



Tampereen yliopisto

Taloustieteiden laitos

Kuntasektorin
toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien
arvonmääritys

Kansantaloustiede

Pro gradu -tutkielma

Syyskuu 2006

Ohjaaja: Markus Lahtinen

Tiina Lehto

TIIVISTELMÄ

Tampereen yliopisto	Taloustieteiden laitos, kansantaloustiede
Tekijä:	LEHTO, TIINA
Tutkielman nimi:	Kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmääritys
Pro gradu -tutkielma:	63 sivua
Aika:	Syyskuu 2006
Avainsanat:	investoinnit, toiminnanohjausjärjestelmät, arvonmääritys, reaaliopiot

Laajat toiminnanohjausjärjestelmät ovat yleistyneet viime vuosina nopeasti ja myös kuntasektorilla on alettu investoida toiminnanohjausjärjestelmiin. Tässä tutkielmassa pyritään selvittämään menetelmiä, joita voidaan käyttää toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmääritykseen. Tutkielman teoriaosuudessa käsitellään perinteisiä investointien arvonmääritysmenetelmiä, kuten nettonykyarvomenetelmää, sekä reaaliopiot teoriaa, joka on kehitetty erityisesti suurta epävarmuutta sisältävien investointien arvonmääritykseen.

Tutkielman soveltavan osuuden alussa käsitellään toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien ominaispiirteitä, joita ovat muun muassa suuri epävarmuus ja joustavuus. Perinteiset investointien arvonmääritysmenetelmät eivät pysty huomioimaan investointeihin sisältyviä johdon joustomahdollisuuksia. Sen vuoksi päädytään tulokseen, että toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmäärityksessä tulisi käyttää laajennetun nettonykyarvon menetelmää, joka huomioi staattisen nettonykyarvon lisäksi investointiin sisältyvien reaaliopioitoiden arvot. Tämän jälkeen sovelletaan reaaliopiot teoriaa kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin. Tutkielman lopussa käsitellään käytännön esimerkkinä Tampereen kaupungin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi ja siihen sisältyvä kasvoptio.

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Perinteisiä investointien arviointimenetelmiä	3
2.1	Pääoman tuottoaste	3
2.2	Takaisinmaksuajan menetelmä	4
2.3	Nettonykyarvomenetelmä	5
2.4	Nykyarvoindeksi	6
2.5	Sisäinen korkokanta	7
2.6	Perinteisten laskentamenetelmien vertailua	8
2.7	Perinteisten laskentamenetelmien kritiikkiä	10
3	Optioteorian hyödyntäminen investointien arvonmäärityksessä	12
3.1	Optioteorian perusteet	12
3.2	Reaalioptioteorian perusteet	13
3.3	Finanssoptioiden ja reaaliptioiden erot	16
3.4	Reaalioptiotyypit	17
3.4.1	Reaaliptioiden luokittelu	17
3.4.2	Lykkäysoptio	17
3.4.3	Skaalausoptio	21
3.4.4	Vaiheistusoptio	22
3.4.5	Pilotointioptio	23
3.4.6	Hylkäysoptio	23
3.4.7	Vaihto-optio	25

3.4.8	Kasvuoptio	25
3.4.9	Moniulotteiset vuorovaikutusoptiot	26
3.5	Optioiden arvonmäärittäminen	26
3.5.1	Black-Scholes -malli	26
3.5.2	Binomimallit	29
3.5.3	Esimerkki lykkäsoption arvonmäärittämisestä	34
3.6	Optioiden arvonmäärittäminen soveltuvuus reaalioptioiden arvonmäärittämiseen	38
3.7	Reaalioptioteorian vahvuudet ja heikkoudet investointien arvonmäärittämisessä	39
4	Reaalioptioteorian soveltaminen kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmän investointeihin	41
4.1	Aiempiä tutkimuksia	41
4.2	Toiminnanohjausjärjestelmän investointien luokittelu	42
4.3	Toiminnanohjausjärjestelmän investointien ominaispiirteet	44
4.4	Optiomallin muuttujat kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmän investointien tapauksessa	45
4.4.1	Tuotot ja kustannukset	45
4.4.2	Option voimassaoloaika	47
4.4.3	Riskitön korkokanta	47
4.4.4	Volatiliteetti	47
4.5	Toiminnanohjausjärjestelmän investointeihin liittyviä riskejä	48
4.6	Toiminnanohjausjärjestelmän investointeihin sisältyviä reaalioptioita	50
5	Case: Tampereen kaupungin ERP-investointi kasvuoptiona	55
6	Yhteenveto	58
	Lähteet	61

