

**JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO**

**Taloustieteiden tiedekunta**

**Reaaliopitot investointien  
kannattavuuden arvioinnissa**

Laskentatoimi, Pro Gradu –  
seminaarin tutkimustyö  
22.3.2004

Laatija: Hannu Tuhkanen

Ohjaaja: Professori Aila Virtanen

# JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO TALOUSTIETEIDEN TIEDEKUNTA

Tekijä Hannu Tuhkanen	
Työ nimi Reaaliopiot investointien kannattavuuden arvioinnissa	
Oppiaine Laskentatoimi	Työn laji Pro Gradu -tutkielma
Aika 22.3.2004	Sivumäärä 85 + 14
Tiivistelmä – Abstract	
<p>Tutkielman tavoitteena on laskentatoimen näkökulmasta tarkastella väitteitä, joita on tehty reaaliopiotimenetelmän tuomista hyödyistä yrityksen päätöksentekoon. Tärkeimmät kysymykset, joihin tutkielma keskittyy, ovat reaaliopiotekniikoiden käytön seuraukset yrityksen strategian muodostamiseen ja investointien arviointiin. Vertailua on tehty suhteessa perinteisiin pääomainvestointien arviointimenetelmiin. Analyysin perusteella pyritään täsmentämään ja jäsentämään reaaliopioihin liittyviä käsitteitä kokonaisuudeksi.</p> <p>Tutkielman lähdeaineisto koostuu laskentatoimea, investointitutkimusta, liikkeenjohtoa ja strategiaajattelua käsittelevistä julkaisuista.</p> <p>Luonteeltaan tutkielma on käsiteanalyttinen kirjallisuustutkimus, jonka taustalla on aikaisempia muiden tutkijoiden käsiteanalyysyjä ja empiirisiä tutkimuksia. Tutkimusaluetta käsittelevää sekundaariaineistoa on analysoitu loogisella päättelyllä.</p> <p>Lähdeaineiston analyysin tuloksena todettiin, että perinteiset investointien arvostusmenetelmät eivät täsmällisesti osoita investointiprojekteihin sisältyvien reaaliopioiden arvoa. Aineiston pohjalta laadittiin kaavio kuvaamaan reaaliopiotimenetelmän soveltamisen vaikutuksia pääomabudjetointiprosessiin. Kaavio kuvaa menetelmän vaikutuksia erityisesti laskentatoimen näkökulmasta.</p> <p>Koska option arvo on suurimmillaan pitkäkestoisissa ja suuren riskin omaavissa investoinneissa, optioteoreettisten arviointityökalujen esittely tulee parantamaan taloudellisten projektien arvioinnin tarkkuutta. Reaaliopioiden logiikka ei kuitenkaan korvaa vakiintuneita arviointityökaluja uusilla monimutkaisilla matemaattisilla kaavoilla. Reaalioption arvo sisällyttäminen projektin arviointiin poikkeuksetta lisää projektin kokonaisarvoa.</p>	
Avainsanat Pääomainvestointi, reaaliopiot, investointien kannattavuuden arviointi	
Säilytyspaikka Jyväskylän yliopisto / Taloustieteiden tiedekunta	

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
1.1	Taustaa.....	1
1.2	Tutkielman motiivi .....	2
1.3	Tutkielman tarkoitus ja tutkimusongelma .....	3
1.4	Tutkimusmenetelmä .....	4
1.5	Tutkielman rakenne .....	5
2	PÄÄOMAINVESTOINTIPROSESSI .....	7
2.1	Määritelmät.....	7
2.2	Investointiprosessi .....	8
2.3	Investointiprosessin erikoispiirteistä .....	11
2.3.1	Kokonaisriskin eri komponentit.....	11
2.3.2	Projektin resurssien allokointiin vaikuttavista tekijöistä .....	12
2.4	Perusarviointimenetelmien kuvaus.....	14
2.4.1	Esimerkki investointien arviointimenetelmien käytöstä.....	14
3	NORMATIIVINEN INVESTOINTITEORIA .....	18
3.1	Katsaus aikaisempaan investointikirjallisuuteen .....	18
3.2	Normatiivisen investointiteorian historia ja kehitys.....	18
3.3	Perusidean kuvaus .....	21
3.4	Normatiivisen investointiteoriaan ja diskontattuihin kassavirtamenetelmiin liittyvät ongelmat.....	22
3.4.1	Yleinen kritiikki normatiivista investointiteoriaa kohtaan .....	22
3.4.2	Kritiikkiä perinteisiä diskonttausmenetelmiä kohtaan.....	24
4	REAALIOPTIOTEORIA.....	26
4.1	Optioiden yleisistä ominaisuuksista .....	26
4.2	Option arvoon vaikuttavat tekijät .....	27
4.3	Reaalioptioteorian kehitys .....	30
4.4	Perusidean kuvaus .....	31
4.5	Reaaliotiot vs. finanssiotiot .....	32
4.5.1	Reaali- ja finanssiotioiden yhtäläisyydet .....	32
4.5.2	Reaali- ja finanssiotioiden erot .....	34
4.6	Mallin pääoletukset.....	37

4.7	Reaaliopiotyyppejä .....	37
4.7.1	Joustavat optiot (Flexible options).....	38
4.7.2	Kasvuoitot (Growth options) .....	39
4.7.3	Luontaiset ja ennakoivat optiot (Inherent and Proactive options) .....	40
4.8	Reaaliopiotiden arvon määrittäminen.....	40
4.9	Reaaliopiotiden arvon ratkaisumenetelmät.....	41
4.10	Optiolaskimet (Option Calculators).....	45
4.10.1	Yleistä .....	45
4.10.2	Black-Scholes -malli (Black-Scholes Option Pricing Model).....	45
4.10.3	Binomihinnoittelumalli (Binomial Lattice) .....	48
4.11	Mallin parametrien estimointi .....	51
4.12	Reaaliopiotimallin edut ja ongelmat .....	54
5	REAALIOPTIONALYYSI JA STRATEGINEN PÄÄTÖKSENTEKO .....	57
5.1	Strategisen reaaliopiotin arvioiminen .....	57
5.2	Kvantitatiivisen menetelmän rajoitukset reaaliopiotissa .....	61
5.3	Optioanalyysin rooli strategisessa suunnittelussa.....	64
5.4	Joustavuuteen vaikuttaminen – reaaliopiotiden strateginen arvo .....	66
5.5	Kritiikkiä optioteoreettisia arviointimenetelmiä kohtaan .....	69
5.6	Vertailu eri lähestymistapojen välillä .....	71
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	73
6.1	Yleistä .....	73
6.2	Reaaliopiotit yrityksen arviointimenetelmänä .....	74
6.3	Reaaliopiotimenetelmän soveltamiseen liittyvät riskit.....	76
6.4	Rajoitukset reaaliopiotimenetelmässä .....	77
6.5	Mahdollisia sovelluksia organisaatiolle.....	78
	LÄHTEET .....	80
	LIITTEET (2)	

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Perinteiset pääomabudjetointimenetelmät, jotka useimmiten perustuvat diskontattuun kassavirta-analyysiin, ovat laajasti käytettyjä riippumatta investointipäätöksen luonteesta. Jotta investoinnin arvioinnissa käytettävä menetelmä vahvistaisi ja tukisi resurssien kohdistamiseksi tehtyjä päätöksiä, tulee sen olla soveltuva ja myös läpinäkyvä, eli menetelmän avulla on oltava mahdollista perustella kaikki investointiprosessin vaiheet. Vajavaisuudet koskien perinteisten pääomabudjetointimenetelmien staattisista luonnetta on tiedostettu, mutta niiden yksinkertaisuus, ja sitä kautta käytön helppous, on kaatanut vasta-argumentit menetelmiä kohtaan. Lisäksi merkittäviä vaihtoehtoisia analyysimenetelmiä ei ole ollut saatavilla ennen kuin viime aikoina.

Useimpien taloudellisten julkaisujen (mm. Harvard Business Review – lehti) sivuilla reaaliopiotekniikoita on ylistetty ”seuraavaksi suureksi asiaksi” yritysten strategisessa päätöksenteossa. Reaaliopiot konseptina ovatkin viimeisten viiden vuoden aikana siirtyneet akateemisista tutkimusjulkaisuista sekä taloudellisten julkaisujen että konsulttien raporttien pääaiheeksi. Optioajattelun vaikutusten ylistykselle ei tunnu olevan rajaa mm. parantuneessa päätöksenteossa ja strategian muotoilussa erityisesti silloin, kun reaaliopiot teoriaa verrataan perinteisiin diskontattuihin kassavirtamenetelmiin.

On suhteellisen helppo osoittaa erityisiä tapauksia, joissa perinteiset menetelmät epäonnistuvat kuvaamaan investointien todellisen arvon. Joissakin julkaisuissa (esim. Amram & Kulatilaka 1999a) reaaliopiot vaikuttavat olevan melkein ainoa ratkaisu heikkoon päätöksentekoon ja strategian muodostamiseen. Joka tapauksessa diskonttausmenetelmiä käytetään tärkeimmillä suurilla teollisuudenaloilla ja paljon aikaa sekä varoja on käytetty näiden menetelmien kehittämiseen, tutkimiseen ja käyttöön (Graham & Harvey 2001).

Joustavuudella on arvoa (Trigeorgis 1996, ix). Joustavuus onkin hyvä sana kuvaamaan yritysten päätöksentekijöitä, jotka joutuvat jatkuvasti muokkaamaan yrityksen strategiaa ja investointiratkaisuja vastatakseen paremmin tulevaisuuden haasteisiin. Kuten edellä jo mainittiin,

useimmat analyysityökalut, jotka tukevat johdon päätöksentekoa, eivät onnistu kuvaamaan koko muutoksen arvoa kilpailuympäristössä. Käytettäessä staattisia menetelmiä saatetaan menettää kokonaan objektiivinen näkökulma analyysieihin ja lopulta päätökset saattavat perustua ”mutu” -tuntumaan. (Myers S. C.1987, 6).

Joustavuus yrityksen päätöksenteossa on kolmen eri tekijän summa: epävarmuuden, peruuttamattomuuden ja investointien ajoituksen. Yhdessä näiden tekijöiden vaikutus korostuu entistään kun investointihorisontti pitenee. Epävarmuus lisää vaihtoehtoisia ulottuvuuksia, jolloin uponneista kustannuksista tulee suurempia, ja vaihtoehdot investoinnin ajoituksen suhteen kasvavat. Käytännössä investointiprosessin eri jaksot toteutuvat peräkkäisinä vaiheina, jolloin investoinnin vaihtoehdot kasvavat jokaisessa vaiheessa. Tämä merkitsee, että on olemassa selviä määriteltävissä olevia päätöksentekopisteitä, joissa prosessin suuntaa on mahdollista muuntaa, kääntää tai pysäyttää se kokonaan. Toisin sanoen joustavuudella on keskeinen osa päätöksenteossa. (Amram & Kulantilaka, 1999a, 96).

## **1.2 Tutkielman motiivi**

Lisääntyvä moniulotteisuus yritysten toimintaympäristössä sekä kiristyvä kilpailu ovat pakottaneet erityisesti tutkimus- ja tuotekehitystoimintaan panostavat yritykset parantamaan resurssiansa kohdistusmenetelmiä. Tarve tarkkailla markkinoita, kilpailijoita ja oman tutkimus- ja tuotekehitystoiminnan suuntaa vaatii uusia työkaluja, ja joissakin tapauksissa myös uutta ajattelutapaa, joiden avulla yritys voisi oikeuttaa omia investointipäätöksiään.

Yksi uusimmista edistysaskeleista pääomabudjetoinnin teoriassa ja strategisessa johtamisessa on reaaliopliomenetelmä, jonka on sanottu korjaavan perinteisissä resurssien kohdistusmenetelmissä olevia puutteita. 1970-luvulta lähtien akateemikot ovat ehdottaneet reaaliopliomenetelmää vaihtoehtona diskontatuille kassavirtamenetelmille (Myers S. C. 1987, 6). Todellisudessa käytännön sovellutukset ovat tulleet käyttöön hyvin hitaasti, johtuen lähinnä vaikeuksista huomata vikoja muissa lähestymistavoissa. Kuitenkin yritykset useilla eri teollisuudenaloilla ovat hyväksyneet reaaliopliomenetelmän peruseriaatteen ja ryhtyneet hyödyntämään sitä investointiensä arvioinnissa. Onkin hyvin todennäköistä, että reaaliopliomenetelmästä tulee yksi tulevaisuuden keskeisimmistä pääomabudjetointimenetelmistä (esim. BusinessWeek 1999, Talouselämä 1999).

### 1.3 Tutkielman tarkoitus ja tutkimusongelma

Tämän tutkielman tarkoitus on tarkastella väitteitä, joita on tehty reaaliopliomenetelmän tuomista hyödyistä yrityksen päätöksentekoon. Tärkeimmät kysymykset, joihin tutkielma keskittyy, ovat reaaliopliotekniikoiden käytön seuraamukset yrityksen strategian muodostamiseen ja osakkeenomistajan etua ajavaan johtamiseen.

Käytännön kontekstissa tämä tutkielma keskittyy suhteellisen uuteen teoriaan. Tutkielma ja analyysi ovatkin luonteeltaan pitkälti poikkitieteellisiä. Tämä näkökulma johtuu lähinnä reaalioplioteorian taustalla olevista yleisistä oletuksista, sillä menetelmän juuret voidaan jäljittää kansantaloustieteeseen, finanssioplioiden arvon määrittämiseen täydellisillä markkinoilla. Toisaalta monet reaalioplioteorian sovellutukset ovat hyötyneet päätöksentekoanalyysin työkaluista, esimerkiksi päätöksentekopuumalleista ja vaikutusdiagrammeista, joita on käytetty yleisesti johdon laskentatoimen apuna pääomainvestointien arvioinnissa. Suurin etu tästä poikkitieteellisestä lähestymistavasta on mahdollisuus rakentaa tietämystä eri aloilta ja mahdollisuus yhdistellä näennäisesti erillisiä piirteitä ja luoda mahdollisesti jotakin uutta.

Tutkielman päämääränä on analysoida reaaliopliomenetelmän logiikkaa kuvaamalla sen vahvuuksia ja rajoituksia. Toisaalta on tarkoituksenmukaista analysoida myös kuinka hyvin reaaliopliot toimisivat investointien arvioinnin ja päätöksentekoprosessin tukena.

Tutkielman tavoitteet ovat:

- Selvittää reaaliopliomenetelmän sovellettavuutta investointien arvioinnissa. Mitkä ovat menetelmän vaikutukset päätöksentekoprosessiin?
- Verrata reaaliopliomenetelmää perinteisiin pääomainvestointien arviointimenetelmiin. Mitä puutteita/ongelmia on nykyisessä normatiivisessa investointiteoriassa, sekä diskontattujen kassavirtojen – menetelmien käytössä?
- Mitä etuja ja mahdollisia ongelmia reaaliopliomallin käytöstä on investointien valinnassa sekä niiden kannattavuuden arvioinnissa?

## 1.4 Tutkimusmenetelmä

Liiketaloustieteen tutkimusta voidaan tarkastella jakamalla se teoreettiseen ja empiiriseen, sekä deskriptiiviseen eli kuvailevaan ja normatiiviseen eli ohjeita kehittävään tutkimukseen. Tähän jakoon perustuen liiketaloustieteen tutkimusotteita ovat luokitelleet esimerkiksi Näsi (1980, 67) sekä Kasanen ym. (1991, 317), joista jälkimmäisten malli on esitetty kuviossa 1. He ovat lisänneet Näsin jaotteluun vielä konstruktiivisen tutkimusotteen.

**KUVIO 1** Yrityksen taloustieteessä käytetyt tutkimusotteet. (Kasanen ym. 1991, 317).

	Teoreettinen	Empiirinen
Deskriptiivinen	Käsite-analyyttinen tutkimusote	Nomoteettinen tutkimusote Toiminta-analyyttinen tutkimusote
Normatiivinen	Päätöksentekometodologinen tutkimusote	Konstruktiivinen tutkimusote

Tämä tutkielma on luonteeltaan käsiteanalyyttinen (Näsi 1980). Tutkielmassa pyritään analysoimaan, täsmentämään ja järjestämään reaalioloihin ja yrityksen strategiseen päätöksentekoon liittyviä käsitteitä kokonaisuudeksi. Tutkielman taustalla on aikaisempia muiden tutkijoiden suorittamia käsiteanalyysyjä ja empiirisiä tutkimuksia. Analyysin avulla pilkotaan käsitteet osiin ja synteessä pyritään muodostamaan kokonaisuus, jonka valossa tutkittavia käsitteitä voidaan tarkastella. Täten lopputulokseksi pyritään saamaan selkeytetty käsitteikieli, joka konkretisoi ja helpottaa tiedon soveltamista käytäntöön.

Tutkielman käsiteanalyysin vaatimukseksi voidaan asettaa se, että sen avulla voidaan selkeyttää tutkittavia käsitteitä (Näsi 1980, 14). Aiempia tutkimustuloksia ja teoriaan liittyviä määritelmiä ei tässä työssä pyritä koettelemaan todentamalla eli verifioimalla, vaan ote on lähinnä argumentoiva. Käsiteanalyyttinen tutkimusote ei kulkunsa tai suoritustapansa osalta varsinaisesti eroa muiden tutkimusotteiden käytännöstä. Käsiteanalyttisessä tutkimuksessa kehitel-



lään kattava teoreettinen viitekehys, ongelmanasettelu sekä tutkimuksen tarkoitus tavalliseen tapaan. Sen sijaan tietojen keräämisen tapa erottaa usein käsiteanalyttisen tutkimuksen muista tutkimusotteista, koska se käyttää olemassa olevaa aineistoa.

Käsiteanalyttisen tutkimuksen metodina toimii systemaattinen ajattelu (Näsi 1980, 8). Tämän vuoksi käsiteanalyttisen tutkimuksen validiteetti on selvästi subjektiivinen kysymys siitä, onko tutkimus laajentanut ymmärrystä ja näkemystä ongelma-alueesta, sekä onko tutkija tehnyt oikeita havaintoja ja tulkinnut lähdeaineistoa oikein. Sekundääriaineiston vuoksi lähdekritiikki sekä lähdeaineiston valinta ovat keskeisiä seikkoja käsiteanalyysiä tehtäessä ja arvioitaessa. Näihin kysymyksiin tullaan tässä tutkielmassa käytettävän tutkimusotteen vuoksi kiinnittämään erityistä huomiota.

## **1.5 Tutkielman rakenne**

Toisen kappaleen alussa kuvataan pääomainvestointiprosessiin kuuluvat perustermit ja konseptit, joita käytetään tutkielman muissa osissa. Toinen osa kappaleesta esittelee yleisellä tasolla pääomainvestointiprosessin vaiheet. Erityistä huomiota kiinnitetään sen selkeyttämiseen mitä tosiasiasa tarkoitetaan tutkimus- ja tuotekehitysprojektin valinnalla suhteutettuna koko investointiprosessiin. Kolmannessa osassa käsitellään investointiprosessiin liittyviä erikoispiirteitä. Erilaisten arviointimenetelmien välillä on suoritettu vertailua numeerisen esimerkin avulla. Tämä osa on tärkeä määriteltäessä perinteisten arviointimenetelmien rajoitukset. Lisäksi reaaliopliomenetelmän erot ja vahvuudet tulevat selvemmin esille esimerkin kautta.

Kolmannessa kappaleessa käsitellään normatiiviseen investointimenetelmään liittyviä seikkoja. Osiossa tehdään katsaus aikaisempaan investointikirjallisuuteen ja käydään läpi menetelmän historiaa ja kehitystä. Peruskatsaus tehdään normatiiviseen investointiteoriaan sekä perinteisiin diskontattuihin kassavirtoihin perustuviin menetelmiin liittyviin ongelmiin.

Kappaleessa neljä esitetään reaaliopliomenetelmän kehitys ja siihen liittyvät teoreettiset seikat. Aluksi kuvataan lyhyesti optioon liittyviä yleisiä ominaisuuksia ja sen arvoon vaikuttavat tekijät. Vertailua tehdään reaali- ja finanssioplioiden yhtäläisyyksiä, sekä käydään läpi yleisimmät reaaliopliotyypit. Lisäksi esitellään reaalioplioiden arvioinnin yhteydessä yleisimmin

käytetyt ratkaisumenetelmät, optiolaskimet ja niihin liittyvä teoria. Yleisellä tasolla esitetään myös reaalioptiomenetelmään liittyvät edut ja ongelmat.

Kappaleessa viisi käsitellään esimerkin avulla läpi reaalioptiomenetelmään liittyviä ongelmia ja esitetään kritiikkiä kvantitatiivisia menetelmiä kohtaan, sekä arvioidaan menetelmän soveltuvuutta investointien arviointiin. Kappale kuusi sisältää johtopäätökset esitetystä analyysistä ja sinä esitetään myös arvioita menetelmän vaikutuksista strategiseen päätöksentekoon.

## 2 PÄÄOMAINVESTOINTIPROSESSI

### 2.1 Määritelmät

Pääomainvestointiprosessiin liittyen on tarpeen määritellä perustermit, tutkimus- ja tuotekehitys ja investointi sekä muita näihin liittyviä termejä. Näistä erityisesti tutkimus- ja tuotekehitys nimitystä käytetään varsin vapaasti. Vaikka toiminnot ovat yleisesti sidottu toisiinsa ja niiden ajatellaan olevan synonyymejä, on niillä kuitenkin eri merkitykset. Esimerkiksi IAS -standardit erottelevat ne toisistaan<sup>1</sup>. Koska reaalioptioiden käytön painopiste on suurelta osin em. toiminnassa, onkin tarpeellista tarkastella termejä tarkemmin.

Yleinen piirre tutkimus- ja tuotekehitystoiminnalle on sen sisältämä luovuus. Toiminnan tarkoituksena on lisätä tietämystä ja käyttää tätä tietämystä kehitettäessä uusia sovellutuksia. Tarkemmin määriteltynä se kattaa kolme toimintoa: perustutkimuksen, sovelletun tutkimuksen ja kokeellisen kehittämisen. (OECD 1994, 13).

Perustutkimus on kokeellista tai teoreettista työtä, jossa ensisijaisena päämääränä on luoda uutta tietämystä ilman erityistä pyrkimystä taloudellisesti hyödynnettävissä olevan tuotteen luomiseksi. Sovelletun tutkimuksen tavoite on myös uuden tiedon saavuttaminen. Kuitenkin erona perustutkimukseen, sovellettu tutkimus on suunnattu kohti tiettyä käytännön hyödykettä. Vastaavasti kokeellisen kehittämisen tehtävänä on muodostaa uutta jo olemassa olevasta tiedosta yhdessä uudella tutkimuksella saavutetun tiedon kanssa. Tavoitteena onkin tuottaa mm. uusia materiaaleja, tuotteita ja prosesseja tai parantaa niitä. (OECD 1994, 13).

On olemassa monia mahdollisia määritelmiä uutuudelle. Cooperin mukaan (1993, 11–13) uudet tuotteet voivat olla kaksiulotteisia. Ensimmäinen ulottuvuus on uutuus yritykselle siinä merkityksessä, että yritys ei ole aikaisemmin valmistanut tai myynyt tiettyä tuotetta vaikka muut yritykset ovat saattaneet tehdä niin. Toinen ulottuvuus on uutuus markkinoille, tai innovatiivisuus, jossa tuote tai prosessi on ensimmäinen laatuaan markkinoilla. Lisäksi, tuotteet

---

<sup>1</sup> IAS 38 mukaan kaikki tutkimusmenot ovat kuluja. Vastaavasti tuotekehityksen menot realisoituvat vasta hyödykkeen teknisen ja kaupallisen toteuttamiskelpoisuuden jälkeen kun tuotteet myydään tai muu käyttö on määritelty.

voivat olla uusia molemmilla ulottuvuuksilla yhtä aikaa, ja uutuuden aste voi vaihdella matalasta korkeaan.

Tutkimus- ja tuotekehitystoiminnan lisäksi investointi on toinen yleisesti käytetty, mutta harvoin määritelty termi. Taloustieteessä investointi on perinteisesti määritelty hankinnaksi, johon liittyy välittömien kustannusvaikutusten lisäksi odotuksia tulevaisuuden tuotoista (Dixit & Pindyck 1994, 3). Tästä määritelmästä seuraa, että tutkimus- ja tuotekehitystoiminta voidaan ajatella investointitoimintana, jossa tänään sijoitettujen resurssien odotetaan tuottavan tulevaisuuden hyötyjä.

Dixitin ja Pindyckin mukaan (1994, 3) useimmat investointipäätökset sisältävät eriasteisina kolme tärkeää piirrettä. Nämä erityispiirteet muodostavat ja määrittelevät yhdessä optimaalisen investointipäätöksen. Ensiksi, investointi on osittain tai kokonaan peruuttamaton. Tämä piirre on yhteydessä uponneisiin kustannuksiin: alkuinvestointi on usein, ainakin osittain, uponnut eikä sitä voida palauttaa. Toiseksi, tulevaisuuden tuotot ovat epävarmoja. Toisin sanoen investoinnin arviointi täytyy tehdä käyttäen enemmän tai vähemmän subjektiivisia todennäköisyyksiä tai vaihtoehtoisia lopputuloksia. Kolmanneksi, investoinnin ajoitus on ainakin jossakin määrin joustava. Esim. on usein mahdollista lykätä investointia, jotta saataisiin lisää tulevaisuutta koskevaa informaatiota.

Yrityksessä investoinnit kohdistuvat pääasiassa käyttöomaisuuteen<sup>2</sup>. Päätöksentekomenettely tunnetaan pääomainvestointi- tai pääomabudjetoointiprosessina. Druryn mukaan (1996, 383) em. prosessin tuloksena tehtyjä päätöksiä voidaan pitää oikeutettuina niiden ilmaistessa: mikä projektit yrityksen tulisi hyväksyä, mikä on pääomakustannusten kokonaismäärä ja kuinka projektit tulisi rahoittaa.

## 2.2 Investointiprosessi

Viimeisten vuosikymmenten aikana behavioristinen laskentatoimen tutkimus on tarjonnut useita malleja, jotka jakavat pääomainvestointiprosessin eri osiin. Empiiriset löydökset osoittavat, että prosessi on usein monimutkainen ja ei-lineaarinen (Kasanen ym. 1993, 22).

---

<sup>2</sup> On olemassa loputon määrä sekä aineellista että aineetonta käyttöomaisuutta. Aineelliseen käyttöomaisuuteen sisältyvät esim. koneet, tehtaat ja toimistot; aineettomaan käyttöomaisuuteen sisältyvät esim. tekninen osaaminen, tuotemerkit ja patentit. (Brealey & Myers 1996, 3)

Pinches (1982) määrittelee mallin, joka sisältää neljä vaihetta: investointimahdollisuuksien tunnistamisen, alustavien ideoiden kehittämisen projektiehdotuksiksi, projektien valinnan toteutukseen ja valittujen projektien toiminnan kontrolloinnin. Toisaalta Horngren ym. (2000, 748–749) määrittelee kuusi vaihetta: informaation keräämisen, tutkimisen, projektien alustavan valinnan, rahoituksen ja lopullisen valinnan sekä valvonnan.

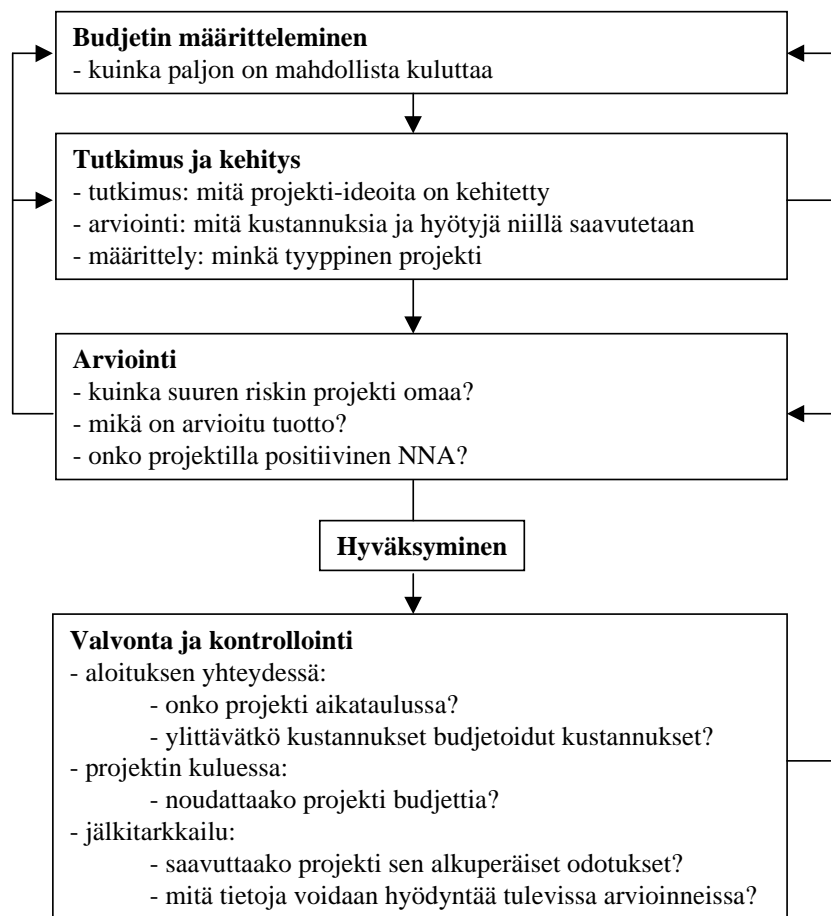
Pike ja Neale (1999, 192–203) esittävät omassa pääomabudjetointimallissaan (kuvio 2) prosessin jakamista neljään eri päävaiheeseen. Lähtökohta on budjetin määrittely, jolloin on päätetty kuinka paljon voidaan kokonaisuudessaan käyttää rahaa. Toinen vaihe on projektien tutkiminen ja kehitys. Tätä vaihetta seuraa arviointivaihe, jonka tuloksena valitaan projektit, jotka täyttävät arviointikriteerit. Lopuksi valitut projektit siirtyvät valvonta ja kontrollointivaiheeseen.

Normatiivinen investointiteoria erottaa investointipäätökset ja rahoituspäätökset toisistaan. Teoriassa pääomaprojektiin voitaisiin kerätä rahoitus pääomamarkkinoilta perustuen tuleviin tuottoihin ja projektin riskiin. Normatiivinen teoria onkin keskittynyt rahoituksen kustannuksiin ja vastaavaan tuottoon, jota investoinnilta vaaditaan. (Kasanen ym. 1993, 55).

Kuitenkin käytännössä organisaatioiden rahoitus tulee pääasiassa organisaation sisältä, jolloin on parempi tietämys arvioida projektiehdotuksia ja allokoita resursseja. Johtaja, joka kontrolloi rahoitusta, asettaa rajoitteen kuinka paljon on mahdollista sijoittaa projekteihin kussakin pääomainvestointeja tekevässä yksikössä. (Pike & Neale 1999, 194).

Johtajien ehdottamat budjetit voivat olla enemmän tai vähemmän jäykkiä riippuen organisaatiosta. Voidaankin väittää, että budjetin ei tulisi olla täysin kiinteä, koska projektin seuraavat vaiheet saattavat antaa syyn arvioida uudelleen budjettia ja allokoita varoja uudelleen, jotta voitaisiin tukea parhaita mahdollisia projekteja.

Tutkimus- ja kehitysvaihetta, joka seuraa budjetointivaihetta, voidaankin pitää kriittisimpänä vaiheena pääomabudjetointiprosessissa. Käytännössä organisaation velvollisuus on tuottaa hyviä projekti-ideoita, jotka takaavat organisaation menestyksen. Yksikään laskentajärjestelmä ei voi auttaa, jos hyviä ideoita ei ole. (Kasanen ym. 1993, 26).

**KUVIO 2** Yksinkertainen pääomabudjetointiprosessi (Pike & Neale 1999)

Tässä aikaisessa vaiheessa investointi-ideoiden seulonnan tulisi olla alustavaa. Täysimittainen arviointi ei ole monissa tapauksissa kannattavaa eikä välttämättä edes mahdollista johtuen saatavilla olevan tiedon huonosta laadusta. Ideoita voidaan seuloa mm. sopivuudella organisaation strategiaan, tekniseen sopivuuteen, resurssivaatimukseen, karkeaan markkinapotentiaaliin ja arvioituun riskitasoon. Tavoitteena on suodattaa pois projektit, joilla ei ole arvoa yritykselle. (Pike & Neale 1999, 194–195).

Viimeinen askel tutkimus- ja kehitysvaiheessa on määritellä perusteellisesti projektit, jotka ovat tähän asti olleet enemmän tai vähemmän alustavia ideoita. Tämä vaihe sisältää tiedon keräämistä kuvaamaan projektin teknisiä ja taloudellisia piirteitä, joita on tarkemmin tarkasteltu luvussa 2.3. Arvioimalla saatuja tietoja tulisi valita kaikkein hyväksyttävimpien piirteiden yhdistelmä. (Pike & Neale 1999, 195–196).

Arviointi- ja hyväksymisvaihe sisältää projektin arvostuksen ja päätöksen tuloksesta, kuten hyväksyä, hylätä tai vaatia lisää informaatiota. Luvussa 2.4 kuvataan tarkemmin yleisimminkin käytettyjä projektin arvioimismenetelmiä.

