

Reaaliopiot investointipäätösten tukena

Kandidaatintutkielma
Artturi Hannula
Aalto-yliopiston Kauppakorkeakoulu
Laskentatoimi
Kesä 2018

Tekijä Artturi Hannula

Työn nimi Reaaliopiot investointipäätösten tukena

Tutkinto Kauppatieteiden kandidaatti

Koulutusohjelma Laskentatoimi

Työn ohjaaja(t) Jari Melgin

Hyväksymisvuosi 2018**Sivumäärä** 20**Kieli** Suomi

Tiivistelmä

Tutkielman tarkoituksena on selvittää mitä reaaliopiot ovat, minkälaisissa tilanteissa niitä käytetään ja miten niitä käytetään. Tutkielmassa selvitetään myös reaalioptioiden käytön levinneisyyttä yritysmaailmassa eri puolilla maailmaa.

Tutkimusmenetelmänä toimii kirjallisuuskatsaus. Tarkoituksena oli selvittää reaalioptioiden kehityskaari aina niiden keksimisestä 1970-luvun loppupuolelta nykypäivään. Mukana onkin laajasti tieteellisiä lähteitä eri ajanjaksoilta.

Tutkielmasta voi oppia reaalioptioajattelun ja erilaisten reaalioptiomenetelmien perusteet. Tutkielma myös koittaa miettiä syitä, miksi reaalioptioajattelu ei ole noussut sen suurempaan suosioon yritysmaailmassa. Tutkielmassa paneudutaan myös perinteisten investointiarviointimenetelmien kuten netto nykyarvon puutteisiin.

Avainsanat Reaaliopiot, investoinnit

Sisällysluettelo

1. Johdanto	3
1.1. Tutkielman tausta	3
1.2. Termien määrittely	4
2. Reaalioptioajattelun kehittyminen	5
2.1. Perinteisten investointiarviointimenetelmien kritiikki	5
2.2. Reaalioptioiden taustaa	6
3. Reaalioptioanalyysi	6
3.1. Reaalioptioiden luokittelu	6
3.2. Reaalioptiotyypit	8
3.2.1. Lykkäysoptio	8
3.2.2. Vaiheistusoptio	8
3.2.3. Skaalausoptio	9
3.2.4. Hylkäysoptio	9
3.2.5. Vaihto-optio	10
3.2.6. Kasvuoptio	10
3.3. Arvonmääritysmenetelmät	11
3.3.1. Black–Scholes -malli	11
3.3.2. Binomimalli	12
3.4. Arvonmääritysprosessi	13
4. Reaalioptioiden käyttö yrityksissä	16
5. Yhteenveto	18
Lähteet	19

1. Johdanto

1.1. Tutkielman tausta

Tutkielman tavoitteena on selvittää mitä reaaliopiot ovat, miten niitä käytetään sekä kuinka laajasti niitä käytetään. Tutkielma on kirjallisuuskatsaus, jossa käydään laajasti läpi tieteellisiä julkaisuja aiheesta. Aihe on rajattu reaalioptioiden käyttämiseen investointipäätöksissä. Perinteisiä investointiarviointimenetelmiä sivutaan tutkimuksessa jonkun verran mietittäessä niihin kohdistuvaa kritiikkiä ja niitä puutteita, joita reaaliopiot pyrkivät omalta osaltaan ratkaisemaan.

Yleisesti perinteisessä yritysrahoituksen teoriassa investointeja suositellaan arvioitavaksi diskontattujen kassavirtojen menetelmällä (Discounted Cash Flow model, DFC). Menetelmä ottaa huomioon investointiin liittyvän riskin, kun diskonttokorko kasvaa riskin noustessa. Jos investoinnin kassavirta jää positiiviseksi diskonttauksen jälkeen, tulisi yrityksen investoida siihen. Tämä onkin aivan oikea lähestymistapa, mutta ei kaikissa tapauksissa kuitenkaan anna riittävän tarkkaa kuvaa investoinnin todellisesta arvosta. Tämä menetelmä ei ota huomioon projektin mukanaan tuomia tulevaisuuden mahdollisuuksia, reaalioptioita. Pahimmillaan hylätyksi tulee sellainen investointi, joka siihen sisältyvät reaaliopiot mukaan luettuna olisi voinut olla hyvinkin tuottoisa yritykselle. Näille mahdollisuuksille on mahdollista laskea arvo, jota perinteinen diskontattujen kassavirtojen menetelmä ei ota huomioon. (Bowman & Moskowitz, 2001)

Copeland ja Antikarov (2001), Trigeorgis (1993) sekä van Putten ja MacMillan (2004) ovat kaikki tahoillaan osoittaneet kuinka diskontattuihin rahavirtoihin perustuvat menetelmät eivät ota huomioon riittävästi investointiprojektiin tulevaisuudessa liittyviä mahdollisuuksia. Nettonykyarvomenetelmä laskee mukaan tulevaisuudessa ennakoitavat rahavirrat. Reaalioptioiden tarkoituksena on lisätä tähän investointiprojektin tuomat mahdollisuudet tulevaisuudessa. Optioarvoa voi laskea esimerkiksi projektin hylkäämiselle (hylkäsoptio), investoinnin lykkäämisestä saadulle lisäarvolle (lykkäsoptio) sekä investoinnin tarjoamille tulevaisuuden kasvuodotuksille (kasvuoptio). Voidaankin sanoa, että lähes kaikkiin investointeihin sisältyy

tulevaisuudessa sellaisia mahdollisuuksia, joita perinteinen nettonykyarvomenetelmä ei ota huomioon. (Block, 2007)

1.2. Termien määrittely

Reaaliopioiteoriaan liittyvät termit ja käsitteet, jotka epäselvyyksien ja tutkimuksen ymmärtämisen johdosta on syytä yksiselitteisesti määrittellä. Tässä luvussa käsitellään tutkimuksen kannalta keskeisimmät termit.

