

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Kauppatieteellinen tiedekunta
Rahoitus

Lauri Kallio

**REAALIOPTIO VAIHTAA – HYÖDYT JA KÄYTÄNNÖN SOVELLUTUKSET
REAL OPTION TO SWITCH – BENEFITS AND PRACTICAL APPLICATIONS**

Pro Gradu- tutkielma 2017

Työn ohjaaja/Tarkastaja:
2. Tarkastaja:

Professori Mikael Collan
Tutkijaopettaja Pasi Luukka

TIIVISTELMÄ

Tekijä:	Lauri Kallio
Tutkielman nimi:	Reaalioptio vaihtaa – hyödyt ja käytännön sovellutukset
Tiedekunta:	Kauppätieteellinen tiedekunta
Pääaine:	Rahoitus
Vuosi:	2017
Pro gradu –tutkielma:	Lappeenrannan teknillinen yliopisto 86 sivua, 10 kuvaa, 2 taulukkoa ja 2 liitettä
Tarkastajat:	Professori Mikael Collan Tutkijaopettaja Pasi Luukka
Hakusanat:	vaihto-optio, reaalioptio, flexfuel, joustavuus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää miten vaihto-optiota voidaan käyttää hyödyksi niin yrityksiä kuin kuluttajien investointipäätöksiä tukena. Vaihto-option käyttöä ja sen tuottamaa hyötyä tai rasiitetta on tutkittu toteuttaen systemaattinen kirjallisuuskatsaus vaihto-option käytöstä kirjoitetuista, relevanteiksi todetuista tieteellisistä artikkeleista. Kirjallisuuskatsauksen avulla vaihto-option käytöstä on pyritty saamaan laaja-alainen käsitys, mitä reaalioptiosta vaihtaa on tutkittu ja miten reaalioptiota vaihtaa on käytetty eri toimialoilla hyödyksi käytännössä.

Kirjallisuuskatsausta tukemaan tutkimuksessa on esitetty laskentaesimerkki havainnollistamaan kuinka reaalioptio vaihtaa toimii käytännössä. Laskentaesimerkissä verrataan bensiinimoottorilla toimivaa autoa flexfuel –autoon. Polttoainehintoina on käytetty Brasilian markkinoilla bensiinin ja etanolin viikoittaisia keskiarvohintoja, jotka ovat kerätty Bloomberg –tietokannasta. Kerätyistä polttoainehinnoista on laskettu kokonaispolttoainekustannukset viidelle vuodelle ja pyritty selvittämään onko flexfuel –auton sisältämällä reaalioptiolla ollut arvoa.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että yritykset ja kuluttajat ovat hyötyneet vaihto-option käytöstä. Vaihto-option käytössä ei havaittu olevan toimialariippuvuutta, vaan vaihto-optiota on käytetty ja voidaan käyttää hyvin laaja-alaisesti eri toimialoilla ja osana kuluttajien henkilökohtaisia valintoja.

ABSTRACT

Author: Lauri Kallio
Title: Real option to switch – benefits and practical applications
Faculty: LUT, School of Business
Major / Master's Programme: Finance
Year: 2017
Master's Thesis: Lappeenranta University of Technology 86 pages, 10 figures, 2 tables and 2 appendixes
Examiners: Professor Mikael Collan
Associate Professor Pasi Luukka
Keywords: option to switch, real option, flexfuel, flexibility

The aim of this study is to find out how the option to switch can be used to support companies' and consumers' investment decisions. The use of the option to switch and its potential positive or negative benefits have been studied by executing a systematic literature review of relevant academic articles on the usage of the option to switch. The literature review has been used to gain a better understanding of what has been studied on the option to switch, and to showcase how the option to switch has been widely used in practice across the industries.

To support the literature review, a computational example has been presented to illustrate how the real option to switch works in practice. Example compares a petrol engine car to a flexfuel car. The fuel prices in the analysis have been collected from the Bloomberg database and the fuel prices used in the analysis are weekly average prices of petrol and ethanol in the Brazilian market. The total cost of the collected fuel prices has been calculated for five years, and the aim is to find out if the real option to switch, contained in the flexfuel car, had a value.

Based on the results, it can be said that companies and consumers have benefited from the use of the option to switch. Dependence on the industry was not found in the usage of the option to switch. Option to switch is versatile and can be used widely across industries and as a part of the consumers' personal decisions.

ALKUSANAT

Yksi tärkeä elämänvaihe saa päätöksen tämän työn palauttaessani. Paljon on jäänyt hyviä muistoja kouluajastani ja suurimpana tietenkin ystävät, jotka ovat tämänkin työn valmiiksi saattamisessa auttaneet omalla panoksellaan hyvien keskusteluiden ja vinkkien johdosta, kiitos näistä Mikko, Teemu ja Ville.

Haluan kiittää tutkielmani ohjaajaa professori Mikael Collania hyvistä kommentteista ja ohjauksesta oikeaan suuntaan tutkimukseni toteuttamisessa. Kiitokset haluan myös suunnata perheelleni, joka on tukenut minua läpi kouluhistoriani ajan. Erityiskiitokset haluan esittää avopuolisolleni Nooralle, joka on jaksanut tukea ja auttaa minua omien kiireidensä ohella, suuret kiitokset tästä ja hyvää tulevaa syntymäpäivää.

Helsingissä 16. toukokuuta

Sisällysluettelo

1 Johdanto	6
1.1 Taustaa & Tutkielman motiivi	6
1.2 Tutkielman tarkoitus ja tutkimusongelmat.....	7
1.3 Tutkimuksen rajaus.....	8
1.4 Tutkimusmenetelmä ja -aineisto	9
1.5 Tutkimuksen rakenne	10
2 Reaaliopiotteoria	12
2.1 Reaaliopiotyypit	14
2.2 Reaaliopiotiden laskentamenetelmät	20
2.2.1 Black – Scholes option arvon laskentamalli.....	22
2.2.2 Binomipuumalli	24
2.2.3 Monte Carlo -malli.....	27
2.2.4 Datar-Mathews –malli.....	27
2.2.5 Sumea tuottojakauma menetelmä	28
2.2.6 Vertailuperusteinen reaalioption arvonmääritys.....	29
3 Kirjallisuuskatsaus	31
3.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus menetelmänä.....	32
3.1.1 Kirjallisuuden sisäänotto- ja poissulkukriteerit	33
3.1.2 Aineistohaun suorittaminen.....	35
3.1.3 Aineiston analysointi: sisällönanalyysi.....	37
3.1.4 Tutkimusaineiston kuvaus.....	40
3.2 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto.....	43
3.2.1 Tuotejoustavuus uusiutuvien energialähteiden käytössä.....	43
3.2.2 Tuotannon joustavuus epävarmoilla markkinoilla	48
3.2.3 Henkilökohtaisen valinnan mahdollisuus voiton maksimoimiseksi epävarmuuden vallitessa	52
3.3 Keskustelua tuloksista.....	54
4 Laskentaesimerkki	58
4.1 Taustaa	59
4.2 Aineiston keruu ja mallin oletukset	61
4.3 Vertailu flexfuel -moottori vs. bensiinimoottori	63
4.4 Laskentaesimerkin yhteenveto	66
5 Johtopäätökset & yhteenveto	68
5.1 Tulokset.....	68
5.2 Johtopäätökset.....	70
5.3 Yhteenveto	72
Lähteet	74
Liitteet	
Taulukko 1	
Taulukko 2	

1 Johdanto

1.1 Taustaa & Tutkielman motiivi

Akateemikot ovat tutkineet reaalioptioita 1970 –luvulta lähtien. Yrityssektorilla reaalioptioita ryhdyttiin hyödyntämään investointipäätöksien tukena 80- ja 90 – lukujen aikana. (Ford & Sobek 2003, Bowman & Moskowitz, 2001) Nykypäivänä reaalioptioita hyödynnetään yhä enenevässä määrin yrityksen investointipäätöksien tukena ja niitä käytetään monipuolisesti eri toimialoilla. Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia reaalioption käyttöä yrityksen tai kuluttajan joustavuuden mahdollistajana. Reaalioptioista tutkimus keskittyy tutkimaan reaalioptiota vaihtaa ja tästä mahdollisesti koituvaa positiivista hyötyä yrityksille tai kuluttajille. Reaalioptio voidaan määrittää option haltijan oikeudeksi, mutta ei velvollisuudeksi, toteuttaa esimerkiksi jokin tietty investointi tietyssä ajankohtana tulevaisuudessa (Copeland & Tufano, 2004). Yrityksille investoinnit ovat elintärkeitä ja reaalioptio vaihtaa luo yrityksille joustavuutta ja tuo tukea toteuttaessa suuria investointipäätöksiä. Kuluttajien on myös mahdollista hyötyä vaihto-option luomasta joustavuudesta toteuttaessaan arjen investointipäätöksiä.

Howell et al (2001) mainitsee, reaalioptioanalyysien olevan yksi tärkeimmistä kehityksistä tukemaan yrityksiä strategisessa päätöksenteossa viimeisen vuosisadan aikana. Reaalioptio käsite voidaan katsoa olevan peräisin 1970 – luvulta Stewart Myersin (1977) julkaistusta artikkelista. Myersin tutkimuksessa verrataan yrityksen pääomainvestointien kasvumahdollisuuksia osto-optioon. Tutkimuksen seurauksena reaalioptioita alettiin tutkimaan enemmän ja 1970 – luvun lopulla myös ensimmäiset reaalioptioarvojen määrytykset tehtiin käyttäen hyödyksi Black – Scholes (1973) optiohinnoittelumenetelmää.

Reaalioptioajattelussa yritys pystyy muuttamaan päätöstään investoinnin maturiteettiajan puitteissa, toisin kuin kassavirtamenetelmissä. Tämä mahdollisuus odottaa luo yritykselle lisäarvoa, koska yritys voi käyttää lisäajan hyödyksi hankkimalla markkinoilta lisätietoja investointipäätöksen tueksi. Reaalioption luoma joustavuus on siis yksi reaalioptioajattelun tärkeimmistä saavutuksista, joustavuuden avulla yritys pystyy esimerkiksi vaihtamaan, hylkäämään tai

toteuttamaan investoinnin joka yrityksessä on suunnitteilla. Reaalioptioiden avulla yritys luo mahdollisuuden voittoihin, joihin yrityksellä ilman reaalioptiota ei ole mahdollisuuksia ja toisaalta yritys kykenee myös suojautumaan huonoa lopputulemaa vastaan reaalioptioita hyödyntäen. (Amram & Kulatilaka, 1999, 5)

Suomessa reaalioptiota vaihtaa käyttää muun muassa Fortum. Fortumilla on yhteistuotantolaitoksia, joissa he pystyvät tuottamaan sekä sähköä että lämpöä. Näitä yhteistuotantolaitoksia on Euroopassa ja Venäjällä yhteensä 29. Yhteistuotantolaitokset ovat hyvin tärkeitä Fortumille ja ovat suurena osana yrityksen strategiaa. Vuonna 2012 Fortum Oy:n sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa tuotettiin yhteensä 32% yrityksen sähkön tuotannosta ja 79% lämmön tuotannosta (Fortum, 2015). Yritys kykenee muuttamaan tuotantoaan käyttäen hyväksi investoinnilla hankkimaansa joustavuutta, mikäli esimerkiksi toisen lopputuotteen hinta laskee suuresti verrattuna toiseen.

Reaalioptioajattelusta on nähty saavutettavan suurta hyötyä, mutta silti se on otettu käyttöön verrattain hitaasti. Tähän ongelmaan (Amram & Kulatilaka, 1999, 5) mainitsevat vastauksen liittyvän todennäköisesti siihen, että reaalioptioajattelua on esitetty liikaa kiinnittäen huomiota sen teknisiin puoliin eikä niinkään siihen tosi seikkaan, että se on enemmän tapa ajatella. Reaalioptiomenetelmät ovat vielä verrattain uusia menetelmiä verrattuna esimerkiksi vanhoihin diskontattuihin kassavirtamenetelmiin.

Tutkielman motiivina toimii vaihto-optioiden käyttöön liittyvien tutkimusten suhteellisen vähäinen määrä, joten voidaan olettaa että tutkimuksella voisi olla sopiva markkinarako ja jopa tilausta. Tutkimuksien suhteellisen vähäinen määrä myös antaa uskoa siihen, että asiaa kannattaa tutkia, koska silloin ei tee niin sanotusti jonkun toisen tutkijan työtä uudelleen.

1.2 Tutkielman tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tutkielman tavoitteena on selvittää vaihto-option käytöstä saatavaa hyötyä niin yrityksen kuin kuluttajankin näkökulmasta. Tutkielmassa pyritään selvittämään tämä positiivinen/negatiivinen hyöty käytännössä, eli kuinka paljon tästä

mahdollisuudesta vaihtaa tiettyä panosta yritys tai kuluttaja hyötyy. Tarkoituksena on selvittää edellä mainittua kysymystä esittämällä aiheen tieteellisestä kirjallisuudesta systemaattinen kirjallisuuskatsaus.

Tutkielman pää tutkimuskysymyksenä on:

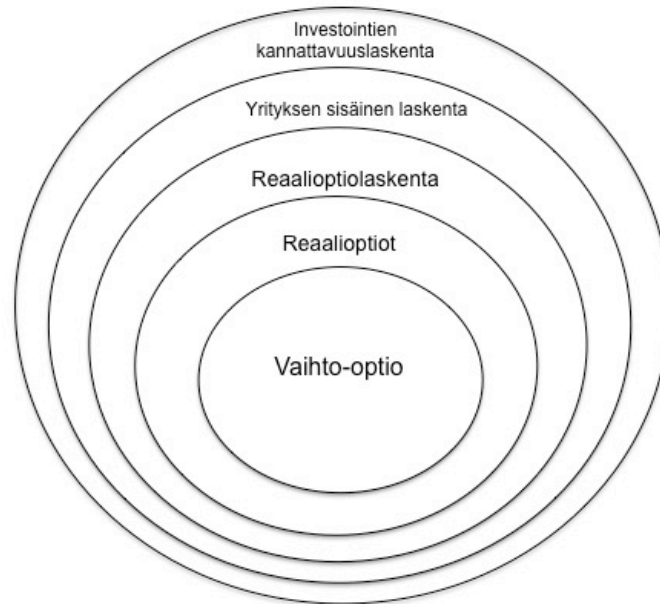
Miten vaihto-optiota voidaan käyttää hyödyksi investointipäätöksen tukena?

Ongelmaan pyritään löytämään vastaus alakysymyksiä avulla, jotka on esitetty alla:

1. Mitä akateemista tutkimusta vaihto-option käytöstä on tehty?
2. Missä ja miten vaihto-optiota on käytetty käytännössä?
3. Numeerinen esimerkki demonstroi miten voidaan määrittää flex-fuel autoon liittyvän vaihto-option arvo

1.3 Tutkimuksen rajaus

Pro gradu –tutkielman fokus on reaaliopio vaihtaa ja miten vaihto-optiota voidaan soveltaa käytännössä. Tutkimuksessa pyritään selvittämään yrityksen tai kuluttajan saama hyöty kun hänellä on mahdollisuus vaihtaa esimerkiksi tuotettavaa tuotantopanosta. Tutkimuksessa ei keskitytä muihin hyödyllisiin reaaliopioihin, joita yritykset tai kuluttajat mahdollisesti kykenisivät käyttämään, vaan keskitytään vain yhteen reaaliopioon. Ajallista tai toimialakohtaista rajausta aiheeseen ei liity, koska työssä pyritään selvittämään vaihto-option käyttö mahdollisimman monipuolisesti. Alla kuviossa 1. esitetään työn fokusointi visuaalisesti.



Kuvio 1 esittää tutkimuksen fokuksinnin.

1.4 Tutkimusmenetelmä ja -aineisto

Tutkimus toteutetaan laadullisen ja määrällisen tutkimuksen yhdistelmänä. Laadulliselle tutkimukselle ominaista on pyrkiä kasvattamaan tietoa tutkimuskohteena olevasta ilmiöstä. Tutkimuksessa tarkoituksena ei ole todentaa jo olemassa olevien tutkimusten oikeellisuutta, vaan pyrkiä vastaamaan asetettuun tutkimuskysymykseen miten vaihto-optiota voidaan käyttää investointipäätösten tukena. (Hirsijärvi et al. 2007, 157) Vastaus edellä mainittuun kysymykseen pyritään löytämään tieteellisistä relevanteiksi todetuista artikkeleista suoritettuna systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla. Kirjallisuuskatsauksen aineisto on kerätty tutkimukseen käyttäen systemaattiselle kirjallisuuskatsaukselle ominaisia tarkkoja sisäänotto- ja poissulkemiskriteerejä. Tutkimuksen pyrkiessä selvittämään miten tiettyä reaalioptiota on käytetty, eikä miten reaalioptioita on käytetty, on tutkimuksen aineisto kerätty käyttäen harkinnanvaraista otantaa (Eskola & Suoranta 2005, 18). Kerättyä aineistoa on kirjallisuuskatsauksessa analysoitu käyttäen aineistolähtöistä sisällönanalyysiä.

Laadullisen tutkimuksen tueksi työssä suoritetaan myös kvantitatiivinen laskentaesimerkki, jonka aineisto on kerätty Bloomberg –tietokannasta. Aineistoksi esimerkkiin on kerätty polttoaineiden viikkokohtaisia keskihintoja Brasilian markkinoilta vuosien 2005 – 2015 väliseltä ajalta. Kerättyä aineistoa analysoidaan hyödyntäen Excel –taulukkolaskentaohjelmaa. Laskentaesimerkin avulla tutkimuksessa pyritään havainnollistamaan kuinka vaihto-option käyttö toimii käytännössä. Esimerkin avulla pyritään vastaamaan myös asetettuun tutkimuskysymykseen miten vaihto-optiota voidaan käyttää investointipäätöksen tukena.

1.5 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus koostuu viidestä eri pääkappaleesta. Tutkimuksen toisessa kappaleessa esitellään reaaliopitoteoria ja erilaisia reaaliopitotyyppisiä, joita yritykset käyttävät päätöksenteon tukena niin investointeja kuin muitakin päätöksiä tehtäessä. Kappaleessa kaksi käsitellään myös reaaliopitoiden laskentamenetelmät ja tutkimuksen kohteena oleva vaihto-optio.

Kolmannessa osiossa esitetään systemaattinen kirjallisuuskatsaus menetelmänä, kuinka aineisto kirjallisuuskatsaukseen on kerätty ja sisällönanalyysi tutkittavista artikkeleista koskien vaihto-optiota. Tutkimuksessa käydään tapauskohtaisesti läpi miten eri toimialoilla on vaihto-optiota käytetty ja miten nämä yritykset tai kuluttajat ovat tästä vaihdosta hyötäneet.

Neljännessä osiossa esitetään numeerinen laskentaesimerkki kirjallisuuskatsauksen tueksi, jossa demonstroidaan vaihto-option käyttöä käytännössä. Laskentaesimerkissä verrataan flexfuel –auton omistajan saamaa hyötyä polttoainetankkauksissa suhteessa bensiinimootorilla toimivaan autoon. Tarkoituksena on selvittää onko mahdollisuudesta päättää aina tankkauskohtaisesti kumpaa polttoainetta tankataan (etanoli vai bensiini) ollut tarkasteluperiodin aikana hyötyä flexfuel –auton omistajalle.

Tutkimuksen viimeisessä luvussa viisi esitetään tutkimuksessa havaitut tulokset, johtopäätökset ja yhteenveto. Luvussa viisi kerrataan, mitä tutkimuksessa on tehty,

esitetään minkälaisia tuloksia on saatu ja pohditaan mitä johtopäätöksiä tuloksista voidaan tehdä.

2 Reaaliopiot

Myers (1977) esitteli ensimmäisen kerran termin reaaliopio ja nosti esiin reaaliopioiden samankaltaisuuden finanssiopioiden kanssa artikkelissaan ”Determinants of corporate borrowing”. Tutkimuksessa yritysten pääomainvestointien kasvumahdollisuuksia verrattiin osto-optioon. Myers (1977) mainitsee reaaliopion arvon riippuvan yrityksen harkinnanvaraisista tulevaisuuden investoinneista. Tutkimuksessa Myers selvittää yrityksen optimaalista omavaraisuusastetta hyödyntäen reaaliopioita. Tutkimuksessa Myers kannustaa reaaliopioajattelun jatkotutkimiseen ja tutkimuksessa esitetyn kasvuoption rinnalle onkin löydetty paljon reaaliopioita, joilla on merkitystä investointien kannattavuudelle. (Myers, 1977)

Mikä on reaaliopio? Trigeorgis (1993) määrittelee reaaliopion reaali-investoinnin sisältämiksi joustomahdollisuuksiksi. Howell et al. (2001, 2) mainitsevat kirjassaan reaaliopion olevan olemassa jos yrityksellä on oikeus tehdä tai olla tekemättä investointi, jossain kohtaa tulevaisuudessa. Nykyhetken ja investointipäätöksen välisenä aikana markkinaolosuhteet vaihtelevat arvaamattomasti, mahdollistaen useamman kuin yhden päätöksen olemassa olon ja reaaliopion haltijana, yritys voi tehdä päätöksen joka tukee heidän päämääräänsä parhaiten kyseisenä hetkenä. Reaaliopioilla tarkoitetaan yleisesti yrityksen mahdollisuuksia tai vaihtoehtoja ja näitä johdetaan ja hallitaan erilaisten hankkeiden ja projektien avulla. Rahallisella panostuksella tarkoitetaan hanketta, joka voidaan nähdä investointina käyttöomaisuuteen, osaamiseen tai johonkin muuhun aineettomaan omaisuuserään. (Stähle et al. 2002, 119 – 120)

Yrityksillä on siis mahdollisuuksia tai vaihtoehtoja panostaa joihinkin tiettyihin projekteihin, mutta projekteihin ei liity minkäänlaisia velvoitteita. Projektin ollessa kannattamaton se voidaan hylätä tai mikäli tuotot tulevaisuudessa näyttävät paremmilta voidaan projektin aloittamista viivyttää. Neilimo & Uusi-Rauva (2001) kirjoittavat yrityksen toteuttavan valittua strategiaansa investoimalla, ja saadakseen tuloja tulevaisuudessa syntyy yritykselle menoja tässä hetkessä

sijoittamistaan pääomista. Näitä menoja ja tuloja pystymme hallitsemaan hyödyntäen reaaliopiota.

Amram & Kulatilaka (1999, 5 – 6) mainitsevat kirjassaan, että reaaliopioiden suhteen tulisi kiinnittää enemmän huomiota reaaliopioajatteluun, kuin niiden tekniseen mallinnukseen. Reaaliopioajattelulla on kolme tärkeää komponenttia, joista on hyötyä yritysjohtajille. Optio tarjoaa yritykselle lisäaikaa kerätä informaatiota ja tehdä päätös vasta kun tiedetään miten se vaikuttaa. Option tuottamien kassavirtojen ollessa ei-lineaariset, päätökset koskien optiota vaikuttavat suoraan kassavirtoihin. Toisena reaaliopioiden arvon määräytyessä linjassa rahoitusmarkkinoiden arvon kanssa, reaaliopiot hyödyntävät rahoitusmarkkinoiden tietoja ja käsitteitä määrittääkseen arvon erilaisien reaalihyödykkeiden kassavirroille. Kolmanneksi reaaliopioajattelua voidaan hyödyntää strategisten investointien proaktiivisessa muokkaamisessa ja hallitsemisessa. Miten investointiin liittyvä epävarmuutta voidaan pienentää, miten kassavirtoja voidaan kasvattaa; täytyy tunnistaa ja määrittää option arvo, muokata investointia optiolle sopivaksi ja lopuksi hallita investointia proaktiivisesti. (Amram & Kulatilaka, 1999 6 – 7)

Perinteisten kassavirtalaskelmien jättäessä huomioimatta reaaliopioiden luoma joustavuus johdon päätöksenteossa selvitetessä arvoa strategisille investoinneille, on reaaliopioimenetelmiä alettu kehittämään (Trigeorgis 1993, 202). Mun (2002, 77) mainitsee kirjassaan, että on sopimatonta käyttää ainoastaan perinteisiä kassavirtalaskelmia laskettaessa arvoa tietyille strategisille projekteille, jotka sisältävät johdon joustavuutta. Perinteisten kassavirtalaskelmien ollessa, että päätökset koskien investointia tulee tehdä heti investoinnin alussa ja näitä päätöksiä ei pystytä muuttamaan tai kehittämään ajan kuluessa. Reaaliopioimenetelmät ovat monien päätöksien summia ja luovat johdolle joustavuutta valita optimaalinen strategia uuden informaation ilmaantuessa investointiprojektin ollessa käynnissä. Reaaliopioimenetelmän luoma joustavuus mahdollistaa investointia koskevan strategian muuttamisen kesken investoinnin, kun projektiin liittyy epävarmuutta. Uuden informaation tullessa esille ja

epävarmuuden poistuttua, projektinjohto voi toteuttaa tilanteeseen katsomansa parhaan strategian. (Mun 2002, 72)

2.1 Reaaliopiotyypit

Stähle et al. (2002, 140) jaottelevat yrityksissä löytyvät optiot kahteen ryhmään: kasvuhakuiset ja joustoa tuottavat optiot. Nämä voidaan jaotella vielä eteenpäin osto- ja myyntioptioihin. Osto-optiolla yrityksellä on oikeus, mutta ei velvollisuutta ostaa tulevaisuudessa jokin hyödyke tai kyvykkyys. Myyntioptiolla yritys hankkii oikeuden, mutta ei velvollisuutta myydä jokin omistansa tuote tai kyvykkyys. Kasvua tavoittelevat optiot ovat aina osto-optiota, jos optioilla tavoitellaan joustavuutta tai suojausta löytyy näistä niin osto- kuin myyntioptioitakin. Trigeorgis (1996, 2 – 3) jaottelee kirjassaan reaaliopiotyypit edelleen seitsemään ryhmään: lykkäys-, vaiheistus-, skaalaus-, hylkäys-, vaihto-, kasvu- ja moniulotteisiin vuorovaikutusoptioihin.