Valvonta- ja kontrollointivaihe sisältää sekä alku- että jälkitarkkailua. Alkuvaiheen tarkkailun keinoja ovat mm. hyväksymistason, sääntöjen ja strategisten kasvualueiden määrittely sekä tavoitteiden asettaminen. Jälkitarkkailu sisältää käynnissä olevien projektien valvonnan ja jälkitarkastustoimenpiteitä. (Pike & Neale 1999, 199).

Tärkeä osa valvonta- ja kontrollointivaihetta on projektin valmistumisen jälkeinen tarkastus. Sen tarkoituksena on vertailla projektin toteutunutta tulosta ennusteeseen. Piken & Nealen (1999, 200–201) mukaan jälkitarkastus saattaa kannustaa perusteellisempaan ja realistisempaan projektien arviointiin tulevaisuudessa. Toisaalta se saattaa myös auttaa valvomaan tarkemmin meneillään olevia projekteja.

Lopuksi on tärkeää huomata, että pääomainvestointiprosessi ei ole vain taloudellinen luonteeltaan. Se on myös sosiaalinen prosessi, joka sisältää useita strategiaan, johtamiseen, organisaatioon, politiikkaan ja käyttäytymiseen liittyviä näkökulmia. Projektin arvioinnin tavoite ei ole vain objektiivisesti vertailla investointimahdollisuuksia. (Kasanen ym. 1993, 10–25).

## **2.3 Investointiprosessin erikoispiirteistä**

### **2.3.1 Kokonaisriskin eri komponentit**

Tulevaisuuden rahavirtoja arvioitaessa on oleellista ottaa huomioon ja sisällyttää kaikki oleelliset riskit projektia tai tuotetta koskevissa laskelmissa. Yleisin tapa on jakaa kokonaisriski taloudelliseen ja tekniseen osaan.

*Taloudellinen riski* koostuu yleisistä tekijöistä, jotka lisäävät epävarmuutta markkinoilla kuten korkotasoa, inflaatio ja muutokset teollisuuden hintojen sääntelyssä. Taloudellinen riski on systemaattinen siinä mielessä, että se on suhteessa projektiin ulkoinen tekijä, eli yritys ei voi vaikuttaa siihen. Koska se on täysin hajauttamaton, investoijat eivät ole valmiita maksamaan siitä preemiota. Pääomabudjetoinnissa taloudellinen riski antaa johtajille kannusteen lykätä

investointipäätöksiä, koska osa markkinariskistä ratkeaa epävarmuuden pienentyessä tulevaisuuden tapahtumien osalta. (Dixit & Pindyck 1994, 47–48).

*Tekninen riski* sisältää kaikki projektin sisäiset tekijät. Näihin kuuluvat mm. valmistuskustannukset ja kilpailijoiden toimenpiteet. Teknistä riskiä kuvataan usein yksityiseksi tai epäsystemaattiseksi, koska se ei ole suhteessa markkinamuuttujiin, ja sen vuoksi sen kumulatiivinen taso suhteessa kaikkiin investointiportfolioihin määrittää yrityksen kokonaisriskin (Luenberger 1998, 458). Tekninen riski on luonteeltaan staattinen, koska se ratkeaa vasta kun projekti on toteutettu. Vastoin kuin taloudellisessa riskissä ei ole olemassa kannustimia odottaa investoinnin toteuttamista, koska epävarmuus ratkeaa vain kun projekti etenee. Tätä uuden informaation arvoa, joka on useimmiten saatavissa taloudellisesta kehityksestä, kutsutaan usein oppimisen ”varjoarvoksi”. Tulisikin huomioida, että siinä missä taloudellinen riski on suhteellisen stabiili tietyn ajanjakson, tekninen riski projektin eri vaiheissa vaihtelee huomattavasti. Tämä muutos on erityisen suuri projekteissa, joiden toteutusajat ovat pitkiä ja kumulatiivisen menestyksen todennäköisyys on pieni. Alkuvaiheessa riski on enimmäkseen yksityinen, kun taas markkinariski alkaa dominoida lähestyttäessä kaupallistamista. Kuviossa 3 on kuvattu kootusti kokonaisriskiin vaikuttavat tekijät. (Dixit & Pindyck 1994, 47–48).

### **2.3.2 Projektin resurssien allokointiin vaikuttavista tekijöistä**

Projektin toteutusajan pidentyessä joustavuuden tarve päätöksenteossa kasvaa. Parhaiten joustavuus saavutetaan, jos resurssien allokointipäätökset tapahtuvat jokaisen kehitysvaiheen jälkeen, jolloin päätetään lisäinvestoinneista projektiin. Säännönmukaiset tarkastukset ennalta määritellyissä vaiheissa projektia luovat luonnollisia kontrollointipisteitä projektin sisäisille jatkuvuuspäätöksille. Avaintekijöinä projektin kontrolloinnissa säilyvät oikeiden teknisten ja taloudellisten kriteerien valinnat, jotka antavat oikeutuksen yksittäisen projektin jatkuvuuspäätökselle. Jos projekti nähdään toteuttamiskelpoisena, täytyy myös resurssien määrästä päättää.



**KUVIO 3** Kokonaisriskiin vaikuttavat tekijät.

Usein vaikein ongelma onkin päättää kuinka paljon resursseja tulisi kohdentaa tiettyyn kehitysvaiheeseen. Koska tekniset riskit toteutuvat vasta projektin edetessä, on usein vaikea ennustaa projektin kannattavuutta tulevaisuudessa. Edellä mainitut seikat yhdessä saattavat vaikeuttaa luotettavien taloudellisten arvioiden tekemistä projektin kannattavuudesta. Tämä uhka korostuu erityisesti projektin loppuvaiheiden kohdalla kun taloudelliset seikat painottuvat entisestään. (Sharp & Keelin 1998, 45–57).

Toinen tärkeä asia on löytää optimaalinen ”konvergenssi” projektille. Konvergenssi tarkoittaa, että valitsemalla kehityssuunta seuraavalle vaiheelle, mahdollisten vaihtoehtojen määrä pienenee. Päätöksentekoa ja taloudellisia arviointityökaluja tarvitaan erityisesti silloin kun em. konvergenssi on nopeinta ja optiot ovat yhä avoinna. (Sharp & Keelin 1998, 45–57).

Vaikka kilpailukykyisen yrityksen peruseriaate, voiton maksimointi, vaikuttaakin selkeältä rahassa ilmaistavalta suureelta, liittyy siihen myös vaikeammin arvioitavissa olevia näkökulmia. Tällaisia seikkoja ovat mm. organisaation kyvyt, projektin vetäjän ominaisuudet, strateginen sopivuus ja projektin kumulatiivinen riski. Jos voitollinen projekti ei sovellu yrityksen investointiportfolioon tai kilpailukykyisiä henkilöstöresursseja ei ole tarjolla, projekti saataan hylätä tai myydä. (Sharp & Keelin 1998, 45–57).

## 2.4 Perusarviointimenetelmien kuvaus

### 2.4.1 Esimerkki investointien arviointimenetelmien käytöstä

Tavoiteltaessa parhaiden projektien valintaa, tulee projekti arvioida. Erään määritelmän mukaan tämä tarkoittaa saavutettavien hyötyjen suhteuttamista tarvittaviin resurssien. Myös sitä voidaan pitää keinona arvioida kommunikointitapoja projektin toteuttajien ja tulosten hyödyntäjien välillä (EIRMA 1995, 57). Systemaattiset menetelmät ovat myös käyttökelpoisia, koska ne voivat nostaa esiin uusia kysymyksiä, kiinnostaa uusia osapuolia ja lisätä organisaation sitoutumista projektiin. (Cabral-Cardoso & Payne 1996, 408).

Taulukossa 1 on esitetty menetelmiä, joita yleisimmin käytetään nettonykyarvomenetelmän rinnalla arvioitaessa investointimahdollisuuksia. Taulukossa on myös selitetty yleisellä tasolla kunkin menetelmän periaate. Koska nettonykyarvomenetelmää (NNA) pidetään ylivoimaisimpana arviointityökaluna verrattuna muihin menetelmiin (pääoman tuottoasteeseen / keskimääräiseen tuottoasteeseen, suhteellisen nykyarvon menetelmään, sisäiseen korkokantaan ja takaisinmaksuajanmenetelmään), niitä ei käsitellä tässä (ks. vertailu Brealey & Myers 1996, luku 5.).

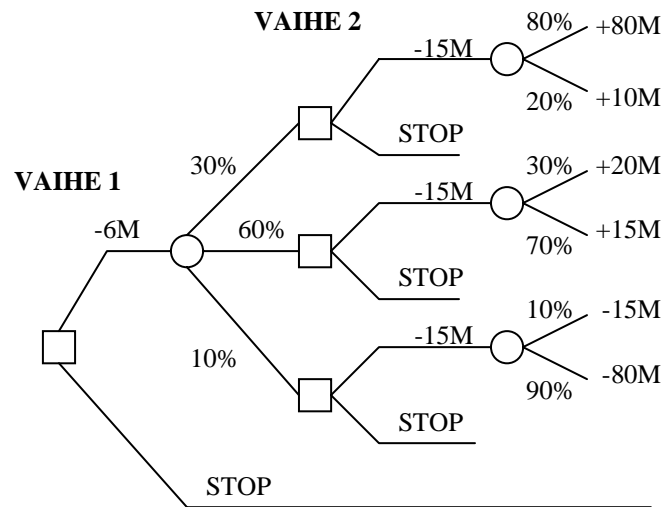
Jotta taulukossa 1 esitettyjen arviointimenetelmien tyypillisimpiä piirteitä voisi kuvata, tarkastellaan seuraavaksi niiden soveltamista investointimahdollisuuksien arviointiin kuvitteellisen esimerkin avulla. (Faulkner 1996, 50–56).

Esimerkissä käytetty investointimahdollisuus on kaksivaiheinen, koostuen vaiheesta 1 ja mahdollisesta seuraavasta vaiheesta 2, jonka jälkeen tuotteen oletetaan olevan valmiina markkinoitavaksi. Arvioidut kustannukset, tulot ja todennäköisyydet on mallinnettu päätöksentekopuussa kuviossa 4. Tuotekehityksen oletetaan olevan deterministinen eli vaiheet tapahtuvat kausaalisesti, ja teknisen menestyksen todennäköisyys on 100 %.

**TAULUKKO 1** Perinteiset menetelmät investointimahdollisuuksien arvioinnissa.

<b>Menetelmä</b>	<b>Selitys</b>
<b>Nettonykyarvo</b> (NNA)	Arvioidaan kaikki periodikohtaiset kassavirrat ja lasketaan tulevien kassavirtojen nykyarvo diskonttaamalla ne käyttäen laskentakorkokantaa, joka on suhteessa arvioitavan projektin riskiin. Päätöksentekosäännön mukaisesti investoidaan, jos NNA on positiivinen. (ks. Drury 1996, 389)
<b>Päätöksentekopuuanalyysi</b> (Decision Tree Analysis)	Kartoitetaan kaikki mahdolliset vaihtoehtoiset päätökset suhteessa mahdollisiin vaiheisiin tapahtumaketjussa hierarkisesti. Lasketaan jokaiselle vaihtoehdolle diskonttaamalla nykyarvo huomioiden todennäköisyydet kullekin päätökselle. (ks. Drury 1996, 355).
<b>Riski-tuotto menetelmä</b> (Risk-Return Staircase)	Alkuinvestoinnin ja tulevaisuuden kustannusten/tulojen välisen ajallisen eron ollessa suuri on myös projektiin liittyvä kokonaisriski suuri. Ajallisen eron kaventuessa pienenee samassa suhteessa myös projektin kokonaisriski. Laskelmissa käytetään alenevaa diskonttauskerrointa, joka kuvaa kokonaisriskin pienenemistä. (ks. Myers 1987).
<b>Vaikutusdiagrammit</b> (Influence Diagrams)	Havainnollistetaan graafisesti avainsuhteet tärkeimpien muuttujien välillä, jotka vaikuttavat epävarmaan tulemaan. menetelmä on käsitteellinen ja suppea tulkinta päätöksentekopuumallista. (ks. Charnes & ym. 1999).
<b>Simulaatiomenetelmät</b> (Simulation methods)	Mallinnetaan kaikki syy-seuraus suhteet projektissa käyttäen jakaumia ja arvioita sisällytettävälle muuttujille. Käytetään satunnaisotantaa luottaessa jakaumaa projektin tulemille. (ks. Trigeorgis 1996, 55; Amram & Kulatilaka 1999b, 108).
<b>Skenaario suunnittelu</b> (Scenario Planning)	Luodaan tietty määrä arvioita mahdollisista tulemistä yksittäiselle muuttujalle ja tehdään laskelmat jokaiselle skenaariolle. On luonteeltaan yksittäisen tunnusluvun simulointia. (ks. Trigeorgis 1996, 55).

**KUVIO 4** Hypoteettinen esimerkki investointimahdollisuudesta (Faulkner 1996, 50-56).



Vaiheen 1 kuuden miljoonan investoinnin odotetaan olevan hyvin lupaavan, keskinäisen tai alle odotusten. Vastaavasti todennäköisyydet kunkin vaiheen osalta ovat 30 %, 60 % ja 10 %. Ensimmäisen vaiheen toteutuksen jälkeen päätöksentekijän tulisi päättää jatketaanko investointia vaiheella 2 vai ei. Investointitarve vaiheessa 2 on 15 miljoonaa. Tulokset vaiheessa 2 voivat johtaa kolmeen eri myyntiarvioon riippuen vaiheen 1 tuloksista. Arviot mahdollisista tuotoista vaihtelevat +80 milj. ja – 80 milj. välillä. Todennäköisyydet vaiheen 2 tuloksille oletetaan olevan tiedossa.

Arvot investointimahdollisuudelle käyttäen perinteisiä menetelmiä on esitetty taulukossa 2. Esimerkissä on käytetty 12 % vaihtoehtoiskustannusta. Alustava reaalioption arvo on esitetty taulukon 2 lopussa.

Nettonykyarvomenetelmällä laskettu tulos on saatu käyttämällä arviota kassavirran suuruudesta kaikkein todennäköisimmän vaihtoehdon mukaisesti. Muutoksena riski-tuotto – menetelmässä on pienempi diskonttokerroin (10 %) diskontattaessa investoinnin kustannuksia. Lisäksi laskelmaan on sisällytetty kaikki mahdolliset tuottomahdollisuudet painotettuna kunkin vaihtoehdon todennäköisyydellä. Pienempi diskonttokerroin diskontattaessa investoinnin kustannuksia kuvaa paremmin kustannusten ja odotettujen tuottojen toteutumisen suhdetta, eli niihin liittyvän riskin suuruutta. Päätöksentekopuuanalyysissä käytetään kiinteää diskonttokerrointa, ja menetelmää sovellettaessa lasketaan odotetut arvot jokaiselle satunnaiselle muuttujalle päätöksentekopuussa.

**TAULUKKO 2** Tulokset käyttäen perinteisiä menetelmiä ja reaaliopliomenetelmää.

Menetelmä	Laskelma	Tulos (Milj.)	
Nettonykyarvo	$-6+(-15/1,12)+(15/1,12^2)$	-9,4	
Riski-Tuotto -menetelmä	$-6+(-15/1,10)+(0,3*(0,8*80+0,2*10)+0,6*(0,3*20+0,7*15)+0,1*(0,1*(-15)+0,9*(-80)))/1,12^2$	-1,8	
Päätöksentekopuuanalyysi	$-6+(0,3*((0,8*80+0,2*10)/1,12-15)+(0,6*0+0,1*0))/1,12$	5,8	
Skenaariosuunnittelu	Menestys	$-6+(-15/1,12)+(80/1,12^2)$	44,4
	Keskinkert.	$-6+(-15/1,12)+(15/1,12^2)$	-7,4
	Tappio	$-6+(-15/1,12)+((-80)/1,12^2)$	-83,2
<b>Reaalioplianalyysi</b>	<b><math>-6+0,3*(-15/1,12)+0,3*((0,8*80+0,2*10)/1,12^2)</math></b>	<b>5,8</b>	

On huomionarvoista, että vain erittäin lupaavat tulokset vaiheesta 1 takaavat jatkuvuuden päätöksentekopuuanalyysissä. Vastaavasti skenaariosuunnittelussa kolme vaihtoehtoista skenaariota on muodostettu kuvaten menestyneintä, keskinkertaista ja tappiollista tulevaisuutta vaiheessa 2.

Vaikutusdiagrammi tarjoaisi saman tuloksen kuin päätöksentekopuuanalyysi, koska laskelma on identtinen mallien välillä. Simulaatio -menetelmässä, esim. Monte Carlo -simulaatiossa, mallinnettisiin matemaattisten kaavojen avulla kaikki oleelliset muuttujat ja muodostettaisiin jakaumat kullekin muuttujalle. Mallin oletuksena olevat jakaumat ovat jatkuvia sen sijaan, että käytettäisiin kahden tai kolmen pisteen arvioita satunnaisille muuttujille muodostaen jakauman tuleville.

Yhdessä päätöksentekopuuanalyysin kanssa reaaliopliomenetelmä on tässä tapauksessa ainoa menetelmä, joka osoittaa investointimahdollisuuden hyväksyttävyyden. Se mikä erottaa reaalioplianalyysin päätöksentekopuuanalyysistä on sen keskittyminen kaikkien potentiaalisten vaihtojen joukosta vain kaikkein tuottavimpaan vaihtoehtoon tulevaisuudessa. Päätöksentekopuuanalyysistä tulee työläämpi toteuttaa kun epävarmuustekijöiden määrä mallissa kasvaa. Reaalioplianalyysi sisällyttää suoraan käytettävissä olevan johdon toiminnanvapauden laskelmiin ennen vaihetta 2. Päätös jatkaa on tehty vain jos tulokset vaiheesta 1 ovat hyvin lupaavia, jotka toteutuvat 30 % todennäköisyydellä. Keskittymällä tuottavimpaan vaihtoehtoon vaiheesta 1, reaaliopliologiikka painottaa sitoutumista ensimmäisen vaiheen investointiin.

## 3 NORMATIIVINEN INVESTOINTITEORIA

### 3.1 Katsaus aikaisempaan investointikirjallisuuteen

Liiketaloustieteellisen investointitutkimuksen kohdealueena on ollut investointipäätös ja siihen liittyvä suunnittelu sekä valvonta yksittäisen yrityksen näkökulmasta. Kokonaisuudessaan liiketaloustieteellinen investointitutkimus on syntynyt ja kehittynyt pääosin 50 viimeisen vuoden aikana.

Varhaisimpia investointiteorioita oli kiihdytinmalli. Sen mukaan investoinnit riippuvat ainoastaan tuotoksen muutoksesta tämän ja edellisen ajanjakson välillä. Empiirisen testauksen yhteydessä mallia on kehitetty pidemmälle. Syntyi joustava kiihdytinmalli, jonka erona aikaisempaan malliin oli, että investoinnit eivät riipu ainoastaan tuotoksen muutoksesta vaan myös kaikista aikaisemmista muutoksista tuotannossa. Tätä voidaan perustella kahdella eri tavalla. Ensiksi yrityksen sopeutuminen tuotannon muutoksiin tapahtuu vähitellen eikä yhdellä kertaa. Toiseksi yrityksen oletetaan myös muuttavan odotuksiaan tulevaisuuden tuotannosta sen mukaan, miten sen aikaisemmat odotukset ovat toteutuneet. (Ali-Yrkkö 1998, 5-6).

Investointitutkimuksen eräs painopiste 50-luvulla oli kehittää menetelmiä yksittäisen investoinnin kannattavuuden mittaamiseksi (esim. nykyarvon laskenta, Dean 1951). Laskentamenetelmien kehittämisen ohella tutkimus kohdistui myös laskelmissa käytettävään korkokantaan ja sitä kautta myös pääomakustannuksiin (Modigliani & Miller 1958). Modiglianin ja Millerin kehittämän teoreettisen mallin mukaan yrityksen rahoitus- ja investointipäätökset voidaan erottaa toisistaan. (Ali-Yrkkö 1998, 5-6).

### 3.2 Normatiivisen investointiteorian historia ja kehitys

Nykyisin liiketaloustieteellisessä investointitutkimuksessa voidaan erottaa kaksi pääsuuntausta: teoreettiseen menetelmäkehittelyyn painottunut *normatiivinen investointitutkimus* ja empirisiin havaintoihin tukeutuva *behavioristinen investointitutkimus*. Seuraavaksi esitetään lyhyt katsaus normatiivisen investointitutkimuksen keskeisiin piirteisiin ja kehitykseen.

1960-luvulla investointitutkimuksen suuntaviivat muuttuivat ja nykyinen normatiivinen investointiteoria sai alkunsa (Haavelmo 1960, Jorgenson 1963, 1967). Artikkelissaan "Capital Theory and Investment Behaviour" Jorgenson esitti dynaamisen neoklassisen investointimallin, jossa yrityksen investointiteoria johdettiin mikroteoreettisista lähtökohdista. Olettamuksena oli, että yritys maksimoi tulevien voittojen nykyarvoa äärettömästä tähän päivään. Lisäksi oletettiin seuraavat asiat: välitön ja kustannukseton sopeutuminen halutulle pääomatasolle, pääoman kuluminen vakionopeudella, rationaaliset odotukset tulevaisuuden teknologiasta sekä tuotteiden ja panosten hinnoista ja täydelliset pääomamarkkinat. (Ali-Yrkkö 1998, 5-6).

Edellä esitetyistä oletuksista johtuen yrityksen nykyarvo määräytyy täysin yksikäsitteisesti. Teoreettisen mallin keskeinen tulos oli se, että investoinnit riippuvat pääoman käyttäjäkustannuksesta (ns. user-cost). Nämä käyttäjäkustannukset sisältävät vaihtoehtoiskustannuksen (menetetyn korkotuoton), pääoman kulumisen, verotustekijät sekä pääomavoitot tai -tappiot, joista inflaatio-olosuhteissa merkittävin on velkojen reaalisien arvojen alenemisesta johtuva inflaatiovoitto. (Ali-Yrkkö 1998, 5-6).

Alkuperäisen Jorgensonin mallin heikkous on, että sen avulla johdettiin ainoastaan haluttu pääomakanta eikä itse investointeja. Investoinnithan ovat halutun ja olemassa olevan pääomakannan välistä sopeutumista. Muokatessaan malliaan empiirisesti testattavaan muotoon Jorgenson määritteli investoinnit siten, että ne riippuvat viiveellä halutun pääomakannan muutoksesta. Tämä viiverakenne toimi mekanismina, jolla pääomakanta sopeutuu halutulle tasolle.

Eisner & Strotz (1963), Lucas (1967) ja Gould (1968) kehittivät teoreettisen ratkaisun siihen, kuinka yritys sopeuttaa nykyisen pääomakantansa halutulle tasolle. Ratkaisu perustuu oletukseen, jonka mukaan pääomakannan nopea sopeuttaminen lisää yrityksen kustannuksia. Sopeutumiskustannukset kasvavat sitä suuremmiksi, mitä nopeammin yritys pyrkii haluttuun pääomatasoonsa. Käytännössä sopeutumiskustannuksia syntyy uuden pääomakannan asennuksesta sekä työntekijöiden kouluttamisesta käyttämään uutta konekantaa. Lisäksi, jos yritys velkaantuu hankkiessaan lisää pääomaa, niin sen rahoituskustannukset pääomayksikköä kohden saattavat nousta. (Ali-Yrkkö 1998, 5-6).

1960- ja 70-lukujen taitteessa mallia kehitettiin teoreettisella tasolla erottamalla tuotos ja suhteelliset panoshinnat eri termeihin (Bischoff 1969, 1971 ja Eisner & Nadiri 1968). Muutoksen

seurauksena investointien reagoitua voitiin tarkastella erikseen kysynnän muutokseen ja toisaalta suhteellisten hintojen muutokseen. Tutkimusten empiiristen tulosten mukaan yritys reagoi nopeammin kysynnän muutokseen kuin hintojen muutokseen. Jorgensonin empiiristen tulosten mukaan suhteelliset hinnat olivat hyvin merkittävä tekijä yrityksen investointipäätöksessä. Vastakkaiseen tulokseen päätyivät Shapiro (1986) ja Blanchard (1986). (Ali-Yrkkö 1998, 5-6).

Normatiivisen investointitutkimuksen juuret ovat siis kansantaloustieteellisessä investointitutkimuksessa ja neoklassisessa yrityksen teoriassa. Tältä pohjalta kehittynyt investointiteoria on luonteeltaan normatiivinen teoria, joka on keskittynyt menettelytapasuositusten antamiseen rationaalisesti käyttäytyvälle investoijalle. Investointiteoria etsii vastauksia seuraaviin kysymyksiin (Kasanen yms. 1993. 15–18):

- Paljonko yrityksen tulisi investoida?
- Mihin kohteisiin investoitava pääoma suunnataan?
- Miten investoinnit rahoitetaan?

Normatiivisen investointitutkimuksen painopistealueet ovat teorian kehittymisen myötä vaihdelleet. Aluksi keskeisenä tutkimuskohteena oli taloudellisessa analyysissä käytettävien laskentamenetelmien (mm. investoinnin nykyarvo ja sisäinen korkokanta) ja niihin perustuvien pääsääntöjen kehittäminen. Investointiteorian varhaisimmat päätösmallit olivat deterministisiä (kausaalisia). Niiden reaalisuutta pyrittiin lisäämään mm. kytkemällä tarkasteluun verot ja inflaatio. Erään keskeisen osaongelman muodosti investoinnille asetettava tuottovaatimus, joka eri rahoitusmuotojen kustannusten analysoinnin kautta kytkettiin yrityksen keskimääräisiin pääomakustannuksiin. Näin muodostui yhteys investointiteorian ja rahoitusteorian välille. (Kasanen ym. 1993. 15–18).

Viimeisen 30 vuoden aikana on investointeihin liittyvä riski ollut normatiivisen investointitutkimuksen keskeisenä kohdealueena. Todennäköisyysteorian sovellutuksina on kehitetty erilaisia menetelmiä ja tekniikoita investoinnin rahavirtaan kohdistuvan epävarmuuden kvantifioimiseksi ja arvottamiseksi. Aluksi tarkasteltiin yksittäiseen investointikohteeseen liittyvää kokonaisriskiä, josta on siirrytty tutkimaan investointikohteen vaikutusta koko yrityksen riskiin. Lähtökohtana on ollut modernin rahoitusteorian piirissä optimaalisen arvopaperisalkun valintaan kehitetty portfolioteoria ja sen johdannaisena syntynyt riskinalaisten sijoituskohteiden



den hinnoittelumalli Capital Asset Pricing Model (CAPM). Portfolioteorian ja CAPM-mallin olettamuksilla on reaali-investoinnin riski mitattavissa ja sisällytettävissä investoinnilta edellytettävään tuottoon. (Kasanen ym. 1993. 15–18).

### 3.3 Perusidean kuvaus

Normatiivisen investointiteorian perusmallin pohjalta on sen olettamuksia muuntaen syntynyt uusia suuntauksia, jotka pyrkivät yhä monimutkaisempien investointitilanteiden käsittelyyn. Esimerkkejä tällaisista teorian viimeisimmistä suuntauksista ovat agenttiteoriaan ja optioteoriaan perustuvat sovellutukset.

Normatiivinen tutkimussuuntaus, jonka piiriin valtaosa liiketaloustieteellisestä investointikirjallisuudesta nykyisin sijoittuu, on siis keskittynyt tarkastelemaan investoinnin suorittamiseen liittyvää valintapäätöstä ja siihen kytkeytyvää investointivaihtoehtojen taloudellista arvottamista. Teoria pyrkii selvittämään mitkä ovat yrityksen kannalta hyväksyttävät investointikohteet, kuinka paljon rahaa yritys on valmis sijoittamaan investointeihin, sekä mistä investointien toteuttamiseen tarvittava rahoitus saadaan (Drury 1996, 383). Normatiivisen investointiteorian lähtöolettamukset ovat seuraavat (Pike & Neale 1999, 68):

- yrityksen tavoitteena on omistajien varallisuuden maksimointi,
- investointikohteet sekä niiden taloudelliset vaikutukset ovat tunnetut,
- toimintaympäristössä vallitsevat täydelliset pääomamarkkinat.

Edellä mainittuja, todellisuutta voimakkaasti yksinkertaistavia, olettamuksia on teorian kehittämisen yhteydessä modifioitu ja lievennetty. Voiton maksimointi on muunnettu yrityksen omistajien varallisuuden maksimointitavoitteeksi sekä tarkastelun kohteeksi ovat tulleet epätydellisten pääomamarkkinoiden erilaiset rahoitusmuodot kustannuksineen. Investointikohteiden taloudellisten seuraamusten osalta huomiota on kiinnitetty investoinnin rahavirran stokastiseen vaihteluun. (Kasanen ym. 1993. 15–18).

Perinteisessä normatiivisessa investointiteoriassa investointikohteiden arvottaminen ja valinta tapahtuvat pitkälti käyttämällä hyväksi erilaisia laskentamenetelmiä. Normatiivisen investointiteorian antamat menettelytapasuositukset voidaankin pelkistetysti kiteyttää seuraavaan oh-

jeeseen: *Hyväksy kaikki investointikohteet, joiden nykyarvo kohteen riskin huomioonottavalla diskonttauskorkokannalla on positiivinen.* Investointiteoria pelkistää investointipäätöksen taloudellisiin kalkyyleihin perustuvaksi valintatilanteeksi, jossa investointilaskelmat toimivat ”vastauslaitteina” ja päätöksentekijän tehtäväksi jää vain kalkyylin osoittaman ratkaisun vahvistaminen. Hyvin yleisesti käytetään varsinkin diskontattuja kassavirtamenetelmiä: investoinnin nykyarvo (NPV), sisäinen korkokanta (IRR) ja kannattavuusindeksi (PI). Muita menetelmiä ovat esimerkiksi accounting rate of return ja takaisinmaksuaika. (Kasanen ym. 1993. 15-18; Weston & Copeland 1992, 304).

### **3.4 Normatiivisen investointiteoriaan ja diskontattuihin kassavirtamenetelmiin liittyvät ongelmat**

#### **3.4.1 Yleinen kritiikki normatiivista investointiteoriaa kohtaan**

Normatiivisen investointiteorian suositusten ja investointitoiminnassa noudatettavien menettelytapojen välillä vallitsee suuriakin eroja. Empiiriset tutkimukset ja käytännön havainnot ovat tuoneet esille mm. seuraavia asioita (Honko ym. 1982; Kasanen ym. 1993):

- a) Normatiivinen investointiteoria olettaa, että yrityksen tavoitteena on vain ja ainoastaan omistajien varallisuuden maksimointi. Todellisuudessa yrityksillä on useita, monesti ristiriitaisia tavoitteita, joita johto pyrkii tasapainottamaan.
- b) Investointiteoria tarkastelee yksittäisiä investointikohteita erillään niiden strategisesta yhteydestään. Käytännössä investoinnit ja strategia kuitenkin kytkeytyvät läheisesti toisiinsa. Tutkimukset ovat osoittaneet strategian ja investointien yhteensopivuuden olevan investointien keskeisin avaintekijä.
- c) Investointiteoria tarkastelee vain investointikohteiden valintapäätöstä ja siihen kytkeytyvää vaihtoehtojen taloudellista arvottamista sekä rajaa muut investointitapahtuman kriittiset vaiheet tarkastelun ulkopuolelle.
- d) Investointiteorian lähtökohtana on, että investointien seuraamukset ovat ilmaistavissa rahavirtoina. Käytännössä investointien hyötyjen ilmaiseminen rahamääräisinä tuottaa monesti ylitsepääsemättömiä vaikeuksia. Esimerkiksi monien aineettomien investointien hyötyjen määrittäminen rahamääräisinä on erittäin hankalaa.

- e) Olettamalla investointivaihtoehdot taloudellisine seuraamuksineen tunnetuiksi investointiteoria sivuuttaa investointitapahtuman ehkä kriittisimmän vaiheen eli investointi-ideoiden kehittämisen. Käytännössä yrityksen investointitoiminnan tuloksellisuus riippuu kuitenkin ensisijaisesti organisaation kyvystä tuottaa käyttökelpoisia investointi-ideoita eikä niinkään siitä, millaisilla laskentamenettelyillä niitä arvioidaan.
- f) Teoria perustaa investoinnit ainoastaan investointilaskelmiin olettaen, että investointiratkaisut perustuvat vain investoinnin taloudellisiin, rahassa ilmaistaviin seuraamuksiin. Todellisuudessa päätöksiä ei tehdä pelkästään investointilaskelmien perusteella. Ne ovat vain eräs päätöksentekijän informaatiolähde, jonka ohella strategiset visiot, markkinatuntemus ja muut kvalitatiiviset tekijät ovat päätöksenteossa merkittäviä.
- g) Investointiteoria ei ota juurikaan huomioon johdon roolia investointipäätöksissä. Teoria yleistää johtajat vain nykyarvokalkyylien osoittaman lopputuloksen teknisiksi toteuttajiksi. Käytännössä yritysjohto on kuitenkin yrityksen investointitoiminnan avaintekijä, jonka keskeisenä tehtävänä on kehittää ja toteuttaa yrityksen strategiaa sekä huolehtia sen edellyttämistä investoinneista.
- h) Investointiteoria on jättänyt vähäiselle huomiolle yrityksen organisaation ja siinä toimivien yksilöiden ja ryhmien sekä yrityksen sisäisen päätöksentekoprosessin vaikutuksen investointipäätöksiin.
- i) Monien investointiteorian mallien informaatiovaatimukset ovat epärealistiset. Mallien soveltamisen edellyttämää informaatiota ei todellisuudessa ole lainkaan saatavissa tai sen hankkiminen ei ole aika-, resurssi- tai kustannussyistä mahdollista. Empiiriset tutkimukset ovat osoittaneet, että käytännön päätöksenteossa hyödynnetään vain suhteellisen yksinkertaisia analyysityökaluja.
- j) Investointiteoria jättää tarkastelun ulkopuolelle valintapäätöksen jälkeisen investoinnin toimeenpanon ja valvonnan. Se sivuuttaa esimerkiksi investoinnin toteutuksen ongelmattomana rutiinivaiheena lähtien siitä, että valitut investointikohteet ovat ”valmiina” odottamassa ja ongelmitta kytkettävissä yrityksen toimintaan. Investointien onnistumista koskevissa empiirisissä tutkimuksissa ovat toteutusvirheet kuitenkin osoittautuneet monen investoinnin epäonnistumisen syyksi. Samoin esimerkiksi valvontajärjestelmän tunnuslukujen on havaittu vaikuttavan johdon toimintaan.