Investointi

Investointi on sijoitus, johon liittyy menoja ja odotuksia tulevaisuudessa tulevasta tuotoista (Dixit & Pindyck, 1994). Investoinnin odotetaan tuottavan tuloja useana tilikautena. **Reaali-investointi** on sijoittamista reaaliomaisuuteen, eli esimerkiksi koneisiin, rakennuksiin tai laitteisiin. **Finanssi-investointi** on käytännössä arvopaperien hankintaa. Se kohdistuu muihin yrityksiin, esimerkiksi osakkeiden tai velkakirjojen muodossa. **Aineettomat investoinnit** ovat investointeja aineettomiin resursseihin, kuten tietoon ja henkilöstön koulutukseen. Myös tutkimukseen ja tuotekehitykseen suunnatut resurssit ovat aineettomia investointeja. (Leppiniemi, 2009)

Optio

Optio on johdannaisopimus, jossa option myyjä antaa lupauksen jonkin kohdeetuuden kaupasta tietyllä hinnalla ja tietynä aikana. Option ostajalla on mahdollisuus suorittaa sopimuksen mukainen kauppa, tai olla suorittamatta. Option myyjän taas on suostuttava sopimuksen mukaiseen kauppaan ostajan näin halutessa. Optio on siis yksipuolinen oikeus. Kohteena on yleensä rahoitusomaisuutta kuten osakkeita tai valuuttoja, mutta kohteena voi olla myös esimerkiksi tavaroita. **Eurooppalainen optio** voidaan toteuttaa vain sen eräpäivänä, kun taas **amerikkalainen optio** voidaan toteuttaa milloin tahansa sen olemassaoloaikana. (Tong & Reuer, 2007)

Reaalioptio

Reaalioptioilla on erilaisia määritelmiä, mutta yhteisenä ajatuksena eri määritelmissä on reaalioption tuottama taloudellinen lisäarvo sen tuomien toimintamahdollisuuksien tai joustavuuden kautta (Li ym. 2007). Reaalioptiolla tarkoitetaan siis käytännössä reaali-investointiin sisältyviä joustomahdollisuuksia, kuten laajentumisoptiota tai lykkäämisoptiota. Reaalioptioissa on paljon samankaltaisuuksia finanssioptioihin, jonka vuoksi reaalioptioiden arvo voidaan laskea käyttämällä hyväksi finanssioptioihin kehitettyjä arvonmääritysmalleja. (Trigeorgis, 1993)

2. Reaalioptioajattelun kehittyminen

2.1. Perinteisten investointiarviointimenetelmien kritiikki

Perinteiset investointilaskentamenetelmät, kuten nettonykyarvo tai takaisinmaksuajan menetelmä, ovat osaltaan saaneet kritiikkiä muun muassa siitä, etteivät ne ota huomioon tulevaisuudessa mahdollisesti aukeavia lisäinvestointimahdollisuuksia. Mahdollisuutta joustavuuteen, kuten toiminta-asteen nostamiseen tai laskemiseen ne eivät myöskään huomioi. Perinteiset menetelmät pitävät jokaista investointia itsenäisenä, eivätkä kykene arvioimaan toisistaan riippuvaisia investointeja riittävän hyvin kokonaisuutena. Menetelmät eivät myöskään huomioi pitkän ajanjakson vaikutuksia, eikä ajan kuluessa saatavaa lisätietoa pystytä huomioimaan. (Amram & Kulatilaka, 1999; Yeo & Qui, 2003)

Perinteiset kassavirtoihin perustuvat investointilaskelmat ovat siis osittain vanhentuneita. Kun arvioidaan melko turvallisia ja varmoja tulevia kassavirtoja, perinteiset arvonmääritysmenetelmät ovat riittävän tarkkoja. Maailma muuttuu kuitenkin kiihtyvällä tahdilla ja perinteiset investointilaskentamenetelmät eivät ota riittävästi huomioon muuttuvaa liiketoimintaympäristöä. Reaalioptioajattelu koittaa antaa osaltaan vastauksen tähän haasteeseen. Reaalioptiot ottavat perinteisiä investointilaskelmamenetelmiä paremmin huomioon tulevaisuuden epävarmuudet ja investoinnin tuomien erilaisten tulevaisuuden mahdollisuuksien arvon. (Yeo & Qui,

2003; Myers, 1984) Reaalioptioajattelu pohjautuu olettamukseen, että investointien taustalla on epävarmuutta, joka ajan myötä realisoituu (Bowman & Moskowitz, 2001).

