisten koteihin, työpaikoille, ostoskeskuksiin ja kaikkialle, jossa auto on pysähdyksissä. Infrastruktuurissa sähköautoja voidaan ladata kolmella tavalla; tavallisesti esim. työpaikalla tai kotona, pikalatauksella sekä ns. quickdrop – latauksella, jossa sähköauton akku vaihdetaan täyteen erityisillä latausasemilla. Quickdrop –asemia, joiden tarkoituksena on pidentää autojen toimintasädettä 160km eteenpäin, on tarkoitus rakentaa maanteiden varsille kaupunkien välille, jolloin nämä toimivat kuin nykyiset bensa-asemat. (Better Place).

Better Place pyrkii luomaan puhelinoperaattoreita jäljittelevän ansaintalogiikan, jossa yhtiön kassavirta perustuu kuluttajilta laskutettaviin kilometreihin, joiden hinta on merkittävästi halvempi kuin polttomoottorin. Tämän mahdollistaa uudenlainen

liiketoimintalogiikka, jossa Better Place toimii palveluyhtiönä omistaen sähköajoneuvojen akut. Akkuteknologian kehityksestä johtuen sähköajoneuvojen hinnan yksittäinen tekijä on akkujen hinta. Kuluttaja hyötyy järjestelystä näin ollen merkittävästi, sillä Better Place kantaa riskin akkuteknologian kehittymisestä. (Wired 2008).

Yhtiön mukaan veloitus oli suunniteltu vuonna 2010 olemaan US 0.08/maili, 2015 US 0,04/maili ja 2020 US 0,02/maili.<sup>24</sup> TEM:n 2009 mukaan Sähköllä ajaminen on tosin nykyiselläänkin edullista, sillä esimerkiksi huhtikuun 2009 verollisilla vähittäishinnoilla käyttövoiman hinnaksi tulee noin 8,70€/100km bensiinille ja noin 3,00€/100 km sähkölle.

Better Placen toimintamallia luonnehtia sähköautojen integraattori -toimijaksi, sillä yritys pyrkii omalla toiminnallaan edistämään sähköautojen leviämistä yhdistämällä eri arvoketjun toimijoita yhteen.



Kuvio 29 Sähköauto–integraattori-toimintamalli

Osana yhtiön ratkaisua on yhteistyö autonvalmistaja Renault-Nissan konsernin kanssa, joka on sitoutunut toimittamaan Better Placen asiakkaille vaihdettavalla akkuteknologialla toimivia sähköautoja. Yhtiö on ilmoittanut Frankfurtin autonäyttelyssä syyskuussa 2009 sopimuksesta Renaultin kanssa, jossa Better Place

<sup>24</sup> [http://www.ted.com/talks/shai\\_agassi\\_on\\_electric\\_cars.html](http://www.ted.com/talks/shai_agassi_on_electric_cars.html)

tilasi 100 000 sähköautoa Israelin ja Tanskan markkinoille vuoteen 2016 mennessä. Renault Fluence ZE:stä tulee näin ollen maailman ensimmäinen massatuotettu sähköauto.<sup>25</sup> Myös yhteistyö valtioiden kanssa näyttää merkittävää osaa hankkeen onnistumisessa kohdemaissa. Israelissa ja Tanskassa sähköautojen verotus vapautettu kokonaan autoverosta ja näin ollen suotuisa poliittinen ympäristö vaikuttaa positiivisesti myös autojen hankintahintaan (Wired 2008).

Olellisessa osassa sähköautojen latausinfrastruktuuria on yhteistyö sähköyhtiöiden kanssa. Infrastruktuurin ytimessä on ajoneuvojen latausjärjestelmää ylläpitävän ohjelmiston, AutOS, suunnitteleminen, joka mahdollistaa verkossa olevien autojen latauksen seuraamisen ja järjestämisen (Wired 2008). Tanskassa Better Placen partnerina toimii energiayhtiö DONG Energy, joka tuottaa merkittävän osan energiastaan (18%) tuulivoimalla. Yhteistyön tuloksena Better Place saa päästötöntä energiaa autoihinsa ja DONG mahdollisuuden tasata vaihtelevaa energiantuotantoa ja varastoida sähköä Better Placen akkukapasiteettiin.

*”..synergia sähköautojen akkujen kanssa johtaa siihen, että DONG on hyvin voimakkaasti läsnä sähköautojen latausverkon toteuttamisessa koko maahan. Siellä on tällaiset akunvaihto systeemit, joissa akkuja vaihdetaan ja ladataan, koska siellä on akkukapasiteettia, joka toimii tuulivoiman tasoittajana. Siinä on yksi esimerkki uudesta liiketoimintamallista, joka polttomoottoriautossa ei ole mahdollista.”*

Vaihdettaviin akkuihin perustuvaan toimintamalliin suhtaudutaan myös erittäin skeptisesti. Toimintamallin teknologisen toimivuuden kannalta sekä ajoneuvoteollisuuden halusta standardisoida akkuteknologiaa, siten että se voidaan vaihtaa myös eri automallien kesken. Yhtiön tulee myös investoida merkittävä määrä pääomaa riittävän akkukapasiteetin hankkimiseksi, jonka ratkaisemiseksi yhtiö on ilmoittanut tekevänsä yhteistyötä General Motorsin kanssa<sup>26</sup>.

---

<sup>25</sup> <http://www.wired.com/autopia/2009/09/better-place-renault-deal>

<sup>26</sup> Better Place / kotisivut

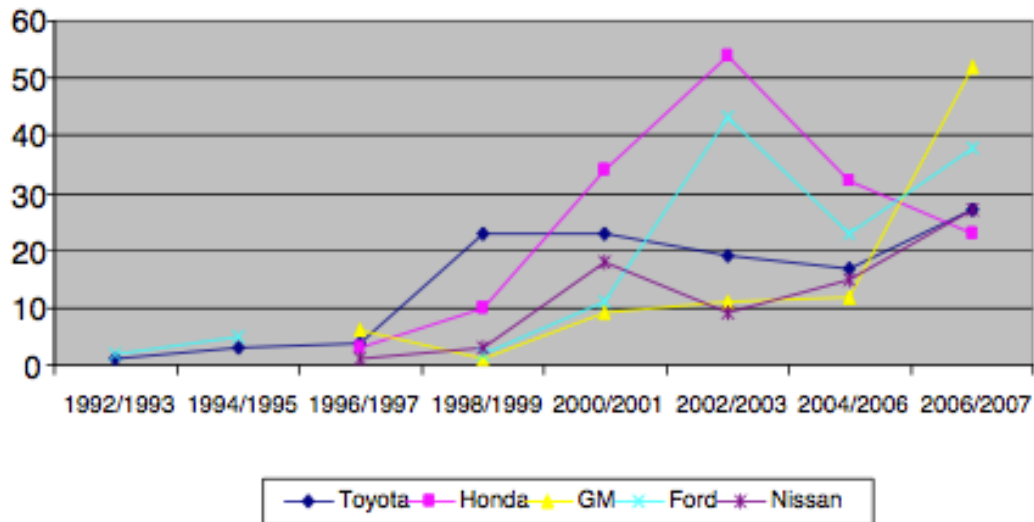
### 4.3 Uuden teknologian airueet

Japanilaiset ajoneuvonvalmistajat Toyota ja Honda toivat ensimmäiset hybridautot markkinoille lähes sadan vuoden tauon jälkeen 1990-luvun lopussa. Toyota Motor Corporationissa alkoi 1990-luvun alussa kehitystyö, joka johti lopulta Toyota Priuksen tuomiseen markkinoille. Tuotekehitysprojektin tavoitteena oli luoda 2000-luvun auto, jonka pääasialliseksi kriteeriksi nostettiin polttoainetehokkuus tulevaisuudessa kasvavaksi ennustetun öljyn hinnan epävakauden vuoksi. Toyotan tavoitteena ei Berggrenin ja Magnussonin (2011) ollut mukaan kehittää hybridautoa, mutta kehitystyössä nousi esille, että asetettuja tavoitteita polttoainetehokkuudelle ei pystyttäisi saavuttamaan perinteisellä polttomoottoriin nojautuvalla moottoriratkaisulla. (Magnusson & Berggren 2011).

Pilkingtonin ja Dyersonin (2004) mukaan Toyotalla oli kokemusta sähköautojen valmistamisesta Toyota RAV4-mallin sähköisen version kehittämisestä, mutta Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan Priuksesta haluttiin tehdä yhteensopiva olemassa olevan infrastruktuurin kanssa, jotta asiakkaat pitäisivät uutta mallia konventionaalisenä, tavanomaisena autonä.

Päätös Priuksen viemisestä markkinoille tehtiin vuonna 1995 ja vuonna 1997 ensimmäiset Priukset ilmestyivät Toyotan kotimarkkinoille Japaniin. Toyotan strategiaa markkinoille murtautumisessa voidaan luonnehtia varovaiseksi, sillä alussa Priuksen tuotantomäärää rajoitettiin pieneen määrään. Toyotan myynti rajoittui ensimmäisten kahden vuoden ajaksi Japaniin ja ajoneuvolle tarjottiin 24 tuntia päivässä vuoden jokaisena päivänä avoinna oleva huoltopalvelu, jossa Toyotan insinöörit tutkivat jokaisen Priuksen käyttöön liittyvän ongelman. Tästä syystä toinen japanilainen ajoneuvonvalmistaja Honda ehtikin lanseerata oman hybridimallinsa, Honda Insight:in, ensimmäisenä hybridinä Yhdysvaltojen markkinoille (Magnusson & Berggren 2011). Honda toi oman hybridiversionsa Japanin markkinoille vuonna 1997 seuraten kotimarkkinoilla Priuksen jalanjälkiä, mutta esitteli Insight:in Yhdysvalloissa vuonna 1999 ennen Toyotaa (Schilling 2010).

Magnussonin ja Berggrenin (2011) ovat tutkineet Toyota Priuksen kehittämistä 1990-luvulla sekä ajoneuvoteollisuuden reaktioita uuden teknologian markkinoille tuloon peilaten ajoneuvoteollisuudelle myönnettyjä patenteja Yhdysvalloissa ja Euroopassa. Holmenin ja Jacobssonin (2000) mukaan useimmissa tapauksissa patenteja voidaan käyttää hyödyllisenä indikaattorina organisaatioiden tuotekehitysaktiivisuudesta, jonka myötä Magnussonin ja Berggrenin (2011) tutkimuksen perusteella saadaan muodostettua kuva uuteen teknologiaan panostaneista yrityksistä toimialalla.



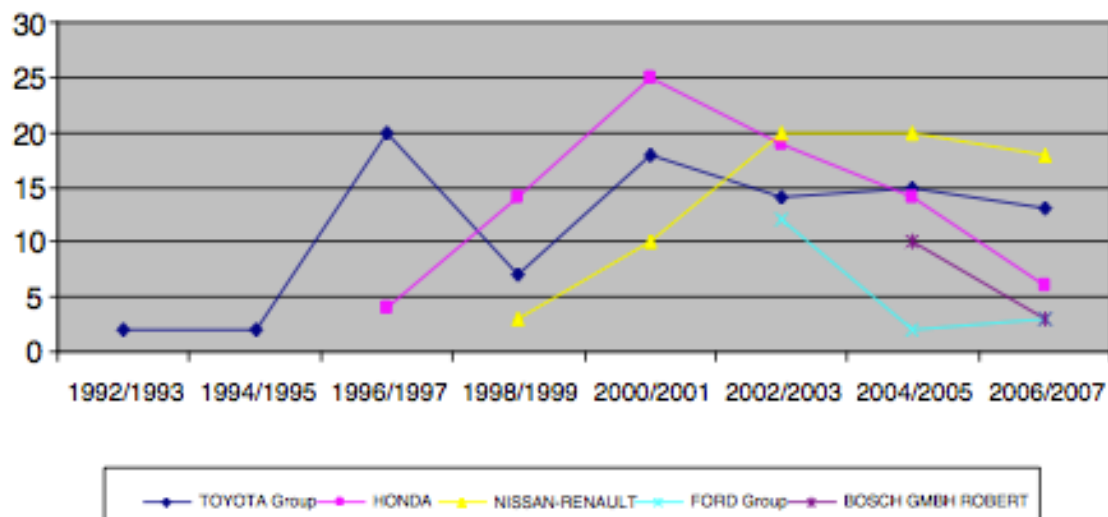
Kuvio 30 Hybridiautoihin liittyvät myönnettyt patentit Yhdysvalloissa (USPTO) vuosina 1992 -2007 (Magnusson & Berggren 2011).

Toyota oli tarkastelujakson pioneeri sekä Yhdysvalloissa että Euroopassa 90-luvun alkuvuosina, jonka jälkeen Toyotan saatujen hybriditeknologiaan liittyvien patenttien vuosittainen lukumäärä on pysynyt suhteellisen tasaisella tasolla tarkasteluajanjakson ajan. Hondan tuotekehitysaktiviteetit ovat olleet nousussa vuodesta 1996 ja yhtiö oli erittäin aktiivinen 2000-luvun vaihteessa pyrkien kuromaan markkinajohtaja Toyotan etumatkaa kiinni. (Magnusson & Berggren 2011).

Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan kuvioista 30 ja 31 (s.85) voidaan havaita, että Toyota aloitti hybriditeknologian patentoimisen aiemmin kuin muut ajoneuvonvalmistajat (myös Fordille myönnettiin patenteja vuonna 1992, mutta yrityksen aktiivisuus patenttien suhteen oli vähäistä vuosien 1994 ja 1998 välillä). Huomattavaa on myös, että Renault-Nissan konsernia lukuun ottamatta eurooppalaiset ajoneuvonvalmistajat puuttuvat tarkastelusta kokonaan. Läsä on ainoastaan suuri

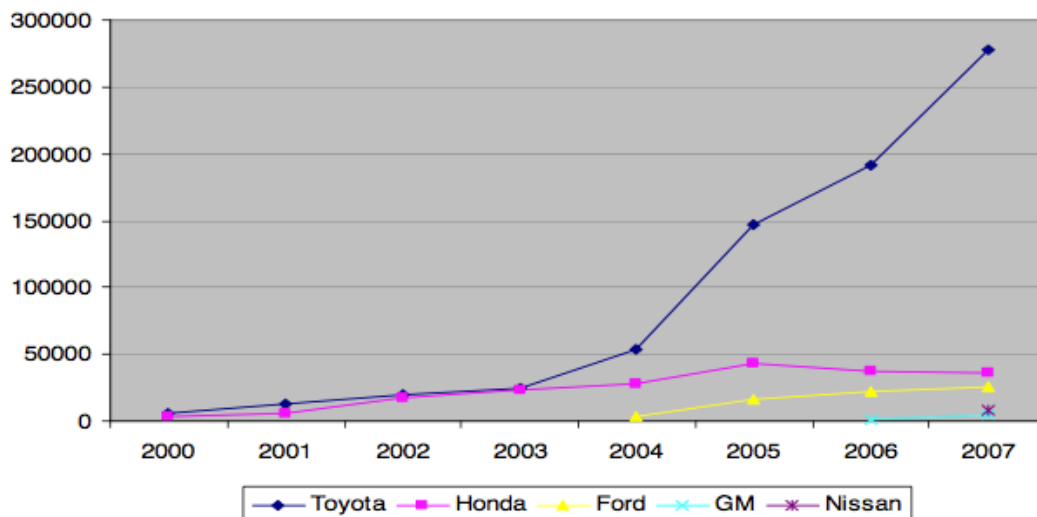


saksalainen ajoneuvovalmistajien komponenttivalmistaja Bosch GmbH, joka on aktivoitunut vasta tarkastelujakson loppupuolella.



Kuvio 31 Hybridautoihin liittyvät myönnettyt patentit Euroopassa (EPO) vuosina 1992-2007 (Magnusson & Berggren 2011).

Mikäli tarkastellaan myytyjen hybridautojen lukumäärää Yhdysvalloissa vuosien 2000 ja 2007 välillä (Kuvio 32 s. 86), ainoastaan Honda on pystynyt haastamaan Toyotan ylivoiman myytyjen hybridien lukumäärällä yltäen parhaimmillaan noin 50 000 tuhanteen vuosittaiseen myyntiin hybridiin. Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan Yhdysvaltalaiset ajoneuvovalmistajat eivät olleet kiinnostuneita panostamaan hybriditeknologiaan kehityksen alkuvaiheessa, mutta tuotekehitysaktiivisuudessa on nähtävissä piikki vuoden 2004 jälkeen, jolloin bensiinin hinta alkoi Yhdysvalloissa nousta. Tähän ajoittuu myös isoimpaan ajoneuvoluokkaan kuuluvien SUV (Sub Urban Vehicles) katumaastureiden kysynnän heikentyminen sekä hybridien markkinaosuuden kasvu. Toyota myi vuonna 2004 88 000 hybridautoa ja nelinkertaisti myynnin määrän 350 000 kappaleeseen vuoteen 2007 mennessä (kuvio 32 s. 86.). (Magnusson & Berggren 2011).



Kuvio 32 Myytyjen hybridien lukumäärä ajoneuvonvalmistajittain vuosina 2000 – 2007 Yhdysvalloissa (Magnusson & Berggren 2011).

Hybridien myynti Euroopassa on ollut vähäisempää kuin Yhdysvalloissa (sekä etenkin Japanissa) ja esimerkiksi vuonna 2010 Euroopassa myytiin noin vain 107 000 hybridiä verrattuna Japanin 475 000 ja Yhdysvaltojen 291 000 myytyyn hybridiin (J.D Powers 2010). Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan tähän voidaan löytää lukuisia syitä, mutta vertailtaessa Euroopan markkinoita Yhdysvaltojen markkinoihin löydetään kolme keskeistä markkinoita erottavaa tekijää; vaikka polttoaineen hinta on Euroopassa Yhdysvaltoihin verrattuna korkeampi, on polttoaineen hintojen vaihtelu ollut Euroopassa vähäisempää ja hintojen nousu on tapahtunut jatkuvasti pidemmän aikavälin aikana. Yhdysvalloissa bensiinin hinta nousi vuosien 2004-2008 välillä merkittävästi tehden muista vaihtoehdoista houkuttelevampia. Tämän lisäksi dieselautolla on vankka asema Euroopan markkinoilla, joka on tarjonnut jo markkinoilla olevan vaihtoehdon polttoaineen kulutuksen pienentämisestä kiinnostuneille kuluttajille. Kolmanneksi selittäväksi tekijäksi Magnusson ja Berggren (2011) nostavat Yhdysvaltojen markkinoilla nousseen ympäristöystävällistä autoilua arvostavan segmentin, joka Chanaronin ja Tesken (2007) mukaan perustaa ostopäätöksensä taloudellisten seikkojen lisäksi myös ajoneuvojen ympäristöystävällisyyteen. Tätä vastaavaa kuluttajasegmenttiä ei Euroopassa ole toistaiseksi noussut esiin, tai hybridi-auto ei ole noussut tämän ryhmän sisällä samanlaiseksi ympäristöystävällisyyttä korostavaksi artefaktiksi kuin Yhdysvalloissa. (Magnusson & Berggren 2011).

Yritys	PHEV	BEV	Malli	Aikataulu	Tuotanto-kapasiteetti
Audi	Kyllä	Kyllä	e-tron, A1 E-tron	2012	rajoitettu
BMW	Ei	Kyllä	MINI-E, Active-E, Megacity	Pilottikokeilu leasing-käytöstä	?
BYD	Kyllä	Kyllä	E6, S6DM	E6; 2012	?
CODA Automotive	Ei	Kyllä	CODA Sedan	2011	14 000
Chrysler-Fiat	Ei	Kyllä	Fiat 500	2012	?
Daimler	Ei	Kyllä	Smart ED Fortwo	2012	1500v. 2011 Sarjatuot. 2012
Fisker Automotive	Kyllä	Ei	Karma, Nina	2011 / 2012	15 000/v (Karma)
Ford	Kyllä	Kyllä	Focus BEV, Transit Connect EV	2010/2011/2012	5000-10 000 / v 600-700/v
GM	Kyllä	Ei	Volt	Sarjatuotannossa	10 – 15000 (2011) 60 0000
Honda	Kyllä	Kyllä	?	2012	?
Mitsubishi	Kyllä	Kyllä	iMiEV, PX-MiEV	2011 / 2013	?
Navistar	Ei	Kyllä	eStar	Sarjatuotannossa	?
Nissan	Ei	Kyllä	LEAF, NV200, Infiniti EV	LEAF sarjatuot.	500 000 /2012
Smith Electric	Ei	Kyllä	Newton	Sarjatuotannossa	1500 / v
TESLA	Ei	Kyllä	Roadster, Model S	Sarjatuot. /2012	1200 / 20 000
TH!NK	Ei	Kyllä	City EV	Yritysmyynti	300
Toyota	Kyllä	Kyllä	Prius BEV, ?	2012	Kymmeniä tuhansia
VW	Kyllä	Kyllä	Golf Twin Drive, Golf blue-e-motion, EV-Jetta	2011 / 2013	?
ZAP	Ei	Kyllä	Alias	?	?

Taulukko 1 Ajoneuvovalmistajien ilmoittamat Plug-In hybridi- sekä sähköautomallit Yhdysvaltojen markkinoille (University of Indiana 2011)

Yllä oleva taulukko 1 havainnollistaa ajoneuvovalmistajien suunnitelmia tuoda sähköverkosta ladattavia hybridejä ja sähköautoja Yhdysvaltojen markkinoille. Huomionarvoista on, että verrattuna esim. vuoden 2007 tilanteeseen (kuvio 33. s.87) yhä useampi ajoneuvovalmistaja on ilmoittanut tuovansa oman PEV –mallinsa markkinoille (*Plug-In Electric Vehicle*). Suurimpien ajoneuvovalmistajien lisäksi markkinoille on pyrkimässä myös pienempiä uusia täysin sähkö- tai hybridiajoneuvoihin keskittyviä ajoneuvovalmistajia kuten Tesla ja TH!NK sekä myös kiinalaisia ajoneuvovalmistajia, kuten BYD, jotka eivät ole olleet aiemmin läsnä Yhdysvaltojen markkinoilla.

Indianan yliopiston julkaiseman selvityksen (2011) mukaan uusien ajoneuvovalmistajien markkinoille murtautumisen esteistä johtuen uudet, PEV - ajoneuvoja tarjoavat toimijat ovat keskittyneet pääasiassa niche -markkinoille. Tästä

esimerkkinä toimivat Tesla Roadster sekä Fisker Karma, jotka molemmat pyrkivät löytämään markkinarakonsa PEV -ratkaisuna toteutettujen urheiluautojen segmentissä.

Nissanin sähköauto LEAF on aloittanut ajoneuvojen toimitukset Yhdysvalloissa vuoden 2011 alusta. LEAF:n on ensimmäisessä aallossa Yhdysvalloissa tilannut 20 000 henkilöä. LEAF:n hinta on 32 780 dollaria, jonka ostoon saa liittovaltiolta 7500 dollarin verohuojennuksen. Nissan ilmoittaa, että LEAF:n käyttösäde on suunniteltu 160 kilometrille, mutta voi vaihdella 100 – 220 km välillä ilmaston / lämmityksen käyttämisen, nopeuden, ajotyylin sekä autossa kuljetettavan massan mukaan.<sup>27</sup>

Mielenkiintoisimpina tuotteina voidaan kuitenkin pitää muiden kuin perinteisten autonvalmistajien lanseeraamia sähköautomalleja. Kiinalaisen BYD Automotiven sähköautomallia e6 on odotettu Yhdysvaltojen markkinoille jo pidemmän aikaa. BYD on ilmoittanut e6 käyttösädeksi 300km 48 kWh litium-rauta-fosfaatti teknologiaan perustuvan akkupaketin kanssa. Valmistaja ei ole kuitenkaan lupauksista huolimatta pystynyt toimittamaan autoja markkinoille vaan tällä hetkellä Kiinan Shenzenissa toimii 40 taksin kokeilu.<sup>28 29</sup>

Sähköajoneuvojen tulevaisuus saattaakin olla Kiinassa, sillä vaikka Kiinan automarkkinoiden kasvu, jonka ennuste on 27,5 miljoonaa myytyä ajoneuvoa vuonna 2020, siivittää globaalin ajoneuvoteollisuuden kasvua myös tulevaisuudessa, myös investoinnit sähköajoneuvoihin toimivat todellisena kasvun ajurina. Kiinan investoinnit sähköajoneuvoteknologiaan olivat vuonna 2010 17 miljardia dollaria, kun samana vuonna Yhdysvaltojen investoinnit olivat ”vain” 5 miljardia dollaria<sup>30</sup>

---

<sup>27</sup> <http://www.nissanusa.com/leaf-electric-car/index#/leaf-electric-car/index>

<sup>28</sup> <http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aNMr8oxbgSKo>

<sup>29</sup>

[http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704058704576014922703439588.html?mod=rss\\_asia\\_whats\\_news](http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704058704576014922703439588.html?mod=rss_asia_whats_news)

<sup>30</sup> Fortune 11/ 2010 China charges into electric cars.

