



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

5.5.2011

TEKNISTALOUDELLINEN TIEDEKUNTA
TUOTANTOTALOUDEN OSASTO
CS10A9000 Kandidaatintyö ja seminaari

Hybridityökoneiden markkinapotentiaali **Market potential of hybrid work machines**

Kandidaatintyö

Tuomas Lankinen

Juha Smalin

TIIVISTELMÄ

Tekijät: Juha Smalin, Tuomas Lankinen	
Työn nimi: Hybridityökoneiden markkinapotentiaali	
Osasto: Tuotantotalous	
Vuosi: 2011	Paikka: Lappeenranta
Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 52 sivua, 12 kuvaa, 3 taulukkoa ja 3 liitettä	
Hakusanat: Hybridityökone, markkinapotentiaali	
<p>Työn tavoitteena on selvittää menetelmiä hybridityökoneiden markkinapotentiaalin määrittämiseen, työkonemarkkinoiden kokoa ja kasvupotentiaalia, hybridityökoneiden markkinapotentiaalia sekä uuden teknologian kaupallistamisen teorioita.</p> <p>Vuonna 2010 liikkuvien työkoneneiden markkinat arvioitiin olevan noin 94–98 miljardia dollaria. Markkinat kasvavat keskimäärin noin 5 prosenttia vuodessa. Alan suurimmat markkinat löytyvät Kiinasta, Euroopasta ja Yhdysvalloista. Hybridityökoneiden markkinapotentiaalia Kiinassa nostaa markkinoiden suuri koko ja nopea kasvuvauhti. Yhdysvaltojen valtti on tukijärjestelmät jotka parantavat hybridiratkaisujen kilpailukykyä. Euroopan potentiaalia nostavat tiukat päästönormit sekä korkea polttoaineen hinta.</p> <p>Markkinapotentiaalin määrittämisen on olemassa useita matemaattisia menetelmiä. Niiden soveltamista hybridityökoneisiin rajoittaa eniten riittävän datan hankinnan haasteellisuus. Vertailemalla yrityksiä teknologian kaupallistamisen teorioissa esiteltyjen menestystä edistävien piirteiden suhteen on teknisen ratkaisun kehittäjän mahdollista valita paras mahdollinen yhteistyökumppani. Soveltamalla kaupallistamisprosessissa kurinalaista mallia, johon kuuluvat sekä teknologia-että tuotekehitys ja niiden välillä teknologiansiirtovaihe, on teknisen ratkaisun soveltaminen hybriditeknologiaan ja työkoneneisiin mahdollista toteuttaa onnistuneesti ja tuoda siten markkinoille kaupallisesti kilpailukykyinen tuote.</p>	

ABSTRACT

Authors: Juha Smalin, Tuomas Lankinen	
Title: Market potential of hybrid work machines	
Department: Industrial Engineering and Management	
Year: 2011	Place: Lappeenranta
Bachelor's Thesis. Lappeenranta University of Technology. 52 pages, 12 figures, 3 tables and 3 appendices	
Keywords: Hybrid work machine, market potential	
<p>The goal of the work is to clarify methods for market potential estimation, size and growth potential of work machine markets, market potential of hybrid work machines, and theories for new technology commercialization.</p> <p>It has been estimated that the size of construction equipment market was 94-98 billion dollars in 2010. Annual growth of the market is around 5%. Biggest markets are in China, Europe and United States of America. Hybrid construction equipment market potential in China is driven by big market size and fast growth of the market. In United States government subsidizes the competence of hybrid solutions. In Europe tight emission standards and high fuel prices are supporting new environmental friendly innovations.</p> <p>There are many methods for defining market potential. Applying them to hybrid work machines is limited most by challenging acquisition of substantial data. By comparing companies in terms of success-promoting features presented in theories of technology commercialization it is possible for the developer of a technological solution to choose the best possible partner. By executing the commercialization process with a disciplined approach, which includes technology and product development and technology transfer phase between them, it is possible to execute the application of the technical solution to hybrid technology and work machines successfully and bring a commercially competent product to market.</p>	

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	Kandidaatintyön taustat	1
1.2	Tutkimuskysymykset	1
1.3	Kandidaatintyön rakenne.....	2
1.4	Tutkimuksen rajaaminen	2
2	MARKKINOIDEN KOON MÄÄRITYS.....	3
2.1	Markkinoiden koon ja markkinapotentiaalin ero	3
2.2	Tiedon keräysmenetelmät	3
3	MARKKINAPOTENTIAALI.....	4
3.1	Matemaattisia menetelmiä.....	4
3.1.1	Kotlerin menetelmä kokonaismarkkinapotentiaalille	4
3.1.2	Vastaavuusmenetelmä	5
3.1.3	Edustavat mittarit	6
3.1.4	Suhdelukumenetelmä	6
3.1.5	Aikasarjojen ja usean regression mallinnus	6
3.1.6	Tulojoustavuuskerroin	7
3.1.7	Panos-tuotos-analyysi.....	8
3.2	Ulkomaille viennin markkinapotentiaali	8
4	UUDEN TEKNOLOGIAN MARKKINOILLE TUONNIN TEORIOITA.....	10
4.1	Teknologiakehitys.....	10
4.1.1	Teknologiapolku	10
4.1.2	Teknologiakehitysohjelma.....	11
4.1.3	Teknologian realisointi ja kaupallistaminen	11
4.2	Teknologiansiirtoprosessi.....	13
4.3	Menestyvien teknologian kaupallistajien piirteitä	14
4.3.1	Kaupallistamiskyvyn mittaaminen	14
4.3.2	Kaupallistamiskyvyn rakentaminen	16
4.4	Lairdin ja Sjoblomin malli	17
5	HYBRIDITEKNOLOGIA- JA TYÖKONEET	20
5.1	Hybridijärjestelmät	20
5.2	Hybridityökone.....	20

5.3	Liikkuvien työkoneiden käyttöympäristöt.....	20
5.4	Erityyppisiä hybridityökoneita	21
5.4.1	El-Forest metsätyökone	21
5.4.2	Volvon L220F Hybrid –pyöräkuormaaja	22
5.5	Hybriditeknologialla saavutettavat hyödyt.....	22
5.5.1	Primäärienergiansäästöt.....	23
5.5.2	Päästösäästöt.....	23
6	TYÖKONEMARKKINAT.....	24
6.1	Liikkuvien työkoneiden markkinat	24
6.2	Markkinoiden koko.....	24
6.3	Markkina-alueet.....	27
6.4	Myynnin jakautuminen eri tuotteiden kesken.....	29
6.5	Kasvupotentiaali	30
7	HYBRIDITYÖKONEIDEN MARKKINAPOTENTIAALI	32
7.1	Potentiaalisten markkinoiden valinta	32
7.1.1	Eurooppa.....	35
7.1.2	Yhdysvallat	36
7.1.3	Kiina	38
7.2	Päästöjä rajoittava lainsäädäntö.....	40
7.2.1	Pienhiukkaspäästöt.....	40
7.2.2	Eurooppa.....	41
7.2.3	Yhdysvallat	42
7.2.4	Kiina	42
7.2.5	Päästönormien vaikutukset	43
7.3	Hybridityökoneiden markkinoille tuloa hidastavat tekijät	44
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	46
9	YHTEENVETO	47
	LÄHTEET	48
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Kandidaatintyön aihe on hybridityökoneiden markkinapotentiaali. Huoli ympäristön saastumisesta ja raaka-aineiden riittävyydestä on kannustanut yrityksiä kehittämään energiatehokkaampia ja ympäristöystävällisempiä tuotteita. Yksi kehityksen tuloksista on hybriditeknologia ja sitä hyödyntävät työkoneet. Hybridityökoneissa sovelletaan teknologiaa, jonka ansiosta koneen polttoaineen kulutus on pienempi ja sitä kautta pakokaasujen ilmansaastepäästöt vähäisemmät.

1.1 Kandidaatintyön taustat

Työn aiheen antoi Lappeenrannan teknillisen yliopiston energiatekniikan osaston tutkijaopettaja Teemu Turunen-Saaresti. Osastolla oli kehitetty teknistä ratkaisua, jota mahdollisesti voitaisiin hyödyntää hybriditeknologiassa ja nimenomaan hybridityökoneissa. Osasto oli ennen kaikkea kiinnostunut tietämään onko hybridityökoneilla niin suurta markkinapotentiaalia, että osaston teknistä ratkaisua olisi taloudellisesti kannattavaa yrittää kaupallistaa. Teknisen ratkaisun kaupallistamiseksi haluttiin löytää yhteistyöyritys. Hybriditeknologian hyödyntäminen työkoneissa on varsin uusi ratkaisu, eikä kaupallisia sovelluksia ole vielä paljoa markkinoilla. Sen sijaan autoteollisuudessa hybriditeknologiaa on sovellettu kaupallisissa tuotteisiin jo pitkään.

1.2 Tutkimuskysymykset

Työssä vastataan neljään tutkimuskysymykseen:

1. Millaisilla menetelmillä on mahdollista määrittää hybridityökoneiden markkinapotentiaalia?
2. Kuinka suuri on globaalien työkone markkinoiden markkinoiden koko ja miten markkinat ovat jakautuneet?
3. Mitkä alueet todennäköisesti omaavat parhaan markkina- ja kasvupotentiaalnin?

4. Millaisia uuden teknologian kaupallistamisen teorioita voidaan soveltaa hybriditeknologian ja yliopiston tutkimusryhmän kehittämän teknisen ratkaisun kaupallistamiseen työkoneissa?

1.3 Kandidaatintyön rakenne

Työn alussa on kahteen osaan jakautuva teoriaosuus. Ensimmäinen osa käsittelee markkinoiden kokoa, markkinapotentiaalin määrittämisen menetelmiä ja sisältää vastauksen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ja teorian kolmanteen tutkimuskysymykseen vastaamiseen. Toinen osa käsittelee uuden teknologian kaupallistamisen teorioita ja vastaa neljänteen tutkimuskysymykseen. Teoriaosuuden jälkeen on vuorossa käytännön osuus. Se alkaa lyhyellä esittelyllä hybriditeknologiasta ja hybridityökoneista. Sitä seuraa eri lähteistä löytyvään tietoon perustuva arvio globaalien työkonemarkkinoiden koosta. Käytännön osuuden päättää työn teoriaosuudessa esiteltyyn ulkomaisen markkinapotentiaalin määrittämisen menetelmään pohjautuva esitys suurpiirteinen arvio työkoneiden markkinapotentiaalista valituissa maissa. Tämän jälkeen on vuorossa lyhyt esitys tutkimuksen pohjalta tehdyistä johtopäätöksistä. Työn päättää yhteenveto, joka tiivistää työn sisällön.

1.4 Tutkimuksen rajaaminen

Markkinapotentiaalin määrittämisen menetelmistä tarkastellaan pääasiassa yksinkertaisia matemaattisia menetelmiä. Työkonemarkkinoiden kokoa tarkastellaan globaalilla tasolla siten, että myynnin arvot määritetään maanosaa kohti, poikkeuksena kaikkein suurimmat maat. Tämän tarkempaan tarkasteluun ei ole mahdollista mennä tiedon puutteellisen saatavuuden tähden. Koska hybridityökonemarkkinat ovat tällä hetkellä hyvin pienet, ei numeerista arvoa hybridityökoneiden markkinapotentiaalille ole mahdollista määrittää. Näin ollen markkinapotentiaalista annetaan vain sanallinen arvio, josta selviää karkeasti eri maanosien välinen suhteellinen potentiaali. Uuden teknologian kaupallistamisen teorioissa tutkimus keskittyy sellaisiin teorioihin, joiden soveltamisesta voidaan ajatella olevan hyötyä yliopiston tutkimusryhmälle.

2 MARKKINOIDEN KOON MÄÄRITYS

Markkinoiden koon määrittäminen luo perustan markkinoinnin suunnittelulle, tuotekehitykselle ja myynnin ennustamiselle. Markkinoiden koon ulottuvuuksia ovat asiakasmäärä, tuotteen kulutus ja tämän kulutuksen rahallinen arvo. (Moutinho & Evans 1992, 105)

2.1 Markkinoiden nykyisen koon ja markkinapotentiaalin ero

Olemassa saattaa olla potentiaalisten asiakkaiden joukko, joka saavutetaan suuremmalla tai tehokkaammalla markkinointipanostuksella. Markkinoiden kokoa voidaan näin ollen tarkastella kahdelta puolelta: Mikä on toimialan nykyinen myynti ja kuinka myynti kasvaisi, jos potentiaaliset asiakkaat saavutettaisiin. Dataa toimialan myynnistä löytyy usein sekundäärisistä lähteistä. (Moutinho & Evans 1992, 105–106) Markkinoiden nykyistä puolta tarkastellaan toisessa tutkimuskysymyksessä ja potentiaalisia asiakkaisiin keskitytään kolmannessa tutkimuskysymyksessä.

2.2 Tiedon keräysmenetelmät

Datan lähteet voidaan luokitella otsakkeiden primääri ja sekundääri alle. Sekundääriset lähteet käsittävät tiedon, joka on jo olemassa, kuten yritysten dokumentit ja aikaisemmat raportit sekä, hallinnon tilastot, sanomalehtien ja aikakauslehtien artikkelit sekä kaupalliset markkinatutkimusyriyten raportit. Sekundääristen lähteiden tulee olla niin puolueettomia kuin mahdollista, niiden täytyy olla relevantteja tutkittavan aiheen kannalta ja niiden pitää olla luotettavia eli tiedon täytyy edustaa hyvin sitä joukkoa jota sen on tarkoitus kuvata. Lisäksi lähteiden täytyy olla sisäisesti yhtenäisiä eli niissä ei saa olla ristiriitoja. Primäärilähteet käsittävät uuden, ensi käden tiedon keräämisen tiettyä tutkimusohjelmaa varten. (Moutinho & Evans 1992, 12-13) Tässä työssä työkonemarkkinoiden koon määrittämiseen ja hybridityökoneiden markkinapotentiaalin arviointiin käytetään pelkästään sekundääridataa. Hyödyllisen ja paikkansa pitävän primääridatan kerääminen ei olisi tämän työn resurssien puitteissa mahdollista.

3 MARKKINAPOTENTIAALI

Seuraavaksi tarkastellaan erilaisia markkinapotentiaalin määrittämisen menetelmiä sen mukaan, kuinka niitä voidaan soveltaa hybridityökoneiden markkinapotentiaalin selvittämiseen. Ensiksi käsitellään matemaattisia menetelmiä, joilla potentiaalia voidaan määrittää. Sen jälkeen vuorossa on ulkomaille viennin markkinapotentiaalin selvittämisessä käytettävä menetelmä, jota sovelletaan työn käytännön osiossa. Aluksi kuitenkin määritetään markkinapotentiaali ja siihen liittyvät tärkeät käsitteet.

Markkinakysyntä tietylle tuotteelle on kokonaismäärä, jonka määrätty asiakasryhmä ostaa määrätyllä maantieteellisellä alueella tietyllä ajanjaksolla tietyssä markkinointiympäristössä tietyllä markkinointiohjelmalla.

Markkinapotentiaali on raja-arvo, jota markkinakysyntä lähestyy kun toimialan markkinointikustannukset lähestyvät ääretöntä määrättyissä olosuhteissa.

Yrityksen osuus markkinakysynnästä riippuu siitä, kuinka sen tuotteet, palvelut, hinnat, viestintä, jne. arvotetaan suhteessa kilpailijoihin. Jos muut ominaisuudet ovat samanarvoiset, yrityksen markkinaosuus riippuu sen markkinointipanostuksen koosta ja tehokkuudesta suhteessa kilpailijoihin. (Kotler 1997, 133-134)

3.1 Matemaattisia menetelmiä

Markkinapotentiaalin määrittämiseen on olemassa useita matemaattisia, joista osa on yksinkertaisia ja osa monimutkaisia ja joista osa käyttää muutamaa ja osa monia muuttujia. Monimutkaisemmat menetelmät antavat yleensä tarkemman tuloksen kuin yksinkertaisemmat menetelmät.

3.1.1 Kotlerin menetelmä kokonaismarkkinapotentiaalille

Kotlerin esittämä, yleinen tapa arvioida kokonaismarkkinapotentiaalia tietyllä ajanjaksolla, tietyllä toimialan markkinointipanostuksen tasolla ja tietyissä ympäristöolosuhteissa on seuraavanlainen:

$$Q = nqp$$

Q on kokonaismarkkinapotentiaali, n ostajien määrä tietylle tuotteelle/markkinoille, q keskivertoasiakkaan ostama määrä ja q keskivertotuotteen hinta. (Kotler 1997, 135) Tätä tapaa ei voida käyttää hybridityökoneiden kokonaismarkkinapotentiaalin arviointiin, koska, koska asiakkaan ostama määrä riippuu työkoneen tyypistä kuten myös tuotteen hinta. Tietyntyyppisen työkoneen markkinapotentiaali voidaan kylläkin arvioida kyseisellä kaavalla.

3.1.2 Vastaavuusmenetelmä

Vastaavuusmenetelmä käyttää yksinkertaista loogista suhdetta kahden tai useamman muuttujan (tai suhdeluvun) välillä läpileikkaus- tai viivepohjaiseen tarkasteluun perustuen. Läpileikkausvastaavuudessa, tuotteen markkinapotentiaalin suhdeluku tiettyyn taloudelliseen lukuarvoon lasketaan tietyssä maassa, ja toisessa maassa, jossa tieto kyseisestä talouden luvun arvosta on saatavana, määritetään lasketun suhdeluvun avulla markkinapotentiaali. Viivevastaavuus käyttää samankaltaista peruslähtökohtaa. Sen pohjana on oletus, että tuotteen kysyntä riippuu maan taloudellisen kehityksen asteesta siten, että taloudellinen kasvu lisää kysyntää. (Waheeduzzaman 2008, 310) Matemaattisena lausekkeena markkinapotentiaali voisi esimerkiksi saada seuraavanlaisen muodon:

$$\frac{P_1}{I_1} = \frac{P_2}{I_2}$$

P_1 on maassa 1 tunnettu markkinapotentiaali, I_1 ja I_2 mittarina käytetyn luvun arvot maissa 1 ja 2 tunnetut arvot ja P_2 markkinapotentiaali maassa 2, joka saadaan selville, kun muut muuttujien arvot tunnetaan. Koska hybridityökoneiden markkinapotentiaalia ei vielä tunneta yhdessäkään maassa, ei menetelmää voida käyttää tässä työssä.