2.2. Reaalioptioiden taustaa

Reaalioption käsitteen voidaan katsoa saaneen alkunsa Stewart Myersin (1977) julkaisemasta artikkelista "Determinants of Corporate Borrowing". Artikkelin ei varsinaisesti käsittelee reaalioptioita, mutta Myers antaa siinä juuren reaalioptioiden ajatukselle toteamalla, kuinka erityisesti yritysten kasvumahdollisuudet voidaan nähdä eräänlaisina osto-optioina. Tätä ajatusta on jatkokehitelty useiden akateemikkojen toimesta 80- ja 90-luvuilta lähtien. Tämä loi edellytykset reaalioptioiden käyttämiselle yrityksissä investointipäätösten tukena. (Ford & Sobek, 2003)

3. Reaalioptioanalyysi

3.1. Reaalioptioiden luokittelu

Reaalioptioista on käytetty kirjallisuudessa erilaisia luokitteluja. Esittelen tässä luvussa muutamia laajasti hyväksytyjä luokittelutapoja. Yleinen määritelmä on jakaa reaalioptiot johdolle avautuvien mahdollisten toimien mukaan. Yleisesti ne on jaettu kolmeen pääryhmään, jotka ovat optio lykätä investointia, optio muuttaa investointiin käytettävien resurssien määrää ja optio vaihtaa investointia. (Ford & Sobek, 2003)

Stähle ym. (2002) taas jaottelee yrityksissä käytettävät reaalioptiot kasvuhakuisiin ja joustoa luoviin optioihin. Ne voidaan jaotella vielä eteenpäin finanssioptioiden tapaan myynti- ja osto-optioihin. Osto-optio tarjoaa oikeuden hankkia jokin hyödyke tai kyvykkyys tulevaisuudessa, mutta se ei velvoita sen hankintaan. Myyntioptio taas vastaavasti tarjoaa oikeuden, muttei velvollisuutta, myydä jokin tuote tai kyvykkyys tulevaisuudessa. Kasvuoptyot voidaan aina ajatella osto-optioina. Joustoa tai suojausta tarjoavissa optioissa on molempia, niin osto- kuin myyntioptioita. (Stähle ym. 2002)

Stähle ym. (2002) määrittelee kasvuoptyioiksi esimerkiksi:

- uuden tuotantolaitoksen rakentaminen
- uuden tuotteen kehittäminen
- yritysosto
- asiantuntijan rekrytoiminen
- patentin hankkiminen
- laaja koulutusohjelma henkilöstölle
- yhteisyrityksen perustaminen
- erityisosaamisen hankkiminen.

ja jousto- ja suojausoptioiksi esimerkiksi:

- tärkeän investoinnin viivyttäminen
- luopuminen yhteisyrityksestä
- ulkoistamispäätökset
- osa-aikaisen työvoiman käyttö
- liiketoiminnan osittainen myyminen
- yrityksen uudelleenorganisointi
- kehityshankkeen porrastaminen
- ohjausjärjestelmän kehittäminen
- investointi monikäyttöiseen tuotantokalustoon.

Triantis ja Borison (2001) sen sijaan keskittyvät luokittelussaan enemmän reaaliptioiden käyttötapoihin yrityksissä. Heidän mukaansa reaaliptioiden käyttötavat yrityksissä voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan. Ensimmäisenä pääluokkana voidaan nähdä reaaliptiot osana strategista ajattelua ilman sen suurempaa numeraalista analyysiä. Toinen tapa on käyttää reaaliptioita analyyttisenä arvonmäärittätyökaluna, joka edellyttää tarkkaa reaaliptioiden arvojen laskemista ja analysointia. Usein tämänkaltainen tarkka analyttinen työkalu on käytössä vain yrityksen tietyillä osa-alueilla. Kolmas tapa voidaan nähdä näiden tietynlaisena yhdistelmänä. Siinä reaaliptioajattelua käytetään laajasti koko organisaation tasolla arvioimaan ja hallitsemaan pääomasijoituksia, kuten tutkimus- ja kehitysmenoja. Siinä

yhdistyvät niin reaalioptioajattelu kuin reaalioptioihin liittyvä analyttinen puoli. (Trantis & Borison, 2001)

3.2. Reaalioptiotyypit

3.2.1. Lykkäsoptio

Perinteisen nettonykyarvomenetelmän mukaan tulisi investoida, jos nettonykyarvo on suurempi kuin nolla. Tietyissä tapauksissa parempi ratkaisu, positiivisesta nettonykyarvosta huolimatta, olisi kuitenkin odottaa eli käyttää lykkäsoptiota. Lisäaika antaa mahdollisuuden hankkia lisäinformaatiota ja seurata esimerkiksi tuotteiden markkinahintojen kehitystä. Option arvon noustessa investoinnista tulee entistä kannattavampi tai toisaalta arvon laskiessa on mahdollista hylätä investointi. Tilanteessa, jossa nettonykyarvo on heti riittävän suuri, on järkevää investoida heti, jotta pääsee nopeammin käsiksi investoinnin tarjoamiin positiivisiin kassavirtoihin. (Brealey ym. 2011)

Hullin (2012) mukaan lykkäsoptio voidaan nähdä amerikkalaisena osto-optiona, eli optiona, joka voidaan toteuttaa milloin tahansa ennen eräpäiväänsä.

3.2.2. Vaiheistusoptio

Usein yritysten isoissa investoinneissa ei ole kyseessä vain yksittäinen suuri investointi, vaan se muodostuu useamman pienemmän investoinnin sarjana. Vaiheistusoptio mahdollistaa suurten investointien jakamisen pienempiin osiin, jotka toteutetaan vaiheittain. Tämä antaa yritykselle mahdollisuuden joko jatkaa investointia tai keskeyttää investointiprojekti, jos projektin aikana saatu lisäinformaatio ei tue investoinnin jatkamista. (Trigeorgis, 1996)

Vaiheistusoptiota käytetään usein esimerkiksi tuotekehitysprojekteissa. Vaiheistusoptioiden pääsääntöiset käyttäjät löytyvätkin aloilta, joilla tutkimus- ja kehitystoiminta on suuressa roolissa, kuten lääketieteellisyydessä. Tutkimus- tai

kehityshanketta voidaan jatkaa tai se voidaan keskeyttää markkinaolosuhteiden muuttuessa. (Trigeorgis, 1996)