### 3.4.2 Kritiikkiä perinteisiä diskonttausmenetelmiä kohtaan

Volatiliteetti ei ole sama asia kuin riski, volatiliteetti luo mahdollisuuksia. Ehkä suurin syy virheiden syntyyn projektin kannattavuuden arvioinnissa on oletus, että investoinnin riski ehdoitta pienentää projektin arvoa. Yleisesti voidaan todeta, että mitä suurempi volatiliteetti on, sitä suurempi on myös kasvupotentiaali sekä mahdollisten tuottojen arvo, jos pääoman kustannukset voidaan jaksottaa. Alkuvaiheen investoinnit on perinteisesti arvioitu suurimman riskin omaaviksi. Tähän mennessä esitetyt menetelmät tukevat tätä jatkuvuuden argumenttia, mutta ne eivät huomioi useiden mahdollisuuksien tuomaa lisäarvoa. (Luenberger 1998, 429).

Kiinnostus investointiin kasvaa, kun resurssit voidaan sitoa jaksottaisesti. Jos tulevaisuuden investoinnin kustannuksissa on epävarmuutta, kiinnostus tehdä ensimmäisen vaiheen sijoitus vahvistuu entisestään. Puutteet perinteisissä pääomabudjetointimenetelmissä johtuvat oletuksesta, että koko investointi on peruuttamaton eikä sitä voida jaksottaa. Jos nämä oletukset toteutuvat, antaa staattinen nettonykyarvomenetelmä saman tuloksen optiohinnoittelumenetelmän kanssa. Lisäksi perinteisten menetelmien avulla riskiä on vaikea arvioida objektiivisesti, mikä lisää entisestään virheen mahdollisuutta. (Majd & Pindyck 1987, 20; Ott & Thompson 1996, 1-16).

Perinteiset menetelmät ovat käyttökelpoisimmillaan stabiilissa ympäristössä. Tämän vuoksi niitä ei ole käytännössä helppo käyttää, koska ne vaativat luotettavia arvioita vuosittain odotettavista kassavirroista sekä diskonttauskoroista hyvinkin pitkien aikavälien puitteissa (Hodder & Riggs 1985, 128). Tulevaisuus on aina jossain määrin epävarmaa, ja näin ollen tulevaisuuden kassavirtoja joudutaan arvioimaan pitkälti subjektiivisesti. Tällöin on riskinä, että yrityksen johto saattaa pitää näitä kassavirtojen ennusteita todellisuutena, mikä luo illusion numeroiden paikkansapitävyydestä (Amram & Kulatilaka 1999b, 13).

Perinteisten menetelmien kohdalla myös diskonttokoron määrittäminen on vaikeampaa. Sen pitäisi ottaa huomioon sekä rahan inflaatio, joka saa merkittävämmän roolin erityisesti pidempikestoisissa investoinneissa, että riskikompensaatio, joka vaihtelee henkilöittäin riippuen henkilön preferensseistä ja vallitsevasta taloudellisesta ympäristöstä (Hodder & Riggs 1985, 129). Progressiiviset verot ja transaktiokustannukset saattavat myös vaikeuttaa sopivan diskonttokoron löytymistä (Aggarwall 1991, 79). On myös muistettava, että jos diskonttauskorko on korkea, kaukaisemmille, myöhemmin tuleville kassavirroille laitetaan vähemmän painoa

kuin lähitulevaisuuden kassavirroille. Arvioitaessa potentiaalisia investointikohteita tämä saattaa johtaa yrityksessä käyttäytymiseen, jossa suositaan nopeasti tuottavia investointeja tulevaisuuden kustannuksella (Dixit & Pindyck 1995, 107).

Ehkä kaikkein tärkein kirjallisuudessa esiintyvä kritiikin kohde perinteisiä menetelmiä kohtaan on se, että niissä usein jätetään täysin huomiotta päätöstilanteissa mahdollisesti oleva joustavuus, joka ilmenee projektien ja investointien elinaikana (Weston & Copeland 1992, 493). Yleisesti perinteisissä analyyseissä oletetaan, että investoinnit ovat joko täysin peruttavissa olevia, eli jo tehty investointi voidaan jotenkin tehdä tekemättömäksi, taikka sitten ne ovat peruuttamattomia, nyt tai ei koskaan – tilaisuuksia, eli jos investointia ei tehdä nyt, mahdollisuus sen tekemiseen menetetään iäksi (Lander & Pinches 1998, 537; Dixit & Pindyck 1995, 106)<sup>3</sup>. Maailman tilanteen muuttuessa yrityksen johto saattaa päivittää investointisuunnitelmiaan, mutta analyysi ottaa huomioon vain alkuperäisen, välittömän suunnitelman, jolloin päätökset pysyvät muuttumattomina eivätkä yrityksen käyttämät mallit eivät muutu (Amram & Kulatilaka 1999b, 14). Trigeorgis ja Mason (1987, ref. Agmon 1991, 42) kiteyttävät em. ongelman seuraavasti: ”*Perinteisten diskonttausmenetelmien käyttö pääoman budjetoinnissa ei huomioi yrityksen johdon kykyä muuttaa alkuperäistä toimintastrategiaansa, jos tulevaisuuden tapahtumat eroavat siitä, mitä yrityksen johto oletti*”.

---

<sup>3</sup> Yritykselle tai toimialalle spesifit investoinnit ovat pitkälti peruuttamattomia: esimerkiksi useimmat markkinointi- tai mainoskampanjat ovat yrityskohtaisia eikä niitä voi peruuttaa, ne ovat siis uponneita kustannuksia. Investoinnit voivat olla peruuttamattomia myös hallitusten asettamien rajoitusten, sopimusten ja yrityskulttuurien erojen vuoksi. (Dixit & Pindyck 1995, 109–110).

## 4 REAALIOPTIOTEORIA

### 4.1 Optioiden yleisistä ominaisuuksista

Lyhyesti määriteltynä optio on oikeus, mutta ei velvoite, ostaa tai myydä option perustana oleva *kohde-etuus* ennalta määrättyjen ehtojen mukaan. Optiota, joka antaa haltijalleen oikeuden ostaa jotakin, kutsutaan *osto-optioksi* (call option), kun taas optio, joka muodostaa oikeuden myydä varat kutsutaan *myyntioptioksi* (put option). Avainsanat optioiden kohdalla ovat ”*ennalta määrättyin ehdoin*”. Tämä tarkoittaa, että kun sopimus on tehty ja optio on ostettu tai myyty, sitä seuraavat arvot ovat kiinteitä. Ensiksikin *option toteutushinta* tai *lunastushinta* (exercise price), kyseessä olevalle kohde-etuudelle on asetettu. Tämä on hinta, jolla option haltija voi käyttää oikeuttaan hankkia kohde-etuus, toisin sanoen lunastaa optio. Toiseksi *erääntymisajankohta* tai *maturiteetti* (maturity) on ennalta sovittu. Toisin sanoen option haltijalla on ainoastaan rajoitettu aika käyttää oikeuksiaan lunastaa optio. Optiota kutsutaan *amerikkalaiseksi optioksi*, jos optio voidaan toteuttaa milloin tahansa ennen sen erääntymistä ja *eurooppalaiseksi optioksi*, jos optio voidaan toteuttaa ainoastaan sen erääntymishetkellä. (Puttonen & Valtonen 1996, 39–41).

Tyypillisimpiä optioiden kohde-etuuksia ovat rahoitusinstrumentit kuten osakkeet ja joukko-velkakirjat. Kohde-etuutena voivat olla myös korot, varastot, ulkomaiset valuutat, markkinahyödykkeet, tulevaisuuden sopimukset tai esim. tulos tuotekehitysprojektin tietystä vaiheesta.

Optiolla on myös tietty hinta, joka voidaan neuvotella osana optiosopimusta tai vakiinnuttamalla se markkinoilla. Osapuoli, joka ostaa option, maksaa sopimuksen alkaessa hinnan, *preemion*, osapuolelle joka asettaa option. Osapuoli, joka hankkii option, ei kohtaa tappion riskiä muuten kuin preemion osalta. Toisin kun ostaja, myyjä kantaa suuremman riskin, sillä hänen täytyy ostaa tai myydä kohde-etuus, jos optio toteutetaan. Osto-option tapauksessa myyjä saattaa joutua myymään kohde-etuuden markkinahintaa huomattavasti matalammalla hinnalla ja vastaavasti myyntioption tapauksessa myyjä joutuu ostamaan kohde-etuuden markkinahintaa huomattavasti kalliimmalla. (Luenberger 1998, 320–321).

## 4.2 Option arvoon vaikuttavat tekijät

Option markkinahintaan eli preemioon vaikuttavat monet eri tekijät, minkä vuoksi optioiden hinnoittelu on suhteellisen monimutkainen tehtävä. Keskeisiä lainalaisuuksia ovat seuraavat.

Ensinnäkin *osto-optioiden arvo ei koskaan voi olla pienempi kuin kohde-etuuden arvon ja option toteutushinnan erotus*. Toteutusajankohtanaan option arvo on helposti selvitettävissä. Jos kohde-etuuden arvo  $S$  on pienempi kuin option toteutushinta  $X$ , osto-option haltijalla ei ole halua toteuttaa optiota, koska kohde-etuus on ostettavissa markkinoilta alhaisemmalla hinnalla. Toisaalta, jos  $S > X$ , option haltija tekee voittoa  $S - X$ , koska hän voi ostaa kohde-etuuden hinnalla  $X$  ja myydä ne heti hintaan  $S$ . Osto-option kohde-etuuden arvon ja toteutushinnan välistä positiivista erotusta kutsutaan *perusarvoksi*. On huomattava, että option perusarvo ei ole koskaan negatiivinen. Optiohan on oikeus myydä tai ostaa, eikä se velvoita haltijaansa. Myyntioption perusarvo on luonnollisesti toteutushinta vähennettynä kohde-etuuden arvolla. Yleinen kaava osto-option arvolle erääntymisajankohtanaan on (Copeland 2001, 10):

$$(1) \quad C = \text{MAX}[S - X, 0]$$

Kaavasta voidaan nähdä, että mitä suurempi kohde-etuuden arvo on, sitä suurempi on osto-option arvo. Tulos on käänteinen myynti-option kohdalla.

Option sanotaan olevan *plusoptio* (in-the-money), kun sen toteuttaminen tuottaa voittoa sen haltijalle ja *miinusoptio* (out-of-the-money) kun sen toteuttaminen on kannattamatonta. Lisäksi, jos toteutushinta on yhtä suuri kuin kohde-etuuden arvo, optio on *tasaoptio* (at-the-money). Kuitenkin, vaikka option välitön toteuttaminen olisikin kannattamatonta, optio säilyttää positiivisen arvon jos on olemassa mahdollisuus, että kohde-etuuden hinta tulee nousemaan huomattavasti toteutusajankohtaan mennessä mahdollistaen option voitollisen toteuttamisen. (Bodie ym. 1999, 610–611).

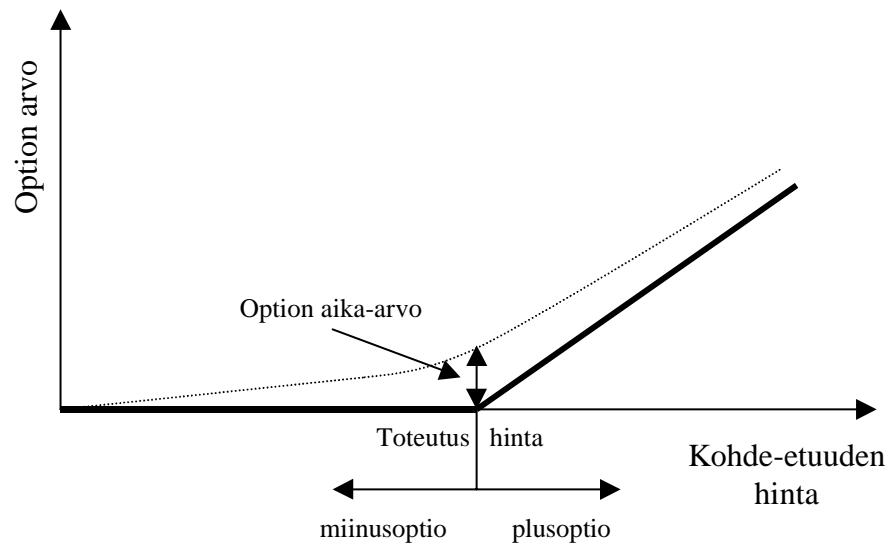
Kuviossa 5 kuvataan osto-option arvoa ennen sen toteutusajankohtaa. Katkoviiva kuvaa optioiden markkina-arvoa ja yhtenäinen viiva perusarvoa, jos optio toteutetaan heti. Option markkinahinnan ja perusarvon erotusta kutsutaan *option aika-arvoksi*<sup>4</sup>. Aika-arvo on määriteltävissä

---

<sup>4</sup> Tätä ei tule sekoittaa rahan aika-arvoon.

seikalla, että optiolla on yhä edelleen aikaa jäljellä ennen sen erääntymistä. Osto-optio on aina arvokkaampi kuin sen arvo heti toteutettaessa – ellei kohde-etuus ole täysin arvoton, jolloin myös optio on arvoton. Option aika-arvo on suurimmillaan, kun optio on noin tasaoptio. (Bodie ym. 1999, 656).

**KUVIO 5** Osto-option arvo ennen erääntymistä. (Bodie ym. 1999)

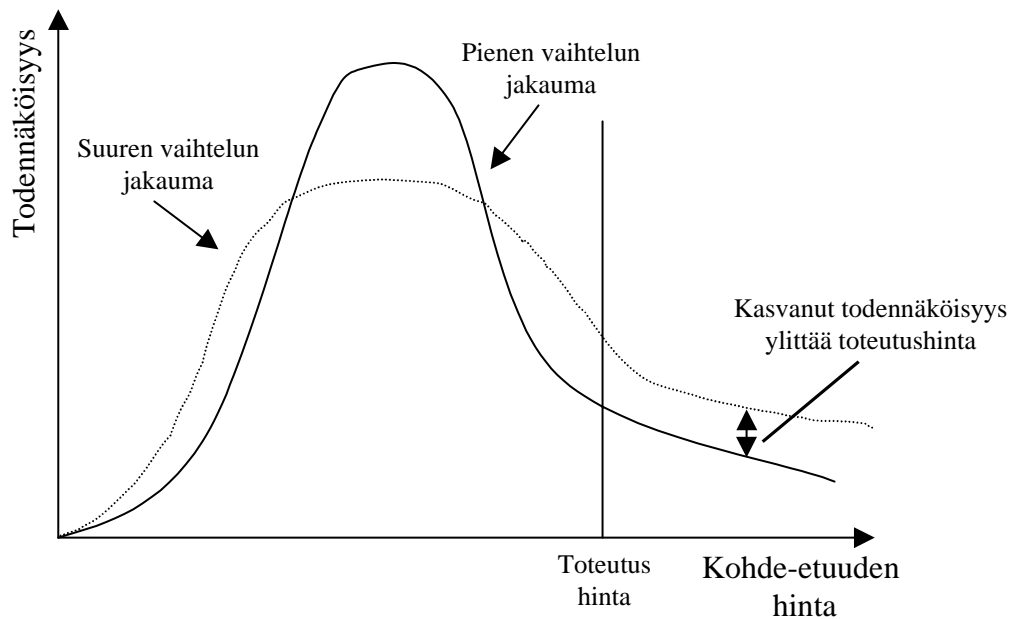


Kun kohde-etuuden hinta on huomattavasti korkeampi kuin toteutushinta, osto-option arvo lähestyy kohde-etuuden arvoa vähemmän kuin nykyarvo toteutushintaa. Tämä sen takia, että mitä suurempi kohde-etuuden arvo on, sitä suurempi todennäköisyys, että optio tullaan lopulta toteuttamaan. Jos on lähes varmaa, että optio tullaan toteuttamaan, on se vaikutuksiltaan sama kuin omistaisi kohde-etuuden jo nyt. Erona on, että kohde-etuus tullaan maksamaan myöhemmin ja tämän velvollisuuden nykyarvo on toteutushinnan nykyarvo. (Brealey & Myers 1996, 570).

Kun kohde-etuuden arvo on huomattavasti alhaisempi kuin toteutushinta, osto-optiosta tulee lähes arvoton, koska todennäköisyys sen toteuttamiselle on minimaalinen. Toteuttamisen todennäköisyys on riippuvainen kohde-etuuden hinnan volatilitteetistä ja ajasta toteutushetkeen. Jos volatilitteetti on korkea, on olemassa enemmän kasvupotentiaalia. Hyvä kehitys voi aiheuttaa, että optio erääntyy plusoptiona, kun taas huono kehitys ei voi huonontaa maksua alle nol- lan. Koska tämä on epäsuhtainen tilanne, suurempi volatilitteetti lisää option arvoa kuten kuvio 6 voi todeta.



**KUVIO 6** Suurempi volatilitteetti lisää option arvoa. (Copeland 2001, 86).



Voimassaoloajan pidentäminen kasvattaa molempien optiotyyppien arvoa. Option haltijalla on tällöin enemmän aikaa odottaa kohde-etuuden arvonnousua tai – laskua. Pidempi voimassaoloaika lisää osto-option arvoa, jos kohde-etuudesta ei makseta osinkoa option voimassaoloaikana, koska toteutushinnan aika-arvo on tällöin pienempi ja optiolla on suurempi todennäköisyys päätyä plussalle. Toisaalta kasvanut aika toteutusajankohtaan nähden merkitsee sitä, että on suurempi todennäköisyys, että varoille maksetaan myös osinkoa. Tämä saattaa aiheuttaa varallisuuden arvon laskua ja tuloksena option arvo saattaisi laskea. Myyntioptiolle vaikutus on epäselvempi. Pidempi aika toteutusajankohtaan laskee toteutusajankohdan hinnan nykyarvoa, mutta kasvattaa todennäköisyyttä, että perusarvo tulee olemaan positiivinen toteutusajankohtanaan. (Bodie ym. 1999, 658).

Volatilitteetin, kohde-etuuden arvon ja voimassaoloajan lisäksi option arvo riippuu korkotasosta. Korkotason positiivinen vaikutus osto-option arvoon voidaan ajatella toteutushinnan diskontatun arvon avulla. Korkea diskonttokorko laskee toteutushinnan nykyarvoa, eli kun toteutusajankohdan hinnan nykyarvo laskee, tarvitsee investoijan varata vähemmän rahaa option toteuttamiseen. Tulee kuitenkin huomata, että nämä vaikutukset saavutetaan olettamalla, että kaikki muut tunnusluvut pysyvät kiinteinä. Todellisuudessa nousu korkokannassa pyrkii laskemaan esimerkiksi osakkeiden hintoja. Korkotason nousulla on vastakkainen vaikutus myyntioption arvoon. (Puttonen & Valtonen 1996, 46).

Lopuksi, option voimassaoloaikana maksetut osingot laskevat kohde-etuuden arvoa, jolloin osingot myös laskevat osto-optioiden arvoa ja vastaavasti lisäävät myyntioptioiden arvoa. Tästä johtuen osto-option haltija kärsii osinkojen noususta, kun taas myyntioption haltija hyötyy siitä. (Amram & Kulatilaka 1999b, 126).

Edellä mainittujen tekijöiden vaikutus option arvoon on koostetusti esitetty taulukossa 3.

**TAULUKKO 3** Option arvoon vaikuttavat tekijät ja niiden vaikutus muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina (Puttonen & Valtonen 1996, 46).

Tekijän kasvu	Osto-optio	Myyntioptio
Kohde-etuuden hinta	+	-
Toteutushinta	-	+
Voimassaoloaika	+	+ / -
Kohde-etuuden volatilitteetti	+	+
Korkotaso	+	-
Osinkokorko	-	+

### 4.3 Reaaliopioiteorian kehitys

Reaaliopioiteorian tutkimuksen alku syntyi alun perin vastauksena siihen, että strategitit ja akateemikot eivät olleet tyytyväisiä perinteisiin pääomabudjetointitekniikoihin. Jo kauan ennen varsinaisen reaaliopioiteorian kehittämistä yritysjohtajat ja strategitit kamppailivat johdon toiminnallisen joustavuuden kanssa, joka on intuitiivisesti hankalasti saavutettavissa. Havaittiin, että standardoidut – diskontattuihin kassavirtoihin perustuvat – menetelmät usein aliarvioivat investointimahdollisuuksia, mikä johti ali-investointeihin ja kilpailuaseman menetyksiin, koska analyysit eivät joko huomioineet tai eivät lainkaan arvioineet strategisia seikkoja. Päätöksenteontutkijat havainnoivat, että ongelmana olivat väärät arvostustekniikoiden sovellukset ja ehdottivat, että niiden sijasta käytettäisiin simulaatiota ja päätöspuuanalyysijä, jotta pystyttäisiin huomioimaan useiden projektien toiminnallinen joustavuus. Diskontattujen kassavirtamenetelmien puutteet johtivat siihen, että tutkijat alkoivat ehdottaa optiohinnoittelutekniikoiden soveltamista reaali-investointeihin. Myöhemmin Trigeorgis ja Mason (1987, 14-21) selvittivät, että optioarvottaminen voidaan nähdä toiminnallisesti erikoisena, ekonomisesti korjattuna versiona päätöspuuanalyysistä, joka soveltuu paremmin arvioimaan yrityksen operatiivisia ja strategisia päätöksiä. (Trigeorgis 1993, 203–205).

Reaaliopioiteorian juuret ovat löydettävissä finanssi puolen optiohinnoittelun tutkimuksesta. Taloudellisten optioiden hinnoittelumallin kehittivät Black ja Scholes (1973). Cox, Ingersoll ja Rubenstein (1979) mukauttivat mallia muodostaen pohjan reaaliopioanalyysille. Myers (1977, 1987) esitti, että optiomenetelmää voitaisiin soveltaa strategisten etujen arvojen määrittämisessä erilaisissa investoinneissa. (Trigeorgis 1993, 203).

Käytännössä reaaliopioiteoriat keskittyivät alun perin sellaisten pääomainvestointien joustavuuteen, jotka olivat tekemisissä luonnonvarojen hyväksikäytön kanssa. Tähän olivat syynä mm. kaupattavien raaka-aineiden hintojen helppo saatavuus, korkea volatilitteetti sekä pitkät kiertoajat. Nämä ominaisuudet mahdollistivat korkeampien ja parempien optioarvojen määrittämisen (Trigeorgis 1993, 209). Esimerkiksi öljy- ja kuparituotannossa reaaliopioiteoriaa oli suhteellisen helppo käyttää, koska kyseisillä aloilla mallin vaatimat muuttujat kyettiin helposti määrittämään (Taudes 1998, 168).

#### 4.4 Perusidean kuvaus

Monet investoinnit sisältävät strategista arvoa ja mahdollistavat kasvumahdollisuuksia investoijalle. Suurin osa näiden investointien arvosta voidaan johtaa vaikeasti määriteltävistä ja arvoitettavista aineettomista eduista. Tästä johtuen vaihtoehtoisten investointimahdollisuuksien vertailu voi olla vaikeaa, erityisesti, kun myös joustavuuden taso voi vaihdella eri vaihtoehtojen kesken. Lisäksi monet investoinnit ovat peruuttamattomia, eli kun investointi on tehty, sitä ei voida peruuttaa, eikä menoja voi saada takaisin. Yhdistettynä taloudellisen ympäristön kasvavaan epävarmuuteen nämä seikat tekevät perinteisistä investointien arviointimenetelmistä sopimattomia. Esimerkiksi perinteinen NNA -analyysi ei ota huomioon investointien viivyttämistä. Jos investointi on tehty aikaisemmin kuin on optimaalista, investoivan yrityksen arvoa ei ole maksimoitu.

Reaaliopioiteorian keskeisenä tavoitteena on tuoda perinteiseen normatiiviseen investointiteoriaan mukaan luovuus ja joustavuus, jonka myötä yrityksellä on kyky muuttaa taktista suuntaansa vastauksena uuteen tietoon ja markkinoiden muutoksiin (Buckley 1996, 304). Tämä joustavuus sekä kasvattaa odotettuja kassaviroja että pienentää riskiä (Capel 1997, 99). Perinteinen normatiivinen investointiteoriahan puolestaan käyttää pitkälti erilaisia laskelmakalkyy-leja, joiden katsotaan kertovan yrityksen johdolle, mitkä investointikohteet valitaan, eikä joh-

dolta vaadita sen kummempaa joustavuuden arvioimista ja yleistä pohtimista asian tiimoilta. Nämä perinteiset kalkyytit toimivat kyllä stabiilissa toimintaympäristössä, missä tulevaisuuden muutokset ovat helposti ennakoitavissa, mutta tulevaisuuden epävarmuuden kasvaessa reaaliopiomalli tulee merkittävästi käyttökelpoisemmaksi (Amram & Kulatilaka 1999b, 23).

Reaaliopiot teoria onkin sovellettavissa erityisesti kun (Amram & Kulatilaka 1999b, 8):

- taloudellinen prosessi sisältää option,
- investointi on peruuttamaton, ja
- on epävarmuutta investoinnin arvosta sekä mahdollisuus tappioihin.

Epävarmuus voidaan huomioida esimerkiksi kohde-etuuden arvon volatiliiteetissa. Jos volatiliiteetti on pientä, option aika-arvo ei ole merkityksellinen ja reaaliopiot menetelmä ei tuo juuri-kaan lisäarvoa. Toisaalta, reaaliopiot teoria on erityisen käyttökelpoinen suuren volatiliiteetin omaavilla markkinoilla. Reaaliopiot arvo tulevaisuudessa voidaan yksinkertaisesti kuvata seuraavasti:

$$(2) \quad V = NNA + (\text{aika-arvo})$$

Aika-arvo johtuu osittain mahdollisuudesta, että kohde-etuuden arvo liikkuu suotuisasti tulevaisuudessa, ja osittain faktasta, että tietyn summan investointi on rahan aika-arvosta johtuen ”halvempaa” tulevaisuudessa, kuin investoida sama summa nyt. Reaaliopiot toteutetaan, kun aika-arvo on nolla tai NNA on ei-negatiivinen. Tällöin investointi on kannattava, eikä ole olemassa mitään syytä odottaa investoinnin toteutusta.

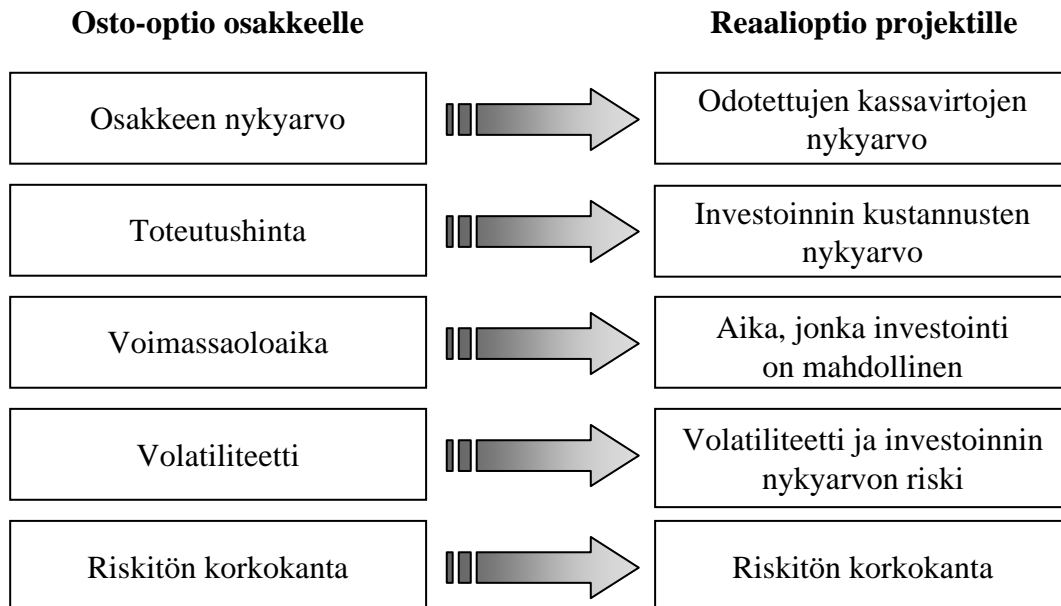
## 4.5 Reaaliopiot vs. finanssiopiot

### 4.5.1 Reaali- ja finanssiopiotiden yhtäläisyydet

Reaaliopioilla on selkeä yhteys finanssiopioihin: molemmissa opiomalleissa yrityksellä on mahdollisuus joustavuuden käyttöön investointikohteissa (osake/reaali-investointi), mutta ei kuitenkaan pakkoa käyttää tätä opiotiden suomaa mahdollisuutta. Toisaalta tunnuslukujen määrittäminen on epävarmempaa reaali- kuin finanssiopioilla, koska opiotiden pääpiirteet ovat

vaikeampia määrittellä, ja on olemassa useita menetelmiä arvioida eri muuttujien arvoja. Reaali- ja finanssioptioiden vertailu on esitetty kuviossa 7.

**KUVIO 7** Yhtäläisyydet reaali- ja finanssioptioiden välillä (Taudes 1998, 168, Buckley 1996, 306).



Kuten finanssioptioilla suurin osa reaalioptioiden arvosta tulee kohde-etuuden ominaisuuksista, tärkeimmän vaikuttajan ollessa kohde-etuuden nykyarvo. Toisin kuin finanssimailmassa, reaaliset kohde-etuudet eivät ole aina markkinahinnoiteltuja, niinpä niiden nykyarvo on määriteltävä käyttäen perinteisiä työkaluja.

Vastinpari toteutushinnalle on investoinnin kustannuksen nykyarvo, joka tarvitaan reaalisen kohde-etuuden hankintaan. Kuitenkin, reaalioption toteutushinta esitetään uponneina kustannuksina, jotka ovat syntyneet sitoutumalla reaali-investointiin. Reaalioption arvoa voidaan korottaa laskemalla periodikohtaisia uponneita kustannuksia, toisin sanoen sitoutumalla investointeihin niin inkrementaalisesti kuin mahdollista. Toiselta kannalta katsottuna inkrementaalista investointipolitiikkaa voidaan pitää myös hylkäsoptioiden mahdollisuuksien lisäämisinä projektissa.

Investointimahdollisuuden olemassaoloajan pituus on sama kuin finanssioptioiden voimassaoloaika, eli maturiteetti. Joissakin tapauksissa investointimahdollisuus voi olla olemassa ää-

rettömän kauan ja silloin tilanne vastaa ikuista amerikkalaista osto-optiota. Lisäksi yksinoikeudet investointiin kuten patentit pidentävät maturiteettia, mutta niillä on myös toisia vaikutuksia, esim. potentiaalisten kilpailijoiden uhkaa ei voida jättää huomioimatta. Korkokannan riskillä ja muutoksilla on kummassakin tapauksessa sama vaikutus option arvoon.

Ehkä vaikein määritettävä muuttuja reaalioptioiden arvonmäärityksessä on kohde-etuuden volatiliteetti. Kohde-etuuden nykyarvon määrittäminen on usein vaikeaa johtuen sen ei-markkinahintaisuudesta. Finanssoptioiden tapauksessa voidaan käyttää osakkeiden hintojen historiallista volatiliteettiä. Vastaavasti historiallisia raaka-aineiden hintojen volatiliteettejä on mahdollista käyttää reaalioptioiden hinnoittelussa. Esim. historiallista öljyn hintaa voidaan käyttää öljykenttien arvon määrittämisessä. Oleellisinta määriteltäessä volatiliteetin suuruutta on päättää, mitä epävarmuuden lähteitä analyysiin sisällytetään. Myös reaalioptioita arvioitaessa analyttisesti täytyy valittujen epävarmuustekijöiden rakenne olla määritelty.

#### **4.5.2 Reaali- ja finanssoptioiden erot**

Kuten edellä esitetystä voi todeta, analogia reaalioptioiden ja finanssoptioiden välillä on lähes samanlainen, mutta ei aivan täydellinen. Kohde-etuutensa lisäksi em. optiot eroavat tavoilla, joilla on suoria vaikutuksia niiden määrittämiseen ja arvostamiseen.