Lykkäysoptio avulla yritys kykenee viivyttämään investointia ja hankkimaan investoinnin kannalta tärkeää lisäinformaatiota investoinnin kannattavuuteen vaikuttavista tekijöistä. Investointipäätöstä voidaan lykätä option maturiteetin rajoissa niin kauas tulevaisuuteen, että yritys on saanut hankittua tarvitsemansa lisäinformaation investoinnin kannattavalla toteuttamiselle. Mitä enemmän epävarmuutta markkinoihin liittyy ja mitä suurempi on uponneiden kustannuksien vaara, sitä hyödyllisemmäksi lykkäysoptio muodostuu. Lykkäysoptio on kuitenkin arvoton, mikäli yritys ei käytä hankkimaansa lisääntymistä hyödyksi hankkimalla esimerkiksi lisäinformaatiota päätöksenteon tueksi kilpailijoiden toiminnasta, markkinoista tai investoinnin toteuttamisesta aiheutuvista kustannuksista. (Trigeorgis 1996, 10 – 11, Stähle et al. 2002, 148 – 149) Investoinnin viivyttämisessä tulee ottaa huomioon, että kilpailijoilla ei saa olla mahdollisuutta toteuttaa samanlaista investointia, yrityksen viivyttäessä omaa investointiaan. Kilpailijan pystyessä toteuttamaan kyseinen investointi, olisi yrityksen optio arvoton. Hull (2012, 771) määrittää lykkäysoptio kirjassaan amerikkalaiseksi osto-optioksi, eli yrityksellä on mahdollisuus, mutta ei velvollisuutta investointiin tulevaisuudessa. Lykkäysoptio antaa yritykselle mahdollisuuden tarkastella investointihankkeen arvon nousemista option maturiteetin aikana ja tehdä päätös investoinnin

toteuttamisesta lisäinformaation avulla, arvon noustessa investointi kannattaa toteuttaa ja arvon laskiessa voidaan investointi hylätä ja välttää ylimääräisiä uponneita kustannuksia. Viivytämällä ei luoda lisäarvoa mikäli investointihankkeen nykyarvo on jo reilusti positiivinen, tällöin investointi on kannattavaa toteuttaa heti ja näin voidaan saavuttaa myös kilpailuetua verrattuna kilpailijoihin.

Vaiheistusoption avulla suuret investointihankkeet pystytään toteuttamaan monen pienen investoinnin sarjana. Vaiheistusoptiota hyödyntäen yritys kykenee jatkamaan tai keskeyttämään käynnissä olevan projektin etenemisen missä vaiheessa tahansa, mikäli esimerkiksi investointiin liittyvät kustannukset äkillisesti nousevat. Yrityksen keskeyttäessä projektin käytetään hylkäysoptiota, joka voidaan nähdä myyntioptiona. Vaiheistusoptio on arvokas aloilla, joilla on pitkäkestoinen tutkimus- ja tuotekehitysprosessi, esimerkiksi lääketieteellisyydessä tai start-up yrityksillä. (Trigeorgis 1996, 10 – 11, Stähle et al. 2002, 150 – 151)

Skaalausoption avulla yritys kykenee muuntamaan toiminta-asteen ja kapasiteetin markkinaolosuhteiden vaatimuksien mukaisesti. Yritys voi lisätä tai laskea tuotantoaan riippuen markkinoilla vallitsevasta tilanteesta. Markkinaolosuhteiden ollessa suotuisat ja yrityksen valmistaman tuotteen kysynnän noustessa yritys voi laajentaa tuotantoaan vastatakseen kysynnän kasvuun, mikäli kysyntä laskee voi yritys supistaa tuotantoaan pienentääkseen aiheutuvia kustannuksia. (Trigeorgis 1996, 11 – 12) Hull (2012, 774) vertaa tuotannon laajentamisoptiota amerikkalaiseen osto-optioon ja tuotannon supistamista amerikkalaiseen myyntioption. Laajennusoption avulla yritys saa hankittua itselleen joustavuutta, eli tarvittaessa voi nostaa tuotantokapasiteettiaan, mikäli markkinaolosuhteet tämän mahdollistavat. Skaalausoptio on yritykselle sitä arvokkaampi mitä suuremmat kasvumahdollisuudet siihen sisältyvät. Toiminta-asteen ja kapasiteetin muutoksen mahdollistavat optiot ovat yleisiä luonnonvarojen hyödyntävillä toimialoilla, joilla raaka-aineiden hintojen volatiliiteetti on suurta, esimerkiksi kaivos- ja metalliteollisuudessa (Stähle et al. 2002, 156 – 157).

Hylkäysoptio mahdollistaa yrityksen irtautumisen kannattamattomasta investointiprojektista markkinaolosuhteiden huonontuessa radikaalisesti. Yrityksen hylätessä investointiprojektin, realisoitavat se investointiin liittyvät tuotannontekijät ja projektiin liittyvän muun varallisuuden. Hylkäysoption avulla yritys kykenee välttämään investointiprojektista aiheutuvia tappioita. Hylkäysoptio voidaan nähdä amerikkalaisena myyntioptiona. (Trigeorgis 1996, 12 – 13) Option arvo on sitä korkeampi mitä monikäyttöisempää realisoitava omaisuus on, tämä johtuu monikäyttöisen omaisuuden helpommasta uudelleen allokointi mahdollisuudesta verrattuna spesifiin käyttöön tarkoitettuun omaisuudesta. Yleisesti hylkäysoptiot ovat käytettyinä pääomaintensiivisillä toimialoilla, esimerkiksi lentoliikenteessä. Option toteutushinta on projektiin liittyvien tuotannontekijöiden myyntihinta vähennettynä projektin lopettamisesta koituvat kustannukset. Mikäli realisoinnista saatavat tuotot ovat tarpeeksi alhaiset, voi option toteutushinta olla negatiivinen (Hull 2012, 769 – 770).

Kasvuoption avulla yritys pystyy luomaan tulevaisuuteen investointi- ja kasvumahdollisuuksia. Investoinnit sisältävät yleisesti uusia investointimahdollisuuksia, eli kasvuoptiona. Vaikkakin tutkimus- ja tuotekehitykseen perustuvat investoinnit ovat yleisesti kalliita ja omaavat suuren riskin, sisältyy kyseiseen investointiin suuri potentiaali tulevaisuuden investointi- ja kasvumahdollisuuksista. Investoitaessa pitkäaikaiseen ja riskipitoiseen tutkimus- ja tuotekehitykseen, lähes koko investoinnin arvo perustuu sen sisältämien optioiden arvoon. Yritysjohdon tuleekin siis nähdä investointien kannattavuus pitkällä aikavälillä lyhyen aikavälin sijaan. Yritys pystyy hankkimaan kasvuoptiona myös yritysostojen avulla niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin, mikäli yritysostoilla luodaan mahdollisuus laajentua uusille markkinoille (Stähle et al. 2002, 154 & Trigeorgis 1996, 12) Kasvuoption käsittelyssä tulee myös huomioida yrityksen mahdollinen option käyttämättä jättäminen ja sen aiheuttamat vaikutukset. Kulatilaka & Perotti (1998) tuovat esille tutkimuksessaan korkean teknologian omaavilla markkinoilla uuden teknologian käyttämättä jättämisestä voi yritykselle aiheutua suuremmat negatiiviset vaikutukset, kuin option toteuttamisesta aiheutuneet positiiviset vaikutukset, koska kyseisessä tapauksessa kilpailija voi hyödyntää yrityksen käyttämättä jättämisen mahdollisuuden ja kasvattaa

markkinaosuuttaan. Mun (2002, 178) kirjoittaa kirjassaan, option omistamisella olevan myös arvoa suurien suhdanne vaihtelujen omaavilla markkinoilla, vaikka sitä ei heti toteutettaisikaan. Kasvuoptiota käytetään yleisesti esimerkiksi korkean teknologian markkinoilla.

Moniulotteiset vuorovaikutusoptiot pitävät sisällään joukon erilaisia optioita. Normaalisti reaalioptioita on totuttu arvostamaan yksittäisinä optioina, vaikka yleisesti yritysten toteuttamat investointiprojektit pitävät sisällään joukon erilaisia reaalioptioita. Moniulotteisten vuorovaikutusoptioiden arvonmääritys on hankalaa optioiden vuorovaikutuksen takia, vuorovaikutuksen suuruus riippuu optioiden ominaisuuksista. Vaikkakin jotkut optiot vuorovaikuttavat toistensa kanssa ei optiojoukon arvoa voida yleisesti laskea yhteen summaamalla. (Trigeorgis 1996, 227) Stähle et al (2002, 159) mainitsee moniulotteisista vuorovaikutusoptioista esimerkin, jossa yritys on miettimässä kasvua uudelta markkina-alueelta. Yritys voi sijoittaa muutaman työntekijän uusille markkinoille, jolloin yritys ostaa oppimisoption. Oppimisoption lunastaminen luo yritykselle mahdollisuuden kasvuoptiolle. Yritys omistaa yhdistelmäoption oppiminen-kasvu ja oppimisoption kustannuksiksi voidaan esimerkissä määrittää työntekijöiden kustannukset kyseisellä markkina-alueella.

Vaihto-optio Trigeorgis (2005) mukaan markkinoihin kohdistuvan epävarmuuden ja globalisaation kasvaessa johdon joustavuudesta on tullut olennainen osa yrityksiä, johdon kyetessä menestyksekkäästi hyödyntämään tulevaisuuden investointi mahdollisuuksia, muokkauttamaan yritystä teknologian muutosten mukaisesti ja vastaamaan kilpailijoiden liikkeisiin. Kulatilaka (1988) Markkinahintojen tai -kysynnän vaihdellessa yrityksen mahdollisuutta vaihtaa tuotannossaan käytettäviä raaka-aineita kutsutaan prosessijoustavuudeksi ja yrityksen kyetessä joustavasti muuttamaan tuotettuja lopputuotteita voidaan puhua tuotantojoustavuudesta. Yritys pystyy luomaan prosessijoustavuutta teknologian kautta, mutta joustavuutta voidaan luoda myös ylläpitämällä isoa jakeluverkostoa tai siirtämällä tuotantoa maihin joissa on halvemmat tuotantokustannukset. Prosessijoustavuus on arvokasta raaka-aineintensiivisillä toimialoilla, kuten öljy- ja kaivosteollisuudessa. Tuotantojoustavuudesta puhuttaessa, yrityksellä on

mahdollisuus joustavasti muokata tuotantoon ja sen tuottamia lopputuotteita. Tuotantojoustavuus luo arvoa toimialoilla, joissa tuote valikoima ja tuotteiden erilaisuus on arvossa ja kysynnän voliteetti on suurta, kuten autoteollisuudessa. (Trigeorgis 2005; Trigeorgis 1993; Trigeorgis 1996, 2) Joustava tuotantoteknologia on yleisesti kalliimpaa, mutta tämä on myös kannattavaa mahdollistaessaan joustavuuden. Tärkeä kysymys vaihto-option toteuttamisessa on, milloin vaihto esimerkiksi käytettävien raaka-aineiden suhteen kannattaa tehdä, eli ennen vaihtoa pyritään selvittämään vaihdon optimaalinen ajoitus (Adkins & Paxson 2012).

Mun (2002, 252 – 253) määrittää vaihto-option arvon kun yrityksellä on mahdollisuus vaihtaa kahden teknologian välillä (teknologia 1 → teknologia 2). Yrityksen on optimaalista vaihtaa käytettävä teknologia 1, teknologiaan 2 mikäli teknologian 2 arvo on suurempi kuin teknologia 1 arvon ja vaihdon kustannuksen summa. Kuten esimerkistä käy ilmi mahdollisuuteen vaihtaa liittyy aina kustannus, vaihdon kustannus voi syntyä esimerkiksi työvoiman uudelleen kouluttamisesta, menetetyistä ajasta, varaston muutoksesta tai korvauspalkkioista (Kulatilaka, 1988). Vaihdon kustannuksesta huolimatta, esimerkiksi öljy-yhtiön mahdollisuus käyttää vaihtoehtoisesti energiana kaasua tai sähköä tuottaessaan raakaöljystä esimerkiksi polttoainetta, voi vaihdon mahdollisuus luoda yritykselle suuren kilpailuedun verrattuna kilpaileviin yrityksiin. Yritys voi markkinaolosuhteiden mukaan vaihtaa tuotannossa käytettävää raaka-ainetta sen markkinahinnan mukaan, mikäli vaihtoehtoinen raaka-aine on halvempaa kuin kyseisellä hetkellä käytetty, voi yritys vaihtaa halvempaan. Yrityksellä on myös mahdollisuus vaihtaa tuotettavaa lopputuotetta, mikäli vaihtoehtoisen tuotteen markkinahinta nousee ja siitä syntyvät tuotot ovat suuremmat verrattuna kyseisellä hetkellä tuotettavaan tuotteeseen, voi yritys muokata tuotantoon voiton maksimoimiseksi. (Trigeorgis 1993)

Alla on nähtävillä vielä yhteenveto eri reaaliopiotyypeistä kerättyinä taulukkoon 1.

Optiotyyppi	Tärkeää:
Lykkäysoptio	Yrityksen johto pystyy lykkäämään

	investointipäätöstä tietyn ajan. Johto pystyy hankkimaan lisäinformaatiota investoinnin kannattavuudesta, investointipäätöksen tueksi.
Vaiheistusoptio	Investointi pystytään jakamaan osiin. Yrityksen saadessa ei toivottua informaatiota investoinnista, voidaan seuraava vaihe jättää toteuttamatta. Toisaalta kaiken mennessä suunnitellusti toteutetaan myös seuraava investointivaihe.
Skaalausoptio	Yritys voi laajentaa tuotantoaan markkinoiden näyttäessä positiivisilta ja markkinoiden ollessa negatiiviset voidaan tuotantoa supistaa tai lopettaa kokonaan.
Hylkäysoptio	Yritys voi hylätä käynnissä olevat investoinnit ja realisoida projekteihin liittyvät tuotannontekijät.
Vaihto-optio	Hintojen ja kysynnän vaihdellessa voimakkaasti markkinoilla, yritys kykenee muuttamaan tuotevalikoimaansa. Yritys kykenee tuottamaan samoja tuotteita käyttämällä erilaista tuotantomenetelmää tai eri raaka-aineita.
Kasvuoptio	Alkuvaiheen investoinnilla on mahdollista päästä käsiksi tulevaisuuden kasvu mahdollisuuksiin.
Moniulotteiset vuorovaikutusoptiot	Reaalimaailman projektit sisältävät yleisesti suuren joukon erilaisia optioita. Näihin liittyy erilaiset epävarmuustekijät ja optioiden yhteinen arvo voi poiketa niiden arvoista erikseen.

2.2 Reaalioptioiden laskentamenetelmät

Reaalioptioiden arvon määrittämiseen on monia erilaisia laskentamenetelmiä ja menetelmien juuret juontavat finanssioptioteoriasta. Käytetyissä menetelmissä on matemaattisia vaikutteita eri toimialoilta, mutta ratkaisumenetelmien soveltamista optioiden arvon määrittämisessä ohjaa arbitraasiargumentti Black – Merton – Scholes mallin (Black – Scholes malli) takana (Amram & Kulatilaka 1999, 107). Reaalioption arvoa määritettäessä on reaalioption arvoon vaikuttavat parametrit selvitettävä, ennen kuin voidaan hinnoittelumallia soveltaa. Amram & Kulatilaka (1999, 37) määrittävät Black – Scholes –mallin tarvittavat parametrit reaalioption arvon määrittämiseen seuraavasti:

- Investoinnin kohteena olevan kohde-etuuden markkina-arvo. Kohde-etuuden arvo voidaan johtaa markkinoilta.
- Aika, johon mennessä investointipäätös on tehtävä. Aika riippuu investointihankkeen ominaisuuksista.
- Toteutushinta, riippuu investointihankkeen ominaisuuksista.
- Riskitön korkokanta, joka johdetaan markkinoilta.
- Investointiin liittyvä volatilitteetti, yleisesti joudutaan tekemään paras arviointi, koska vaikea määrittää.
- Rahalliset kustannukset tai ei-rahalliset hyödyt, jotka kohde-etuuden hallinnasta aiheutuvat. Pystytään yleisesti johtamaan suoraan markkinoita.

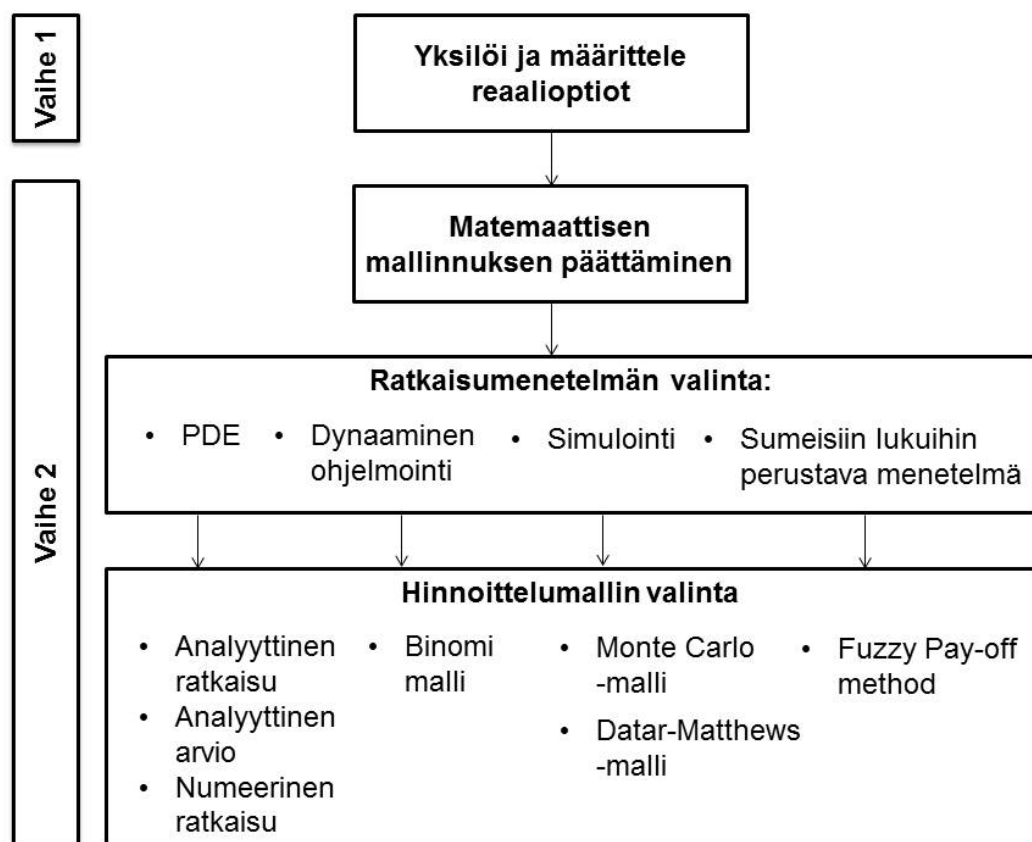
Reaalioptiomenetelmä sopii hyvin kun investoinnin kohteena olevan kohde-etuuden volatilitteetti on suuri, yleisesti reaalioption arvo kasvaa kun volatilitteetti kasvaa (Lander & Pinches, 1998). Reaalioption arvon määrittäminen on kaksivaiheinen prosessi. Ensimmäisessä vaiheessa yrityksen tulee identifioida ja määrittää investointiin liittyvät reaalioptiot. Toisessa vaiheessa yrityksen tulee valita tilanteeseen parhaiten sopiva matemaattinen ratkaisumenetelmä ja ratkaisutekniikka, jota käytetään reaalioption arvonmäärittämisessä. Ratkaisumenetelmät jaotellaan kolmeen ryhmään; analyyttiset ratkaisumenetelmät, dynaamiset optimointimenetelmät ja simulointimenetelmät. Seuraavaksi esitellään

käytetyimmät ratkaisutekniikat koskien edellä mainittuja ratkaisumenetelmiä. (Amram & Kulatilaka 1999, 107 – 108)

Analyttisten ratkaisumenetelmien avulla ratkaistaan option hintaa kuvaava osittaisdifferentiaaliyhtälö. Analyttiset ratkaisumenetelmät ovat matemaattisia malleja, jotka yhdistävät option jatkuvasti muuttuvan arvon markkinainstrumenttien muutoksiin. Analyttisiin ratkaisumenetelmiin liittyy kolme erilaista hinnoittelumallia, joita käytetään tarpeen mukaan. Ensimmäisenä on analyttinen ratkaisu, jolloin option arvo voidaan määrittää yhdestä syöttötiedosta muodostetusta funktiosta, tämä on nopein ja helpoin tapa määrittää optiolle arvo. Kuuluisin analyttinen ratkaisumalli on Black – Scholes optiohinnoittelumalli, kyseinen malli esitetään tarkemmin myöhempanä. Yleisesti analyttinen ratkaisu on käyttökelpoinen, mutta toisinaan reaalioption arvonmäärittämisessä on tyydyttävä analyttiseen arvioon option arvosta (Amram & Kulatilaka 1999, 109) Tapauksissa, joissa investointiprojektiin liittyy monimutkaisia ominaisuuksia voi analyttinen ratkaisu olla joko erittäin vaikea tai mahdoton toteuttaa, tällöin käytetään numeerista ratkaisumenetelmää. Yleisesti käytetty numeerinen ratkaisumenetelmä on Finite difference –menetelmä (Lander & Pinches 1998)

Dynaamista ohjelmointi –menetelmää hyödyntäen yritys pyrkii ratkaisemaan ongelman, kuinka tehdä optimaalisia päätöksiä, kun nykyinen päätös vaikuttaa tulevaisuudessa saataviin kassavirtoihin. Mallin avulla pystytään määrittämään investoinnin tulevat arvot koko option maturiteetin ajalta, arvot määritetään maturiteetin päättymisestä palaten takaisin nykyhetkeen. Mallissa arvonmäärittämiseen käytetään riskineutraalia lähestymistapaa. Dynaaminen ohjelmointi on erittäin käyttökelpoinen optiohinnoittelu –menetelmä, sen mahdollistaessa monien reaali-investointien ja reaaliopiotyyppien käsittelyn läpinäkyvästi ja selkeästi, auttaen käyttäjää ymmärtämään paremmin kuinka option arvo muodostuu. Menetelmän avulla pystytään ratkomaan monimutkaisia päätösrakenteita ja monimutkaisia suhteita option arvon ja investointikohteen arvon välillä. Binominen optiohinnoittelumalli on yksi dynaamisen ohjelmoinnin optiohinnoittelumalli. (Amram & Kulatilaka 1999, 110 – 111)

Simulaatiomenetelmän avulla kyetään muodostamaan tuhansia erilaisia polkuja investoinnin arvon kehityksestä option nykyhetkestä sen päättymispäivään. Käytetyin simulointimenetelmä on Monte Carlo –malli. Matemaattista mallia valittaessa tulee huomioida vallitseva tilanne eli minkälainen epävarmuus vallitsee. Epävarmuuden ollessa suurta voidaan käyttää hyödyksi sumeisiin lukuihin perustavaa menetelmää ja epävarmuuden ollessa pientä voidaan mahdollisesti hyödyntää simulaatiomallia.



Kuvio 2. kuvaa reaalioption arvonmääritysprosessin eri vaiheet. (Amram & Kulatilaka 1999, 108 & Collan et al. 2009)

2.2.1 Black – Scholes option arvon laskentamalli

Black – Scholes (1973) kaava perustuu option arvon määrittämiseen differentiaaliyhtälö pohjalta. Kaava luotiin määrittämään eurooppalaisiin osto-optio sopimuksiin perustuvien kohde-etuuksien hinta ja malli perustuu tiukkoihin oletuksiin rahoitusmarkkinoista. Mallissa kohde-etuuden hinnan vaihtelut on yleisesti mallinnettu hyödyntäen geometristä Brownin liikettä stokastisena

prosessina (Collan, 2011) Black – Scholes (1973) -malli olettaa seuraavien oletuksien olevan voimassa:

- Riskitön korko on tunnettu ja vakio kaikille maturiteeteille.
- Osakkeen hinta perustuu random walk stokastiseen prosessiin kun varianssi ja kasvuaste pysyvät vakioina.
- Osakkeesta ei makseta osinkoa.
- Optio on eurooppalainen ja pystytään toteuttamaan vain tietyllä hetkellä.
- Ei transaktiokustannuksia, eikä veroja.
- Riskittömän arbitraasin mahdollisuutta ei ole olemassa.
- Lyhyeksimyynä on sallittua.