## 5. TULOKSET

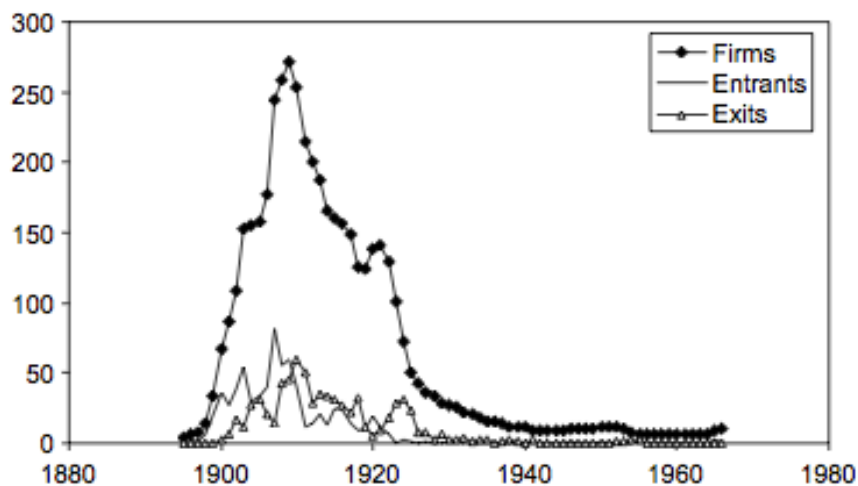
Tutkimuksen kahdessa aiemmassa luvussa on kuvattu teknologiseen kehitykseen vaikuttavia ajureita ajoneuvoteollisuuden toimintaympäristössä sekä ajoneuvoteollisuuden nykytilaa ja teknologista kehitystä. Tässä luvussa tutkimuksen kahden aiemman luvun aineistoa tullaan käsittelemään tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen kautta (luku 2) ja kuvaamaan strategista haastetta, jonka toimintaympäristöstä kumpuavat teknologisen kehityksen ajurit sekä viimeaikainen teknologinen kehitys ajoneuvoteollisuudelle asettavat.

### 5.1 Kohden uutta teknologiasykliä?

Andersonin ja Tushmanin (1991) mukaan toimialat kehittyvät sarjana teknologiasyklejä, jonka käynnistää teknologinen epäjatkuvuus. Teknologiset epäjatkuvuudet pohjautuvat uuteen teknologiaan, jonka suorituskyky on suurempi kuin aiemman teknologian (Anderson & Tushman 1991).

Nicholas Cugnot'n kehittämää ensimmäistä höyryllä toimivaa ajoneuvoa 1760-luvulla, Thomas Davenportin kehittämää sähköautoa 1830-luvulla sekä Nicholas Otton toimesta valmistettua nelitahtista ottomoottoria ja Karl Benzin rakentamaa kolmipyöräistä autoa voidaan kaikkia pitää epäjatkuvinna innovaatioina, sillä kaikki innovaatiot kehittivät uuden vaihtoehdon vallitsevalle teknologialle ja vaikuttivat ajoneuvoteknologian tulevaan kehitykseen. Fosterin (1986) mukaan teknologiat kehittyvätkin usein rinnakkain ja 1900-luvun vaihteeseen tultaessa hevosen vetämille kärryille oli ilmestynyt kolme kilpailijaa erilaisten teknologisten ratkaisujen muodossa; höyryauto, sähköauto sekä polttomoottoriauto.

Kilpailevilla teknologisilla vaihtoehdoilla oli teknologian eroavaisuuksista johtuen erilaisia etuja ja rajoitteita (Hiscox 1900). 1900-luvun alussa ensimmäisen sukupolven automobiilien valmistajat keskittyivätkin ratkomaan teknologioiden ongelmia ja automobiilien kehitys ensimmäisinä vuosikymmeninä oli varsin nopeaa. Utterbackin (1994) mukaan toimialan evoluution alkutaipaleella teknologian ollessa vielä lapsenkengissä uusia toimijoita ja tuotteita virtaa markkinoille .

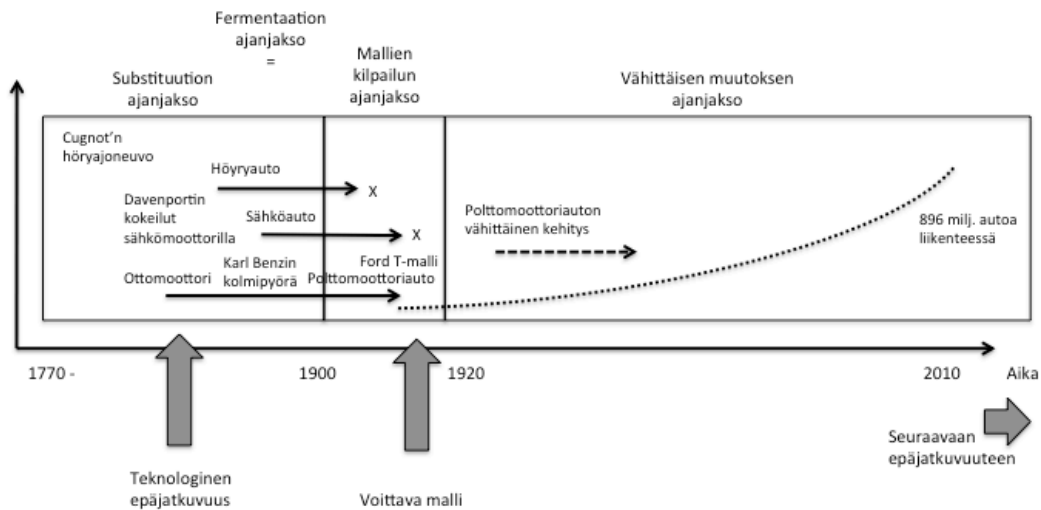


Kuvio 33 Yritysten lukumäärä Yhdysvaltojen autoteollisuudessa (Klepper, 2007).

Klepper (2007) havainnollistaa kuviossa 34 yritysten kokonaismäärää sekä alalle tulevia ja sieltä poistuvia yrityksiä Yhdysvaltojen autoteollisuudessa 1900-luvun alusta. Yritysten kokonaismäärä kasvoi huimaa vauhtia koko 1900-luvun alun saavuttaen huippunsa vuonna 1909, jolloin Yhdysvalloissa oli 272 automobiileja valmistavaa yritystä.

Tushmanin ja Andersonin (1991) mukaan teknologiasyklin ensimmäisessä vaiheessa, substituution ajanjakson aikana, uusi teknologia pyrkii syrjäyttämään vakiintuneen teknologian. Ensimmäisten automobiilien hinnat olivat korkeat ja ajoneuvot olivat 1900-luvun alussa hyödykkeitä, joihin vain rikkaimmalla väestönosalla oli varaa. Tätä ensimmäisiä autoja käyttönottavaa yhteiskuntaluokkaa voidaan pitää Rogersin (1984) luokittelussa varhaisiksi omaksujiksi, jotka loivat automobiileille aikaiset markkinat, jossa automobiili pyrki hiljalleen syrjäyttämään hevosten vetämät kärryt rikkaimman väestönosan liikkumisen välineenä (Moore 1991).

Fermentaation ajanjakson aikana, erilaisten kilpailevien teknologisten ratkaisujen joukosta, nousee lopulta kuluttajien tarpeet ominaisuuksiltaan parhaiten tyydyttävä voittava malli (*dominant design*). Voittava malli saavuttaa 50 % markkinaosuuden aikaisista markkinoista ja määrittää teknologiatuotteen ominaisuudet markkinoiden silmissä nouten toimialan de-facto standardiksi. (Tushman & Anderson 1991; Utterback 1994).



Kuvio 34 Ajoneuvoteollisuuden teknologiasykli

Ajoneuvoteollisuudessa voitavaksi malliksi nousi Fordin T-malli, joka tarjosi automobiilin tuoman vapauden henkilökohtaiseen liikkumiseen, hinnalla johon myös tavallisella amerikkalaisella palkansaajalla oli 1900-luvun aikana varaa. Ensimmäisen massavalmistetun ajoneuvon suhteellinen etu höyry- ja sähköautoihin verrattuna oli merkittävä juuri edullisen hankintahinnan sekä laajemman käyttöasteen myötä.

Fordin T-mallin voitokulku lopetti samalla myös fermentaation ajanjakson aikana käydyn teknologioiden välisen kilpailun, kun polttomootoriajoneuvosta tuli kuluttajien suosima vaihtoehto käytettävyyden, toimintamatkan sekä halvan öljyn myötä (Anderson & Anderson 2007).

Kuvio 35 havainnollistaa ajoneuvoteollisuuden kehittymistä Andersonin ja Tushmanin (1991) teknologiasyklien viitekehyksen kautta (vrt. kuvio 10 s. 36). 1920-luvulta lähtien ajoneuvoteollisuuden voidaan katsoa siirtyneen pitkään vähittäisen muutoksen ajanjaksoon, jossa teknologiset innovaatiot ovat olleet inkrementaalisia, eli olemassa olevan polttomootoritekniikan vähittäiseen parantamiseen pyrkiviä.

### 5.1.1 Sähkö- ja hybridauto toimialalle uutena innovaatioina

Ajoneuvoteollisuuden lisäksi vain harvalla toimialalla on havaittavissa yhtä pitkää ydinteknologiaan keskittyvää vähittäisen kehityksen ajanjaksoa. Polttomoottori on säilynyt haastamattomana ajoneuvoteollisuuden ydinteknologiana lähes 100 vuotta massatuotannon alkamisesta lähtien. (Magnusson & Berggren 2011).

Teknologinen kehitys tapahtuu yleensä kumulatiivisen prosessin kautta ja etenee vähittäin. Tätä vähittäistä kehitystä rikkoo toisinaan merkittävä teknologinen edistysaskel, joka tarjoaa merkittävän parannuksen aiempaan suorituskykyyn (Anderson & Tushman 1986). Andersonin ja Tushmanin (1991) mukaan uusien teknologioiden esittelemisen vakiintuneelle toimialalla voi merkitä uuden teknologiasyklin käynnistymistä käymisen ajanjakson myötä, jota luonnehtii lisääntynyt teknologinen variaatio sekä teknologiset kokeilut. Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan tämä lisää ajoneuvoteollisuuden toimijoiden epävarmuutta eri teknologioiden potentiaalista ja tulevaisuuden odotuksista.

Markkinoilla olevien sähkö- ja hybridaajoneuvojen suorituskyky ei kuitenkaan ole suurempi kuin perinteisten polttomoottoriautojen, mitattuna perinteisellä suorituskyvyn mitta-asteikolla kuten käyttösäteellä tai lataus / tankkausajalla. Akkuteknologian rajoituksista johtuen, markkinoilla olevien sähköautojen toimintamatka ylittää korkeimmillaan 160 km ennen kuin sähköautojen akut tulee ladata uudelleen, vastaten noin kolmasosaa pienimmillä polttoainetankeilla varustettujen polttomoottoriautojen käyttösäteestä. Sekä polttomoottoria ja sähkömoottoria voimansiirroksaan käyttävien hybridautojen kohdalla tilanne on taas toinen, sillä polttomoottorin ansioista hybridien käyttösäde saadaan vastaamaan polttomoottoriautoja.

Mikäli sähköautoja verrataan polttomoottoriajoneuvoihin Beaumen ja Christophen (2008) mukaan juuri perinteisellä suorituskyvyn tasolla, on polttomoottorien suorituskyky ollut sähköautoja suurempi kautta ajoneuvojen historian. Beaume ja Christophe (2008) huomauttavat, että tilanne on tyypillinen juuri häiriyttävien teknologioiden tapauksessa.



Christensenin ja Bowerin (1995) mukaan häiriyttävien innovaatioiden ominaisuudet eivät useinkaan tyydytä valtavirran asiakkaiden tarpeita ja Christensenin (1997) mukaan myös vallitsevaa teknologiaa heikomman suorituskyvyn, mutta edullisemman hinnan omaavat teknologiat voivat kehittyä korvaamaan toimialan vakiintunutta teknologiaa. Sähköauto- ja hybriditeknologian kehittyvän luonteen vuoksi teknologia on tällä hetkellä vakiintunutta polttomoottoriteknologiaa hankintahinnaltaan kalliimpaa. Chanaron ja Tesken (2007) mukaan ero hybriditeknologiaan perustuvan Toyota Priuksen ja polttomoottoriteknologiaan perustuvan ajoneuvon välillä oli yli 3000 dollaria. Ero Suomessa kohoaa yli 3000 euroon (TM 20/2010). Näin ollen sähköautoteknologia ei sovi suoranaisesti Christensenin (1997) esittelemään häiriyttävien innovaatioiden viitekehukseen.

Christensen ja Raynor (2003 s.143) kuitenkin huomauttavat, että häiriyttävät innovaatiot koostuvat harvemmin läpimurtoteknologiasta vaan pikemmin paketoivat olemassa olevaa teknologiaa disruptiivisen liiketoimintamallin muotoon. Sähköautojen kohdalla esimerkki mahdollisesta disruptiivisesta innovaatiosta on sähköautojen integraattoritoimijaksi pyrkivä Better Place.

Sähköajoneuvojen kohdalla akkuteknologiaan liittyvä suurin rajoite asettaa nykyisille markkinoilla oleville sähköautoille korkeintaan 160 kilometrin käyttösaatteen. Sähköautojen rajoitettua toimintamatkaa tasoittaa kuitenkin ajoneuvon pienet käyttökustannukset, jotka ovat huomattavasti polttomoottoria edullisemmat.