3.2.3. Skaalausoptio

Skaalausoptio tarkoittaa yrityksen mahdollisuutta muuttaa toimintansa laajuutta markkinaolosuhteiden muutoksiin reagoiden. Tuotteen kysynnän lisääntyessä voi olla kannattavaa kasvattaa toimintansa laajuutta ja vastaavasti kysynnän laskiessa pienentää tuotantomääriä. Jos markkinaolosuhteet muuttuvat radikaalisti, voi jopa koko toiminnan keskeyttäminen määrääjäksi olla kannattavaa. Erityisen hyödyllinen tämä optio on esimerkiksi kaivosteollisuudessa, jossa toimintaa voidaan lisätä tai vähentää raaka-ainehintojen vaihteluiden mukaan. Optiota käytetään kuitenkin myös valmistavassa teollisuudessa reagoimaan kysynnän vaihteluihin. (Trigeorgis, 1993; Hull, 2011) Reaalioptiota tuotantoasteen nostamiseksi voi rinnastaa osto-optioon ja tuotantoasteen laskemisen voi tulkita myyntioptioksi (Hull, 2011).

3.2.4. Hylkäsoptio

Investointiprojektin osoittautuessa kannattamattomaksi markkinaolosuhteiden muutoksen tai muun syyn takia, voi yritys käyttää hylkäsoptiota ja hylätä investointiprojektin. Tällöin yrityksen on mahdollista realisoida hankkeeseen käytetyt tuotannontekijät. Hylkäsoptio antaa näin mahdollisuuden pienentää kannattamattomasta investoinnista aiheutuneita tappioita, tai realisointiarvon ollessa riittävän suuri jopa välttyä niiltä kokonaan. Monikäyttöinen omaisuus tai investointi on realisointiarvoltaan korkeampi, kuin tarkkaan spesifioitu omaisuus tai investointi. (Trigeorgis, 1996)

Hylkäsoptiota voidaan verrata amerikkalaiseen myyntioption. Yritys voi käyttää optionsa hylätä investointinsa milloin tahansa ja realisoida hankkeeseen käytetyt omaisuuserät. Erityisesti hylkäsoptioita on käytetty esimerkiksi uusien tuotteiden tuomisessa markkinoille. (Trigeorgis, 1993)

3.2.5. Vaihto-optio

Vaihto-optio tarjoaa yritykselle mahdollisuuden muuttaa tuotevalikoimaansa esimerkiksi kysynnän tai hinnan muuttuessa merkittävästi. Tuotevalikoiman muuttamisesta käytetään nimitystä *tuotantojousto* (*product flexibility*). Tuotantojoustossa samoja koneita ja laitteita käyttämällä pystytään tuottamaan hieman erilaisia lopputuotteita. Tuotantojoustoa käytetään useimmiten aloilla, joissa tuotteita valmistetaan vain pieniä eriä tai tuotteiden kysyntä on hyvin vaihtelevaa. Tuotantojouaston käyttäminen on yleistä esimerkiksi elektroniikka- ja autoteollisuudessa, jossa tuotannon peruseräaikat pysyvät samana, mutta vuosittain tulee uusia tuotteita ja malleja. (Trigeorgis, 1993)

Myös samojen tuotteiden valmistaminen eri raaka-aineista tai erilaisilla tuotantomenetelmillä voidaan mieltää vaihto-optiona. Silloin käytetään nimitystä *prosessijoustavuus* (*process flexibility*). Tämä mahdollisuus on tärkeä monilla raaka-aineriippuvaisilla aloilla, kuten öljy- ja kemikaaliteollisuudessa. (Trigeorgis, 1993)

3.2.6. Kasvuopty

Usein investointi mahdollistaa tulevien kassavirtojen lisäksi myös mahdollisuuden uusiin investointeihin. Näistä uusista investointimahdollisuuksista käytetään nimitystä kasvuopty. Esimerkiksi investointi tuotekehitykseen tai uusiin teknologioihin voi mahdollistaa jatkoinvestoinnit tulevaisuudessa (Trigeorgis, 1996). Investointi voi olla itsessään kannattamaton, mutta investointiin liittyvät kasvuopty saattavat muuttaa sen myöhemmin hyvinkin kannattavaksi. Sellaisten investointien kohdalla, joihin sisältyy isoja kasvuoptya, perinteisten kannattavuuslaskentamenetelmien käyttäminen saattaa antaa hyvinkin väärän kuvan investoinnin oikeasta kokonaisarvosta. Pahimmillaan se johtaa sellaisen investoinnin hylkäämiseen, joka kasvuopty mukaan luettuna olisi ollut yritykselle todella suotuista. (Stähle ym. 2002; Li ym. 2007)

3.3. Arvonmäärittäminen

Optioiden arvonmäärittelyn historia juontaa juurensa 1900-luvun alkuun, jolloin matemaatikko Louis Bachelier esitti teorian, jonka mukaan optioiden hinnat seuraavat hiukkasten Brownin liikettä (Merton, 1973). Brownin liike tarkoittaa yksinkertaistettuna hiukkasten satunnaista siksak-liikettä, joka johtuu molekyylien törmäyksistä hiukkaseen.

Reaalioptioiden arvonmäärittäminen pohjautuu pitkälti finanssoptioteoriaan, josta malleja on johdettu reaalioptioihin sopivaksi. Esimerkiksi tunnetuin reaalioptioiden arvonmäärittäminen, Black–Scholes -malli (joskus myös Black–Scholes–Merton -malli) on hyvä esimerkki reaalioptioiden ja finanssoptioiden arvonmäärittämisestä (Trigeorgis, 1993).