3.1.3 Edustavat mittarit

Edustavat mittarit ovat hyödyllisiä tilanteissa, joissa mittausta on vaikea suorittaa suoraan. Epäsuorat muuttujat toimivat korvikkeena tai edustavana tekijänä. Esimerkiksi YK:n kehitysohjelman (UNDP) inhimillisen kehityksen indeksiä (HDI) on esitetty käytettäväksi elämänlaadun tai sosioekonomisen edistyksen mittarina. Menetelmän tarkkuuden aste riippuu mittarina käytettävästä muuttujasta. (Waheeduzzaman 2008, 311) Edustavia mittareita voidaan käyttää tässä työssä erityisesti alustavassa markkinoiden valinnassa käyttämällä apuna esimerkiksi YK:n kehitysohjelman julkaisemista raporteista löytyviä tunnuslukuja. Työkoneiden markkinapotentiaalia voidaan alustavasti myös arvioida esimerkiksi työkonemarkkinoiden koolla eri maissa, jolloin oletetaan, että hybridityökoneiden markkinapotentiaali korreloi positiivisesti työkonemarkkinoiden koon kanssa.

3.1.4 Suhdelukumenetelmä

Suhdelukumenetelmässä käytetään erilaisia suhdelukuja perusjoukon rajaamiseen. Tämän supistustekniikan tarkoitus on johtaa realistinen kysyntä. Menetelmä pystyy antamaan tarkoituksenmukaisen tarkan arvion, jos suhdeluvut ovat perustellusti ja järkevästi valittuja. (Waheeduzzaman 2008, 311) Menetelmä voidaan kirjoittaa matemaattisena lausekkeena seuraavasti:

$$D = r_1 r_2 r_3 \dots r_n B$$

B on perusjoukko, $r_1 \dots r_n$ käytetyt suhdeluvut ja D on kysyntä, joka saadaan. Jos perusjoukkona käytetään työkoneiden markkinoiden kokoa tietyssä maassa, voidaan menetelmällä laatia markkinoiden koosta karkea arvio supistamalla sitä sopivilla luvuilla.

3.1.5 Aikasarjojen ja usean regression mallinnus

Aikasarjojen mallinnus arvioi erittäin hyvin markkinapotentiaalia, kun dataa tuotteen kysynnästä on saatavana pitkältä aikaväliltä. Mallinnukseen on olemassa

sekä yksinkertaisia että monimutkaisia menetelmiä. Regression käyttö antaa arvion stabiilista kasvun suunnasta ja kausittaisen vaihtelun vaikutus voidaan vakioida erilaisilla tekniikoilla. Ennusteen tarkkuus riippuu datan laadusta. (Waheeduzzaman 2008, 311) Pitkän aikavälin tiedon saaminen työkone- ja hybridityökone markkinoista on vaikeaa ja onnistuu parhaiten hyödyntämällä tutkimusyritysten kaupallisia julkaisuja. Niitä ei tämän työn puitteissa voida käyttää. Koska hybridityökoneet ovat uusi tuote, niiden kysynnästä ei vielä ole saatavissa pitkän aikavälin tietoa.

Usean regression mallinnus on monimutkainen markkinapotentiaalin määrittämisen menetelmä. Malli on käytännöllinen, kun syy-yhteys on tärkeä. Beta-kertoimet kuvaavat itsenäisten muuttujien vaikutusta kysyntään. Kehityksessä dataa makrotalouden muuttujista voi olla vaikea saada sopivassa muodossa. (Waheeduzzaman 2008, 311). Hybridityökoneiden kysynnän ja eri talouden muuttujien välillä on todennäköisesti syy-yhteyksiä, mutta usean regression mallinnus on niin monimutkainen menetelmä, ettei sitä ole tämän työn puitteissa ole syytä käsitellä enempää. Sinänsä erilaisten syy-yhteyksien ymmärtäminen voi auttaa paljon markkinapotentiaalin määrittämisessä. Hybridityökoneiden markkinat eivät ole keskittyneet kehitysmaihin, joten makrotalouden muuttujien hankkiminen on mahdollista kohtuullisin ponnisteluin.

3.1.6 Tulojoustavuuskerroin

Kysynnän joustavuus tulojen suhteen kuvaa hyödykkeiden kysytyn määrän ja taloudellisen kehityksen suhdetta. Se voidaan kirjoittaa kaavana seuraavasti:

$$\frac{\Delta Q_A}{Q_A} \bigg/ \frac{\Delta Y}{Y}$$

Q_A on hyödykkeen A kysytty määrä, Y on tulojen määrä ja Δ viittaa määrien muutokseen. Niiden hyödykkeiden, joiden tulojoustavuudenkerroin on korkeampi, kysyntä kasvaa nopeammin tulojen kasvaessa. Kertoimet tuntemalla voidaan

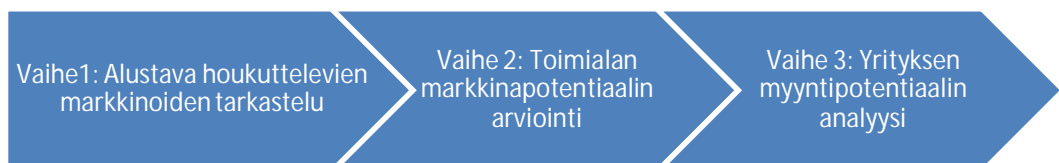
ennustaa tuotteiden kysynnän kasvua kansainvälisillä markkinoilla. (Moyer 1968, 355) Menetelmää voidaan myös soveltaa työkonemarkkinoilla markkinoiden valintaan varsinkin kehittyvissä talouksissa. Niissä maissa, joissa tulojoustavuuskerroin on korkea, voidaan ennustaa korkeaa kysyntää kun maat kehittyvät taloudellisesti korkealle tasolle.

3.1.7 Panos-tuotos-analyysi

Panos-tuotos analyysia voidaan soveltaa eri maiden markkinapotentiaalin arviointiin varsinkin yritysmarkkinoilla. Panos-tuotos-taulukoista voidaan tutkia monia asioita kuten esimerkiksi jakelukanavien tarvetta tai toimialan riippuvuutta eri asiakkaiden kuten hallituksen, kuluttajien tai viennin kysynnästä. Kaikkein hyödyllisin panos-tuotos-taulukoista saatava tieto markkinapotentiaalin ennustamisen kannalta on tulevaisuuden kysynnän määrän ennustaminen. (Moyer 1968, 359) Hybridityökoneiden markkinoista ei luultavasti ole helposti saatavilla tietoa panos-tuotos-taulukoissa, mutta työkonemarkkinoista on todennäköisesti saatavissa tietoa, jota voi hyödyntää myös hybridityökoneiden tapauksessa.

3.2 Ulkomaille viennin markkinapotentiaali

Yrityksen käynnistäessä kansainvälisiä toimintojaan tarvitaan tietoa tarjoamaan perussuuntaviivat. Tällöin tarkoituksena ei ole suorittaa pikkutarkkaa ja yksikohtaista analyysia maailmasta markkina markkinalta, vaan sen sijaan käyttää suurpiirteistä lähestymistapaa. (Czinkota & Ronkainen 2001, 229) Cavusgil on haastattelututkimusten pohjalta luonut ulkomaisen markkinapotentiaalin määrittämiseksi mallin, joka on esitetty tiivistetysti kuvassa 1.



KUVA 1. Ulkomaisen markkinapotentiaalin määrittäminen vaiheittain (Cavusgil 1985, 29)

Markkinapotentiaalin määrittäminen tulee aloittaa pintapuolisella analyysillä yleisistä muuttujista kuten kokonais- ja per kansallinen-GDP, kuolleisuusluvuista ja väestöluvuista. (Czinkota & Ronkainen 2001, 229) Alustava tarkastelussa käsitellään fyysistä, poliittista, taloudellista ja kulttuurista ympäristöä ja kussakin kategoriassa tulee käyttää useita tekijöitä. (Cavusgil 1985, 30) Vaikka nämä tekijät itsessään eivät tarjoa tarkkaa markkinainformaatiota, ne auttavat tutkija määrittämään voidaanko yrityksen tavoitteet saavuttaa tarkasteltavilla markkinoilla. Tämä pintapuolinen arviointi auttaa supistaa harkittujen markkinoiden lukumäärä helpommin käsiteltävään lukuun. (Czinkota & Ronkainen 2001, 229)

Seuraavassa vaiheessa tutkija hankkii tietoa yksittäisistä markkinoista alustavaa arviointia varten. Tällä tiedolla tunnistetaan nopeimmin kasvavat markkinat, suurimmat markkinat tietylle tuotteelle, markkinoiden kehityssuuntia ja markkinoiden rajoituksia. Vaikka tarkkaa ja yksityiskohtaista tietoa jokaiselle tuotteelle ei luultavasti voida hankkia, sitä on saatavana yleisille tuotekategorioille. (Czinkota & Ronkainen 2001, 229)

Viimeisessä vaiheessa tutkijan täytyy valita markkinat. Tarkastelun painotus siirtyy tietyn tuotteen ja tuotemerkin mahdollisuuksiin markkinoilla ja sisältää olemassa olevat, piilevät ja orastavat markkinat. (Czinkota & Ronkainen 2001, 229-230) Tässä vaiheessa käsiteltäviä asioita ovat myyntimäärien ennustaminen, purettu hinta, kansainvälisen jakelun kustannukset, ja muut kannattavuutta määrittävät tekijät. (Cavusgil 1985, 31)

Esiteltyä ulkomaisen markkinapotentiaalin määrittämisen menetelmää käytetään työn käytännön osiossa antamaan arvio hybridityökoneiden markkinapotentiaalista parhailta vaikuttavilla markkinoilla. Koska käsiteltävänä ei mitään erityistä tuotetta, tarkastelu ei etene kolmanteen vaiheeseen. Kuitenkin kaksi ensimmäistä antavat tietoa markkinoista ja antavat vastauksen hybridityökoneiden yleisestä markkinapotentiaalista.

4 UUDEN TEKNOLOGIAN MARKKINOILLE TUONNIN TEORIOITA

Kaikkia uudenteknologian kaupallistamisen teorioita yhdistää kurinalainen lähestymistapa. Luvussa käsitellään aluksi teknologiakehitystä ja teknologian siirtoa tuotekehitykseen. Sen jälkeen esitellään kaupallistamisen neliosainen malli, joka keskittyy enemmän markkinoiden tarpeisiin. Lopuksi käydään läpi menestyksenkäiden kaupallistajien piirteitä.

4.1 Teknologiakehitys

Uusi teknologia täytyy kehittää vaiheeseen, jossa se on valmis kaupallistettavaksi. Tätä varten on olemassa johtamisen prosesseja, joissa arvioidaan uusia teknologioita, valmistetaan ne kaupallistamiseen ja sisällytetään ne onnistuneesti uusiin tuotteisiin. Tehokas teknologianjohtamisprosessi voi olla yrityksen kilpailuedun lähde. Tuotteet, jotka hyödyntävät merkittävässä määrin uutta teknologiaa vaativat teknologiakehitystä ennen tuotekehitystä. Nämä prosessit liittyvät läheisesti toisiinsa ja vaativat tavallisesti teknologiansiirtovaiheen toimimaan siltana toistensa välillä. (Elfred & McGrath 1997a, 41) Sekä yliopiston tutkimusryhmän kehittämän teknisen ratkaisun sisällyttäminen hybriditeknologiaan että hybriditeknologian hyödyntäminen työkoneissa vaativat molemmat teknologiakehitystä sekä teknologiansiirtovaiheen.

4.1.1 Teknologiapolku

Uuden teknologian hahmottaminen, kehittäminen ja julkistaminen noudattavat aina tiettyä kehityspolkua. Tällä polulla lupaava teknologia kehittyy kelpoiseksi uuteen tuotteeseen sisällyttämiseen. Alussa ensimmäinen tavoite saada on parempi ymmärrys ydinteknologiasta tai – teknologioista. Lopussa päätetään, onko teknologia valmis siirrettäväksi tuotekehitykseen. Teknologiapolkua rajaa kaksi tärkeää käsitettä: alussa aistittu teknologia ja lopussa teknologian toteutettavuuspiste (TFP). Teknologian sanotaan olevan aistittu, kun saadaan vahva tunne siitä, että teknologialla on mahdollisuus menestyä kaupallisesti. Aistittu teknologia on tek-

nologiakehitystyön alkupiste. Teknologian toteutettavuuspiste määrittää ennakkoon sovitun luottamustason kehitystyön riskistä ja ilmaistaan taulukkona koetuloista, jotka yhdessä toteutuessaan antavat riittävän varmuuden siitä, että jäljellä oleva teknologian optimointi voidaan melko varmasti saada valmiiksi normaalilla tuotekehitystyön seurannalla. Toteutettavuuspiste määritellään subjektiivisesti ja se riippuu eri tekijöistä kuten organisaatiokulttuurista, aiemmista kokemuksista samankaltaisista teknologioista, johtajien riskiprofiileista, sisäisestä ja ulkoisesta paineesta sekä teknisen tai kehityshenkilökunnan valmiuksista. Kun teknologian toteutettavuuspiste on saavutettu, kehitys varsinaista tuotetta tuotetta kohti voi alkaa. (Elfred & McGrath 1997a, 42–43) Jos yrityksen tutkimusryhmä onnistuu löytämään yhteistyöyrityksen, jossa on uskoa teknisen ratkaisun ja hybriditekнологian kaupalliseen potentiaaliin työkoneissa, on teknologia aistittu yrityksessä.

4.1.2 Teknologiakehitysohjelma

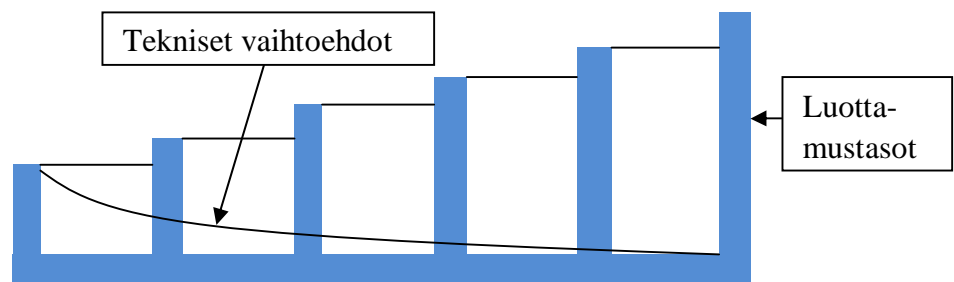
Teknologiakehitystyöllä täytyy aina olla ennakkoon päätetyt suorituskykyä koskevat tavoitteet ja projektin kesto pitää täytyä määritellä selvästi. Projektin keston hallinta on tärkeää panostuksen kannalta, koska teknologian suorituskyvyn tavoitteiden saavuttamiseen tarvittavaa aikaa ei voida ennustaa. Teknologiakehitysohjelman tavoitteena on siirtää aistittu teknologia teknologian toteutettavuuspisteseen. Panostus kohdennetaan teknologiakehityksessä teknologian valmiuksien ja rajoitusten ymmärtämiseen ja tuotekehityksessä teknologian soveltamiseen tiettyyn tuotteeseen. (Elfred & McGrath 1997a, 42–44) Yliopiston tutkimusryhmän työpanos voi keskittyä enemmän teknologiakehitykseen ja työkoneyrityksen tuotekehitykseen, koska siten ne panostavat osa-alueisiin, joissa niillä on asiantuntemusta. Kuitenkin molempien täytyy osallistua sekä teknologia- että tuotekehitykseen ja olla keskenään vuorovaikutuksessa.

4.1.3 Teknologian realisointi ja kaupallistaminen

Teknologian realisointi ja kaupallistaminen (TRAC) on teknologiakehityksen johtamisprosessi teknologian arviointiin ja käyttöön uuden tuotteen tai tuotealustan

kehityksessä. TRAC:n neljä perusosatekijää ovat teknologianarviointiprosessi, teknologiakehitystiimi, korkean aseman henkilöiden arviointikomitea (SRC) ja jäsennetty metodologia. (Elfred & McGrath 1997a, 45) Kaupallisen tuotteen kehittävän yrityksen ja yliopiston tutkimusryhmän täytyy huolehtia kaikkien näiden osatekijöiden toteutumisesta ja tasapainosta teknologiankehityksen onnistumisen varmistamiseksi.