Reaalioptiot voivat olla yksityisiä tai jaettuja, kun taas finanssoptioilla harvoin on enempää kuin yksi haltija. Yksinoikeus investointimahdollisuuteen kohottaa sen arvoa, koska haltija voi olla huomioimatta potentiaalisten kilpailijoiden uhan hyödyntää samaa mahdollisuutta. Tämä tarkoittaa, että yksinoikeuden omaavat optiot vahvistavat pyrkimystä lykätä projekteja, tavoitteena kasvattaa tuottoja. Kilpailijoiden kanssa jaetut reaalioptiot voivat, esim. uuden tuotteen esittelyn yhteydessä, pienentää option arvoa huomattavasti. (Trigeorgis 1996, 128).

Toinen ero on se, että reaalioptiot ovat yleensä vaikeammin tunnistettavissa ja ne ovat riippuvaisia toisista optioista. Yleisesti yhdistelmäoptio määritellään optiona toiselle optiolle, eli investointi saattaa tuottaa uusia investointimahdollisuuksia, eli optioita. Tämä tarkoittaa, että toteuttamalla ensimmäisen option yritys saavuttaa toisen option esim. uuden teknologisen ratkaisun tai markkina-alueen muodossa. Optioiden yhdistelmällisyys tekee analyyseistä suhteellisen vaikeita seurata, sillä option vaiheiden kvantitatiivisista analyyseistä tulee monimut-

kaisia. Tämä tilanne vastaa finanssoptioiden tapauksessa ns. toisen ja kolmannen sukupolven optioita. (Trigeorgis 1996, 128).

Kolmantena ominaisuuksien erona voidaan mainita markkinakelpoisuus. Selkein ero finanssi- ja reaalioptioiden välillä on se, että finanssoptioita kaupataan pääomamarkkinoilla, mutta reaalioptioita puolestaan käytetään investointiprojektien yhteydessä. Joitakin yksinoikeuden tuottavia reaalioptioita, kuten patenteihin ja lisenssisopimuksiin liittyvät investointimahdollisuudet, voidaan kaupata. Toisaalta reaalioptiot voivat olla erottamattomasti liitettyjä aineellisiin tai aineettomiin varoihin, jotka voidaan myydä kokonaisuutena. Yleisimmin reaalioptioiden markkinakelvottomuus johtuu niiden jaetusta luonteesta, eli jokaisella kilpailijalla on sama mahdollisuus toteuttaa investointimahdollisuus. (Trigeorgis 1996, 129).

Neljäntenä voidaan mainita, että finanssoptioille on huomattavasti helpompi määrittää, milloin ne kannattaa käyttää, vai käytetäänkö niitä ylipäätään lainkaan. Pääomamarkkinoilta saadaan kaikki tähän tarvittava informaatio option markkinahinnan ja toteutushinnan erosta, mutta reaalioptioiden tapauksessa yrityksen johdon on ylläpidettävä ja arvioitava informaatiokokonaisuutta, mikä on ollut saatavilla alkuperäisen investoinnin aikaan, jotta se voisi päättää, käyttääkö se jotain reaalioptiota vai ei (Agmon 1991, 49). Keskeisin ero reaalioptioilla ja finanssoptioilla on se, että finanssipuolella esimerkiksi osakeinvestoijat ovat yleensä passiivisiä, mutta reaalioptiopuolella yrityksen johto pyrkii aktiivisesti vaikuttamaan siihen, että reaali-investoinnista myös saadaan suunniteltu tuotto luomalla optioita, joilla pienennetään tappioita tai hyödynnetään uusia mahdollisuuksia. (Pike & Neale 1999, 332).

Viidenneksi, option arvo ja optimaalinen toteutusaika ovat vaikuttaneet yrityksen markkina-asemaan pitää optio. Jos kilpailu on epätäydellistä voi olla optimaalista toteuttaa optio niin pian kuin mahdollista välttääkseen kilpailullisen vastauksen ja ottaa täysi hyöty tulevaisuuden kasvumahdollisuuksista. Kun strateginen etu on vahva, rohkaisee kasvanut epävarmuus investoimaan kasvuoptioihin. Käytännössä strategiset päätökset voivat vaatia alkuinvestointia, kun samanaikaisesti odottaminen laskee projektin kokonaisriskiä, joten optimaalinen valinta on näiden tekijöiden tasapaino. (Trigeorgis 1996, 129).

Lisäksi, toisin kuin finanssoptiot, reaalioptiot ovat harvoin saatavilla ”ennalta määrätyn ehdoin”. Vastaavasti niiden ominaisuudet ovat epäselviä ja vaativat osakkeenomistajan näkökulmaa ja statusta. Tämä jättää tilaa subjektiivisuudelle reaalioptioiden arvioinnissa. Esimer-

kiksi subjektiivinen tietämys projektitiimin jäsenistä tulisi käyttää hyväksi arvioitaessa eri muuttujien painoarvoa reaalioption arvioinnissa. Tämän vuoksi subjektiivisuutta tiedon keräämisessä ei tulisi tulkita takaiskuna, vaan saatuna piirteenä reaalioptioiden määrittämisessä ja arvioinnissa.

Myöskään seuraavat kirjallisuudessa esiintyvät reaalioptioiden ominaisuudet eivät päde suurimmalle osalle finanssioptioista (mukaan lukien sekä osto- että myyntioptiot) (mm. Williams 1993, 826):

- a) Optioiden käyttö reaali-investointien arvottamisessa ja valinnan kehittämisessä vaikuttaa kyseessä olevien investointien kokonaistarjontaan ja täten myös näiden investointien aikaansaamien tuotosten hintaan. Tämä vaikuttaa sekä yrityksen optimaaliseen optiopolitiikkaan että yrityksessä käytetyn reaalioption arvoon.
- b) Jos käytössä olevalla rajallisella kapasiteetilla on kasvavat kustannukset, niin investointioption kehittämiskustannukset ovat riippuvaisia optioiden kehittämisen kokonaistarpeesta. Tämä ei ainoastaan muuta yrityksen optimaalista optiopolitiikkaa, vaan saattaa vaikuttaa myös muihin yrityksen käytössä oleviin reaalioptioihin.
- c) Mahdollisesti tarjolla olevien reaalioptioiden käyttö investoinnin valinnassa ja arvottamisessa saattaa rajoittaa reaalioptiottomien investointien tarjontaa. Tämä vaikuttaa reaalioptioiden käyttöön sekä niiden arvoon.
- d) Jos toimialalla käytetään reaalioptiomahdollisuutta vain harvoin, kenen tahansa toiminta (reaalioptioiden käyttöönotto) kyseisissä yrityksissä voi vaikuttaa muiden toimintaan, kuten myös yritysten portfolioissa olevien investointien sekä käytettävien reaalioptioiden arvoihin. Reaalioptiot eivät siis tavallisesti ole eksklusiivisia, vaan kilpailijat voivat kehittää vastaavan reaalioption. Äärimmillään reaalioption tarjoama hyöty voidaan menettää kokonaan muiden vastaavien toimenpiteiden vuoksi. Useiden reaalioptioiden arvo voidaankin määrittää tutkimalla, kuinka eksklusiivinen optio on, kuinka nopeasti firma toimii, ja mitä kilpailijat tekevät (Lander & Pinches 1998, 533).



## 4.6 Mallin pääoletukset

Nykyisissä reaaliopiomalleissa on voimassa kaksi tarpeellista pääoletusta, jotka tulee ottaa huomioon, kun niitä käytetään (Lander & Pinches 1998, 547):

- a) Reaaliopiomallia varten on määritettävä ja mallinnettava keskeiset muuttujat ja parametrit. On siis tiedettävä, kuinka investointikohteen arvo voidaan määrittää, ja millainen stokastinen prosessi on järkevä tämän arvokehityksen kuvailuun, ja kuinka prosessissa tarvittavat tunnusluvut valitaan ja arvioidaan (Taudes 1998, 171).
- b) Reaaliopiomallit vaativat toimiakseen ainakin teoriassa täydelliset markkinat. Myöskään arbitraasi -mahdollisuutta ei tule olla olemassa. Tämä mahdollistaa optioiden arvottamisen ikään kuin investoijat olisivat riskineutraaleja. Reaaliopioikirjallisuudessa on pitkälti käytetty täydellisen kilpailun oletusta, mutta käytännössä useat reaali-investointimarkkinat ovat pikemminkin monopolistisia tai oligopolisia kuin täydellisesti kilpailevia (Triantis & Hodder 1990, 550).

## 4.7 Reaaliopiotyyppejä

Kirjallisuudessa yleisin tapa on luokitella eri reaaliopiot *joustaviin optioihin* ja *kasvuoptioihin*. Joustavat optiot ovat johdolle tarjolla olevia mahdollisuuksia muuttaa suunnittelussa ja käynnissä olevien projektien suuntaa. Kasvuoptiot puolestaan viittaavat päätöksentekijöille tarjolla oleviin odottamattomiin investointimahdollisuuksiin.

Perusidea kaikkien optiotyyppien takana on, että joustavuudella on arvoa. Toisin sanoen, projekti, joka sisältää option piirteitä on arvokkaampi kuin sama projekti ilman joustavuutta, ja yrityksen tulisi olla halukas maksamaan tietty preemio tällaisesta joustavuudesta.

Todettakoon tässä yhteydessä, että osa reaaliopioista ilmenee luonnostaan (esim. mahdollisuus hylätä investointi tai siirtää sitä ajallisesti) ja osa niistä vastavuoroisesti vaatii tarkempaa suunnittelua ja lisäkustannuksia kehittämiseen (mm. kasvu- ja laajennusoptiot). Lisäksi tulee huomioida, että todelliset investoinnit koostuvat usein monen eri reaalioption yhdistelmästä. Kasvumahdollisuuksia omaavat optiot ja laskusuuntaa suojaavat optiot voivat muodostaa yh-

distelmiä. Usean option kokonaisarvo ei ole kuitenkaan osiensa summa, sillä optiot riippuvat toisistaan. Näitä *yhdistelmäoptioita* (Multiple interacting options) voi esiintyä kaikilla jäljempänä mainittavilla teollisuudenaloilla. (Trigeorgis 1996, 3).

#### 4.7.1 Joustavat optiot (Flexible options)

Seuraavaksi esitettävä luokittelu perustuu pääasiassa Amram & Kulatilakan (1999b, 10–11), Copelandin (2001, 12–21) ja Trigeorgiksen (1996, 2-3), esitystapoihin erilaisista reaaliop-tiotyypeistä.

##### *Odotusoptio* (Option to defer)

Yleisin investointimahdollisuuteen sisältyvä reaalioptio on joustavuus investoinnin ajoituk-sessa. Melkein kaikkia investointeja voidaan muuttaa ajan suhteen uuden informaation toivos-sa. Odotusoption arvo muodostuu taloudellisen epävarmuuden volatilitteetin kautta, jota voi-daan hyödyntää investoinnin optimaalisessa ajoituksessa. Option soveltamisalueena on kaikki luonnonvaroja hyödyntävä teollisuus, rakennusteollisuus, maanviljely ja paperiteollisuus.

##### *Vaiheistusoptio* (Time-to-build option – staged investment)

Harvat investoinnit ovat kerralla toteutettavia siten, että niihin voitaisiin sitoutua välittömästi. Menee aikaa suunnitella ja rajata investointi, joka voidaan toteuttaa. Tästä johtuen suurin osan investointimahdollisuuksista on inkrementaalisia ja sisältävät mahdollisuuksia viivyttää tai lisätä investointien tasoa jossakin projektin vaiheessa. Vaiheistusoptioiden taustalla onkin ajatus investoinnin pilkkomisesta osainvestoinneiksi. Ajatuksena on pienentää riskiä mahdol-listamalla investointien keskeyttäminen tarvittaessa. Yksittäiset vaiheet voidaan nähdä optioi-na seuraaville vaiheille ja arvostaa optiona optiolle. Option soveltamisalueena on erityisesti tuotekehitysintensiivinen teollisuus ja lääketeollisuus, sekä pitkäkestoiset pääomavaltaiset investoinnit (esim. energialaitokset, alkuvaiheen yritykset).

##### *Hylkäysoptio* (Option to abandon)

Toinen seuraus inkrementaalisesta investointipolitiikasta on optio hylätä projekti, jos sen tu-lokset suhteessa edelliseen vaiheeseen eivät anna oikeutusta jatkaa projektia. Tämän option vaikutus tulee esiin riskin pienenemisen kautta kaikissa investointiprosessin vaiheissa eli mitä enemmän hylkäysoptioita on olemassa, sitä matalammaksi minkä tahansa inkrementaalisen investoinnin kokonaisriski muodostuu. Tämä riskitason pieneneminen on juuri se asia, minkä

reaalioptioanalyysi tuo arviointiin yksinkertaisemmalla tavalla kuin esim. päätöksentekopuu-analyysi. Hylkäsoption soveltamisalueena on pääomavaltainen teollisuus (esim. lentoyhtiöt, rautatieyhtiöt), rahoituspalvelut tai uusien tuotteiden lanseeraus epävarmoilla markkinoilla.

*Optio muuttaa toiminnan laajuutta* (Option to alter operating scale)

Option vaikutus toiminnan laatuun voi olla esim. laajentaminen, supistaminen, sulkeminen tai uudelleenavaaminen. Jos markkinatilanne on suotuisampi kuin odotettu, yritys voi laajentaa tuotantoastetta tai nopeuttaa resurssien hyväksikäyttöä. Toisaalta, jos olosuhteet ovat epäsuotuisemmat, yritys voi supistaa toimintojaan. Äärimmäisissä tapauksissa tuotanto voidaan pysäyttää ja aloittaa uudelleen. Option soveltamisalueena on mm. luonnonvaroja hyödyntävä teollisuus (esim. kaivostoiminta), toimitilojen suunnittelu ja toteutus suhdanneherkässä teollisuudessa, muoti, kuluttajatuotteet ja kaupallinen rakentaminen.

*Vaihto-optio* (esim. tuotokset tai panokset) (Option to switch)

Tilanteessa, jossa hinnat tai kysyntä muuttuvat, yritysjohto voi muuttaa yrityksen lopputuotteiden valikoimaa tai yksittäisen tehtaan tuotannon rakennetta (tuotejousto). Vastaavasti samat tuotokset voidaan tehdä käyttäen erityyppisiä tuotantopanoksia (prosessijousto). Vaihtooption keskeisimmät soveltamisalueet ovat:

- *Tuotoksen muutokset*: Mikä tahansa tuote, joka tuotetaan pienissä erissä tai on herkkä kysynnän vaihteluille (esim. kulutuselektronikka), lelut; erikoispaperit; koneiden osat; autot.
- *Panosten muutokset*: Mm. raaka-aineiden saannista riippuvat tuotantoprosessit; sähkö, kemikaalit.

#### **4.7.2 Kasvuoitot (Growth options)**

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, kasvuoitot puolestaan viittaavat päätöksentekijöille tarjolla oleviin odottamattomiin investointimahdollisuuksiin, jotka ovat tulleet mahdollisiksi edeltävien investointien kautta. Alkuinvestointeja, jotka mahdollistavat tuottavammat seurausinvestoinnit, kutsutaan usein perusinvestoinneiksi, koska ne luovat perustan jatkokasvulle. Onkin tärkeää sisällyttää näiden kasvuoitoiden arvo jo alkuinvestointien kannattavuuslaskelmiin. Jos kasvumahdollisuuksien arvoa ei ole huomioitu, saadaan tulokseksi ali-investointeja. Soveltamisalueina ovat strategiset teollisuudenalat, erityisesti high tech – yritykset, tuotekehitys sekä teollisuudenalat, joille on ominaista useat tuotesukupolvet (tietotekniikka ja lääketieteellisyys), monikansalliset toiminnot sekä strategiset yritysostot.

### 4.7.3 Luontaiset ja ennakoivat optiot (Inherent and Proactive options)

Toinen näkökulma jaotella reaaliopitot on erotella optiot, jotka ovat automaattisesti sisällytettyinä projektiin, niistä optioista jotka tulee tietoisesti luoda projektin aikana. Esimerkiksi kun projekti on aloitettu, hylkäysoptio on aina olemassa. Toisaalta ennakoivat optiot eivät luontaisesti sisälly projektiin, vaan ne tulee erikseen suunnitella. Vaikka näiden ennakoivien toimintaoptioiden tai vaihto-optioiden tärkeyttä onkin vaikea määrittellä, niiden arvo voidaan kuitenkin luoda kauaskantoisen investointisuunnittelun kautta. (Kogut & Kulatilaka 1994, 61)

Yleisin luokka ennakoiville optioille ovat investoinnit organisaation oppimiseen, tavoitteena laajentaa organisaation ammattitaitoa. Kehittämällä organisaation kykyjä luodaan perusta vastata tehokkaammin mihin tahansa tulevaisuuden tapahtumaan tai epävarmuuteen. Kyky laajentaa tietotaitoa kaikilla yrityksen osa-alueilla luo todennäköisemmin enemmän potentiaalia organisaatiolle, kuin keskittyä yhden osa-alueen kehittämiseen. Oppimisen tuloksena organisaatiossa syntyvä tietämys, ns. *varjo-optiot (shadow options)*, voidaan hyödyntää luomaan lisäarvoa yrityksessä. Kaikki organisatoriset kyvyt ovat erittäin tärkeitä, koska niitä on vaikea jäljitellä tai ostaa etuosto-oikeuden nojalla. Toisaalta investoinnit pehmeisiin arvoihin organisaatiossa ovat usein vaikeammin perusteltavia, sillä niiden vaikutuksia on vaikea mitata. (Kogut & Kulatilaka 1994, 61)

## 4.8 Reaaliopitoiden arvon määrittäminen

Finanssiopitoiden hinnoittelumenetelmien soveltaminen reaaliopitoiden arvonmäärittämiseen tarjoaa selkeän arvioimismenetelmän, joka on tarpeeksi joustava käsittelemään suurenkin määrän erilaisia ongelmia, koska optioteorian mallit nojautuvat huomattavasti enemmän kuin esim. diskontatut kassavirtamallit markkinoiden lähettämiin signaaleihin (Dentskevich & Salkin 1991, 207). Jotta reaaliopitoiden arvo voidaan määrittää, tarvitaan kuitenkin tiedot seuraavista muuttujista (Amram & Kulatilaka 1999b, 37; Kester 1984, 156–157):

- kyseisen *investoinnin* nykyinen *markkina-arvo*
- *aika päätöksentekohetkeen*; pidempi aika voi mahdollistaa tulevaisuuden tapahtumien tarkemman tutkimisen, mikä saattaa ehkäistä kalliiksi käyvät virheet, jos tulevaisuuden

kehitys on epäsuotuisa. Option arvo on tällaisissa tapauksissa sitä suurempi mitä kauempana päätöksentekohetki on.

- investoinnin *hinta*
- *riskitön korko*; korkeat korot nostavat diskonttauskorkoa, ja näin laskevat investointien kassavirtojen nykyarvoa. tämän luulisi laskevan reaalioption arvoa, mutta korkeammat diskonttokorot tarkoittavat myös sitä, että reaalioption hyödyntämiseen tarvittavan tulevaisuuden käyttöomaisuuden nykyarvo laskee. Tämä käänteisvaikutus auttaa option arvon nousua, kun korot nousevat.
- investoinnin *volatiliteetti*; kuten jo aikaisemmin on todettu, riskin kasvaessa reaalioption arvo nousee. Tämä johtuu siitä, että mahdollisten voittojen ja tappioiden välillä vallitsee epäsymmetria: NNA:n kasvaessa suuret voitot ovat mahdollisia, mutta tappiot voidaan ehkäistä päättämällä, että reaalioptiota ei käytetä, jos investoinnin NNA on negatiivinen.
- *option eksklusiivisuus*: optio voi olla täysin monopolinen eli yksinoikeudellinen (esim. patentista, valtion rajoituksista taikka ainutlaatuisesta osaamisesta tai teknologiasta johtuvaa) tai sitten se on jaettu, jolloin kyse joko täydellisestä kilpailusta yritysten välillä taikka oligopolista. Reaalioption arvo on sitä suurempi mitä eksklusiivisempi se on. Toisin sanoen yrityksen reaalioptioiden arvo on sitä parempi mitä huonommin kilpailijat voivat seurata ja matkia sen reaalioptioita.
- *rahalliset kustannukset tai ei-rahalliset hyödyt*, jotka aiheutuvat investoinnin omistamisesta.

#### 4.9 Reaalioptioiden arvon ratkaisumenetelmät

On olemassa useita tapoja laskea option arvo. Käytettävät työkalut ovat ratkaisumenetelmiä ja matemaattisia tekniikoita, jotka ovat hyvin vakiintuneita soveltavan matematiikan ja tekniikan aloilla. Vaikka ratkaisumenetelmissä käytetään toisilla aloilla kehitettyjä matemaattisia tekniikoita, niiden soveltamista optioiden arvon määrittämiseen ohjaa Black - Scholes -mallin läpimurron takana oleva arbitraasiargumentti. Vaikka ratkaisumenetelmät eroavat käytännössä, antavat ne monissa tapauksissa saman option arvon, jos eri menetelmiin syötettävät tiedot ja käyttökehys ovat asianmukaisesti rakennettu.

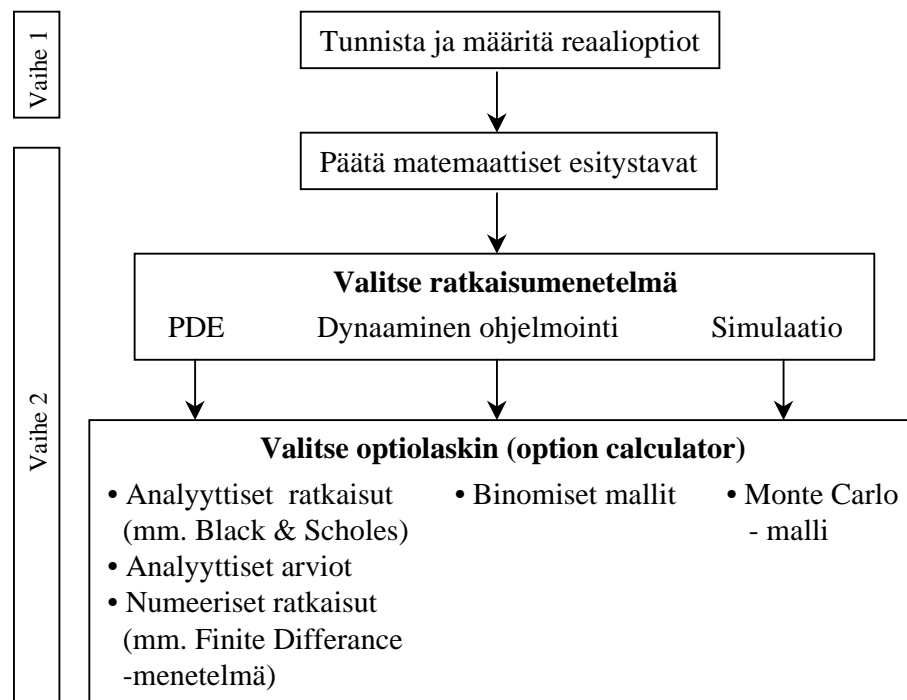
Kuviossa 8 on esitetty soveltamisprosessi ja työkalut option arviointiin. Ensimmäisenä vaiheena on muodostaa matemaattinen kehys, stokastisten prosessien kuvaus, ja päätöksenteko-

säännöt matemaattisin termein. Toisena vaiheena valitaan ratkaisumenetelmä ja optiolaskin. Reaalioptioiden arvon ratkaisumenetelmistä kolme yleisimmin käytettyä ovat (Amram & Kulatilaka 1999b, 108):

- *PDE* (Partial Differential Equation) – menetelmä, joka vertaa muutosta option arvossa muutokseen portfolion arvossa.
- *Dynaaminen ohjelmointi* (Dynamic programming approach) – menetelmä määrittää mahdolliset tulevaisuuden tuotot ja siirtää nykyhetken optimaalisen tulevaisuuden strategian arvon.
- *Simulaatio* (Simulation approach) – menetelmä antaa eräntymishetken optimaalisen strategian keskimääräisen arvon tuhansista tulevista.

PDE (Partial Differential Equation) – menetelmän käyttö option arvioinnissa perustuu matemaattisesti kuvattuun option arvoon ja edellyttää selkeästi rajattuja olosuhteita (Lander & Pinches 1998, 544). PDE:n matemaattinen kaava kuvastaa jatkuvasti muuttuvan option arvoa noudattaen markkinoilla olevien arvopapereiden muutoksia. Rajoitukset määrittelevät arvioinnin kohteena olevan option, sen arvon tunnetut pisteet ja sen arvon ääripäät. Kuten kuvios-  
ta 8 voidaan todeta, menetelmän ratkaisutavat voidaan jakaa analyttisiin ja numeerisiin.

**KUVIO 8 Ratkaisumenetelmät ja optiolaskimet (Amram & Kulatilaka 1999b, 108).**



Analyttisessä ratkaisussa PDE:lle option arvo kirjoitetaan yhteen yhtälöön muuttujien välittömänä funktiona. Jos kyseistä ratkaisutapaa on mahdollista käyttää, on se nopein ja helpoin keino määrittää reaalioption arvo (Amram & Kulatilaka 1999b, 109). Näistä yhtälöistä käydään läpi tarkemmin kappaleessa 4.10.1 Blackin ja Scholesin kehittämää yhtälöä optioiden arvonmääritykseen. Muut analyttisen ratkaisutavan yhtälöt rajataan tämän tutkielman ulkopuolelle.

Numeerisia menetelmiä voidaan käyttää ratkaisemaan PDE monimutkaisempien reaalioptioiden arvonmäärityksessä, kun analyttinen ratkaisu ei ole mahdollinen. Yleisesti on käytössä kahden tyyppisiä numeerisia menetelmiä optioiden arvonmääritykseen (Trigeorgis 1993, 207):

- niitä, jotka arvioivat kulloinkin kyseessä olevan stokastisen prosessin suoraan ja ovat ylipäätensä intuitiivisempia, sisäistä näkemystä omaavia, sekä
- ne, joissa arviot tapahtuvat seurauksena PDE – yhtälöstä.

Ensimmäinen kategoria käsittää muun muassa Coxin, Rossin ja Rubinsteinin Standard Binomial Lattice – menetelmän (1979, 309 – 325), joka esitellään pääpiirteissään kappaleessa 4.10.2. Toiseen kategoriaan katsotaan kuuluvaksi esim. Brennanin ja Schwartzin (1977, 449 – 462 & 1978, 461 – 474) käyttämä Finite Difference – menetelmä.

Numeerisena ratkaisumenetelmänä Finite Difference – menetelmät ovat eniten käytettyjä menetelmiä ratkaisemaan PDE, ja ne voidaan jakaa eksplisiittisiin ja implisiittisiin arvioihin. Finite Difference – menetelmissä käytetään eräänlaista ristikkoa tai matriisia, joka kattaa investoinnin koko vaihteluvälin arvot option elinaikana. Option arvo saadaan ristikon jokaisesta pisteestä ratkaisemalla yhtälöiden kokonaisuus (Brennan & Scwartz 1978, 463 – 465; Amram & Kulatilaka 1999b, 110).

Finite Difference – menetelmän määrittävin rajoitus on se, että sen käyttäminen option arvonmäärityksessä voi tulla hyvin kalliiksi. Syynä on se, että jos halutaan varmistaa arvonmäärityksen tarkkuus, tarvitaan hyvin yksityiskohtainen matriisi, minkä lisäksi on määriteltävä kaikki mahdolliset reitit, joita option arvo saattaa liikkua jäljellä olevana elinaikanaan ennen erääntymistään. Koska kyseinen menetelmä on – kuten numeeriset ratkaisutavat muutenkin – melko laaja ja monimutkainen kaikkine laskelmineen (ks. esim. Brennan & Scwartz 1978, 461 – 472), niin varsinaista esimerkkiä menetelmän käytöstä ei tässä yhteydessä esitetä.

Dynaaminen ohjelmointi (Dynamic programming) – menetelmä ratkaisee ongelman, kuinka tehdään optimaalisia päätöksiä, kun nykyinen päätös vaikuttaa tulevaisuuden kassavirtoihin. Tämä malli käy läpi mahdolliset arvot kyseessä olevalle investoinnille tulevaisuudessa, ja palauttaa nykyhetkeen optimaalisten päätösten arvon tulevaisuudessa. Mallissa siis liikutaan takaperin, tulevaisuudesta nykyhetkeen (Smit & Ankum 1993, 242; Capel 1997, 105; Amram & Kulatilaka 1999b, 110).

Dynaamisessa ohjelmoinnissa arvonmäärittämiseen käytetään riskineutraalia lähestymistapaa. Koska optioiden arvot ovat riippumattomia yksilöiden riskipreferensseistä, samat arvot saadaan vaikka jokainen yksilö olisi indifferentti riskille. Tämä oletus yksinkertaistaa laskelmia huomattavasti (Cox & Ross 1976, 145 – 166, ref. Amram & Kulatilaka 1999b, 36).

Dynaamisella ohjelmoinnilla voidaan käsitellä hyvinkin monimutkaisia päätösrakenteita. Myös reaalioption arvon ja kyseessä olevan investoinnin välisiä suhteita voidaan selvittää käyttämällä apuna dynaamista ohjelmointia. Dynaamisessa ohjelmoinnissa optiolaskimina käytetään binomisia arviointimalleja, joilla katsotaan olevan ainakin kolme etua (Amram & Kulatilaka 1999b, 36; 111):

- sopivat monille käyttäjille, koska ne säilyttävät diskontatun kassavirta – analyysin olemassaolon,
- kattavat laajan alan reaalioptiosovelluksista, myös hiukan monimutkaisemmat ja
- epävarmuus ja päätöksistä riippuvaiset seuraukset poistuvat; binominen malli tuottaa hyviä visuaalisia kuvioita.

Dynaamisen ohjelmoinnin binomisina malleina voidaan käyttää päätöspuuanalyysin lähestymistapaa, jonka soveltamisesta käydään läpi esimerkki liitteessä 1.

Vastaavasti simulaatiomallit käyvät läpi tuhansia mahdollisia kehityspolkuja tutkittavana olevalle investoinnille nykypäivästä aina viimeiseen option päätöspäivään. Yleisimmin käytetty simulaatiomalli on Monte Carlo – malli, jota voidaan käyttää arvioimaan monimutkaisia reaalioptioita, joiden arvot ovat riippuvaisia investoinnin kassavirroista. Se on erittäin kätevä arvottamaan polustaan riippuvaisia optioita, joille binomisen mallin käyttö ei sovellu ja analyytisiä ratkaisuja ei ole saatavilla. (Rose 1998, 712).



Monte Carlo – malli on simulaatiomalli, missä optimaalinen investointistrategia määritetään jokaisen kehityspolun lopussa, ja lasketaan tulos. Nykyarvo optiolle saadaan laskemalla tulojen keskiarvo, mikä tämän jälkeen diskontataan riskittömällä korkokannalla nykyhetkeen. Näitä mahdollisia kehityspolkuja, joiden kautta option arvo määräytyy, voi olla tuhansia. Mallin tarkkuus on riippuvainen siitä, kuinka monta simulaatiopolkua on käytössä. Monte Carlo – mallilla voidaan käsitellä useita reaali maailman monimutkaisia asioita, koska malli voidaan sopeuttaa suhteellisen hyvin eri tilanteisiin ja sillä on myös mahdollista saada nopea arvio optioiden arvosta. Ongelmia mallin käytössä voi kuitenkin aiheuttaa arvioiden suuri varianssi. Simulaatiomalleilla voidaan ratkaista myös polusta riippuvaisia optioita, joiden arvo ei riipu pelkästään kyseessä olevan investoinnin arvosta vaan myöskin siitä reitistä, mitä kyseinen investointi seuraa. (Boyle 1977, 327 – 333 & 335; Geske & Sharstri 1985, 51; Amram & Kulatilaka 1999b, 111).

## 4.10 Optiolaskimet (Option Calculators)

### 4.10.1 Yleistä

Jokaiseen ratkaisumenetelmään sisältyy useita vaihtoehtoisia laskentatekniikoita, joilla ratkaista matemaattiset mallit. Näitä tekniikoita kutsutaan kirjallisuudessa ns. *optiolaskimiksi* (option calculators). Näistä kahta, binomihinnoittelumallia ja Black–Scholes -yhtälöä, käydään tarkemmin läpi, koska niitä on suhteellisen helppo käyttää ja laskentatyökaluna voidaan käyttää taulukkolaskentaa. Binomihinnoittelumallilla on suuri joustavuus ja sitä voidaankin käyttää monissa eri sovellutuksissa. Se on myös läpinäkyvä ja mahdollistaa käyttäjän ymmärtää paremmin perusaskeleet option arvottamisessa. Black–Scholes -yhtälö on käyttökelpoinen harvoissa reaali optiosovellutuksissa, mutta soveltuessaan se tarjoaa se yksinkertaisen ratkaisun ja nopean vastauksen.

### 4.10.2 Black-Scholes -malli (Black-Scholes Option Pricing Model)

Tunnetuin analyttinen ratkaisu PDE:lle on Black-Scholes -malli. Sitä voidaan käyttää yksinkertaisimpien reaali optioiden arvon määrittämiseen. On tärkeää muistaa seitsemän Black-Scholes -mallin sisältyvää oletusta ymmärtääkseen sen rajoituksia käytettäessä reaali optioanalyysissä (Copeland 2001, 106):

- Optio voidaan toteuttaa vain erääntymishetkenään – se on eurooppalainen optio.
- On vain yksi epävarmuuden lähde – sateenkaarioptiot rajataan pois (toisin sanoen korkokanta oletetaan kiinteäksi).
- Optio on riippuvainen vain kohde-etuudesta; siksi, yhdistelmäoptiot rajataan pois.
- Kohde-etuudelle ei makseta osinkoa.
- Nykyinen markkinahinta ja kohde-etuuden stokastinen prosessi tunnetaan (havainnoitavissa).
- Tuoton varianssi on kiinteä koko voimassaolon ajan.
- Toteutushinta tunnetaan ja se on kiinteä.