3.3.1. Black–Scholes -malli

Black–Scholes -malli on alun perin luotu määrittämään eurooppalaisen osto-option arvo. Sinänsä Black–Scholes -mallia on teknisesti verrattain helppoa käyttää, sillä siinä on vain viisi muuttujaa. Kuitenkin varsinkin reaalioptioiden tapauksessa esimerkiksi volatiliiteetin määrittäminen voi osoittautua hankalaksi tehtäväksi. (Black & Scholes, 1973; Lander & Pinches, 1998)

Black–Scholes -malli reaaliopioille sovellettuna:

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

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

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

missä,

C = Reaalioption nykyarvo

S = Investoinnin nykyarvo

X = Reaalioption toteutushinta

T-t = Reaalioption maturiteetti

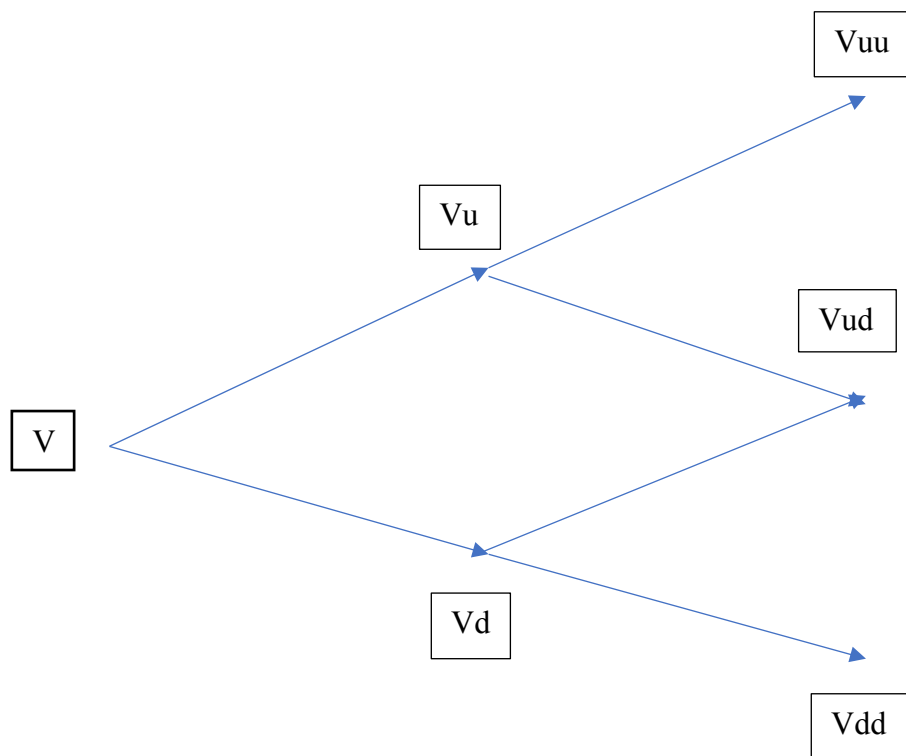
r = Riskitön korkokanta

N = Kumulatiivinen normaalijakaumafunktio

σ = Investoinnin volatilitteetti

3.3.2. Binomimalli

Toinen yleisesti käytetty reaaliopioiden hinnoittelumalli on binomimalli. Binomimalli on huomattavasti yksinkertaisempi hinnoittelumalli kuin esimerkiksi Black–Scholes -malli, jos polkuja on riittävän pieni määrä. Binomimallissa arvioidaan kaikki mahdolliset polut, niiden arvot ja eri polkujen todennäköisyydet. Tästä todennäköisyysjakaumasta voidaan laskea option arvo. (Amram & Kulatilaka, 1999)



Kuvio 1. Binomihinnointimalli. (Amram & Kulatilaka, 1999)

Kuviossa 1 on esitetty hyvin yksinkertainen kertaantuva binomimalli. Investoinnin alkuarvo on V , joka nousee arvoon V_u tai laskee arvoon V_d . Kolmannessa vaiheessa mahdolliset arvot ovat V_{uu} , V_{ud} ja V_{dd} .