Edellä mainittujen oletuksien ollessa voimassa, option arvo riippuu vain osakkeen hinnasta ja ajasta, muuttujien tiedetään olevan vakiot. Black – Scholes kaavan taustalla on niin sanottu yhden hinnan laki; kahdella eri sijoituksella, joilla on samat kassavirrat ja sama riski on oltava myös sama hinta täydellisillä markkinoilla (ceteris paribus). (Collan, 2011) Black – Scholes –malli on teknisesti verrattain helppo käyttää, mallin muodostuessa viiden eri muuttujan muodostamasta yhtälöstä. Mallin yhtälö eurooppalaisille osto- ja myyntioptioille on esitetty seuraavasti (Black & Scholes 1973, Collan 2011, Lander & Pinches 1998)

$$C = SN(d_1) - Xe^{-r(T-t)}N(d_2) \quad (1)$$

$$d_1 = \frac{\ln\frac{S}{X} + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}} \quad (2)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} \quad (3)$$

missä,

C = Eurooppalaisen osto-option hinta

S = Investoinnin nykyarvo

X = Reaalioption toteutushinta

$T-t$ = Reaalioption maturiteetti

r = Riskitön korkokanta

N = Kumulatiivinen normaalijakaumafunktio

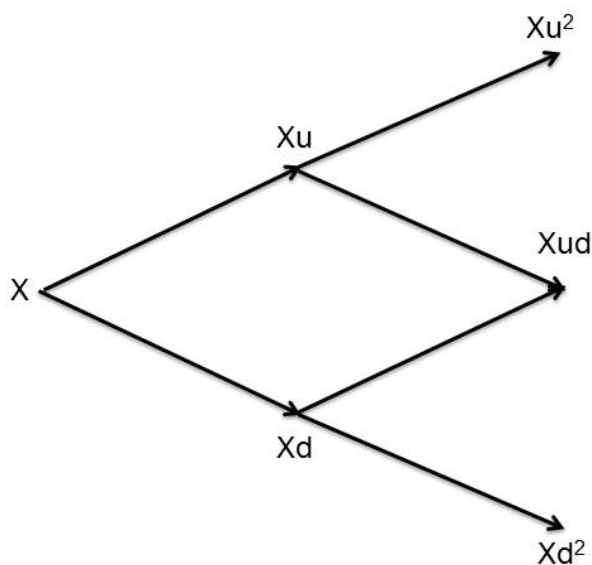
σ = Volatiliteetti

2.2.2 Binomipuumalli

Cox & Ross (1979) kehittivät binomimallin optiohinnoittelun tueksi. Tutkimuksen tarkoituksena oli tuoda esiin vaihtoehtoja stokastiselle prosessille, joka hallitsee osakkeen hinnoittelua ja samalla kehittää optiohinnoittelumenetelmä, jonka pystyy suoraan yhdistämään taustalla olevaan stokastiseen prosessiin. Binomimalli on helpoin optiohinnoittelumalli (Elton & Gruber, 1995) Binomimalli mahdollistaa optionhinnan tarkistuksen koko sen elinkaaren läpi ja täten mahdollistaa option aikaisemman suorittamisen. Binomimalli ei myöskään riipu tiettyjen tulosten todennäköisyyksistä, tämä tarkoittaa että malli on riippumaton sijoittajien erilaisista henkilökohtaisista todennäköisyyksistä liittyen sijoituksen hintojen liikkumiseen niin ylös- kuin alaspäin. Binomimallin hyväksikäyttö vaatii suhteellisesti vähemmän matemaattisia kykyjä verrattuna Black – Scholes -malliin. (Michailidis & Mattas, 2007) Binomioptiohinnoittelu –malli perustuu yksinkertaiseen mallinnukseen investoinnin kohteena olevan kohde-etuuden arvon kehittymisestä. Binomimallissa option erääntymisaika on jaettu moneen eri osaan (puunoksiin) ja option voi käyttää missä vaiheessa tahansa. Binomipuu havainnoi kaikki mahdolliset polut, jotka kohde-etuuden arvo voi saavuttaa option elinaikana ja optionhaltija voi päättää aina kahdesta vaihtoehdosta seuraavan askeleen. Valittu askelma voi vaikuttaa option arvoon joko positiivisesti tai negatiivisesti. Binomipuu toteutetaan kolmessa eri vaiheessa: ensimmäiseksi rakennetaan binomipuu, toiseksi lasketaan kaikille yhtymäkohdille option arvo ja viimeiseksi option arvo kaikilla aikaisemmilla yhtymäkohdilla lasketaan iteroimalla taaksepäin viimeisistä yhtymäkohdista. Laskettuaan viimeisestä puunoksasta arvot aina ensimmäiseen oksaan asti, saadaan selvitettyä reaalioption arvo ajassa 0. (Collan, 2011, Amram & Kulatilaka 1999, 113)

Yleisesti käytetyin versio binomimallista on kertaantuva binomimalli. Mallissa investoinnilla on alkuarvo X , jonka oletetaan nousevan X_u :hun tai laskevan X_d :hen.

Mikäli ajanjaksoja (puunoksia) on enemmän seuraavat mahdolliset arvot ovat Xu^2 , Xud tai Xd^2 . Alla kuviossa 3 on esitetty kuinka option arvon positiiviset tai negatiiviset muutokset muodostavat polkuja investointiprojektin kehitykselle. (Amram & Kulatilaka 1999, 113, Lander & Pinches 1998)



Kuvio 3. Binomihinnointelumalli

Lander & Pinches (1998) binomimalli ei siis ennusta tulevia arvoja investointikohteena olevalle kohde-etuudelle vaan arvojen oletetaan seuraavan kertautuvan binomimallin jakaumaa. Malli sisältää myös oletukset positiivisten (u) ja negatiivisten (d) parametrien ja kohde-etuuden volatilitiitin (σ) olevan vakioita ja tunnettuja. Binomihinnointelumallissa käytetään edellä mainittujen tekijöiden lisäksi riskivapaita todennäköisyyksiä (p ja $1 - p$) ja riskitöntä korkoa, riskittömän koron oletetaan olevan vakio ja tunnettu. Määrittääkseen option arvon hyödyntäen binomihinnointelumallia, ovat parametrien u , d ja p määriteltävä. X :n ollessa investoinnin arvo ajassa 0, Xu on arvo lisäysparametrilla kerrottuna, Xd on arvo vähennysparametrilla kerrottuna ja r_f ollessa riskitön korkokanta niin:

$$u = \frac{Xu}{X} \tag{4}$$

$$d = \frac{Xd}{X} \tag{5}$$

$$p = \frac{(1+rf)-d}{u-d} \tag{6}$$

Lisäksi binomihinnointelumallissa sovelletaan oletusta, että arbitraasi mahdollisuutta ei ole olemassa.

$$u > (1 + rf) > d \quad \text{ja} \tag{7}$$

$$d = \frac{1}{u} \tag{8}$$

Riskitön korko ei voi siis olla suurempi kuin lisäysparametri u , sillä tässä tapauksessa optio ei voisi parhaimmassakaan tapauksessa tuottaa yli riskittömän koron, tämä kääntäen mikäli riskitön korko olisi pienempi kuin vähennysparametri d ei optio voisi huonoimmassakaan tapauksessa tuottaa alle riskittömän koron (Puttonen & Valtonen 1996, 99). Kun edellä mainitut muuttujat ovat selvitetty, voidaan ne sijoittaa yhtälöön (9), jotta saadaan selvitettyä investoinnin odotettu tuotto e^r jokaiselta periodilta:

$$e^r = \frac{pXu + (1-p)Xd}{X} \tag{9}$$

Yhtälössä (9) e^r on laskettava jokaisella periodilla niin monta kertaa, kuin mahdollisia investoinnin arvoja on. Binomimallin ollessa niin sanottu puu, voi oksia mallissa olla monia. Mitä enemmän mallissa on oksia sitä tarkemmaksi option arvo muodostuu. Toisaalta oksien suuri määrä kasvattaa myös laskutoimitusten määrä

ja laskutoimitusten määrä voi nousta nopeasti melkoisen suureksi. Binomipuumallin ajanjakson lähestyessä arvoa nolla lähestyy mallin tuottaman arvo Black – Scholes -mallin tuottamaa arvoa. (Lander & Pinches 1998, Amram & Kulatilaka 1999, 113 – 115)

2.2.3 Monte Carlo -malli

Monte Carlo simulaatioperusteiset mallit ovat saaneet nimensä Monacon, Monte Carlo alueen mukaan. Monte Carlo –malli on simulointihinnoittelumenetelmistä käytetyin. Monte Carlo simulaatiossa on kysymys satunnaisesti, mallintajan antamien parametrien määriteltyjen mahdollisten toteutuvien parametriarvojen vaihteluväleistä valittujen lukujen käyttämisestä luomaan mallille parametriarvot, joiden avulla lasketaan käytetyllä mallilla satunnainen arvo optiolle. Simulaatioita ajetaan yleisesti useita tuhansia, jotta option arvoista saadaan satunnainen jakauma, josta voidaan laskea odotusarvo optiolle. Simulaatiolla, jotta voidaan selvittää esimerkiksi tietyn projektin tulevaisuuden kassavirtaennuste. Mun (2012, 102) mainitsee kirjassaan esimerkin nopan heitosta, heittäessään noppaa heittäjä tietää, että silmäluku on 1, 2, 3, 4, 5 tai 6, mutta hän ei tiedä millä heitolla hän mikään silmäluku tulee. Simulaatiota toistetaan monta kertaa ja jokaisen hintapolun kassavirta lasketaan ja diskontataan takaisin nykyhetkeen. Simulaatioajojen määrää kasvattamalla mallista saadaan tarkempi. (Amram & Kulatilaka 1999, 111, Howell et al. 2001, 130 – 131) Seuraavaksi esitetään Monte Carlo –simulaatioon perustava Datar-Mathews –malli.

2.2.4 Datar-Mathews –malli

Datar-Mathews –menetelmä on 2004 kehitetty simulaatioon perustuva arvonmääritysmalli, joka on kehitetty nimenomaan reaalioptioiden arvonmääritystä varten. (Kozlova et al. 2016) Mallin tarkoituksena on pystyä käyttämään perinteistä kassavirta-analyysiä pohjana, mallinnettaessa reaaliopiolle arvoa. Datar-Mathews –menetelmän tarkoituksena on pystyä mallintamaan reaalioption arvoa yksinkertaisesti, mutta silti ottamaan huomioon arvonmäärittämisessä perinteisen nettonykyarvo menetelmän huomioimattomat markkinoiden dynaamisuus ja epävarmuus. Menetelmässä pyritään käyttämään hyödyksi jo yrityksellä olevaa tietoa määritettäessä analyysiä kassavirroista. (Mathews et al. 2007) Menetelmä

siis perustuu kassavirtaskenaarioihin, jotka investointi projektin johtohenkilöt ovat määrittäneet. Määritettyjä kassavirtaskenaarioita simuloidaan käyttäen hyödyksi Monte Carlo –mallia. Simuloidusta skenaarioista mallinnetaan odotusarvojen todennäköisyysjakauma investoinnin kohteena olevan projektin odotetuille nykyarvoille. Mallissa käytetään eri diskonttauskorkoa laskettaessa nykyarvoja tuotoille ja kustannuksille, tuottojen ja kustannuksien omatessa eri määrän riskiä. (Datar & Mathews 2004; Mathews et al. 2007; Collan 2011; Kozlova et al. 2016). Reaalioption arvo pystytään määrittämään tuottojakauman avulla selvittämällä positiivisten ja negatiivisten lopputulemien arvot. Kaikki negatiivisten lopputulemien todennäköisyydet on osoitettu nolaksi ja option arvo on positiivisten lopputulemien painotettu keskiarvo option tuottojakaumasta. Reaalioption arvonmäärittäminen voidaan havainnollistaa yksinkertaisen esimerkin avulla. Mikäli projektin riskikorjattu onnistumissuhde on 50 %, diskontattu keskiarvo onnistuneiden lopputulemien arvosta on 200 miljoonaa euroa ja investoinnin diskontattu käynnistys arvo on 140 miljoonaa euroa. Voidaan reaalioption arvo määrittää käyttämällä seuraavaa kaavaa:

Reaalioption arvo = Riskikorjattu onnistumissuhde % * (Tuotot – Kustannukset)

Reaalioption arvo = 50 % * (200 – 140) = 30 miljoonaa euroa.

(10)

Käyttäen Datar-Mathews –mallia tai Black–Scholes –mallia laskettaessa reaalioption arvoa, mikäli kummassakin mallissa on käytetty samoja oletuksia malleista saadut tulokset lähenevät toisiaan kun Monte Carlo simulaatiota ajetaan riittävän monta ajoa. Datar-Mathews –mallin mallintaessa investointi projektiin liittyvien tulevaisuuden kassavirtaskenaarioiden todennäköisyysjakaumaa käyttäen hyödyksi projektin johdon määrittämiä kassavirtoja, ei se ole sidottuna tiukkoihin ennalta määritettyihin prosesseihin ja oletuksiin. Kyseisen joustavuuden seurauksena Datar-Mathews –mallia voidaan käyttää paremmin hyödyksi yrityksissä, strategisten investointipäätöksiensä tukena.

2.2.5 Sumea tuottojakauma menetelmä

Collan, Fullér ja Mezei (2009) kehittivät Fuzzy pay-off methodin eli sumeisiin lukuihin perustuvan mallin reaalioption arvon määrittämiseksi. Malli perustuu sumeisiin lukuihin ja se on kehitetty helppokäyttöiseksi. Matemaattisesti sumeisiin lukuihin perustuvaa mallia on helpompi käyttää kuin esimerkiksi Black & Scholes – mallia. Toisin kuin muissa reaalioption arvonmääritysmalleissa sumeisiin lukuihin perustavassa menetelmässä kohde-etuuden tulevaisuuden arvonmääritys ei perustu todennäköisyysjakaumiin, vaan mallissa käytetään yksinkertaista tuottojakaumaa, jota käsitellään sumeana lukuna. Sumea luku on joukko, joka pitää sisällään reaalitykijöitä intervallin A välillä sisältäen eri asteisia joukkoon kuulumisen tasoja nolasta (0) ykköseen (1). Joukkoon kuulumisen tason $x \in A$ noustessa nolasta kohti ykköstä, myös varmuus x :n kuuluvuudesta intervallille A nousee. (Bojadziev & Bojadziev, 1996, 113 – 114)

Sumeisiin lukuihin perustuva reaalioption arvonmääritys perustuu investointi projektin tuottamiin arvioituihin kassavirtaskenaarioihin. Lähtökohtaisesti yrityksen johto määrittää yleisesti haluavansa projektin kassavirroista esimerkiksi kolme erilaista kassavirtaskenaariota: minimiarvo, maksimiarvo ja parhaan arvion arvosta. Projektille määritetyistä kassavirroista lasketaan nettonykyarvot eri skenaarioille. Määritettyä eri skenaarioille nettonykyarvot voidaan nettonykyarvojen avulla määrittää sumeisiin lukuihin perustuva sumea nettonykyarvojakauma projektille. Sumea nettonykyarvojakauma on tyypillisesti muodoltaan joko kolmikulmainen tai puolisuunnikas riippuen eri skenaarioiden määrästä (3 – 4). Kolmion muotoista sumeaa numeroa käytettäessä projektille luodut minimi ja maksimi nettonykyarvot määrittävät esimerkiksi kolmikulmion ääripisteet. Reaalioption arvo voidaan määrittää suoraan kassavirtajakaumasta, option arvo määritetään laskemalla positiivisten arvojen sumea keskiarvo (possibilistic mean) kerrottuna projektin onnistumissuhteella. Onnistumissuhde voidaan määrittää jakamalla positiivisten skenaarioiden määrä koko kassavirtajakauman määrällä. (Collan et al. 2009, Collan et al. 2016)

2.2.6 Vertailuperusteinen reaalioption arvonmääritys

Reaalioption arvonmääritys voidaan toteuttaa myös vertaamalla kahta muuten samanlaista (ceteris paribus) investointiprojektia keskenään, mutta joista toinen

sisältää reaalioption ja toinen ei. Tässä työssä kappaleessa neljä (4) esitettävässä laskentaesimerkissä demonstroidaan edellä mainittua tilannetta, jossa kuluttaja investoi kohde-etuuteen, joka sisältää reaalioption ja sitä verrataan investointiin, joka ei sisällä. Vertaamalla näitä kahta investointia keskenään voidaan luoda tukea päätökselle valita tai olla valitsematta kalliimpi joustavuutta sisältävä investointivaihtoehto. Trigeorgis (1996, 5 – 7) ilmaisee asian seuraavasti:

Reaalioption arvo = investointi projektin arvo sisältäen reaalioption – saman projektin arvo ilman reaalioptiota (11)

Laskentamenetelmässä verrataan siis kahta investointiprojektia toisiinsa ja mikäli edellä esitetyn kaavan (11) lopputulos reaalioption arvon osalta on positiivinen, on reaalioption arvoa. Kappaleessa neljä (4) esitettyssä laskentaesimerkissä tullaan käyttämään nimenomaan edellä mainittua laskentalogiikkaa, kun selvitetään vaihto-option arvoa. Esimerkissä verrataan flexfuel –autoa normaaliin bensiinimoottorilla toimivaan autoon Flexfuel –auto sisältää reaalioption vaihtaa, koska kyseisellä moottorilla toimivaan autoon omistaja voi joka kerta tankatessaan valita tankkaako autoon etanolia vai bensiiniä. Auton omistajan on tankatessaan tiedettävä polttoaineiden polttoarvot, koska etanoli on energia tuotoltaan bensiiniä alhaisempi (yhdellä litralla etanolia pääsee lyhyemmän matkan kuin yhdellä litralla bensiiniä). Rationaalisesti toimiva flexfuel –auton omistaja tankkaa siis ajoneuvoonsa aina halvempaa polttoainetta. Tutkimuksessa esitettävä laskentaesimerkki on esitetty kappaleessa 5.

3 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on keskittyä tutkimaan reaalioptiota vaihtaa tuotettavaa tuotantopanosta ja tästä mahdollisesti syntyvää hyötyä yrityksille ja kuluttajille, kirjallisuuskatsaus on siis rajattu koskemaan ainoastaan vaihto-optiota. Reaalioptio vaihtaa eli vaihto-optio on kappaleessa 2.1 kuvatun mukaisesti optio, joka antaa yritykselle mahdollisuuden, mutta ei velvollisuutta, vaihtaa esimerkiksi tuotettavaa tuotantopanosta mikäli toisen hyödykkeen hinta nousee. Vaihto-option avulla yritykset pyrkivät siis parantamaan kannattavuuttaan ja tuomaan joustoa toimintaansa, tässä luvussa pyritään selvittämään miten yritykset ovat tässä onnistuneet käyttämällä apuna julkaistuja tutkimuksia aihealueesta. Tutkimus on rajattu koskemaan ainoastaan vaihto-optiota ja sen käyttöä, joten kaikki muut reaalioptiotyypit on rajattu tutkimuksesta pois.

Tutkimuskysymyksiäni ovat seuraavat:

1. Mitä akateemista tutkimusta vaihto-option käytöstä on tehty?
2. Missä ja miten vaihto-optiota on käytetty käytännössä?

Kaikki tutkimukseen sisällytetyt relevantiksi todetut artikkelit on luettu läpi ajatuksella ”millä tavoin tässä artikkelissa on kuvattu vaihto-optiota” ja ”millä tavoin tässä artikkelissa on kuvattu vaihto-option käyttöä toimialakohtaisesti”. Vaihto-optiota on käytetty eri toimialoilla, mutta vaihto-option käytön vertailua ei ole tehty eri toimialojen välillä. Tutkimuksessa käsitellään eri toimialoja, mutta vaihto-optiota tulee olla käytetty business mielessä, joten artikkelit jotka eivät tätä kriteeriä täytä jätetään tutkimuksesta pois. Tutkimusaineisto on koottu ja analysoitu käyttäen systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmää, koska haluan kirjallisuuskatsauksesta mahdollisimman monipuolisen.

Tässä luvussa kuvataan ensin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen menetelmän pääpiirteet, joita on pro gradu –tutkielmassa sovellettu. Luvussa esitetään tarkka raportointi tutkimuksen eri vaiheista niin menetelmän sisältävän protokollan

muodostamisesta aina aineiston koontiin ja analyysiin. Käyttämästäni menetelmästä ”systemaattinen kirjallisuuskatsaus” käytetään hieman eri nimitystä lähteestä riippuen: Pettigrew & Roberts (2006) käyttävät nimitystä ”systematic review” (systemaattinen kirjallisuuskatsaus) kun taas esimerkiksi Metsämuuronen (2005) käyttää nimitystä ”systemoitu kirjallisuuskatsaus”. Tutkimuksessa tullaan tästä lähtien käyttämään nimitystä systemaattinen kirjallisuuskatsaus, jotta vältetään väärinymmärryksiä.

3.1 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus menetelmänä

Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella tarkoitetaan kokonaisvaltaista tutkimusta ja tulkintaa valitun aihepiirin kirjallisuudesta. Pettigrew ja Roberts (2006, 2) kirjoittavat, että on tärkeää pystyä erottamaan oikea ja oletettu tieto ja tässä systemaattinen kirjallisuuskatsaus on oiva apu. Kirjoittajien mukaan yksittäisen tutkimuksen tulokset ovat harvoin yleistettävissä siinä määrin, että niiden avulla voidaan esittää totuus käsiteltävänä olevasta asiasta. Kirjallisuuskatsaus menetelmiä on systemaattisen kirjallisuuskatsauksen lisäksi esimerkiksi kuvaileva kirjallisuuskatsaus, joka on yleisimmin käytetty kirjallisuuskatsaustyyppi ja näiden lisäksi on meta-analyysi, jossa käytetään hyväksi tilastollisia menetelmiä tutkimuksen toteuttamiseksi. (Salminen 2011) Tutkimuksen käytettäväksi menetelmäksi on valittu systemaattinen kirjallisuuskatsaus.

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tunnusmerkit ovat: läpinäkyvyys ja selkeys. Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella voidaan nähdä olevan kolme tavoitetta: tutkimukseen tulee kerätä kattavasti alkuperäistutkimuksia, jotta vältetään tutkimuksien ja tiedon valikoitumisesta koituvat haitat. Toiseksi tutkimuksien menetelmällinen laatu on selvitettävä, jotta kukin alkuperäistutkimus saisi tutkimuksen laadulle sopivan painoarvon ja viimeiseksi on yhdistettävä tutkimustulokset, jotta voitaisiin hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti jo olemassa olevia tutkimustuloksia. (Metsämuuronen 2005, 38 – 39; Pettigrew & Roberts 2006, 4)

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla pystymme tarkastelemaan yksittäistä tutkimusta osana laajaa joukkoa tutkimuksia. Tutkimusmetodina systemaattinen kirjallisuuskatsaus sisältää tarkat tutkimuskysymykset ja nämä tutkimuskysymykset luovat puolestaan kontekstin koko tutkimukselle. Tutkimuskysymyksiin haetaan vastauksia seuraamalla tutkimuspolkua. Edellä mainittu läpinäkyvyys ja selkeys ovat seurausta tutkimuspolusta ja sen dokumentoinnista, jokainen tutkimuspolun eri vaihe tulee dokumentoida tarkasti. Aineistoon tutkijan tulee pyrkiä sisällyttämään kaikki aiheeseen ja tutkimuskysymyksiin liittyvät relevantit tutkimukset. Aineisto voi koostua sekä kvalitatiivista että kvantitatiivisista tutkimuksista. (Metsämuuronen 2005, 39)

Kirjallisuuskatsauksen teko alkaa aineiston rajauksella ja tutkimussuunnitelman teolla. Tutkimussuunnitelma sisältää esimerkiksi kriteerit kirjallisuuden sisäänotosta ja poissulusta. Kriteerien valintaan vaikuttavat tutkimuskysymykset ja esimerkiksi tutkimuksen vaatimusten asettamat rajaukset. Tässä tapauksessa Pro Gradu –tutkielman asettamat rajat. Tutkimuksessa ainoana lähteenä on käytetty Lappeenrannan teknillisen yliopiston kirjaston tietokantoja.

3.1.1 Kirjallisuuden sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Kirjallisuuden sisäänotto- ja poissulkukriteereitä käyttäminen auttaa tutkimuksen tekijää löytämään tutkimuksen kannalta relevanteimmat tutkimukset mukaan systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. Kriteerien käytöllä tutkija luo selkeän kuvan tutkittavasta aiheesta ja samalla asettaa rajaukset tutkittavalle aineistolle. Tutkimuksen rajaus on tärkeä osa tutkimusta, koska rajauksen tehtyään tutkija kykenee keskittymään tutkimuksessaan vain olennaisimpiin tutkimuksiin ja näitä analysoimalla pystytään vastaamaan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. (Aveyard 2010, 70 – 72, Metsämuuronen 2005) Työhön valittiin keskeiseksi tutkimuskysymykseksi minkälaisia hyötyjä ja haittoja vaihto-option käytössä havaittiin, koska juuri tätä pyritään tutkimuksessa selvittämään. Toisena kysymyksenä selvitetään miten eri toimialoilla vaihto-optiota käytetään.

Kirjallisuuden sisäänotto- ja poissulkukriteereihin vaikuttaa suuresti tutkijan asettamat tutkimuskysymykset ja pro gradu –tutkielmaan liittyvät rajoitukset.

Edellä mainituista syistä johtuen olen valinnut tutkimukseen aineiston, joka on saatavilla Lappeenrannan teknillisen yliopiston kirjaston tietokannoista maksutta. Aineisto on koottu englanninkielisistä tutkimusartikkeleista, koska suomenkielisiä artikkeleita ei olisi ollut tarpeeksi kattavaa määrää. Valitut artikkelit ovat vertaisarvioituja, poikkeuksena toimii Emerald tietokannasta haetut artikkelit, joita työssäni käytän, Emeraldin kautta mukaan otetuissa artikkeleissa on käytetty erikseen aikaa lähteiden ja tutkimuksien laadun tarkastamiseen. Kirjat ja jo kirjoitetut kirjallisuuskatsaukset on jätetty tutkimuksen ulkopuolelle.

Aineistoon on valittu tutkimuskysymyksieni mukaisesti tutkimuksia, joissa käsitellään vaihto-option käyttöä ja sen mukana tuomia hyötyjä tai haittoja ja myös miten eri toimialoilla vaihto-optiota käytetään. Ajallista rajausta ei julkaisuille tehty, vaan tutkimukseen otettiin mukaan kaikki julkaisuvuodet, jotta saataisiin myös kuva miten vaihto-optiota on käytetty ajansaatossa. Ajallisen rajauksen pois jättäminen ei myöskään nostanut hakutuloksien määrää suuresti.

Kirjallisuuden sisäänottokriteerit:

- Akateeminen tutkimus
- Alkuperäisartikkeli
- Julkaisukieli: englanti
- Kaikki julkaisuvuodet
- Optiota käytetty business mielessä
- Vaihto-option käsittely
- Lappeenrannan teknillisen yliopiston kautta saatavilla olevat maksuttomat artikkelit
- Kvalitatiivinen tai kvantitatiivinen empiirinen tutkimus

Kirjallisuuden poissulkukriteerit:

- Kirjallisuuskatsaukset
- Kirjat
- Julkaisukieli muu kuin englanti
- Artikkelit, joissa ei käsitellä vaihto-optiota

- Artikkelit, jotka eivät ole saatavilla Lappeenrannan teknillisen yliopiston kirjaston tietokannoista

Edellä mainitut kriteerit ovat pysyneet muuttumattomina koko suorittamani aineistohaun ajan, joten koko käyttämäni aineisto on kerätty samalla tavalla alusta loppuun.

3.1.2 Aineistohaun suorittaminen

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tunnusmerkkien mukaan kirjallisuuskatsauksen tulee olla läpinäkyvä, tästä syystä jokainen työssä tehty vaihe ja valinta tulee perustella huolellisesti lukijalle, jotta hän saa mahdollisimman läpinäkyvän kuvan tutkimuksesta. (Pettigrew & Roberts 2006, 102) Seuraavaksi kuvataan työssä suoritettu aineistonkeruuprosessi.

Aineiston keruun aloitin suorittamalla koehakuja kirjastomme tarjoamiin tietokantoihin. Koehakujen pääasiallinen tavoite oli selvittää mistä tietokannoista löytyy parhaiten vaihto-optiota käsitteleviä tutkimusartikkeleita. Koehakuni tein pelkästään kansainvälisiin tietokantoihin kohdistuen. Koehakujen yhteydessä hakulausekkeet muokkautuivat sellaiseen muotoon, jotka tuottivat realistisesti hallittavissa olevan määrän tutkimusartikkeleita. Koehakujen yhteydessä hakutulokset saattoivat olla yli tuhansia viitteitä, mutta hakulausekkeiden muokkaamisen seurauksena viitteiden määrä laski 12 – 169 viitteeseen tietokantaa kohden. Kuten edellä on mainittu tutkimuksesta on jätetty kokonaan pois suomenkieliset tietokannat ja koehakuja suorittaessani päätin olla myös käyttämättä Google Scholaria tutkimuksessani, sen epätarkkuuden takia.