Todellisuudessa useimmat reaaliopiotapaukset vastaavat vain yhteen tai kahteen Black-Scholes – mallin vaatimuksista. Monet investointimahdollisuudet ovat yhdistelmäoptioita, koska ne etenevät vaiheittain ja ne korreloivat useamman epävarmuuden lähteen kanssa. Yhtälö on seuraavanlainen sovellettuna reaaliopioihin (Amram & Kulatilaka 1999b, 121; Black & Scholes 1973, 457; Copeland 2001, 107):

$$(3) \quad C_0 = S_0 N(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2),$$

$$d_1 = [\ln(S/X) + (r + 0,5\delta^2)T] / \delta\sqrt{T}$$

$$d_2 = d_1 - \delta\sqrt{T}$$

Missä,  $C_0$  = reaalioption nykyarvo

$S_0$  = tarkastelun alla olevan investoinnin nykyarvo

$N(d_1), N(d_2) = N(0, 1)$  normaalinjakauman kumulatiivinen arvo  $d_1$ :ssä ja  $d_2$ :ssa

$X$  = investoinnin kiinteiden kustannusten nykyarvo investoinnin koko elinajalta

$T$  = aika option erääntymiseen eli kuinka kauan investointimahdollisuus on olemassa

$r$  = riskitön korkokanta

$\delta$  = tarkastelun alla olevan investoinnin volatilitietin eli investoinnin kassavirtojen epävarmuus

$e$  = luonnollinen logaritmi, kiinteä = 2,71828...

Black & Scholes – yhtälön eri osat voidaan tulkita seuraavalla tavalla (Amram & Kulatilaka 1999b, 121):

- $S_0N(d_1)$ : Investoinnin odotettu arvo, jos  $S > X$  option erääntymishetkellä (odotukset on saatu käyttämällä riskineutraaleita todennäköisyyksiä).
- $N(d_2)$ : Riskineutraali todennäköisyys sille, että  $S > X$  option erääntymishetkellä.
- $Xe^{-rt}$ : Investoinnin kustannusten nykyarvo.

Mallissa odotettujen kassavirtojen, epävarmuuden, voimassaoloajan ja riskittömän koron kasvu nostaa reaalioptioiden arvoa, ja vastaavasti kiinteiden kustannusten kasvu laskee reaalioption arvoa (Leslie & Michaels 1997, 9).

Seuraavaksi esitetään esimerkki mallin käytöstä option arvioinnissa:

Yritys A haluaa ostaa itselleen Yrityksen B tuotantolinjan ja on ehdottanut B:lle investoivansa B:hen 35 miljoonaa nyt tietyin tuotteen oikeuksista, sekä oikeudesta ostaa yritys B itselleen kolmen vuoden kuluttua hintaa 200 miljoonaa. Yritys B on pörssiyritys, jolla on 12 miljoonaa osaketta, joiden nykyhintaa on 16 per osake, eli koko yhtiön arvo on 192 miljoonaa. Onko A:n tarjous kannattava B:lle?

Sijoitetaan seuraavat arvot Black-Scholes – yhtälöön ja lasketaan niiden perusteella option arvo:

$S = 192$ ,  $X = 200$ ,  $T = 3$  vuotta,  $\delta = 30\%$  (arvo on laskettu B:n osakkeen viikoittaisista hinnoista kuuden vuoden ajalta) ja  $r = 5\%$ .

A:n option (mahdollisuus ostaa B kolmen vuoden kuluttua) arvo on 48 miljoonaa. Yritys A:n ehdottama hinta yritys B:stä on siis liian alhainen B:n kannalta ( $192 + 48 = 240 > 200$ ).

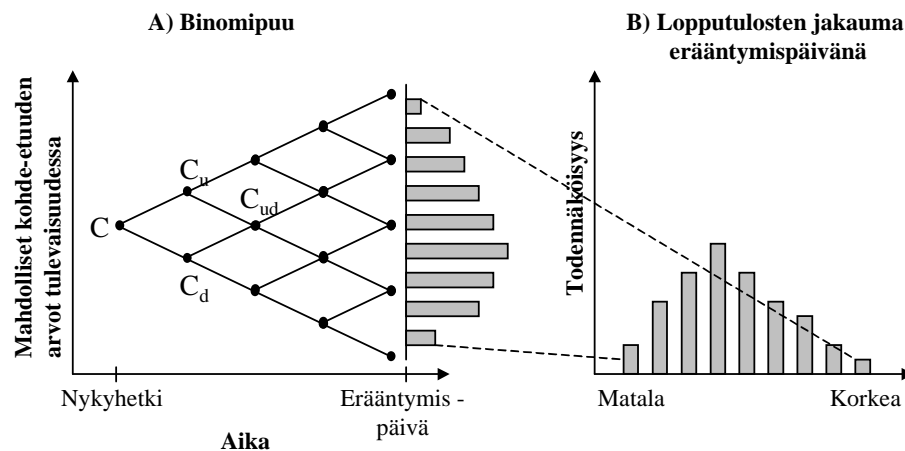
Black-Scholes -mallin keskeisin etu on se, että optioiden arvo voidaan laskea sen avulla helposti ja nopeasti, vaikkakin itse kaava on monimutkainen. Kaavan käyttö helpottuu kun apuna käytetään tietokoneen suomia ohjelmointimahdollisuuksia. Kaavan vaikeus aiheuttaa kuitenkin sen, että yrityksen johto ei kovinkaan helposti omaksu sen käyttöä omaan liiketoimintaan. (Faulkner 1996, 50).

### 4.10.3 Binomihinnoittelumalli (Binomial Lattice)

Binomihinnoittelumallin vahvuus on sen kyky käsitellä monenlaisia optioita säilyttäen kuitenkin ymmärrettävyyden laskelmissa. Malli perustuu yksinkertaiseen esitykseen kohde-etuuden arvon kehityksestä. Jokaisella aikaperiodilla kohde-etuuden arvo voi muuttua saaden yhden tai kaksi mahdollista arvoa. Kuten kuvio 9 osoittaa ylös- tai alaspäin tapahtuvat muutokset muodostavat mahdolliset polut arvon kehitykselle. (Amram & Kulatilaka 1999b, 36 & 109).

Kuviossa 9 kohta A) kuvaa binomipuuta ja kuinka sen tuloksena saadaan lopputulosten jakauma option erääntymispäivänä. Kohdassa B) on kuvattu kohde-etuuden arvot perinteisessä muodossa, kuten jo edellä kuvattiin kuviossa 6. Binomihinnoittelumallilla saadaan katettua kaikki kohde-etuuden arvot koko option voimassaolon ajan.

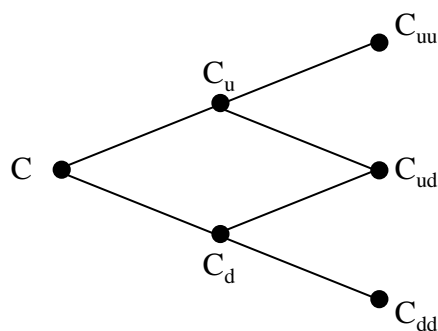
**KUVIO 8** Binomimenetelmän kuvaus epävarmuudesta (Amram & Kulatilaka 1999b, 113).



Binomihinnoittelumalli käyttää arbitraasiargumenttia hinnoittelemaan optioita. Binomimallia voidaan käyttää myös mallintamaan optiota sekä kohde-etuuksia, joiden arvo vaihtuu jaksotaisesti/epäjatkuvasti tietyllä aikavälillä. Binomihinnoittelumallin binomipuuta koostuu ns. ”solmukohtista” ja ”haaroista”, jotka kuvaavat polkua solmukohtien välillä. Normaalisti on olemassa yksittäinen ”juurisolmu”, joka haarautuu kahteen tai useampaan solmuun, jotka puolestaan haarautuvat toisiin solmuihin. Yleisimmät puut ovat binomisia, eli niissä jokaisella solmulla on tasan kaksi haaraa. (Luenberger 1998, 327–333; Trigeorgis 1996, 73).

Ratkaisuprosessi voidaan yleistää ja räätälöidä monen tyyppisille optioille, osto tai myynti, eurooppalaiselle tai amerikkalaiselle. Perusidea on, että vaikka mahdollisten polkujen määrä kasvaa lineaarisesti, loppuarvo binomipuussa tiedetään. Option arviointi on vain yksinkertaisesti aloitettava lopusta ja vyörytettävä option arvot takaisin nykyhetkeen. Mallin laskelmien ja realismin välistä eroa voidaan pienentää muuttamalla solmukohtien välistä aikaa binomipuussa. Kuvio 10 kuvaa binomihinnoittelumallia kaksiperiodiselle osto-optiolle. (Trigeorgis 1996, 76).

**KUVIO 9** Kaksiperiodinen binomihinnoittelumalli osto-optiolle.



Kuviossa 10 kuvatun kaksiperiodisen binomihinnoittelumallin osto-option tapauksessa option viimeisten solmujen arvot ovat:

$$(4) \quad C_{uu} = \max[uuS - X, 0],$$

$$(5) \quad C_{ud} = \max[udS - X, 0],$$

$$(6) \quad C_{dd} = \max[ddS - X, 0].$$

Jos optiota ei ole toteutettu ennen toteutushetkeä, arvot  $C_u$  ja  $C_d$  voidaan löytää käyttämällä riskineutraalia todennäköisyyttä määriteltynä kaavassa (9). Tällöin,

$$(7) \quad C_u = \frac{1}{R} [qC_{uu} + (1-q)C_{ud}]$$

$$(8) \quad C_d = \frac{1}{R} [qC_{ud} + (1-q)C_{dd}].$$

Missä  $q$  on riskineutraali todennäköisyys,  $r$  on riskitön korkokanta,  $C_u$  ja  $C_d$  ovat option arvoja ajalla  $t$  ylemmällä ja alemmalla haaralla vastaavasti.

Määre  $q$  voidaan yksinkertaistaa määrittelemällä  $C_u = uC$  ja  $C_d = dC$ , jossa  $u > d > 0$ . Välttääkseen arbitraasin mahdollisuudet täytyy  $u > R > d$  toteutua ( $R$  on lyhennys  $1+r$ ). Derivointia ei tässä esitetä, mutta kaavat ovat seuraavat (ks. Luenberger 1998, 314–332 derivointiesimerkki):

$$(9) \quad q = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

$$(10) \quad u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

$$(11) \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$$

missä  $r$  on riskitön korkokanta,  $\Delta t$  malli haaran pituus suhteutettuna vuoteen ja  $\sigma$  kohdeetuuden vuotuinen volatilitteetti. Kaavaan pätee myös ehto  $0 < q < 1$ . Tämän mukaisesti  $q$  voidaan pitää todennäköisyytenä. Yleinen tulkinta on, että  $q$  on riskineutraali todennäköisyys, koska option arvo on laskettu käyttämällä todennäköisyyttä  $q$ , ja sitten diskonttaamalla tämä arvo riskittömällä korkokannalla (Luenberger 1998, 329).

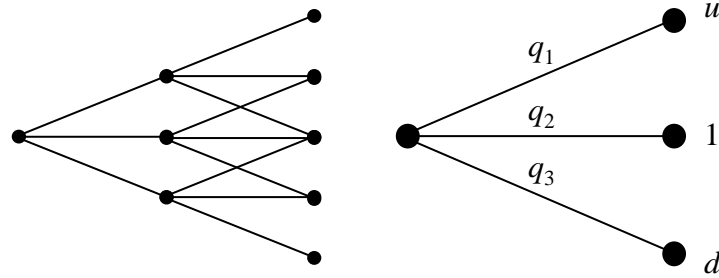
Option arvo on muodostettu kahdesta muuttujasta,  $C_u$  ja  $C_d$ . Muuttujat on sen jälkeen diskontattu nykyhetkeen riskitöntä korkokantaa  $R$  käyttäen. Mahdolliset tuotot on painotettu riskineutraaleilla todennäköisyyksillä  $q$  ja  $1 - q$  ennen diskonttausta.

Oletus, että ennenaikaista toteutusta ei tapahdu, on realistinen koska osto-option arvo ennen viimeisiä solmukohtia on aina suurempi kuin määrä joka saataisiin välittömästi toteuttamisesta (Luenberger 1998, 332–333).

Varsinaista esimerkkiä ei tässä yhteydessä esitetä, vaan esimerkki menetelmän käytöstä on esitetty liitteessä 1.

### **Trinomi- ja muut hinnoittelumallit**

On myös mahdollista käyttää monimutkaisempia puurakenteita etsittäessä option arvoa. Esimerkiksi trinomihinnoittelumallissa jokaisesta solmukohdasta lähtee kolme eri haaraa. Trinomihinnoittelumallissa on enemmän solmukohtia kuin binomimallissa samalla aikaperiodilla, joten se voi tuottaa paremman arvion option arvosta. Kuvio 11 kuvaa tyypillistä trinomi-puuta. (Luenberger 1998, 366).

**KUVIO 10** Trinomihinnoittelumalli ja yksiperiodinen trinomipuu.

Kuviossa 11 esitetyssä yksiperiodisessa trinomipuussa olevat  $q_1$ ,  $q_2$  ja  $q_3$  ovat riskineutraaleja todennäköisyyksiä liikuttaessa haaraa pitkin. Vastaavasti  $u$ ,  $1$  ja  $d$  ovat kohde-etuuden arvot periodin lopussa. Asettamalla  $d = 1/u$ , kasvua seuraava lasku puussa on tasan 1.

Muuttujat voidaan määrätä mielivaltaisesti valitsemalla arvo  $u$ :lle. Tällöin, jos askeleen keskiarvo on  $1 + r\Delta t$  ja varianssi on  $\sigma^2 \Delta t$ , riskineutraalit todennäköisyydet voidaan löytää ratkaisemalla seuraavat yhtälöt:

$$(12) \quad q_1 + q_2 + q_3 = 1$$

$$(13) \quad uq_1 + q_2 + dq_3 = 1 + r\Delta t$$

$$(14) \quad u^2q_1 + q_2 + d^2q_3 = q^2\Delta t + (1 + r\Delta t)^2$$

kun todennäköisyydet on löydetty, puu voidaan ratkaista takaperin kuten binomimallissa.  $u$ :n valinta saattaa vaatia kokeilua, koska tietyt arvot voivat tuottaa negatiivisia arvoja todennäköisyyksiksi. (Luenberger 1998, 367).

#### 4.11 Mallin parametrien estimointi

Tärkeä ero finanssi- ja reaalioptioiden välillä on kuinka arvioinnissa käytettävät parametrit on estimoitu. On suhteellisen helppoa määrittää finanssioptioiden arvioinnissa tarvittavat suureet, koska kohde-etuus on useimmiten arvopaperi. Sen hinta voidaan ottaa huomioon, ja sen tuoton varianssi voidaan arvioida historiallisesta tiedosta tai laskemalla tulevaisuuteen sovellettu varianssi toisista optioista samalle kohde-etuudelle (Copeland 2001, 111). Parametrien määrittäminen reaalioption arvon laskemiseksi vaatii tietyn asteista subjektiivisuutta. Tämä on luonnollista, sillä merkitystä omaavat reaaliotiot ja niiden piirteet ovat parhaiten määriteltä ja

kuvattu niiden eksperttien toimesta, joita ne koskevat. Esim. tutkimus- ja tuotekehitysprojektin tiimin jäsenet ovat kaikkein pätevimpiä ihmisiä tarjoamaan tietoa merkityksellisimpien reaalioptioiden tunnistamiseen ja arviointiin.

Reaalioptioiden soveltamisen yhteydessä tarvitsee arvioida kuusi parametriä. Neljä näistä suureista, kohde-etuuden nykyarvo, riskitön korkokanta, reaalioption voimassaoloaika ja toteutushinta, ovat suhteellisen helposti määritettävissä. Mm. Davisin (1998) mukaan kahden jäljellä olevan tunnusluvun, volatilitietin ja kohde-etuuden jakaman tulon määrän, määrittäminen aiheuttavat eniten ongelmia.

Hyvin usein reaalioptioiden tapauksessa kohde-etuuden nykyarvo ei ole suoraan tarkkailtavissa markkinahinnoista, erityisesti näin on ei-markkinakelpoisten kohde-etuuksien kohdalla. Kuitenkin, kun projektin tulevaisuuden kassavirrat ovat tiedossa, kassavirrat voidaan diskontata nykyarvon saamiseksi. Vaadittavat oletukset ovat samankaltaiset joita tehdään perinteisissä NNA laskelmissa (Copeland 2001, 111).

Riskitön korkokanta voidaan arvioida tarkastelemalla valtion liikkeelle laskemien joukkovelkakirjojen korkotasoa, joiden maturiteetti on alle vuoden. (Bodie ym. 1999, 181; Amram & Kulatilaka 1996, 101).

Voimassaoloaika on periodi, jolloin mahdollisuus toteuttaa reaalioptio on voimassa. Se ei ole kiinteä kuten finanssioptioiden tapauksissa, mutta voidaan usein määritellä riittävällä tarkkuudella, kun projektin toteutuksen rakenne on tunnettu. Vastaavasti toteutushinta koostuu yksinkertaisesti investoinnin kustannuksista, joiden odotetaan olevan tiedettyjä useimmissa tapauksissa.

Kohde-etuuden volatilitietti on vaativin määritettävä tunnusluku. Davisin (1998) mukaan nykyiset menetelmät, jotka rakentuvat jatkuviin stokastisiin prosesseihin, olettavat volatilitiettiin olevan vakaata, mikä mahdollistaa potentiaalisten virheiden syntymisen arviointiprosessin aikana. Vaikka Amram & Kulatilaka (1996, 101) puolustavat vakaata volatilitiettiä ja esittävät empiirisiä todisteita tukeakseen väitettä, ei oletus ole aina realistinen. Lisäksi samanlaisia yksinkertaistavia oletuksia on tehty usein toisissakin analyyseissä, kuten esim. yleisesti käytetyssä regressioanalyysissä (Pindyck & Rubinfeld 1998, 58–59). Olisi mahdollista ottaa huomioon muuttuva volatilitietti, mutta tämä vaatisi edistyneempien matemaattisten mallien



käyttämistä (esim. GARCH- ja ARCH – menetelmiä) (ks. esim. Pindyck & Rubinfeld 1998, 285). On kyseenalaista parantaisivatko nämä mallinnustyökalut tuloksia riittävästi peittääkseen kustannukset lisätiedoista ja intuition tappion. Siksipä voidaan olettaa, että vakaa volatilitiiteetti kohde-etuuden hinnassa kuvastaa tosielämän olosuhteita suhteellisen hyvin pitkällä investointiperiodilla, kuten 10–12 vuotta. Kuitenkin tällaiset menetelmät ovat tämän tutkielman tavoitteiden ulkopuolella, koska ne vaatisivat tekemään reaaliopiomallista liian monimutkaisen käyttöä ja ymmärtää.

Binomihinnoittelumallissa käytetty volatilitiiteetti on tuoton normaaliksi oletetusta jakaumasta estimoitu keskijakauma (ks. mm. Luenberger 1998, 297–299; Copeland 2001, 244–253). Yleisesti projektin arvo ajalle  $T$  on  $PV_0 e^{rt}$ , missä  $PV_0$  on nykyarvo alussa ja  $r$  tuotto prosentti. Tästä seuraa, että:

$$(15) \quad r t = \ln \frac{PV_t}{PV_0}.$$

Kun  $t=1$ , tätä yksinkertaista muutosta voidaan käyttää arvioitaessa projektin tuottoa ajalla nolla ja yksi. Tämän tuoton perusteella voidaan arvioida projektin volatilitiiteetti. Copeland (2001, 244–253) käyttää Monte Carlo simulaatiota laskettaessa nykyarvoja. Hän tekee oletuksista stokastisia malleja käytettäväksi laskettaessa projektin tulevaisuuden kassavirtoja. Simulaatio tuottaa vuosittaisen tuotto prosenttien frekvenssijakauman, josta volatilitiiteetti voidaan arvioida.

Puutteena Copelandin simulaatiomallissa on, että todennäköisyysjakaumat täytyy antaa seuraavin oletuksin, kuten hintoina ja kustannuksina. Joissakin tapauksissa tämä ei ole sen helpompaa kuin antaa todennäköisyysjakauma suoraan projektin nykyarvoille. Lisäksi todennäköisyysjakaumien arviointi kaikille projekteille voi olla aikaa vievä tehtävä ja lopputulos epäluotettava.

Copelandin (2001, 236) mukaan yleinen virhe on olettaa, että kohde-etuuden volatilitiiteetti on sama kuin yhden sen tunnusluvun volatilitiiteetti. Esim. kullin hinta ei ole hyvä edustamaan kultakaivoksen volatilitiiteettiä. Yhteenvetona voisi todeta, huolimatta siitä mitä lähestymistapaa käytetään, että tarkkaa arviota kohde-etuuden volatilitiiteetille on vaikea muodostaa.

Käyttökelpoiset arvot kertoimille  $u$  ja  $d$ , joita käytetään laskettaessa ylös- ja alaspäin muutoksia kohde-etuuden hinnassa, voidaan löytää kun vuosittaisen suhteellisen muutoksen normaali-jakauma  $\sigma$  kohde-etuuden hinnalle on tiedossa. Kuten aiemmin todettiin, pienelle muutokselle  $\Delta t$  kertoimet voidaan arvioidaan seuraavasti:

$$(16) \quad u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}},$$

missä  $e$  on perusta luonnolliselle logaritmillemme ja  $\Delta t$  on askelten aikaväli binomipuussa. Käytännössä arviointia käytetään kun  $\Delta t$  on yksi vuosi. (Luenberger 1998, 314–332).

Viimeinen tunnusluku on osingot, joita voidaan maksaa kohde-etuuden omistajille. Osingot voivat olla rahavirtoja projektista sen omistajille. Huomattavat osingot kasvattavat halua opti- on aikaisemmalle toteuttamiselle, sillä osingot laskevat kohde-etuuden arvoa. Erityisesti bi- nomihinnoittelumalli on hyvin suunniteltu käsittelemään sekä suhteellisia ja suhteettomia vuotoja projektin arvosta. Esim. Black-Scholes – malliin on vaikea sisällyttää satunnaisesti jaettavat osingot, kun nämä voidaan sisällyttää suhteellisen helposti binomihinnoittelumene- telmään. Haarojen määrä ja mahdollisten loppuvaiheiden määrä kasvaa, mutta peruslogiikka säilyy muuttumattomana. Vaikka laskennalliset näkökulmat voitaisiinkin käsitellä, oikean arvon määrittäminen osingon määrälle, erityisesti kun kohde-etuus on reaallinen, säilyy. Tässä tutkielmassa osinkojen oletetaan olevan nolla. (Copeland 2001, 124–125).

## 4.12 Reaaliopiomallin edut ja ongelmat

Reaaliopiomallilla katsotaan olevan siis ainakin seuraavat edut (Lander & Pinches 1998, 541 & Amram & Kulatilaka 1999b, 6):

- Malli perustuu teoriaan, se on joustava, ja sillä on yksinkertainen mutta vahva päätöksente- tekokehikko.
- Malli on erityisesti suunniteltu mallintamaan joustavuutta, ja se lisää johdon aktiivista toimintaa projekteissa; päätöksiä voidaan muuttaa, jos siihen ilmenee tarvetta. Reaaliopio- ot ovat siis epälineaarisia, koska ne muuttuvat päätöksenteon mukana (jos vastaavasti pää- tös on lineaarinen, se pysyy samana, vaikka mitä tapahtuisi).
- Mallia voidaan – ainakin käsitteellisesti – käyttää mallintamaan ja arvottamaan erilaisia liiketoimintapäätöksiä ja joissakin tapauksissa myös suhteellisen monimutkaisia inves-

tointimahdollisuuksia. Se auttaa myös suunnittelemaan ja johtamaan strategisia investointeja ennakoivasti. Tätä ennakoivan johtamisen ominaisuutta voidaan käyttää mm. pienentämään kiinteiden kustannusten nykyarvoa muuttamalla tuotannon skaalaetuja, kasvattamaan odotettujen kassavirtojen epävarmuutta innovoimalla uusia tuotteita ja kasvattamaan odotettuja kassavirtoja kehittämällä markkinointistrategioita. (ks. Leslie & Michaels 1997, 12–13).

- Malli käyttää riskitöntä korkoa ja riskineutraaleita todennäköisyyksiä, ja välttää riskipreferenssit ja riskilliset diskonttauskorot. Malli asettaa siis suuremman painon riskin roolille kuin koroille ja muille finanssimuuttujille (Dixit & Pindyck 1995, 107).
- Malli tuottaa johdonmukaisia arvioita, joka ovat kytkeytyneet finanssimarkkinoiden arviointiin.

Vastaavasti monet reaaliopiomallin ongelmista liittyvät siihen, että se on edelleen pitkälti teoreettinen ja tämän lisäksi myös sangen monimutkainen. Problematiikka kohdistuu siis ennen kaikkea käytännön puoleen, ja mm. siihen, kuinka yritysmaailma saataisiin adoptoimaan malli omaan käyttöönsä.

Tulisi huomioida lukuisia seikkoja pyrittäessä hyödyntämään reaalioptioita. Ensinnäkin, esiteltäessä reaalioptioteoriaa yrityksen johdolle pitäisi pyrkiä välttämään monimutkaisia reaaliopiotekniikoita, jotka voidaan esitellä ainoastaan käyttämällä monimutkaisia tietokoneohjelmia (Kemna 1993, 259). Reaalioptioiden käyttöönotto investointipäätöksissä olisikin huomattavasti helpompaa, jos olisi olemassa selkeä kokoelma menetelmiä, joiden avulla voisi arvioida eri optiovaihtoehtoja. Tällöin menetelmien kokoelma voitaisiin sisällyttää strategiaan suunnitteluvälineisiin ja päätöksentekosääntöihin, joiden avulla saadaan aikaan paras mahdollinen toimintatapa (Kogut & Kulatilaka 1994, 54–55). Toiseksi, reaalioptioteorian käyttöönotto saattaa aiheuttaa yrityksessä ongelmia, jos yrityksen johdolle ei onnistuta riittävän selkeästi selvittämään, mitkä ovat tärkeitä reaalioptioita juuri kyseessä olevan yrityksen tapauksessa. Johdolle pitäisi myös perustella, miksi esim. diskontattuihin kassavirtoihin perustuvia analyysejä ei voisi pelkästään käyttää ilman reaalioptioita, kun valitaan ja arvioidaan investointeja (Kemna 1993, 259).

Kaikki reaalioptioiden ongelmat eivät kuitenkaan liity vain optioiden adoptointivaiheeseen yrityksessä, vaan yleisesti mallin hyödyntämiseen käytännön toiminnassa. Edellä mainittu reaalioptioiden monimutkaisuuden välttäminen saattaa muodostua todelliseksi ongelmaksi

mallin adoptointivaiheen jälkeen yrityksen pidemmän aikavälin toiminnassa, sillä investointien reaalioptioilla on nimittäin taipumus tulla ajan myötä yhä monimutkaisemmaksi, jolloin myös reaalioptioiden arvostustekniikat tulevat monimutkaisemmiksi ja laajemmiksi, samalla tarvittavat laskelmat muuttuvat yhä vaikeammiksi ymmärtää ja käyttää. Tämä vaikeuttaa suuresti reaalioptioiden käyttöä strategisten päätösten yhteydessä.

Useimmat reaalioptiomallit ovat myös melko suoraviivaisia ja tyylieltyjä, eivätkä ainakaan sellaisinaan pysty arvioimaan reaali maailmaa selvästi monimutkaisempia investointimahdollisuuksia, jotka sisältävät esim. useita aikaperiodeja ja epävarmuustekijöitä. Yritys voisi monimutkaisten laskelmien lisäksi törmätä mm. siihen seikkaan, että aina ei ole kovinkaan helppoa arvioida kulloinkin kyseessä olevaan investointiin liittyvää volatilitteettiä, vaikka rahoitusinstrumenttien markkinoilla volatilitteetin määrittäminen onkin suhteellisen helppoa (Kemna 1993, 270; Kogut & Kulatilaka 1994, 53; Lander & Pinches 1998, 551–552). Myös useat mallin oletukset rajoittavat investointien arvonmäärittäystä. Ei ole esim. järkevää olettaa, että investoinnin volatilitteetti pysyisi vakiona pitkien aikahorisonttien yli projekteilla, joilla on kassavirtoja useiden vuosien ajan. Optiopohjainen malli ei myöskään kuvaile sitä, kuinka yrityksen johto todellisuudessa tekee investointipäätöksen (Lander & Pinches 1998, 542).

Nämä ongelmat ovat vaikuttaneet pitkälti siihen, että suurin osa yrityksistä, jotka tähän mennessä ovat käyttäneet reaali optioteoriaa, toimivat aloilla, jotka hyödyntävät luonnonresursseja. Tähän on ollut syynä se, että niiden kassavirrat pohjautuvat luonnon raaka-aineiden säännöstyihin hintoihin (Kogut & Kulatilaka 1994, 53).

## 5 REAALIOPTIONALYYSI JA STRATEGINEN PÄÄTÖKSENTEKO

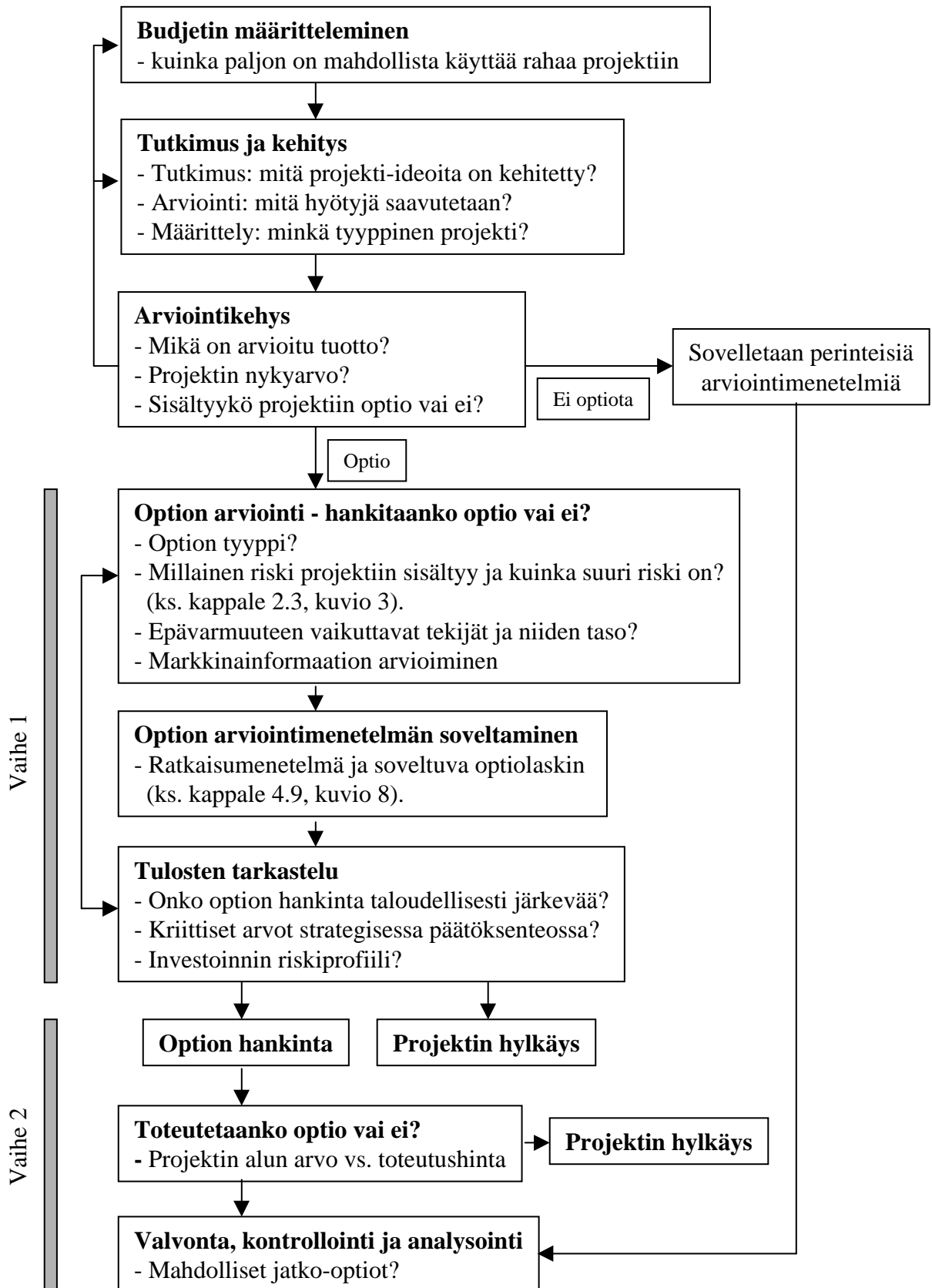
### 5.1 Strategisen reaalioption arvioiminen

Strategian tutkijat ovat ehdottaneet, että useita yritysten päätöksiä voitaisiin parhaiten katsoa strategisten optiolinssien läpi (Bowman & Hurry 1993, 762). Näihin päätöksiin sisältyvät yhteistyö, kansainvälisten tuotantoverkostojen johtaminen, pääomasijoitusinvestoinnit, tutkimus- ja tuotekehitysohjelmat sekä osa pääomabudjetointipäätöksistä (Kogut & Kulatilaka 1994b, 126). Kuviossa 12 on tarkasteltu reaalioptiomenetelmän soveltamisen vaikutuksia pääomabudjetointiprosessiin.