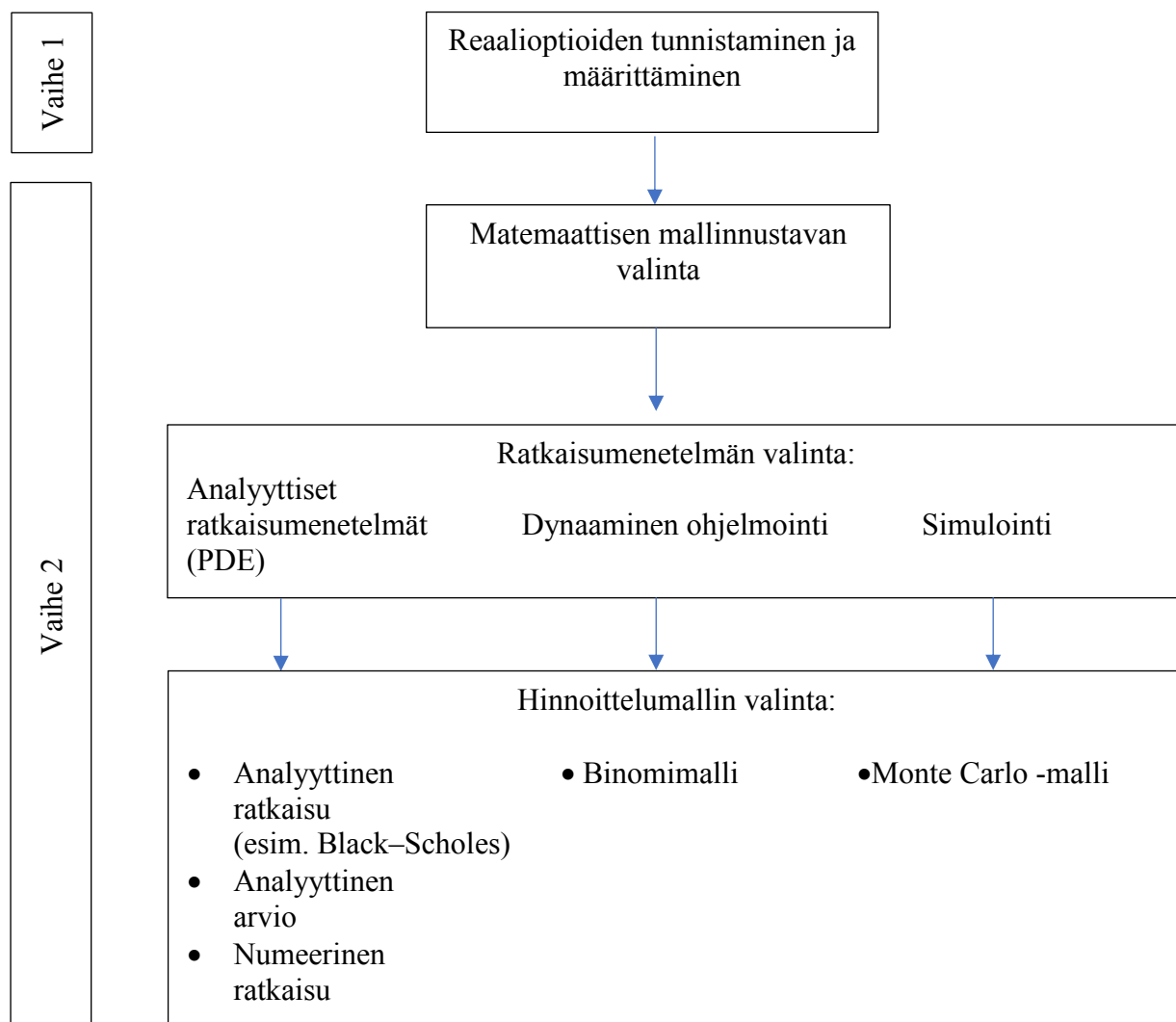
3.4. Arvonmäärittäminen prosessi

Amramin ja Kulatilakan (1999) mukaan reaalioptioiden arvonmäärittäminen voidaan nähdä kaksivaiheisena prosessina. Ensimmäisessä vaiheessa yrityksen on löydettävä ja määritettävä kaikki investointiprojektiin liittyvät reaalioptiot. Toisessa vaiheessa yrityksen on valittava tunnistettuihin reaalioptioihin sopivin ratkaisumenetelmä muu tilanne huomioiden. Ratkaisumenetelmiä on kolme, analyyttinen ratkaisumenetelmä, dynaaminen ohjelmointi ja simulointimenetelmä. Tilanteeseen valitulle ratkaisumenetelmälle valitaan vielä sopiva hinnoittelumalli, jonka jälkeen voidaan laskea reaalioption arvo. Vaiheet on kuvattuna kuviossa 2.

Analyttiset ratkaisumenetelmät pohjautuvat option hintaa kuvaavan osittaisdifferentiaaliyhtälön (partial differential equation, PDE) ratkaisemiseen. Kun on päädytty käyttämään analyttistä ratkaisumenetelmää, on tilanteen mukaan valittavissa kolme erilaista hinnoittelumallia. Analyttiset ratkaisumenetelmät ovat siinä mielessä yksinkertaisimpia ja helpoimpia, että yksillä syöttötiedoilla voidaan muodostaa matemaattinen funktio ja option arvo ratkaista sen avulla, eikä esimerkiksi simulaatiota tai ohjelmointia tarvita. Tunnetuin analyttisistä hinnoittelumalleista on Black–Scholes -malli. (Amram & Kulatilaka 1999)

Dynaamisessa ohjelmoinnissa rakennetaan ikään kuin erilaisia polkuja, joihin nyt tehtävillä päätöksillä päädytään. Erilaiset polut tuovat investoinnille erilaisia arvoja. Arvot lasketaan aloittaen investoinnin päättymishetkestä palaten takaisin nykyhetkeen. Mallin antamat ratkaisut ovat yksinkertaisuutensa vuoksi usein melko helppoja ymmärtää verrattuna muihin menetelmiin. Erilaisia vaihtoehtoja tutkimalla mallin käyttäjän on usein melko helppoa ymmärtää, mistä ja miten reaalioption arvo muodostuu. Yleisin dynaamisen ohjelmoinnin hinnoittelumenetelmistä on binominen optiohinnoittelumalli. (Amram & Kulatilaka, 1999)

Simulointimenetelmässä muodostetaan erilaisia polkuja option arvon kehittymiselle, joita voidaan simuloida läpi tuhansia, jopa miljoonia kertoja, jolloin eri polkujen arvoista ja todennäköisyyksistä saadaan laskettua odotusarvo investoinnin arvolle (Amram & Kulatilaka, 1999). Simulointimenetelmän käyttöä nykypäivänä helpottaa räjähdysmäisesti kasvanut tietokoneiden laskentateho ja ihmisten kehittyneet IT-taidot.