1 Johdanto

Laaajat toiminnanohjausjärjestelmät, eli ERP-järjestelmät (Enterprise Resource Planning), ovat yleistyneet viime vuosina nopeasti. ERP-toiminnanohjausjärjestelmä on yhteenliitetystä ohjelmistomoduuleista koostuva valmisohjelmisto, joka kattaa organisaation eri toiminnot ja koko arvoketjun raaka-aineiden hankinnasta myyntiin ja palveluun saakka. Yrityksissä toiminnanohjausjärjestelmät ovat jo hyvin yleisiä, mutta aivan viime vuosina myös kuntasektorilla on kiinnostuttu toiminnanohjausjärjestelmistä. Espoon kaupunki otti ensimmäisenä kuntana käyttöön ERP-järjestelmän vuoden 2005 alussa ja Tampereen kaupunki seurasi perässä vuonna 2006. Myös joissakin muissa kaupungeissa on vireillä tai suunnitteilla toiminnanohjausjärjestelmähanke. Esimerkiksi Jyväskylä on ottamassa vaiheittain käyttöön toiminnanohjausjärjestelmän, jonka käyttöä on tarkoitus laajentaa myös muihin alueen kuntiin.

Tämän tutkielman tavoitteena on selvittää keinoja toiminnanohjausjärjestelmien arvonmääritykseen erityisesti kuntasektorilla. Informaatioteknologiainvestointien arvonmääritystä on tutkittu melko laajasti, mutta erityisesti toiminnanohjausjärjestelmien arvonmääritykseen liittyvää tutkimusta ei löydy kovin paljon – ei varsinkaan kuntasektorin näkökulmasta. Tutkimuksissa, joissa on selvitetty toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmäärityksessä käytettävien menetelmien soveltamista yrityksissä, on havaittu, että investointien arvonmäärityksessä on suuria puutteita. Investoinnit tehdään usein ilman kunnon esiselvitystä niiden kannattavuudesta. Sen vuoksi on tärkeää selvittää, miten toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeja voidaan arvioida.

Tutkielman toisessa luvussa käsitellään perinteisiä investointien arvonmääritys-

menetelmiä kuten nettonykyarvomenetelmää ja sisäisen korkokannan menetelmää. Kolmannessa luvussa laajennetaan käsittelyä perinteisiä menetelmiä modernimpaan arvonmäärittämissä menetelmiin, reaaliopitoteoriaan. Reaaliopitoiden käsittely on tärkeää toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien tapauksessa, koska näihin investointeihin sisältyy tyypillisesti runsaasti epävarmuutta.

Neljännessä luvussa sovelletaan reaaliopitoteoriaa kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin. Ensin käsitellään perinteisten arvonmäärittämissä mallien muuttujia: tuottoja, kustannuksia, korkokantaa ja volatilitteettia. Sen jälkeen käsitellään toiminnanohjausjärjestelmiin sisältyviä riskejä. Riskien hallitsemiseksi voidaan toiminnanohjausjärjestelmäinvestoinneista etsiä reaaliopitioita, joita käsitellään neljännen luvun lopussa. Aiempi tutkimus reaaliopitoiden hyödyntämisestä informaatioteknologiainvestointien arvonmäärittämissä on keskittynyt paljolti yksittäisen investoinnin yksittäisen reaaliopitio arvonmäärittämissä. Reaaliopitiot eivät ole kuitenkaan suoraan nähtävissä investoinneissa, vaan niiden havaitseminen vaatii aikaa ja vaivaa. Sen vuoksi tässä tutkielmassa pyritäänkin tunnistamaan toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin tyypillisesti sisältyviä reaaliopitioita.