Sähköautojen yleistymisen suurimpia kehityksen hidasteita ovat akkuteknologian rajoittuneisuus sekä sitä tukevan infrastruktuurin puute. Suurin osa ihmistä ajaa kuitenkin päivittäin vähemmän kuin 80 km, johon sähköauton käyttösaade riittää erinomaisesti. Tämän lisäksi auto on suurimman osa päivästä paikallaan, jolloin nämä hetket voidaan käyttää ajoneuvon lataamiseen. Better Placen logiikkana onkin rakentaa ja operoida sähköautoja tukevaa infrastruktuuria, joka osaltaan hidastaa sähköautojen yleistymistä. Mikäli asiakkaan tarvitsee ajaa ajoneuvoillaan pidempi matka kuin 160 km, voi hän käydä vaihtamassa akkunsu huoltoasemia muistuttavassa akunvaihtopisteessä. Juuri akkujen sisältäessä sähköautojen suurimman kustannuksen ja riskin, pohjautuu yrityksen liiketoimintamalli leasing toimintaan, jossa kuluttaja ostaa palvelua Better Placelta, yrityksen omistaessa akut.

Yritys pyrkiikin kiertämään teknologian asettamia rajoitteita innovatiivisen liiketoimintamallin avulla. Kuluttajan palvelusta maksama hinta on huomattavasti perinteistä polttomoottoria halvempi. Näin ollen olemassa oleva, heikomman suorituskyvyn omaava teknologia, on paketoitu disruptiivisen, häiriyttävän liiketoimintamallin muotoon. Onnistuakseen, Better Placen liiketoimintamalli tulee toteuttaa riittävässä mittakaavassa, jotta infrastruktuuri on kattava ja tukee kuluttajien liikkumista. Tämän vuoksi yritys tekee yhteistyötä kahden valtion kanssa, joiden pinta-ala on rajoitettu. Israel ja Tanska toimivat prototyyppeinä, joiden avulla testataan konseptin toimivuutta. Better Place on ilmoittanut, että toiminta pilottimaissa käynnistyy vuoden 2011 aikana.<sup>31</sup>

Sähköauto itsessään ei siis ole häiriyttävä innovaatio, mutta mihin perustuu hybridien menestys? Yhdysvalloissa myytiin vuonna 2010 yli 270 000 hybridiä, joista suurin osa on hankintahinnaltaan kalliimpia kuin perinteiset polttomoottoriautot.

Rogersin (1983) mukaan etenkin innovaatioiden ominaisuudet auttavat selittämään teknologisten innovaatioiden erilaista omaksumisen astetta. Noudattaen Rogers (1983) määrittelyä innovaatiosta ”fyysisenä objektina, jota yksilö tai omaksujajoukko pitää uutena” johtuen, voidaan hybridi- ja sähköajoneuvoja pitää tälle ajalle uutena teknologiana. Innovaatioiden omaksumisessa suhteellista etua, kuluttajien kokemaa hyötyä aiempaan teknologiaan verrattuna, pidetään yleisesti merkittävimpinä tekijänä teknologian leviämisen ennustajana. Suhteelliselle edulle voidaan löytää myös useita alakohtia kuten taloudellinen etu tai epämukavuuden poistuminen.

Nylundin ym. (2009) mukaan hybridit parantavat ajoneuvojen energiatehokkuutta kahdesta syystä; jarrutusenergian talteenoton ja polttomoottorin koon ja toiminnan optimoinnin vuoksi. Hybridien omistajille energiatehokkuus näyttäytyy polttoaineen kulutuksen pienentymisellä, joka alentaa hybridien käyttökustannuksia. Chanaronin ja Tesken (2007) mukaan tutkimukset hybridien kannattavuudesta ajoneuvon kokonaiskustannukset huomioon ottaen ovat kuitenkin antaneet ristiriitaisia tuloksia ja tulosten voidaankin katsoa riippuvan bensiinin hinnasta. Hybridien kalliimpi ostohinta

---

<sup>31</sup> <http://www.betterplace.com/global-progress>

tulee kuluttajalle näin ollen sitä kannattavammaksi pienemmän polttoaineen kulutuksen myötä mitä korkeammalla polttoaineen hinta nousee.

Hybridien myynti alkoi kasvamaan Yhdysvalloissa vuonna 2004 (kuvio 33 s. 87) ajanjaksona, johon linkittyy myös voimakas bensiinin hinnan nousu. Näin ollen hybridien suhteellinen etu polttomoottoriautoihin verrattuna nousi, joka kasvatti hybridien myyntiä ja edisti innovaation leviämistä.

Rogersin (1983) mukaan suhteellinen etu voi ilmetä myös uuden innovaation omaksumisen tuomana statuksena, joka on havaittavissa myös Chanaronin ja Tesken (2007) mukaan Yhdysvalloissa, jossa hybridillä ajaminen ilmaisee vastuullisuutta ympäristöstä. Myös McKinseyn (2010) tekemän tutkimuksen mukaan hybridien ostajien aikaisen enemmistön valintoja ohjaavat juuri ympäristöystävälliset valinnat sekä teknologiamyönteisyys vaikka nämä tulisivat korkeamman hankintahinnan kustannuksella. Näin ollen hybridi- ja sähköajoneuvojen suhteellisena etuna näyttää olevan ympäristöystävällisyys, josta markkinoiden aikainen enemmistö on valmis maksamaan preemion.

Hybridien ja sähköautojen leviämistä massamarkkinoille hidastavat kuitenkin näiden kalliimpi ostohinta ja rajoitettu käyttösäde (Chanaron & Teske 2007). Mooren (1991) mukaan erona aikaisten markkinoiden ja massamarkkinoiden välillä on juuri asiakasryhmien erilainen suhtautuminen uuteen innovaatioon. Aikaisten markkinoiden asiakkaat ovat valmiita sietämään teknologian mahdollisia puitteita, kun taas massamarkkinoiden asiakkaat eivät. Tämä muodostaa asiakasryhmien välille kuilun, jossa hybridit tällä hetkellä ovat. (Moore 1991).

Moore (1991) korostaa kuilun ylittämässä ”kokonaisen tuotteen”-konseptia, jossa massamarkkinoille päästäkseen teknologiatuotetta tulee täydentää palveluilla ja täydentävillä tuotteilla, jotta massamarkkinoiden asiakas pystyy hyödyntämään tuotetta. Esimerkiksi ladattavien plug-in hybridien tapauksessa tämä voisi tarkoittaa hankintahintaan kuuluvaa latauspistettä asiakkaan kotiin ja mahdollisuutta ladata ajoneuvoa myös esim. ostoksilla, työpaikalla yms.

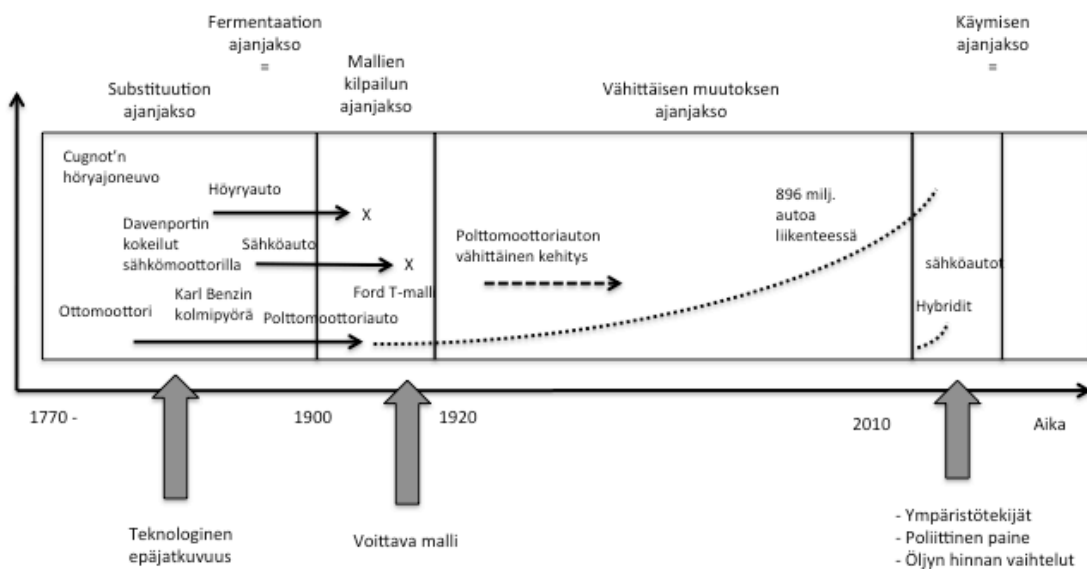
### 5.1.2 Uuden teknologiasyklin käynnistymisen ajurit

Mikäli hybridi- ja sähköajoneuvoja tarkastellaan ajoneuvoteollisuuden näkökulmasta, merkitsee sähköä voimanlähteenä käyttävien ratkaisujen valmistaminen uuden osaamisen hankkimista (Magnusson & Berggren 2011). Vaikka hybridi- ja sähköautot eivät olekaan kokonaan uusi innovaatio, niiden esiinnyttyä markkinoilla jo 1900-luvun alussa, voidaan Magnussonin ja Berggrenin (2011) hybridi- ja sähköajoneuvoja pitää epäjatkovana innovaationa nimenomaan ajoneuvoteollisuuden kannalta, näiden vaatiman uuden teknologisen osaamisen vuoksi.

Mikä teknologista kehitystä ajoneuvoteollisuudessa sitten ajaa? Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan Priusta kehitellessään Toyotan tuotekehitysosaston ei ollut nimenomaisesti tarkoitus kehittää hybridiautoa. Hybridiin kuitenkin päädyttiin tulevaisuudessa ennakoitujen öljyn hintavaihtelun myötä polttoainetehokkuuden asettuessa kehitystyön pääasialliseksi tavoitteeksi, sillä polttoainetehokkuutta ei ollut mahdollista saavuttaa tavanomaista polttomoottoria kehittämällä. Hybridien myynnin kasvu Yhdysvalloissa ajoittuu samaan aikaan kun Toyotan ennakoima öljyn hinnan kasvu alkoi, jonka myötä myös muuta ajoneuvovalmistajat alkoivat kehittää omaa teknologista osaamistaan sähköajoneuvoihin liittyen. (Magnusson & Berggren 2011).

Chanaronin ja Tesken (2007) mukaan hybridit ovat myös löytäneet ainakin Yhdysvalloissa markkinarakonsa aikaisilla markkinoilla kuluttajista, joille ajoneuvon valinnassa merkitsevät myös ympäristöystävällisyys pelkän taloudellisuuden lisäksi. Hybridiajoneuvosta onkin tullut tälle tietyille kuluttajaryhmälle artefakti, joka ilmaisee vastuuta ympäristöstä (Chanaron & Teske 2007; Magnusson & Berggren 2011). Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan samanlaista asiakasryhmää ei ole noussut esille Euroopassa tai tämä asiakasryhmä ei ole nostanut hybridiautoa samanlaiseen asemaan. Tästä huolimatta ympäristöystävällinen autoilu voi nousta tulevaisuudessa myös massamarkkinoiden kuluttajan vaatimuksiin. Kuluttajia enemmän ajoneuvojen ympäristöystävällisyyteen vaikuttavat kuitenkin lainsäädännön tiukentuvat määräykset päästövaatimuksista suurilla markkina-alueilla Euroopassa, Yhdysvalloissa sekä Japanissa.

Polttomoottori on pysynyt ajoneuvoteollisuuden dominoivana teknologiana massatuotannon alkamisesta ajoneuvoteollisuudessa noin 100 vuotta sitten, jonka jälkeen ajoneuvoteollisuuden teknologinen kehitys on ollut vähittäistä, olemassa olevan teknologian parantamista. Viime vuosien aikana on kuitenkin ollut havaittavissa merkkejä, että ajoneuvoteollisuudessa vallinnut vähittäisen muutoksen tila olisi murroksessa. Tämä ei kuitenkaan näytä tapahtuvan nykyistä suurempaa asiakashyötyä tarjoavan teknologisen innovaation toimesta vaan ilmiön ajurina vauhtia teknologisen kehityksen rattaisiin näyttää laittavan ajoneuvoteollisuuden toimintaympäristöstä kumpuavat tekijät.



Kuvio 35 Kohden uutta teknologiasykliä.