Suorittamieni koehakujen perusteella käytin tutkimuksessani seuraavia tietokantoja:

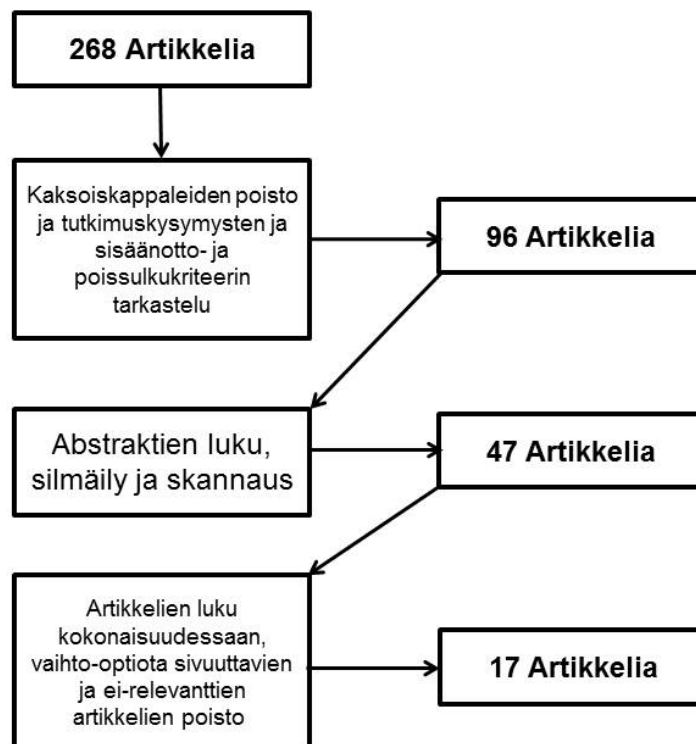
1. Business Source Complete (EBSCO)
2. Emerald Journals (Emerald)
3. ABI/INFORM Global (ProQuest)
4. SpringerLink (Springer)

Koehakuja suorittaessani käytettävä termistö alkoi muovautua paremmin ja tämän seurauksena pystyin suorittamaan hakuni tarkemmin. Suoritin aluksi hakujani termillä *"Real options to switch"* ja *"Real option to switch"*, mutta koehakujen yhteydessä muokkasin hakutermin muotoon, *"Option to switch"* ja tämän seurauksena sain enemmän hakutuloksia, mutta silti realistisesti hallittavissa olevan määrän. Hakujen yhteydessä on käytetty myös Boolean operaattoreita (and, or, not tai and not), näistä parhaiten omaan tutkimukseeni soveltui AND – operaattori. Edellä mainittujen lisäksi hauissa on käytetty Emerald Journalssia lukuun ottamatta "peer reviewed" toimintoa, jonka avulla haut pystytään rajaamaan koskemaan vain vertaisarvioituja artikkeleita. Vaikkakin Emerald Journalssissa ei pystytä tätä toimintoa käyttämään päätin silti ottaa tietokannan mukaan tutkimukseen ja kyseisestä tietokannasta löydettyjen artikkelien osalla on käytetty erityisen tarkkaa huomiota, missä artikkelit on julkaistu ja tätä kautta pyritty varmistamaan julkaisujen luotettavuus.

Hakulausekkeena käytin työssäni kaikissa tietokannoissa *"Option to switch"*. Hakuja suorittaessa muodostin kaikille tietokannoille omat kansiot, jonne tallensin artikkelit. Kansioita tuli täten yhteensä neljä ja SpringerLink:lle kaksi alakansiota, koska tein Economics ja Business & Managementille omat kansiot.

Hakutuloksiksi ensimmäisessä vaiheessa sain yhteensä 261 viitettä, jotka tallensin muodostamiini kansioihin, sen mukaan mistä tietokannasta artikkelin olin löytänyt. Tein vielä uusinta haun tietokantoihin hakusanoilla *"Real option" AND "Switch"* ja *"Real options" AND "switch"*. Kyseisiä hakusanoja käytettyä sain tutkimukseen mukaan muutamia artikkeleita, joita ei pää hakulausekkeella löytynyt, aineistoksi muodostui 268 artikkelia. Poistettuani artikkeleiden kaksoiskappaleet ja tarkasteltuani aineistoa tutkimuskysymyksieni ja artikkelien sisäänotto- ja poissulkukriteerien avulla aineistoksi muodostui 96 artikkelia. Kaksoiskappaleiden poiston jälkeen silmäilin, skannasin ja luin artikkelien abstraktit, jolloin tutkimuksessa mukana olleiden artikkelin lukumäärä laski 47:ään artikkeliin. Viimeisessä vaiheessa aineiston valikoinnissa kävin artikkelini vielä tarkasti läpi sisäänottokriteereitani peilaten ja lukemalla kaikki artikkelit läpi

kokonaisuudessaan. Poistin aineistosta kaikki vaihto-optiota vain sivuuttavat artikkelit ja artikkelit, joissa vaihto-option käyttö oli muutenkin pienempää, koska halusin tutkimukseeni vain artikkeleita joissa vaihto-optio on ollut pääkäyttöisenä reaalioptiona. Artikkeleiden lähemmän lukemisen jälkeen lopullinen aineisto koostui 17 artikkelista, jotka käsittelevät monelta eri toimialalta ja tilanteesta vaihto-option käyttöä ja hyötyjä käytännössä.



Kuvio 4. Kuvaus tutkimus aineiston koonnista.

3.1.3 Aineiston analysointi: sisällönanalyysi

Kyngäs & Vanhanen (1999) puhuvat sisällönanalyysistä menettelytapana, jolla voidaan tuottaa analyyskejä systemaattisesti ja objektiivisesti erilaisista dokumenteista. Analyysiä tehtäessä dokumentti käsitteenä on käsitettävä hyvinkin laajassa merkityksessä, sillä dokumentti voi olla esimerkiksi: kirja, päiväkirja, artikkeli, keskustelu, haastattelu tai puhe. (Tuomi ja Sarajarvi, 2009, 103) Tässä tutkimuksena dokumentteina käytetään tieteellisiä artikkeleita ja näitä pyritään analysoimaan mahdollisimman systemaattisesti ja objektiivisesti. Sisällönanalyysin

tarkoituksena on järjestää tutkittava aineisto tiiviiseen ja selkeään muotoon kadottamatta kyseisen aineiston sisältämää informaatiota.

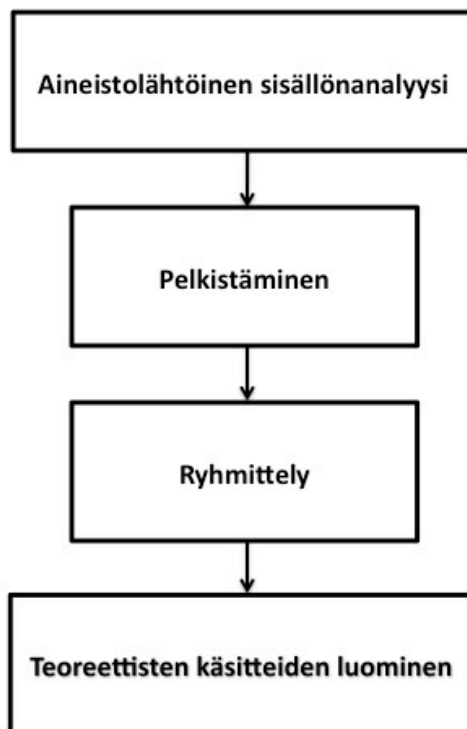
Tuomi & Sarajarvi (2009, 95 – 97) mukaan sisällönanalyysi voidaan jakaa kolmeen eri muotoon, puhutaan aineistolähtöisestä, teoriaohjaavasta ja teorialähtöisestä analyysistä. Tässä tutkimuksessa tullaan käyttämään aineistolähtöistä analyysiä. Aineistolähtöisessä analyysissä on tarkoituksena luoda tutkittavana olevasta aineistosta teoreettinen kokonaisuus. Aineistosta valitaan analyysiyksiköt tutkimuksen tarkoituksen ja tehtävänasettelun mukaisesti. Aineistolähtöisessä analyysissä aikaisemmillä havainnoilla, tiedoilla tai teorioilla tutkimuksen kohteena olevasta ilmiöstä ei pitäisi olla analyysin lopputuloksen tai toteuttamisen kannalta minkäänlaista merkitystä, koska analyysin oletetaan olevan aineistolähtöistä.

Laadullisten analyysien yhteydessä puhutaan yleisesti joko induktiivisesta tai deduktiivisesta analyysistä. Puhuttaessa induktiivisesta tai deduktiivisesta analyysistä kuvataan kuinka päättely analyysissä etenee. Induktiivisessä analyysissä edetään yksittäisestä yleiseen ja deduktiivisessä analyysissä edetään yleisestä yksittäiseen. Tässä kirjallisuuskatsauksessa analysoinnin apuna käytetään niin deduktiivista analyysia (yleisestä yksittäiseen) kuin induktiivista analyysia (yksittäisestä yleiseen). Analyysissä pyritään kuvaamaan käsitteitä annettujen teoriasidonnaisten tutkimuksien pohjalta, joka vastaa deduktiivista analyysia, kirjallisuuskatsauksen aineiston koostuessa jo olemassa olevista tutkimuksista perustuu analyysi olemassa olevaan tutkimusmateriaaliin ja näin ollen tutkimuksessa ei tuoteta uutta tietoa. Kuitenkin tutkimuksessa pyritään yleistämään jo olemassa olevia tutkimuksia (yksittäistä tietoa) ja näin ollen käyttämään induktiivista päättelyä. (Tuomi & Sarajarvi 2009, 95 – 113)

Tässä tutkimuksessa kirjallisuuskatsauksen analysointitapana käytetään aineistolähtöistä sisällönanalyysiä. Tuomi & Sarajarvi (2009) kuvaavat aineistolähtöisen sisällönanalyysin kolmivaiheiseksi prosessiksi. Ensimmäisenä aineisto pelkistetään, eli aineistosta pyritään karsimaan kaikki epäolennainen tieto pois, pelkistämällä voidaan tarkoittaa esimerkiksi aineiston tiivistämistä tai jakamista osiin. Toisena vaiheena on aineiston ryhmitteleminen, eli samaa asiaa

tarvoittavat asiat voidaan ryhmitellä omiksi luokiksi ja edelleen tarkemmaksi luokaksi. Viimeiseksi aiheesta luodaan teoreettiset käsitteet ja johtopäätökset. Tutkittavien artikkelien osalta pyritään löytämään yhteneväisyydet, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiä. Tutkimuksessa aineistoa pelkistettiin karsimalla artikkeleista pois kaikki informaatio, joka ei koskenut vaihto-optiota ja kirjoittamalla ylös pelkistettyjä ilmauksia koskien tutkittavaa aihetta. Jokaisen tutkimuksen artikkelin osalta toimittiin samalla tavalla. Pelkistetyt ilmaukset jaoteltiin eri luokiksi ja edelleen omiksi ryhmiksi. Aineistosta löytämäni luokat olivat: *tuotejoustavuus, uusiutuvat energianlähteet, tuotanto joustavuus, henkilökohtainen valinta epävarmuuden vallitessa, voiton maksimoiminen työuran aikana, markkinoiden epävarmuus.*

Aineiston pelkistämisen ja luokkiin jaon jälkeen aineisto jaettiin ryhmiin, edellä mainittujen luokkien mukaan. Aineistosta kootut ryhmät ovat jaoteltu seuraavasti: *Tuotejoustavuus uusiutuvien energialähteiden käytössä, Tuotannon joustavuus epävarmoilla markkinoilla ja Henkilökohtaisen valinnan mahdollisuus voiton maksimoimiseksi epävarmuuden vallitessa.* Pelkistettyjä ilmauksia on yhdistetty ryhmiin, artikkeleiden sisällön tämän salliessa esimerkkinä artikkelit joissa käsitellään tuotejoustavuutta, tämä joustavuus muodostuu yleisesti uusiutuvien energialähteiden käytöstä. (Tuomi & Sarajärvi, 2009)



Kuvio 5. esittää aineistolähtöisen analyysin eri vaiheet.

3.1.4 Tutkimusaineiston kuvaus

Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen kuuluu yhtenä osa-alueena tutkimusaineiston kuvaus ja saatujen tutkimustulosten käsittely. Tässä luvussa esitetään lyhyesti tutkimukseen kerättyjen artikkeleiden pääteemoja, julkaisutietoja ja minkälaista metodologiaa tutkimuksissa on käytetty. Tutkimuksessa esiintyvistä artikkeleista on koottu yksityiskohtainen taulukko, joka löytyy liitteestä 1. Aineiston kuvauksella ja taulukoinnilla pyritään lisäämään työn läpinäkyvyyttä.

Tutkimuksen aineisto koostuu 17 artikkelista, jotka käsittelevät miten eri toimialoilla käytetään tai voidaan käyttää vaihto-optiota hyödyksi. Aineiston artikkeleista 10 käsittelee enemmän eri teollisuuden aloilla saatavaa hyötyä vaihto-optiosta esimerkiksi autoteollisuudessa ja energiateollisuudessa, 7 muuta artikkelia käsittelevät sekä yksilöiden saamaa hyötyä reaaliopitiosta vaihtaa että yrityksen saamaa hyötyä eri tilanteissa.

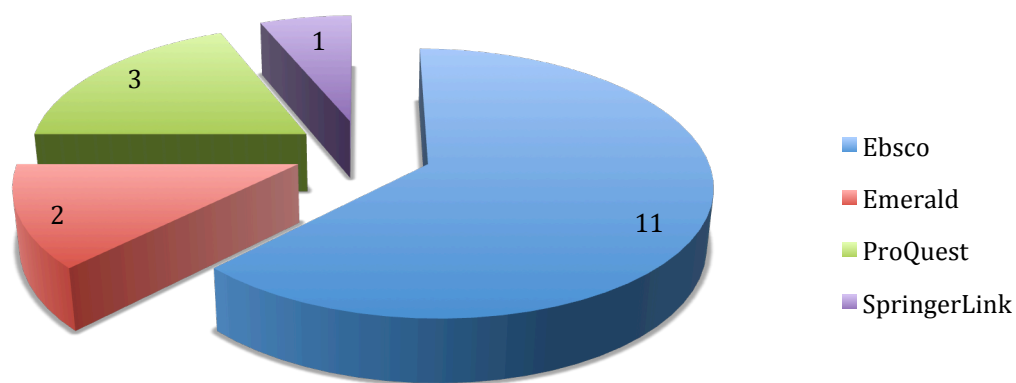
1. Tuotejoustavuus uusiutuvien energialähteiden käytössä (Detert ja Kotani 2013, Bastian-Pinto et al. 2010, Sødal et al. 2009, Sødal et al. 2008, Krüger ja Haglund 2013, Di Corato et al. 2013, Gauthier 2002 ja Baldi 2010)
2. Tuotannon joustavuus epävarmoilla markkinoilla (de Magalhaes Ozorio et al. 2013, Treanor 2012, Schäfer ja Sorensen 2010, Bastian-Pinto et al. 2009 ja Cobb ja Charnes 2010)
3. Henkilökohtaisen valinnan mahdollisuus voiton maksimoimiseksi epävarmuuden vallitessa (Milevsky ja Promislow 2004, Bodie et al. 2008, Henseler ja Roemer 2013 ja Wang 2009)

Osassa aineistoon sisältyvissä artikkeleissa käsiteltiin useampaa edellä mainittua luokkaa, mutta pääasiassa kukin artikkeli käsitteli kahta eri luokkaa, tästä esimerkkinä (Treanor 2012). Tutkimukseen sisältyvien artikkelien julkaisuvuodet vaihtelevat 2002 – 2013 välillä ja suurin osa artikkeleista on kirjoitettu vuoden 2008 jälkeen, joten aineistoa voidaan pitää olevan ajan tasalla. Artikkelien julkaisuvuosien painottuminen enemmän nykypäivään indikoi myös aiheen kiinnostavuudesta ja ajankohtaisuudesta tässä hetkessä.

Tutkimusaineistoon kerättyjen artikkeleiden aineistot koostuvat yleisesti esimerkiksi hyödykkeen tai maksun hinnan aikasarjoihin ja näiden hintojen oletetaan noudattavan geometrista Brownin liikettä. Hintojen/maksujen muokkaamisen jälkeen hinnan vaihteluita on simuloitu esimerkiksi käyttämällä Monte Carlo – simulaatiomallia apuna. Osa artikkeleista on myös samoilta kirjoittajilta esimerkiksi Sodal, Koekebakker ja Aadland ovat julkaisseet kaksi artikkelia, jotka käsittelevät merirahtia ja merirahdissa käytettäviä aluksia. Artikkeleiden sisältö on kuitenkin eri molemmissa, koska toisessa tutkitaan mahdollisuutta vaihtaa yhdistelmäalukseen ja toisessa mahdollisuutta vaihtaa kuivalastia kuljettava rahtilaiva, nestemäistä rahtia kuljettavaan laivaan. Bastian-Pinto on ollut myös kolmessa tutkimuksessa käytettävässä artikkelissa kirjoittajana, mutta nämäkin artikkelit käsittelevät kaikki eri asioita. Bastian-Pinto et al. (2010) tutkivat flexfuel -moottorin tuomaa joustavuutta ja hyötyä rahallisesti, auton

omistajalla on joka tankkauksella mahdollisuus valita tankkaako hän etanolia vai bensiiniä. Bastian-Pinto et al. (2009) tutkitaan mahdollisuutta tuottaa sokeriruo'osta, joko sokeria, jonka sivutuotteena valmistuu myös hieman etanolia tai pelkästään etanolia. Kolmannessa Bastian-Pinto et al. (2013) tutkimuksessa tutkitaan investointi mahdollisuutta integroituun terästehtaaseen.

Artikkelit



Kuvio 6. kuvaa miten työssä käytetyt artikkelit jakautuivat eri tietokantojen välille.

Metodologisesti aineistoon sisällytetyt artikkelit eivät eroa toisistaan kovinkaan paljoa, kaikki aineistoon otetut artikkelit sisältävät kvantitatiivisen tutkimuksen. Kaikissa aineistoon sisällytetyissä artikkeleissa pyritään laskennallisesti selvittämään, kuinka suuri koitunut hyöty tai haitta on saavutettu mahdollisuudesta vaihtaa esimerkiksi tuotantopanosta. Treanor (2012) tutkii lentoyhtiön hyötyä hallita monipuolista lentolaivuetta kun lentopetrolin hinta on epävakaa. Tutkimuksessa lentoyhtiö voi jakaa kapasiteettinsa kahden lentokoneen välillä, yhtiö voi lennättää joko pientä konetta tai isoa konetta. Edellä mainittua valintaa verrataan monipuolisella laivueella toimivaan.

Aineiston artikkeleiden julkaisukanavat vaihtelivat todella paljon, kaikki aineiston artikkelit ovat julkaistu eri kanavassa. Esimerkkejä artikkeleiden julkaisukanavista on: *International Review of Financial Analysis*, *Energy Economics* ja *Review of*

Financial Economics. Artikkeleiden julkaisukanavat ja julkaisuvuodet ovat kerätty taulukkoon, joka löytyy liitteistä 2.

3.2 Kirjallisuuskatsauksen yhteenveto

Seuraavaksi kerätty aineisto analysoidaan sisällönanalyysi menetelmää hyväksi käyttäen. Analysointia helpottamaan aineisto on jaoteltu edellisessä luvussa mainittuihin ryhmiin, eli tuotejoustavuuteen uusiutuvien energialähteiden käytössä, tuotannon joustavuuteen epävarmoilla markkinoilla ja henkilökohtaisen vallinnan mahdollisuuteen voiton maksimoimiseksi epävarmuuden vallitessa. Analyysin avulla pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksiin ”mitä akateemista tutkimusta vaihto-option käytöstä on tehty?” ja ”missä ja miten vaihto-optiota on käytetty käytännössä?”.

3.2.1 Tuotejoustavuus uusiutuvien energialähteiden käytössä

Fossiilisten polttoaineiden vähentyessä ja saastuttamiseen liittyvien paineiden takia uusiutuvista energialähteistä on tulossa enemmän ja enemmän merkittäviä maailman laajuisesti. (Bastian-Pinto et al. 2010, Bastian-Pinto et al. 2009) Tällä hetkellä kuitenkin uusiutuviin energialähteisiin liittyvän alkuinvestoinnin ollessa suuri, on monessa maassa valtiontuella erittäin suuri merkitys investointien toteuttamisessa. Di Corato et al. 2013 tutkivat maanviljelijöiden mahdollisuutta vaihtaa perinteisestä maanviljelystä energiametsän viljelyyn Ruotsissa. Tutkimuksessa havaittiin, että perinteinen maanviljely lopetettaisiin ja investoitaisiin uuteen energiametsään, mikäli valtion avustus alkuinvestoinnin kustannuksista olisi vähintään 75 %:ia, tällä hetkellä valtion avustus on noin 40 %:ia. Tutkijat osoittavat kaksi suurta hyötyä mahdollisuudesta vaihtaa energiametsän viljelyyn. Energiametsä luo maanviljelijöille uuden tulon lähteen ja vähentää käyttökustannuksia, koska puhdistamoliete on osoittanut erittäin tehokkaaksi substituutiksi kaupallisille lannoitteille. Tutkimuksessa verrataan tapauksia, joissa ensimmäisessä käytetään kaupallisia lannoitteita ja toisessa tapauksessa pystytään käyttämään puhdistamolietettä lannoitteena. Kaupallisten lannoitteiden käyttö energiapajujen istutuksessa ei tuota tarpeeksi suuria tuottoja, jotta energiametsään investointi kannattaisi. Mahdollisuus käyttää puhdistamolietettä lannoitteena kääntää asetelman toisin päin, koska säästö

lannoitteiden käytössä ja jäteveden käsittelyssä on niin suuri, tällöin viljelijän kannattaa investoida heti energiametsään.

Krüger & Haglund (2013) tutkivat flexfuel-autojen mahdollistaman polttoaine vaihdon tuomaa hyötyä Ruotsissa. Flexfuel-auton omistajalla on siis optio valita tankkaako hän polttoaineeksi bensiiniä vai etanolia. Tutkijat selvittävät kuinka suuri tämä vaihdon tuoma option arvo on. Tutkimuksessa käytetään Monte Carlo simulaatiomallia reaalioption arvon selvittämiseksi. Polttoaineiden hinnat simuloidaan olettaen hintojen seuraavan geometrista Brownin liikettä (GBM) ja keskiarvoon palautuvaa prosessia (MRM). Tutkimuksessa havaittiin mallista riippumatta, että vaihto-optiolla on arvoa kuluttajalle. Simuloimalla polttoaineiden hinnat käyttäen GBM:ää stokastisena prosessina, pystyttiin vaihto-option arvoksi määrittämään 37 854 kruunua. Hintojen noudattaessa MRM:ää vaihto-option arvoksi saatiin 7495 kruunua. Käyttäen vaihto-optiota pystyttiin polttoainekustannuksia pienentämään noin 17 %:ia hintojen noudattaessa GBM:ää ja noin 4 %:ia noudattaen MRM:ää.

Bastian-Pinto et al. (2009) on tutkinut flexfuel-auton käytön tuomaa hyötyä Brasiliassa. Kuten Krüger & Haglund (2013) tutkimuksessa, tässäkin tutkimuksessa käytetään Monte Carlo simulaatiomallia reaalioption arvon selvittämiseksi. Polttoaineiden hinnat simuloidaan olettaen hintojen seuraavan geometrista Brownin liikettä (GBM) ja keskiarvoon palautuvaa prosessia (MRM). Tutkimuksessa käyttäen GBM prosessia vaihto-option arvoksi määritettiin 2 161 realia ja MRM prosessia käyttämällä vaihto-option arvoksi määritettiin 2 470 realia. Käytetystä mallista riippumatta tutkimus osoittaa, että vaihto-optio lisää merkittävästi arvoa auton omistajalle, vähentäen polttoainekustannuksia auton käyttöikänsä. Tutkimus osoittaa, että vaihto-option tuoma mahdollisuus valita käytetty polttoaine tuottaa säästöjä polttoainekustannuksissa noin 10 – 15 % auton käyttöikänsä aikana.

Detert & Kotani (2013) vertailevat artikkelissa uusiutuvien energialähteiden käyttöön siirtymistä versus jatkamista hiilen käyttöön perustuvaa infrastruktuuria. Tutkimuksessa selvitetään reaalioptiomenetelmää hyödyntäen optimaalista

ajankohtaa vaihtoehtoisten energialähteiden investoinnille epävarmuuden vallitessa. Mongolia maana on valittu tutkimukseen sen suuren potentiaalin takia uusiutuvien energialähteiden tuottajana. Artikkelin kirjoittamishetkellä Mongolian termisesti tuotetusta sähköstä noin 96 %:ia on tuotettu hiilestä, hiilen ja sähkön hinnat ovat Mongoliassa valtion asettamia ja tukemia, sähköhinnaksi on asetettu 51 TG (Mongolian valuutta). Tutkimuksessa hiilen hinnan oletettiin seuraavan geometristä Brownin liikettä (GBM) ja geometristä keskiarvoon palautuvaa (BMR) prosessia. Hintojen simulointiin ja hiileen perustuvan infrastruktuurin nettonykyarvon selvittämiseen käytettiin Monte Carloa. Tutkimuksessa havaittiin ulkoisvaikutuksien vaikutus vaihto-option toteuttamisessa, mikäli jokainen mongolialainen maksaisi yhden dollarin yhteisön hyödyksi, se alentaisi uusiutuviin energialähteisiin investoimisen laukaisuarvoa merkittävästi. Tuloksena negatiiviset ulkoisvaikutukset hiilen käyttöön kohdistuen vähenevät ja houkuttelevuus investoida uusiutuviin energianlähteisiin kasvaa. Toisena skenaariona tutkimuksessa käytettiin sähköhinnan nousua. Tutkijat havaitsivat, että valtion asettama sähkönhinta 51 TG, johtaa negatiiviseen nettonykyarvoon ja suuriin tappioihin, hinnoittelustrategia johtaa hyvinvointitappioihin. Tutkijat havaitsivat sähköhinnan ollessa noin 80 TG johtaa se molempien tuotantojen osalta hyödyllisiin tuloksiin. Tuloksien valossa tutkijat esittävät, että ilman sähköhinnan nostamista tai siirtymistä uusiutuvien energialähteisiin tuottaa hiilen perustuva infrastruktuuri suuria hyvinvointitappioita.