Viidennessä luvussa esitellään käytännön esimerkkinä Tampereen kaupungin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi ja käsitellään siihen sisältyvää kasvuoptiota. Tampereen kaupunki otti toiminnanohjausjärjestelmän ensimmäiset osat käyttöön vuoden 2006 alussa ja järjestelmää on tarkoitus laajentaa vuosien 2006 ja 2007 aikana. Järjestelmä tukee kaupungin toimintamallin uudistusta, joka tulee voimaan vuoden 2007 alussa.

2 Perinteisiä investointien arviointimenetelmiä

2.1 Pääoman tuottoaste

Pääoman tuottoaste investointihankkeelle saadaan jakamalla kirjanpidollinen nettotulos investoidulla pääomalla.

$$(2.1) \quad ROI = \frac{\textit{Investoinnin juoksevat tuotot} - \textit{juoksevat kulut} - \textit{poistot} - \textit{verot}}{\textit{Investoinnin hankintameno}},$$

missä

$$ROI = \textit{pääoman tuottoaste}$$

Yritykset käyttävät pääoman tuottoastetta investointihankkeidensa arvoinnissa lähinnä osakkeenomistajien vuoksi. Kirjanpidollinen nettotulos eroaa usein projektin nettokassavirroista huomattavasti, koska kirjanpidossa osa projektin kassavirroista käsitellään pääomainvestointeina ja osa käyttökustannuksina. Käyttökustannukset vähennetään automaattisesti kunkin vuoden tuloista, kun taas pääomainvestoinneista tehtävät poistot vähennetään vuotuisista tuloista. Pääoman tuottoaste riippuu siis käytettävästä poistomenetelmästä. Pääoman tuottoaste kiinnostaa kuitenkin yrityksen osakkeenomistajia ja sen vuoksi sitä käytetään investointiprojektien arvoinnissa. Vaarana sen käytössä on, että yritys saattaa hylätä kannattavia investointiprojekteja vain sen vuoksi, että ne saattavat laskea koko yrityksen pääoman

tuottoastetta. Pääoman tuottoasteen heikkoutena on lisäksi, että se ei huomioi lainkaan rahan aika-arvoa. (Brealey & Myers 2000, 97-98.)

2.2 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmässä lasketaan aika, jonka kuluessa investointi ”maksaa itsensä takaisin”, eli kuinka kauan kuluu, kunnes investoinnin tulovirrat ylittävät alkuperäisen hankintamenon. Takaisinmaksuaika lasketaan jakamalla investoinnin hankintameno vuotuisilla nettokassavirroilla.

$$(2.2) \quad \textit{Investoinnin takaisinmaksuaika} = \frac{C_0}{C_t},$$

missä

C_0 = investoinnin hankintameno

C_t = nettokassavirta vuonna t

Menetelmän mukaan investointihanke tulee hyväksyä, mikäli takaisinmaksuaika alittaa sille asetetun aikarajan. Takaisinmaksuajan menetelmään liittyy monia ongelmakohtia, joista voi olla seurauksena huonoja investointipäätöksiä. Ensinnäkään se ei ota lainkaan huomioon kassavirtoja, jotka saadaan takaisinmaksuajan jälkeen. Tällöin voidaan siis hylätä projekti, joka todellisuudessa voisi olla hyvinkin kannattava. Toinen ongelma on, että takaisinmaksuajan menetelmä ei huomioi rahan aika-arvoa, vaan se antaa eri ajankohtina saataville kassavirroille saman arvon. Takaisinmaksuajan menetelmän käyttäminen investointipäätöksissä voi aiheuttaa sen, että yritys hyväksyy liikaa lyhytkestoisia projekteja ja hylkää suurimman osan pitkäkestoisista projekteista. Tämän vuoksi takaisinmaksuajan menetelmää käytettäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota takaisinmaksun aikarajan määrittelyyn. Aikaraja