Yhteinen teema kaikissa em. päätöksissä on, että ne johtavat kaksivaiheisen prosessin käyttöön. Projektin kehysten määrittelyn jälkeen (rahoitus ja tavoitteet) seuraavassa vaiheessa arvioidaan, sisältääkö projekti option vai ei. Jos optiomahdollisuutta ei ole, sovelletaan arviointiin perinteisiä diskontattuihin kassavirtoihin perustuvia menetelmiä ja prosessi on esim. kuviossa 2 kuvatun kaltainen.

Pääomabudjetointitarkoituksiin reaalioptio tulee analysoida useampaan kertaan. Ensimmäisessä vaiheessa, jos projektiin sisältyy optio, yrityksen tulee arvioida optio ja päättää, tulisiko reaalioptio hankkia. Jos option mahdollisuudet ovat yrityksen tavoitteiden mukaiset, tehdään pieni investointi, joka antaa yritykselle mahdollisuuden ottaa osaa projektiin (toisin sanoen yritys ostaa option). Toinen vaihe toteutetaan myöhemmin – kun enemmän informaatiota on tiedossa – jolloin yritys kohtaa valintatilanteen, jossa sen on tehtävä päätös suuremman investoinnin tekemisestä projektiin (toisin sanoen yritys toteuttaa option). Toisen vaiheen arviointi perustuu projektin alussa vallinneen arvon ja option toteutushinnan eroon, jonka perusteella päätetään projektin jatkosta. (Useat arvioinnit eivät tyypillisesti sisälly optioanalyysin käyttöön, paitsi monivaiheisten optioinvestointien tapauksissa). Investointi reaalioptioon on taloudellisesti järkevää, kun option arvo ylittää option hankinnasta aiheutuneen kustannuksen.

KUVIO 12 Pääomabudjetointiprosessi.



Demonstroidaksemme käyttökelpoista reaaliopliolähestymistavan soveltamista ja siihen liittyviä ongelmia, esitetään esimerkki reaaliopliioanalyysistä. Käytetty aineisto pohjautuu Sanderin (1994) ja Thackrayn (1995) artikkeleissaan esittämään esimerkkiin.

Yritys X käytti opliioanalyysiä arvioidakseen ehdotettua yhteistyötä pienen biotekniikkayrityksen kanssa. Tämä projekti oli nimeltään Alfa. X halusi uudelle markkina-alueelle, joka vaatii uuden tekniikan hankintaa, pieneltä biotekniikkayritykseltä A. A oli patentoinut teknologiansa, mutta ei ollut kehittänyt siitä yhtään kaupallista sovellutusta. X oli ehdottanut tämän teknologian lisensoimista siinä toivossa, että uusi tuote voitaisiin kehittää sen avulla. X arvioi, että teknologian lisensoinnin jälkeen kestäisi kaksi vuotta ennen kuin yhtään tuotetta olisi valmiina. Teknologian alustavasta luonteesta johtuen X:lle ei ollut selvää pystyisikö se kehittämään tuotetta, ja jos tuote kehitettäisiin mitkä olisivat sen kaupalliset mahdollisuudet. Jos kahden vuoden jälkeen tulisi ilmi, että uusi tuote olisi kaupallisesti toteutettavissa, silloin X:n tulisi rakentaa tehdas tuottamaan tuotetta ja toteuttaa tuotteeseen liittyvää markkinointia, hankkia toimintapääomaa ja maksa muita käynnistyksestä aiheutuvia kuluja. Nämä aloitusvaatimukset vievät aikaa yhden vuoden valmistukseen.

X neuvotteli A:n kanssa lisensoidakseen teknologian. Ehdotetun sopimuksen mukaisesti X tulisi maksamaan A:lle 2 miljoonaa lisenssimaksun kolmen vuoden aikana. Lisäksi X tulisi maksamaan rojalteja A:lle, jos tuote tulisi markkinoille. X:llä oli oplio irtisanoa sopimus milloin tahansa, jos se olisi tyytymätön tutkimuksen edistymiseen.

Ehdotettu A:n sopimus muistuttaa osto-opliota ja se voidaan analysoida käyttäen opliioanalyysiä. Tulisi huomata, että opliion arviointitekniikan käyttö luo opliion teoreettisen arvon; tätä teoreettista arvoa tulisi verrata opliion todellisiin kustannuksiin, jotka vastaavat tutkimus- ja tuotekehitystoiminnan sekä lisenssikustannusten summaa. Pienenä etukäteismaksuna X osti oikeuden hyötyä kaikesta A:n teknologian arvon noususta. Kuitenkin, jos tämä teknologia epäonnistuu tuottamaan kaupallisesti menestyvää tuotetta, silloin X:llä ei olisi mitään velvollisuutta rakentaa tehdasta eikä maksaa aloituskustannuksia. Lisäksi, X oletti aloituskustannusten olevan erillisiä teknologian tulevaisuuden arvosta.

Laskeakseen opliion arvon X käytti Black-Scholes – mallia (Black and Scholes 1973), joka vaatii viiden tunnusluvun arvot.

Ensimmäinen on *projektin arvo*. Tälle projektille, X otti kassavirtojen oletetun nykyarvon projektista (toisin sanoen NNA) olettaen, että teknologia on menestyksellinen ja tehdas rakennetaan. Projektin arvon laskelma jättää pois kassavirrat tehtaan rakentamista varten ja siihen liittyvät aloituskustannukset (näitä kustannuksia pidetään laskeman toteutushinnan osana), ja etukäteislisensiointi ja kehityskustannukset (näitä kustannuksia pidetään option kustannuksia). Projektin arvon laskelma perustuu X:n parhaaseen arvioon kassavirroista, jotka projekti tuottaisi. Tämä diskontattu kassavirta-arvio tehtiin käyttäen perinteistä NNA tekniikkaa. Lisänä perustapaus-skenaarioon tehtiin neljä vaihtoehtoista tapausta perustuen erilaisiin oletuksiin projektin menestymisestä. Perusarvo oli 28,5 miljoonaa, ja neljän vaihtoehtoisen tapauksen osalta projektin arvot olivat 22,5, 18, 15,8 ja 15 miljoonaa, koska käytettiin epäedullisempien oletusten vaihtelua.

*Toteutushinta* on kustannus tehtaan rakentamisesta ja siihen liittyvät aloituskustannukset, jotka toteutuisivat, jos tehtäisiin päätös teknologian kaupallistamisesta. X arvioi näiden kustannusten olevan kokonaisuudessaan 25,4 miljoonaa.

*Erääntymisaika* perustuu oletettuun aikaan kehittää tuote ja rakentaa tehdas. Tämä vaihteli kahden, kolmen ja neljän vuoden välillä; neljän vuoden jälkeen olisi todennäköistä, että kilpailevat tuotteet tulisivat markkinoille, tehden X:n markkinoille tulosta epätodennäköistä.

*Volatiliteetti* perustuu vuotuiseseen normaalijakaumaan biotekniikkaosakkeiden tuotoista. Näillä osakkeilla näyttää olevan samanlainen riskitaso kuin projektilla Alfa. Analyysissä käytettiin 0,5 volatilitteettiä ja sen määritteli X:n investointipankkiiri.

Riskitön korkokanta perustui silloin vallinneisiin kahden, kolmen ja neljän vuoden joukko-velkakirjojen korkotasoon. Option arvon laskemisessa käytettiin 4,5 % korkoa.

Käyttäen em. tietoja, X laski Black-Scholes -mallin avulla option arvon perustapaukselle ja neljälle vaihtoehtoiselle tapaukselle. X tutki myös option arvoa olettaen, että se oli kahden, kolmen ja neljän vuoden optio. Näitä 15 option arvoa (viisi tapausta x kolme erääntymispäivää) verrattiin option hankinnan kustannuksiin, joka on yhtä suuri kuin lisensioida ja kehittää teknologia (näiden etukäteiskustannusten kokonaismäärän arvioitin olevan 2,8 miljoonaa). Taulukko 4 kuvaa tämän analyysin. Tämä analyysi osoittaa, että option arvo ylittää (pois luki-en kaksi tapausta) option hankinnan kustannuksen, niinpä X päätti lisensioida teknologian ja



aloittaa sen kaupallisen kehittämisen. Esimerkiksi käyttäen perustapausta ja kolmen vuoden erääntymisaikaa X sai option arvoksi 11,9 miljoonaa ja vaihtoehtoista tapausta 2 kolmen vuoden erääntymisajalla 4,8 miljoonaa. Molemmat olivat yli option hankinnasta aiheutuneen 2,8 miljoonan kustannuksen, johtaen päätökseen investoida.

**TAULUKKO 2** Projekti Alfa Optioanalyysi.

	Perus tapaus	Vaihtoehtoiset tapaukset			
		1	2	3	4
<b>Tunnusluvut: (milj.)</b>					
Projektin arvo	28,5	22,5	18,0	15,8	15,0
Toteutushinta	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
Korkokanta	4,5 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %	4,5 %
Volatiliteetti	50,0 %	50,0 %	50,0 %	50,0 %	50,0 %
<b>Erääntymisaika 2 vuotta:</b>					
Option arvo	10,1	5,9	3,4	2,4	2,1
Päätös	Investoi	Investoi	Investoi	Älä investoi	Älä investoi
<b>Erääntymisaika 3 vuotta:</b>					
Option arvo	11,9	7,6	4,8	3,6	3,2
Päätös	Investoi	Investoi	Investoi	Investoi	Investoi
<b>Erääntymisaika 4 vuotta:</b>					
Option arvo	13,5	9,0	6,0	4,6	4,2
Päätös	Investoi	Investoi	Investoi	Investoi	Investoi

## 5.2 Kvantitatiivisen menetelmän rajoitukset reaalioptioissa

Arvioidessaan strategisia reaalioptioita kvantitatiivisten mallien käyttäjä kohtaa lukemattomia toteuttamisongelmia (Lander & Pinches 1998, ). Nämä ongelmat yleisesti jakautuvat kolmeen eri kategoriaan: löytää malli, jonka oletukset täsmäävät analysoitavana olevan projektin vastaaviin, määrittäen malliin tunnusluvut ja mahdollistaen optioiden matemaattisen ratkaisun. Tarkastellaan ensin mallin oletuksiin ja tunnuslukujen määrittämiseen liittyviä ongelmia. (ks. Lander & Pinches 1998 keskustelua jäljitettävyydestä.).

Reaalioptiolähestymistavan käyttökelpoisuus kvantitatiiviseen päätöksentekoon riippuu laajuudesta, jolla arvioitavana olevan investointiehdotuksen piirteet vastaavat käytössä olevan arviointimenetelmän oletuksia. Yhdenmukaisuus finanssi- ja reaalioptioiden välillä on epätäydellinen tehden finanssioptioiden arviointimenetelmien käytöstä problemaattisia reaalioptioille. Strategisilta optioilta puuttuu usein yksi (tai usein useampi) markkinoilla vaihdettavien

optioiden selkeä ominaisuus. Nämä erot määrittelevät, onko tavanomainen optioiden arviointimenetelmä (kuten esim. Black-Scholes -malli) käyttökelpoinen johdon päätöksenteossa.

Arvioitaessa strategisia optioita tärkein oletus koskee kohde-etuuden arvon jakaumaa. Black-Scholes -kaavassa arvon oletetaan seuraavan lognormaalialia jakaumaa (ks. kuvio 6), jossa on kiinteä volatilitietin taso (Toiset optionhinnoittelumenetelmät perustuvat erilaisten osakkeiden hintojen jakautumaoletuksiin; esimerkiksi keskiarvoon turvautuvaa prosessia käytetään usein luonnonvaroihin perustuvissa optioissa.). Lognormaalisuus oletus saattaa olla sopimaton strategiselle optiolle. Bollen (1999, 672) kirjoittaa, että perinteiset tekniikat arvioida reaaliopioita tyypillisesti laiminlyövät tuotteen elinkaaren. Toisilla tuotteilla, kuten puolijohteet, tuotteen elinkaari on ollut historiallisesti lyhyt: myynti nousee nopeasti, ja laskee nopeasti kun uusi parempi tuote valtaa markkinat. Tämän myyntikaavan mukaisesti, standardi lognormaali jakauma on sopimaton reaaliopiomallille.

Yritys X:n esimerkissä Black-Scholes -mallin käyttö on ongelmallista johtuen mallin oletuksista, jotka koskevat projektin arvon jakaumaa tulevaisuudessa. Kuten taulukosta 2 voidaan todeta, Black-Scholes -malli osoittaa, että mitä pidempään X voi odottaa option toteuttamista, sitä arvokkaampi optiosta tulee. Kuitenkin strategisen analyysin kannalta katsottuna, mitä pidempään X odottaa option toteutusta sitä matalampi projektin arvo on. Tämä johtuu siitä, että suurin osa projektin arvosta tulee patentin suojasta. Ilman patenttia X olettaisi, että sen kilpailijoilla olisi mahdollisuus kopioida tuote ja ajaa sen taloudelliset hyödyt nolnaan. Koska patentilla on kiinteä erääntymispäivä, mitä pidempään X odottaa option toteuttamista (rakentamalla tehtaani), sitä vähemmän patentin suoja-aikaa on jäljellä ja sitä matalampi on sen konnaistaloudellinen arvo.

Yritys X olisi voinut sopeuttaa Black-Scholes -mallin käyttöä laskeakseen negatiiviset vaikutukset joutuessaan odottamaan kauemmin option toteutusta. Tehdäkseen tämän X olisi voinut luoda erilliset parametrit kahden-, kolmen- ja neljän vuoden analyysiin. Vaihtoehtona saman alkuperäisen projektin arvon ja toteutushinnan käytölle kahden-, kolmen- ja neljän vuoden optioissa, X:n olisi pitänyt esittää kolme erillistä laskelmaa odotetulle projektin arvolle olettaen että alkuperäinen projekti kestää kaksi, kolme ja neljä vuotta. Pidempi projektin kesto- aika olisi vastaavasti pienentänyt alkuperäistä projektin arvoa. Samalla tavalla toteutushinnat olisi voitu sopeuttaa ylimääräisellä inflaatiotekijällä. Nämä arvot olisi voitu sitten käyttää erillisissä Black-Scholes -malleissa jokaiselle aikakehykselle.

Kuten jo aiemmin todettiin reaaliopioiteoriaa käsittelevässä osuudessa, kvantitatiivisen mallin tehokas käyttö arvioitaessa potentiaalisia strategisia investointeja on rajoitettu tarpeella laskea mallin tunnusluvut. Jos tunnusluvut ovat riittämättömästi laskettu, silloin käytettävän mallin tulokset tulevat olemaan vääriä. Tarkastelemalla X:n tapauksia, voimme huomata, että yritys kohtasi useita ongelmia määriteltessään arvoja mallin tunnusluvuille.

*Kohde-etuuden arvo.* Kuten optioiden yleisiä ominaisuuksia käsiteltäessä todettiin (kappale 4.1), markkinoilla vaihdettavalle optiolle nykyinen ja tuleva osakkeen hinta ovat valmiiksi option haltijan tiedossa. Nämä optiohinnat ovat merkityksellisiä option haltijalle siinä mielessä, että option haltija voi valmiiksi myydä tai ostaa osakkeita tällä hinnalla realisoidakseen voiton (tai leikata tappioitaan) optioilanteessa. Reaaliopioille yhdenmukainen osakehintaa voi olla tuntematon ja/tai toteuttamaton. Esim. tyhjän tontin tapauksessa rakennuttajalla ei ole aktiivisia markkinoita, joiden puoleen kääntyä selvittääkseen maan käyvän arvon. Myös tutkimus- ja tuotekehitysprojektin muodossa olevilla strategisilla optioilla ei ole valmiiksi havaittavia hintoja, koska tutkimuksen tulos on (esim. siihen liittyvän teknisen riskin osalta) tuntematon siihen saakka kunnes projekti on valmistunut. Havaittavien hintojen puute saattaa vaikeuttaa johtopäätösten tekemistä, mm. sopivan toiminnan suunnan ottamisen osalta, option erääntymisen koettaessa. (Dixit & Pindyck 1994, 47–48).

Laskeakseen kohde-etuuden hinnan X käytti sen parasta arviota projektin nettonykyarvosta. Tämän vuoksi jokainen NNA -laskelmassa tehty virhe tulee virheeksi myös option arvon laskelmissa. Yleinen lähestymistapa epävarmuuteen, käytettäessä diskontattuja kassavirtateknikoita, on luoda useampia vaihtoehtoisia tapauksia perustuen erilaisiin mahdollisiin lopputuloksiin. Kuten aiemmin mainittiin, X loi perustapauksen ja sarjan vaihtoehtoisia tapauksia perustuen ”mitä jos jokin meni pieleen” järjestykseen. Voimme myös havaita, että X ei tuottanut vaihtoehtoisia tapauksia olettaen asioiden menevän oletettua paremmin. Myöskään, X ei yrittänyt arvioida erilaisten luomiensa vaihtoehtoisten tapauksien todennäköisyyttä.

*Volatiliteetti.* X käytti biotekniikkaosakkeiden volatiliteettiä samanlaisena riskiprofiilina tuotilleen. Kuitenkin monille strategisille investoinneille ei ole olemassa julkisesti vaihdettuja instrumentteja, joiden riskiprofiili täsmäisi ehdotettua investointia. Tulevaisuudessa on kuitenkin yhä helpompaa löytää informaatiota riskiprofiileista. Amram & Kulatilaka (1996, 101) huomauttavat, että julkisesti vaihdettujen instrumenttien määrä finanssimarkkinoilla on jatkuvasti kasvanut lisäten mahdollisuuksia löytää sopiva lähde volatiliteetille.

*Voimassaoloaika.* Strategisille optioille ei yleensä ole asetettu erääntymisaikaa. Esimerkiksi tutkimusprojekti voidaan ulottaa pidemmälle aikaperiodille kuin alun perin oli suunniteltu. Kuten aiemmin mainittiin, erääntymisajan ja kohde-etuuden arvon jakautuman oletusten vuorovaikutus voi aiheuttaa vakavia ongelmia reaalioptioiden arvioinnissa.

*Toteutushinta.* Option arviointimenetelmät olettavat, että option toteutushinta on sovittu etukäteen. Jos asia ei ole näin, silloin option arvo muuttuu dramaattisesti. Monilla investoinneilla on joitakin reaalioptioiden tunnuspiirteitä, mutta niillä ei ole kiinteää toteutushintaa. Esimerkiksi Kogut (1991, 23) ehdottaa, että osallistuminen yhteisprojekteihin antaa yritykselle option ostaa kumppaninsa ulos – osto-option muodossa. Jos yhteistyö on menestyksekkäs, silloin on hyvin todennäköistä, että toinen kumppaneista toteuttaa optionsa ostamalla toisen kumppanin omistusosuuden. Useimmissa yhteistyöhankkeissa hinta joka on maksettu toisen kumppanin osuudesta, on perustunut lunastuksen ajankohtana vallitsevaan vapaiden markkinoiden arvoon. Arviointitermein tämä ei ole optio, koska myyjä (ei osto-option haltija) saa hyötyä ”mihin hintaan tahansa” – arvostuksesta. Yhtä lailla, on väärin käyttää standardia option arviointimenetelmää arvioitaessa yhteistyöhankkeen sopimuksen reaalioptionäkökulmaa.

X:n esimerkissä, yritys käytti arvioituja menoja tehtaan rakentamiseksi ja siihen sitoutuvia aloituskustannuksia arvioidessaan option toteutushintaa. Kuitenkin toteutusajankohtana X:llä on useita vaihtoehtoja kuinka kaupallistaa teknologia (jos tuotekehitys on menestyksekkäs). Esimerkiksi X voisi lisensoida teknologian toiselle yritykselle, tai rakentaa pienemmän tai suuremman tehtaan jne. Nämä valinnat vaikuttavat toteutushinnan laskemiseen.

### **5.3 Optioanalyysin rooli strategisessa suunnittelussa**

Reaalioptiomenetelmän käyttö strategisessa analyysissä on teoreettisesti houkutteleva tapa ajatella monista investointimahdollisuuksista periytyvää joustavuutta. Kuitenkin menetelmän käyttö asettaa useita käytännön ongelmia, jotka voivat johtaa käyttäjät tekemään virheellisiä johtopäätöksiä. Optiolähestymistavan monimutkaisuus voi tehdä myös vaikeaksi löytää virheitä analyysistä. Nämä käytännön vaikeudet voivat selittää reaalioptioanalyysin rajoitettua käyttöä strategisessa suunnittelussa. Eräs lähestymistapa ratkaistaessa täsmentämättömien option arviointimenetelmien ongelmaa on luoda edistyneempi yksilöllinen laskentamenetelmä option arviointiin, joka vastaa paremmin investointiehdotuksen piirteitä. Näiden edistyneem-

pien optiomallien suunnittelu, kehitys ja laskennallinen toteuttaminen on usein yrityksen johtajien kykyjen ulottumattomissa. Tiedostaen ominaiset vaikeudet näiden mallien luomisessa ja ratkaisussa, ei ole yllättävää, että edistyneemmät reaaliopiomallit ovat harvoin käytettyjä strategisessa päätöksenteossa.

Yritys X:n esimerkki osoittaa, että reaaliopiomenetelmästä saatu hyöty ei ollut vain yksinkertaisesti parantunut arviointi. Monien päätöstentekosääntöjen arvo lienee enemmänkin jatkuvuuden vaatimuksessa kuin monivuotisessa optimaalisuuden etsinnässä. Tosiasiassa reaaliopioanalyysin arvo on pikemminkin löydettävissä vaikutuksista projektin suunnitteluun kuin itse suunnittelun arvioinnissa. X:n tapauksessa avainhuomio oli nähdä lisenssin antavan oikeuden toteuttaa tulevaisuuden investointi. Perinteisten menetelmien tapauksessa arvioija saattaisi antaa todennäköisyyden sekä hyvälle että huonolle investointiskenaariolle ja arvioida niiden keskimääräiset kassavirtojen arvot päättääkseen ostaako lisenssin. Optioprospektiivin mukaisesti investointipäätös on riippuvainen option ostamisesta. Näin ollen ei olisi kohtuullista arvioida lisenssipäätöstä siten, että ostamisen jälkeen olisi toteutettava tulevaisuuden investointi. Vastaavasti optioanalyysi korostaa kokeilun arvoa hajottamalla investoinnin sarjaksi pienempiä perättäisiä projekteja.

Kvantitatiivinen arviointimalli on vain osa strategisen suunnittelun kokonaisuutta ja pääoman kohdentamisprosessia. Tehdessään näitä päätöksiä, yritysten tulisi suorittaa sekä taloudellinen että strateginen analyysi. Monimuotoiset analyysit ovat suositeltavia, koska eri menetelmät toimivat toistensa tarkastajina. Esimerkiksi kassavirtojen ennustaminen on tunnetusti vaikeaa, tehden pelkästään taloudelliseen analyysiin perustuvan pääomankohdistamisjärjestelmän käytöstä problemaattista. Vastaavasti strateginen analyysi ei yksiselitteisesti osoita tarjoaako projekti tuottoa joka oikeuttaa siitä periytyvän riskin. Kvantitatiivisessa analyysivaiheessa strategisten suunnittelijoiden tulisi valita arviointityökalu (toisin sanoen optiot tai DCF), joka vastaa investointiehdotusta. (Myers 1987, 135).

Lopuksi voi todeta, että yksi potentiaalinen etu reaaliopioanalyttisen lähestymistavan käytöstä on, että se saattaa muuttaa arvioitavana olevien investointiehdotusten tyyppiä. Kuten Kogut & Kulatilaka (2001, 756) huomauttavat, optionäkökulma kääntää ylösalaisin perinteisen organisaatiokirjallisuudesta löytyvän ajattelun epävarmuuteen syventymisestä. Jos optiot nähdään oikeutettuna tapana analysoida ehdotuksia, silloin enemmän option tapaisia ehdotuksia voidaan harkita. Tämä lisäys voi tulla sekä uusien ehdotusten muutoksina, jotka synnyte-

tään (toisin sanoen johtajat hakevat optioita joihin sijoittaa), ja optioita sisältämättömien ehdotusten uudelleenharkinnan kautta muuttaen ne optioiksi. Optiolähestymistapa rohkaiseekin kokeiluihin ja ennakoivaan tutkimukseen epävarmuudesta.

#### **5.4 Joustavuuteen vaikuttaminen – reaalioptioiden strateginen arvo**

Jokaisessa tapauksessa option haltija voi päättää tehdäkö investointi ja realisoida siitä saavansa voiton, ja milloin investoida, koska voitto tulee olemaan optiomaalinen tietyllä hetkellä. Tämä on pohjimmiltaan reagoimista joustavuuteen: option haltija käyttää hyväkseen mahdollisuuttaan vastata ympäristön muutoksiin ja maksimoida voittonsa.

Kuitenkin puhuttaessa reaalioption reagoinnista joustavuuteen, puhutaan menetelmän eduista arviointityökaluna. Lisäksi tyypillisesti suuremmat voitot tulevat *ennakoivasta joustavuudesta*, joka lisää option arvoa sen hankinnan jälkeen. Tämä mahdollisuus syntyy siitä, että todellisissa liike-elämän tilanteissa toisiinsa vaikuttavia osapuolia on rajoitettu määrä, jolloin jokainen voi vaikuttaa reaalioption tunnuslukuihin ja siten myös option arvoon (toisin kuin finanssiotiot, jotka hankitaan ja toteutetaan markkinoilla). (Leslie & Michaels 1997, 12).

Yrityksen johtajalla on joustavuutta vaikuttaa reaalioption parametreihin, kuten esim. projektin kassavirtojen nykyarvoon, lisäämällä panostusta markkinointiin. Yrityksen johtajalla saattaa olla myös mahdollisuus pidentää option voimassaoloa hankkimalla patentin tai neuvottelemalla uudelleen lisenssisopimuksen. Nämä toimet vaikuttavat tietenkin myös toisten yritysten hallussa olevien optioiden arvoon. (Leslie & Michaels 1997, 12).

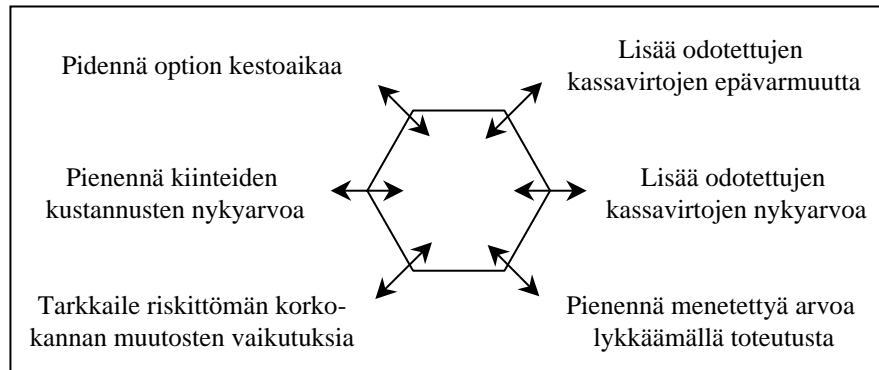
Etu ennakoivasta joustavuudesta onkin, että yrityksen johto voi käyttää kykyjään ja parantaa option arvoa ennen sen toteutusta, tehden optiosta käytännössä arvokkaamman kuin siitä hankittaessa tai määritettäessä. Tämän he voivat tehdä vaikuttamalla parametreihin, jotka kontrolloivat sen arvoa. (Leslie & Michaels 1997, 12).

#### **Ennakoivan joustavuuden hallinta**

Eräs etu käytettäessä esim. Black-Scholes -mallia reaalioptioiden arvioinnissa on, että se määrittelee tekijät, jotka ovat ratkaisevia maksimoitaessa option arvoa. Kappaleessa 4.10.1 esitetyn perusteella voidaan määritellä, että option arvoon vaikuttaa kuusi kuviossa 13 esitettyä

tunnuslukua, jolloin ennakoivan joustavuuden hyväksikäyttö on vain kysymys vaikuttamisesta yhteen tai useampaan tunnuslukuun.

**KUVIO 11** Reaalioptioiden johtaminen ennakoivasti



Ensimmäinen vaikuttava tekijä on lisätä odotettujen kassavirtojen nykyarvoa. Tämä on saavutettavissa lisäämällä tuloja, joko nostamalla kyseessä olevan tuotteen hintaa, tuottamalla sitä enemmän tai luomalla vaiheittaisia investointimahdollisuuksia, eli yhdistelmäoptioita. Kassavirtojen lisäämiseen vaikuttaa oleellisesti kilpailutilanne, joka useimmissa tapauksissa rajoittaa merkittävien muutosten tekemistä.

Toiseksi voidaan pienentää odotettujen kiinteiden kustannusten nykyarvoa. On kaksi perustapaa pienentää kustannuksia, joko vaikuttamalla tuotannon mittakaavaan (kustannus per tuotettu yksikkö pienenee, kun yksikköjen lukumäärä nousee) tai vaikuttamalla tuotannon laajuuteen (tekemällä kaksi erilaista tuotetta samanaikaisesti). Yritys, joka ei voi toteuttaa näitä toimenpiteitä yksin, voisi tehdä niin yhteistyössä muiden kanssa.

Kolmas vaikuttava tekijä olisi lisätä odotettujen kassavirtojen epävarmuutta. Suurempi epävarmuus lisää option arvoa, koska se lisää joustavuuden arvoa. Tämä on ehkä merkittävin ero verrattuna NNA analyysiin. Tapauksessa, jossa yritys on investoinut täysillä panoksilla, kuten NNA analyysi olettaa, epävarmuudella on negatiivinen vaikutus, koska tulokset ovat symmetrisiä. Tämä tarkoittaa, että mahdollisuus menettää koko investointi on yhtä suuri kuin mahdollisuus tuplata sen arvo. Kuitenkin, kun yritys on ostanut vain option, se ei ole sijoittanut koko investoinnin arvoa, jolloin se altistuu vain ylöspäin tapahtuvalle muutokselle, mutta ei alaspäin tapahtuvalle. Tästä seuraa, että option haltijan tulisi tehdä kaikkensa lisätäkseen odotettu-

jen tuottojen epävarmuutta ja toteuttaa option maksimissaan, tai luopua siitä, riippuen tilanteen kehityksestä.

Neljäntenä on mahdollisuus pidentää option kestoaikaa. Ajan pidentäminen riippuu suuresti option yksilöllisyydestä ja sen ainutlaatuisuudesta. Tämä lisää option arvoa, koska se lisää kokonaisepävarmuutta. Yritys voisi esimerkiksi pidentää lisenssisopimuksensa voimassaoloaikaa tai hankkia yksinoikeuden tietyn alihankkijan toimittamiin tuotteisiin.

Viidentenä on pienentää lykkäämisen vuoksi menetettyä arvoa. Finanssioptioiden tapauksessa tämä on odottamisen kustannus, kun odotetaan osinkojen maksamista ennen option hankkimista (pienentää osakkeen arvoa ja siten vaikuttaa myös option tuottoihin). Todellisessa liikelämän tilanteessa odottamisen kustannus voi olla suuri, jos tilaisuuteen tarttuu liian aikaisin. Kun ensimmäisen edut ovat merkittäviä, osingot ovat vastaavasti suuret, pienentäen odottamisen optioarvoa. Kilpailijoille menetettyä arvoa voidaan pienentää rohkaisemalla heitä toteuttamaan optionsa esimerkiksi solmimalla sopimus avainasiakkaiden kanssa.

Kuudentena kohtana on nostaa riskitöntä korkotasoa. Tämä kohta ei kuitenkaan koske ennakkoivaa joustavuutta, sillä riskittömään korkokantaan ei voi vaikuttaa. Kuitenkin tulee huomata, kuten kappaleessa 4.2 todettiin, että mikä tahansa nousu korkokannassa lisää option arvoa, huolimatta sen negatiivisesta vaikutuksesta NNA:han, koska se pienentää toteutushinnan nykyarvoa.

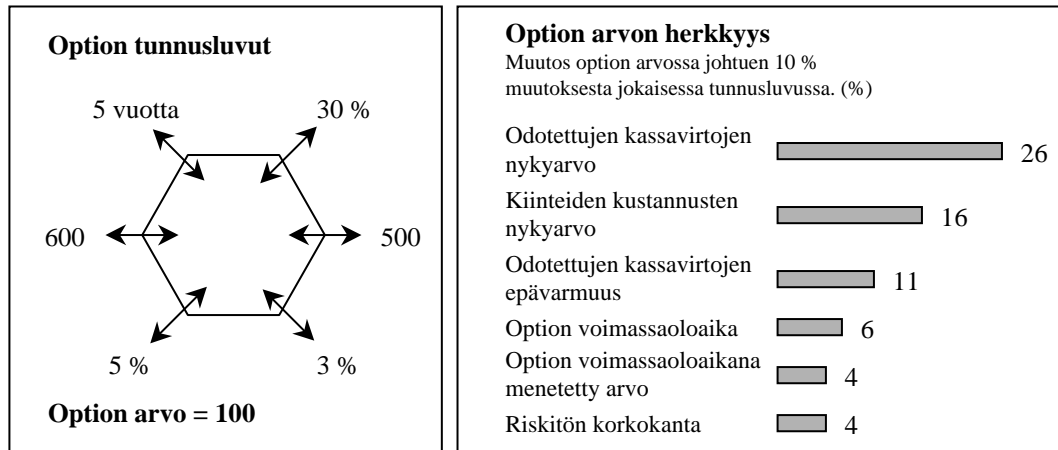
Mitkä tunnusluvut yrityksen tulisi valita? Mihin niistä se voi vaikuttaa? Ensimmäinen kysymys on luonteeltaan taloudellinen ja voidaan siten määritellä yksiselitteisesti yksinkertaisella herkkyysanalyysillä.