Sødal et al. (2009) tutkivat artikkelissaan markkinoiden tehokkuutta ja kannattavuutta vaihtaa kuivalastin kuljettamisesta nestemäisen rahdin kuljettamiseen. Tutkimuksessa tutkitaan markkinoiden välillä vaihtamisen kannattavuutta, tärkeimpänä muuttujana käytetyssä mallissa on rahtimaksujen ero markkinoiden välillä. Rahtimaksujen ero mallinnetaan Ornstein – Uhlenbeck keskiarvoon palautuvaa prosessia hyödyntäen. Mallissa oletuksena on, että aluksenomistaja voi vaihtaa markkinaa, myymällä aluksensa ja ostamalla käytetyn aluksen myydyn tilalle. Mallissa käytetään käytettyjen alusten markkinoita, joten aluksen omistaja voi hyötyä alusten välisestä hintojen erotuksesta. Tutkimuksessa havaittiin markkinoiden tehokastoimivuus ja tutkimuksen ajallisen rajauksen 1993 - 2005 välisenä aikana kuivalastia kuljettaneen aluksenomistajan on kannattanut

vaihtaa heinäkuussa 2000 nestemäisen rahdin kuljettamiseen ja taas takaisin lokakuussa 2003. Tutkimus osoittaa, että vaihto-option käyttänyt on hyötynyt markkinan vaihdosta noin 3,7 miljoonaa dollaria verrattuna ei markkinaa vaihtaneeseen. Tutkijat havaitsivat kaksi ajankohtaa, jolloin kuivalastia kuljettaneen aluksen on ollut kannattavaa vaihtaa nestemäiseen rahtiin, heinäkuussa 2000 ja tammikuussa 2003, muuten aluksenomistajan on kannattanut pysyä kuivalastin kuljettamisessa.

Baldi (2010) tutkii artikkelissaan reaaliopliomenetelmän avulla jalostuskorvaussopimusten arvoa energiamarkkinoilla käyttäen vaihto-optiota ja volatilitteetti muutosten vaihtelua. Artikkelin tarkoituksena on määrittää tasapaino tolling maksulle jalostuskorvaussopimuksissa arvioimalla tollerin omaavan vaihto-option toteutettavuus sopimuksen voimassaoloaikana. Jalostuskorvaussopimus pitää sisällään vaihto-option, mahdollistaen tuotantolaitoksen sammuttamisen ja jälleen käynnistämisen riippuen sähkönhinnan heittelyistä. Selvittääkseen tolling maksun tasapainotilan, on selvitettävä jalostuskorvaussopimuksesta aiheutuvien kassavirtojen netto nykyarvon ja vaihto-option arvon, eli laajennettu netto nykyarvo sopimukselle. Tuotantolaitoksen sammuttamisesta ja jälleen käynnistämisestä aiheutuneet kustannukset, ovat vaihto-option kustannus. Sammuttamisen ja jälleen käynnistämisen liittyvän vaihto-option arvot ja vaikutus ovat määritetty käyttäen kahta binomipuuta ja valiten näistä maksimaalinen arvo. Maksimi arvo on diskontattu nykyhetkeen, jolloin saadaan määritettyä laajennettu netto nykyarvo tuotantolaitokselle. Tuotantolaitoksen laajennetun netto nykyarvon ollessa tiedossa pystyy toller selvittämään keskimääräisen tolling maksun, joka hänen on kannattavaa maksaa ja reaaliopliomallin avulla on pystytty määrittämään myös dynaamiset tolling maksujen arvot. Käyttäen reaaliopliomallia tolling maksujen arvioinnissa sekä toller pystyvät määrittämään maksun suuruuden, joka palvelee molempia sopimussuhteen osapuolia.

Gauthier (2002) tutkii artikkelissaan vaihto-option käyttöä suojausinstrumenttina investointiprojektien toteuttamisessa tai niistä irtautuessa. Artikkelissa esitetään uudenlainen johdannainen, vaihto-optio, jonka avulla yrityksen tai projektin hankkija pystyy suojautumaan yritysostoon tai myyntiin liittyvää riskiä vastaan.

Yritystajien omatessa erilaiset preferenssit liittyen ostoon tai myyntiin pyritään tutkimuksessa selvittämään miten yritystajat pystyvät suojautumaan omien optimaalisten preferenssien ja jo yrityksessä olemassa olevien preferenssien välillä. Vaihto-optiosta aiheutuva kustannus riippuu onko hankittu yritys tai projekti aktiivinen. Vaihto-optiota käytetään artikkelissa suojausinstrumenttina tulevaisuuden kustannuksia vastaan ostettaessa tai myytäessä yrityksiä. Yritystoston toteutuessa, ostaja täytäntöönpanee oman strategiansa yrityksessä, strategian vaihto voi johtua huonosta johtamisesta tai uudella omistajalla on semmoista tietotaitoa joilla kustannuksia voidaan pienentää. Yritystoston ja oman strategian täytäntöönpaneminen uudessa yrityksessä on pitkäkestoinen projekti. Edellä mainittua viivästymisestä vastaan suojaudutaan käyttämällä vaihto-optiota. Yritystajan arvioidessa, että uusi strategia on jalkautettu yritykseen aikana X, aiheutuu tästä riski joka tarkoittaa, että aikana X yrityksen aktiivisuustasossa on tapahtuva muutos. Vaihto-optiota käyttämällä yritystaja maksaa optiosta osto/myynti kustannuksen, riippuen onko yritys aktiivinen vai ei, aikana X. Vaihto-optio sopii hyvin yritystoston liittyvältä riskiltä suojautumiseen, sen replikoidessa ostosta tai myynnistä aiheutuvaa kustannusta, jotta ostaja voisi täytäntöönpanna oman strategiansa uudessa yrityksessä.

Sødal et al (2008) tutkivat toisessa artikkelissaan yhdistelmä rahtialuksen sisältämää vaihto-optiota, alus voi vaihtaa kuivalastin ja nestemäisen rahdin välillä mikäli rahtimaksujen hinnoissa tapahtuu muutoksia. Vaihto-option kustannus on lastiruuman puhdistus. Tutkimuksessa rahtimaksuhintojen ero mallinnetaan Ornstein – Uhlenbeck keskiarvoon palautuvaa prosessia hyödyntäen. Tutkimuksen mukaan aluksen omistajan on ollut kannattavaa pysyä nestemäisen rahdin kuljetuksessa lähes koko ajallisen rajauksen 1990 – 2003 välisen ajan, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Yhdistelmäaluksen omistajan on kannattanut vaihtaa nestemäisen rahdin kuljetuksesta kuivalastin kuljetukseen vuosina 1990, 1995 ja 2003. 1990 – luvulla tapahtuneissa vaihdoissa aluksen on kannattanut pysyä kuivalastin kuljetuksessa noin vuoden verran ja 2003 tapahtuneen vaihdon jälkeen noin puoli vuotta. Tutkimuksessa havaittiin, että jo pienillä vaihtoon liittyvällä kustannuksella on suuri vaikutus optimaaliseen käyttäytymiseen. Tutkijat määrittävät joustavuudelle arvot kolmea lyhyempää

ajanjaksoa hyödyntäen 1990 – 1994 0,050 miljoonaa dollaria, 1995 – 1999 1,435 miljoonaa dollaria ja 1999 – 2003 9,258 miljoonaa dollaria. Joustavuuden arvon suuri nouseminen ensimmäisen ja viimeisen ajanjakson välillä selittyy keskiarvoon palautumisarvon hidastumisella ja volatilitiitin kasvamisella tutkittavan ajanjakson aikana. Tutkijat nostavat esille markkinoiden liikkuvan suuntaan, jossa yhdistelmäaluksista voisi tulla jälleen tuottavia lähitulevaisuudessa, vaikkakin tällä hetkellä aluksia valmistetaan hyvin vähän.

3.2.2 Tuotannon joustavuus epävarmoilla markkinoilla

Yritystoiminnassa tuotannonkustannukset ja näiden minimointi ovat avainroolissa miettiessämme yrityksen voiton maksimointia. Toimialoilla, joilla tuotantopanosten hinnat vaihtelevat suuresti on oleellisen tärkeää pystyä reagoimaan näihin muutoksiin nopeasti ja suojautumaan muutoksien aiheuttamilta tappioilta. Treanor (2012) tutkii artikkelissaan lentoyhtiöiden näkökulmasta, miten lentoyhtiöt voivat hyötyä lentolaivueen monipuolisuudesta verrattuna yksipuolisuuteen. Finanssikriisin seurauksena lentopetrolin hinnan nousu pakotti lentoyhtiöt miettimään erilaisia tapoja lentopetrolin kulutuksen vähentämiseksi. Lentoyhtiöt ovat vähentäneet altistumista lentopetrolin hinnan vaihteluille suojautumalla sitä vastaan ja poistamalla vanhoja koneita, joissa lentopetrolin kulutus on ollut suurta. Istuinkapasiteettia pienentämällä on myös pyritty vähentämään lentopetrolin kulutusta.

Treanor (2012) vertailee artikkelissaan lentoyhtiötä, joka operoi hajautetulla lentolaivueella, lentoyhtiön jolla on käytössä vain yksi iso lentokone. Artikkelissa mallinnetaan arvo hajautetulle lentolaivueelle ja yhdelle isolle lentokoneelle, käyttäen hyödyksi Dixit ja Pindyck (1994) laskentamallia. Hajautetussa laivueessa yhtiöllä on käytössä yksi pieni lentokone ja yksi keskikokoinen lentokone, yhteenlaskettu istuinkapasiteetti on sama kuin yhdessä isossa lentokoneessa. Treanor (2012) määrittää artikkelissa arvon optiolle vaihtaa lentokonetta kun lentopetrolin kohdistuvat kustannukset nousevat ylikriittisen pisteen. Option arvo kasvaa lentopetrolin hinnan noustessa, tuottaen lentoyhtiölle suojautumismekanismiin lentopetrolin hinnan muutoksille. Treanor (2012) tuo esille tutkimuksessaan hajautetun laivueen olevan vähemmän altis lentopetrolin hinnan

muutoksille kuin yhden lentokoneen yhtiö, lentopetrolin hinnan ollessa alle kriittisen pisteen. Yhtiö pystyy vaihtaman lentokoneen kokoa tarpeen mukaan, mikäli matkustajia ei ole tarpeeksi lentoyhtiö voi vaihtaa koneen pienempään. Tutkimuksessa osoitetaan, että C:n (lentopetrolin kustannus) arvojen ollessa positiivisia, muutos lentoyhtiön arvossa suhteessa lentopetrolin kustannuksiin on pienempi hajautetun laivueen lentoyhtiöissä, kuin lentoyhtiöissä jotka toimivat yhdellä lentokoneella. Hajautettu laivue on siis vähemmän alttiina lentopetrolin hinnan muutoksille. Hajautettu lentolaivue tarjoaa lentoyhtiölle täten operationaalisen suojauksen vähentämällä lentoyhtiön altistumista lentopetrolin hinnan vaihteluille.

De Magalhães Ozorio et al. (2013) tutkivat integroituun terästehtaaseen investoimista. Teräksen hinnan ollessa erittäin altis vaihtelulle ja teräksen kysynnän ollessa epävakaa suhdannevaihteluissa, vaikuttavat nämä suuresti yhtiöiden liikevaihtoon ja edelleen kannattavuuteen. Pystymällä suojautumaan edellä mainituissa olosuhteissa on siitä suuri hyöty yrityksille. Teräsyhtiöt käyttävät edellä mainituissa tilanteissa tuotannon vaihto-optiota, yhtiöt pyrkivät hyödyntämään tuotannon joustavuutta ja investoimalla laminointiin, joka on teräksen tuotannossa työvaihe, jossa terästä muokataan oikeaan muotoon, investoinnin seurauksena yritys on luonut itselleen arvokkaan vaihto-option.

Tutkimuksessa vaihto-otiolla on määritetty arvo käyttäen hyödyksi Monte Carlo simulaatio. Arvoa vaihto-otiolla määritettäessä on otettu huomioon kaksi eri stokastista prosessia keskiarvoon palautuva (MRM) ja geometrinen Brownin liike (GBM). Tutkimuksessa muodostettiin perustapaus, josta saatiin arvot vertailuksi MRM ja GBM arvojen suhteen. Normaalin nettonykyarvon jättäessä huomioimatta, vaihto-otiosta seuraava joustavuus on vaihto-option arvo määritetty käyttämällä hyödyksi GBM ja MRM mallia ja edellä mainittujen stokastisten prosessien hinnat ovat simuloitu käyttäen Monte Carloa. GBM mallia soveltaen tuotannon vaihto-otiolla saatiin määritettyä arvo 422 miljoonaa dollaria ja MRM mallia käyttämällä arvoksi saatiin 149 miljoonaa dollaria. Oikean stokastisen prosessin valinta on olennaisin kysymys määritettäessä vaihto-option arvoa, analyysin lopputulema saattaa muuttua suuresti käytetystä mallista riippuen. Tästäkin huolimatta

tutkimuksen tulokset osoittavat, että riippumatta valitusta prosessista tuotannon vaihto-optiolla on merkittävä arvo ja se luo huomattavaa lisäarvoa integroituihin terästehdasprojekteihin sijoittaneille. Tietyissä tapauksissa kyseinen reaalioptio voi olla ratkaiseva tekijä mietittäessä onko projekti toteuttamiskelpoinen vai ei.

Schäfer & Sörensen (2010) tutkivat reaalioption käyttöä autoteollisuudessa. Tutkimuksessa käytetään case esimerkkinä Toyotan tuotekehitystä ja autonvalmistusta. Kehitysprosessien ollessa monimutkaisia pyritään monimutkaisuutta poistamaan käyttäen niin sanottua kehityssuppiloa. Kehitysprosessin alkaessa yhtiöllä on suunnitteilla diskreetti määrä eri malleja jatko suunnittelua varten. Mallien käytyä läpi eri testivaiheet vain parhaat mallit etenevät tuotantoon ja edelleen loppuasiakkaille. Tutkimuksessa selvitetään optimaalista määrää erilaisten tuotemallien samanaikaiselle kehitykselle, kehityksen tuodessa joustavuutta lisää se samanaikaisesti kustannuksia. Määrittääkseen optimaalisen määrän tuotemalleja samanaikaisesti kehityksessä on määritettävä arvo vaihtoehtokustannukselle kehitysprosessin kustannuksien ja vaihto-option välillä. Tutkimuksessa on valittu reaalioptionmalliksi, multinomiaalinen ristikko, joka on johdettu BEG mallista. Schäfer & Sörensen (2010) kirjoittavat artikkelissaan, että optimaalinen joukko eri tuotemalleja yhtäaikaaisesti kehityksessä on saavutettu kun vaihto-option tuoman joustavuuden marginaali on yhtä suuri kuin investoinnista aiheutuvien kustannuksien marginaali. Tutkimuksessa havaittiin, että tuotemallijoukon kehitysprosessi omaa suuremman option arvon niin kauan kuin tulevaisuuden tuotemallien arvoon liittyy epävarmuutta ja mallien välillä ei ole täysin positiivista korrelaatiota. Kehityksestä aiheutuneita kehityskustannuksien kustannusrakennetta tutkittiin lineaarisena ja ei-lineaarisenä. Kehitysprosessin kustannuksien ollessa lineaariset, optimaalinen tuotemallien samanaikainen valmistus oli 3. Kehitysprosessin kustannuksien ollessa ei lineaarisia, kehitettäviä tuotemalleja samanaikaisesti tulisi olla vain yksi, koska useamman tuotemallin kehitys samanaikaisesti olisi kannattamatonta. Tutkijat tuovat esille, että yrityksellä tulee olla organisationaaliset valmiudet tuottaa montaa tuotemallia samanaikaisesti ja vahva osaaminen alustankehityksessä, jotta joukkopohjainen tuotemallien kehitys olisi teknisesti ja taloudellisesti kannattaa.

Bastian-Pinto et al. (2009) tutkivat artikkelissaan sokeriruo'on ja etanolin yhteistuotantoa. Investoiminen yhteistuotantoon on kallista, mutta investoinnin tehtyä tuotettavien tuotteiden välillä vaihtamiseen liittyvät kustannukset ovat minimaalisia. Tutkimuksessa yritetään selvittää kannattaako tuottaa pelkästään sokeriruo'koa tai etanolia vai kumpaakin samanaikaisesti. Sokeriruo'on ja etanolin hinnat ovat oletettu seuraavan keskiarvoon palautuvaa stokastista prosessia. Reaaliopiomallina tutkimuksessa käytetään kahdenmuuttujan ristikköä. Tutkimuksessa havaittiin yhteistuotannon tuottavan suuremman nykyarvon, kuin pelkästään toisen tuotteen tuottaminen. Yhteistuotannon havaittiin nostavan sokeriruo'on ja etanolin nykyarvoja 27,5 %:ia ja 19,1 %:ia verrattuna yksittäin tuotettaviin tuotteisiin.

Cobb & Charnes (2010) esittävät artikkelissaan graafisen lähestymistavan, jonka avulla voidaan määrittää option toteuttamisen viitekehys ja arvo, projekteille jotka omaavat vaihto-option. Vaihto-optio antaa sijoittajalle mahdollisuuden vaihtaa käytäntöä (mode) yhden kerran projektin alkamisen jälkeen. Graafinen malli on tutkimuksessa tukena binomialiselle optiohinnoittelumallille määritettäessä optiolle arvoa. Tutkimuksessa käytetään kahta esimerkkiä, ensimmäinen esimerkki käsittelee öljyntuotanto projektia, jossa tietyinä hetkenä sijoittaja voi joko säilyttää nykyisen omistuksensa, ostaa kumppaninsa omistusosuus tai myydä oma omistusosuus projektista. Toisena esimerkkinä käytetään tuotannon laajentamisen mahdollisuutta, edellä mainittujen vaihtoehtojen lisäksi. Reaaliopiomenetelmänä tutkimuksessa on käytetty binomialista optiohinnoittelumallia, projektien arvojen oletetaan noudattavan Brownin liikkeen stokastista prosessia. Binomialisella optiohinnoittelumallilla käyttäen kahta askelmaa vuodessa vaihto-option arvoksi määritettiin 19 miljoonaa dollaria. Kahden askelman ajanjaksolla mitaten binomialinen optiohinnoittelu on merkityksetön ja tästä syystä askelmien määrä nostettiin 100 per ajanjakso, jotta laskelmaa saadaan tarkemmaksi. Uudelleen määritettäessä vaihto-option arvoksi saatiin 19,2 miljoonaa dollaria. Graafista mallinnusta käyttäen tulokseksi saatiin samainen arvo 19,2 miljoonaa dollaria. Binomialisella optiohinnoittelulla BDH öljyntuotanto projektissa kannattavin optio toteuttaa kun projektin arvo ennen viidettä vuotta on suurempi tai yhtä suuri kuin

192 miljoonaa dollaria oli kumppanin ulosostaminen. Mikäli projektin arvo on vähemmän tai yhtä paljon kuin 133,9 miljoonaa dollaria kannattaa sijoittajan myydä oma osuutensa projektista. 12 %:ssa tapauksista optio säilyttää alkuperäinen omistusosuus on optimaalinen. Graafisella mallinnuksella laskettaessa mikäli projektin arvo on vähemmän kuin 138,45 miljoonaa dollaria kannattaa sijoittajan myydä omistuksensa. Projektin arvon ollessa välillä 138,45 – 165,35 miljoonaa dollaria kannattavinta on säilyttää alkuperäinen omistusosuus ja projektin arvon noustessa yli 165,35 miljoonan dollarin kannattaa sijoittajan ostaa kumppaninsa ulos.

3.2.3 Henkilökohtaisen valinnan mahdollisuus voiton maksimoimiseksi epävarmuuden vallitessa

Henseler & Roemer (2013) tutkivat artikkelissaan miten vaihto-option tuoma mahdollisuus vaihtaa vakuuttajaa, vaikuttaa asiakasarvoon Saksan sairausvakuutusmarkkinoilla. Tutkimuksessa määritetään option arvolle hinta käyttämällä hyödyksi William Margraben optiohinnoittelumallia, joka mahdollistaa riskialttiin sijoituksen vaihtamisen toiseen. Herkkyysanalyysi on suoritettu tuomaan tukea reaaliopiomallille. Tutkimuksessa selvitetään kokonaisasiakasarvoa $CV = NCV + W$, jossa NCV on nettoasiakasarvo ja W on vaihto-option arvo. Tutkimuksessa osoitetaan, että kaksi komponenttia vaikuttaa option arvoon: todellinen vaihdon arvo ja vaihdon ajoituksen mahdollisuus. Vaihto-option arvo kasvaa epävarmuuden ja volatiliteetin kasvaessa. Tämän voidaan nähdä olevan seurausta option haltijan mahdollisuudesta kerätä lisää informaatiota päätöksentekonsa tueksi ja näin ollen säilyttää joustavuutensa maturiteetin ollessa pidempi. Vaihdoista aiheutuvalla kustannuksella ja positiivisella korrelaatiolla on suora negatiivinen vaikutus option arvoon ja kiinnostus vaihtamisesta toiseen yhtiöön laskee.

Wang (2009) tutkii vaihto-option käyttöä vedonlyönnissä, joka antaa vedonlyöjälle mahdollisuuden vaihtaa veikkaamaansa joukkuetta, pelin ollessa käynnissä. Kertoimien volatiliteettiä selvittämään tutkimuksessa on käytetty binomiaalista optiohinnoittelumallia, binomipuuta. Kertoimien ollessa suoraan yhteydessä vedon asettamiseen, on kertoimien riskienhallinta osa vedonlyönnin investointipäätöstä.

Vedonlyöjän kannattaa siis käyttää vaihto-optiotaan, vain mikäli oletettu vaihdon kustannus on pienempi kuin asetettu panos ja riski, että kustannukset ylittävät asetetun rajan on riittävän pieni. Vedonlyönnissä riski häviämisestä liittyy aina asetettuun panokseen. Hallitakseen tätä riskiä ja tehdäkseen optimaalisia päätöksiä käyttäessään vaihto-optiota, tutkimuksessa esitetään vedonlyöjän avuksi niin sanottuja "laukaisin" tai "odottaa ja katsoo" raja-arvoja. Tutkimuksessa selvisi, että vedonlyöjä, jolla on mahdollisuus vaihtaa veikkaamiensa joukkueiden välillä pelin ollessa käynnissä on parempi strategia verrattuna muuten samanlaiseen vedonlyöjään, jolla ei ole mahdollisuutta vaihtaa. Tutkimuksessa pystyttiin osoittamaan, että vaihdon kustannuksen ollessa pieni, vedonlyöjä voi päästä tavoitteeseensa eli kasvattaa odotettavissa olevia voittoja ja rajoittaa tappioriskiä kertoimien volatilititeetin vaihdellessa.

Bodie et al. (2008) tutkivat artikkelissaan työntekijän mahdollisuutta vaihtaa ammattia työuransa aikana ja tuottaako vaihto suuremman tuoton työntekijän elinaikana. Tutkimuksessa on työurana riskitön, jossa työstä saatavat tulot kasvavat tasaisella nopeudella ja riskillinen työura, jonka tulot korreloivat osakkeiden kanssa. Tutkimuksessa käytetään reaaliopiomallina binomipuuta laskettaessa tuloille nykyarvot. Ihmisten odotetaan haluavan vaihtaa työuraa, jos vaihtoehtoisen työuran arvo ylittää nykyisen työuran arvon yli asetetun raja-arvon. Tutkimuksessa ihmisillä on mahdollisuus vaihtaa työuraa kerran, joko riskittömästä riskilliseen tai toiste päin, mutta vaihtamisen jälkeen ei voi enää palata vanhaan. Tutkimuksen mukaan optimaalinen strategia työuralle on aloittaa työskentelemällä riskillisessä työssä ja työtulojen laskiessa vaihtaa riskittömään työuraan. Optimaalisella strategialla työntekijä optimoi inhimillisen pääomansa nykyarvon.

Milevsky & Promislow (2004) tutkivat artikkelissaan Floridan osavaltiossa 2002 käyttöön otettua mahdollisuutta vaihtaa eläkesuunnitelmaansa normaalista etuusperusteisesta eläkejärjestelmästä maksupohjaiseen malliin, jossa työntekijällä on kaikki valta varojen kohdentamisessa ja investointipäätöksissä. Lieventääkseen vaihtoon kohdistuvaa riskiä, annettiin työntekijöille jotka valitsivat maksupohjaisen mallin mahdollisuus vaihtaa takaisin etuusperusteiseen malliin. Takaisin vaihdon kustannus on etuusperusteisen eläkemallin kerryttämän eläkkeen nykyarvo. Ottaen

huomioon työntekijän ikä ja maksupohjaisen eläkemallin kasvuprosentti, nuoren työntekijän kannattaa vaihtaa maksupohjaiseen malliin, koska tämä tuo hänelle suuremman tuoton ajatellen kokonaistuloja. Pitkän työuran tehneen ei ole kannattavaa vaihtaa eläkejärjestelyä, koska vaihto ei tuo lisäarvoa. Tutkimuksessa tultiin lopputulokseen, että kenenkään ei kannata jäädä eläkkeelle käyttäen maksupohjaista eläkemallia, vaan mahdollinen vaihto kannattaa käyttää hyödyksi. Floridan osavaltion mukaan alle 10 %:ia työssä olevista työntekijöistä ovat päättäneet siirtyä etuusperusteisesta eläkemallista maksupohjaiseen malliin.

3.3 Keskustelua tuloksista

Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella miten vaihto-optiota on käytetty hyväksi eri liike-elämän ja kuluttajan mahdollisissa tilanteissa. Tarkoituksena oli vastata kysymyksiin:

- Mitä akateemista tutkimusta vaihto-option käytöstä on tehty?
- Missä ja miten vaihto-optiota on käytetty käytännössä?