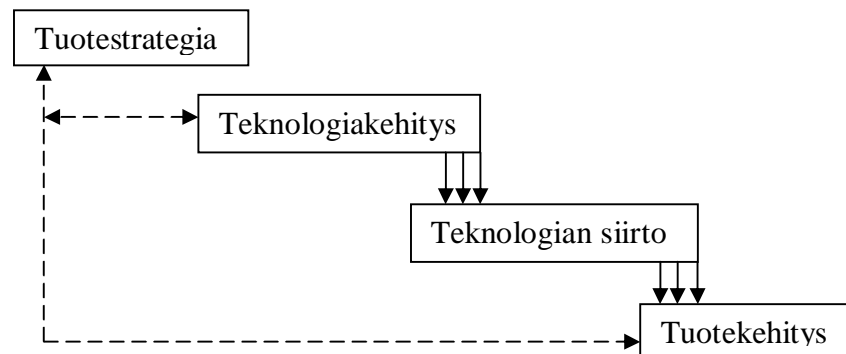
Teknologian kehitystiimi suunnittelee, toteuttaa ja arvioi eri vaiheita teknologian kehitysohjelmassa. Se koostuu henkilöistä, jotka ovat vastuussa teknologian kehitystyön eri näkökohdista. Korkean aseman henkilöiden arviointikomitea (SRC) on päätöksiä tekevä elin, joka koostuu korkeassa asemassa olevista tiedemiehistä ja johtajista. Sillä on valta rahoittaa ja laittaa priorisoida teknologian kehitysohjelmaa. Teknologian arviointiprosessi luo yleisen kehityksen teknologian kehitykselle. Se koostuu sarjasta ennakkoon sovittuja teknisiä arviointeja kehitysvaiheiden lopussa. Kehitysvaiheiden lopussa olevissa teknisistä arvioinneissa SRC päättää, jatkuuko ohjelma seuraavaan vaiheeseen, pitääkö sitä ohjata uudelleen vai keskeytetäänkö ohjelma. Luottamus teknologian käyttöpotentiaaliin kasvaa sitä mukaa kun ohjelma etenee näiden vaiheiden läpi (kuva 2). SRC:n vastuulla on tehdä lopullinen arviointi saavutetuista luottamustasoista ja päättää onko teknologian toteutettavuuspiste saavutettu. TRAC:n jäsennetty metodologia sisältää rungon projektin suunnittelulle ja toteutukselle ja edesauttaa sovelletun tutkimuksen tehokkuutta. Jäsennetty metodologia käyttää hierarkkista lähestymistapaa joka määrittää jokaiselle johtamisen kerrokselle oikean tietotason. (Elfred & McGrath 1997a, 45-47)



KUVA 2. Teknologiakehityksen edetessä eri vaiheiden läpi luottamustasot kasvavat ja teknisten vaihtoehtojen määrä vähenee. (Elfred & McGrath 1997a, 46)

4.2 Teknologiansiirtoprosessi

Teknologiakehitys ja tuotekehitys tehdään monesti eri organisaatioissa ja eri paikoissa. Tästä syystä niiden välillä on monia ylitettäviä rajoja, jotka esimerkiksi voivat olla toiminnollisia, maantieteellisiä, kulttuurisia ja rahoitukseen liittyviä. Teknologian siirrossa parhaiten onnistuvat yritykset käyttävät selkeästi määritellyä prosessia siltana teknologiakehityksen ja tuotekehityksen välillä (kuva 3). Teknologiansiirtoprosessissa yksilöiden sekä tutkimuksesta että kehityksestä tulee työskennellä tehokkaasti yhdessä. (Elfred & McGrath 1997b, 30) Yliopiston tutkimusryhmän ja teknologian kaupallistavan työkoneyrityksen täytyy tehdä tiivistä yhteistyötä toistensa kesken, jos ne haluavat saada aikaan onnistuneita tuotteita. Jos tutkimusryhmä keskittyy enemmän teknologiakehitykseen ja yritys tuotekehitykseen on varmistettava että teknologian siirto prosessien välillä hoidetaan hallitusti.



KUVA 3. Teknologiansiirtoprosessi on yhdistävä tekijä teknologia- ja tuotekehityksen välillä. (Elfred & McGrath 1997a, 42)

Teknologiansiirtoprosessi alkaa teknologian arvioinnilla, jolla varmistetaan teknologian kypsyys siirtoon ja mahdollisuus aloittaa siirtoprosessi. Teknologiansiirtoprosessissa on kolme peruselementtiä: ohjelmien synkronointi, teknologian tasaus ja teknologian siirron johtaminen. Ohjelmien synkronoinnissa teknologiakehitys ja tuotekehitysohjelmat tahdistetaan keskenään siten, että teknologiansiirto tapahtuu oikeaan aikaan. Teknologiantasausprosessi keskittyy tarkastelemaan tuotteen kehityksessä tarvittavia, pääteknologiaa tukevia teknologioita. Tasausprosessin tavoite on arvioida koko ennakoitua tuotekehitystyötä suhteessa siinä käytettyihin

teknologioihin ja ottaa selvää potentiaalisista teknisistä ongelma-alueista. (Elfred & McGrath 1997b, 30–32)

Teknologiansiirtoprosessissa keskeisessä roolissa on siirtotiimi, jonka jäsenpohja on muuttuva. Yleensä siinä on alussa tärkeimpiä edustajia teknologiakehitystiestä sekä uudelleen muotoutuvasta tuotekehityksen ydintiimistä. Tiimi luo siirtosuunnitelman, joka aluksi keskittyy ydinteknologian siirtoon tuotekehitykseen ja teknologiantausprosessin aloittamiseen. Suunnitelmassa täytyy kohdentaa resursseja ydinteknologian rinnalla käytettyjen teknisten osien arviointiin. Teknologiansiirtoprosessin aloittamiseksi siirtosuunnitelma arvioidaan ja päätetään yhteistapaamisessa, johon osallistuvat teknologia- tuotekehitystä valvovat korkean tason johdon komiteat. Myöhemmät arvioinnit suorittaa tuotekehitystyöstä vastuussa oleva korkean tason johto osana tuotekehityksen vaiheiden arviointiprosessia. (Elfred & McGrath 1997b, 32–33)

Työkoneyritys, joka noudattaa edellä esitettyä mallia teknologiansiirrossa, toteuttaa sen kurinalaisesti ja onnistuneesti. Sekä yliopiston tutkimusryhmän että työkoneyrityksen täytyy osallistua yhtä aktiivisesti teknologian siirtoon.

4.3 Menestyvien teknologian kaupallistajien piirteitä

Seuraavassa tarkastellaan menestyvien kaupallistajien piirteitä siitä näkökulmasta, mistä piirteistä yliopiston teknisen ratkaisun kehittänyt tutkimusryhmä voi löytää parhaan mahdollisen yhteistyökumppanin. Toisaalta esiteltyjen piirteiden toteuttaminen auttaa teknisen ratkaisun kaupallistamisen onnistunutta toteutumista.

4.3.1 Kaupallistamiskyvyn mittaaminen

McKinsey & Companyn tekemän kirjallisuus- ja haastattelututkimuksen mukaan kaupallistamisprosessin hallitsevat yritykset poikkeavat muista organisaatioista neljällä tavalla: Ne

- tuovat tuotteita tai prosesseja markkinoille nopeammin
- käyttävät teknologioita tuotteissaan useammilla markkinoilla
- tuovat markkinoille enemmän tuotteita
- sisällyttävät enemmän teknologioita tuotteisiinsa.

Niinpä markkinoille tuontiin käytetty aika, markkinoiden määrä, tuotteiden määrä ja käytettyjen teknologioiden määrä ja monimuotoisuus ovat hyviä mittareita yrityksen kaupallistamiskyvystä. (Nevens, Summe & Uttal 1990, 155) Näitä mittareita myös teknologisen ratkaisun kehittäjät voivat hyödyntää kun ne etsivät yhteistyökumppania. Nämä tekijät ovat mittareina sikäli hyviä, että ne eivät vaadi yrityksen sisäisten toimintojen tuntemista. Näin ollen tutkimusryhmä voi tarkastella kaikki työkoneyrityksiä näiden mittareiden avulla ennen kuin se päättää keihin ottaa yhteyttä.

Uuden teknologian nopea markkinoille tuonti on tärkeää, sillä yritys, joka on ensimmäisenä markkinoilla voi usein käyttää korkeaa hinnoittelua, koska sillä on käytännössä monopoliasema. Aikaiset markkinoille tulijat saavuttavat myös markkinaosuutta myöhäisiä nopeammin. (Nevens et al. 1990, 157) Saattaa olla, että muualla kehitetään teknisiä ratkaisuja, jotka kilpailevat yliopistolla kehitetyn kanssa. Tällöin se, joka kaupallistetaan ensimmäisenä onnistuneesti saattaa menestyä parhaiten.

Teknologioiden kehittämiskustannukset ovat korkeat ja koko ajan kasvussa. Nämä kustannukset täytyy jakaa mahdollisimman monille tuote- ja maantieteellisille markkinoille. Eräs tapa kustannusten levittämiseen on käyttää ydinteknologioita useilla tuote- ja maantieteellisillä markkinoilla. (Nevens et al. 1990, 157–158) Työkoneyrityksellä, joka toimii mahdollisimman monissa eri maissa, ja jolla on laaja skaala erityyppisiä työkoneita, on siis paremmat edellytykset teknologian kaupallistamiseen kuin yrityksellä, joka toimii vain muutamilla ja markkinoilla ja joka myy vain yhdentyypisiä koneita.

Hajanaiset markkinat luovat mahdollisuuksia yrityksille, jotka pystyvät sopeuttamaan tuotteensa sopimaan useaan erilaiseen markkinarakoon. Niin kauan kuin

tuotemallien välillä on merkityksellisiä eroja ja niin kauan kuin markkinarakojen väliset rajat todellisia ja kestäviä, kokonaismyyntimäärä on verrannollinen markkinoilla olleiden mallien määrään. (Nevens et al. 1990, 158) Ne menestyvät työkoneyritykset, joilla on markkinoilla runsaasti erilaisia työkonemalleja, kykenevät todennäköisimmin sopeuttamaan myös hybriditeknologiaa ja siihen liittyviä teknisiä ratkaisuja erilaisiin markkinarakoihin ja siten maksimoimaan kokonaismyyntiä.

Monilla markkinoilla tuotteet pitävät sisällään yhä enemmän teknologioita, ja yrityksen täytyy hallita ja yhdistää ne kaikki pysyäkseen kilpailukykyisenä. (Nevens et al. 1990, 158–159) Ne työkoneyritykset, joiden tuotteissa on eniten ja monipuolisimmin teknologioita, hallitsevat eri teknologiat ja niiden yhdistämisen parhaiten, mikä parantaa niiden kilpailukykyä.

4.3.2 Kaupallistamiskyvyn rakentaminen

McKinsey & Companyn tutkimuksen mukaan menestyvät yritykset käsittelevät teknologian kaupallistamista kurinalaisena järjestelmänä. Nämä yritykset soveltavat koko kaupallistamisprosessiin laadun parantamisen peruseriaatteita: Ne

- asettavat laadun parantamisen päätavoitteeksi,
- asettavat parannuksille mitattavissa olevia tavoitteita,
- kehittävät tarpeellisia organisatorisia taitoja
- ja rohkaisevat johtajiaan määrätietoiseen toimintaan.

Kyseisissä yrityksissä johdon tehtävä on varmistaa, että tiedonsiirto ja vuorovaikutus on nopeaa ja vaivatonta, ja panostaa sinnikkäästi kaupallistamisprosessin parantamiseen. (Nevens et al. 1990, 157) Kun Kaupallistamiskyvyn mittaaminen -luvussa esitelty neljä kaupallistamiskyvyn mittaria mittasivat yritystä ulkoisesti sen tuotteita tarkastelemalla nämä piirteet sen sijaan käsittelevät yrityksen sisällä tapahtuvaa teknologian kaupallistamisprosessin toimintaa.

Vahvistaakseen kilpailukykyään menestyvät yritykset asettavat kaupallistamiskyvyn johtamisen hyvin tärkeäksi prioriteetiksi. Johtajat asettavat kaupallistamiselle

saavutettavia tavoitteita ja kehittävät kannustimia tavoitteiden saavuttamiseksi. Kaupallistamiskyvyn mittaaminen kilpailijoiden tuotteisiin vertaamalla on hyvä keino kannustaa kaupallistamisprosessin parantamiseen. Kaupallistamiskykyä mitatakseen yritysten täytyy kerätä tietoa neljästä: kaupallistamisajasta, markkinoiden määrästä, tuotteiden määrästä, teknologioiden määrästä ja monimuotoisuudesta. Tämän lisäksi tarvitaan tietoa kustannuksista, toimitusajoista ja palvelusta. (Nevens et al. 1990, 160–161) Asetettavat tavoite voisi hybridityökoneissa sovellettavassa teknisessä ratkaisussa olla esimerkiksi ratkaisun onnistunut yhdistäminen hybriditeknologiaan siten, että työkonoiden päästöt laskevat määritellylle matalalle tasolle. Tämä tavoite on tarkoitus saavuttaa tietyssä ajassa.

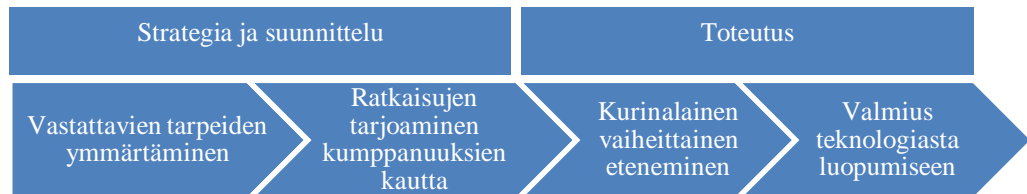
Menestyvät yritykset toimivat yritykset painottavat yksittäisten tehtävien rajat ylittäviä taitoja. Parhaat teknologian kaupallistajat luovat tutkimuksen ja tuotekehityksen, valmistuksen, myynnin, jakelun ja palvelun yhdistävän verkoston, joka on järjestäytynyt tuotteiden, markkinoiden tai kehityksen vaiheiden pikemminkin kuin tehtävien mukaan. Tehtävärajat ylittävät työskentelytiimit ovat niille tavallisia. Johtajat ovat näkyvästi läsnä ja edistävät kaupallistamisen merkittävyyttä. Ylempi johto ratkoo projekteissa ilmeneviä kiistoja ja ongelmia, seuraa kaupallistamisen edistymistä, nopeuttaa päätöksentekoa ja ohjaa tiedonkulkua oikeaan suuntaan. (Nevens et al. 1990, 162–163)

Työkoneyritysten arvioiminen edellä kappaleessa mainittujen yrityksen sisäisten piirteiden suhteen vaatii näiden yritysten sisäisen työskentelykulttuurin tuntemista, ja tästä kulttuurista tiedon saaminen ei välttämättä ole helppoa. Niinpä niiden käyttäminen yhteistyökumppanin valinnassa voi olla haastavaa vaikkakin hyödyllistä. Kuitenkin kaupallistamisprosessin alkaessa tulee prosessin onnistumiseksi panostaa näiden piirteiden toteutumiseen.

4.4 Lairdin ja Sjoblomin malli

Kun edellä esitelty malli keskittyi kuvaamaan yrityksen sisäistä teknologia- ja tuotekehitystyötä, Laird ja Sjoblom ovat kehittäneet haastattelututkimusten

pohjalta kurinalaisen lähestymistavan teknologian markkinoille tuomiseen, joka tarkastelee uuden teknologian kaupallistamista enemmän markkinoiden tarpeiden kautta. Mallissa on neljä osa-alueetta, joiden toteutumisesta täytyy huolehtia (kuva 4). Teknisen ratkaisun kehittänyt tutkimusryhmä voi hyödyntää mallia sekä yhteistyökumppanin valinnassa että kaupallistamisprosessin toteutuksessa.



KUVA 4. Kurinalainen teknologian kaupallistamisen menetelmä (Laird & Sjoblom 2004, 66)

Strategian laadinnan ja suunnittelun alussa yrityksen täytyy ymmärtää asiakkaiden todelliset tarpeet ja selvittää vastaako kyseessä oleva teknologia niihin. Sen pitää tuntea kyseessä olevan alan toimintatavat ja niiden taustalla olevat syyt. Sillä täytyy olla käsitys asemastaan eri arvoketjuissa ja valita se ketju, jossa se pystyy parhaiten lisäämään arvoa. (Laird & Sjoblom 2004) Pitkään markkinoilla olleella työkoneyrityksellä voi olettaa olevan tietoa ja ymmärrystä työkonealasta, joten iäkkään yrityksen valitseminen on turvallisempi ratkaisu tutkimusryhmän kehittämän teknisen ratkaisun kaupallistamiseen kuin vähän aikaa markkinoilla ollut toimija. Asiakkaiden tarpeet liittyvät hybridityökoneiden tapauksessa ympäristöystävällisyyteen ja alhaisempiin päästöihin ja ovat seurausta esimerkiksi asenteista tai lainsäädännöstä.

Seuraavaksi yrityksen täytyy päättää kumppanuusstrategiasta saadakseen mukaan täydentäviä kyvykkyksiä, joita tarvitaan toteutuksen onnistumiseen. Kumppaneilla täytyy olla täydentäviä taitoja, samanlainen suhtautumistapa ja yhteiset intressit. Yrityksen täytyy pystyä luomaan molempia osapuolia hyödyttäviä tilanteita sopimalla säännöistä ja tuottojen jaosta etukäteen. (Laird & Sjoblom 2004) Työkoneyrityksen yhteistyökumppani on luonnollisesti yliopiston tutkimusryhmä, mutta se saattaa tarvita myös muita yhteistyökumppaneita. Kehitetyn teknisen ratkaisun kaupallistajaksi voikin olla hyvä yritys, joka on onnistunut aikaisemmis-

sa yhteistyösopimuksissaan, sillä yrityksellä on edellytyksiä sekä tuottaa menestyvä tuote että luoda teknisen ratkaisun kehittäjälle hyödyllinen yhteistyösopimus. Tiddin ja Bessantin luettelemia yliopiston tutkimusryhmän kehittämän teknisen ratkaisun työkoneyritykselle strategisia etuja tuottavia mekanismeja ovat tuotteen uutuus, mahdollinen monimutkaisuus, laillinen suoja esimerkiksi patentoinnin kautta sekä ajoitus. Uusi teknologia edistää työkoneiden ilmansaastepäästöjen vähenemistä, ja kilpailijoiden voi olla vaikea kopioida sitä ratkaisun monimutkaisuuden tai laillisen suojan tähden. Ensimmäisten joukossa markkinoille tulo edesauttaa suuren markkinaosuuden saavuttamista. Lisäksi ratkaisu saattaa antaa pohjan erilaisten teknisten variaatioiden luomiseen eri työkoneita varten. (Tidd & Bessant 2009, 11–12)

Toteutusvaiheessa täytyy aluksi luoda säännöt, jotka asettavat projektille rajat ja estävät sen karkaamista hallinnasta. Projektissa mukana saattavat vain haluta toteuttaa ideansa, eivätkä parantaa yrityksen kannattavuutta. Tähän ongelmaan auttaa johtamistapa, jossa rahoitetaan projektin vaiheita yksi kerrallaan, eikä koko prosessia kerralla. Toteutuksen riskiä pienennetään jakamalla se pieniin askeliin. Painopisteen säilyttämiseksi selkeänä tulee rahoitus pitää kohtuullisella tasolla eli kuluja tulee rajoittaa. (Laird & Sjoblom 2004) Jos sekä yliopisto että yhteistyöyri-tytys osallistuvat kaupallistamisen johtamiseen ja rahoittamiseen, niiden molempien tulee noudattaa askeleittain etenevää lähestymistapaa projektin hallitsemiseksi.