Kuten Anderson ja Tushman (1986) huomauttavat, ei teknologinen kehitys tapahdu tyhjiössä vaan usein reaktiona oikeudellisten, poliittisten ja sosiaalisten tekijöiden muutoksen. Kuvio 36 havainnollistaa ajoneuvoteollisuuden liukumista kohden uutta teknologiasykliä toimintaympäristön muutosajureiden vaikutuksesta. Öljyn hinnan vaihtelut, lainsäädännön tiukentuvat määräykset pakokaasupäästöistä sekä kasvava huoli ympäristöstä näyttävät ajavan ajoneuvoteollisuutta uuteen teknologiasykliin, jossa markkinoille on tullut sähköä osittain voimalähteenä käyttäviä hybridautoja sekä sähköä kokonaan voimalähteenään käyttäviä sähköautoja. Tämä ajoneuvojen sähköistyminen näyttäytyy ajoneuvoteollisuuden kannalta epäjatkovana innovaationa, joka asettaa ajoneuvoteollisuuden strategisen haasteen eteen.

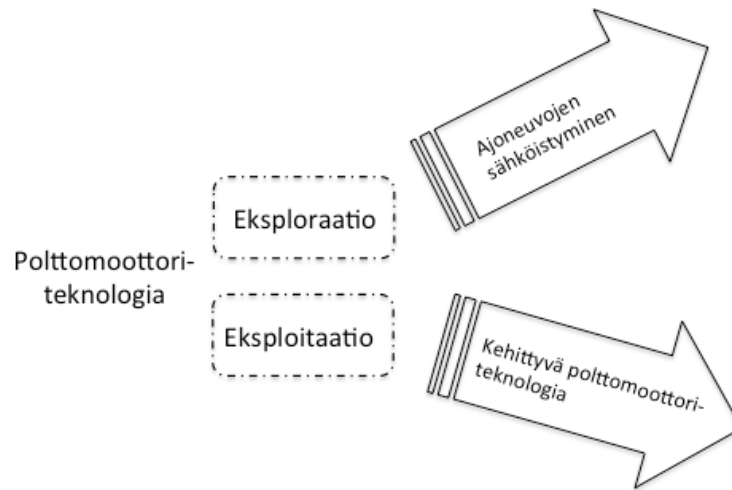
## 5.2 Teknologisen kehityksen tuoma strateginen haaste

### Eksploraatio vai eksploitaatio?

Kasvava huoli ympäristöstä, öljyn hinnan vaihtelut sekä poliittisen sääntelyn lisääntyminen asettavat vaatimuksia ajoneuvojen ympäristöystävällisyyden ja polttoainetehokkuuden parantamiselle. Vastatakseen toimintaympäristöstä kumpuaviin haasteisiin on ajoneuvoteollisuudella BCG:n (2009) mukaan kolme vaihtoehtoa: a) Kehittää polttomoottoriteknologiaa edelleen mm. optimoimalla ja pienentämällä moottorikokoa, b) siirtyä käyttämään vaihtoehtoisia polttoaineita, jotka käyttävät hyväkseen nykyistä polttomoottoriteknologiaa tai c) kehittää sähkömoottoria voimanlähteenään käyttäviä teknologisia ratkaisuja.

Polttomoottorin polttoainetehokkuutta voidaan kehittää olemassa olevan teknologisen osaamisen pohjalta, mutta hybridi- ja sähköajoneuvojen suunnittelu ja valmistaminen vaatii vakiintuneilta toimijoilta uuden osaamisen kerryttämistä (Magnusson & Berggren 2011).

Siinä missä eksploitaatio voidaan määritellä organisaation olemassa olevan osaaminen käyttämiseksi (Levinthal & March 1993; Vermeule & Barkema 2001; Gupta et. al. 2006) on eksploraatio yksinkertaisimmillaan uusien kyvykkyyksien oppimista organisaatiolle. Näin ollen eksploraation ytimessä on uusien vaihtoehtojen löytäminen (March 1991). March (1991) mukaan organisaation eksploraatiivisten ja eksploraatiivisten aktiviteettien jako voidaan nähdä myös valintana jalostaa nykyistä olemassa olevaa teknologista osaamista tai kehittää täysin uutta teknologista osaamista. Olemassa olevaan osaamiseen perustuvan polttomoottoriteknologian kehittäminen voidaan näin ollen nähdä ajoneuvoteollisuudessa eksploraatiiviseksi valinnaksi, kun taas hybridi- ja sähköautojen valmistamisen vaatima osaamisen hankkiminen ja kehittäminen eksploraatiiviseksi valinnaksi.



Kuvio 36 Ajoneuvoteollisuuden strateginen haaste

Marchin (1991) mukaan eksploraatioon verrattuna eksploraation tuotot ovat aina tulevaisuuteen suuntautuneita ja näin ollen epävarmempia. Oleellista on organisaation näkemys siitä mihin tulevaisuus tulee kehittymään. Toyotan tuotekehitysprosessin tuloksena syntyneen Prius hybridin kehittäminen perustui jo 1990-luvun alussa ajatukseen, että Toyotan tulevaisuuden ajoneuvon kehittämisen pääasiallisena kriteerinä tulee olla polttoainetehokkuus kasvavaksi ennustetun öljyn hinnan epävakauden vuoksi. Eksploratiivisessa prosessissa syntyneen auton kysyntä alkoi kasvamaan toden teolla Yhdysvalloissa vasta vuonna 2004, reaktiona kohonneeseen bensiinin hintaan. Sidhun ym. (2007) mukaan juuri eksploratiiviset aktiviteetit luovat mahdollisuuksia mukautua toimintaympäristöön ja menestyä tulevaisuudessa.

Eksploratiivisiin aktiviteetteihin liittyy kuitenkin aina riski, aktiviteettien suuntautuessa tulevaan. Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan Yhdysvaltalaisen ajoneuvovalmistajien eksploratiiviset aktiviteetit kasvoivat patenttihakemusten muodossa voimakkaasti vuodesta 2004 alkaen, öljyn hinnan kallistumisen vaikuttaessa negatiivisesti suuren kokoluokan katumaastureiden myyntiin, hybridien myynnin jatkaessa voimakasta kasvuaan. Detroitin autonäyttelyssä alkuvuonna 2008 amerikkalaiset ajoneuvovalmistajat esittelivät hybridiautojaan, jotka olivat konseptivaiheessa tai valmiina tuotantoon. Bensiinin hinta alkoi kuitenkin laskea Yhdysvalloissa vuoden 2008 jälkimmäisellä puoliskolla ja hybridien kysyntä alkoi taantumaan. Tämän lisäksi 2008 loppupuolella syntyneen finanssikriisin myötä

Amerikkalaisten ajoneuvonvalmistajien kotimarkkinoiden kysyntä romahti ja General Motors sekä Chrysler kaatuivat liittovaltion syliin. (Magnusson & Berggren 2011).

Tämä kertoo kuitenkin Magnussonin ja Berggrenin (2011) mukaan tärkeän seikan, sillä pääomaintensiivisellä suuruuden ekonomiaan perustuvalla toimialalla, jossa tuotanto on massavalmistusta, eivät panostukset tuotekehitysaktiviteetteihin itsessään ole riittäviä. Prototyypeistä on päästävä menestyksellisesti myös teolliseen tuotantoon.

### **Vakiintuneiden toimijoiden erilaiset valinnat**

Suurin osa ajoneuvoteollisuuden TOP10 valmistajista tarjoaa tai on tuomassa lähitulevaisuudessa plug-in hybridi- tai sähköautomallejaan markkinoille (taulukko 1 s. 88). Suurimmat panostukset uuteen teknologiaan ovat tehneet ensimmäiset hybridimallit markkinoille tuoneet Toyota ja Honda, sekä 2011 plug-in hybridin tuonut General Motors sekä voimakkaasti sähköautoihin panostava Renault-Nissan konserni. Vaikka suurin osa ajoneuvoteollisuudesta pyrkii kehittämään myös sähköä voimanlähteenään käyttäviä ajoneuvoja, voivat toimijoiden kehityspanostukset olla vielä kokeiluasteella, toimijoiden jättäytyessä käytännössä seuraamaan miten teknologinen kehitys ja etenkin ajoneuvojen myyntimäärät tulevat kehittymään.

Toyotan ja Hondan 1990-luvun lopussa markkinoille tuomien hybridiautojen myynti oli vielä 2000-luvun vaihteessa erittäin marginaalista ja Dayn ja Schoemakerin (2000) mukaan teknologisen kehityksen alkuvaiheessa ei yleensä olekaan selvää tuleeko uusi teknologia saavuttamaan suhteellista etua kuluttajien valinnoissa vakiintuneeseen teknologiaan nähden. Onnistunut ajoitus voi kuitenkin tuoda organisaatiolle edelläkävijän edun, jonka saavuttaminen voi viedä kilpailijoilta useita vuosia. Näin on käynyt etenkin Toyotan tapauksessa, sillä Priuksesta muodostui maailman eniten myyty hybridi ja ns. ”voittava malli”, joka saavutti yli 50% markkinaosuuden Yhdysvaltojen markkinoilla (Magnusson & Berggren 2011).

Etenkin Eurooppalaiset ajoneuvonvalmistajat VW ja BMW ovat panostaneet 1990-luvulta lähtien olemassa olevan polttomoottoritekniikan kehittämiseen polttoainetehokkaampaan suuntaan. Moottoreiden koon pienentäminen ja tehostaminen on johtanut edelleen polttoainetehokkuuden parantumiseen. Moottorin



tyhjäkäyntiä eliminoivan Start-stop toiminnon yleistymisen polttomoottoreissa vie hybridien kilpailuetua etenkin kaupunkiajossa. (Magnusson & Berggren 2011).

Toyotan ja VW-konsernin strategiset valinnat eroavat huomattavasti toisistaan. VW:n kuudennen polven Golf Blue Motion malliston myötä VW on onnistunut vähentämään dieselmoottorinsa polttoaineen kulutuksen 3,8L / 100 km tasolle, joka on siis alhaisempi kuin Toyota Priuksella. On kuitenkin myös mahdollista, että Prius on suunnattu nimenomaan Yhdysvaltojen markkinoille, sillä Euroopan tapaan Yhdysvalloissa ei ole ollut käytännössä markkinoita diesel-autoille. (Magnusson & Berggren 2011).

Yritysten sitoutumisen aste uuteen innovaatioon voikin Cooperin ja Smithin (1992) mukaan olla kokeilevaa osallistumista tai uuden innovaation radiaaliin muutokseen johtamaa kokonaisvaltaista omaksumista. Yritysten sitoutumista ja uuden teknologian omaksumista heikentää toisaalta organisatorinen inertia sekä vakiintuneen teknologian osaaminen ja taloudellinen menestys. Amerikkalaisten ajoneuvonvalmistajien kiinnostus hybridejä kohtaan heräsi vasta perinteistä markkinaa edustavan suuren kokoluokan ajoneuvojen kysynnän heikentyessä (Magnusson & Berggren 2011).

Uusi teknologia on aina mahdollisuus uusille tulokkaille ja uuden teknologian kehittämistä voidaankin Hillin ja Rothaermelin (2003) mukaan pitää klassisena strategiana kiertää alalle tulon esteitä ja murtautua vakiintuneille markkinoille. Niche –markkinoille onkin tullut myös kokonaan uusia täysin sähköajoneuvoihin perustavia ajoneuvonvalmistajia, kuten urheiluajoneuvoja valmistavat Tesla ja Fisker.

Ajoneuvoteollisuuden strategista valintaa vaikeuttaa näkemys teknologisten vaihtoehtojen epävarmuudesta tulevaisuudessa sekä toimintaympäristön muutoksen voimakkuudesta. Eri tahojen näkemys esim. hybridien roolista ajoneuvoteollisuuden tulevaisuudessa vaihtelee välivaiheesta (Chanaron & Teske 2007) osana pysyvämpää ratkaisua (Hekkert & Van den Hoed 2004).

Levinthalin ja Marchin (1993) mukaan organisaation perusongelmana onkin turvata organisaation lyhyen tähtäimen elinkelpoisuus eksploitaation avulla, omistaen

samanaikaisesti riittävästi aikaa eksploraatiolle tulevaisuuden elinkelpoisuuden varmistamiseksi.

Yrityksen strateginen eksploraation ja eksploraatiosta suhteesta kiteytyy Michael Porterin (1996) lausumaan strategiasta:

*”Strategian ytimessä on valinta. Valinta siitä mitä tehdä ja mitä jättää tekemättä”*

### 5.3 Pohdintaa

”Näkemisen ja ymmärtämisen ilo on luonnon kaunein lahja”

Albert Einstein<sup>32</sup>

Ihmisen tarve liikkua lienee sisään rakennettu kaikkiin ihmiskunnan jäseniin, sillä vain tämä seikka selittänee ajoneuvojen valtaisan suosion henkilökohtaisen liikkumisen tarpeen tyydyttävänä hyödykkeenä. Ajoneuvojen määrän kasvu viimeisen kahdenkymmen vuoden aikana maailmantalouden avautumisen myötä on ollut nopeaa, eikä tuolle kasvulle näytä tulevan pistettä näkyvissä olevan tulevaisuuden rajoissa.