Molempiin kysymyksiin saatiin vastaus systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla. Merkittävää oli huomata kuinka laaja-alaisesti vaihto-optiota on käytetty ja kuinka laaja-alaisesti sitä pystytään käyttämään eri toimialoilla. Suurimpina hyötyinä voidaan nähdä vaihto-option tuoma joustavuus ja suojautumismekanismi panoksien hinnan vaihteluja vastaan. Uusiutuviin energialähteisiin investoitaessa tai yrityksen suunnitellessa investointia uusiutuviin energialähteisiin vaihto-option tuoma arvo on suuri, varsinkin tapauksissa joissa yritykselle on mahdollisuus vaihtaa tuotettavaa panosta alhaisin kustannuksin. (Bastian-Pinto et al. 2010; Bastian-Pinto et al. 2009; Krüger & Haglund 2013; Di Corato et al. 2013; Detert & Kotani 2013) Vaihto-optio mahdollistaa yritykselle lisääntynyttä tuotantoa uutta informaatiota projektista ja mikäli projektiin investoimista ei nähdä kannattavana voidaan se hylätä tai jatkaa vanhalla mallilla ja tällöin menetetään vain vaihto-option kustannus. Artikkeleissa monesti huomioitiin alkuinvestoinnin suuruus erilaisissa projekteissa esimerkiksi integroidussa terästehtaassa ja sokeriruo'on ja etanolin yhteistuotantolaitoksessa, mutta investoinnin suuruudesta huolimatta

kyseisten projektien nettonykyarvot olivat positiivisia ja vaihto-option arvo suuri. (Bastian-Pinto et al. 2009, De Magalhães Ozorio et al. 2013) Uusiutuviin energialähteisiin investoitaessa on otettava myös huomioon fakta, että valtion avustuksella on näissä suuri rooli ja ilman avustuksia moni investointi jäisi toteutumatta. Valtion tuen merkitys korostuu infrastruktuurin luomisessa, sen mahdollistaessa yrityksiä investoimaan esimerkiksi uusiutuviin energianlähteisiin, verohelpotuksessa ja tuessa ostettaessa flexfuel -autoa.

Tutkimuksista käy ilmi kuinka tärkeää on vaihto-option toteuttamisen oikea ajoitus ja tämän ajoituksen määrittämisen mahdollisuuden tuoma lisäarvo vaihto-optiolle. (Milevsky & Promislov 2013; Bodie et al. 2008; Henseler & Roemer 2013; Gauthier 2004; Wang 2009; Sødal et al. 2008; Sødal et al. 2009) Väärään aikaan toteutettu investointi voi olla yritykselle kohtalokas ja tuottaa tappioita, mutta toisaalta oikeaan aikaan toteutettu vaihto voi tuoda yritykselle kassavirtoja, jotka ilman vaihtoa olisivat jääneet toteutumatta. (Wang 2009; Sødal et al. 2008; Sødal et al. 2009) Vaihto-optio luo yrityksille myös tärkeän suojausmekanismin panoksien hinnan vaihteluja vastaan. Treanor 2012 tutki lentoyhtiön näkökulmasta vaihto-option tuomaa hyötyä vertaillen hajautettua lentolaivuetta yhden lentokoneen laivueeseen ja tuloksena todettiin, että hajautettu lentolaivue tuottaa yhtiölle operationaalisen suojauksen vähentämällä yhtiön altistumista lentopetrolin hinnan vaihteluille. Vaihto-optio tuo suojaa lähes kaikissa tutkimuksessa mukana olleissa artikkeleissa sen omaavalle, koska option avulla pystytään vastaamaan hinnan vaihteluille. Tutkimuksissa monella toimialalla tuotantopanoksien hinnat omaavat suuren volatiliiteetin ja tästä syystä yrityksillä tulee olla suunnitelma volatiliiteettiriskin pienentämiselle.

Tutkimukset tuovat esille vaihto-option mahdollistaman laaja-alaisen käytön. Vaihto-optiota on käytetty niin teknillisissä kuin sopimus tapauksissa Baldi 2010 tutkii jalostuskorvaussopimukseen liittyvän tolling maksun optimaalista arvoa käyttämällä hyödykseen reaalioptiomenetelmää ja vaihto-optiota. Tuloksena optimaalinen arvo molempien sopimusosapuolien välille pystytään määrittämään. Bodie et al. (2008) ja Milevsky & Promislov (2004) tutkimuksissa tutkitaan työntekijän omaavaa vaihto-optiota. Bodie et al. (2008) tutkivat mahdollisuutta

vaihtaa työuraa kerran työuran aikana, Milevsky & Promislov (2004) tutkivat työntekijän mahdollisuutta vaikuttaa eläkesäästämiseensä. Wang (2009) tutkii vaihto-option käyttöä vedonlyönnissä ja saavutetaanko vaihto-optiolla parempi asema verrattuna vedon asettamiseen ilman mahdollisuutta vaihtaa asetettua vetoa, maksamalla vaihto-option kustannus. Edellä mainitussakin tapauksessa asetetun panoksen vaihtaminen tulee tehdä oikea aikaisesti, jotta vaihtaminen olisi kannattavaa, koska vetoon liittyvät kertoimet vaihtelevat pysähtymättä.

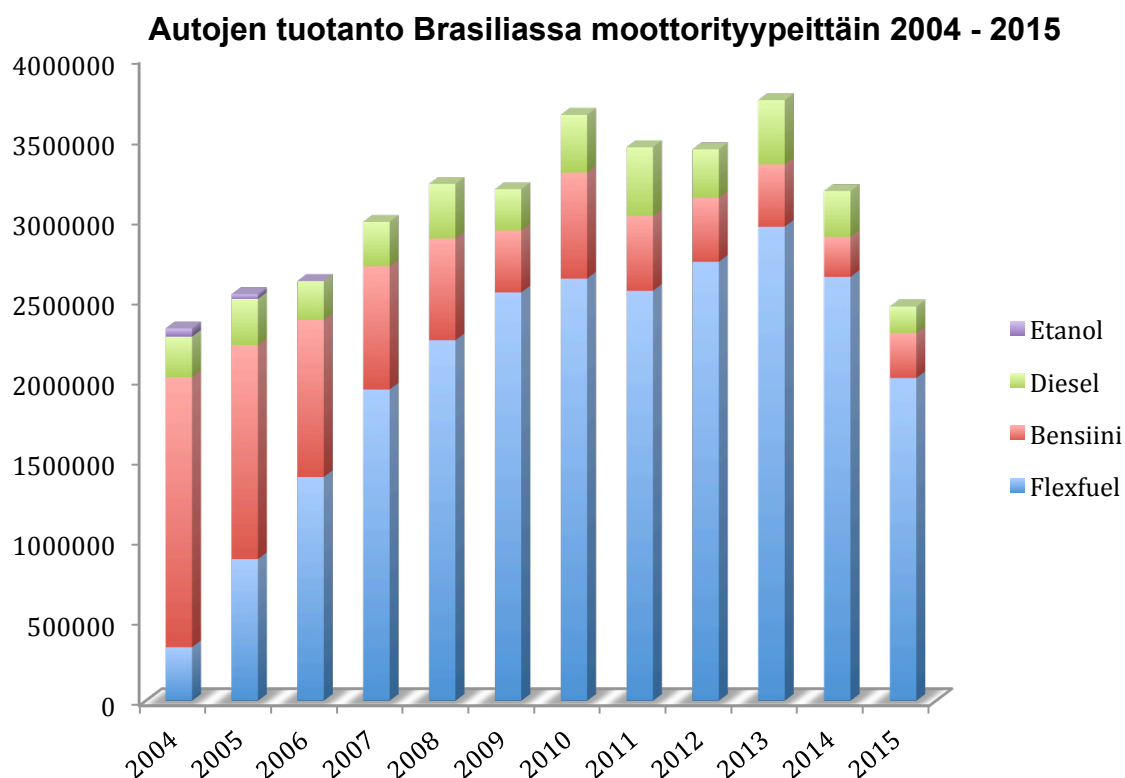
Tutkimuksissa esiin nousseista vaihto-optioon liittyvistä haitoista Detert & Kotani (2013) tuovat esille vaihto-option tuoman mahdollisuuden odottaa ja tehdä investointi vasta myöhemmin voi tuottaa negatiivisen arvon investoinnille. Kyseinen tilanne on mahdollista, koska Mongolian sähköntuotanto on pidettävä käynnissä tappioista huolimatta. Edellä mainitussa tapauksessa vaihto-optiolla ei saavuteta lisäarvoa, koska investointipäätös kannattaa tehdä heti. Detert & Kotani (2013) tuovat myös esille, että valtion pitäessä sähkönhinnan nykyisellä tasollaan se tuottaa hyvin todennäköisesti suuria hyvinvointitappioita. Negatiivisilla ulkoisvaikutuksilla on siis vaikutuksia myös vaihto-option arvoon. Schäfer & Sörensen (2010) tuo myös tutkimuksessaan esille, että mikäli yrityksellä ei ole lähtötilanteessa valmiuksia tuottaa samanaikaisesti enempää kuin yhtä tuotemallia kerralla ei vaihto-optiolla ole tällöin arvoa tai arvo on todennäköisesti negatiivinen.

Tutkimuksissa tuotiin myös esille reaaliopiomallin ja stokastisen prosessin valinnan vaikutus vaihto-option arvoon. Tutkimuksissa yleisesti käytetyt stokastiset prosessit olivat geometrinen Brownin liike ja keskiarvoon palautuva malli. Lähes poikkeuksetta geometrinen Brownin liike antoi vaihto-optiolle suuremman arvon kuin keskiarvoon palautuva malli (Detert & Kotani 2013; De Magalhaes Ozorio et al. 2013; Krüger & Haglund). Mallin oikea valinta on tärkeää, jotta investointipäätökset tehdään kaikki tiedot huomioituina. Bastian-Pinto et al. 2009 käyttivät tutkimuksessaan stokastisena prosessina vain keskiarvoon palautuvaa mallia, koska heidän näkemyksensä mukaan etanolin ja sokeriruo'on hinnat saadaan tarkemmin ja todenmukaisemmin selvitettyä kyseistä mallia hyödyntäen.

Tutkimuksissa tuodaan esiin vaihto-option mahdollistama suuri hyötyjä yrityksille ja myöskin kuluttajille, erilaisissa tilanteissa. Ratkaisevia tekijöitä, jotka vaikuttavat vaihto-option arvoon ja sen kannattavalle toteuttamiselle on option toteuttamisen oikea aikainen ajoitus. Toiseksi investoinnin kustannus, kuinka suuri on esimerkiksi vaihto-option mahdollistamaan tuotantolaitokseen liittyvä alkuinvestoinnin suuruus. Kolmanneksi vaihto-option toteuttamiseen liittyvän vaihdon kustannuksen suuruus, tutkimuksissa tuodaan esille fakta, jonka mukaan muutokset vaihdon kustannuksessa vaikuttavat suoraan vaihto-option arvoon ja vaihdon viehättävyyteen (Henseler & Roemer 2013, Schäfer & Sörensen 2010).

4 Laskentaesimerkki

Luvussa neljä esitetään yksinkertaistettu versio vaihto-option arvon määrittämisestä hyödyntäen Bloomberg tietokannasta kerättyjä bensiinin ja etanolin viikkokohtaisia keskimääräisiä hintoja. Laskentaesimerkissä määritetään arvo flexfuel -moottorin luomalle mahdollisuudelle päättää tankataanko autoon bensiiniä vai etanolia. Laskentaesimerkissä, esimerkkinä käytetään Brasiliaa. Brasilia on maana toiseksi suurin etanolin tuottaja Yhdysvaltojen jälkeen ja Brasiliassa flexfuel -autojen käyttö on erittäin yleistä. Flexfuel -auto luo autonomistajalle joustavuutta mahdollistaen auton tankkauksen joko bensiinillä tai etanolilla. Flexfuel -auto toimii bensiinillä, etanolilla tai bensiinin ja etanolin yhdistelmällä, joten omistaja voi siis tankata millä tahansa suhteella edellä mainittuja polttoaineita. Rationaalinen tankkaaja valitsee siis aina halvemman polttoaineista, ottaen huomioon polttoaineiden energian tuottavuuden. (Bastian-Pinto et al. 2010) Laskentaesimerkissä on tarkoituksena havainnollistaa kuinka vaihto-optio toimii käytännössä. Alla kuviossa 7 on kuvattu Brasiliassa tuotettujen autojen vuosittainen määrä moottorityypeittäin vuosien 2004 – 2015 välisenä aikana.



Kuvio 7. Brasiliassa tuotettujen autojen määrä vuositasolla 2004 – 2015 moottorityypeittäin. (ANFAVEA, 2016)

Kuviosta voidaan havaita flexfuel –moottorilla varustettujen autojen suuri suosio ja suosien kasvaminen 2004 vuoden pienestä tuotannosta aina vuoden 2013 tarkasteluperiodin huippuun. Flexfuel –autojen tuotanto ylitti ensikertaa bensiinimoottorilla toimivien autojen tuotannon vuonna 2006 ja tämän jälkeen ei bensiinimoottorilla toimivat autot ole ylittäneet flexfuel –autojen tuotantoa. Kuviosta voidaan havaita myös etanoliautojen tuotannon lopettaminen vuoteen 2006. Vuonna 2004 etanoliautoja valmistettiin vielä hieman yli 50 000 kappaletta, mutta vuonna 2006 enää noin 350 kappaletta. Tämä on seurausta flexfuel –autojen mahdollistamasta joustavuudesta tankata, joko etanolia tai bensiiniä millä suhteella tahansa.

4.1 Taustaa

Uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisen mahdollisuutta fossiilisten polttoaineiden vaihtoehtona on etsitty ja tutkittu paljon viimeisten vuosien aikana. Brasiliassa niin sanottujen biopolttoaineiden käyttö on noussut erittäin suosituksi vaihtoehdoksi. Maan ilmasto ja suuret viljelyskelpoiset alueet, ovat

mahdollistaneet Brasilian nousemisen yhdeksi suureksi biopolttoaineiden tuottajamaaksi. Ensimmäisen kerran biopolttoaineet otettiin Brasiliassa käyttöön valtion avustuksella 1970 –luvun lopussa, PROALCOOL nimisessä projektissa etanolia tuotettiin sokeriruo’osta ja projektin tarkoituksena oli vähentää maan riippuvuutta öljyn maahantuonnista. Projekti oli varsin menestyksekäs, mutta se oli erittäin riippuvainen öljynhinnasta ja valtion avustuksesta. Öljynhinnan laskettua historiallisen alhaiseksi ja sokerin hinnan noustua kansainvälisillä markkinoilla projekti jouduttiin lopettamaan 1990 –luvun alussa. Etanolin tuottajat käyttivät vaihto-optionsa ja alkoi tuottaa sokeriruo’osta sokeria kansainväliseen myyntiin. Etanolituotannon laskettua kuluttajat alkoivat kärsiä polttoainepulasta ja etanoliautojen myynti romahti. (Bastian-Pinto et al. 2010)

Vaikkakin PROALCOOL projekti epäonnistui, etanolilla käyvän moottorin teknologia ja etanolin jakeluverkosto oli kehitetty tulevaisuutta ajatellen. Flexfuel –moottorin kehitys Brasiliassa aloitettiin 1990 –luvun lopulla ja ensimmäinen kyseisellä moottorilla varustettu auto tuotiin markkinoille 2003. Flexfuel –autolla suojaudutaan myös polttoaine pulaa vastaan, koska auton omistaja voi tankata joko bensiiniä tai etanolia missä suhteessa tahansa. Vuonna 2003 flexfuel –autojen määrä autojen kokonaistuotannosta Brasiliassa oli 2,7 %:ia, vuonna 2015 flexfuel –autojen määrä on kasvanut noin 82 %:iin kokonaistuotannosta. (Bastian-Pinto et al. 2010, ANFAVEA 2016)

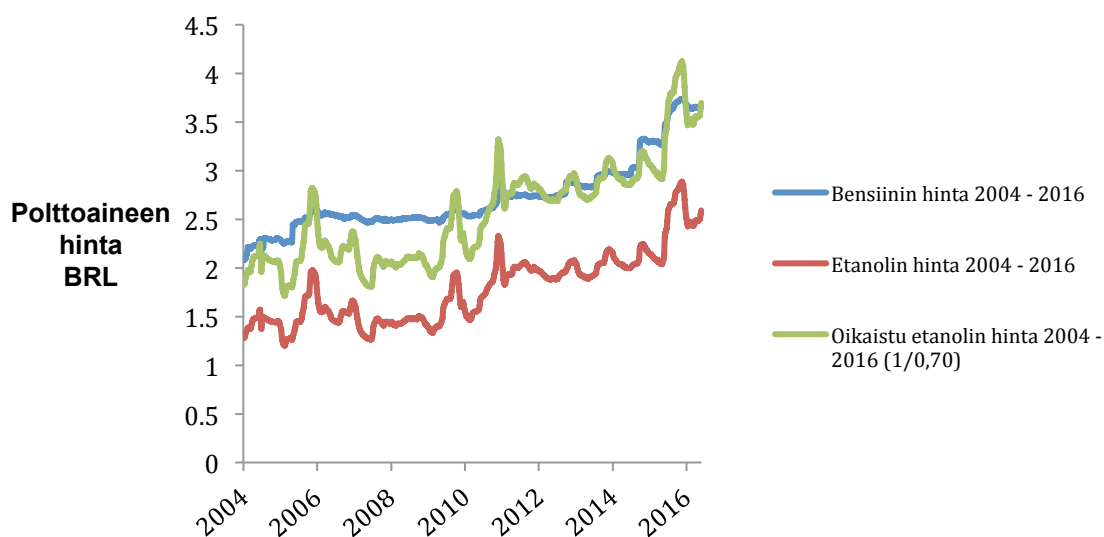
Biopolttoaineita on käytetty moottoripolttoaineena jo ennen flexfuel –moottorin kehitystä. Yhdysvalloissa biopolttoaineella käyvä auto kehitettiin 1980 –luvun lopulla, moottori toimii Suomessakin myytävällä E85 polttoaineella. Polttoaineen nimi tulee sen sekoitussuhteesta, 85 %:ia etanolia ja 15 %:ia bensiiniä, polttoaineeseen lisättiin bensiiniä, jotta moottori käynnistyisi myös kylmissä olosuhteissa. Biopolttomoottori eroaa flexfuel –moottorista siinä, että biopolttomoottori toimii vain tietyllä etanolin ja bensiinin sekoitussuhteella, toisin kuin flexfuel –moottori, joka toimii millä sekoitussuhteella hyvänsä. Flexfuel –autossa on pakoputkessa sensoreita, jotka havaitsevat ja lähettävät tietoa tietokoneohjeistettuun moottoriin analysoimalla pakokaasua minkälaisella sekoitussuhteella sen tulee toimia. (Bastian-Pinto et al. 2010)

4.2 Aineiston keruu ja mallin oletukset

Tutkimuksessa käytetty aineisto koostuu Bloomberg tietokannasta kerättyjen bensiinin ja etanolin viikkokohtaisten hintojen keskiarvoihin Brasilian markkinoilla. Laskentaesimerkissä havainnollistetaan flexfuel –auton tuottamaa reaalioptiota käytännössä. Kohde maana esimerkissä käytetään jo edellä mainitun mukaisesti Brasiliiaa, koska Brasiliassa flexfuel –autojen käyttö on erittäin suosittua ja etanolin tuotanto on myös paikallista. Analysoimalla kerättyjä polttoaineiden hintoja esimerkissä pyritään selvittämään onko flexfuel –auton tuottamalla reaalioptiolla vaihtaa hyötyä käytännössä.

Kerättyä tutkimusaineistoa on jouduttu muokkaamaan etanolin hinnan osalta, koska etanoli on energian tuotoltaan heikompaa kuin bensiini. Tarkoittaen, että tankatessa yhden litran bensiiniä pääsee pidemmälle kuin tankaten yhden litran etanolia. Bastian-Pinto et al. (2010) ja Krüger & Haglund (2013) käyttävät tutkimuksissaan oletusta, että etanolin pienemmän energian tuoton takia rationaalisesti käyttäytyvä kuluttaja ei tankkaa autoonsa etanolia mikäli sen hinta on 70 %:ia tai yli bensiinin hinnasta. Laskentaesimerkissä etanolin hinta on oikaistu kertomalla viikkokohtainen keskihinta arvolla $1/0,70$. Alla kuviossa 8 on kerätty bensiinin, etanolin ja oikaistun etanolin hintojen muutokset tutkimusperiodin aikana.

Bensiinin, Etanolin ja Oikaistun etanolin hinnat 2004 - 2016



Kuvio 8. Polttoaineiden hinnat 2004 – 2016.

Kuviosta 8 voidaan huomata, että etanolin hinnan vaihtelut on ollut voimakkaampia verrattuna bensiinin hintaan. Bensiinin hinta on noussut hyvinkin tasaisesti koko tarkastelu periodin ajan, toisin kuin etanolin hinta on joka heitellyt hyvinkin voimakkaasti. Kuviosta voidaan havaita, että tarkasteluperiodin aikana bensiini on muutamaaan otteeseen ollut houkuttelevampaa kuin oikaistu etanoli, joka itsessään kertoo miksi flexfuel –autot ovat niin suosittuja Brasiliassa.

Vaihto-option arvon määrittämiseksi esimerkissä on käytetty oletusta, että auton omistaja tankkaa autonsa polttoainetankin täyteen kahden viikon välein. Polttoainetankin tilavuudeksi on esimerkissä määritetty 50 litraa. Esimerkissä auton omistaja tankkaa siis polttoainetankkinsa täyteen aina sillä polttoaineella, joka on kustannustehokkaampaa. Auton käyttöikä on määritetty esimerkissä viideksi vuodeksi ja auton jäännösarvo on nolla. Autoksi laskentaesimerkkiin on valittu Volkswagen Golf 1.4 TSi Comfortline 2015, syystä että kyseistä mallia on mahdollista hankkia, joko flexfuel –moottorilla tai bensiinimoottorilla varustettuna. Autojen hintoja on tutkittu brasilialaisten uusia ja käytettyjä autoja myyvien internet-sivustojen avulla. Molemmille moottorityypeille pystyttiin löytämään saman ikäinen auto, jolla oli ajettu saman verran eli noin 20 000 kilometriä, autot eivät siis ole täysin uusia, mutta ei myöskään vuosia vanhoja, joten autojen hinnat ovat vielä paikkaansa pitäviä. Molempien moottorityyppien autot maksoivat yhtä paljon eli 69

900 realia, täten reaalioption on kustannus on laskentaesimerkissä nolla. (OLX, 2017) Tapauksessa flexfuel –auton hankkija saa siis itselleen reaalioption vaihtaa ilman ylimääräisiä kustannuksia. Bastian-Pinto et al. (2010) tutkimuksessa vuosien 2006 ja 2007 aikana flexfuel –auto oli vielä noin 5 – 7 prosenttia bensiinimoottorilla varustettua autoa kalliimpia. Flexfuel –auton hankkija joutui siis maksamaan joustavuuden luomasta reaalioptiona preemion, kyseinen preemio oli siis reaalioption kustannus. Nykyaikana bensiinimoottorilla varustettu auto on yleisesti uutena kalliimpi kuin flexfuel –auto.

4.3 Vertailu flexfuel -moottori vs. bensiinimoottori

Seuraavaksi esitetään laskentaesimerkki, jonka avulla vaihto-option mahdollistamaa joustavuutta pyritään selventämään käytännössä. Esimerkissä oletetaan siis auton omistajan tankkaavan autoonsa aina kustannustehokkaampaa polttoainetta. Viikoittaiset polttoainekustannukset ovat määritetty viiden vuoden käyttöajalle, jolloin pystymme selvittämään myös onko auton hankinnassa ollut ajallisesti eroja. Kustannukset ovat määritetty bensiiniä käyttävälle autolle ja autolle, joka toimii flexfuel –moottorilla, viikoittaisia kustannuksia on verrattu toisiinsa, jolloin reaalioption arvo on pystytty määrittämään. Kuviossa 9 reaalioption arvo on määritetty vertaamalla bensiinistä aiheutuneita kokonaiskustannuksia flexfuel –moottorin mahdollistamaan bensiinin tai etanolin tankkauksesta (kumpi edellä mainituista on ollut halvempaa sitä on tankattu) aiheutuneisiin kokonaiskustannuksiin.

Mikäli kuluttaja on ostanut bensiinimoottorilla toimivan auton vuoden 2005 ensimmäisellä viikolla ja käyttänyt autoa viisi vuotta ovat kuluttajan kokonaispolttoainekustannukset olleet ajanjakson aikana 16 134, 70 realia. Polttoainekustannukset ovat laskettu viikoittaisten keskiarvohintojen perusteella, seuraavasti:

Bensiinin hinta * Polttoainetankin tilavuus (50L) = 2,18 * 50 = 109 realia

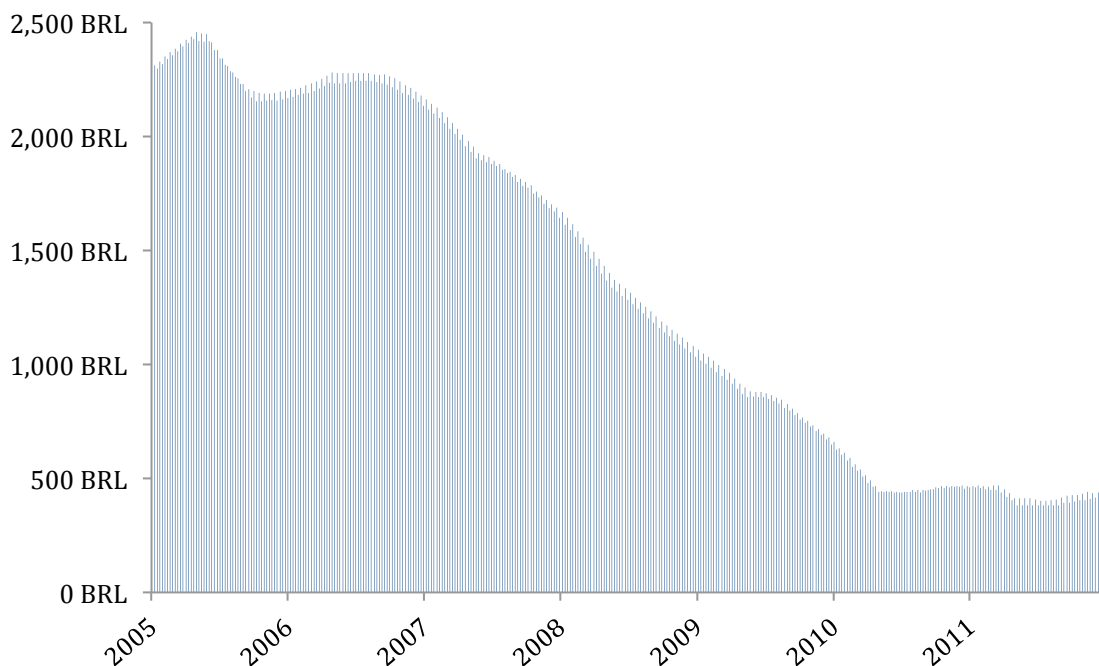
Polttoainekustannus on laskettu jokaiselle viikolle, mutta on oletettu että auto tankataan aina kahden viikon välein. Kahden viikon välein tapahtuneiden

tankkauksien kustannukset ovat viideltä vuodelta summattu yhteen ja vuoden 2005 ensimmäisellä viikolla ostetun auton kokonaispolttoainekustannukset ovat olleet 16 134,70 realia.