tulee määritellä projektikohtaisesti. Takaisinmaksuajan menetelmään liittyvistä ongelmista huolimatta se on edelleen yleisesti käytetty investointien arvonmääritysmenetelmä yrityksissä. Tämä johtuu todennäköisesti menetelmän yksinkertaisuudesta. Lisäksi johtajat saattavat suosia lyhyen takaisinmaksuajan projekteja, koska he ajattelevat niiden edistävän omaa urakehitystään. Käytännössä takaisinmaksuajan menetelmää käytetään yleisesti projekteissa, joissa sijoitettava pääoma on pieni tai tilanteissa, joissa projektin edut ovat niin selvät, että muiden menetelmien käyttöä ei pidetä tarpeellisena. (Brealey, Myers & Marcus 2004, 187.)

2.3 Nettonykyarvomenetelmä

Nettonykyarvomenetelmää pidetään teoreettisesti suositeltavimpana investointien arvonmääritysmenetelmänä. Nettonykyarvo (NPV) voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$(2.3) \quad NPV = C_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_t}{(1+r)^t},$$

missä

r = diskonttauskorko

Investoinnin nettonykyarvo siis saadaan, kun vähennetään investoinnin ennakoituista, diskontatuista nettokassavirroista investoinnin hankintameno. Myös mahdollinen investoinnin jäännösarvo voidaan ottaa laskelmassa huomioon. Päätössääntönä nettonykyarvomenetelmässä on, että investointihanke kannattaa hyväksyä, mikäli nettonykyarvo on positiivinen. Nettonykyarvomenetelmä on tässä esiteltävistä perinteisistä menetelmistä kehittynein ja suositeltavin. Sen etuja verrattuna muihin menetelmiin ovat muun muassa seuraavat seikat (Ross, Westerfield & Jaffe 2001, 141):

- Nettonykyarvomenetelmä käyttää kassavirtoja investoinnin arvonmäärityksessä. Kirjanpidon tuotot ovat keinotekoinen erä, jota ei kannata käyttää investointien arvonmäärityksessä, koska ne eivät edusta suoraan rahaa.
- Nettonykyarvomenetelmä huomioi investoinnin kaikki kassavirrat, kun taas jotkut toiset menetelmät, kuten takaisinmaksuajan menetelmä, huomioivat ainoastaan tietyn aikavälin sisällä toteutuvat kassavirrat.
- Nettonykyarvomenetelmä huomioi rahan aika-arvon toisin kuin esimerkiksi takaisinmaksuajan menetelmä ja pääoman tuottoasteen menetelmä.

2.4 Nykyarvoindeksi

Nykyarvoindeksi on nettonykyarvomenetelmän muunnelmä. Nykyarvoindeksi saadaan laskemalla vuotuisten nettokassavirtojen ja jäännösarvon summan suhde investoinnin hankintamenuon.

$$(2.4) \quad PI = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+r)^t} + \frac{I_N}{(1+r)^N}}{C_0},$$

missä

PI = nykyarvoindeksi

I_N = jäännösarvo hetkellä N

Nykyarvoindeksi on investoinnin kannattavuuden suhteellinen mittari. Päätösääntönä nykyarvoindeksiä käytettäessä on, että investointi kannattaa hyväksyä, mikäli nykyarvoindeksi on suurempi kuin yksi. Yksittäistä investointikohdetta arvioitaessa nettonykyarvo ja nykyarvoindeksi johtavat samaan lopputulokseen investoinnin kannattavuutta arvioitaessa. Nykyarvoindeksi voi olla hyödyllinen tilanteessa, jossa yrityksellä on useita eri investointikohteita, mutta rahoituksen rajallisuudesta johtuen se ei voi toteuttaa niitä kaikkia. Nykyarvoindeksin avulla investoin-

tikohteet voidaan asettaa kannattavuusjärjestykseen. Menetelmän heikkoutena on, että nykyarvoindeksi ei huomioi lainkaan investoinnin kokoa ja se voikin johtaa väärään investointipäätökseen vertailtaessa esimerkiksi kahta toisensa poissulkevaa, hyvin erikokoista investointihanketta. (Niskanen & Niskanen 2000, 312-313.)