Alusta alkaen yrityksen tulee olla valmis luopumaan teknologiastaan, esimerkiksi myymällä oikeudet siihen eteenpäin. Yrityksellä voi olla epärealistisia odotuksia teknologian kaupallisesta arvosta. On mietittävä mahdollisia teknologiasta luopumisen strategioita. Toteutusvaiheessa luopumismahdollisuuksia luodaan seuraamalla osakkeenomistajien odotuksia ja välttämällä liikaa ahneutta. (Laird & Sjoblom 2004) Vaikka vaiheessa, jossa hybridityökoneiden teknistä ratkaisua ryhdytään kehittämään kohti kaupallista tuotetta, ei epäonnistumisen mahdollisuutta ole motivoivaa ajatella, on mahdollisen epämiellyttävän lopputuloksen toteutuessa hyödyllistä, jos tilannetta varten on tehty strategisia päätöksiä.

5 HYBRIDITEKNOLOGIA- JA TYÖKONEET

Ajoneuvojen yhteydessä sanalla hybridi viitataan yleensä kahden eri voimanlähteen yhdistelmää. Hybridit luokitellaan tavallisesti rakenteen, hybridisointiasteen tai lataustavan mukaan. (Hännikäinen 2009, 2) Sähköhybridiajoneuvossa on poltto-moottorin lisäksi sähkömoottori. Sähköhybridillä on monia etuja yksistään toimivaan polttomoottoriin verrattuna, kuten parempi polttoainetalous ja hyötysuhde, nopeampi liikkeellelähtö sekä mahdollisuus varastoida jarrutusenergiaa energiavarastoon. (Liu & Peng 2008, 1242)

5.1 Hybridijärjestelmät

Ajoneuvossa hybridivoimansiirto voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Hybridit jaettiin alun perin rakenteensa perusteella sarja- ja rinnakkaishybrideihin. Teknologian kehityttyä ovat uusina tyypeinä ilmaantuneet sarja-rinnakkaishybridit ja jaetun tehon hybridit. (Hännikäinen 2009, 2)

5.2 Hybridityökone

Hybridivoimansiirtoa voidaan soveltaa tavallisiin henkilöautoihin sekä myös työkoneisiin. Työkonemarkkinoilla hybridivoimansiirron kilpailuetuja ovat pienempi polttoaineen kulutus, primäärienergian kulutuksen väheneminen ja päästönormien helpompi saavuttaminen. (Hännikäinen 2009, 1) Koska työkoneiden polttoaineen kulutus on suurempaa henkilöautoihin verrattuna, hybridityökoneiden yleistymisellä tulee edistämään suuressa määrin fossiilisten polttoaineiden käytön vähentymistä. (Hännikäinen 2009, 6)

5.3 Liikkuvien työkoneiden käyttöympäristöt

Liikkuvia työkoneita käytetään esimerkiksi kaivoksissa, satamissa, metsissä sekä varastoissa. Käyttöympäristö asettaa kullekin työkoneelle omat vaatimuksensa.

Työkoneen käyttöympäristö voi olla pölyinen, likainen tai kostea ja se voi sisältää eroosiota aiheuttavia aineita. Ympäristön lämpötila on erittäin tärkeä tekijä ja vaikuttaa erityisesti jäähtyysratkaisuihin. Käyttöympäristö asettaa myös vaatimuksia energian talteenottojärjestelmälle sekä järjestelmässä käytettävälle sähkökäytölle. Liikkuvien työkoneiden käyttöympäristöjen pölyisyyden ja kosteuden vuoksi sähkökoneen rakenteen täytyy usein olla suljettu. (Immonen 2008, 10–11)

5.4 Erityyppisiä hybridityökoneita

Hybriditeknologian sisällyttäminen työkoneisiin on tällä hetkellä vasta kehitysvaiheessa. Ihanteellisimmin hybridivoimansiirto sopii esimerkiksi pyöräkuormaajiin, kaivinkoneisiin, trukkeihin ja muihin erikoiskäyttötarkoituksiin kuten lentokentän hinausvaunuihin. (Hännikäinen, 2009, 9) Seuraavassa esitellään muutamia hybridityökonemalleja.

5.4.1 El-Forest metsätyökone

El-forest F14 (kuva 5) on maailman ensimmäinen hybriditeknologialla toimiva metsätyökone. Koneen etuja ovat alhaisempi polttoaineen kulutus sekä pienemmät hiilidioksidipäästöt verrattuna perinteisiin metsätyökoneisiin. Sähköisen hybridivoimansiirron ansiosta metsätyökoneessa on myös mahdollista ottaa talteen jarrutusenergiaa. (El-Forest AB 2011a)



KUVA 5. El-Forest metsätyökone (El-Forest AB 2011b)

5.4.2 Volvon L220F Hybrid –pyöräkuormaaja

Volvon L220F Hybrid – pyöräkuormaaja (kuva 6) perustuu rinnakkaishybriditekenteeseen. Pyöräkuormaajan dieselmoottoria voidaan käyttää tavanomaista pienemmillä kierrosnopeuksilla, koska sähkömoottori avustaa toimintaa tarvittaessa, mikä johtaa polttoaineen säästöön. L220F Hybrid –mallin polttoaineenkulutus onkin kymmenen prosenttia pienempi sen sisarmallin L220F, joka toimii kokonaan dieselillä. Normaali toiminnan yhteydessä sähkömoottori toimii generaattorina ladatakseen akustoa. Tarpeen vaatiessa sähkömoottori antaa dieselmoottorille energiasyöksen, jolloin mahdollistetaan nopeampi liikkeelle lähtö pienemmillä polttomoottorin kierroksilla. Lisäksi sähkömoottoria hyödynnetään dieselmoottorin apuna tarvittaessa suurta murtovoimaa tai konetta kiihdytettäessä. (Volvo 2008)



KUVA 6. Volvo L220F Hybrid – pyöräkuormaaja (Volvo 2008)

5.5 Hybriditeknologialla saavutettavat hyödyt

Kaksi pääasiallista keinoa, joilla hybriditeknologialla saavutetaan hyötyjä, ovat säästöt primäärienergian käytössä ja saasteiden päästöissä. Primäärienergia tarkoittaa polttoaineesta saatavaa energiaa. Saasteista erityisesti typenoksidi- ja hiukkaspäästöjä on mahdollista rajoittaa. (Immonen 2008)

5.5.1 Primäärienergiensäästöt

Työsyklissä talteen saatavalla energian määrällä on voimakas vaikutus energiasäästöön. Riippuen kyseessä olevasta työkonesovelluksesta laskuliikkeissä ja jarutuksissa tehoa kuluu häviöihin muutamasta kilowatista useisiin kilowatteihin. Ottamalla nykyisin häviöksi kuluvaenergia talteen, saadaan työkoneiden primäärienergian käyttöä vähennettyä. (Immonen 2008, 98–99)

Nykyisissä työkoneissa on usein suuritehoinen dieselmoottori, joka kykenee vastaamaan huippukuormitustilanteisiin. Suurimman osan ajasta dieselmoottorin tehosta käytetään kuitenkin vain pientä osaa ja moottorin toiminta on näin ollen epätaloudellista. Hybridijärjestelmän ansiosta dieselmoottorin koko voitaisiin laskelemien mukaan pienentää aiemman dieselmoottoriin koosta noin puoleen tai kolmasosaan sovelluksesta riippuen. Tässä hybridijärjestelmässä moottori toimii pienellä tehoalueella ja se voidaan optimoida toimimaan jatkuvasti parhaalla hyötysuhdealueella, mikä pienentää dieselmoottorin primäärienergian käyttöä. (Immonen 2008, 98)

5.5.2 Päästösäästöt

Dieselmoottorin päästöistä säännellään typen oksidi -, hiukkas-, hiilimonoksidi- ja hiilivety-päästöjä. Hiilivety- ja hiilimonoksidipäästöt ovat helposti hallittavissa, kun taas typen oksidi - ja hiukkaspäästöt ovat vaikeampia. Dieselmoottorissa typenoksid- ja hiukkaspäästöjä muodostuu erityisesti, kun moottorin kuormitus muuttuu voimakkaasti. Hybridijärjestelmässä dieselmoottorin teho vaihtelee pienellä alueella ja sähkökone avustaa dieselmoottoria suuressa kuormituksessa, jolloin dieselmoottorin ei tarvitse reagoida voimakkaisiin kuormituksen muutoksiin. Tällöin dieselmoottorin hiukkas- ja typen oksidi -päästöjä syntyy nykyistä vähemmän, ja dieselkäyttöisten työkoneiden haitalliset ympäristövaikutukset pienenevät. (Immonen, 2008, 99)

6 TYÖKONEMARKKINAT

Työkonemarkkinat ovat kokonaisuudessaan 430 miljardia euroa. Maatalous- ja metsätyökoneita myydään vuosittain 120 miljardilla, kaivos- ja rakennustyökoneita 150 miljardilla sekä nosto- ja käsittelykoneita 150 miljardilla eurolla. Työkoneista 60 - 70 prosenttia valmistetaan Aasiassa ja Oseaniassa. Työkoneiden tuotanto jakautuu tasan kehittyneiden ja kehittyvien maiden kesken. Markkinoiden kehitys ja kasvu on viime vuosina ollut pysähdyksissä, mutta maailman talouden elpyessä markkinoiden kasvun oletetaan palaavan takaisin 5-10 prosentin kasvuvauhtiin. (Finnpro 2010)

6.1 Liikkuvien työkoneiden markkinat

Liikkuvien työkoneiden osuutta työkoneteollisuudesta on vaikea täsmällisesti arvioida. Liikkuvia työkoneita valmistetaan mm. rakennuskone-, tavarankäsittely- ja maatalousteknologian aloilla. Käyttökohteen mukaan jaotellessa toimialat menevät osittain limittäin, nostureita käytetään sekä satamissa, varastoissa että rakennuksilla ja kaivureita sekä rakennuksilla että kaivosteollisuudessa. (Sitra 2009)

Tarkat tutkimukset liikkuvien työkonemarkkinoiden koosta ja sen erityispiirteistä ovat maksullisia, siksi työssä arvioidaan pääasiassa kolmen suurimman yrityksen julkaisemia markkinatietoja sekä artikkeleiden ja saatavilla olevien ilmaisten tutkimusten tarjoamia markkinatietoja. Tutkimuksissa, julkaisuissa ja yritysten tulostiedoissa liikkuvien työkoneiden määritelmät ja rajaukset eroavat hieman toisistaan, mutta suuruusluokat ovat kuitenkin yleensä hyvin lähellä toisiaan.

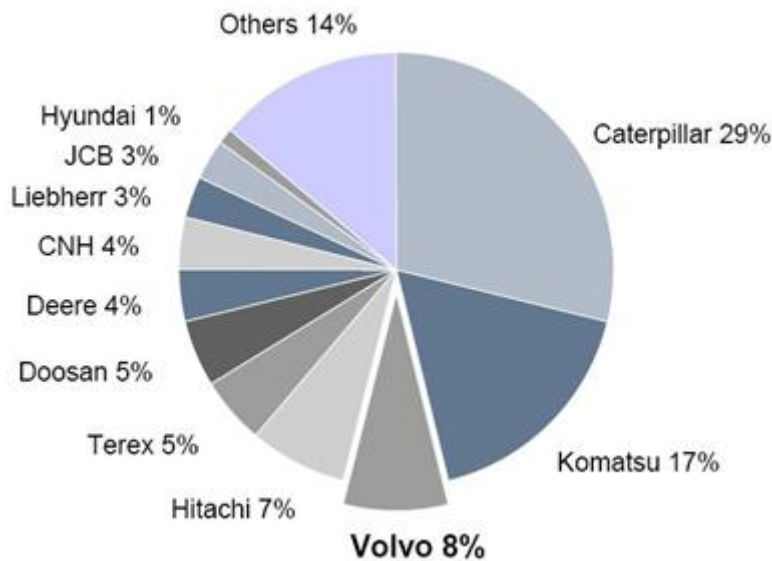
6.2 Markkinoiden koko

Volvon ja Freedonia tutkimuslaitoksen julkaisema markkina-arvio globaaleista markkinoista vuonna 2008 oli 109 miljardia dollaria. Arvio on tarkistettu vertaamalla sitä Caterpillarin, Komatsun, Volvon ja Hitachin toteutuneisiin myyntimääriin (taulukko 1)(kuva 2). Dollarimääräinen myyntimäärä on otettu yritysten tulos-

tiedoista. Jos myyntiä ei ole ilmoitettu dollareissa olemme muuttaneet käytetyn valuutan Suomen Pankin vuoden 2008 keskikurssilla dollareiksi (liite2). Japanilaisten Komatsun ja Hitachin tuloskausi on huhtikuusta maaliskuuhun tavallisen tammikuusta joulukuuhun ulottuvan tuloskauden sijasta. Siksi japanilaisten yritysten tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, mutta antavat oikean suuruus luokan vuoden 2008 myynnistä.

TAULUKKO 1. Neljän suurimman yrityksen liikevaihto ja markkinaosuudet

	Caterpillar	Komatsu	Volvo	Hitachi
Myynti 2008	\$ 31804	\$ 17623	\$ 8608	\$ 6992
markkinaosuus	29,2 %	17,2 %	7,9 %	6,4 %



KUVA 7. Liikkuvien työkoneneiden markkinaosuudet vuonna 2008 (Volvo 2009)

Tietoa vuoden 2009 ja 2010 liikkuvien työkoneneiden markkinoista koosta ei ollut saatavilla, joten markkinoiden kokoa on arvioitu kolmen suurimman yrityksen myynnin kehityksen avulla sekä Volvo antamalla arviolla globaaleista markkinoista. Nämä kolme yritystä käsittivät Volvon vuoden 2008 selvityksen mukaan 54 prosenttia markkinoista (kuva 7). (Volvo 2009)

Erityisesti länsimaita ravistellut maailman laajuinen taantuma supisti merkittävästi liikkuvien työkoneiden maailmanlaajuisia markkinoita. Vuonna 2009 maailman suurimman työkone valmistajan Caterpillarin myynti putosi vuodesta 2008 jopa 43 prosenttia. Yhtä voimakkaasti kysynnän hiljentyminen ravisteli Volvoa, jonka myynti vajosi 37 prosenttia Ruotsinkruunuissa laskettuna ja 46 prosenttia Yhdysvaltojen dollareissa, kun valuuttakurssien vaihtelu otetaan huomioon (taulukko 2). Molempien yrityksen myynnit Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa puolittuivat.

Japanilainen Komatsu selvisi vuoden 2009 sukelluksesta pienemmin vaurioin. Komatsun myynti pieneni noin neljänneksen. Tämä selittyy pitkälti sillä, että maailmaa ravistellut talouskriisi ravisteli erityisesti Eurooppaa ja Pohjois-Amerikkaa ja vaikutukset olivat pienemmät Komatsun päämarkkina-alueella Aasiassa. (Komatsu 2010) Volvon myynti Aasiassa tippui vain 6 prosenttia ja Caterpillarinkin vain kohtuulliset 19 prosenttia (mukana Tyynenmeren valtiot). Vuonna 2009 Volvon markkina-arvion mukaan maailman liikkuvien työkoneiden markkinat vajosivat 39 prosenttia. (Volvo 2010)

Caterpillarin mukaan talouden pudotus oli suurin vuonna 2009 mitä yritys on kokenut sitten suuren laman, joka ravisteli koko maailmaa ja kesti lähes koko 1920-luvun. Taantuma aiheutti rakennusteollisuuden hiljenemisen useissa maissa ja kaivos yhtiöt pienensivät tuotantoaan. Tämän tuloksena yritykset vähensivät voimakkaasti työkoneiden ostoja, esimerkiksi Kanadassa ja USA:ssa liikkuvien työkoneiden myynti oli pienintä sitten vuoden 1982. (Caterpillar 2010)

Vuonna 2009 markkinoiden koon arvioidaan olleen noin 65 - 68 miljardia dollaria. Pudotusta edellisvuoteen tuli noin 40 miljardia dollaria (taulukko 2).

Nopean laskun jälkeen myös siitä elpyminen on tapahtunut nopeasti. Vuonna 2010 Caterpillarin myynti kasvoi 53 prosenttia vuoden takaiseen verrattuna. Vuoteen 2008 verrattuna myynti oli kuitenkin vielä noin 13 prosenttia heikompaa (\$ 31,8 mrd 2008, \$ 27,8 mrd 2010). Erityisesti Aasian ja Tyynenmeren -alueen myynti oli todella rajussa kasvussa. Vaikka markkina-alueen pudotus edellisenä

vuonna olikin maltillinen 19 prosenttia, vuonna 2010 myynti kasvoi 67 prosenttia. Aasian ja Tyynenmeren -alue oli ainoa markkina-alue Caterpillarilla joka on merkittävästi suurempi kuin ennen talouskriisiä (24 %). (Caterpillar 2011a)

Volvon myynnissä vuonna 2010 on nähtävissä sama trendi kuin Caterpillarillakin, kokonaisymyynti kasvoi 51 prosenttia jääden vain alle 5 prosenttia vuoden 2008 tasosta. Kasvua vetivät erityisesti niin kutsutut BRIC maat joihin kuuluu Brasilia, Venäjä, Intia ja Kiina. Volvon mukaan vuoden 2010 globaalien liikkuvien työko-
neiden markkinoiden kokonaiskasvu oli 44 prosenttia ja vuonna 2011 markkinoiden oletetaan pysyvän positiivisina. (Volvo 2011)

Vuonna 2010 markkinoiden koon arvioidaan olleen noin 94–98 miljardia dollaria (taulukko 2). Markkinoiden suurista heilahteluista huolimatta arvioidaan että markkinaosuudet kolmella suurimmalla toimijalla ovat lähes ennallaan, Caterpillar 29 prosenttia, Volvo 8 prosenttia ja Komatsu 18 prosenttia.