Flexfuel –moottorilla toimivaan autoon kuluttajalla on mahdollisuus jokaisella tankkaukerralla valita halvempi vaihtoehto bensiinin ja etanolin välillä. Vuoden 2005 ensimmäisellä viikolla ostetun flexfuel –auton kokonaispolttoainekustannukset ovat olleet 13 852,56 realia.

Vuoden 2005 ensimmäisellä viikolla ostetun flexfuel –auton sisältämän reaalioption arvon on siis ollut bensiiniauton kokonaispolttoainekustannuksien ja flexfuel –auton kokonaispolttoainekustannuksien erotus $16\,134,70 - 13\,852,56 = 2\,282,14$ realia.

Reaalioption arvo vuosina 2005 - 2011



Kuvio 9. Reaalioption arvojen kehitys vuosien 2005 – 2011 välisenä aikana.

Yllä olevassa kuviossa on esitetty reaalioption arvot riippuen missä vaiheessa tarkasteluperiodia flexfuel –auto on ostettu. Kuten kuviosta voidaan havaita on koko tarkasteluperiodin ajan flexfuel –auto ollut kustannustehokkaampi vaihtoehto verrattuna bensiinimoottorilla varustettuun autoon. Kuviosta voidaan hyvin havaita

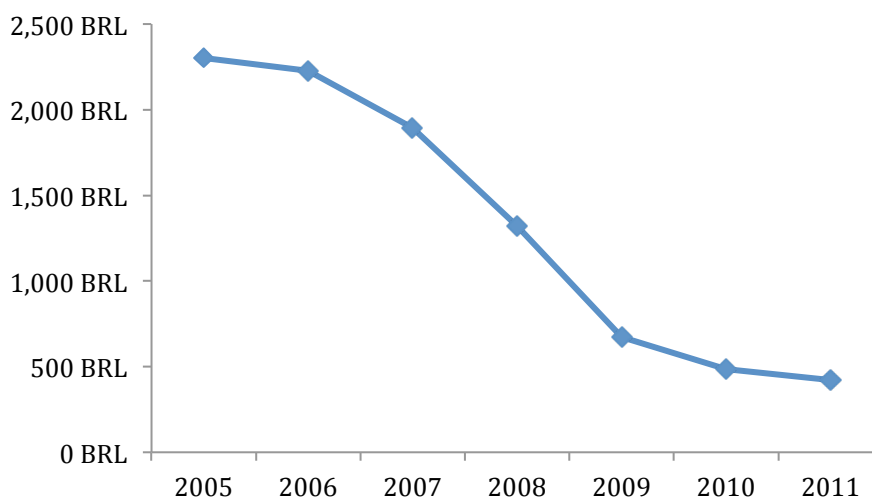
kuluttajan saavuttama joustavuus mahdollisuudesta tankata kumpaa tahansa polttoainetta, vaikkakin etanolin hinta on tarkasteluperiodin aikana ollut hetkellisesti korkeammalla tasolla verrattuna bensiinin hintaan saa kuluttaja silti reaaliopioistansa kaiken mahdollisen hyödyn irti reaaliopioion tuoman joustavuuden seurauksena. Kuluttajan ostettua flexfuel –auto alkuvuodesta 2005 on hän hyötynyt investoinnistaan enemmän kun tarkasteluperiodin loppuaikana, tämä johtuu etanolin hinnan noususta verrattuna bensiinin hintaan. Kuten kuviosta 8 voidaan havaita on etanolin hinnan volatilitiitti suurempaa kuin bensiinin hinnan. Etanolin hinnan voimakkaampi volatilitiitti on seurausta etanolin riippuvuudesta sokeriruon kausiluontoiseen sadonkorjuuajankohtaan (Bastian-Pinto et al. 2010).

Reaaliopioion arvo keskimäärin 2005 - 2011							
Vuosi	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Keskiarvo BRL	2 303 BRL	2 228 BRL	1 895 BRL	1 318 BRL	856 BRL	484 BRL	422 BRL
Keskiarvon muutos %	0 %	3 %	15 %	30 %	35 %	43 %	13 %

Taulukko 2. Reaaliopioion keskimääräinen arvo tarkasteluperiodilla.

Taulukkoon 2 on kerätty tarkasteluperiodin ajalta reaaliopioion vuosittaiset keskiarvot ja keskiarvon muutosprosentti. Keskiarvot ovat esitetty myös kuvaajassa 10, josta voidaan havaita reaaliopioion arvon lasku koko tarkasteluperiodin ajalta. Vuoden 2005 ja 2011 välillä reaaliopioion arvo on laskenut noin 82 prosenttia ja reaaliopioion arvo kokonaiskustannuksista on laskenut vuosien 2005 – 2011 välisenä aikana noin 14 %:sta noin 2 %:iin. Prosentuaalisesti suurin lasku on tapahtunut vuosien 2007 ja 2009 välisenä aikana.

Reaaliopioion arvo keskimäärin 2005 - 2011



Kuvio 10. Reaalioption arvon keskiarvo 2005 – 2011.

Kuvaajasta 10 edellä mainittu reaalioptio arvon lasku voidaan havaita vielä selkeämmin. Laskentaesimerkissä auton hankintapäätöstä pohtiessa on kuluttajan kannattanut hankkia flexfuel –auto tämän mahdollistaessa joustavuuden polttoainetankkauksiin liittyen. Auton hankintakustannuksien eron ollessa nolla, ei flexfuel –auton omistaja ole voinut hävitä tarkasteluperiodilla bensiinimoottorilla varustettuun autoon nähden, koska etanolin hinnan ollessa korkealla voi flexfuel –autoon tankata bensiiniä ja mikäli etanolin hinta on yhdenkin kerran tarkasteluperiodilla halvempaa bensiinin hintaan nähden on flexfuel –auto kustannustehokkaampi. Tapauksessa, jossa etanolin hinta olisi koko tarkasteluperiodin ajan korkeammalla tasolla verrattuna bensiiniin olisi reaalioption arvo nolla, eli kummatkin moottorityypit olisivat yhtä kustannustehokkaita.

4.4 Laskentaesimerkin yhteenveto

Tässä luvussa tehdään johtopäätökset ja yhteenveto laskentaesimerkin tuloksista. Laskentaesimerkin ollessa havainnollinen kuvaus kuinka vaihto-optio toimii käytännössä jättää se huomioimatta tiettyjä seikkoja, joilla esimerkiksi saataisiin entistä tarkempi. Mallia voidaan parantaa olettaen bensiinin ja etanolin hintojen seuraavan esimerkiksi geometrista Brownin liikettä tai keskiarvoon palautuvaa stokastista prosessia. Bastian-Pinto et al. (2010) mainitsevat tutkimuksessaan, että pitkäaikainen keskiarvoon palautuva stokastinen prosessi antaa tarkemman vastauksen mallinnettaessa raaka-aineiden hintoja verrattuna geometriseen Brownin liikkeeseen. Esimerkissä myös polttoaineiden kokonaiskustannuksien arvo on määritetty niin sanotusti raakana. Kokonaiskustannuksien arvo voitaisiin määrittää myös nykyhetkeen, diskonttaamalla kokonaiskustannukset riskittömällä korkokannalla. Määritetyt raaka-aineiden hinnat voitaisiin myös simuloida käyttämällä esimerkiksi Monte Carlo –mallia hyväksi. Mallissa kohdemaana on käytetty Brasiliaa, mutta jos flexfuel –auton ostamista ajateltaisiin Suomessa tulisi mallissa on ottaa myös huomioon valuuttakurssien muutokset ja verotus.

Esitettyssä laskentaesimerkissä pyrittiin siis havainnollistamaan kuinka reaalioptio vaihtaa toimii käytännössä. Kohdemaaksi valittiin Brasilia, flexfuel –autojen ollessa tällä hetkellä maan tuotetuim moottorimalli. Brasilia on myös omavarainen etanolin

tuotannossa, joten yksinkertaistetussa esimerkissä tällä poistettiin myös valuuttakurssien vaihtelun aiheuttama epävarmuus. Esimerkin tuloksista voidaan todeta, että flexfuel –auto on ollut koko tarkasteluperiodin ajan kustannustehokkaampi vaihtoehto vertailun kohteena olleista moottorityypeistä. Koko tarkasteluperiodin ajalta flexfuel –auton luoma reaalioption arvo on ollut keskimäärin 1350 realia. Keskiarvollinen reaalioption arvo on laskenut koko tarkasteluperiodin ajan, mutta on silti ollut kustannustehokkaampaa hankkia flexfuel –auto verrattuna bensiinimoottorilla toimivaan autoon. Esimerkin antamat tulokset tukee flexfuel –autojen suosiota Brasiliassa ja niiden noin 82 prosentin osuutta autojen kokonaistuotannosta vuonna 2015. Suurimman hyödyn kuluttaja on saanut mikäli on ostanut flexfuel –auton alkuvuodesta 2005, sillä kyseisenä ajankohtana etanolin hinta on ollut selvästi bensiinin hintaa alhaisempaa. Bensiini on ollut lähes koko tarkasteluperiodin ajan etanolin hintaa korkeammalla, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta, tämä on myös linjassa esimerkin tuottamiin tuloksiin. Esimerkki osoittaa, että mikäli kuluttaja kykenee hankkimaan flexfuel –auton samaan hintaan tai pienelle preemiolla verrattuna bensiinimoottorilla toimivaan autoon on kuluttajan kannattavaa hankkia flexfuel –auto.

5 Johtopäätökset & yhteenveto

Tutkielmassa on selvitetty yrityksille tai kuluttajille koituvaa mahdollista hyötyä mahdollisuudestaan vaihtaa esimerkiksi tuotettavaa tuotantopanosta. Reaalioptiota vaihtaa on tutkittu kappaleessa kolme (3) toteutetun kirjallisuuskatsauksen avulla ja kappaleessa neljä (4) on demonstroitu vaihtoption käyttöä käytännössä. Kappaleessa viisi esitetään tutkimuksessa kerätyt tulokset, johtopäätökset ja tehdään työstä yhteenveto.

5.1 Tulokset

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää miten vaihto-optiota voidaan käyttää hyödyksi niin yrityksen kuin kuluttajien investointipäätöksiensä tukena. Pääongelmaa pyrittiin selvittämään alaongelmien kautta niin kirjallisuuskatsauksen kuin laskentaesimerkin avulla. Alla on listattu työssä käytetyt tutkimuskysymykset joihin työssä haettiin vastauksia:

Tutkimuksen pääongelmana oli selvittää miten vaihto-optiota voidaan käyttää hyödyksi investointipäätöksiensä tukena ja kysymykseen haettiin vastauksia alla olevien alaongelmia apuna käyttäen:

1. Mitä akateemista tutkimusta vaihto-option käytöstä on tehty?
2. Missä ja miten vaihto-optiota on käytetty käytännössä?
3. Numeerinen esimerkki demonstroi miten voidaan määrittää flex-fuel autoon liittyvän vaihto-option arvo

Kirjallisuuskatsauksen avulla selvitettiin vastausta kysymykseen mitä asiasta on tutkittu, kirjallisuuskatsauksen avulla pystytään myös vastaamaan kysymyksiin missä ja miten vaihto-optiota on käytetty käytännössä. Luvussa kolme esitetään 17:sta tieteellisestä artikkelista koottu systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Kirjallisuuskatsaus osoittaa kuinka moninaisesti ja monella eri toimialalla vaihto-optiota on käytetty ja tutkimusta on suoritettu. Vaihto-optiota on tutkittu niin teollisuuden aloilla, vedonlyönnissä, sopimuksellisissa kuin eläkejärjestelmän valinnassa, voidaankin sanoa että vaihto-optio on hyvin monikäyttöinen ja sen luomasta joustavuudesta ei hyödy ainoastaan valmistavan teollisuuden alat.

Tutkimuksissa on pyritty selvittämään onko yrityksen kannattavaa investoida mahdollisuuteen vaihtaa käytettävää tuotantopanosta tai lopputuotetta. Onko yleisesti suuren alkuinvestoinnin mahdollistama joustavuus kyseisen investoinnin nettonykyarvon ylittävä vai alittava. Nettonykyarvon ollessa positiivinen on investointi kannattavaa toteuttaa ja negatiivisena investointi kannattaa olla toteuttamatta. Onko reaalioption luoma lisäarvo investointiprojektille tarpeeksi suuri, jotta perinteisellä nettonykyarvo laskentamenetelmällä negatiivisen nykyarvon saanut investointiprojekti kannattaisi joka tapauksessa toteuttaa.

Kysymykseen missä ja miten vaihto-optiota on käytetty käytännössä pystymme vastaamaan myös kirjallisuuskatsausta hyväksikäyttäen. Tutkimuksissa vaihto-optiota tutkittiin hyvin monella eri toimialalla ja monenlaisessa tilanteessa. Kuitenkin suurimassa osassa tutkimuksia vaihto-optiota käytettiin teollisuuden aloilla, esimerkiksi teräs-, auto- ja meriteollisuudessa. Vaihto-option avulla teollisuudessa alasta riippumatta pyrittiin luomaan kilpailuetua muihin toimijoihin nähden investoimalla joustavaan tuotantoon, mutta myös suojautumaan tuotantopanosten hinnan vaihteluja vastaan. Tutkimuksissa, jotka liittyivät uusiutuvien energianlähteiden käyttöönottoon tai tuotannon muuttamisesta tilaan, jolloin voidaan hyödyntää uusiutuvia energianlähteitä, mahdollisuus vaihtaa edistää myös ilmastonmuutoksen vastaista taistelua. Detert & Kotani (2013) tutkimus liittyen Mongolian energiantuotantoon on hyvä esimerkki vaihto-option luomasta mahdollisuudesta pienentää vaikutuksia liittyen ilmastonmuutokseen. Vaihto-option käyttöä on tutkittu myös kuluttajan näkökulmasta ja yksityishenkilön mahdollisuudesta maksimoida hyvinvointinsa. Tutkimuksia on tehty esimerkiksi ajatellen työntekijän omaavan mahdollisuuden vaihtaa työuraansa kerran joko riskillisestä työurasta riskittömään tai toisinpäin. Esitettyjen tutkimuksien perusteella voidaan sanoa, että vaihto-optiota on tutkittu hyvin laajalla skaalalla eri tilanteita ja toimialoja silmällä pitäen.

Laskentaesimerkillä tutkimuksessa pyrittiin demonstroimaan kuinka vaihto-optio toimii käytännössä. Numeerisessa esimerkissä tutkittiin flexfuel –auton omaavaa vaihto-optiota, omistajan kyetessä valitsemaan tankkaako hän autoonsa etanolia vai bensiiniä polttoaineena. Tarkasteluperiodin aikana flexfuel –auton omistaja on

hyötynyt mahdollisuudestaan valita tankattava polttoaine keskimäärin 1350 realia. Flexfuel –auton on ollut koko tarkasteluperiodin ajan kustannustehokkaampi vaihtoehto, vaikkakin reaalioption arvo on laskenut koko tarkasteluperiodin ajan. Suurimman hyödyn reaalioption arvo on saanut, mikäli flexfuel –auto on hankittu heti tarkasteluperiodin alussa, etanolin hinnan oltua tässä vaiheessa bensiinin hintaa selvästi alhaisempaa. Laskentaesimerkin tulokset osoittavat yksinkertaistetussa mallissa reaalioption vaihtaa sovellutuksen reaali maailman tilanteessa ja tässä tapauksessa sen hyödyt ovat olleet positiiviset.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten vaihto-optiota on käytetty hyödyksi investointipäätösten tukena ja käytöstä saatavaa mahdollista hyötyä. Kirjallisuuskatsauksen ja laskentaesimerkin tuloksien perusteella voidaan todeta, että vaihto-optio on hyvin monipuolinen ja sitä voidaan käyttää hyödyksi hyvin monenlaisissa tilanteissa niin yritysten kuin yksityishenkilöiden toimesta.

5.2 Johtopäätökset

Tutkielman tarkoituksena oli selvittää reaalioption vaihtaa hyötyjä ja kuinka reaalioptiota vaihtaa on käytetty reaali maailman tilanteissa. Vastausta haettiin hyödyntäen systemaattista kirjallisuuskatsausta vaihto-optiota käsittelevistä relevanteiksi todetuista tieteellisistä artikkeleista ja numeerisen laskentaesimerkin avulla. Kirjallisuuskatsauksen avulla saatiin vastaukset kysymyksiin ”mitä akateemista tutkimusta vaihto-option käytöstä on tehty” ja ”miten ja missä vaihto-optiota on hyödynnetty käytännössä”. Laskentaesimerkin avulla voidaan havaita yhden mukaisia tuloksia kirjallisuuskatsauksessa löydettyihin tuloksiin nähden. Tuloksina voidaan nähdä reaalioption tuoma lisäarvo investoinnin kannattavuutta arvioitaessa. Laskentaesimerkin tuloksina reaalioption luoma arvo oli koko tarkasteluperiodin ajan positiivinen ja reaalioption omistaja on hyötynyt investoinnistaan koko tarkasteluperiodin ajan. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että reaalioption vaihtaa on arvoa yrityksille ja yksityisille kuluttajille ja sen monikäyttöisyys on suurta.

Kirjallisuuskatsauksessa ja laskentaesimerkissä tuodaan esille yrityksen ja kuluttajan tekemät investointipäätökset. Yritysten näkökulmasta investointipäätös

voi johtaa kilpailuetuun verrattuna kilpailijoihin tai epäonnistuessaan ajaa yrityksen konkurssiin. Investointipäätöksiä ollessa yritysten tärkeimpiä päätöksiä tuo vaihto-optio tähän hyvän suojausmekanismin. Vaihto-option avulla yritys voi luopua kannattomasta investoinnista hankittuaan lisäinformaatiota investointiin liittyen tai parhaimmassa tapauksessa yritys saavuttaa tuottoja, joita muussa tapauksessa ei olisi ollut mahdollista saavuttaa. Reaalioption avulla yritys siis voi hankkia mahdollisuuden tavoitella tiettyä "potentiaalia", jonka investoinnin kohteena oleva kohde-etuus sisältää, mikäli potentiaali toteutuu täydessä mittakaavassa pystyy yritys kaapata tästä syntyvät voitot joita kilpailijoilla ei ole mahdollisuutta saavuttaa. Toisaalta mikäli kohde-etuuden potentiaali ei täyty tai jää arvioidusta voi yritys hylätä investoinnin ja hävitä tässä tapauksessa vain reaalioption kustannuksen.

Investointipäätöksiä pohdittaessa tulee muistaa, että positiivinen reaalioption arvo ei ole itseisarvo investointiprojektin toteuttamiselle. Reaalioptio voi tuoda projektille lisäarvoa ja olla jopa syy miksi investointipäätös kannattaa toteuttaa, mutta tästä huolimatta reaalioptioiden arvonmääritys ei korvaa perinteistä investointien kannattavuuslaskentaa. Kirjallisuudessa ja laskentaesimerkkien tuloksien valossa reaalioption vaihtaa on havaittu luovan lisäarvoa investoinnille ja esimerkiksi flexfuel –autoja koskevissa tutkimuksissa reaalioption luoma arvo on ollut noin 5 – 17 prosenttia. Esitetyssä laskentaesimerkissä reaalioption arvo kokonaiskustannuksista vaihteli välillä 2 – 14 %:ia.

Kirjallisuuskatsauksen aineistoon ei valikoitunut artikkeleita, jossa olisi käytetty reaalioption arvonmäärittämiseksi Datar-Mathews –mallia tai sumeaa logiikkaa. Edellä mainittu voidaan osittain selittää artikkelien ajankohdasta, koska mallit ovat kehitetty 2004 Datar-Mathews ja sumea logiikka 2009 ja osa artikkeleista on kirjoitettu ennen kyseisiä vuosia. Mallien ollessa uusia voi tämäkin vielä vaikuttaa asiaan ja tutkijoiden kääntyessä perinteisten laskentamenetelmien puoleen uudempien sijasta. Asiaan vaikuttaa tietenkin myös mallin soveltuvuus vaihto-option arvonmäärittämiseen. Artikkeleissa hyvin käytetty malli oli odotettujen kassavirtojen simuloiminen, joten tätä vasten peilaten voisi ajatella varsinkin Datar-Mathews –mallin soveltuvan hyvin vaihto-optioiden arvonmäärittämiseen.

5.3 Yhteenveto

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää reaalioption vaihtaa hyötyjä ja kuinka kyseistä reaalioptiota käytetään reaali maailmassa hyödyksi. Tutkimusaiheena aihe oli hyvin kiinnostava reaali optioiden nostaessa yhä enemmän päätään perinteisten investointilaskelmien tukena investointipäätöksiä tehtäessä. Reaali optiot ovat olleet akateemisessa keskustelussa mukana jo 1970 –luvulta lähtien, mutta silti vasta tällä vuosituhannella on kehitetty laskentamenetelmiä, jotka on tarkoitettu suoranaisesti reaali optioiden arvonmäärittämiseen (Datar-Mathews –malli ja sumeaan logiikkaan perustuva laskentamenetelmä).

Tutkimusongelmaan pyrittiin tutkimuksessa etsimään vastausta hyödyntäen systemaattista kirjallisuuskatsausta vaihto-optiota koskevista relevanteiksi todetuista tieteellisistä artikkeleista. Kirjallisuushaun ja aineiston seulonnan jälkeen systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aineisto koostui lopulta 17:sta artikkelista, joissa kaikissa keskityttiin pelkästään analysoimaan vaihto-option käyttöä erilaisissa tilanteissa. Kirjallisuuskatsauksen aineisto jaettiin kolmeen ryhmään *Tuotejoustavuus uusiutuvien energialähteiden käytössä, Tuotannon joustavuus epävarmoilla markkinoilla ja Henkilökohtaisen valinnan mahdollisuus voiton maksimoimiseksi epävarmuuden vallitessa*. Keskeisinä tuloksina voidaan todeta vaihto-option tuovan lisäarvoa investointiprojekteille ja vaihto-option käyttö on ollut hyvin monipuolista. Vaihto-option käyttö ei rajoitu koskemaan vain tiettyä teollisuuden alaa vaan sitä voidaan käyttää hyödyksi niin teollisuudessa, sopimuksissa kuin yksityisen kuluttajan arvioidessa maksimaalista eläketuottoaan.

Yksinkertaisen laskentaesimerkin avulla demonstroitiin kuinka vaihto-optio toimii käytännössä. Esimerkkiin kerättiin Bloomberg –tietokannasta bensiinin ja etanolin viikoittaiset keskiarvohinnat Brasilian markkinoilta vuosien 2005 – 2016 väliseltä ajalta. Esimerkissä analysoitiin polttoaineiden keksiarvohintoja hyväksikäyttäen investointia, jossa oli mukana reaali optio (flexfuel –auto) ja investointia jossa reaali optiota ei ollut (bensiniillä toimiva auto). Esimerkissä verrattiin kokonaispolttoainekustannuksia auton viiden vuoden käyttöiälle ja pyrittiin löytämään vastaus onko ollut kustannustehokkaampaa ostaa flexfuel –auto vai bensiinimoottorilla varustettu auto. Analyysin tuloksien perusteella koko

tarkasteluperiodin ajan investointi, jossa reaalioptio hankittiin investoinnin yhteydessä oli kustannustehokkaampi. Laskentaesimerkin tuloksien perusteella voitiin siis todeta, että on ollut kannattavampaa hankkia flexfuel –auto ja sijoittaa reaalioptioon vaihtaa.

Tulevaisuuden jatkotutkimusaiheiksi reaalioptioita koskien voisi ajatella tutkittavan vaihto-optiota, hyödyntäen sumean logiikan arvonmäärittystä tai Datar-Mathews –mallia. Työssä esitetty laskentaesimerkki voitaisiin esimerkiksi tehdä Datar-Mathews –mallia hyödyntäen simuloiden polttoainekustannukset ja määrittääkseen tästä reaalioption arvon.

Lähteet

Adkins Roger & Paxson Dean (2012) *“Real Input-Output Energy-Switching Options”*, The Journal of Energy Markets. Vol 5, ss. 3 – 22.

Amram Martha & Kulatilaka Nalin (1999) *“Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World”*, Harvard Business School Press. Boston, Massachusetts.

Aveyard Helen (2010) *“Doing a Literature Review in Health and Social Care: A Practical Guide”*, Open University Press, 2. painos, Berkshire.

Baldi Francesco (2010) *“Switch, Switch, Switch! A Regime-Switching Option-Based Model for Valuing a Tolling Agreement”*, The Engineering Economist. Vol. 55, ss. 268 – 304.

Bastian-Pinto Carlos, Brandao Luiz & Hahn Warren J. (2009) *“Flexibility as a Source of Value in the Production of Alternative Fuels: The Ethanol Case”*, Energy Economics. Vol. 31, ss. 411 – 422.

Bastian-Pinto Carlos., Brandao Luiz. ja de Lemos Alves Mariana. (2010) *“Valuing the Switching Flexibility of the Ethanol-Gas Flex Fuel Car”*, Annals of Operations Research 2010, Vol 176(1), ss. 333 - 348.

Black Fischer & Scholes Myron (1973) *“The Pricing of Options and Corporate Liabilities”*, The Journal of Political Economy. Vol. 81 (3), ss. 637 – 654.

Bodie Zvi, Ruffino Dorian ja Treussard Jonathan. (2008) *“Contingent Claims Analysis and Life-Cycle Finance”*, American Economic Review. Vol. 98, ss. 291 - 296.

Bojadziev, G. & Bojadziev, M. (1995). *"Fuzzy sets, Fuzzy logic, Applications"*, Advances in fuzzy systems, vol. 5. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore.

Bowman Edward H. & Moskowitz Gary T. (2001) *"Real Options Analysis and Strategic Decision Making"*, Organization Science. Vol. 12 (6), ss. 772 – 777.

Cobb B. R. & Charnes J. M. (2010) *"A Graphical method for valuing switching options"*, Journal of the Operational Society. Vol. 61, ss. 1596 - 1606.