Ajoneuvojen massatuotannosta alkaen, jo liki sadan vuoden ajan, fossiilisesta mineraaliöljystä energiansa saava polttomoottori on ollut ajoneuvoteollisuuden hallitseva teknologia. Polttomoottorin edut muihin teknologisiin vaihtoehtoihin ovat olleet kiistattomat. Massatuotannon myötä ajoneuvojen hankintahinta on saatu työssäkäyvän kuluttajan ulottuville; Edullinen ja saatavilla oleva öljy on taannut käyttökustannusten kohtuullisuuden ja sen energiaintensiivisyys on mahdollistanut henkilökohtaisen liikkumisen vapauden suuren käyttösäteen myötä. Ajoneuvojen lukumäärän kasvaessa sekä öljyn hinnan vaihteluiden yleistyessä ovat kuitenkin myös polttomoottorin rajoitteet nousseet voimakkaammin esiin.

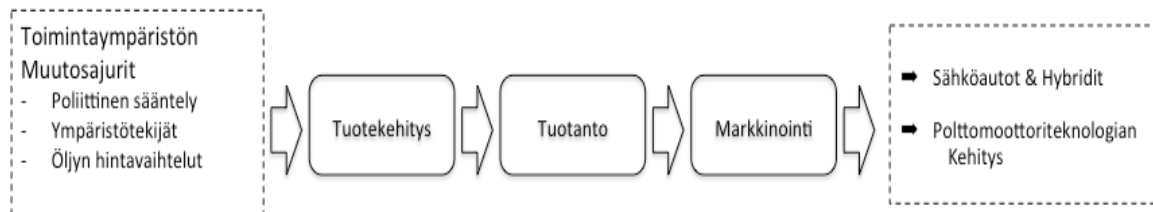
Liikkumisen edellyttämän, palamisprosessin aikana vapautetun energian sivutuotteena syntyvät pakokaasut ovat osa globaalia ongelmaa, fossiilisten energialähteiden käyttämisestä syntyvää kasvihuoneilmiötä. On myös luonnollista, että ajoneuvojen määrän kasvaessa myös liikenteen tuottamat päästöt kasvavat. Pakokaasupäästöjen lisäksi myös öljyn hinnan vaihtelu aiheuttaa epävarmuutta ajoneuvoteollisuuden kehityksen suunnasta. Hinnan ollessa korkealla tulevat öljylle vaihtoehtoiset teknologiset ratkaisut kannattaviksi, joka saattaa osaltaan muuttaa toimialan kehityksen suuntaa. Mahdollisen halvan öljyn myötä ei ajoneuvoteollisuudella kuitenkaan liene olevan painetta kehittää vaihtoehtoisia ratkaisuja pidemmälle, sillä vallitseva teknologia tyydyttää yksittäisen asiakkaan tarpeen henkilökohtaisesta liikkumisesta jo aiemmin tehtyjen investointien myötä. Lienee kuitenkin selvää, että

---

<sup>32</sup> fi.wikiquote.org/wiki/Albert\_Einstein#cite\_note-25

polttomoottorin rajoituksista johtuen ajoneuvojen lukumääräinen kasvu pakottaa ajoneuvoteollisuuden muutokseen, joka ohjaa sen etsimään ratkaisuja kestävämmän liikkumisen järjestämiseksi.

Tutkimuksen lähtökohtana oli kuvata ajoneuvoteollisuuden strategista haastetta teknologisen kehityksen lähtökohdasta yksinkertaisen viitekehityksen kautta: Organisaatio voi valita kehittää olemassa olevaa teknologista osaamista, polttomoottoriteknologiaa, tai kehittää täysin uutta teknologista osaamista hybridi- ja sähköautoteknologian muodossa. Tutkimuksessa käy kuitenkin ilmi, että identifioidut toimintaympäristön muutosajurit ajavat ajoneuvoteollisuuden teknologista kehitystä ja vaikuttavat ratkaisevasti ajoneuvoteollisuuden strategiseen valintatilanteeseen eksploraatiosta ja eksploraatiosta.

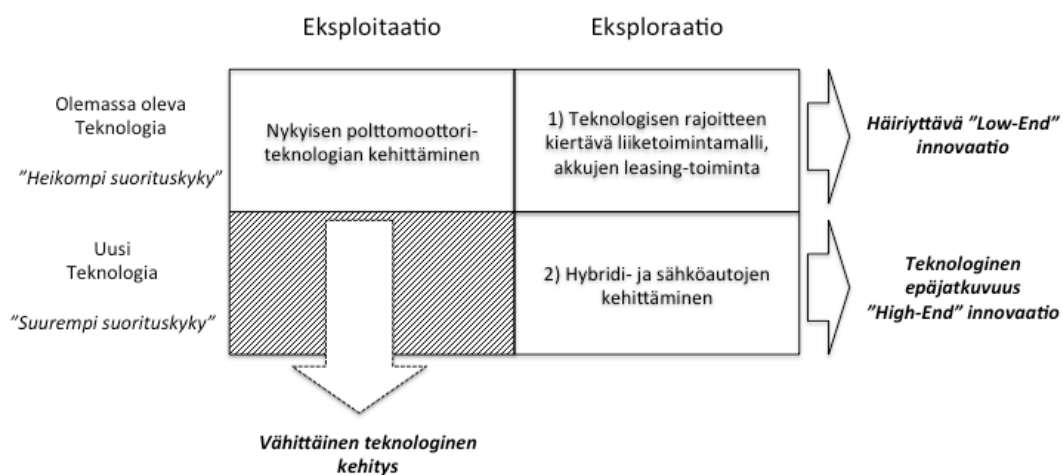


Kuvio 37 Ajoneuvoteollisuuden teknologisen kehityksen ajurit

Kyseessä ei siis ole klassinen *Technology push* tai *Market pull* –tilanne, jossa uutta teknologiaa ajaa markkinoille *teknologinen kehitys* perustuen uuteen teknologiseen innovaatioon tai *asiakkaiden tarpeet*, yritysten pyrkiessä tyydyttämään havaittuja asiakastarpeita vaan pikemminkin toimintaympäristön muutosajureiden voima, joka ajaa teknologista kehitystä ajoneuvoteollisuudessa. Tulos on yhteneväinen Andersonin ja Tushmanin (1986) väitteen kanssa, että teknologinen kehitys ei tapahdu tyhjiössä vaan usein reaktiona toimintaympäristössä tapahtuvaan muutokseen. Näin ollen hybridi- ja sähköautojen sekä polttomoottoriteknologian teknologista kehitystä ei ole niinkään ohjannut massamarkkinoiden asiakkaiden muuttuneet tarpeet tai uusi teknologinen läpimurto vaan toimintaympäristön muutos, johon ajoneuvoteollisuuden on ollut pakotettu reagoimaan.

Tarkasteltaessa ajoneuvoteollisuuden strategista haastetta tämän valossa voidaan edelleen väittää, että toimintaympäristön muospaineisiin reagoiminen olemassa

olevaa teknologiaa kehittämällä voidaan luokitella eksploitiiviseksi, olemassa olevan teknologian vähittäiseen kehitykseen johtavaksi aktiviteetiksi. Vallitsevan polttomoottoritekniologian eksploitiivinen kehittäminen voidaan näin ollen nähdä vähittäiseksi teknologiseksi kehitykseksi, joka jatkaa Tushmanin (2002) mukaan olemassa olevalla teknologisella kehityskaarella. Mikäli saman viitekehyksen avulla tarkastellaan sähkö- ja hybridi ajoneuvoja, voidaan havaita, että vaikka nämä voidaan katsoa ajoneuvoteollisuuden kannalta uutta osaamista, eli eksploratiivisia aktiviteetteja vaativiksi, voidaan ne teknologiatasolla luokitella sekä heikomman suorituskyvyn omaaviksi sekä aiempaa suuremman suorituskyvyn omaaviksi teknologioiksi.



Kuvio 38 Ajoneuvoteollisuuden strategisen haasteen, teknologisen kehityksen ja innovaatioiden suhde

Mikäli sähkö- ja hybridi ajoneuvoja katsotaan yksittäisen autoilijan silmin, tarjoavat nämä aiempaa heikomman suorituskyvyn kalliimmalla hintatasolla, jolloin sähkö- ja hybridi autojen suhteellinen etu polttomoottoreihin verrattuna on heikompi (ellei kyseinen henkilö arvosta autoilun ympäristöystävällisyyttä muita suorituskykytekijöitä enemmän). Tässä tapauksessa ainoa tapa kehittää yritykselle uutta eksploratiivista liiketoimintaa on perustaa markkinoita muovaava innovaatio olemassa olevaan, vallitsevaan teknologiaan heikompaan teknologiaan ja kiertää teknologiset rajoitukset liiketoimintamallilla, joka laskee autoilun käyttökustannukset vallitsevaan polttomoottoritekniologiaa huomattavasti alemmaksi. Sähköautojen tapauksessa tämä tarkoittaa esimerkiksi akkujen kalliin hinnan kiertämistä akkujen leasing palvelun avulla.

Toimintaympäristön muutosajureiden ohjattessa ajoneuvoteollisuuden teknologista kehitystä, voidaan sähkö- ja hybridiajoneuvoteknologian taas katsoa edustavan suurempaa suorituskykyä kuin polttomoottoritekнологian, mikäli tarkastellaan riippuvuutta öljystä sekä autoilun ympäristötekijöitä. Tällöin sähkö- ja hybridiajoneuvoja voidaan pitää uusina teknologisina innovaationa. Ajoneuvoteollisuuden eksploratiiviset aktiviteetit uuden teknologian osalta johtavat siis ”high-end”-innovaatioon, jonka korkeampi suorituskyky (ympäristöystävällisyys) tulee myös vallitsevaa teknologiaa korkeamman hankintahinnan myötä. Eksploratiiviset aktiviteetit uusien innovaatioiden osalta käsittävät näin siirtymän kehityskaarelta toiselle. Mikäli sähköautoteknologია kehittyy ajan saatossa haastamaan ja korvaamaan polttomoottoritekнологian myös perinteisillä suorituskykymittareilla, tai toimintaympäristön kehitys muokkaa asiakkaiden tarpeita sähköajoneuvoja suosivaan suuntaan, voidaan puhua teknologisesta epäjatkuvuudesta (Tushman & Anderson 1986).

Toimintaympäristöstä kumpuavien tekijöiden ajaessa ajoneuvoteollisuuden teknologista kehitystä on ajoneuvoteollisuuden haasteena tuoda markkinoille tuotteita, jotka täyttävät kuluttajien vaatimukset sekä ympäristöystävällisyyden kasvavan paineen. Tutkimuksen edetessä muodostui yhä selkeämmäksi kuva, etteivät polttomoottorille vaihtoehtoiset teknologiat tule leviämään massamarkkinoille, ennen kuin vaihtoehdot tarjoavat selkeää etua kuluttajalle, jota Rogers (1983) nimittää suhteelliseksi eduksi. Suhteellinen etu voi tulla esimerkiksi öljyn kallistumisen, kasvavan verotuksen tai teknologisen läpimurron kautta, mutta kansantaloustieteessä keskivertokuluttajasta käytettävä oletus hyötyään maksimoivana olentona ei valitse uutta teknologista vaihtoehtoa, ennen kuin sen edut ovat todennettuja ja paremmat suhteessa vakiintuneeseen teknologiaan. Tutkimuksen haastatteluissa eräs haastateltava käyttikin ilmaisua ”euro on kova konsultti”, viitaten skeptisyyteen ihmisten valinnoista muuten kuin pääasiallisesti taloudellisten mittareiden perusteella.

Tutkimusten mukaan (Chanaron & Teske 2007; McKinsey 2010) uuden teknologian omaksumiseen positiivisesti suhtautuvan aikaista enemmistöä edustavan asiakasryhmän ostopäätökseen vaikuttaa suuresti myös ympäristöystävällisyys ajoneuvon ominaisuutena. Polttomoottorin teknologisten rajoitteiden sekä polttoaineena käytettävän fossiilisen mineraaliöljyn myötä sivutuotteena syntyvät

päästöjen vaikutukset eivät kuitenkaan näy yksittäisen kuluttajan elämässä tässä hetkessä vaan ovat osa suurempaa globaalia ongelmaa. Näin ollen on vielä liian aikaista sanoa leviääkö ympäristöystävällisyys myös massamarkkinoiden kuluttajan valintaan vaikuttavaksi tekijäksi.