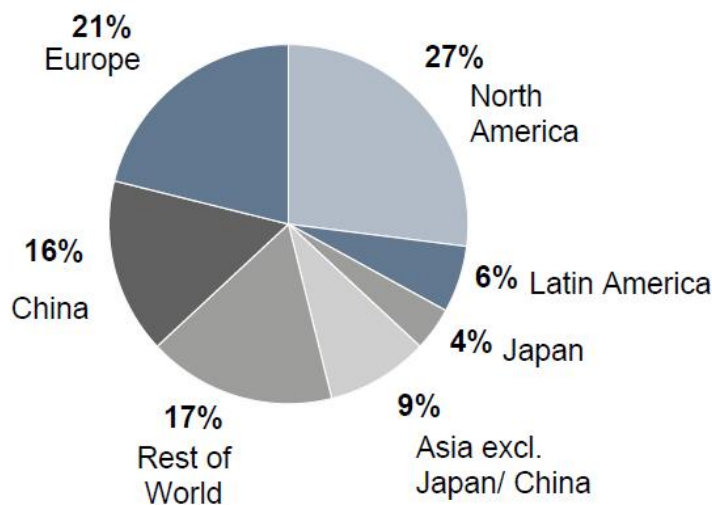
TAULUKKO 2. Markkinoiden kehitys vuosina 2008, 2009 ja 2010

	2008	2009		2010	
		SEK, JPY	\$	SEK, JPY	\$
Caterpillar	\$ 31,8 mrd		-43 %		+ 53 %
Komatsu	\$ 17,6 mrd	-27%	-23 %	+ 14 %	+ 25 %
Volvo	\$ 8,6 mrd	-37%	-46 %	+ 51 %	+ 60 %
Volvon arvio	\$ 109 mrd		-39 %		+ 44 %
Arvio	\$ 109 mrd	\$ 65–68 mrd		\$ 94–98 mrd	

6.3 Markkina-alueet

Tutkimuslaitokset ja yritykset ovat jakaneet markkinat samankaltaisiin segmentteihin. Eroja on kuitenkin segmenttien rajauksessa. Caterpillarin tulostiedoissa käsitellään EAME-maita, johon sisältyy Euroopan lisäksi Afrikan ja Lähi-idän maat. Komatsun tulostiedotteessa Pohjois- ja Etelä-Amerikka on käsitelty yhtenä markkina-alueena.

Aasian merkittävin markkina-alue liikkuville työkoneille on Kiina. Siksi se on usein otettu erikseen liikkuvia työkoneita käsittelevissä tilastoissa. Vuonna 2008 Kiinassa myytiin 16 prosenttia maailman liikkuvista työkoneista (kuva 8). Kiinan ohella Aasian markkinoista kannattaa nostaa esille Japani. Neljän prosentin markkina osuudellaan Japani oli kuitenkin merkittävästi Kiinaa pienempi markkina-alue. Muualla Aasiassa myytiin 9 prosenttia maailman liikkuvista työkoneista.



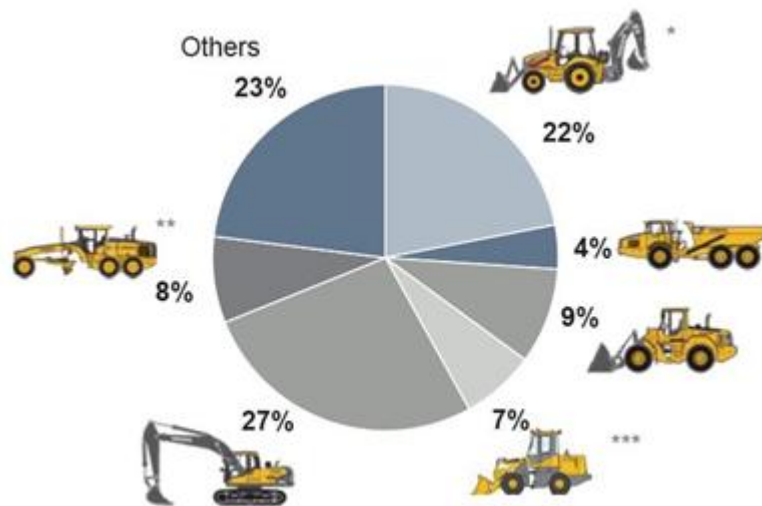
KUVA 8. Työkoneiden kokonaismyynnin osuudet eri maissa ja maanosissa vuonna 2008 (Volvo 2009)

Maanosiin jaettaessa liikkuvien työkoneiden markkinasegmenteistä suurin oli vuonna 2008 Aasia 29 prosentin osuudellaan. Pohjois-Amerikan osuus globaaleista markkinoista oli 25 prosenttia. Kolmanneksi merkittävin markkina-alue oli Eurooppa 21 prosentin osuudella. Nämä kolme suurinta markkina-alueita kattavat kolme neljänestä maailman liikkuvien työkoneiden myynnistä. Loput 25 prosenttia työkoneista myydään Etelä-Amerikassa, Afrikassa ja Oseaniassa.

Kun tarkastellaan liikkuvien työkoneiden markkinoita maakohtaisesti, niin kappalemääräisessä myynnissä Kiina on siirtynyt vuonna 2010 maailman suurimmaksi markkinaksi. Kiinan markkinoiden ennustetaan edelleen kasvavan voimakkaimmin. Eurooppa on toiseksi suurin markkina ennen Yhdysvaltoja. (Global Industry Analysts 2010)

6.4 Myynnin jakautuminen eri tuotteiden kesken

Vaikka neljä suurinta yritystä hallitsevatkin 61 prosenttia ja kahdeksan suurinta 79 prosenttia markkinoista (2008) on työkonemarkkinoilla tilaa tuhansille yrityksille. Liikkuvien työkoneneiden valmistajista suurimmat myyvät lähinnä tuotteita, joita valmistetaan suurissa erissä sarjatuotantona. Tällaisia tuotteita ovat kuvassa 9 esiintyvät liikkuvat työkonet. Suurin segmentti oli kaivukoneet 27 prosentin markkinaosuudella, kaivurikuormaa- jia myytiin 22 prosenttia. Pienempiä mutta silti merkittävään markkinaosuuden omaavia tuotteita ovat pyöräkuormaa- jat (16 %) tiehöylät (8 %) ja dumperit (4 %). Loppu 23 prosenttia eli 25 miljardia dollaria jakautuivat hyvin erilaisten koneiden kesken. Pienimmät erikoisvalmisteisten työ- koneiden valmistuksen eräkoot saattavat olla jopa alle 100 konetta. (Sitra 2009)



KUVA 9. Työkonemarkkinat konetyypeittäin (Volvo 2009)

Markkinoiden jakautuminen työkoneneiden kesken elää muutoksien aikaa samalla kun suuri osa markkinoista siirtyy kehittyviin maihin. Esimerkiksi pyöräkuormaa- jien osuus Kiinan liikkuvista työkonemarkkinoista oli 63 % ja kaivukoneet olivat toinen merkittävä artikkeli Kiinan markkinoilla. (Global Industry Analysts 2010)

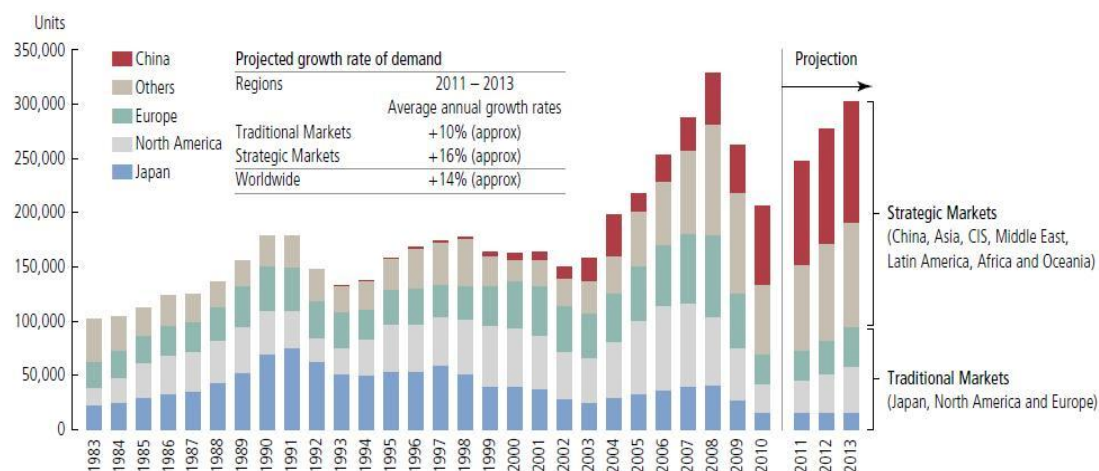
6.5 Kasvupotentiaali

Liikkuvien työkoneiden myynnin on ennustettu kasvavan nopeasti Aasian ja Tyynenmeren alueella, erityisesti Indonesiassa, Intiassa, Etelä-Koreassa ja Kiinassa. Aasian ja Tyynenmeren alueella myydään eniten uusia liikkuvia työkoneita ennen Pohjois-Amerikkaa. Yhdysvaltojen rakennustyökoneiden myynti on piristymässä lisääntyvän rakentamisen ansiosta. Tiukat päästönormit liikenteen ulkopuolella toimiville työkoneille aiheuttavat hinnan korotuspaineita Euroopan unionissa, Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Japanissa. Työkoneiden hintojen noustessa myös markkinoiden arvon odotetaan nousevan. (Global Industry Analysts 2010)

Freedonia Group arvioi vuonna 2009 että liikkuvien työkoneiden markkinat kasvavat keskimäärin 5 prosenttia vuodessa vuoden 2008 tasosta. Vuodeksi 2013 on arvioitu noin 140 miljardin dollarin myyntiä. Viiden prosentin kasvu on vähemmän kuin vuosien 2003–2008 aikana maailman talouskasvun hidastumisen, taantumien ja rakennuskustannusten nousun takia. Kaupungistuminen, meneillään oleva teollistuminen ja lisääntyneet panostukset julkiseen infrastruktuuriin kasvattavat maailman rakennustoiminnan kulutusta lisäten työkoneiden kysyntää. (The Freedonia Group 2009)

Volvon suurin veturi markkinoilla oli Aasia. Myynti kasvoi vuositasolla 88 prosenttia ja vuoteen 2008 verrattuna 77 prosenttia. Samalla Asian markkinat siirtyvät selvästi Volvon suurimmaksi markkina segmentiksi. Aikaisemmin Volvon selkeästi tärkeimpänä markkina-alueena ollut Eurooppa putosi tyystin Aasian kasvuvauhdista. Myynnin notkahduksen jälkeen Euroopan kasvu oli vain 24 prosenttia. Vielä vuonna 2008 Euroopan myynti kattoi 45 prosenttia ja Aasia neljänneksen Volvon myynnistä. Vuonna 2010 markkina-alueet vaihtoivat paikkaa, Eurooppa edusti alle kolmannesta ja Aasia 45 prosenttia myynnistä. Euroopan markkinoiden odotetaan kasvavan vuonna 2011 5-15 prosenttia, Pohjois-Amerikan 20–30 prosenttia ja Brasilian, Intian ja Kiinan 5-15 prosenttia ja Venäjän markkinoiden Volvo olettaa kaksinkertaistuvan. (Volvo 2011)

Demand for Construction & Mining Equipment by Region [Seven major products on a unit basis]



KUVA 10. Rakennus- ja kaivostyökoneiden kokonaiskysyntä (Komatsu 2011)

Japanilaisen Komatsun tuloskausi koostuu kvartaaleista huhtikuusta maaliskuuhun. Yrityksen tuottama markkinadata, kuten yllä oleva kuva, seuraa tätä samaista sykliä. Esimerkiksi 2008 tarkoittaa 4/2007-3/2008 välistä ajanjaksoa. Kappalemääräiseen myyntiin on otettu seitsemän tärkeintä liikkuvaa työkonetta telaketju- ja pyöräkaivukone, puskutraktori, pyöräkuormaaja, maansiirtokone, dumperi ja tiehöylä. Ne edustavat noin kolmea neljännessä markkinoiden kysynnästä.

Kuvasta nähdään kuinka voimakkaasti markkinat ovat 2000-luvulla aluksi kasvaneet ja kuinka liikkuvien työkonemarkkinoiden myynti reagoi talouden taantumisiin. Kuva 10 havainnollistaa myös markkinoiden alueellista muutosta ja sen nopeutta. Vuosituhannen vaihteessa perinteiset markkinat Japani, Pohjois-Amerikka ja Eurooppa edustivat lähes 90 prosenttia valittujen työkonemerkkien myynnistä. Komatsu kutsuu perinteisten markkinoiden ulkopuolelle jääviä markkinoita strategisiksi markkinoiksi. Lähestyttäessä vuosikymmenen vaihdetta strategiset markkinat ovat ottaneet Kiinan johdolla haltuunsa kaksi kolmannesta markkinakysynnästä. Voidaan todeta että liikkuvien työkonemerkkien markkinat ja siellä vallitseva kysyntä on radikaalisti muuttunut edellisellä vuosikymmenellä. Komatsun mukaan liikkuvien työkonemerkkien taantumien jälkeinen markkinoiden kasvu jatkuu voimakkaana (kuva 10).

7 HYBRIDITYÖKONEIDEN MARKKINAPOTENTIAALI

Hybriditeknologia nähdään merkittävänä tekijänä työkoneiden sähköistämiseen, ainakin niin kauan kunnes akkujen kapasiteettia pystytään lisäämään merkittävästi. Monet yritykset ovat kiinnostuneita hybridiratkaisuista, mutta koneen valmistaja eivät ole olleet kovin aktiivisia omassa tuotekehityksessään. Useat valmistajat odottavat kehitystä omilta toimittajiltaan. Suurimpia pullonkauloja uusissa ratkaisuissa ovat kustannukset ja luotettavuus sekä tekniset seikat, kuten akkujen koko ja käyttöikä. (Finnpro 2010)

Frost & Sullivan arvioi VTT:n seminaarissa 27.4.2010 sähkön hyödyntämisen mahdollisuuksia teollisuussektorin työkoneissa vuoteen 2015 saakka. Hybridien yleistymiseen johtavia tekijöitä ovat kehittyvien talouksien kasvu ja sähkökäyttöjen soveltamisen lisääntyminen. Hybridisovellusten mahdollisuuksia pidetään täyssähköön perustuvia parempina. Sähköön perustuvan teknologian soveltaminen teollisuudessa jää kuitenkin vähäiseksi ja on globaalistikin optimistisen skenaarion mukaan vuonna 2015 vain prosentin luokkaa. (Swot Consulting Finland 2010) Frost & Sullivan asettaa liikkuvat työkoneet markkinamahdollisuuksien mukaan seuraavaan järjestykseen:

- Kaupalliseen käyttöön tarkoitetut ajoneuvot (jakeluautot, bussit jne.)
- Materiaalin käsittelyyn tarkoitetut ajoneuvot (kuten trukit, satamanosturit)
- Erikoisajoneuvot (golf ajoneuvot jne.)
- Maatalouskäyttöön tarkoitetut ajoneuvot
- Rakentamiseen ja kaivostoimintaan tarkoitetut ajoneuvot.

7.1 Potentiaalisten markkinoiden valinta

Potentiaalisten markkinoiden valintaan käytetään teoria osuudessa esiteltyä Cavusgilin ulkomaisten markkinoiden mahdollisuuksien analyysiä. Tavoitteena on saada yleiskuva potentiaalisista markkinoista. Tutkimus on suppea versio yrityksen tai tutkimuslaitoksen todellisesta tutkimuksesta, mutta tavoitteena on saada

yleiskatsaus muutamasta hybridityökoneille merkittävästä markkinasta. Tässä kappaleessa ja liitteessä 1 käytetyt maakohtaiset tiedot on otettu YK:n inhimillisen kehityksen raportista vuodelta 2010 ja CIA:n World Factbook -julkaisusta. Liitteen 1 maakohtaisen bruttokansantuotteen kasvu luku on saatu laskemalla vuosien 2008, 2009, 2010 muutoksen keskiarvo.

Aluksi sovelletaan teoriaosuudessa esiteltyä ulkomaille viennin markkinapotentiaalin mallin ensimmäistä vaihetta. Sen avulla määritetään alustava arvio maista, joissa saattaa mahdollisesti olla potentiaalia hybridityökoneiden markkinoille. Aluksi valitaan perusjoukoksi ne maat, joissa YK:n kehitysohjelman inhimillisen kehityksen indeksi (HDI) on korkea ja jotka kehitysohjelma on määritellyt raportissaan korkean inhimillisen kehityksen maiksi. Rajataan tästä joukosta pois ne maat, joissa asukasluku on alle viisi miljoonaa ja maapinta-ala on alle 25 000 neliökilometriä, sillä näissä maissa markkinoiden ei voida olettaa olevan kovin suuret. Tällöin saadaan maiden joukko, joka on esitetty liitteessä 1 yli 0.8:n HDI-indeksillä. Siitä nähdään, että alustavasti potentiaaliset markkinat sijaitsevat Euroopassa, Yhdysvalloissa, Kanadassa, Australiassa, Uudessa-Seelannissa, Japanissa ja Etelä-Koreassa. Inhimillisen kehityksen indeksiä (HDI) käytettiin, koska kehittyneet maat ovat myös taloudellisesti kehittyneitä ja niissä on kysyntää myös uudelle ja arvokkaammalle teknologialle.

Seuraavaksi liitteen 1 listalle lisätään vielä maat jotka kuuluvat maailman 15 suurimman talouden joukkoon ostovoimapariteetilla korjatun bruttokansantuotteen perusteella. Maat, jotka selvisivät bruttokansantuotteen vertailun kautta listalle, ovat Kiina, Intia, Venäjä, Brasilia ja Meksiko. Edellä mainitulla lisäyksellä saadaan kattava otos markkinoista joissa saattaisi olla potentiaalia.