Tarkastellaan asiaa esimerkiksi lisenssisopimuksen arvon näkökulmasta, jonka Black-Scholes-menetelmällä saatu reaalioption arvo on 100 ja NNA – 100. Kuten kuviosta 14 voidaan todeta, kuuden tunnusluvun herkkyysanalyysi määrittelee nopeasti taloudellisesti tärkeät asiat. Kuviosta voidaan nähdä 10 % muutoksen vaikutus kuhunkin tunnuslukuun. Voidaan todeta, että muutokset lisenssin kestoajassa, riskittömässä korkokannassa ja lisenssin vuosittaisessa maksussa (tai menetetty arvo option kestoaikana) vaikuttavat vähemmän kuin muutokset odotettujen kassavirtojen nykyarvossa, kiinteiden kustannusten nykyarvossa ja odotettujen kassa-



virtojen epävarmuuden tasossa. Jokaisessa em. kolmessa tunnusluvussa 10 % muutos lisää niiden arvoa noin 26 %, 16 % ja 11 % suhteessa option arvoon.

**KUVIO 12** Option tunnuslukujen muutosten vaikutus option arvoon.



Johtopäätös kuviosta on, että kannattaisi enemmän keskittyä lisäämään tuloja kuin pienentämään kustannuksia. Tietysti on olemassa ulkopuolisia voimia, kuten kilpailu ja markkinarajoitukset, jotka vaikeuttavat tulojen lisäämistä. Vaikka vahvimpiin tunnuslukuihin ei olisikaan mahdollisuutta vaikuttaa, osoittaa analyysi, että lisäämällä voimassaoloaikaa ja pienentämällä kiinteiden kustannusten tasoa 10 % voidaan tuottojen tasoa korottaa merkittävästi.

Kysymys siitä mihin tunnusluvuista voidaan vaikuttaa, riippuu yksin sisäisistä ja ulkoisista rajoituksista ja riskeistä yrityksen toiminnoissa (ks. kuvio 3 kokonaisriskin osat). Nämä saattavat olla teknisiä, tai liittyä markkinointiin, neuvotteluihin tai johtamiskulttuuriin. Ne voivat myös koskea yksittäiseen investointiin liittyviä tekijöitä kuten esim. viive investoinnin ja sen tuottojen välillä tai investointien yhteensopimattomuus (rajoitukset inkrementaalisisessa investoinnissa).

## 5.5 Kritiikkiä optioteoreettisia arviointimenetelmiä kohtaan

Ensimmäinen negatiivinen puoli optioteoreettisten arviointimenetelmien käytössä on niiden vaativan matematiikan taso, jotta voisi ymmärtää menetelmiä ja määritellä menetelmissä käytettävien parametrien arvot. Kvantitatiiviset analyysit, joiden joukossa myös optioteoreettinen arviointi, sisältävät aina yksinkertaistuksia todellisuudesta pakottaen tekemään laskelmista

yksinkertaisempia, jotta laskelmissa säilyy jäljitettävyys. Päätöksentekijöiden luottamus matemaattisiin menetelmiin kärsii suuresti, jos ymmärrys hukataan. Läpinäkyvyys onkin entistä tärkeämpää tapauksissa, joissa tulokset ovat päätöksentekijän alkuperäisestä käsityksestä eriäviä.

Merkittävämpi kysymys optioteoreettisessa arviointimenetelmässä on kohde-etuuden markkinakelvottomuus. Olettamus on, että esim. tutkimus- ja tuotekehitysprojektit eivät ole vaihdettavia millään markkinapaikalla, tällöin päätöksentekijä ei voi suojata optioitaan ko. kohde-etuuden osalta kautta ostamalla osia siitä. Vastaavan portfolion luominen vaatii, että tunnusmerkeiltään vastaavanlainen kohde-etuus voidaan määrittää ja ostaa. Vastaavanlaisen kaksoiskohde-etuuden olemassaolo on epätodennäköistä todellisuudessa, ja epätäydellisen vastineen käyttö vääristää laskelmia (Amram & Kulatilaka 1999b, 102). Kuitenkin tulisi huomioda, että NNA -laskelmat käyttävät samanlaista logiikkaa soveltuvan todennäköisyyden arvioinnissa.

Toinen huolenaihe on parametrien määrittäminen. Erityisesti, kun kohde-etuuden markkinakelvoton volatilitteetti, osinkojen määrä ja nykyarvo ovat suhteellisen vaikea määrittellä. Jos kohde-etuuden nykyarvo on määritelty laskemalla esim. arvoitujen myyntien NNA, kärsii analyysi vaikka tarkoituksena on parantaa arvioinnin tarkkuutta. Tämä johtuu siitä, että yksi avainparametreista perustuu perinteisiin menetelmiin. Lisäksi, NNA arviot tulevat yhä epäluotettavammaksi aikahorisontin kasvaessa suuremmaksi.

Myös oletukset parametrien pysymisestä muuttumattomina läpi projektin elinkaaren eroaa todellisuudesta. Kuitenkin monissa tilanteissa todellinen rajoite ei ole logiikka viitekehyksen takana, vaan puute tiedosta, että parametrejä koskevat tiedot ovat olemassa. (Luehrman 1998, 66).

Jotkin rajoitukset on johdettu muodostetun viitekehyksen rakenteesta. Optioteoreettiset arviointityökalut toimivat parhaiten kun kohde-etuuteen vaikuttaa vain yksi epävarmuuden lähde. Laskelmista tulee helposti monimutkaisempia jos useampia syitä epävarmuudelle on mallinnettu prosessiin samanaikaisesti. Lisäksi eri syiden keskinäinen vaikutus riskiin ja epävarmuuteen on merkittävä piirre erityisesti tutkimus- ja tuotekehitystoiminnassa. (Lander & Pinches 1998, 567).

Viimeiseksi optioteoreettinen lähestymistapa on parhaiten sovellettavissa ongelmiin, joissa on kerrallaan vain yksi optio mallinnettavana ja arvioitavana. Yleisesti erilliset reaalioption arvot eivät ole toisiinsa lisättäviä, ja vaikutukset kahden option arvojen välillä voivat olla positiivisia ja negatiivisia. Tämä tarkoittaa, että kaikkein luotettavimmat mallit on saatu aikaan, kun vain kaikkein tärkein projektiin sisältyvä reaalioptio(t) on sisällytetty malliin ja arvioitu. (Trigeorgis 1999b, 256).

Yhteenvedon voi todeta, että vaikka optiolähestymistapa on teoreettisesti houkutteleva, sen soveltaminen tosimaailman ongelmiin ei ole helppoa. Toisaalta, johtuen menetelmän luontaisesta monimutkaisuudesta, se on soveltuvin lähestymistapa kaikkiin arviointiongelmiin. Reaalioption olemassaolo investointimahdollisuuksissa ei kuitenkaan automaattisesti merkitse tai takaa optiolähestymistavan käyttöä arvioinnissa. Tämän vuoksi on tärkeää erottaa reaalioption tunnistamisen takana oleva logiikka sekä optioteoreettisen arviointimenetelmän logiikka toisistaan. Monissa tapauksissa yksinkertaiset ja intuitiiviset perinteiset menetelmät luovat vaadittua tarkkuutta oikeuttamaan päätöksentekoa.

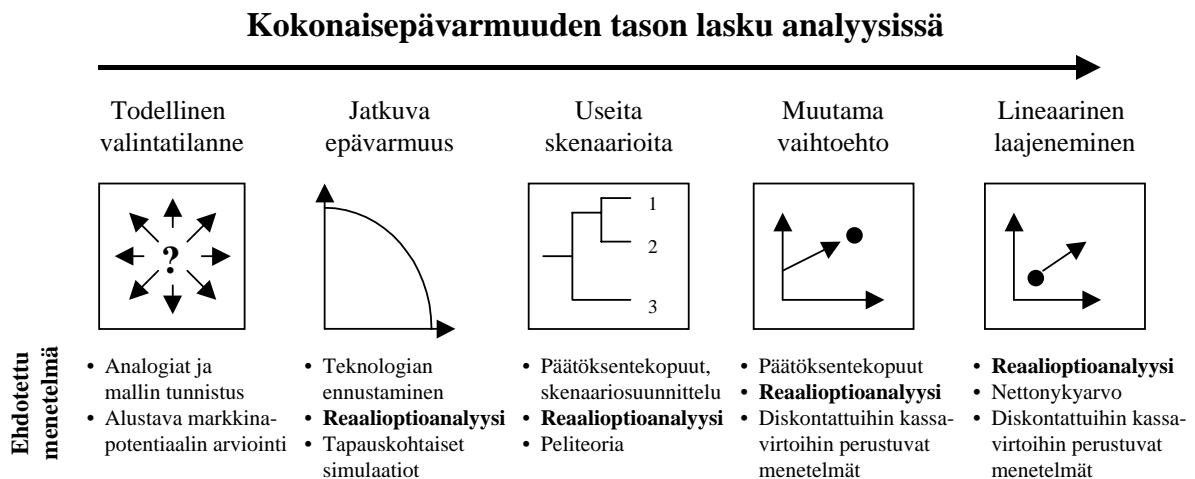
## 5.6 Vertailu eri lähestymistapojen välillä

Tarkastellaan lyhyesti erilaisia näkökulmia projektin arvioinnin kokonaisvaltaiseen käsitteelyyn pitkän monivaiheisen investointimahdollisuuden yhteydessä. Ideana on vertailla eri optioteoreettisten menetelmien plussia ja miinuksia, sekä vertailla niitä perinteisten arviointimenetelmien vahvuuksiin ja heikkouksiin. Muutamia ideoita on myös esitetty siitä, mitkä työkalut sopisivat parhaiten arvioimaan projekteja eri kehitysvaiheissa.

Päätösten jaksottamisella ja niiden seurauksilla on tärkeitä vaikutuksia investointipäätöksiin (Bar-Ilan & Strange 1998, 439). Kun investoinnit voidaan tehdä inkrementaalisesti, investointien kokonaisarvo nousee, koska hylkäsoptiot pidättäytyä tulevilta sitoumuksilta lisäävät investointien arvoa. Vaikka investointien vaiheittainen luonne vaatii optioteoreettisia menetelmiä, perinteiset työkalut tulevat käyttökelpoisiksi arvioitaessa erityisesti loppuvaiheen tutkimus- ja tuotekehitysinvestointeja. Siirryttäessä pidemmälle arviointiprosessissa suurin osa tuotteen piirteistä on kiinteitä ja epävarmuudet koskien lopullisen tuotteen markkinamenestystä vähenevät. Kun markkinointi tulee lähemmäksi, kokonaisepävarmuus vähentyy niin, että perinteiset työkalut tarjoavat tarkempia arvioita projektin arvosta. Tosiasiassa, jos kohde-

etuuden tunnuslukujen arvossa ei ole epävarmuutta, tulokset NNA -pohjautuvista menetelmistä ja optioteoreettisista menetelmistä lähenevät toisiaan. (Ross 1995, 101). Todellisuudessa sopivimman arviointityökalun määrittelee suurimmalta osin kokonaisepävarmuuden määrä. Alkuvaiheessa optioteoreettiset menetelmät ovat suosittuja johtuen niiden yhdenmukaisesta kohtelusta projektin riskiä ja joustavuutta kohtaan, kun taas perinteiset menetelmät ovat sopivimpia myöhemmissä vaiheissa johtuen niiden yksienkertaisuudesta ja jäljitettävyydestä. Arviointityökalun valinta suhteessa kokonaisepävarmuuteen on kuvattu kuviossa 15.

**KUVIO 13** Sopivimman arviointityökalun valinta suhteessa kokonaisepävarmuuden määrään tietyssä projektin vaiheessa. (Courtney ym. 1997, 67-79).



Yksikään analyttinen työkalu ei kuitenkaan voi olla tarkka tutkimus- ja tuotekehitystoimintojen alkuvaiheessa. Kuitenkin, kun alkututkimukset ovat menestyksekkäästi toteutettu, auttaa reaalioptiomenetelmä valitsemaan lupaavimmat projektit jatkoon. Esim. tutkimus- ja tuotekehitysprojehtin elinkaaren keskivaiheessa kustannukset nousevat nopeasti, vaikka useat tulevaisuuden suunnat ovat vielä avoinna ja monet reaalioptiot säilyvät arvottomina. Tässä vaiheessa on tärkeää, että käytössä on sopiva arviointityökalu ja reaalioptiomenetelmä on käyttökelpoisin. Loppuvaiheissa tutkimus- ja tuotekehitysprojehtit on yleisesti paremmin ennustettavissa, joka oikeuttaa perinteisten pääomabudjetoimintomenetelmien käytön. Idea projektin arviointityökalujen sopeuttamisesta suhteessa vallitsevaan epävarmuuteen on saavuttanut lisääntyvää kiinnostusta yrityksissä eri toimialoilla. (Ross 1995, 101; Coyne & Subramaniam 1996, 15–25).

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 6.1 Yleistä

Perinteiset investointien arvostusmenetelmät eivät täsmällisesti osoita investointiprojekteihin sisältyvien reaalioptioiden arvoa. Koska option arvo on suurimmillaan pitkäkestoisissa ja suuren riskin omaavissa investoinneissa, optioteoreettisten arviointityökalujen esittely tulee parantamaan taloudellisten projektien arvioinnin tarkkuutta.

Tämän tutkielman johtopäätökset rakentuvat kolmeen seuraavaan teemaan. Ensiksikin reaalioptioiden logiikka ei korvaa vakiintuneita arviointityökaluja uusilla monimutkaisilla matemaattisilla kaavoilla. Päinvastoin keskeisin havainto on, että *reaalioptiot ovat olemassa ja niiden arvo voi vaikuttaa investointipäätöksiin*. Tämä on itsessään haaste, sillä empiiriset todisteet osoittavat, että pelkän ”intuition” avulla on vaikeaa tunnistaa reaalioptioita ja niiden todellista arvoa (Howell & Jägle, 1997, ).

Toiseksi, *sisällyttämällä reaalioption arvo projektin arviointiin poikkeuksetta lisää projektin kokonaisarvoa*. Oletuksen mukaisesti tappiot omistaa optio ovat aina nolla sillä jos optio on arvoton, jätetään se toteuttamatta. Liitteessä 2 on esimerkin avulla kuvattu reaalioption vaikutusta projektin kokonaisarvoon, vaikka laskentamenetelmä olisi perinteinen NNA.

Kolmanneksi *sopivimman arviointimenetelmän valinta yksittäisen reaalioption tai koko projektin arvottamiseksi, riippuu tekijöistä jotka ovat sisäisiä tutkimuksen kohteena olevalle optiolle tai projektille*. Yksi pääjohtopäätöksistä on, että tulokset reaalioptioarvioinnista lähentyvät perinteisillä menetelmillä saatuja, kun on vain vähän johdollista joustavuutta tulevaisuudessa. Tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat arviointimenetelmän valintaan, ovat projektiin sisältyvän kokonaisepävarmuuden määrä ja rakenne sekä vaadittava tarkkuus suhteessa arviointiin tarjolla olevaan aikaan ja resursseihin. Ehdotukset sopivimman arviointimenetelmän valintaan esitettiin kappaleessa 5.6.

## 6.2 Reaaliopitot yrityksen arviointimenetelmänä

Taloudellinen ympäristö, jossa yritykset toimivat tänä päivänä on paljon epävarmempi ja ennalta arvaamattomampi kuin 10 vuotta sitten. Osa tästä muutoksesta johtuu kasvavista maailmanlaajuisista markkinoista lisättyä nopeammilla suhdannevaihteluilla ja teknologian nopeammalla kehityksellä. Kuitenkin riippumatta mistään syystä, epävarmuus vaatii, että päätöksentekijät tulevat yhä enemmän tietoisiksi tavoista joilla he arvioivat ja selvittävät riskiä. On tärkeää, että he ymmärtävät paremmin optioita joita heidän yrityksillään on tai joita he voivat luoda. Loppujen lopuksi optiot luovat joustavuutta, ja epävarmassa maailmassa kyky arvioida sekä käyttää joustavuutta on tärkeää.

Päätöksillä, jotka tukevat yrityksen joustavuutta luomalla ja suojelemalla optioita (esim. päätökset koskien tutkimus- ja tuotekehitystä tai testimarkkinointia), on arvoa joka jättää varjoonsa naiivit NNA – laskelmat. Yritysten tulisi tehdä päätöksiä jotka lisäävät joustavuutta. Tärkein huomio onkin, että oppiminen käyttämään NNA – sääntöä ei ole riittävää. Tehdäkseen viisaita investointipäätöksiä, yritysten johtajien tulee harkita optioidensa pitämistä avoimena.

Useimmiten yritykset eivät saa vangittua projektin arvoa joka on piilotettuna dynaamiseen epävarmuuteen, mutta joka on tarjolla joustavien strategioiden käytön kautta. Tämä saattaa johtaa projektien aliarvioimiseen, unohtamaan saatavissa olevat tuotot, rajoittamaan vaikutusta projektin lopputuloksiin ja siten menettämään kilpailukykyä. Nykyinen käytäntö, joustavuuden käyttö projektin johtamisessa, ei ole rakenteeltaan riittävä tarjoamaan käyttökelpoista strategian suunnittelu- ja arviointityökalua. Reaalioptioiden arvioiminen projektissa on esitetty potentiaalisena nousuna projektin arvossa. Kuitenkin useita tärkeitä haasteita tulee voittaa saavuttaakseen reaalioptioiden täyden hyödyn projektin rakenteen suunnittelussa.

Perustuen tutkielmassa esitettyyn reaalioptioteoriasta, kirjallisuudesta ja esimerkeistä säännöllisellä reaalioptioiden käytöllä voisi olla useita vaikutuksia projektin rakenteen suunnittelussa ja johdon toiminnassa seuraavasti:

- Lisää projektin epävarmuustekijöiden kuvaamista, mittaamista ja johtamista.

- Lisää suunnittelua ja johdon joustavuutta ja sitä kautta parantaa kontrollia lisääntyvien projektiskenaarioiden läpi, joita yritykset suunnittelevat ja valitsevat saavuttaakseen projektin arvon.
- Käyttökelpoisempia ja paremmin suunniteltuja projektistrategioita, johdon päätöksiä ja toimintaa kun reaalioptiostrategia on otettu käyttöön.
- Lisääntyvä yrityksen kilpailukyvyyn parantuminen kyvystä hallita epävarmuutta ja saavuttaa projektin piilevä arvo.
- Laajentuneet havainnot epävarmuudesta, johon sisältyy mahdollisuuksia kuten riskejäkin.

Nämä vaikutukset osoittavat, että potentiaalisesti suuria parannuksia pääomien kohdentamiseen voisi olla tuloksena järjestelmällisestä reaalioptiomenetelmän kehityksestä ja käyttöönotosta. Viimeinen listattu vaikutus saattaa olla vaikutuksiltaan suurin. Koska optioiden arvot nousevat epävarmuuden myötä, yritykset, jotka kehittävät osaamistaan reaalioptioiden käytöstä saattavat hakea suuremman epävarmuuden projekteja tai olettaa välttämättömien riskien sisältävän mahdollisuuksia tuottaa suurempi projektin arvo. Kyvystä hallita epävarmuutta saattaa muodostua strateginen etu ja hyvin epävarmoista projekteista voi tulla tuottava markkinarako.

Siis miksi yritykset eivät käytä reaalioptiomenetelmää tehdessään strategisia päätöksiä? Menetelmän hitaaseen leviämiseen yritysmaailmaan on suurelta osin vaikuttanut reaalioptiokeskustelun keskittyminen erilaisiin kaavoihin ja malleihin. Työkalujen monimutkaisuus on hämärtänyt perusidean voiman. Reaalioptioiden todellinen arvo ei ole kaavoissa, vaan pikemminkin strategisten investointien ajattelutavan uudelleenmuokkauksessa. Tarjoamalla objektiivisen näkökulman nykyisten markkinoiden epävarmuuteen, reaalioptiomenetelmä mahdollistaa yritysten johtajien ajatella selkeämmin ja realistisemmin monimutkaisia ja riskialttiita strategisia päätöksiä. Se tuo strategian ja osakkeenomistajan arvon harmoniaan.

Ehkä merkittävin etu reaalioptioajattelusta onkin nimenomaan – ajattelu. Itse optioiden systemaattinen toteuttaminen auttaa muuttamaan tapaa jolla yritysten johtajat ajattelevat. Jälleen kerran on hyvä tuoda esiin reaalioptiomenetelmän ero NNA – analyysiin. NNA – analyysit ovat tyypillisesti kiinteitä, monivuotisia investointimalleja, joilla on kiinteä oletus vuosittaisesta tuotosta. Tietysti monivuotisia investointeja arvioidaan uudelleen ainakin vuosittain so-

vellettaessa NNA – analyysiäkin, mutta kuitenkin aikomus kerralla tehtävästä investoinnista staattisen investointisuunnitelman pohjalta pyrkii kaventamaan näkemystä.

Ennen kaikkea reaaliopiostrategiat on erotettu perinteisistä strategioista juuri niiden epävarmuuteen vastaamisen vuoksi. Muutos ”epävarmuuden pelosta/investoinnin minimoinnista” etsimään ”hyötyjä epävarmuudesta/maksimoimaan oppimista” avaa laajemman valikoiman mahdollisia toimintavaihtoehtoja, ja on erityisen tärkeää reaaliopioiden käyttökelpoisuudelle strategiana kuin vain arviointityökaluna. Taka-ajatuksena on, että tulokselliset toimet näyttävät usein itsestään selviltä, mutta todellisuudessa se on enemmänkin merkki tehokkaasta mallista.

### **6.3 Reaaliopioimenetelmän soveltamiseen liittyvät riskit**

On olemassa useita huolenaiheita reaaliopioimenetelmän käyttöönotossa ja soveltamisessa projektin arvioinnissa. Optionlaskelmien tarkkuus on tiettyssä mielessä harhaanjohtava, koska lukuun ottamatta yksinkertaisimpia optioita, laskelmat saattavat vaativat useimmiten kauaskantoisia oletuksia ja arvioita. Tämä tarkoittaa, että tulokset voivat olla herkkiä väärinkäytölle ja väärintulkinnolle. Myöskin vaadittava matematiikan taso laskelmien toteuttamiseksi saattaa korostaa näitä väärintulkintoja.

Toinen ongelmakohta saattaa olla vaadittava kurinalaisuus päätöksenteon rutiineissa, jotta voitaisiin toimia teorian ehdotusten mukaisesti. Yksinkertaisesti, yrityksen tulisi hylätä projekti, jos se numeroiden perusteella perusteltua. Kärjistäen voisi todeta, että usein uponneiden kustannusten tulee olla huomattavia ja tulevaisuuden odotusten tulee näyttää erittäin negatiivisilta ennen kuin hylkäyspäätös yrityksessä tehdään. Tämän pyrkimyksen voidaan olettaa olevan vielä voimakkaampaa pienissä yrityksissä, joissa meneillään olevien projektien määrä on suhteellisen pieni. Perustuen tähän johtopäätökseen, hyväksytyä reaaliopioimenetelmä täytyy soveltaa huolellisesti ja ymmärryksellä.

Lisäksi, on olemassa yliarvioinnin riski kun määritellään mm. mahdollisia projekteihin sisältyviä kasvuoptioita. Projektin johtajan ja muiden siihen liittyvien henkilöiden saattaa olla houkuttelevaa nostaa projektinsa houkuttelevuutta määrittelemällä joukon kasvuoptioita, jotka sisältävät mahdollista ”piilotettua” lisäarvoa. Kuitenkin päätöksentekijöiden tulisi nähdä tä-



män läpi ja yrittää suhteuttaa ko. kasvuoptioiden potentiaali vaihtoehtoisten investointimahdollisuuksien potentiaaliin. Erityisesti pienissä yrityksissä kasvuoption toteuttaminen saattaa olla usein myös strateginen muutos, joka estää investoinnin vaihtoehtoiseen mahdollisuuteen. Lyhyesti, ei voi ylikorostaa, että vain relevanteilla kasvuoptioilla on merkitystä. Määritelmän mukaisesti optiot ovat aina arvokkaita. Todellisuudessa vain muutamat, jos yksikään, ovat relevantteja suhteutettuna olemassa oleviin resursseihin.

Yhteenvedon voikin todeta, että vaikka esitetty teoria luo käyttökelpoisia suuntaviivoja projektin johdolle, toteuttaminen aiotuille toimille käytännössä vaatii organisatorista kuria, tehokkuutta ja ymmärrystä käytetyistä arviointimenetelmistä.

#### **6.4 Rajoitukset reaalioptiomenetelmässä**

On olemassa myös käsitteellisiä esteitä, kun asetetaan reaalioptiomenetelmän rajoja. Kun edellisessä kappaleessa keskityttiin riskeihin menetelmän käyttöönotossa ja soveltamisessa, on myös asioita jotka voivat estää menetelmän kokonaisuudessaan. Asiat tässä kappaleessa ovat erillisiä optioteoreettisiin arviointityökaluihin liittyvistä teoreettisista ongelmista, jotka esiteltiin kappaleessa 5.5.

Ensimmäiseksi, mikä merkitys yrityksen koolla on sen investointikäytäntöön. Vaikka kilpailevien yritysten johtajien onkin mahdollista tehdä investointeja välittämättä yrityksen omistajien preferensseistä, reaali maailman pääomabudjetointipäätökset harvoin seuraavat riskineutraalin voiton maksimoinnin sääntöä. Kuten Luenberger (1998, 426) asian esittää, päätöksentekijöiden riskineutraali on vahva ja usein epärealistinen oletus. Todellisuudessa, jos yhteen projektiin liittyvät kumulatiiviset investointikustannukset muodostavat huomattavaa osan yrityksen taseesta, riskineutraali investointi ei ole enää validi oletus (Kolbe ym., 1991, 39). Päinvastoin päätöksentekijät ovat riskitietoisia, koska he ovat peloissaan mahdollisista epäonnistuneiden projektien epäedullisista vaikutuksista.

Toinen käytännön ongelma saattaa olla reaalioption haltijana olevan yrityksen rakenteessa ja kulttuurissa. Koska teoria vaatii uusien ja olemassa olevien projektien aktiivista alullepanoa ja hylkäämistä, organisaation tulee olla kykenevä toimimaan vastaavalla tavalla. Jos johdon kannusteet ovat rakentuneet suosimaan matalan riskin omaavia investointeja, suurimman ris-

kin omaavat projektit, joihin sisältyvät arvokkaimmat reaaliopitot, tulevat harvoin valituiksi. Vastaavasti, jos organisaatio ajattelee että on vahingollista hylätä luotu projekti, esim. johtuen vaikutuksista yrityksen moraaliiin, päätöksestä pysäyttää projekti tulee epätodennäköinen. Jotta voitaisiin vapauttaa reaaliopitoteorian tarjoama lisäarvo, johtajien kannustimien tulee tasapainossa tukien johtopäätöksiä/seuraamuksia. Erityisesti tilanteissa, joissa option haltijan organisaatorakenne ei arvosta kasvuopitoiden arvoa. Kyvyttömyys nähdä aikaisen vaiheen perusinvestointien hyötyjä voi johtua puutteista informatiovirtojen suunnittelussa. (Kolbe ym., 1991, 39–40).

## 6.5 Mahdollisia sovelluksia organisaatiolle

Avainkysymys yrityksessä on, sisällyttääkö projektien arviointityökalujen joukkoon reaaliopitomenetelmän vai ei. Jos menetelmä on valittu, on vielä tärkeämpää soveltaa sitä yli projektiportfolion. On maalaisjärkeä ymmärtää, että tiettyjä standardeja tulisi käyttää kun vertaillaan kilpailevien projektien hyötyjä. Seuraavaksi annetaan muutama yksienkertainen ohjenuora lähtökohdaksi mahdolliselle soveltamiselle.

Laadullisesti reaaliopitomenetelmäsovellus voidaan kiteyttää yksinkertaiseen valintaan: ”Ovatko investointimahdollisuuksiin sisältyvät optiot arvokkaampia kuin NNA?”. Seuraamalla seuraavaa järjestystä, tähän vastaukseen voidaan vastata.

- Määrittele relevantit reaaliopitot
- Analysoi kokonaisepävarmuuden rakenne
- Arvota määritellyt optiot analyttisesti

Tulisikin huomioida, että joskus vahvasti analyttiset arviot tarjoavat parannettuja arviointeja vain aikaa syövän mallintamisen ja numeroiden pyörittämisen avulla. Käytännöllisempi arvio saatetaan saavuttaa yksinkertaisesti kysymällä ”Kuinka paljon olemme valmiit maksamaan nyt tulevaisuuden joustavuudesta tai mahdollisuudesta?”.

Teoreettisesti järkevä analyysi vaatii syvempää tietämystä optiteoriasta ja siihen liittyvästä matematiikasta, mutta tarjoaa tarkemman arvion. Toisaalta, nopea ja tehokas päätöksenteko takaa epätarkempien arviointityökalujen käytön. Lopulta tärkeintä on kuitenkin reaaliopitoi-

den määrittely ja huomaaminen, ja niiden arvon arvioiminen suhteessa projektin kokonaisarvoon.

Laskelmat sinänsä eivät ole kovinkaan aikaa vieviä, kun ne voidaan toteuttaa taulukkolaskennan avulla. Mikä kuitenkin tulee viemään aikaa, on tehokas analyysin vaikutusten ja tulosten kommunikointi. Tämä saattaa olla yksi avaintekijöistä onnistuneessa minkä tahansa arviointimenetelmän soveltamisessa: kommunikoi tulokset tehokkaasti, ymmärrettävästi ja nopeasti päätöksentekijöille.

## LÄHTEET

- Aggarwall, R. 1991. Justifying Investments in Flexible Manufacturing Technology. *Managerial Finance*, May, 77-88.
- Agmon, T. 1991. Capital Budgeting and the Utilization of Full Information: Evaluation and the Exercise of Real Options. *Managerial Finance*, 2/3, 42-50.
- Ali-Yrkkö, J. 1998. Rahoitustekijöiden vaikutus teollisuuden investointikäyttäytymiseen – ekonometrinen analyysi yritystason aineistolla. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers; ISSN 0781-6847; no.654). Helsinki, ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy.
- Amram, M., Kulatilaka N. 1999a. Disciplined Decisions – Aligning Decisions With the Financial Markets. *Harvard Business Review*, January-February, 95-105.
- Amram, M. & Kulatilaka, N. 1999b. *Real Options: managing strategic investment in an uncertain world*. Harvard Business School Press, Boston.
- Bar-Ilana, A. & Strange, W. C. 1998. A Model of Sequential Investment. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 22, 437-463.
- Bischoff, C. W. 1969. Hypothesis Testing and the Demand for Capital Goods, *The Review of Economics and Statistics* 51, August 1969.
- Bischoff, C. W. 1971. The Effect of Alternative Lag Distributions, teoksessa Gary Fromm, *Tax Incentives and Capital Spending*, 61 - 130.
- Blanchard, O. 1986. Comments on Shapiro (1986). *Brookings Papers on Economic Activity* 1, 111-152.
- Black, F. & Scholes, M. 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, Vol. 81, 637-654.
- Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. J. 1999. *Investments*. Fourth Edition. Singapore, Irwin/McGraw-Hill.
- Bollen, N. P. B. 1999. Real options and product life cycles. *Management Sci.*, 45, 670-684.
- Boyle, P. P. 1977. Options: A Monte Carlo Approach. *Journal of Financial Economics*, May, 323-338.
- Bowman, E. H. & Hurry, D. 1993. Strategy Through the Option Lens: An Integrated View of Resource Investments and the Incremental Choice Process. *Academic Management Review*, 18, 760-782.

- Brealey, R. A. & Myers S. C. 1996. Principles of Corporate Finance, 5th Edition, McGraw-Hill.
- Brennan, M. & Schwartz, E. 1977. The valuation of American Put Options. *Journal of Finance*, 32 (May), 449-462.
- Brennan, M. & Schwartz, E. 1978. Finite Difference Methods and Jump Processes Arising in the Pricing of Contingent Claims. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 13 (September), 461-474.
- Buckley, A. 1996. Real Operating Options and Foreign Direct Investment: A Synthetic Approach. *European Management Journal*, June, Vol 14, 304-314.
- BusinessWeek. 1999. Exploiting Uncertainty. June 6.
- Cabral-Cardoso, C. & Payne, R. L. 1996. Instrumental and Supportive Use of Formal Selection Methods in R&D Project Selection. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 43, 402-410.
- Capel, J. 1997. A Real Options Approach to Economic Exposure Management. *Journal of International Financial Management and Accounting*, 8 (2), 87-113.
- Charnes, J., M., Demirer, R., Kellog, D. 1999. Valuation of a Biotechnology Firm: An Application of Real-Options Methodologies, Research Paper presented at the 3<sup>rd</sup> Annual Real Options Conference, June, The Netherlands.
- Cooper, R. G. 1993. *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch*. Second Edition. The United States, Addison-Wesley.
- Copeland, T. 2001. *Real options: a practitioner's guide*. New York: TEXERE.
- Courtney, H., Kirkiland, J., Virquerie, P. 1997. Strategy Under Uncertainty. *Harvard Business Review*, November-December, 67-79.
- Cox, S. & Ross, J. 1976. Valuation of Options for Alternative Processes. *Journal of Financial Economics*, September, 229-263.
- Cox, S., Ross, J. & Rubinstein, M. 1979. Option Pricing: A Simplified Approach. *Journal of Financial Economics*, Vol 7, 229-263.
- Coyne, K. P. & Subramaniam, S. 1996. Bringing Discipline to Strategy. *The McKinsey Quarterly*, Nro. 4, 15-25.
- Davis, G., A. 1998. Estimating Volatility and Dividend Yield When Valuing Real Options to Invest or Abandon. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 38; Special Issue on Real Options, 725-754.
- Dean, J. 1951. *Capital Budgeting*, Columbia University Press.