Kuvio 2. Reaalioptioiden arvonmäärittämisprosessin vaiheet. (Amram & Kulatilaka, 1999)

4. Reaalioptioiden käyttö yrityksissä

Stewart Myersin 1970-luvun lopulla reaalioptioiden syntyyn johtaneen artikkelin julkaisun jälkeen reaalioptioteoriaa alettiin toden teolla kehittää. Useat merkittävät akateemikot kuten Lenos Trigeorgis suosittelivat reaalioptioiden käyttöä yrityksissä 1980- ja 1990-luvuilla. 2000-luvulle tultaessa usko reaalioptioteorian vallankumoukseen eli vielä vahvana. Copeland ja Antikarov (2001) uskoivat reaalioptioiden tulevan pääsääntöiseksi investointilaskelmien malliksi seuraavan kymmenen vuoden aikana. Näin ei kuitenkaan ole käynyt.

Laajin tutkimus reaalioptioiden käytöstä on Stanley Blockin (2007) tekemä tutkimus reaalioptioiden käytöstä Yhdysvaltalaisissa yrityksissä. Kysely toteutettiin Yhdysvaltalaisen talouslehti Fortunen ylläpitämästä listasta 1000 suurimmalle Yhdysvaltalaisyritykselle. Kysely lähetettiin jokaisen yrityksen korkea-arvoisimmalle talousjohtajalle. 279 vastaajasta 40 (14,3%) vastasi käyttävänsä reaalioptioita perinteisten analyysien tukena (Block, 2007). Reaalioptioiden käyttö ei siis ainakaan 2000-luvun puoliväliin mennessä ollut ottanut varsinaisesti tuulta alleen. Reaalioptioteoreetikkojen lohdutukseksi kuitenkin yli puolet kyselyyn vastanneista harkitsivat reaalioptioiden ottamista työkaluksi mukaan perinteisempien analyysitapojen rinnalle.

Pohjoismaissa tuorein laaja tutkimus on Hornin ym. (2015) julkaisema artikkeli ”The use of real option theory in Scandinavia’s largest companies”. Tutkimus toteutettiin Tanskan, Norjan ja Ruotsin 500 suurimmalle yritykselle. 384 vastaajasta ainoastaan 23 (6,0%) kertoi käyttävänsä reaalioptioita investointien ja projektien arvon laskemiseen. Vieläkään reaalioptiot eivät olleet siis saavuttaneet Copelandin ja Antikarovin vuonna 2001 tekemiä ennustuksia reaalioptioteorian noususta merkittäväksi investointiprojektien arvonmääritysmenetelmäksi. Tulos oli vielä pienempi osuus kuin aiemmissa, lähinnä Pohjois-Amerikkalaisissa tutkimuksissa kuten Block (2007) 14,3% ja Baker ym. (2011) 16,8%. Vaikka tulos oli pienempi kuin aiemmissa tutkimuksissa, tuloksesta ei kuitenkaan voi suoraan päätellä sitä, että reaalioptioiden käyttö olisi vähentynyt. Selittäviä tekijöitä, kuten Skandinaavisten yritysten pienempi koko ja pienempi tutkimus- ja kehitystoiminnan aste on löydettävissä. Aiempaan laajamittaiseen pohjoismaissa teetettyyn tutkimukseen

(Sandahl & Sjögren, 2003) verrattuna reaalioptioiden käyttö oli yleistynyt, sillä 129 vastaajasta yksikään (0%) ei tuolloin kertonut käyttävänsä reaalioptioita.

Samantyyppisiä ovat olleet havainnot myös japanilaistutkimuksissa. Shinoda (2010) Tokion pörssin yritysten keskuudessa tehdyssä tutkimuksessa ”Capital Budgeting Management Practices in Japan” reaalioptioita mainitsi käyttävänsä vain 6,8% vastaajista. Heistäkin valtaosa käytti niitä vain harvoissa tapauksissa.

Horn ym. (2015) totesivat tutkimuksessaan, että useimmiten reaalioptioita käyttävät terveydenhuolto-, energia- ja biotekniikkayritykset, isot yritykset ja yritykset joilla on paljon pääomaa tai isot tutkimus- ja kehityskustannukset. Mitä isompi yritys, sen enemmän resursseja on mahdollista käyttää isojen päätösten pohdintaan, joka mahdollistaa myös monimutkaisempien reaalioptiomenetelmien käyttämisen.

Howellin ym. (2001) mukaan reaalioptiot olivat viimeisen vuosisadan tärkeimpiä kehitysaskelaita yritysten strategisten investointipäätösten teossa. Vielä silloin usko reaalioptioajattelun leviämiseen entistä laajemmin yrityssektorin käyttöön oli varmasti vahvaa. Nykytutkimusten valossa joku saattaisi kuitenkin olla eri mieltä Howellin ym. kanssa, sillä reaalioptioajattelu ei tunnu saavuttaneen yhtä vahvaa jalansijaa osana yritysten päätöksentekoa kuin monet perinteisemmät menetelmät. Toisaalta reaalioptioissa piilee paljon käyttämätöntä potentiaalia ja monille yrityksille niiden käyttäminen osana päätöksentekoa olisi varmasti hyödyllistä. Huomattavista eduista huolimatta reaalioptioajattelua ei ole ainakaan vielä otettu laajamittaisesti käyttöön yrityssektorilla.