Listaa on syytä karsia, jotta tutkittavia maita ei jää liikaa jäljelle. 25 maasta 15 on Eurooppaan kuuluvia maita. Eurooppa otetaan yhtenä markkina-alueena mukaan. Euroopan unionin maiden HDI-Indeksin vaihteluväli on suuri pois karsiutuneiden Irlannin ja Bulgarian välillä. Kuitenkin Bulgariaa, Romaniaa, Latviaa ja Liettuaa lukuun ottamatta muut 23 jäsenmaata kuuluvat erittäin korkean HDI-indeksin

piiriin. Korkean HDI:n maana ja ainoastaan kasvussa keskikastiin jäänyt Yhdysvallat on valittava listalta. Myös Australia, Kanada, Japani ja Etelä-Korea otetaan seuraavalle kierrokselle tarkasteluun.

Kehittyvistä alemman HDI:n maista mukaan tarkempaan tutkintaan otamme Kiinan ja Venäjän. Kiinalla on listan toiseksi suurin bruttokansantuote ja nopein bruttokansantuotteen kasvu. Kun taas Venäjä on mielenkiintoinen markkina läheisen sijainnin, bruttokansantuotteen ja kohtuullisen HDI arvon ansioista. Intia jää tarkastelun ulkopuolelle huonoimman bruttokansan tuotteen per asukas arvioinnin perusteella.

Tässä työssä on tarkoitus tutkia vain muutamia markkinoita lähemmin, joten karhimme potentiaaliset markkinat kolmeen. Seuraavaksi tutkitaan maita työkonemarkkinoiden koon, kehityksen ja rajoitusten perusteella. Aikaisemmin työssä on todettu että suurimmat markkinat nykyään ovat Kiinassa, Yhdysvalloissa ja Euroopassa (kuva 8, kuva 10). Kasvuvauhti ei Euroopassa ja Yhdysvalloissa ole verrattavissa kehittyviin markkinoihin, kuitenkin HDI, päästölainsäädäntö ja markkinoiden koko tekevät niistä erittäin mielenkiintoiset hybridityökoneiden kannalta. Päästölainsäädäntö on myös erittäin tiukka esimerkiksi Kanadassa, Japanissa sekä Australiassa, mutta informaation saatavuuden helpottamiseksi markkinoiden koko on määräävä tekijä tässä vaiheessa. Venäjä olisi todellisuudessa myös mielenkiintoinen markkina tutkia lähemmin, mutta kehittyvistä markkinoista Kiina on merkittävämpi tekijä. Seuraavaksi tutkitaan valittuja markkinoita tarkemmin. Käymme tarkemmin läpi tekijöitä jotka tekevät Euroopan, Kiinan ja Yhdysvaltojen markkinoista kiinnostavia hybridityökoneiden kannalta.

Kolmannen vaiheen tutkimusta ei katsottu aiheelliseksi tehdä. Yrityksen toteuttamaan markkinapotentiaalin tarkasteluun tämä vaihe kuuluisi, mutta työn luonteen vuoksi tarkastelu jätetään pintapuolisemmaksi.

7.1.1 Eurooppa

Euroopan markkinat ovat keskittyneet Euroopan unionin alueelle. Muualla kuin Euroopan unionissa myytyjen liikkuvien työkoneiden merkitys markkinoiden kokoon on hyvin pieni. Niin kutsutuista Länsi-Euroopan maista Euroopan unionin ulkopuolelle jäävät ainoastaan Norja, Sveitsi ja Islanti. Kaikki kolme maata ovat suhteellisen pieniä niin kooltaan kuin väkiluvultaankin. Euroopan unionin ulkopuolelle jäävät kehittyvät maat, kuten Kroatia ja Albania ovat niin ikään pieniä maita Euroopan mittakaavassa.

Vuonna 2008 Euroopan osuus liikkuvien työkoneiden globaaleista markkinoista oli 21 prosenttia. Rahaksi muutettuna markkinaosuus vastasi noin 23 miljardia dollaria. Vuonna 2009 syvimmillään ollut taantuma romautti Euroopan markkinoiden kysynnän tason. Vuonna 2010 oli näkyvissä elpymisen merkkejä, mutta jyrkän pudotuksen takia Euroopalla on vielä pitkä matka vuoden 2008 tasoihin myyntilukemiin liikkuvien työkoneiden markkinoilla.

Saksa on Euroopan suurin koneteollisuusmaa. Viime vuonna teollisuudenala ylsi 205 miljardin euron liikevaihtoon, se onkin toiseksi suurin teollisuudenala heti autoteollisuuden jälkeen. Saksan koneteollisuudessa toimii jopa 9800 yritystä, näistä yrityksistä 2500 on liikkuvien työkoneiden valmistajia, 1900 yritystä valmistaa maa- ja metsätalouskoneita ja 600 yritystä tekee koneita kaivos- rakennus- ja rakennusmateriaaliteollisuudelle. Euroopan suurin liikkuvia työkoneita valmistava yritys on ruotsalainen Volvo, mutta Saksa on monilla pienemmillä segmenteillä merkittävä toimija. Esimerkiksi liikkuvien nosturien osalta Saksa on maailman johtava valmistusmaa. (Sitra 2009)

Euroopassa kilpailutilanne kiristyy entisestään matalan kasvun ja uusien markkinoille tulijoiden ansioista. Kiinalainen rakennuskone- ja telaketjutraktorien valmistaja Sany kertoi 2008 syksynä investoivansa 100 miljoonaa euroa uuteen tehtaaseen Mühlenerftissä. Tehtaan tuotanto on suunnattu Euroopan markkinoille. (Sitra 2009)

Euroopassa liikkuvien työkoneiden päästöjä ohjaavat kolmannen vaiheen päästörajoitukset. Kehittyneitä moottoritekniikoita ajatellen normien taso on riittävän tiukka. Aasian edullisten työkoneiden on vaikea täyttää näitä normeja ilman mitattavaa moottorien kehitystä tai teknologian siirtoa. Päästörajoitukset ja niiden täyttämiseen käytettävät panostukset ja teknologiat nostavat tavallisten työkoneiden hintaa ja tuovat ne lähemmäksi hybridityökoneiden hintatasoa.

Polttoaineet ovat Euroopassa kalliita, esimerkiksi Yhdysvalloissa litra bensiiniä maksaa noin 70 senttiä, kun suomessa bensiinin hinta on noin 1,55 euroa litralta. Kallis polttoaine korostaa hybridityökoneiden polttoainetaloutta kun saavutetut polttoainekustannussäästöt ovat suurempia. Euroopassa ei vastaavanlaisia tukijärjestelmiä ole kuin Yhdysvalloissa. Tämä ei silti tarkoita sitä että hybridejä ei Euroopassa kannattaisi kehittää. Yliopistot ja tutkimuslaitokset kehittävät hybriditekniikkaa ja sen sovelluksia. Suomessakin VTT:llä, Tekesillä ja yliopistoilla on omat hybridi-projektinsa. Vuosaaren Satamassa testataan parhaillaankin hybridikäyttöisiä lukkeja ja Kabuksella on ollut oma hybridibussi prototyypinsä valmiina jo useita vuosia.

7.1.2 Yhdysvallat

Yhdysvaltojen liikkuvat työkonemarkkinat ovat lähes Euroopan työkonemarkkinoiden kokoiset. Pohjois-Amerikan markkinoiden osuus globaaleista markkinoista vuonna 2008 oli 27 prosenttia ja arvo yli 29 miljardia dollaria. Maailman suurin liikkuvien työkoneiden valmistaja Caterpillar pitää päämajaansa Preoriassa, Illinoisissa.

Vertailtaessa vuosien 2008 ja 2009 viimeisiä neljänneksiä Volvon arvion mukaan Pohjois-Amerikan myynti vajosi 40 prosenttia. Syynä tähän on maailman markkinoita ravistellut taantuma ja esimerkiksi Yhdysvaltojen asuntotuotannon voimakas romahdus. (Volvo 2010)

Yhdysvaltojen liikkuvien työkoneiden markkinat kääntyivät kasvuun vuonna 2010 ensimmäistä kertaa sitten vuoden 2006. Vuonna 2010 Yhdysvaltojen liikkuvien työkoneiden markkinat hyötyivät Keski-Appalakkien hiilen 29 prosentin hinnannoususta. Metallien hinnat olivat myös koholla. Tuotanto hiilikaivoksissa nousi 6 prosenttia ja metalli kaivoksissa 20 prosenttia. Tämä taas rohkaisi yrityksiä satsaamaan investointeihin, joka näkyi positiivisesti kaivostyökoneiden myynnissä. (Caterpillar 2011a)

Yhdysvaltain asuntomarkkinat kääntyivät loivaan nousuun vuonna 2010, mutta 2009 vuoden romahduksen takia tuloksena oli silti toiseksi huonoin vuosi 1945 jälkeen. Uusien kotien myynti pysyi tukevassa 15 prosentin laskussa. Naapurimaan Kanadan asuntomarkkinat olivat hyvässä 29 prosentin nousussa ollen lähes taantumaa edeltävällä tasolla. (Caterpillar 2011a)

Pohjois-Amerikan markkinoiden liikkuvien työkoneiden myynti ei ole ollut näin alhaisella tasolla 1990-luvun taantumien jälkeen (kuva 10). Yhdysvalloissa on odotettavissa maltillista kasvua seuraavien vuosien aikana, mutta kehittyvien maitten kasvuvauhtiin se ei tule yltämään.

Yhdysvaltain hallitus suunnittelee investoivansa seuraavien 10 vuoden kuluessa 150 miljardia dollaria puhtaaseen energiateknologiaan. 25 miljardia dollaria ohjataan ajoneuvovalmistajille ja jakeluverkostolle polttoainetta säästävien ajoneuvojen tuotantoteknologian rakentamiseen. (Swot Consulting Finland 2010) Tästä seurauksena esimerkiksi Kenworthin keskiraskaan hybridi rekka-auton ostaja saa vero huojennuksia jopa 12000 dollarin edestä. (Construction Equipment 2009a)

Kalifornian ympäristöasioista vastaava viranomais jakaa yli 20 miljoonaa dollaria ”Californian Hybrid Truck and Bus Voucher Incentive Project” eli HVIP:n kautta vauhdittaakseen matalapäästöisten hybridirekkojen ja -bussien myyntiä. Projektin tiimoilta uuden rekka-auton ostaja voi saada jopa 40 tuhannen dollarin etusetelin investointiinsa. Viranomaisella on lista malleista joihin tukea voi saada. Jokaisen valmistajan mallisto on oikeutettu korkeintaan 100 tuettuun hybridiajo-

neuvon myyntiin. Projektin päämääränä on saada kaupallistettua hybriditeknologiaa ja tukea tuotantoa sen alku vaiheessa. Hybriditeknologian tukeminen on viranomaisen mukaan välttämätöntä jotta Kalifornia pystyy saavuttamaan puhtaamman ilman tavoitteet. (California Environmental Protection Agency 2010, 2011)

Yhdysvaltojen hallituksen ja Kalifornian viranomaisten varsin merkittävät tukitoimet uutta hybridi teknologiaa kohtaan tekevät Yhdysvaltojen markkinasta hyvin mielenkiintoisen hybridi työkoneiden kannalta. Nykyisellään jo tiukat päästönormit jatkavat kehitystään yhä puhtaampien pakokaasupäästöjen puolesta. Vaikka nykyiset tukitoimet eivät kohdistu suoraan liikkuvien työkoneiden valmistajiin, välillisesti kaikki hybriditeknologian kanssa tekemisissä olevat tahot hyötyvät. Mitä enemmän hybridi sovelluksia myydään sitä edullisemmaksi teknologia jota niissä käytetään tulee. Yllä oleva esimerkki Kalifornian viranomaisen rekka-autojen ja bussien tukijärjestelmästä on tästä hyvä esimerkki. Useat bussien ja rekka-autojen moottorit ja niiden valmistajat ovat mukana myös liikkuvien työkoneiden markkinoilla.

Yhdysvalloissa on voimassa Tier 4 päästönormit. Kaikissa liikenteen ulkopuolissa työkoneissa normi tulee voimaan täysimääräisenä viimeistään 2014. (DieselNet 2004) Suuruus tasoltaan päästörajoitukset ovat samaa luokkaa kuin esimerkiksi Japanilla ja Euroopan unionilla. Vaikka liikkuvien työkoneiden markkinat elävätkin vaikeinta aikaa vuosikymmeniin, usko kehitykseen ja uusien ympäristöystävällisemmän teknologian paremmuuteen säilyy Yhdysvalloissa vahvana.

7.1.3 Kiina

Kiinan liikkuvien työkoneiden osuus globaaleista markkinoista oli 16 prosenttia vuonna 2008. Markkina-arvoltaan Kiinan markkinat olivat noin 17,5 miljardia dollaria. Kiinan merkitys liikkuvien työkoneiden markkinoilla on kasvanut todella radikaalisti vuoden 2000 jälkeen ja Komatsu ennustaa että sen merkitys kasvaa edelleen (kuva 10). Esimerkiksi Saksalaisille kaivosteollisuuden laite-

valmistajille kilpailutilanne on vaikeutunut kiinassa paikallisten yrityksen saamien valtion tukien vuoksi. (Sitra 2009)

Vuonna 2010 Kiina nousi maailman suurimmaksi liikkuvien työkoneiden ostajaksi. Aasian ja Tyynenmeren markkina-alueen kasvusta Kiina edusti karkeasti puolta. Ylikuumenemisen pelossa Kiinan valtio pyrki hidastamaan talouskasvua, teollinen tuotanto nousi kuitenkin 16 prosenttia. Asuntotuotanto kasvoi 33 prosenttia ja muu rakentaminen 19 prosenttia. Hiilikaivokset kaivoivat 21 prosenttia enemmän hiiltä. (Caterpillar 2011a)

Kiina on viime vuosien suuren kysynnän vauhdittamana noussut varteenotettavaksi liikkuvien työkoneiden viejämaaksi Sany:n ja XCMG:n johdolla. Kiinalaiset konevalmistajat vievät kuitenkin pääosin markkinoille, jotka eivät esimerkiksi saksalaisille valmistajille ole tärkeimpiä, Afrikkaan ja Lähi-itään. Ja vaikka kiinalaiset valmistajat yrittävät saada jalansijaa myös Venäjällä ja pyrkivät Eurooppaan, eivät ne vielä ole vieneet markkinaosuuksia saksalaisilta valmistajilta. (Sitra 2009)

Kiinan päästörajoitukset tiukentuivat vuonna 2009 kun voimaan tulivat toisen vaiheen päästönormit, ne perustuvat Euroopan unionin ensimmäisen ja toisen vaiheen normeihin. Euroopassa on jo käytössä kolmannen vaiheen normit. (Diesel-Net 2004) On kuitenkin merkittävää että Kiina haluaa rajoittaa päästöjään ja on kiinnostunut ympäristö asioista edes jossain määrin. Toivoa vain sopii että Kiina jatkaa ympäristönormien ja säädösten kiristämistä. Tämä lupaa tulevaisuuden kannalta hyvää. Esimerkiksi Intia ottaa käyttöön Kiinaa vastaavat normit käyttöön vasta paria vuotta myöhemmin.

Kiina on suuri maa jo pelkästään 1,3 miljardilla asukkaallaan. Suurimmat markkinat takaavat sen että jo pienenkin markkinaosuuden vallatessaan liikkuvien hybridityö koneiden myyntimäärät ovat erittäin suuria. Kun verrataan markkinoita esimerkiksi pienten teollisuusmaiden markkinoihin, niin promillenkin markkina-

osuus Kiinassa vastaa parhaimmillaan suurta osaa pienen maan liikkuvien työko-
neiden markkinoista.