Erään ratkaisun ajoneuvojen ympäristöongelmaan, paikallisesti päästöttömänä energiamuotona tuo sähköauto, jonka edut hyötysuhteessa sekä ajonaikaisten päästöjen puuttuessa ovat ilmeiset. Akkuteknologian rajoitusten vuoksi on kuitenkin todennäköistä ettei sähköautolla ole asiaa massamarkkinoiden ratkaisuksi vielä tällä hetkellä. Ainoa järkevä vaihtoehto sähköajoneuvojen yleistymiselle lieneekin teknologiset rajoitteet kiertävä innovatiivinen liiketoimintamalli, joka perustuu akkujen leasing-toimintaan. Näin akkuteknologian kehittymisen riski poistuu kuluttajalta ja edullisten käyttökustannusten myötä sähköautosta voi kaupunkiajossa kehittyä varteenotettava vaihtoehto polttomoottorille. Lähitulevaisuuden ratkaisu lieneekin kuitenkin Plug-in hybridi, joka yhdistää polttomoottorin ja sähkömoottorin parhaat puolet. Esimerkkinä tästä on markkinoille tullut Chevrolet Volt, jota Euroopassa aletaan myydä Opel Amperana, tarjoten noin 50 km liikkumista pelkän sähkömoottorin voimalla, jonka jälkeen polttomoottori kytkeytyy päälle pidentäen ajoneuvon käyttöä. Hekkertin ja Van den Hoedin (2006) mukaan hybridejä voidaan pitää kuluttajien näkökulmasta vähittäisenä askeleena teknologisessa kehityksessä, sillä nämä eivät vaadi uuden infrastruktuurin rakentamista eivätkä kuluttajien tottumusten muuttamista. Rogersin (1983) mukaan innovaation leviämiseen vaikuttavista innovaation ominaisuuksista juuri samankaltaisuus tottumusten kanssa on merkittävä teknologian leviämiseen vaikuttavista tekijöistä.

### **Jatkotutkimusehdotuksia**

Koska tutkimuksessa käsiteltiin laajaa, useampaa suurta teollisuuden alaa käsittelevää, ilmiötä on jatkotutkimusaiheiden kumpuaminen tutkimusprosessin aikana ilmeistä. Tutkimuksessa ajoneuvoteollisuuden haasteina esiteltyihin toimintaympäristön muutosvoimiin ja ajoneuvoteollisuuden teknologiseen kehitykseen olisi mahdollista syventyä laajemminkin. Olisi toisaalta avaavaa kuvata, miten eri tekijät vaikuttavat ajoneuvoteollisuuden kehitykseen ja minkälaisia yhteyksiä näillä on.

Toimintaympäristön muutosajureiden ollessa ajoneuvoteollisuuden teknologisen kehityksen taustalla, olisi hedelmällistä tutkia ajoneuvoteollisuutta myös ympäristövastuullisuuden näkökulmasta. Ympäristöystävällisyys on kasvava trendi myös ajoneuvoteollisuudessa, joka on vastuussa 16 % maailman kasvihuonepäästöistä. Reagoiko ajoneuvoteollisuus ympäristökysymyksiin vain pakon edellä, vai onko eri toimijoiden mahdollisuutta saada myös kilpailuetua profiloitumalla selkeästi ympäristöystävälliseksi toimijaksi?

Ajoneuvoteollisuuden teknologinen kehitys on jo itsessään valtavan laaja tutkimusalue, joka käsittää yli sadan vuoden aikahorisontin. Liiketaloustieteen kannalta merkittävää lienee kuitenkin se, miten teknologinen kehitys on vaikuttanut toimialan kehitykseen etenkin teknologisiin murroksiin kytkeytyen. On kuitenkin mahdollista, että elämme par aikaa teknologisen murroksen aikakauden alkusoittoa, jonka kestoja tai kulkua on mahdotonta ennustaa etukäteen. Anderson ja Tushman (1986) huomauttavatkin, että teknologiset epäjatkuvuudet voidaan havaita vain retrospektiivisesti, sillä tietyn ajan teknologinen yliveraisuus ei ole tae tulevalle menestymiselle.

## **Lopuksi**

Tämän tutkimuksen tavoitteena on ollut kuvata strategista haastetta, jonka toimintaympäristön muutosvoimista kumpuava teknologinen kehitys asettaa ajoneuvoteollisuudelle. Tutkimuksen tavoitteena on näin ollut kasvattaa tutkijan ja lukijan ymmärtämystä tutkimuksen kohteena olevaan, ajoneuvoteollisuudessa käynnissä olevaan ilmiöön. Tutkimuksen suurin anti onkin ollut monimutkaisen ilmiön jäsentäminen selkeämpään muotoon, jonka tuloksena tämä tutkimus on syntynyt. Ajoittaiset oivaltamisen hetket sekä tutkimuksen karttuessa kasvanut ymmärrys ilmiön rakentumisesta ovat tuoneet tutkijalle iloa, jota Albert Einstein aikoinaan nimitti luonnon kauneimmaksi lahjaksi.



# LÄHDELUETTELO

- Abernathy, William & Clark, Kim 1985. Innovation: mapping the winds of creative destruction. *Research Policy* 14(1), 3–22.
- Adner, Ron 2002. When are technologies disruptive? A demand-based view of the emergence of competition. *Strategic Management Journal* 23(8), 667–688.
- Alasuutari, Pertti 1999. *Laadullinen tutkimus*. Tampere: Vastapaino.
- Anderson, Curtis, D. & Anderson, Judie 2010. *Electric and Hybrid Cars; A History*. North Carolina: MacFarland & Company, Inc.
- Arthur, Brian W. 2010. *Teknologian luonne: Mitä se on ja millainen on sen evoluutio*. Helsinki: Hakapaino.
- Bagot, Babtiste & Lindblad, Oscar 2004. *Uncovering the true potential of Hybrid Electric Vehicles*. Masters Thesis 2004:12. Göteborg University.
- Beaume, Romain & Midler Christophe 2008. From technological competition to reinventing individual mobility for sustainable future: Challenges for new design strategies for electric vehicle. 16<sup>th</sup> GERPISA International Colloquium. <http://crg.polytechnique.fr/fichiers/crg/publications/pdf/2009-02-04-1485.pdf>
- Benner, M. J., & Tushman, K. L. 2002. Process management and technological innovation: A longitudinal study of the photography and paints industries. *Administrative Science Quarterly* 47: 676-706.
- Black, Edwin 2006. *Internal Combustion: How corporation and governments addicted the world to oil and derailed the alternatives*. New York: St. Martin's Press.
- Bright, J.R. 1969. Some management lessons from technological innovation research. *Long Range Planning* 2 (1), 36 – 41.
- Cambell, Colin J. 2002. *Forecasting Global Oil Supply 2000-2050*. Hubbert Center Newsletter 2002/3.
- Chandy, Rajesh & Tellis, Gerard 1998. Organizing for radical product innovation: the overlooked role of willingness to cannibalize. *Journal of Marketing Research* 35(4), 474–487.
- Chesbrough, Henry W. & Teece, David, J. 1996. When is virtual virtuous. *Organizing for Innovation*. *Harvard Business Review*. Jan-Feb, 65-73.
- Christensen, Clayton 1992. Exploring the Limits of the Technology S-Curve. Part I: Component Technologies”, *Production and Operations Management*, 4, 334-357.
- Christensen, Clayton & Bower, Joseph 1995. Disruptive technologies: Catching the wave. *Harvard Business Review*. Jan-Feb. 43-53.

- Christensen, Clayton 1997. Innovator's dilemma. Boston: Harvard Business School Press.
- Christensen, Clayton M. & Raynor, Michael E. 2003. The Innovators solution: Creating and sustaining successful growth. Boston: HBR Press.
- Cooper, Arnold & Smith, Clayton 1992. How established firms respond to threatening technologies. *Academy of Management Executive* 6(2), 55–70.
- Day, George & Schoemaker, Paul 2000. Avoiding the pitfalls of emerging technologies. *California Management Review* 42(2), 8–33.
- Demsetz, Harold 1992. Barriers to Entry. *The American Economic Review* 72 (1), 47-52.
- Dewar, Robert D. & Dutton, Jane E. 1986. The Adoption of radical and incremental innovation: An empirical Analysis. *Management Science* 32 (11), 1422 – 1433.
- De Wit, Bob & Meyer Ron 2004. Strategy; Process, Content, Context. An international perspective. London: Thomson Learning.
- Eriksson, Päivi & Kovalainen, Anne 2008. Qualitative methods in business research. London: Sage Publications.
- Eskola, Jari & Suoranta, Juha 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- Ford, Henry 1922. My Life and Work. Doubleday: Page and Company.
- Foster, Richard N. 1986. Innovation: The Attackers advantage. London: Macmillan.
- Garcia, Rosanna & Calantone, Roger. 2002. A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: A literature review. *The Journal of Product Innovation Management* 19, 110 - 132.
- Gilbert, Clark 2003. The disruption opportunity. *MIT Sloan Management Review* 44(4), 27–32.
- Grant, M. Robert 2008. Contemporary Strategic Analysis. 6<sup>th</sup> edition. Oxford: Blackwell Publishing.
- Gupta A. K. Smith K. & Shalley C. E. 2006. The interplay between exploration and exploitation. *Academy of Management Journal*. 49(4), pp. 693-706.
- Heitmann, John A. 2009. The Automobile and American life. North Carolina: McFarland & Company, Inc.:

- Hekkert, Marko & van den Hoed, Robert 2004. Competing Technologies and the Struggle towards a New Dominant Design. The Emergence of the Hybrid vehicle at the Expense of the Fuel Cell Vehicle? *Greener Management International*. 47:29-43.
- Henderson, Rebecca & Clark, Kim 1990. Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly* 35(1), 9–30.
- He Z. L. and Wong P. K. 2004. Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis. *Organization Science*, 15(4), pp. 481-494
- Hill, Charles & Rothaermel, Frank 2003. The performance of incumbent firms in the face of radical technological innovation. *Academy of Management Review* 28(2), 257– 274.
- Hirsjärvi, Sirkka & Hurme, Helena 2001. Tutkimushaastattelu – teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsingin yliopisto.
- Hirsjärvi, Sirkka, Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi
- Hiscox, Gardner D. 1900. Horseless Vehicless – Automobiles, motor cycles operated by steam, hydro carbon, electric motors – A practical treatise on the development, use and care of the automobile. Sampson Low, Marston & Company Ltd: London.
- Holmén, M. & S. Jacobsson. 2000. A method for identifying actors in a knowledge based cluster, *Economics of Innovation and New Technology* 9, 331–351.
- Klepper, Steven 2007. Disagreements, Spinoffs, and the evolution of Detroit as the Capital of the U.S. Automobile Industry. *Management Science* 53 (4), 616-631.
- Koskinen, Ilpo, Alasuutari, Pertti & Peltonen, Tuomo 2005. Laadulliset menetelmät kauppatieteissä. Tampere: Vastapaino.
- Kyngäs, Helvi & Vanhanen, Liisa 1999. Sisällön analyysi. *Hoitotiede* 11(1), 3–12.
- Kyriakopoulos K. & Moorman C. 2004. Tradeoffs in marketing exploitation and exploration strategies: The overlooked role of market orientation. *International Journal of Research in Marketing*, 21(3), pp. 219-240
- Lampinen, Ari 2009. Uusiutuvan liikenne-energian tiekartta. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja B:17. Tampere: Tampereen Yliopistopaino.
- Levinthal D. A. & March J. G. 1993. Myopia of learning. *Strategic Management Journal*, 14(2), pp. 95-112.
- Lohivesi K. 2000. *Managerial and organizational mechanisms for corporate failure: Ekomen Group case*. Doctoral dissertation, Helsinki: HSE Print.
- March J. G. 1991. Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1), pp. 71-87.

- Magnusson, Thomas & Berggren, Christian 2011. Entering an era of ferment – radical vs. incrementalist strategies in automotive power train development. *Technology Analysis and Strategic Management* 23 (3), Feb 2011
- Martin, Michael J.C 1994. *Managing Innovation and Entrepreneurship in Technology Based Firms*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- McGahan, Anita 2004. How industries change. *Harvard Business Review* 82(10), 86–94.
- Mcnerney, James, Farmer, J. Doyne, Redner, Sidney & Trancika, E. Jessica 2011. Role of Design complexity in technology improvement. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.  
Osoitteesta: <http://www.pnas.org/content/early/2011/05/12/1017298108>
- Moore, Geoffrey, A. 1991. *Crossing the Chasm. Marketing and selling technology products to mainstream customers*. New York. HarperCollins Publishers inc.
- Nylund, Nils-Olof, Sipilä, Kai, Mäkinen, Tuula, Aakko-Saksa, Päivi, Kujanpää, Lauri & Laurikko, Juhani 2009. *Polttoaineiden laatuporttustuksen kehitys – Selvitys*. Julkaistu VTT –Tiedotteita –julkaisuna marraskuussa 2009.
- Pilkinton, Alan & Dyerson, Romano 2004. Incumbency and the disruptive regulator: The case of electric vehicles in California. *International Journal of Innovation Management*. 8 (4), pp. 339-354.
- Porter, Michael 1980. *Competitive strategy*. New York: The Free Press.
- Porter, Michael 1996. What is strategy? *Harvard Business Review*, 74(6), pp. 61-78
- Peltola, Seppo 1984. *Tapahtumia Autotekniikan taipaleelta*. Jyväskylä: Gummerus.
- Richter, Burton 2010: *Beyond smoke and mirrors. Climate change and energy in the 21st century*. New York: Cambridge University Press.
- Rosenbloom, Joshua, L 2010: *Technology Evolution*. (toim.). *Encyclopedia of Technology & Innovation management*, 9 - 19. John Wiley & Sons Ltd.
- Rothaermel, Frank 2001. Incumbent's advantage through exploiting complementary assets via interfirm cooperation. *Strategic Management Journal* 22(6/7), 687–699.
- Rogers, M. Everett 1983. *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Rubenstein, James M. *Making and selling cars: Innovation and Change in the U.S Automotive industry*. Baltimore: John Hopkins University Press
- Saraoja, Emil 1934. *Keksintöjen kirja: Polttoaineet ja voimakoneet*. Porvoo: WSOY.