Amram & Kulatilaka (1999) arvioivat reaalioptioajattelun saaneen verrattain vähän jalansijaa yrityksissä siksi, että reaalioptiot ovat usein esitelty tekninen puoli edellä. Tämä antaa reaalioptioista hyvin monimutkaisen kuvan asiaan perehtymättömälle. Riittävästi huomiota ei olla kiinnitetty siihen, että reaalioptiot voidaan nähdä myös tapana ajatella. Vaikka jokaisen investoinnin kohdalla ei laskettaisi reaalioptioille tarkkaa arvoa, voisi niiden huomiointi edes ajatuksen tasolla usein auttaa päätöksenteossa. Tämä Amramin ja Kulatilakan arvio on lähes 20 vuoden takaa, mutta samansuuntaisten esteiden voidaan nähdä olevan reaalioptioajattelun leviämisen tiellä tänä päivänäkin.

5. Yhteenveto

Kuten työnikin varmasti osoittaa, perusajatukset reaalioptioiden takana eivät ole kovin hankalia ymmärtää. Homma kuitenkin hankaloituu huomattavasti, kun siirrytään laskemaan reaalioption arvoa. Tehtiin se sitten finanssioptioista tutuilla kaavoilla kuten Black–Scholes -mallilla tai simuloimalla, oikeiden muuttujien valinta ja realistisen arvon saaminen reaalioptiolle ei ole aivan yksinkertaista. Uskon, että tämä rajoittaa monen johtajan intoa reaalioptioiden käyttämiseen yrityksensä päätöksenteossa. Usein hyödyllistä voisi olla ainakin reaalioptioiden tunnistaminen ja nostaminen esiin edes ajatuksen tasolla, vaikka ei tarkkoihin laskelmiin ryhtyisikään.

Nykypäivänä tietokoneiden laskentateho on niin valtaisa, että simulointimenetelmiä ja muita tietokoneelliseen ratkaisuun perustuvia menetelmiä osana yrityksen päätöksentekoa soisi nähtävän enemmänkin. Myös ihmisten IT- ja ohjelmointitaidot ovat kasvaneet valtaisesti, joka varmasti auttaa kehityksessä tähän suuntaan. Toki on hyvä muistaa, että jokainen investointi on tapauskohtainen. Investoinneilla, jotka ovat rahamääräisesti pieniä tai niiden tulevaisuuden tuotot ovat melko varmoja, on tietysti perusteltua käyttää perinteisiä kassavirtoihin perustuvia laskentamenetelmiä yksinkertaisuutensa vuoksi.

Kokonaisuutena voidaan siis sanoa, että usko reaalioptioiden yleistymiseen on ollut varsinkin 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa suurta, mutta ainakaan toistaiseksi ennustusten realisoitumista laajemmissa määrin ei ole havaittavissa. Osaltaan tämä johtunee reaalioptioiden hankalasta käsitteestä, jolloin moni kokee ettei aihe ole heille riittävän tuttu.

Lähteet

Amram Martha & Nalin Kulatilaka (1999). Real options. Boston: Harvard Business School Press. 246 s.

Baker, H. K., Dutta, S., & Saadi, S. (2011). Management views on real options in capital budgeting. *Journal of Applied Finance*, 21(1), 18–29.

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

Block, S. (2007). Are "real options" actually used in the real world? *The Engineering Economist*, 52(3), 255–267.

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

Brealey Richard A., Myers Stewart C. & Allen Franklin (2011). "Principles of Corporate Finance", New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.

Copeland, T., & Antikarov, V. (2001). Real options: A practitioner's guide. New York: Texere.

Dixit, A. K. & Pindyck, R. S. (1994). Investment Under Uncertainty. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

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

Horn, Anders, ym. (2015). "The use of real option theory in Scandinavia's largest companies." *International Review of Financial Analysis* 41: 74-81

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

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.

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, 537 – 567.

Leppiniemi Jarmo (2009). Rahoitus. 5. painos. Porvoo: WSOY.

Li Yong, Barclay E. James, Ravi Madhavan & Joseph T. Mahoney (2007). Real options: Taking stock and looking ahead. *Advances in strategy management* 24, 31–66.

- Merton Robert C. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science* 4:1, 141-183.
- Myers Stewart C. (1977) "Determinants of Corporate Borrowing", *Journal of Financial Economics*. Vol. 5, ss. 147 – 175.
- Myers, S. C. (1984). Finance theory and financial strategy. *Interfaces*, 14(1), 126–137.
- Triantis, A., & Borison, A. (2001). Real options: State of practice. *Journal of Applied Corporate Finance*, 14(2), 8–24.
- Trigeorgis, Lenos (1996). *Real options – Managerial flexibility and strategy in resource allocation*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Trigeorgis Lenos (1993). Real Options and Interactions With Financial Flexibility. *The Journal of the Financial Management Association* 22:3, 202-224.
- van Putten, A. B., & MacMillan, I. C. (2004). Making real options really work. *Harvard Business Review*, 82(12), 134.
- Sandahl, G., & Sjögren, S. (2003). Capital budgeting methods among Sweden's largest groups of companies. The state of the art and a comparison with earlier studies. *International Journal of Production Economics*, 84(1), 51–69.
- Shinoda, Tomonari (2010). Capital Budgeting Management Practices in Japan. *Economic Journal of Hokkaido University*. Vol 39. 39-50.
- Stähle Pirjo, Kyläheiko Kalevi, Sandström Jaana ja Virkkunen Virpi (2002). "Epävarmuus Hallintaan – Yrityksen uudistumiskyky ja vaihtoehdot", WSOY, Helsinki.
- Tong Tony W. & Jeffrey J. Reuer (2007). Real options in strategic management. *Advances in Strategic Management*, 24, 3-28.
- Yeo, K.T - Qiu, F. (2003) The value of management flexibility—a real option approach to investment evaluation. *International Journal of Project Management* 21, 243–250.