7.2 Päästöjä rajoittava lainsäädäntö

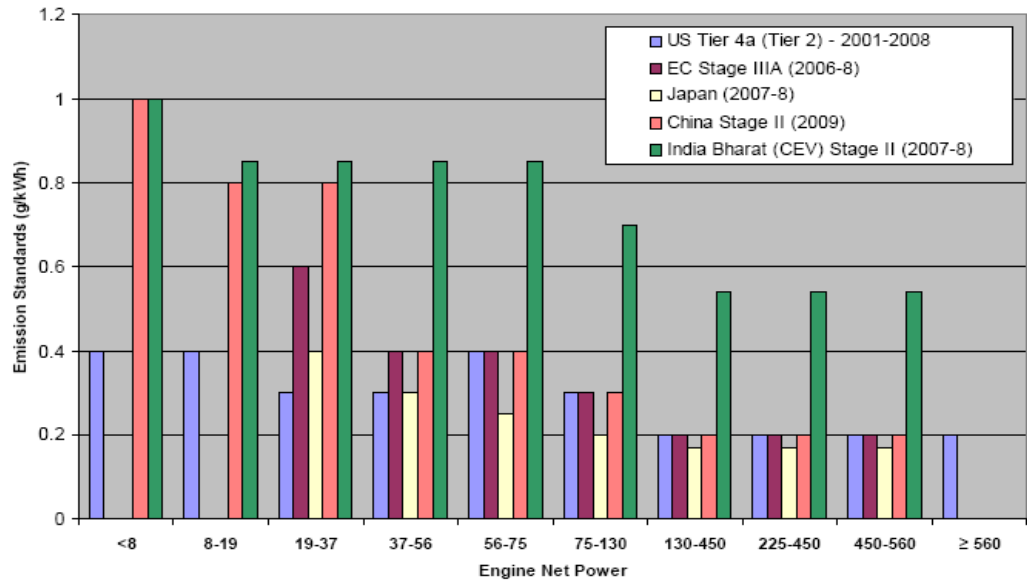
Aluksi kappaleessa käsitellään pienhiukkaspäästöjä hieman tarkemmin, jonka jälkeen siirrytään maakohtaiseen päästönormi tarkasteluun. Lopuksi luodaan kat-
sauksen ympäristö normien vaikutuksiin kokonaispäästöissä. Esimerkkinä käyte-
tään Suomen päästöjä liikkuvien diesel-työkoneiden osalta. Energiatehokkuuden
parantaminen liikkuvissa työkoneissa on ollut viimeaikojen pääasiallinen kasvun
veturi ja haaste sekä koneiden valmistajille että komponenttien toimittajille. Tiu-
kentuvat päästörajoitukset ja nousevat energiakustannukset toimivat motiivina
kehittää alalle vähäpäästöisiä ja energiaa säästäviä ratkaisuja. Esimerkiksi sveitsi-
läinen Liebherr kehittää ja käyttää kaikissa maansiirtokoneissaan uutta vähäpääs-
töistä teknologiaa. Myös komponenttitoimittajat erikoistuvat vastatakseen muut-
tuviin tarpeisiin. (Sitra 2009)

7.2.1 Pienhiukkaspäästöt

Kuva 11 esittää vuoden 2008 tilannetta pienien hiukkasten päästörajoitusten
osalta. Ilmassa leijuvilla pienillä hiukkasilla on merkittäviä terveysvaikutuksia.
Pienhiukkaset eivät tartu pienen kokonsa vuoksi hengityselinten pölynpoistome-
kanismeihin. Pienhiukkasiin on liitetty muun muassa astman yleistyminen. Suo-
messa hiukkasalttius on suhteellisen pientä. Pienhiukkasten terveysvaikutukset
liittyvät erityisesti polttoperäisiin hiukkasiin, kuten liikenteestä ja voimalaitoksista
peräisin oleviin hiukkasiin. (Energiateollisuus 2011)

Kuviosta voidaan päätellä että tarkastelun alla olevissa teollistuneissa maissa
päästörajoitukset olivat hyvin lähellä toisiaan. Japanissa oli tarkasteluajankohtana
tiukimmat määräykset, mutta ero varsinkaan suurissa koneissa Yhdysvaltoihin ja
Eurooppaan ei ollut merkittävä. Uudet jo osittain voimaan tuulleet päästömäärä-
ykset Euroopan Unionissa laskevat hiukkasten päästöt aivan uudelle tasolle (liite

3). Kiinan toisen vaiheen hiukkaspäästörajoitukset rajoittavat merkittävästi suurten koneiden hiukkaspäästöjä. Pienien koneiden päästötaso on sama kuin Intiassa, jonka päästörajoitukset ovat kuin teollisuudessa 1990-luvulla.



KUVA 11. Päästörajoitukset eri maissa (Dieselnet 2008)

7.2.2 Eurooppa

Alan aiheuttamista päästöistä hiukkaspäästöt ja typen oksidipäästöt aiheuttavat eniten ilman pilaantumista. Komission vaikutustentarvion mukaan liikkuvien työkonien arvioitujen PM10-hiukkaspäästöjen osuus on 27 EU-maassa seitsemän prosenttia verrattuna tieliikenteen 13 prosenttiin. Liikkuvat työkonet tuottavat 16 prosenttia kaikista 27 EU-maan typenoksidipäästöistä, kun taas tieliikenteen osuus näistä päästöistä on 42 prosenttia. (VTT 2010a)

Euroopassa on Yhdysvaltojen ja Japanin ohella maailman tiukimmat päästörajoitukset liikkuville työkonille. Ensimmäinen päästädirektiivi tuli voimaan 16. joulukuuta 1997. Toinen vaihe direktiivistä tuli voimaan vuosien 2001 ja 2004 välillä, riippuen työkonien käyttämän moottorin tehosta. Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi 97/68/EY tavoitteena oli lähentää kaasu- ja hiukkaspäästöjen lainsäädäntöä jäsenvaltioissa. (EUR-Lex 1998)

Liitteessä 3 olevan taulukon mukaiset kolmannen ja neljännen vaiheen rajoituksista kolmannen A vaiheen määräykset ovat jo käytössä. Kolmannen vaiheen B osa ja neljäs vaihe otetaan käyttöön taulukon mukaisesti vuosien 2011 ja 2014 välisenä aikana. Päästöjen kiristämisen vaikutukset kohdistuvat hyvin moninaiseen koneiden tuotantoon, noin 1 500:aan EU:ssa toimivaan yritykseen. Siirtyminen vaiheeseen III B käsittää askelmuutoksen teknologiassa, ja tästä aiheutuu huomattavat kustannukset, kun moottorit on suunniteltava uudelleen ja on kehitettävä edistyneitä teknisiä ratkaisuja. Siirtymävaihe osuu aikaan, jolloin alalla on vakavia taloudellisia ongelmia. (EUR-Lex 2010)

7.2.3 Yhdysvallat

Liitteessä 3 olevan taulukon mukaiset Tier 4 päästö standardit koskevat maataloustraktoreita, kaivukoneita, puskutraktoreita, pyöräkuormaajia, kaivureita, tiehöyliä, metsätyökoneita, siirrettäviä generaattoreita, kiinteillä akseleilla olevia kuormaajia (esim. bobcat) ja trukkeja. (Dieselnet 2004)

Dieseltyökoneiden päästöstandardit eivät ole käyttökelpoisia kaikille dieseltyökoneille. Esimerkiksi seuraavat eivät soveltuvuutensa takia kuulu Tier 4 päästö standardin piiriin, dieselmoottorit joita käytetään raitioliikenteessä ja yli 50 hevosvoimaiset vene- ja laivamoottorit omaavat erikseen oman päästönorminsa. Kaivosteollisuudessa käytettäviä moottoreita säätelee ”Mine Safety Health Administrationin” omat päästö- ja ilmanlaatusäädökset. Harrastemoottoreita, joiden kuumuustilavuus on alle 50 cm³, Tier 4 standardit eivät koske.

7.2.4 Kiina

Kiinassa vuonna 2009 voimaantullut toisen vaiheen päästörajoitus (liite 3) rajoittaa erityisesti suurten koneiden hiukkaspäästöjä. Tämä osoittaa että Kiinakin on ottamassa tosissaan vaarallisten hiukkasten vähentämisen. Kiinan on jatkettava hiukkaspäästöjen tiukentamista jos se haluaa merkittävästi alentaa hiukkaspäästöjään. Intia on samalla tasolla rajoituksissaan kuin Kiina ennen toisen vaiheen

päästörajoituksia. Kiinassa voimassa olevien pienten dieselmoottorien päästörajoi-
tusten tasolla oltiin teollisuusmaissa jo 1990-luvun lopulla, joten hiukkasten pääs-
töjä vähentävä jo koeteltu tekniikka on ollut jo pitkään käytössä. Kiinan ja Intian
päästörajoitukset eivät siksi vielä aiheuta merkittäviä toimenpiteitä moottorival-
mistajille. (Dieselnet 2008)

7.2.5 Päästönormien vaikutukset

Alla olevassa taulukossa 3 on kuvattu TYKO 2009 Suomen ajettavien dieselyö-
koneiden päästölaskentajärjestelmän tulostiedot (VTT 2010b). Taulukko on rajat-
tu kattamaan havainnot vuodesta 1999 vuoteen 2009 ja ennusteet vuoteen 2015
saakka. Vaikka työkonekanta kasvaa niin lukuun ottamatta hiilidioksidipäästöjä
kaikki merkittävät päästölajit ovat vähentyneet huomattavasti. Tarkasteluajanjak-
solla on työkoneissa käytettävästä dieselpolttoaineesta tullut rikitöntä. Hiukkas-
päästöjen rajoittaminen on ohjannut työkonevalmistajia kehittämään ratkaisuja
niiden vähentämiseen suodattimien ja polttoaineen palamisen optimoinnilla. Tämä
on hyvä osoitus siitä kuinka lainsäädännöllä voidaan vaikuttaa päästöihin.

TAULUKKO 3. Dieselyökoneiden päästölaskentajärjestelmän tulostiedot (VTT
2010b)

	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Kanta [kpl]	405 269	411 677	416 769	421 569	428 863	437 540	439 583	443 213	447 624
Myynti [kpl]	9 330	9 227	9 664	9 124	9 157	6 424	7 758	8 458	8 558
CO [t/a]	9 095	8 568	7 898	7 177	6 667	5 466	5 753	5 754	5 284
HC [t/a]	3 991	3 631	3 194	2 738	2 388	1 817	1 797	1 664	1 288
NOx [t/a]	28 711	27 735	25 315	22 041	19 958	15 636	15 617	14 586	11 964
Hiukkaset [t/a]	2 778	2 502	2 142	1 421	1 064	791	768	667	456
CH4 [t/a]	101	106	109	111	115	103	116	122	125
N2O [t/a]	56	56	56	56	57	50	55	58	58
SO2 [t/a]	2 260	2 307	2 312	370	13	12	13	14	14
CO2 [t/a]	2 062 653	2 105 997	2 110 455	2 086 783	2 115 533	1 846 107	2 042 530	2 140 541	2 151 317
Kulutus [t/a]	645 588	659 154	660 549	659 936	672 024	594 584	657 847	689 414	692 884
Kulutus [m ³ /a]	764 009	780 064	781 715	780 989	795 295	703 649	778 517	815 874	819 981
Energia [TJ/a]	27 567	28 146	28 205	28 179	28 695	25 389	28 090	29 438	29 586
Energia [GWh/a]	7 657	7 818	7 835	7 828	7 971	7 052	7 803	8 177	8 218

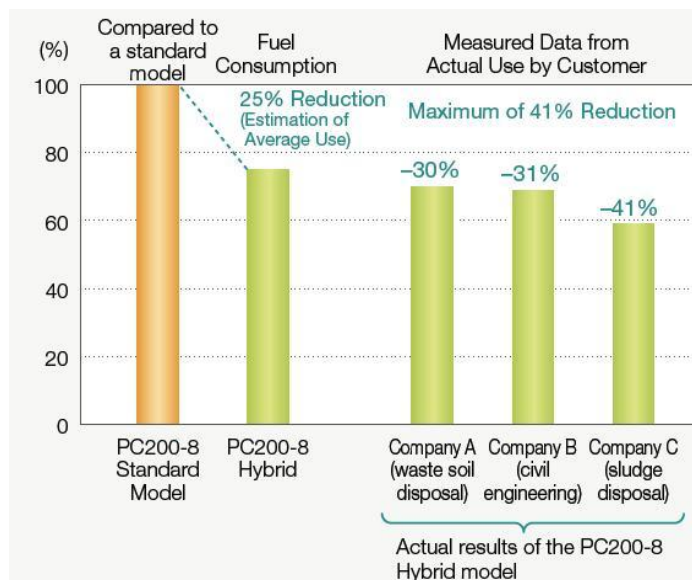
7.3 Hybridityökoneiden markkinoille tuloa hidastavat tekijät

Vaikka diesel- ja sähkömoottorit ovat yleisiä ja hyvin tavanomaisia moottoreita, niiden yhdistämisestä ja energian varastoimisesta aiheutuvat valmistuskustannukset nostavat hybridi tuotteen hintaa vielä liian paljon jotta se olisi aidosti kilpailukykyinen ratkaisu. On ennakoitu että myös hybridityökoneiden huoltokustannukset ovat korkeammat monimutkaisen voimansiirtojärjestelmä takia. Esimerkiksi hybridikaivukoneet maksavat noin 20 – 50 prosenttia enemmän kuin vastaavat tavalliset koneet. Hybridityökoneiden hinnan on laskettava hyvin lähelle tavallisen työkonteen hintaa, jotta markkinoilla olisi niille kysyntää. (Lin, Wang, Hu & Gong 2010)

Seuraavassa on yksinkertaistettu esimerkki Caterpillarin D7E hybridin kohdalta. Caterpillarin D7E hybrid puskutraktorin kuluttavat parhaimmillaan 30 prosenttia vähemmän polttoainetta ja ovat 10 prosenttia tuottavampia kuin tavallinen D7R versio. D7E hybridin käyttökustannukset ovat myös 10 prosenttia pienemmät. Jälleenmyynti hinnaltaan se on tavallista D7R puskutraktoria 20 prosenttia kalliimpi noin 600 tuhannen dollarin hinnallaan. (Construction Equipment 2009b)

Caterpillarin mukaan D7E:tä vastaava tavallinen puskutraktori kuluttaa normaalissa toiminnassa polttoainetta 29,1 litraa tunnissa ja D7E 23,5 litraa. D7E siirtää 250 kuutiometriä maata tunnissa kun tavallinen kone jää 229 kuutioon. Tämä tarkoittaa 19,5 prosenttia pienempää kulutusta ja 10,3 prosentin korkeampaa tuottavuutta 8 tunnin työvuorossa. Toisaalta saman kuutio-määrän käsittelyyn kuluu aikaa 45 minuuttia vähemmän. Dieselin kolmen dollarin gallona hinnalla D7E säästää 9000 dollaria vuodessa. Euroopan korkeammilla polttoaineen hinnoilla säästö on tätäkin suurempi. Kun diesel maksaa 1,1 dollaria litralta vuoden polttoaine säästöt kipuavat 12500 dollariin. D7E hinta on kuitenkin 100000 dollaria normaalia D7R puskutraktoria korkeampi. Vaikka D7E pitäisikin valmistajan kulutus, tuottavuus ja käyttökustannus lupaukset on hintaero suuri. Pelkillä polttoaine kustannussäästöillä hintaeron takaisin maksuaika on 8 – 11 vuotta, ilman että hinnanerolle lasketaan korkoja tai muita kuluja. (Caterpillar 2011b)

Komatsun selvityksen mukaan yrityksen PC200-8 Hybrid -kaivukonemalli säästää 25 prosentin säästön polttoainekustannuksiin kun sitä verrataan saman mallin normaaliin versioon. Kenttäkokeissa suurin saavutettu dieselpolttoaineen säästö on ollut 41 prosenttia. Tällöin laitteen kääntyvää yläosaa on käännetty normaalikäyttöä tiuhempaan. (Komatsu 2008) Komatsun hybridikaivukone on hinnoiteltu noin 250000 dollarin hintaiseksi. Kesäkuun 2008 ja maaliskuun 2009 välisenä aikana Komatsu sai Japanissa myytyä noin 30 hybridi kaivukonetta. (Construction Equipment 2009c)



KUVA 12. Komatsu PC220-8 hybridin polttoainesäästö (Komatsu 2008)

Caterpillarin D7E:n tapaus kuvastaa hyvin ongelmaa, joka hidastaa hybridi sovellusten markkinoille tuloa jokaisella alalla. Teknologia on vielä liian kallista johtuen esimerkiksi pienistä valmistus määristä jolloin tuotteiden myyntihinta nousee liian korkealle ollakseen kilpailukykyinen. Todennäköisesti jo lähivuosina, mutta viimeistään kuluvalle vuosikymmenellä, hybriditeknologian odotetaan yleistyvän voimakkaasti. Missä vaiheessa tulee sitten liikkuvien työkoneneiden vuoro, sitä on vaikea sanoa. Se riippuu monesta tekijästä kuten esimerkiksi lainsäädännöstä, valmistajista, asenteista, teknologian kehityksestä ja ympäristöaspekteista. Onko sitten nykyisin hybridityökoneissa käytettävä diesel-sähkö hybriditekniikka vai esimerkiksi polttokenno hybriditekniikka läpimurron tekijä, sen aika näyttää.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

On olemassa monia hybridityökoneiden markkinapotentiaalin määrittämiseen sovellettavissa olevia matemaattisia menetelmiä. Useissa menetelmissä datan hankinnan vaikeus on suurin mallien soveltamista rajoittava tekijä. Kun hybridityökoneet yleistyvät ja niihin liittyvistä luvuista kerätään enemmän tietoa, voidaan matemaattisia menetelmiä käyttää enemmän ja monipuolisemmin. Myös kaupallisten tutkimusyriyten keräämän tiedon käyttö mahdollistaa matemaattisten menetelmien hyödyntämistä, mutta tiedon hankkimiseen ei tämän tutkimuksen puitteissa ollut resursseja. Uuden teknologian kaupallistamisen teorioita on mahdollista soveltaa yliopiston tutkimusryhmän kehittämän teknisen ratkaisun kaupallistamiseen. Tutkimusryhmä voi tarkastella työkoneyrityksiä teoriassa esiteltyjen menestyvien kaupallistajien piirteiden avulla, ja valita yhteistyökumppanin, jonka toiminnasta löytyy eniten teoriassa esiteltyjä piirteitä. Tämän yritys todennäköisesti kaupallistaa teknisen ratkaisun parhaiten. Kun kaupallistamisprosessi käynnistyy, tulee se hoitaa teoriassa esitellyn kurinalaisen mallin mukaan, johon kuuluvat teknologia- ja tuotekehitys sekä teknologiansiirtovaihe näiden välillä.

Liikkuvien työkoneiden markkinat ovat kokeneet suuria muutoksia 2000-luvulla. Kehittyvien maiden, erityisesti Kiinan merkitys globaaleilla työkoneemarkkinoilla on kasvanut voimakkaasti. Maailman taloutta vuonna 2008 ravistellut taantuma vaikutti erittäin voimakkaasti suhdanneherkkiin, työkoneemarkkinoille tärkeisiin toimialoihin. Kiinan ja muiden kehittyvien maiden toimiessa kasvun veturina työkoneemarkkinoiden näkymät ovat hyvin suotuisat. Hybridityökoneiden yleistymisen suurimpana esteenä ovat uuden teknologian kustannukset, luotettavuus sekä tekniset seikat, kuten akkujen koko ja käyttöikä. Parhaat mahdollisuudet hybridityökoneilla on teollisuusmaissa, joissa ympäristötietoisuus ja lainsäädäntö ohjaavat ostajia vähemmän kuluttavien ja saastuttavien laitteiden käyttäjiksi. Suurilla ja nopeasti kasvavilla kehittyvillä markkinoilla on myös oma tilansa hybridityökoneille, mutta hintatekijät ovat kehittyvissä maissa vielä teollisuusmaita kriittisemmät. Kohtuullisista näkymistä huolimatta liikkuvien hybridityökoneiden markkinaosuus jää erittäin pieneksi kuluvan vuosikymmenen alkupuolella.