- Dentskevich, P. & Salkin, G. 1991. Valuation of Real Projects Using Option Pricing Techniques. *Omega International Journal of Management Science*, Vol 19, 207-222.
- Dixit A. K., Pindyck R. S. 1995. The Options Approach to Capital Investment. *Harvard Business Review*, May-June, 105-115.
- Dixit, A. K. & Pindyck, R. S. 1994. *Investment Under Uncertainty*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Drury, C. 1996. *Management and Cost Accounting*. International Thomson Business Press, London.
- EIRMA (European Industrial Research Management Association). 1995. *Evaluation of R&D Projects*. Paris, EIRMA.
- Eisner, R. & Stroz, R. 1963. *Determinants of Business Investment, Impacts of Monetary Policy for Commission on Money and Credit*, Englewood cliffs, New York.
- Eisner, R. & Nadiri, M. I. 1968. Investment Behaviour and Neoclassical Theory, *Review of Economics and Statistics* 52, 369-382
- Faulkner, T. W. 1996. Applying 'Options Thinking' to R&D Valuation. *Research Technology Management*, May-June, 50-56.
- Geske, R. & Shansri, K. 1985. Valuation by Approximation: A Comparison of Alternative Option Valuation Techniques. *Journal of financial and Quantitative Analysis*, 1 (March), 45-71.
- Graham, J. R., & Harvey, C. R. 2001. The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence From the Field. *Journal of Financial Economics*, 61-75.
- Gould, J. P. 1968. Adjustment Costs in the Theory of Investment of the Firm, *Review of Economic Studies* 35, 47-55.
- Haavelmo, T. 1960. *A Study in the Theory of Investment*, University of Chicago Press.
- Hodder, J. R. & Riggs, H. E. 1985. Pitfalls in Evaluating Risky Projekts. *Harvard Business Review*, January-February, 128-135.
- Horngren, C. T., Foster, G., Datar, S. M. 2000. *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*. Tenth edition. Prentice-Hall Inc, New Jersey.
- Honko, J., Prihti, A., & Virtanen, K. 1982. Yrityksen investointiprosessin kriittiset kohdat. Pohjois-Karjalan Kirjapaino Oy, Joensuu.
- Howell, S. D. & Jägle, A. J. 1997. Laboratory Evidence on How Managers Intuitively Value Real Growth Options. *Journal of Business & Accounting*, September Vol. 24, 916-935.
- Jorgenson, D. W. 1963. Capital Theory and Investment Behaviour, *American Economic Review* 53, 247-259.

- Jorgenson, D. W. 1967. The Theory of Investment Behaviour, teoksessa R. Ferber: Determinants of Investment Behaviour (Universities-National Bureau Conference, Series, No. 18, Columbia University Press).
- Kasanen, E., Lukka, K. & Siitonen, A. 1991. Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteessä. Liiketaloudellinen aikakauskirja 40:3, 301–329.
- Kasanen, E., Virtanen, K., Laine, J. & Matinpelto, I. 1993. Investointitapahtuma. Helsingin kauppakorkeakoulun julkaisuja D-185. Helsinki.
- Kemna A. G. Z. 1993. Case Studies on Real Options. Financial Management, Autumn, 259-270.
- Kester, C., W. 1984. Today's Options for Tomorrow's Growth. Harvard Business Review, March-April, 153-160.
- Kogut, B. 1991. Joint ventures and option to expand and acquire. Management Science, 37, 19-33.
- Kogut, B., Kulatilaka, N. 1994a. Options Thinking and Platform Investments. California Management Review, Winter, 52-71.
- Kogut, B., Kulatilaka, N. 1994b. Operating Flexibility, Global Manufacturing, and the Option Value of a Multinational Network. Management Sci. 40, 123-139.
- Kogut, B., Kulatilaka, N. 2001. Capabilities as real options. Organization Science, November-December, 744-758.
- Kolbe, A. L., Teisberg, E. O., Morris, P. A. 1991. Whwn Choosing R&D Projects, Go With Long Shots. Research \* Technology Management, January-February, 35-40.
- Leppiniemi, J. 1999. Yrityksen rahoitus.
- Lander, K. J. & Pinches, G. E. 1998. Real Options: Development and Applications. The Quarterly Review of Economics and Finance, Vol. 38; Special Issue on Real Options, 537-568.
- Leslie K. J., Michaels M. P. 1997 The Real Power of Real Options. The McKinsley Quarterly, Nro 3, 4-22.
- Lucas, R. E. 1967. Adjustment Costs and the Theory of Supply, Journal of Political Economy 75, 321-333.
- Luenberger D. G. 1998. Investment Science. Oxford University Press.
- Majd S. & Pindyck R. S. 1987. Time to build, option value and investment decisions. Journal of Financial Economics, Vol. 18, 7-27.
- Modigliani, F. & Miller, M. H. 1958. The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment, American Economic Review 48, 261-297.

- Myers S. C. 1977. Determinants of Corporate Borrowing. *Journal of Financial Economics*, Vol. 5, 147-175.
- Myers S. C. 1987. Finance Theory and Financial Strategy. *Midland Corporate Finance Journal*, spring, 126-137.
- Näsi, J. 1980. Ajatuksia käsiteanalyysistä ja sen käytöstä yrityksen taloustieteessä. Yrityksen taloustieteen ja yksityisoikeuden laitoksen julkaisuja. Sarja A2: Tutkielmia ja raportteja 11, Tampere.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). 1994. The Measurement of Scientific and Technical Activities: Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development – Frascati Manual 1993. Paris, OECD.
- Ott, S. H. & Thompson, H. E. 1996. Uncertain Outlays in Time-to-build Problems. *Managerial and Decision Economics*, Vol 17, 1-16.
- Pike, R & Neale, B. 1999. *Corporate Finance and Investment: Decisions and Strategies*. Third edition, Prentice Hall Europe, Great Britain.
- Pinches, G. E. 1982. Myopia, Capital Budgeting and Decision Making. *Financial Management*, Vol. 11, No. 3, 6-19.
- Pindyck, R. S. & Rubinfeld, D. L. 1998. *Econometric Models and Economic Forecasts*. Fourth Edition. Singapore, Irwin/McGraw-Hill.
- Puttonen, V., Valtonen, E. 1996. *Johdannaismarkkinat*. Porvoo, WSOY.
- Rose, S. 1998. Valuation of Interacting Real Options in a Tollroad Infrastructure Project. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Vol. 38; Special Issue on Real Options, 711-724.
- Ross, S. 1995. Uses, Abuses, and Alternatives to the Net Present Value Rule. *Financial Management*, Vol. 24, 96-102.
- Sender, G., L. 1994. Option analysis at Merck. *Harvard Business Review*, 72;1, 92.
- Shapiro, M. D. 1986. Investment, Output and the Cost of Capital, *Brookings Papers on Economic Activity* 1, 111-152.
- Sharp, P. & Keelin, T. 1998. How SmithKline Beecham Makes Better Resource Allocation Decisions. *Harvard Business Review*, March-April, 45-57.
- Smit, H. T. J. & Ankum, L. A. 1993. A Real Options and Game-Theoretic Approach to Corporate Investment Strategy Under Competition. *Financial Management*, Autumn, 241-250.
- Triantis, A. & Hodder, J. 1990. Valuing Flexibility as a Complex Option. *Journal of Finance*, June, 549–565.



- Talouselämä. 1999. Mahtavan Epävarmaa! Marraskuu 19, 13.
- Taudes, A. 1998. Software Growth Options. *Journal of Management Information Systems*, Summer, Vol 15, 165-185.
- Thackray, J. 1995. A Merck case study. *Planning Review*, 23, 47.
- Trigeorgis, L. 1996. *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Cambridge: MIT Press.
- Trigeorgis, L. 1993. Real Options and Interactions with Financial Flexibility. *Financial Management* 22, 202-224.
- Trigeorgis, L. & Mason, S. 1987. Valuing Managerial Flexibility. *Midland Corporate Finance Journal*, 5, 14-21.
- Weston, J. F. & Copeland, T. E. 1992. *Managerial Finance*. The Dryden Press, Orlando.
- Williams, J., T. 1993. Equilibrium and Options on Real Assets. *Review of Financial Studies*, Winter, Vol 6, 825-850.

## LIITE 1 Esimerkki option arvioinnista binomihinnoittelumallin avulla

Oletetaan, että yritys A lupautuu ostamaan julkisesti vaihdetun yrityksen B:n, joka on C:n tytäryritys, hintaan 55 miljoonaa. Historiallisesti B:n liiketoiminta-ala on ollut erittäin epävakaa nopeine muutoksineen teknologiassa ja kilpailijoiden liikkeineen. A haluaa suojaa virallisten yritysneuvottelujen ajaksi B:n osakkeen hinnan nopeaa putoamista vastaan seuraavan kuuden kuukauden ajaksi. A:n neuvottelutavoitteena on saada aikaan suojasopimus, jonka sisältö on: jos B:n osakkeiden arvo on vähemmän kuin 50 miljoonaa kuuden kuukauden kulluttua, B:n nykyinen omistaja C tulee kompensoimaan hinnan muutosta maksamalla A:lle mahdollisen 50 miljoonan ja silloin vallitsevan markkinahinnan erotuksen. Tämä tulisi rajoittamaan A:n tappioita seuraavan kuuden kuukauden ajan.

Mikä on yritystoston arvo C:n osakkeenomistajille sisältäen takuu? Mikä on todennäköisyys, että B:n arvo on alle 50 miljoonaa kuuden kuukauden kulluttua?

Kohde-etuutena on B:n tase, jonka nykyinen arvo on 44 miljoonaa. B:n kuukausittainen volatilitteetti, laskettuna historiallisista osakkeen hintatiedoista, on ollut 14 % kuukaudessa. Takuulla on siis kuusi kuukautta erääntymiseen. Vuosittainen riskitön korkokanta on 5 % tai 0,42 % kuukausittain. Option arvon laskemisessa tarvittavat tiedot on koottu taulukkoon 4.

**TAULUKKO 4** Reaalioption arvon laskemiseen tarvittavat tiedot.

Volatilitteetti (kk)	14 %	S	44,00
Volatilitteetti (Vuosi)	48 %	X	50,00
T (Voimassaoloaika)	0,5	rf	5 %
N (Kausien lkm.)	6	q	0,47992
t (T/N)	0,0833	1-q	0,52008
u	1,150	$e^{-rt}$	0,99584
d	0,869		

Kuviossa 16 on binomihinnoittelumenetelmällä laskettuna B:n arvo. Muutoksia osakkeen hinnassa on yksinkertaisuuden takia kuvattu vain kerran kuussa, todellisessa tilanteessa tulisi käyttää tiheämpää hinnan muutosväliä, jotta lopputuloksista saataisiin parempi jakauma. Binomipuusta voidaan todeta että, kuuden kuukauden sisällä, B:n arvo voi vaihdella 19 miljoo-

nasta 101,92 miljoonaan. Kumpikaan pää ei ole kovinkaan todennäköinen, mutta silti varsin kaukana nykyisestä 44 miljoonan arvosta.

**KUVIO 14** B:n taseen arvot kuuden kuukauden kuluttua

		Annetut tiedot		Lasketut tiedot			
		$T = 6$ kuukautta $\sigma = 14\%$ per kuukausi $S = 44$ miljoonaa		$u = e^{\sigma} = 1,150$ $d = 1/u = 0,869$			
		<b>Aika (kuukausia)</b>					
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Osakkeen hinta</b>	44,00	50,61	58,22	66,97	77,03	88,61	101,92
		38,25	44,00	50,61	58,22	66,97	77,03
			33,25	38,25	44,00	50,61	58,22
				28,91	33,25	38,25	44,00
					25,13	28,91	34,70
						21,85	25,13
						19,00	

Kuuden kuukauden kuluttua, A tulee ostamaan B:n 55 miljoonalla. Kaupan yhteydessä A tulee saamaan  $\max[S_6, 50]$ , missä  $S_6$  on B:n taseen arvo kuuden kuukauden kuluttua. Takuun arvo A:lle on  $\max[50 - S_6, 0]$ . Takuu on voimassa vain yhtenä päivänä, kuuden kuukauden kuluttua, niinpä päätöksentekohetki määräytyy vain viimeiselle sarakkeelle binomipuussa, ajalla  $T$ . Eli kyseessä on eurooppalainen optio.

Viimeinen askel binomihinnoittelumallissa on tuoda tulevaisuuden arvot nykyhetkeen. Esimerkiksi kuviossa 17 alkaen alhaalla oikealla olevasta solmukohdasta, ajalla  $T - 1$ , saadaan optimaalisen päätöksen arvoksi:

$$[24,87 * q + 31,00 * (1 - q)] * e^{-rt} = 27,94$$

Laskemalla kaikki arvot samalla tavalla saamme B:n takuun arvoksi 8,85 miljoonaa. Tämän takuun maksavat C:n osakkeenomistajat, niinpä myynnin arvo heille on 55 miljoonaa - 8,85 miljoonaa, eli 46,8 miljoonaa.

**KUVIO 15** C:n antaman takuun arvo

		<b>Annetut tiedot</b>		<b>Lasketut tiedot</b>			
		$r = 5\%$ vuosi tai $0,42\%$ per kuukausi $X = 50$ miljoonaa		$q = (e^{rt} - d) / (u - d) = 0,4792$ $(1 - q) = 0,5200$ $e^{-rt} = 0,9958$			
		<b>Aika (kuukausia)</b>					
		1	2	3	4	5	6
<b>Osakkeen hinta</b>	8,85	5,46	2,69	0,83	0,00	0,00	0,00
		12,04	8,06	4,43	1,61	0,00	0,00
			15,82	11,47	7,07	3,11	0,00
				19,96	15,61	10,79	6,00
					24,12	20,19	15,30
						27,94	24,87
						31,00	
							$20,19 = (15,3 * q + 24,87 * (1 - q)) * e^{-rt}$
							$31,00 = \max[50 - 19,00 (S_6), 0]$

Mikä sitten on mahdollisuus että B:n taseen arvo tulee olemaan suurempi kuin 44 miljoonaa kuuden kuukauden kuluttua? Vastaus nostaa esiin tärkeän eron option arviointimallissa käytettyjen riskineutraalien todennäköisyyksien ja todellisten (havaittujen) todennäköisyyksien välillä. Kuviossa 18 verrataan kuvion 16 lopputulosten riskineutraaleja ja havaittuja todennäköisyyksiä kuuden kuukauden kuluttua ajalla T.

**KUVIO 16** Todennäköisyys B:n yritysosstolle.

	<b>B:n osakkeiden hinta lopussa</b>	<b>Havaittu todennäk.</b>	<b>Riskineutraali todennäk.</b>
<b>Havaittu todennäköisyys</b>			
Todennäk. (ylös) 51 %	101,92	1,8 %	} Sum = 36,2 %
Todennäk. (alas) 49 %	77,03	10,1 %	
	58,22	24,3 %	
<b>Riskineutraali todennäköisyys</b>	44,00	31,2 %	31,1 %
	34,70	22,5 %	25,3 %
	25,13	8,7 %	11,0 %
	19,00	1,4 %	2,0 %

Todellinen ylöspäin liikkeen todennäköisyys,  $q$ , perustuu riskikorjattuun diskonttokorkoon  $r$ , joka kappaleessa 4.10.2 esitettyä kaavaa 9 mukailleen on (riskikorjattu diskonttokorko on suurempi kuin riskitön korko sisältäen riskipreemion, lisätuotto joka kompensoi investoijia lisääntyvästä riskistä.):

$$q = (e^{rt} - d) / (u - d)$$

Riskikorjatulla diskonttauskorolla 15 %, todellinen ylöspäin tapahtuvan liikkeen todennäköisyys on 51 %. Käyttämällä havaittuja todennäköisyyksiä on olemassa 36,2 % todennäköisyys, että yritystoston hinta tulee olemaan suurempi kuin 44 miljoonaa ajassa T. Huomaa, että havaittujen todennäköisyyksien analyysi vaatii arviota riskikorjatusta diskonttokorosta, kun taas arviointianalyysissä sitä ei tarvita.

Tarkastellaan vielä tilannetta, jossa A haluaisi käyttää option takuuseen minkä tahansa kuukauden lopussa alustavan ja lopullisen sopimuksen solmimisen välillä. Mikä olisi tällöin sopimuksen hinta C:lle? Binomihinnoittelumallin avulla tämäkin on laskettavissa, mutta sillä erotuksella edelliseen, että nyt päätöksentekohetki on jokaisen taulukon 19 luvun kohdalla. Joka kuukausi, A tulisi arvioimaan toteuttaako takuun välittömästi vai odottaa, eli tässä tapauksessa kyseessä on amerikkalainen optio.

**KUVIO 17** Takuun arvo amerikkalaisen option muodossa

		Annetut tiedot			Lasketut tiedot		
		$r = 5\%$ vuosi tai $0,42\%$ per kuukausi $X = 50$ miljoonaa			$q = (e^r - d) / (u - d) = 0,4792$ $(1 - q) = 0,5200$ $e^{-rt} = 0,9958$		
		<b>Aika (kuukausia)</b>					
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Osakkeen hinta</b>		9,41	5,81	2,83	0,83	0,00	0,00
			12,81	8,61	4,69	1,61	0,00
				16,80	12,29	<b>7,57</b>	3,11
					21,09	<b>16,75</b>	<b>11,75</b>
						<b>24,87</b>	<b>21,09</b>
							<b>28,15</b>
		$21,09 = \max[50 - 28,91(S_5); (15,30 * q + 24,87 * (1 - q)) * e^{-rt}]$					
						15,30	24,87
						31,00	

Kuten tulokset osoittavat viimeisen sarakkeen arvot eivät muutu. Ajalla  $T - 1$ , A:n päätös on joko hankkia taattu 50 miljoonan arvo tai odottaa, niinpä option arvo on välittömästi toteutuksesta saatava maksimi hyöty vs. odottaminen. Koska A voi odottaa, option arvo millä tahansa periodilla kuvastaa A:n optimaalista sopimuksen hyväksikäyttöä tulevilla periodeilla. Tulos on, että takuun arvo kohoaa 9,41 miljoonaan, koska sopimus lisää A:n päätöksenteko-

mahdollisuuksien lukumäärää. Vastaavasti yritysostosopimuksen arvo C:n osakkeenomistajille putoaa 45,6 miljoonaan.

Yritysoston arvo ei nouse merkittävästi, koska A käyttää takuuta vain muutaman solmun kohdalla, tummennettu kuviossa 19. Kuuden kuukauden periodin alussa odottaminen on paras strategia. Periodin myöhemmissä vaiheissa, A tulee toteuttamaan takuun vain, jos B:n osakkeen arvo on hyvin alhainen.

## LIITE 2 Reaalioptioajattelun soveltaminen NNA laskelmaan

Yritys X pohtii laitteiston korvaamista (kone A), uudella (kone B) joka voitaisiin ostaa 14000 eurolla. Koneen A arvo kirjanpidossa on 7000 euroa ja sen oletetaan toimivan vielä 7 vuotta. Myöskin koneen B käyttöikä on 7 vuotta. Uuden koneen odotetaan tuottavan kustannussäästöjä 0,03 euroa per valmistettu yksikkö (0,38 → 0,35). Tuotantovolyymien on kummankin koneen osalta 100 000 kappaletta/vuosi.

Kone A olisi mahdollista myydä kirjanpitoarvolla, eli 7000 eurolla. Yritys laskee nettonykyarvon arvioidakseen tilanteen kannattavuutta (laskelma esitetty vaihtoehdossa 1).

Olettamalla poistojen olevan tasapoistoja kummankin koneen osalta suhteessa niiden käyttöikänsä ja yrityksen veroprosentin olevan 29 %, ovat investoinnin tuottamat kassavirrat seuraavat:

Tänään:  $I_0 = \text{Hankintahinta B} - \text{Myyntihinta A}$

$$I_0 = 14\,000 - 7\,000 = 7\,000$$

7 vuoden aikana:

$S = \text{Säästöt verojen jälkeen} + \text{Poistojen tuomat säästöt veroissa}$

$$\begin{aligned} S &= 100\,000 * 0,03 * (1 - 29\%) + 29\% * (2000 - 1000) \\ &= 2420 \end{aligned}$$

Korkokannan ollessa 12 %, nykyarvo yhdelle eurolle 7 vuoden aikana diskontattuna 12 % on 4,564, ja investoinnin nettonykyarvo on:

$NNA = -I_0 + \text{Kassavirtojen nykyarvo}$

$$\begin{aligned} NNA &= -7\,000 + 4,564 * 2420 \\ &= 4045 \end{aligned}$$

NNA ollessa positiivinen, eli investointi tuottaa voittoa, tulisi se toteuttaa. Laskelma ei kuitenkaan ota huomioon mahdollisia muutoksia tulevaisuudessa. Oletetaan, että suurin vaikuttava tekijä tulevaisuudessa on myyntimäärät. Tekemällä investoinnille herkkyysoanalyysi voidaan mittaamaan vaikutuksia, jos odotettuja kustannussäästöjä ei saavutetakaan.

Laskemalla investoinnin kriittinen piste voidaan arvioida, mikä olisi keskimääräinen vuosittainen valmistusmäärä joka tuottaisi tarpeeksi säästöjä maksamaan investoinnin takaisin. Ratkaisemalla yhtälöstä N saadaan kriittisen pisteen myyntimääräksi:

$$NNA = -7000 + 4,564 * N * 0,03 * (1-29\%) + 29\% * 1000 = 0$$

$$N = 58\,392 \text{ kappaletta}$$

Laskelman avulla voidaan arvioida investointiin sisältyvää riskiä, eli toisin sanoen todennäköisyyttä, että NNA on negatiivinen, kun keskimääräinen valmistusmäärä on alle 58 392 kappaletta vuodessa.

Oletetaan yrityksen markkinaosaston arvioivan, että 100 000 on odotettu myyntimäärä nykyiselle vuodelle (vuosi 1), mutta myyntimäärä saattaa seurata, vuodesta 2 vuoteen 7, todennäköisyysjakaumaa joka on seuraava:

**TAULUKKO 5** Todennäköisyysjakauma eri myyntimäärille.

Todennäköisyys	Myyntimäärä
0,2	190 000
0,3	100 000
0,5	64 000

Odotettujen myyntimäärien minimi on 64 000 kappaletta, eli enemmän kuin edellä laskettu kriittinen piste. Kuitenkin on huomioitavaa, että molempien koneiden kapasiteetti on rajoitettu 100 000 kappaleeseen. Tällöin tilanteessa, jossa markkinat nousevat, säästöt toteutuvat vain 100 000 kappaleen myynnin osalta. Myös yrityksen keskimääräinen volyymi pienenee, vuodesta 2 vuoteen 7, 82 000 kappaleeseen (= (0,2+0,3) \* 100 000 + 0,5 \* 64 000) ja NNA laskee 2637 euroon, jossa pudotusta on 35 %.

Yrityksen X tapauksessa joustavuudella (joustavuudella tuotantokapasiteetissa) on arvoa kun on olemassa epävarmuutta. Tällä hetkellä yrityksellä ei ole joustavuutta, eli optiota muuttaa toiminnan astetta, mutta mahdollisuus luoda sitä.

Saadakseen joustavuutta markkinoiden kasvaessa, yrityksellä on mahdollisuus pitää kone A. Tällöin yritys voisi palvella markkinoita 200 000 kappaleen kapasiteetilla. On kuitenkin olemassa 0,8 todennäköisyys, että yritys ei tarvitse konetta A, mutta tieto koneen tarpeellisuudesta saadaan vasta vuoden kuluttua. Kysymys kuuluu tällöin: voiko yritys odottaa ensi vuoteen, jolloin se tietää enemmän markkinoista päättääkseen pitääkö kone A (kasvat markkinat) tai



myydä se (markkinat pysyvät ennallaan tai laskevat)? Oletetaan, että yrityksellä on mahdollisuus myydä kone myös vuoden kuluttua, mutta alemmalla 6000 euron hinnalla.

Vaihtoehtoiksi yritykselle muodostuvat: myydä kone A nyt 7000 eurolla, jolloin odotettu NNA on 2637 euroa, tai odottaa vuoden tietoa kasvavatko markkinat vai eivät. Tällöin yritys joko pitää koneen A ja myy 190 000 kappaletta 100 000 kappaleen sijaan (todennäköisyys = 0,2), tai myy koneen A vain 6000 eurolla (todennäköisyys = 0,3 + 0,5 = 0,8).

Jotta vaihtoehtoja voisi arvioida, täytyy tarkastella menetetyn myyntituoton ja 0,2 todennäköisyydellä tulevien 90 000 kappaleen lisämyynnin tuomien tuottojen välistä suhdetta. Jos myyntihinnan oletetaan olevan 0,5 euroa/kappale, odotettu NNA päätökselle ”odota yksi vuosi, ja pidä tai myy A markkinoiden kehityksen mukaan” on 6024 euroa, joka on 3387 euron parannus ensimmäiseen vaihtoehtoon.

Voidaan osoittaa, että parannus on seuraavien tekijöiden ero:

1) kustannus koneen pitämisestä yhden vuoden:

$$- 1384 = - 7000 + (6000 + 29 \% * 1000)/(1+12 \%)$$

2) arvo, joka muodostuu A:n pitämisestä ja lisämyyntien muodostumisesta kerrottuna markkinoiden kasvun todennäköisyydellä:

$$\text{Käyttökateen lisäys verojen jälkeen: } 90\,000 * (0,50 - 0,38) * (1-29 \%) = 7668$$

$$\text{Koneen A poistojen synnyttämät säästöt veroissa: } 29 \% * 1000 = 290$$

$$\text{Nykyarvo yhdelle eurolle 12 \% korolla vuodesta 2 vuoteen 7 on } 3,671$$

Odotettu nykyarvo A:n pitämiselle on:

$$0,2 * (-6000/1,12 + 3,671 * (7668 + 290)) = 4771$$

Herkkyysanalyysin toteuttamisen päätarkoituksena oli tarkastaa, että projektiin sisältyvä riski ei ole liian suuri, toisin sanoen todennäköisyys negatiiviselle NNA on pieni. Analyysin avulla voidaan todeta, että kysynnän volatiliiteetillä yhdistettynä kapasiteettiin rajoituksiin on kaksi vaikutusta: ensinnäkin keskimääräisen NNA alenemisena (4045 → 2637) ja toisaalta avaamalla mahdollisuuksia inkrementaalille kassavirralle kasvavien markkinoiden tapauksessa.

Tietysti, mahdollisuudelle myydä kone A myöhemmin on kustannuksensa, joka osoittautui huomattavasti pienemmäksi kuin potentiaaliset hyödyt lisääntyvistä kassavirroista, vaikka todennäköisyys suurelle kysynnän kasvulle olikin alhainen (0,2). Tunnistamalla ja integroi-

malla kasvupotentiaali ja suojautuminen tappioriskiä vastaan lisäävät huomattavasti projektin kannattavuutta, enemmän kuin kolminkertaistaen NNA:n.

Käyttämällä reaalioptionmenetelmää, tapauksessa oli mahdollista rakentaa investoinnille lisäarvoa luomalla strategia. Tässä tapauksessa on mahdollista määritellä kaksi erillistä optiota: option muuttaa toiminnan astetta ja mahdollisuus myydä kone A vuoden päästä. Ensimmäisestä optiosta maksettu preemio oli 1384 euroa (preemion määritelmä: mikä on kustannus yritykselle tapauksessa, että se ei hyödynnä optiota). Toinen optio on ”ilmainen”, koska se muodostuu varmasta mahdollisuudesta myydä kone myös vuoden kuluttua.

## Esimerkkilaskelma

Yrityksen veroprosentti	29 %
Pääoman hinta	12 %

### Arvo ja poisto:

Kone B: poisto 2000/v	14 000
Kone A / vuosi -1	8 000
Kone A / vuosi 0	7 000
Kone A / vuosi 1	6 000

### Myyntimäärät:

Todennäköisyys	kpl.
0,2	190 000
0,3	100 000
0,5	64 000

### Myyntihinta ja kustannukset:

Myyntihinta/kpl.	0,50
Kustannus Kone B	0,35
Kustannus Kone A	0,38

### Vaihtoehto 1: Osta B ja myy A välittömästi

Kassavirrat / Vuosi	0	1	2	3	4	5	6	7
Kone B:n osto	-14 000							
Kone A:n myynti	7 000	0						
Säästöt		3 000	2 460	2 460	2 460	2 460	2 460	2 460
Säästöt verojen jälkeen		2 130	1 747	1 747	1 747	1 747	1 747	1 747
Muutos poiston määrässä		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Poistojen tuomat säästöt veroissa		290	290	290	290	290	290	290
Kassavirrat	-7 000	2 420	2 037	2 037	2 037	2 037	2 037	2 037
Diskontatut kassavirrat	-7 000	2 161	1 624	1 450	1 294	1 156	1 032	921
<b>Nettonykyarvo</b>	<b>2 637</b>							

## Vaihtoehto 2: Osta B ja odota 1 vuosi

Oletus: Kasvavat markkinat (Konetta A ei myydä).

Kassavirrat / Vuosi	0	1	2	3	4	5	6	7
Kone B:n osto	-14 000							
Kone A:n myynti	0	0						
Säästöt		3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Säästöt verojen jälkeen		2 130	2 130	2 130	2 130	2 130	2 130	2 130
Muutos poiston määrässä		2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Poistojen tuomat säästöt veroissa		580	580	580	580	580	580	580
Lisämyynnistä saatava käyttökate		0	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800	10 800
Käyttökate verojen jälkeen		0	7 668	7 668	7 668	7 668	7 668	7 668
Kassavirrat	-14 000	2 710	10 378	10 378	10 378	10 378	10 378	10 378
Diskontatut kassavirrat	-14 000	2 420	8 273	7 387	6 595	5 889	5 258	4 694
<b>Nettonykyarvo</b>	<b>26 516</b>							

## Vaihtoehto 2: Osta B ja odota 1 vuosi

Oletus: Vakaat markkinat (Kone A myydään vuoden kuluttua).

Kassavirrat / Vuosi	0	1	2	3	4	5	6	7
Kone B:n osto	-14 000							
Kone A:n myynti	0	6 000						
Säästöt		3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Säästöt verojen jälkeen		2 130	2 130	2 130	2 130	2 130	2 130	2 130
Muutos poiston määrässä		2 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Poistojen tuomat säästöt veroissa		580	290	290	290	290	290	290
Lisämyynnistä saatava käyttökate			0	0	0	0	0	0
Käyttökate verojen jälkeen			0	0	0	0	0	0
Kassavirrat	-14 000	8 710	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420	2 420
Diskontatut kassavirrat	-14 000	7 777	1 929	1 723	1 538	1 373	1 226	1 095
<b>Nettonykyarvo</b>	<b>2 660</b>							

## Vaihtoehto 2: Osta B ja odota 1 vuosi

Oletus: Kutistuvat markkinat (Kone A myydään vuoden kuluttua).

Kassavirrat / Vuosi	0	1	2	3	4	5	6	7
Kone B:n osto	-14 000							
Kone A:n myynti	0	6 000						
Säästöt		3 000	1 920	1 920	1 920	1 920	1 920	1 920
Säästöt verojen jälkeen		2 130	1 363	1 363	1 363	1 363	1 363	1 363
Muutos poiston määrässä		2 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Poistojen tuomat säästöt veroissa		580	290	290	290	290	290	290
Lisämyynnistä saatava käyttökate		0	0	0	0	0	0	0
Käyttökate verojen jälkeen		0	0	0	0	0	0	0
Kassavirrat	-14 000	8 710	1 653	1 653	1 653	1 653	1 653	1 653
Diskontatut kassavirrat	-14 000	7 777	1 318	1 177	1 051	938	838	748
<b>Nettonykyarvo</b>	<b>-154</b>							

## Odotusoption arvo

Nettonykyarvo päätökselle "Osta B ja myy A välittömästi"	2 637
Odotettu nettonykyarvo päätökselle "Osta B ja odota 1 vuosi"	6 024
<b>ODOTUSOPTION ARVO</b>	<b><u>3 387</u></b>

### Option arvon muodostuminen:

Kassavirrat / Vuosi	0	1	2	3	4	5	6	7
Preemio: Kustannus Koneen A myynnin lykkäämisestä vuodella	-1 384							
Pääomavirrat		-6 000	7 958	7 958	7 958	7 958	7 958	7 958
Diskontatut kassavirrat	0	-5 357	6 344	5 664	5 057	4 516	4 032	3 600
<b>Nettonykyarvo</b>	<b>23 856</b>							
Odotettu nettonykyarvo (Kasvu)	4 771							
<b>ODOTUSOPTION ARVO</b>	<b>3 387</b>							