Collan Mikael (2011). *"Thoughts about selected models for real option valuation."*, Acta Universitatis Palackinae Olomucensis, Mathematica, vol. 50, no. 2, ss. 5-12.

Collan Mikael, Fullér Robert & Mezei József (2009) *"A Fuzzy Pay-Off Method for Real Option Valuation"*, Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences. Vol 2009, ss. 1 – 14.

Copeland Tom & Tufano Peter (2004) *"A Real-World Way to Manage Real Options"*, Harvard Business Review. March, ss. 1 – 12.

Cox John C. & Ross Stephen A. (1976) *"The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes"*, Journal of Financial Economics. Vol. 3, ss. 145 – 166.

Datar Vinay & Mathews Scott (2004) *"European Real Options: An Intuitive Algorithm for the Black - Scholes Formula"*, Journal of Applied Finance. Vol 14 (1), ss. 45-51

Datar Vinay, Mathews Scott & Johnson Blake (2007) *"A Practical Method for Valuing Real Options: The Boeing Approach."*, Journal of Applied Corporate Finance. Vol 19 (2), ss. 95-104.

de Magalhaes Ozorio, Luiz., de Lamare Bastian-Pinto, Carlos., Baidya, Tara K. N., Teixeira Brandao, Luiz E. (2012) *"Investment Decision in Integrated Steel Plants Under Uncertainty"*, International Review of Financial Analysis. Vol. 36, ss. 55 - 64.

Detert N. & Kotani K. (2013) *"Real Options Approach to Renewable Energy Investments in Mongolia"*, Energy Policy. Vol. 56, ss. 136 – 150.

Di Corato L., Gazheli A. ja Lagerkvist C-J. *"Investing in Energy Forestry Under Uncertainty"*, Forest policy and economics. Vol. 34, ss. 56 – 64.

Elton Edwin J. & Gruber Martin J. (1995) *"Modern Portfolio Theory and Investment Analysis"*, John Wiley & Sons Inc., 5. painos, New York.

Eskola, J. & Suoranta J. (2005) *"Johdatus laadulliseen tutkimukseen"*, Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Ford David N. & Sobek Durward (2003) *"Modeling Real Options to Switch Among Alternatives in Product Development"*, 2003 System Dynamics Conference. Ss. 1 – 15.

Gauthier Laurent (2002) *"Hedging Entry and Exit Decisions: Activating and Deactivating Barrier Options"*, Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences. Vol. 6, ss. 51 - 70.

Henseler Jörg & Roemer Ellen (2013) *"Let's Wait and See! The Real Option to Switch as a New Element of Customer Value"*, Schmalenbach Business Review. Vol. 65, ss. 112 - 136.

Hirsjärvi Sirkka, Remes Pirkko. & Sajavaara Paula (2007) *"Tutki ja kirjoita"*, 13 painos. Keuru. Otavan kirjapaino Oy.

Howell Sydney, Stark Andrew, Newton David, Paxson Dean, Cavus Mustafa, Pereira Jose ja Patel Kanak (2001) *“Evaluating Corporate Investment Opportunities In a Dynamic World”*, Pearson, Great Britain.

Hull John C. (2012) *“Options, Futures and Other Derivatives”*, 8. painos. Pearson Education Limited.

Kozlova Mariia, Collan Mikael & Luukka Pasi (2016) *“Comparison of the Datar-Mathews Method and the Fuzzy Pay-Off Method through Numerical Results”*, *Advances in Decision Sciences*. Vol 2016, ss. 1 – 7.

Krüger Niclas A. & Haglund Alexander (2013) *“Consumer Value of Fuel Choice Flexibility - a Case Study of the Flex-fuel Car in Sweden”*, *European Transport Research Review* 2013, Vol. 5(4), ss. 207 - 215.

Kulatilaka Nalin & Enrico Perotti (1998) *“Strategic Growth Options”*, *Strategic Management* 44:8, 1021–1031. ISSN: 0025-1909

Kulatilaka N. (1988) *“Valuing the Flexibility of Flexible Manufacturing Systems”*, *IEEE Transactions in Engineering Management*, ss 271 – 280

Kyngäs H. & Vanhanen L. (1999) *“Sisällön analyysi”*, *Hoitotiede* 11, ss. 3 – 12.

Lander Diane M. & Pinches George E. (1998) *“Challenges to the Practical Implementation of Modeling and Valuing Real Options”*, *The Quarterly Review of Economics and Finance*. Vol, 38 (erikoispainos), 537 – 567.

Metsämuuronen Jari (2005) *“Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä”*, Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Michailidis A. & Mattas K. (2007) *“Using Real Options Theory to Irrigation Dam Investment Analysis: An Application of Binomial Option Pricing Model”*, *Water Resour Manage*. Vol. 21, ss. 1717 – 1733.

Milevsky Moshe A. & Promislov David S. (2004) *"Florida's Pension Election: From DB to DC and Back"*, The Journal of Risk Insurance Vol. 71, No. 3, ss. 381 - 404.

Mun Johnathan (2002) *"Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions"*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Myers Stewart C. (1977) *"Determinants of Corporate Borrowing"*, Journal of Financial Economics. Vol. 5, ss. 147 – 175.

Neilimo Kari & Uusi-Rauva Erkki (2001) *"Johdon Laskentatoimi"*, EDITA Oyj, Helsinki.

Pettigrew Mark & Roberts Helen (2006) *"Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide"*, Blackwell, Malden.

Puttonen Vesa & Valtonen Erik (1996) *"Johdannaismarkkinat"*, WSOY, Porvoo.

Salminen Ari (2011) *"Mikä on kirjallisuuskatsaus?"*, Vaasan Yliopiston Julkaisuja. Opetusjulkaisuja 62, Julkisjohtaminen 4.

Schäfer Henry & Sorensen Daniel J. (2010) *"Creating options while designing prototypes: value management in the automobile industry"*, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 21 No. 6 ss. 721 - 742.

Stähle Pirjo, Kyläheiko Kalevi, Sandström Jaana ja Virkkunen Virpi (2002). *"Epävarmuus Hallintaan – Yrityksen uudistumiskyky ja vaihtoehdot"*, WSOY, Helsinki.

Sødal Sigbjørn, Koekebakker Steen & Aadland Roar (2008) *"Market Switching in Shipping – a Real Option Model Applied to the Valuation of Combination Carrier"*, Review of Financial Economics. Vol. 17, ss. 183 – 203.

Sigbørn Sødal, Steen Køkebakker & Roar Adland. "Value Based Trading of Real Assets in Shipping Under Stochastic Freight Rates", Applied Economics 2009, Vol. 41, ss. 2793 – 2807.

Treanor Stephen D. (2012) "The flexibility and benefits of operating a diverse fleet: an analysis using real options", Management Research Review. Vol. 35, ss. 462 - 472.

Trigeorgis Lenos (1993) "Real Options and Interactions With Financial Flexibility", Financial Management. Vol 22 (3), ss. 202 – 224.

Trigeorgis Lenos (1996) "Real Options – Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Trigeorgis Lenos (2005) "Making Use of Real Options Simple: An Overview and Applications In Flexible/Modular Decision Making", The Engineering Economist. Vol 50, ss. 25 – 53.

Tuomi J. & Sarajärvi A. (2009) "Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi", Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Wang, Shin-Yun (2009) "The Power of Real Options in Games Betting: An Application of Switching Options", The Journal of Gambling Business and Economics. Vol 3., ss. 1 - 14.

Finland a global frontrunner in CHP and district heating [viitattu 10.5.2017]
[verkkodokumentti] saatavilla:
<http://www.fortum.com/en/mediaroom/in-focus/articles/Pages/IEAFinlandaglobalfrontrunnerinCHPanddistrictheating.aspx>

Brazilian Automotive Industry Yearbook – 2016 [viitattu 14.4.2017]
[verkkodokumentti] saatavilla:
<http://www.virapagina.com.br/anfavea2016/#57/z>

Volkswagen Golf 1.4 TSI Comfortline 2015, bensiini, 69 900 realia [viitattu 14.4.2017] [verkkodokumentti] saatavilla:

<http://sp.olx.com.br/veiculos/carros/gasolina?o=3&re=35&rs=33>

Volkswagen Golf 1.4 TSI Comfortline 2015, flexfuel, 69 900 realia [viitattu 14.4.2017] [verkkodokumentti] saatavilla:

<http://sp.olx.com.br/veiculos/carros/vw-volkswagen/flex?re=35&rs=33>

Liitteet

Liite 1. Aineistoon valikoituneet tutkimukset

Tutkimuksen tekijä(t), nimi ja julkaisun tiedot	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimuksessa käytetty menetelmä	Tutkimuksen keskeiset tulokset
Luca Di Corato, Ardjan Gazheli ja Carl-Johan Lagerkvist. <i>Investing in energy forestry under uncertainty</i> . Forest Policy and Economics 2013, Vol. 34, ss. 56 - 64.	Selvitetään perinteisestä maanviljelystä siirtymistä ympäristöystävällisempään energiametsän viljelyyn Ruotsissa. Tutkimuksessa verrataan tilanteita, joissa energiametsän viljelyyn käytetään lannoitteina kaupallisia lannoitteita ja toisessa tapauksessa lannoitteena kyetään käyttämään puhdistamolietettä.	Tutkimuksessa maanviljelystä saadut tuotot, ovat mallinnetty käyttäen hyödyksi keskimääräisiä maanviljelystä saatuja vuokratuottoja vuosien 1994 - 2010 välisenä aikana. Hintojen oletetaan seuraavan geometrista Brownin liikettä ja tämä testattiin hyödyntäen Augmented Dickey Fuller testiä. Laskantamenetelmänä tuotoille tutkimuksessa käytettiin nettonykyarvomenetelmää	Tällä hetkellä kaupallisten lannoitteiden käyttö energiapajujen istutuksessa ei tuo tarpeeksi suuria tuottoja, jotta energiametsään investoiminen olisi kannattavaa. Valtio tulisi maksaa alkuinvestoinnin kuluista vähintään 75 %:ia, jotta energiametsän viljelyyn siirryttäisiin. Mikäli energiametsän viljelyssä, kyetään käyttämään puhdistamolietettä lannoitteena on energiametsään kannattavaa investoida.
Niclas A. Krüger & Alexander Haglund. <i>Consumer value of fuel choice flexibility - a case study of the flex-fuel car in Sweden</i> . European Transport Research Review 2013, Vol. 5(4), ss. 207 - 215.	Tutkimuksessa selvitetään flexfuel -auton luoman joustavuuden arvoa Ruotsissa.	Tutkimuksessa etanolin ja bensiinin hinnan oletetaan noudattavan geometristä Brownin liikettä ja keskiarvoon palautuvaa stokastista prosessia. Polttoaineiden kustannukset ovat simuloitu käyttäen Monte Carlo simulaatiota.	Flexfuel -auton luoma joustavuus tuo lisäarvoa investoinnille ja ajoneuvon omistaja hyötyi joustavuudesta noin 4 - 17 prosenttia polttoainekustannuksissa.
Carlos Bastian-Pinto, Luiz Brandao & Mariana de Lemos Alves. <i>Valuing the switching flexibility of the ethanol-gas flex fuel car</i> . Annals of Operations Research 2010, Vol 176(1), ss. 333 - 348.	Tutkimuksessa selvitetään flexfuel -auton luoman joustavuuden arvoa Brasiliassa.	Tutkimuksessa etanolin ja bensiinin hinnan oletetaan noudattavan geometristä Brownin liikettä ja keskiarvoon palautuvaa stokastista prosessia. Polttoaineiden kustannukset ovat simuloitu käyttäen Monte Carlo simulaatiota.	Flexfuel -auton luoma joustavuus tuo lisäarvoa investoinnille ja ajoneuvon omistaja hyötyi joustavuudesta noin 10 - 15 prosenttia polttoainekustannuksissa.

<p>Neal Detert & Koji Kotani. <i>Real options approach to renewable energy investments in Mongolia</i>. Energy Policy 2013, Vol 56, ss. 136 - 150.</p>	<p>Vertaillaan Mongolian siirtymistä hiileen perustuvasta infrastruktuurista käyttämään uusiutuvia energianlähteitä, esimerkiksi sähköntuotannossa.</p>	<p>Tutkimuksessa hiilen hinnan oletetaan noudattavan geometristä Brownin liikettä ja geometristä keskiarvoon palautuvaa stokastista prosessia. Hiilen perustuvan infrastruktuurin tuotot ovat simuloitu käyttäen Monte Carlo simulaatiota.</p>	<p>Tutkimuksessa havaittiin, että ulkoisvaikutuksilla on suuri vaikutus vaihto-option käyttämiselle. Mikäli kansalaiset sijoittaisivat edes pienen summan yhteisön hyödyksi, alentaisi se uusiutuviin energialähteisiin investoimista merkittävästi. Negatiivisina ulkoisvaikutuksina tutkimuksessa havaittiin hiilen ja sähkön hinnan ollessa valtion asettamia. Tämän hetken hintataso johtaa suuriin hyvinvointitappioihin, sähkön hintaa tulisi siis nostaa.</p>
<p>Sigbørn Sødal, Steen Køekekaker & Roar Adland. <i>Value based trading of real assets in shipping under stochastic freight rates</i>. Applied Economics 2009, Vol. 41, ss. 2793 - 2807.</p>	<p>Selvitetään merirahtimarkkinoiden tehokkuutta ja rahtialuksen mahdollisuutta vaihtaa kuivalastin kuljettamisesta nestämäisen rahdin kuljettamiseen.</p>	<p>Tutkimuksessa rahtimaksujen välistä erotusta selvitetään hyödyntäen Ornstein - Uhlenbeck keskiarvoon palautuvaa prosessia.</p>	<p>Tutkimuksessa havaittiin markkinoiden tehokastoimivuus ja ajallisen rajauksen 1993 - 2005 välisenä aikana kuivalastin kuljettamisesta on kannattanut vaihtaa kahtena ajankohtana nestemäisen rahdin kuljettamiseen. Markkinan vaihdosta on hyödytty noin 3,7 miljoonaa euroa.</p>
<p>Francesco Baldi. <i>Switch, Switc, Switch! A regime-switching option-based model for valuing a tolling agreement</i>. The Engineering Economist 2010, Vol. 55, ss. 268 - 304.</p>	<p>Tutkitaan reaalioption menetelmää hyväksikäyttäen jalostuskorvasopimusten tolling maksun tasapainoa.</p>	<p>Tutkimuksessa vaihto-option käyttöä mallinnetaan binomipuun avulla ja tolling maksujen hinnoille määritetään nettonykyarvot laajennetun NPV laskennan avulla. Reaaliolion laskennan avulla tolling maksuille saatiin määritettyä dynaamiset hinnat staattisten sijaan.</p>	<p>Reaaliolion laskennan avulla tolling maksuille saatiin selvitettyä dynaamiset hinnat, joilloin toller ja tollee pystyvät määrittämään tarkemman hinnan, mikä heidän on järkevää maksaa.</p>

<p>Laurent Gauthier. <i>Hedging Entry and Exit Decisions: Activating and Deactivating Barrier Options</i>. Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences 2002, Vol. 6(1), ss. 51 - 70.</p>	<p>Tutkitaan vaihto-option käyttöä suojausinstrumenttina investointiprojektien toteuttamisessa tai niistä irtautuessa.</p>	<p>Määritetään arvo aktiiviselle ja ei-aktiiviselle projektille. Hintojen oletetaan noudattavan geometrista Brownin liikettä.</p>	<p>Vaihto-optio sopii hyvin yritysostoihin liittyvältä riskiltä suojautumiseen, sen replikoidessa ostosta tai myynnistä aiheutuvia kustannuksia.</p>
<p>Sigbørn Sødal, Steen Koekebakker & Roar Adland. <i>Market switching in shipping - A real option model applied to the valuation of combination carriers</i>. Review of Financial Economics 2008, Vol. 17, ss. 183 - 203.</p>	<p>Tutkitaan yhdistelmä rahtialuksen sisältämää vaihtooptiota merirahdissa. Yhdistelmä alus voidaan kuljettaa, joko kuivalastia tai nestemäistä rahtia.</p>	<p>Tutkimuksessa rahtimaksujen välistä erotusta selvitetään hyödyntäen Ornstein - Uhlenbeck keskiarvoon palautuvaa prosessia.</p>	<p>Tuloksena havaittiin, että nestemäisen rahdin kuljettamisesta on ollut kannattavaa vaihtaa kuivalastin kuljetukseen kolmena ajankohtana koko tarkasteluperiodin 1990 - 2003 aikana. Tutkijat nostavat esille, että yhdistelmä aluksilla voisi olla tulevaisuudessa enemmän kysyntää.</p>
<p>Stephen D. Treanor. <i>The flexibility and benefits of operating a diverse fleet: an analysis using real options</i>. Management Research Review 2012, Vol. 35(6), ss. 462 - 472.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitetään hyötyvätkö lentoyhtiöt hajaitetusta lentolaivueesta. Onko tästä etua, esimerkiksi polttoainekustannuksien säästöissä.</p>	<p>Tutkimuksessa polttoainehinnan oletetaan noudattavan geometrista Brownin liikettä. Hajautetulle lentolaivueelle määritetään arvo Dixit & Pindyck esittämän mallin avulla.</p>	<p>Hajautettu lentolaivue on vähemmän alttiina lentopetrolin hinnan vaihteluille ja tuottaa täten operationaalisen suojausmekanismin lentoyhtiölle.</p>
<p>Luiz de Magalhaes Ozorio, Carlos de Lamare Bastian-Pinto, Tara Keshar Nanda Baidya & Luiz Eduardo Teixeira Brandao. <i>Investment decision in integrated steel plants under uncertainty</i>. International Review of Financial Analysis 2013, Vol. 27, ss. 55 - 64.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitetään investoimista integroituihin terästehtaaseen. Yhtiö investoisi tuotannon vaihtooptioon, pystyessään tuottamaan tuotantolaitoksessa teräsaihoita ja laminoimaan terästä.</p>	<p>Teräksen hinnan oletetaan noudattavan geometrista Brownin liikettä ja keskiarvoon palautuvaa stokastista prosessia. Teräksen tuottojen arvioinnissa on käytetty Monte Carlo simulaatiota, simuloimaan tuottoja.</p>	<p>Stokastisen prosessin valinta vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin, mutta tästä huolimatta kumpaa tahansa prosessia käyttämällä reaalioption tuoma arvo on huomattavaa ja tuottaa lisäarvoa integroituihin terästehdasprojekteihin investoinneille.</p>

<p>Henry Schäfer & Daniel Jacob Sorensen. <i>Creating options while designing prototypes: value management in the automobile industry</i>. Journal of Manufacturing Technology Management 2010, Vol. 21(6), ss. 721 - 742.</p>	<p>Tutkimuksessa käytetään reaalioptiota vaihtaa hyödyksi autoteollisuudessa ja autojen tuotekehitys prosessissa.</p>	<p>Tutkimuksessa määritetään arvo joukkopohjaiselle tuotemallien kehitykselle, käyttäen reaaliopiomallina multinomiaalista ristikköä.</p>	<p>Tutkimuksessa havaittiin, että option arvo on sitä suurempi mitä enemmän tulevaisuuden tuotemallien arvoon liittyy epävarmuutta. Mikäli tuotekehityksen kustannukset kasvavat lineaarisesti on samanaikaisesti kehitettävien tuotemallien määrä 3 ja mikäli kustannukset nousevat ei-lineaarisesti on kannattavaa valmistaa vain yhtä mallia kerralla. Valmiudet joukkopohjaiseen tuotemallien kehitykseen tulee olla yrityksessä valmiina, jotta olisi kannattavaa tuottaa enemmän kuin yhtä autoa kerralla.</p>
<p>Carlos Bastian-Pinto, Luiz Brandao & Warren J. Hahn. <i>Flexibility as a source of value in the production of alternative fuels: The ethanol case</i>. Energy Economics 2009, Vol. 31, ss. 411- 422.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitetään sokeriruo'on ja etanolin yhteistuotantoa. Onko kannattavaa investoida yhteistuotantolaitokseen vai tuottaa molempia erikseen.</p>	<p>Sokeriruo'on ja etanolin hinnat ovat oletettu seuraavan keskiarvoon palautuvaa stokastista prosessia. Reaaliopiolle määritetään arvo käyttäen kahden muuttajan ristikköä.</p>	<p>Tutkimuksessa havaittiin yhteistuotantolaitoksen tuottavan suuremman nykyarvon kuin yksittäisen tuotteen tuottaminen. Yhteistuotanto nosti molempien raaka-aineiden nykyarvoja huomattavasti.</p>
<p>BR Cobb & JM Charnes. <i>A graphical method for valuing switching options</i>. Journal of the Operational Research Society 2010, Vol. 61, ss. 1596 - 1606.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitetään öljyntuotantoprojektin omaavaa vaihto-optiota, jolloin sijoittaja voi vaihtaa tietyllä hetkellä kerran projektin aikana omistussuuttaan.</p>	<p>Tutkimuksessa reaaliopiolle määritetään arvo käyttäen binomiaalista optionhinnoittelumenetelmää. Projektien arvojen oletetaan noudattavan geometrista Brownin liikettä.</p>	<p>Tuloksina pystyttiin määrittämään mikä on parhain mahdollinen tapa toimia kuin projektin arvo on X ennen projektin viidettä vuotta.</p>

<p>Jörg Henseler & Ellen Roemer. "Let's Wait And See!" <i>The Real Option to Switch as a New Element of Customer Value</i>. Schmalenbach Business Review 2013, Vol. 65, ss. 112 - 136</p>	<p>Tutkitaan miten vaihto-option tuoma mahdollisuutta vaihtaa vakuuttajaa, vaikuttaa asiakasarvoon Saksan sairausvakuutusmarkkinoilla.</p>	<p>Tutkimuksessa käytetään reaalioption arvon määrittämiseen Margraben optiohinnoittamalla, joka mahdollistaa riskialttiin sijoituksen vaihtamisen toiseen.</p>	<p>Vaihto-option arvo kasvaa epävarmuuden ja volatiliiteetin kasvaessa. Vaihdon kustannuksella ja positiivisella korrelaatiolla on suoran negatiivinen vaikutus option arvoon.</p>
<p>Shin-Yun Wang. <i>The power of real options in games betting: an application of switching options</i>. The Journal of Gambling and Economics 2009, Vol. 3(2), ss. 1 -14.</p>	<p>Tutkitaan vaihto-option käyttöä vedonlyönnissä. Vaihto-optio mahdollistaa veikkauksen vaihtamisen pelin aikana.</p>	<p>Vedonlyönnin kertoimien volatiliiteetti on selvitetty käyttäen binomiaalista optiohinnoittelumallia.</p>	<p>Vedonlyöjä, joka omasi mahdollisuuden vaihtaa veikkaamaansa joukkuetta, omasi paremman strategian kun vedonlyöjä jolla mahdollisuutta ei ollut. Vaihto-option omannut vedonlyöjä pystyi suojautumaan häviötä vastaan.</p>
<p>Zvi Bodie, Dorian Ruffino & Jonathan Treussard. <i>Contingent Claims Analysis and Life-Cycle Finance</i>. American Economic Review 2008, Vol. 98(2), ss. 291 - 296.</p>	<p>Tutkitaan työntekijän mahdollisuutta vaihtaa ammattia työuransa aikana ja tuottaako vaihto suuremman tuoton työntekijän elinaikana</p>	<p>Työ uran aikana tienattujen tulojen nykyarvolle määritetään arvo käyttäen binomipuuta</p>	<p>Tutkimuksen mukaan optimaalinen strategia työuralle on aloittaa työskentelemällä riskillisessä työssä ja työtulojen laskiessa vaihtaa riskittömään työuraan. Optimaalisella strategialla työntekijä optimoi inhimillisen pääomansa nykyarvon</p>
<p>Moshe A. Milevsky & David S. Promislow. <i>Florida's Pension Election: From DB to DC and Back</i>. The Journal of Risk and Insurance 2004, Vol. 71(3), ss. 381 - 404.</p>	<p>Tutkimuksessa selvitetään Floridan osavaltiossa 2002 käyttöönotettua mahdollisuutta vaihtaa eläkesuunnitelmaansa normaalista etuuspohjaisesta eläkejärjestelmästä maksupohjaiseen malliin, jossa työntekijällä on kaikki valta varojen kohdentamisessa ja investointipäätöksissä.</p>	<p>Eläkesäästämisen arvolle tutkimuksessa käytetään nettonykyarvoa laskentamenetelmänä.</p>	<p>Tutkimuksessa havaittiin, että nuoren työntekijän on kannattavaa vaihtaa maksupohjaiseen eläkejärjestelmään, mutta vanhemman työntekijän ei ole ollut kannattavaa. Kenenkään ei kannata jäädä eläkkeellä maksupohjaisen eläkejärjestelmän käyttäjänä.</p>

Liite 2. Aineiston julkaisukanavat ja vuodet.

Julkaisukanava	Kirjoittajat	Vuosi	Vuosittainen lukumäärä
Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences	Gauthier Laurent	2002	1.
The Journal of Risk and Insurance	Milevsky Moshe A. & Promislov David S.	2004	1.
Review of Financial Economics	Sødal Sigbørn, Køkebakker Steen & Adland Roar	2008	1.
American Economic Review	Bodie Zvi, Ruffino Dorian & Treussard Jonathan	2008	2.
Applied Economics	Sødal Sigbørn, Køkebakker Steen & Adland Roar	2009	1.
Energy Economics	Bastian-Pinto Carlos, Brandao Luiz & Hahn Warren J.	2009	2.
The Journal of Gambling and Economics	Wang Shin-Yun	2009	3.
Annals of Operations Research	Bastian-Pinto Carlos, Brandao Luiz & de Lemos Alves Mariana	2010	1.
The Engineering Economist	Baldi Francesco	2010	2.
Journal of Manufacturing Technology Management	Schäfer Henry & Sorensen Daniel Jacob	2010	3.
Journal of the Operational Research Society	Cobb BR. & Charnes JM.	2010	4.
Management Research Review	Treanor Stephen D.	2012	1.
Forest Policy	Di Corato, Gazheli Ardjan & Lagerkvist Carl-Johan	2013	1.
European Transport Research	Krüger Niclas A. & Haglund Alexander	2013	2.
Energy Policy	Detert Neal & Kotani Koji	2013	3.
International Review of Financial Analysis	de Magalhaes Ozorio Luiz, Bastian-Pinto Carlos, Baidya Tara & Brandao Luiz	2013	4.
Schmalenbach Business Review	Henseler Jörg & Roemer Ellen	2013	5.