9 YHTEENVETO

Teoriaosiossa esiteltiin matemaattisia menetelmiä, joita on mahdollista soveltaa hybriditeknologian kaupallistamiseen työkoneissa. Näitä menetelmiä olivat Kotlerin menetelmä kokonaismarkkinapotentiaalille, vastaavuusmenetelmä, edustavat mittarit, suhdelukumenetelmä, aikasarjojen ja usean regression mallinnus, kysynnän jousto tulojen suhteen sekä panos-tuotos-analyysi. Lisäksi esiteltiin ulkomaille viennin markkinapotentiaaliin määrittämisen menetelmä, jota sovellettiin empiria-osiossa hybridityökoneiden markkinapotentiaalin määrittämiseen. Teoriaosiossa käsiteltiin myös yliopiston teknisen ratkaisun kehittäjiä hyödyttäviä uuden teknologian kaupallistamisen teorioita. Yhdistävä tekijä kaikissa teorioissa on jäsenely ja kurinalainen lähestymistapa teknologian kaupallistamiseen. Uuden teknologian kaupallistamisprosessi jakautuu teknologiakehitykseen ja tuotekehitykseen sekä näiden väliseen näiden välisen teknologiansiirtoprosessiin. Laird ja Sjoblom ovat kehittäneet neljän kohdan markkinoiden tarpeet huomioivan mallin, jossa on neljä osaa: vastattavien tarpeiden ymmärtäminen, ratkaisujen tarjoaminen kumppanuuksien kautta, kurinalainen vaiheittainen eteneminen ja valmius teknologiasta luopumiseen. Menestyksekkäitä kaupallistajia yhdistää laadun parantamisen priorisointi, mitattavissa olevien tavoitteiden asettaminen parannuksille, organisatoristen taitojen kehittäminen ja vahvan johtajuuden painottaminen.

Vuonna 2010 liikkuvien työkoneiden markkinoiden arvioitiin olevan noin 94–98 miljardia dollaria. Markkinat kasvavat pitkällä aikavälillä keskimäärin 5 prosenttia vuodessa. Alan suurimmat markkinat löytyvät Kiinasta, Euroopasta ja Yhdysvalloista. Kiinan ja muiden kehittyvien markkinoiden merkitys työkonemarkkinoilla on kasvanut voimakkaasti 2000-luvulla. Pienet valmistusmäärät ja uuden teknologian aiheuttamat kustannukset nostavat hybridityökoneiden hinnan tasolle, joka ei kaikilta osin ole kilpailukykyinen perinteisiin työkoneisiin verrattuna. Hybridityökoneiden markkinapotentiaalia Kiinassa nostaa markkinoiden koko ja nopea kasvuvauhti. Yhdysvaltojen valtti on tukijärjestelmät, jotka parantavat hybridiratkaisujen kilpailukykyä. Euroopan potentiaalia nostavat tiukat päästönormit sekä korkea polttoaineen hinta. Päästönormit ovat kireimmät teollistuneissa maissa, mutta esimerkiksi Kiinan on kiristänyt normejaan voimakkaasti.

LÄHTEET

California Environmental Protection Agency. 2010. Draft Implementation Manual for the Fly 2010-11: California Hybrid Truck and Bus Voucher Incentive Project (HVIP). Viitattu 14.4.2011

http://www.arb.ca.gov/msprog/aqip/meetings/fy%202010-11/hvip_implementation_manual_092810_wg_meeting.pdf

California Environmental Protection Agency. 2011. Hybrid Truck and Bus Voucher Incentive Project (HVIP). Viitattu 14.4.2011

<http://www.arb.ca.gov/msprog/aqip/hvip.htm>

Caterpillar. 2010. 4Q 2009 Earnings Release. Viitattu 28.4.2011

<http://www.caterpillar.com/cda/files/2490252/7/Final+4Q+2009+Cat+Inc+Release.pdf>

Caterpillar. 2011a. 4Q 2010 Earnings Release. Viitattu 14.4.2011

<http://www.cat.com/cda/files/2608052/7/Cat%20Inc.%204Q2010%20Final.pdf>

Caterpillar. 2011b. CAT D7E with Electric Drive. Viitattu 14.4.2011

<http://www.cat.com/D7E>

Cavusgil, S. T. 1985. Guidelines for Export Market Research. *Business Horizons* 28 (6), 27-33.

Construction Equipment. 2009a. Kenworth Hybrid Trucks Qualify for Up to \$12,000 in Federal Tax Credits. Viitattu 14.4.2011

<http://www.constructionequipment.com/article/kenworth-hybrid-trucks-qualify-12000-federal-tax-credits>

Construction Equipment. 2009b. Caterpillar. Viitattu 14.4.2011

<http://www.constructionequipment.com/article/caterpillar-187>

- Construction Equipment. 2009c. Komatsu Hybrid to Be Sold Internationally. Viitattu 14.4.2011
<http://www.constructionequipment.com/article/komatsu-hybrid-be-sold-internationally>
- Czinkota, M. R. & Ronkainen, I. A. 2001. International Marketing. Fort Worth: Harcourt College Publishers.
- DieselNet. 2004. United States: Nonroad Diesel Engines. Viitattu 14.4.2011
<http://www.dieselnet.com/standards/us/nonroad.php>
- DieselNet. 2008. China: Nonroad Engines. Viitattu 14.4.2011
<http://www.dieselnet.com/standards/cn/nonroad.php>
- DieselNet. 2010. European Union: Nonroad Diesel Engines. Viitattu 14.4.2011
<http://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php>
- El-Forest AB. 2011a. Products. Viitattu 13.4.2011
<http://www.el-forest.se/system/visa.asp?HID=799&FID=781&HSID=13286>
- El-Forest AB. 2011b. Company El Forest. Viitattu 27.4.2011
<http://www.el-forest.se/system/visa.asp?FID=781&HID=799&HSID=13285>
- Elfred, E. W. & McGrath, M. E. 1997a. Commercializing New Technology–I. Research Technology Management 40 (1), 41-47.
- Elfred, E. W. & McGrath, M. E. 1997b. Commercializing New Technology–II. Research Technology Management 40 (2), 29-33.
- Energiäteollisuus. 2011. Muut ilmanpäästöt: Pienhiukkaspäästöt. Viitattu 14.4.2011
<http://www.energia.fi/fi/ymparisto/energiantuotannonja-siirronmuutymparistovaikutukset/muutilmanpaastot>

EUR-Lex. 1998. 31997L0068. Viitattu 14.4.2011

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0068:FI:HTML>

EUR-Lex. 2010. 52010PC0362. Viitattu 14.4.2011

http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=fi&type_doc=COMfinal&an_doc=2010&nu_doc=362

Finnpro. 2010. EV Technologies in Working Machinery-Global view. Viitattu 14.4.2011

http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_201_403_994_2095_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programmes/eve/documents/finpro_mobile_work_machinery_global_2011.pdf

Global Industry Analysts. 2010. Construction and Mining Machinery Equipment: A Global Strategic Business Report. Viitattu 14.4.2011

<http://mining-machinery-industry.blogspot.com/2010/10/construction-mining-machineryequipment.html>

Hännikäinen, S. 2009. Akuston liittäminen hybridijärjestelmään. Tampereen teknillinen yliopisto. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.

Immonen, P. 2008. Hybridikäytön mitoitus liikkuvan työkoneen energian talteenottojärjestelmäksi. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.

Komatsu. 2008. Special Story/Komatsu Introduces the World's First Hybrid Hydraulic Excavator. Environmental & Social Report 2008. Viitattu 14.4.2011

<http://www.komatsu.com/CompanyInfo/csr/2008/pdf/04.pdf>

Komatsu. 2010. Global Teamwork: Annual Report 2010. Viitattu 14.4.2011

http://www.komatsu.com/CompanyInfo/ir/annual/pdf/2010/e_first_half.pdf

Kotler, P. 1997. Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation, and Control. Upper Saddle River: Prentice Hall.

- Laird, I. & Sjoblom, L. 2004. Commercializing technology: Why is it so difficult to be disciplined? *Business Horizons* 47 (1), 65-71.
- Lin T., Wang Q., Hu B. & Gong W. 2010. Automation in Construction: Development of hybrid powered hydraulic construction machinery. *Automation in Construction* 19, 11-19.
- Liu, J. & Peng H. 2008. Modeling and Control of a Power-Split Hybrid Vehicle. *IEEE Transactions on Control Systems Technology* 16, 1242-1251.
- Moutinho, L. & Evans, M. 1992. *Applied Marketing Research*. Wokingham : Addison-Wesley.
- Moyer, R. 1968. Internet Market Analysis. *Journal of Marketing Research* 5, 353-360.
- Nevens T. M., Summe G. L. & Uttal B. 1990. Commercializing technology: What the Best Companies Do. *Harvard Business Review* 68, 154-163.
- Sitra. 2009. Näkymä Saksan koneteollisuuteen: Markkinaselvitys. Viitattu 14.4.2011
http://www.sitra.fi/NR/rdonlyres/7381E57E-6F6E-4706-9CA2-6F0145F4C925/0/N%C3%A4kym%C3%A4Saksankoneteollisuusmarkkinaan_raportti.pdf
- Swot Consulting Finland. 2010. Hypätään kyytiin – keskittämällä tuloksia: Selvitys sähköajoneuvoklusterin liiketoimintamahdollisuuksista. Viitattu 14.4.2011
<http://www.tekes.fi/u/sahkoajoneuvoselvitys.pdf>
- The Freedonia Group. 2009. *World Construction Machinery: Industry Study with Forecasts for 2013 & 2018*. Viitattu 14.4.2011
<http://www.freedoniagroup.com/brochure/25xx/2543smwe.pdf>
- Tidd, J. & Bessant, J. 2009. *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Chichester: Wiley.

- United Nations Development Programme. 2010. Human Development Report 2010: 20th Anniversary Edition. New York: Palgrave MacMillan. Viitattu 14.4.2011
http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2010_EN_Complete_reprint.pdf
- Volvo. 2008. Volvo Wheel Loader L220F Hybrid. Eskilatuna: Volvo. Viitattu 13.4.2011
http://www.volvo.com/NR/rdonlyres/064A91D5-18B4-4BB0-8111-3EB4D259CBBD/0/brochureHybridloader_21A1004471_200802.pdf
- Volvo. 2009. Volvo Construction Equipment Corporate Presentation 2009. Viitattu 14.4.2011
<http://www.volvo.com/NR/rdonlyres/796CC745-71FB-4632-9427-CFA101891C59/0/VolvoCEcorppres2009.pdf>
- Volvo. 2010. Volvo Group: Report on operations 2009. Viitattu 14.4.2011
http://www3.volvo.com/investors/finrep/interim/2009/q4/q4_2009_eng.pdf
- Volvo. 2011. Volvo Group: Report on the fourth quarter and full-year 2010. Viitattu 14.4.2011
http://www3.volvo.com/investors/finrep/interim/2010/q4/q4_2010_eng.pdf
- VTT. 2010a. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt: LIISA 2009 laskentajärjestelmä. Viitattu 14.4.2011
<http://lipasto.vtt.fi/liisa/liisa2009raportti.pdf>
- VTT. 2010b. TYKO 2009 - Laskentatulokset. Viitattu 14.4.2011
<http://lipasto.vtt.fi/tyko/malli.htm>
- Waheeduzzaman, A. N. M. 2008. Market Potential Estimation in International Markets: A Comparison of Methods. *Journal of Global Marketing* 21, 307-320.

LIITTEET

Liite 1. Hybridityökoneiden alustavat potentiaaliset markkinat

Asukasluvun ja maapinta-alan tiedot on otettu YK:n inhimillisen kehityksen raportista vuodelta 2010 ja muut tiedot CIA:n World Factbook -julkaisusta.

Maa	Asukasluku (miljoonaa)	HDI	Maapinta- ala (km ²)	BKT (mrd \$)	BKT:n kasvu (%)
Australia	21,5	0.937	7682300	890	2,2
Yhdysvallat	317,6	0.902	9161966	14 720	0
Alankomaat	16,7	0.890	33893	680	-0,1
Kanada	33,9	0.888	9093507	1335	0,3
Ruotsi	9,3	0.885	410335	354	-0,1
Saksa	82,1	0.885	357022	2960	0
Japani	127	0.884	364485	4338	-1,1
Etelä-Korea	48,5	0.877	96920	1467	2,9
Sveitsi	7,6	0.874	39997	327	0,9
Ranska	62,6	0.872	549970	2160	-0,3
Suomi	5,3	0.871	303815	188	-1,3
Belgia	10,7	0.867	30278	397	0,1
Tanska	5,5	0.866	42434	201	-1,7
Espanja	45,3	0.863	498980	1376	-1
Kreikka	11,2	0.855	130647	322	-1,6
Italia	60,1	0.854	294140	1782	-1,8
Itävalta	8,4	0.851	82445	333	0,1
Iso-Britannia	61,9	0,849	241930	2189	-1,2
Tsekin tasavalta	10,4	0,841	77247	263	0,2
Slovakia	5,4	0,818	48105	121	1,8
Meksiko	114	0.750	1964375	1560	0

Jatkuu

Liite 1 jatkoa

Maa	Asukasluku (miljoonaa)	HDI	Maapinta-ala (km ²)	BKT (mrd \$)	BKT:n kasvu (%)
Venäjä	139	0.719	17098242	2229	0,4
Brasilia	203	0.699	8514877	2194	4,1
Kiina	1337	0.663	9569901	9872	9,5
Intia	1189	0.519	3287263	4046	7,7

Liite 2. Valuuttakurssit

Valuuttakurssit ovat EKP:n julkaisemia euron viitekurs-
sien vuoden keskiarvoja. Kurssit ovat markkinakursseja
ja perustuvat normaalisti klo15.15 Suomen aikaa pidet-
tävään keskuspankkien puhelinkokoukseen.

Ajanjakso	USD	JPY	SEK
2010	1,3257	116,24	9,5373
2009	1,3948	130,34	10,6191
2008	1,4708	152,45	9,6152

Lähteet: Euroopan keskuspankki

Liite 3. Päästönormit Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Kiinassa

Euroopan unionin 3. ja 4. vaiheen -päästönormit (Dieselnet 2010)

Stage III A Standards for Nonroad Engines

Cat.	Net Power	Date †	CO	NO _x +HC	PM
	<i>kW</i>				
H	130 ≤ P ≤ 560	2006.01	3.5	4.0	0.2
I	75 ≤ P < 130	2007.01	5.0	4.0	0.3
J	37 ≤ P < 75	2008.01	5.0	4.7	0.4
K	19 ≤ P < 37	2007.01	5.5	7.5	0.6

† dates for constant speed engines are: 2011.01 for categories H, I and K; 2012.01 for category J.

Table 3
Stage III B Standards for Nonroad Engines

Cat.	Net Power	Date	CO	HC	NO _x	PM
	<i>kW</i>					
L	130 ≤ P ≤ 560	2011.01	3.5	0.19	2.0	0.025
M	75 ≤ P < 130	2012.01	5.0	0.19	3.3	0.025
N	56 ≤ P < 75	2012.01	5.0	0.19	3.3	0.025
P	37 ≤ P < 56	2013.01	5.0	4.7†		0.025

† NO_x+HC

Table 4
Stage IV Standards for Nonroad Engines

Cat.	Net Power	Date	CO	HC	NO _x	PM
	<i>kW</i>					
Q	130 ≤ P ≤ 560	2014.01	3.5	0.19	0.4	0.025
R	56 ≤ P < 130	2014.10	5.0	0.19	0.4	0.025

jatkuu

Yhdysvaltojen Tier 4 -päästönormit (Dieselnet 2004)

Tier 4 Emission Standards—Engines up to 560 kW, g/kWh (g/bhp-hr)

Engine Power	Year	CO	NMHC	NMHC+NO _x	NO _x	PM
kW < 8 (hp < 11)	2008	8.0 (6.0)	-	7.5 (5.6)	-	0.4 ^a (0.3)
8 ≤ kW < 19 (11 ≤ hp < 25)	2008	6.6 (4.9)	-	7.5 (5.6)	-	0.4 (0.3)
19 ≤ kW < 37 (25 ≤ hp < 50)	2008	5.5 (4.1)	-	7.5 (5.6)	-	0.3 (0.22)
	2013	5.5 (4.1)	-	4.7 (3.5)	-	0.03 (0.022)
37 ≤ kW < 56 (50 ≤ hp < 75)	2008	5.0 (3.7)	-	4.7 (3.5)	-	0.3 ^b (0.22)
	2013	5.0 (3.7)	-	4.7 (3.5)	-	0.03 (0.022)
56 ≤ kW < 130 (75 ≤ hp < 175)	2012–2014 ^c	5.0 (3.7)	0.19 (0.14)	-	0.40 (0.30)	0.02 (0.015)
130 ≤ kW ≤ 560 (175 ≤ hp ≤ 750)	2011–2014 ^d	3.5 (2.6)	0.19 (0.14)	-	0.40 (0.30)	0.02 (0.015)

Kiinan päästönormit (Dieselnet 2008)

Table 17: China - Emission Standards for Non-road Diesel Engines (g/kWh)					
Max Power (P), kW	CO	HC	NO _x	HC+NO _x	PM
Stage I(a)					
130 ≤ P ≤ 560	5.0	1.3	9.2	-	0.54
75 ≤ P < 130	5.0	1.3	9.2	-	0.7
37 ≤ P < 75	6.5	1.3	9.2	-	0.85
18 ≤ P < 37	8.4	2.1	10.8	-	1.0
8 ≤ P < 18	8.4	-	-	12.9	-
0 < P < 8	12.3	-	-	18.4	-
Stage II					
130 ≤ P ≤ 560	3.5	1.0	6.0	-	0.2
75 ≤ P < 130	5.0	1.0	6.0	-	0.3
37 ≤ P < 75	5.0	1.3	7.0	-	0.4
18 ≤ P < 37	5.5	1.5	8.0	-	0.8
8 ≤ P < 18	6.6	-	-	9.5	0.8
0 < P < 8	8.0	-	-	10.5	1.0