Schiffer, Michael Brian 1994. Taking Charge: the electric automobile in America. Washington: Smithsonian Institution Press.

Schilling, Melissa, A. 2010. Strategic Management of Technological Innovation. New York: McGraw-Hill.

Schumpeter, Joseph 1943. Capitalism, socialism and democracy. London: George Allen & Unwin Ltd.

Sidhu J. S., Volberda H. W. & Commandeur H. R. 2004. Exploring exploration orientation and its determinants: Some empirical evidence. *Journal of Management Studies*, 41(6), pp. 913-932

Silverman, David. 2005. Doing qualitative research. London: Sage Publications Ltd.

Sood, Ashid & Tellis, Gerald J. Technology Transition. Teoksessa Narayanan V.K & O'Connor Gina Colarelli (toim.). Encyclopedia of Technologic & Innovation management, 19-24. John Wiley & Sons Ltd.

Spender, J. C. 2010. Technology: Discourse and Possibility. Teoksessa Narayanan V.K & O'Connor Gina Colarelli (toim.). Encyclopedia of Technologic & Innovation management, 19-24. John Wiley & Sons Ltd.

Stoffels, John, D. 1994. Strategic Issues Management: A comprehensive guide to Environmental Scanning. Oxford: Elsevier Science.

Suuri Sivistyssanakirja 2001. Helsinki: Gummerus.

Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.

Tushman, Michael & Anderson, Philip 1986. Technological discontinuities and organizational environments. *Administrative Science Quarterly* 31(3), 439-465.

Tushman, Michael, Anderson, Philip, O'Reilly, Charles 1997. "Technology Cycles, Innovation Streams and Ambidextrous Organizations." Teoksessa Tushman, Michael & Anderson Philip (toim.) Managing strategic innovation and change, New York: Oxford University Press, 1997

Tushman, Michael & Anderson, Philip 2004. Manging through cycles of technological Change. Teoksessa Tushman, Michael & Anderson Philip (toim.) Managing strategic innovation and change, 35-41. New York: Oxford University Press

Utterback, James 1994. Mastering the dynamics of innovation. Boston: Harvard Business School Press.

Vlaar, Paul, de Vries, Paul & Willenborg Mattjis 2005. Why incumbents struggle to extract value from new strategic options: case of the European airline industry. *European Management Journal* 23(2), 154-169.

Vermeule, F. & Barkema, H. 2001. Learning through acquisitions. *Academy of Management Journal* 44: 457-478.

Wack, Pierre 1985. Scenarios: Uncharted waters ahead. *Harvard Business review* September-October, 73-89.

Yin, Robert 2009. *Case study research. Design and methods*. Thousand Oaks: Sage Publications.

## **Julkaisut**

Boston Consulting Group 2009. The comeback of the electric car? How real, how soon, and what must happen next?  
<http://www.bcg.com/documents/file15404.pdf>

Boston Consulting Group 2010. Batteries for the electric cars. Challenges, Opportunities and the Outlook to 2020.  
<http://www.bcg.com/documents/file36615.pdf>

Boston Consulting Group 2010. Winning the BRIC Automarkets.  
<http://www.bcg.com/documents/file37441.pdf>

Deutsche Bank 2009. Electric Cars: Plugged In. Batteries must be included.

Energy Watch Group 2007. Crude Oil: The Supply outlook.  
[http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG\\_Oilreport\\_10-2007.pdf](http://www.energywatchgroup.org/fileadmin/global/pdf/EWG_Oilreport_10-2007.pdf)

Electrification Coalition 2009. Electrification Roadmap. Revolutionizing transportation and achieving energy security.  
<http://www.electrificationcoalition.org/policy/electrification-roadmap>

Fortune Magazine 11/ 2010. China charges into electric cars.

International Energy Association (IEA) 2010. Medium Term Oil & Gas Markets (2010). [http://omrpublic.iea.org/omrarchive/mtogm2010\\_part1.pdf](http://omrpublic.iea.org/omrarchive/mtogm2010_part1.pdf)

International Energy Association (IEA) 2008. World Energy Outlook 2008.  
<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/weo2008.pdf>

International Energy Association (IEA) 2005. World Energy Outlook 2005.

Intergovernmental Panel On Climate Change 2007.  
[http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_ipcc\\_fourth\\_assessment\\_report\\_synthesis\\_report.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm)

J.D Power and Associates (2010). Drive Green 2020: More Hope than reality?  
[http://businesscenter.jdpower.com/JDPAContent/CorpComm/pdfs/DriveGreen2020\\_102610.pdf](http://businesscenter.jdpower.com/JDPAContent/CorpComm/pdfs/DriveGreen2020_102610.pdf)

Toyota. 2003. Toyota Hybrid System THS II.  
[http://www.toyota.co.jp/en/tech/environment/th2/SpecialReports\\_12.pdf#search=%22toyota %20hybrid%20THS%20system%202003%22](http://www.toyota.co.jp/en/tech/environment/th2/SpecialReports_12.pdf#search=%22toyota%20hybrid%20THS%20system%202003%22)

University of Indiana 2011. A Practical Plan for progress: The report for expert panel. School of Public and environmental affairs at Indiana University.

Tuulilasi 2010 / 16. Testissä Think City- kaupunkisähköauto.

Työ- ja Elinkeinoministeriö, 2009. ”Sähköajoneuvot Suomessa” –taustaselvitys.  
[http://www.motiva.fi/files/2263/Sahkoajoneuvot\\_Suomessa\\_-\\_selvitys.pdf](http://www.motiva.fi/files/2263/Sahkoajoneuvot_Suomessa_-_selvitys.pdf)

Wired Magazine, 12.9.2008. Driven.

### **WWW- sivut**

Autoalan tiedotuskeskus, Tieliikenne ja Verotus, [www.autoalantiedotuskeskus.fi](http://www.autoalantiedotuskeskus.fi)  
<http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/teemat.asp?ao=1020&nimi=Tieliikenne+ja+verotus>

Better Place: <http://www.betterplace.com/the-company-pressroom-pressreleases-detail/index/id/ge-and-better-place-partner-to-accelerate-ev-infrastructure-deployment>

Bloomberg 15.11.2010. BYD Scales Back Its Electric-Car Plans, Morning Post Reports.  
<http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=newsarchive&sid=aNMr8oxbgSKo>

Electric Drive Transportation Association. Battery Electric Vehicles.  
<http://www.electricdrive.org/index.php?ht=d/sp/i/9676/pid/9676>

EU. Uusiutuvia energialähteitä koskeva etenemissuunnitelma.  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/renewable\\_energy/127065\\_fi.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/renewable_energy/127065_fi.htm)

Model T Ford Production. <http://www.mtfc.com/encyclo/fdprod.htm>

General Motors. “Chevrolet Volt pricing and purchasing” <http://gm-volt.com//chevrolet-volt-pricing-and-purchasing/>

Helsingin Sanomat 18.1.2011. Maailmassa valmistetaan henkilöautoja enemmän kuin koskaan.  
<http://www.hs.fi/talous/artikkeli/Maailmassa+valmistetaan+henkilöautoja+enemmän+kuin+koskaan/1135263138366>

New York Times 14.12.2009. Toyota to Sell Plug-In-Hybrid 2011.  
[http://www.nytimes.com/2009/12/15/business/global/15toyota.html?\\_r=2](http://www.nytimes.com/2009/12/15/business/global/15toyota.html?_r=2)

Nissan. Nissan Leaf. <http://www.nissanusa.com/leaf-electric-car/index#/leaf-electric-car/index>

Measuring Worth.com kuluttajahintoihin perustuva mittari Yhdysvaltojen dollarin arvosta vuodesta 1774 lähtien <http://www.measuringworth.com/ppowerus/>

OICA, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers.  
Climate Change and CO2, <http://oica.net/category/climate-change-and-co2/>  
World Motor Vehicle Production by manufacturer, <http://oica.net/wp-content/uploads/ranking-2009.pdf>

Plunkett Research. Automobile Industry Introduction.  
<http://www.plunkettresearch.com/automobiles%20trucks%20market%20research/industry%20overview>

Polttoaine.net. Keskihinta E10, 20.2.2011

Tiede.fi, Autoilu Vihertyy hitaasti.  
[http://www.tiede.fi/artikkeli/319/autoilu\\_vihertyy\\_hitaasti](http://www.tiede.fi/artikkeli/319/autoilu_vihertyy_hitaasti)

TED 2009. [http://www.ted.com/talks/shai\\_agassi\\_on\\_electric\\_cars.html](http://www.ted.com/talks/shai_agassi_on_electric_cars.html)

Tekniikka & Talous.fi 3.6.2011, Ford kutistaa moottoreitaan.  
<http://www.tekniikkatalous.fi/tk/article637149.ece?s=r&wtm=-04062011>

Toyota Motor Corporation. <http://www.toyota-global.com/company/profile/overview/>

Wall Street Journal 12.12.2010. BYD Looks to Charge its U.S Business.  
[http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704058704576014922703439588.html?mod=rss\\_asia\\_whats\\_news](http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704058704576014922703439588.html?mod=rss_asia_whats_news)

Wikipedia: Energiatiheys. <http://www.fi.wikipedia.org/wiki/Energiatiheys>

Wikipedia: Electric Starter, [http://www.wikipedia.org/wiki/Electric\\_starter](http://www.wikipedia.org/wiki/Electric_starter)

Wikipedia: Ferdinand Verbiest. [http://www.wikipedia.org/wiki/Ferdinand\\_Verbiest](http://www.wikipedia.org/wiki/Ferdinand_Verbiest)

Wikipedia: Fordin T-malli, [http://en.wikipedia.org/wiki/Ford\\_Model\\_T](http://en.wikipedia.org/wiki/Ford_Model_T)

Wikipedia: Polttokennoauto. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Polttokennoauto>

Wikipedia: Polttomoottori, <http://www.fi.wikipedia.org/wiki/Polttomoottori>.

Wikipedia: Pakokaasu, <http://www.fi.wikipedia.org/wiki/Pakokaasu>.

Wired.com Better Place Promises 100,000 EVs by 2016  
<http://www.wired.com/autopia/2009/09/better-place-renault-deal>

U.S Energy Information Administration 2011. <http://www.eia.gov/>



## **Haastattelut**

Helberg, Henry, toimitusjohtaja, Shell Suomi

Kekäläinen, Juha-Pekka, strategiajohtaja, Neste Oil

Honkanen, Markku, technical advisor, Neste Oil

Palola, Jussi, kehitysjohtaja, Helsingin Energia

Saarinen, Jukka, ylitarkastaja, TEM

Tuomaala, Harri, markkinointijohtaja, St1

Vartiainen, Eero, kehityspäällikkö, Fortum Oyj

## **LIIKTEET**

Liite 1

### **A) TEEMAHAASTATTELURUNKO**

## **TEEMAHAASTATTELURUNKO**

### **Henkilökohtainen tausta**

- Työhistoria
- Nykyinen työtehtävä

### **Ajoneuvojen energialähteiden muutos**

- Onko tapahtumassa muutos / monipuolistuminen
- Muutoksen kuvaus
- Keskeisimmät taustatekijät muutoksessa
- Haasteet toimialalle

### **Poliittiset tekijät**

- Poliittisten päätösten rooli
- Poliitiikka / verotus tällä hetkellä
- Tulevaisuudessa

### **Liiketoimintamallien kuvaus**

- Nykyisen liiketoimintamallin kuvaus
- Murroksen mahdollisuus
- Liiketoimintamallien rooli muutoksessa

### **Asiakasnäkökulma**

- Asiakasnäkökulma energialiiketoiminnassa
- Keskeiset tekijät asiakasarvon luomiseksi
- Mitkä tekijät vaikuttavat uusien ratkaisujen leviämiseen
- Mitkä hidastavat / nopeuttavat

### **Teknologinen kehitys**

- Vallitsevan logiikan murtuminen
- Varteenotettavin vaihtoehto

### **Energialiiketoiminnan kehitys**

- Toimialan kehitys tulevaisuudessa

### **Dokumentit ja haastateltavat henkilöt**

- Tutustuttavat dokumentit / haastateltavat henkilöt