2.5 Sisäinen korkokanta

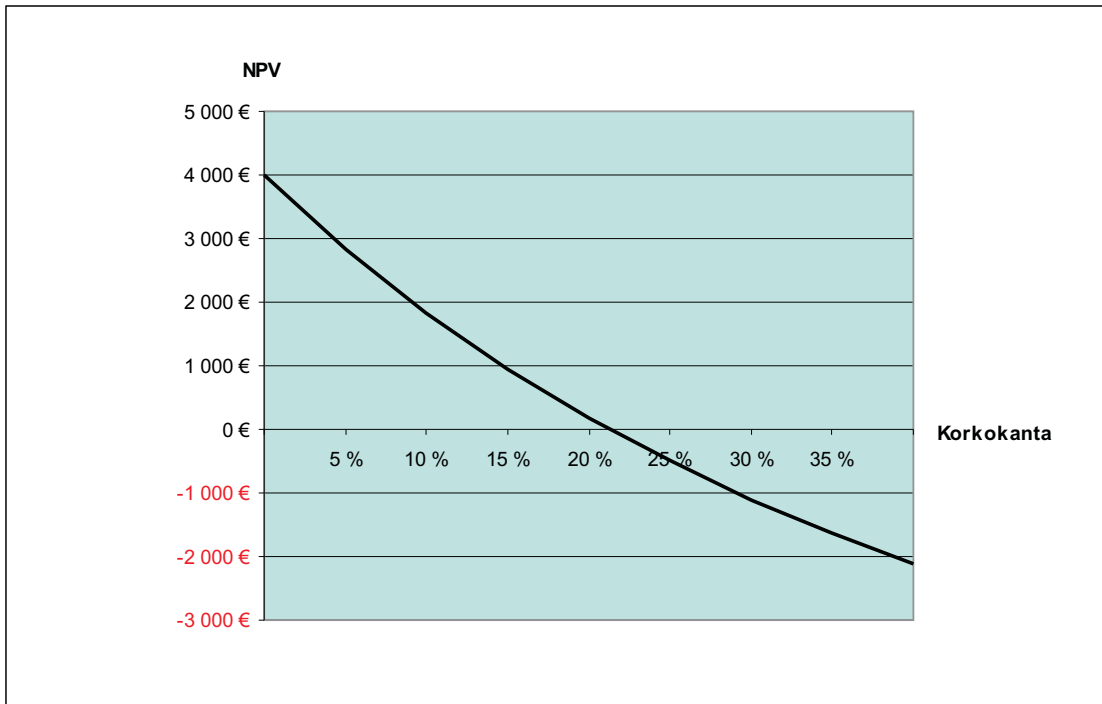
Sisäisen korkokannan menetelmä on huomattavasti kehittyneempi menetelmä kuin aiemmin esitellyt takaisinmaksuajan menetelmä ja pääoman tuottoasteen menetelmä. Sisäinen korkokanta on korkokanta, jolla investoinnin nettonykyarvo on nolla, eli

$$(2.5) \quad NPV = C_0 + \frac{C_1}{1 + IRR} + \frac{C_2}{(1 + IRR)^2} + \dots + \frac{C_t}{(1 + IRR)^t} = 0,$$

missä

IRR = sisäinen korkokanta

Sisäisen korkokannan menetelmän päätössääntönä on, että investointihanke kannattaa hyväksyä, mikäli sisäinen korkokanta on suurempi kuin vaihtoehtoiskustannus. Kuvasta 2.1 nähdään nettonykyarvon ja korkokannan suhde. Kyseisessä kuvassa on oletettu investointihanke, jonka hankintameno on 10 000 euroa, ensimmäisen vuoden nettokassavirta 5 000 euroa, toisen vuoden 7 000 euroa ja kolmannen vuoden 2 000 euroa. Kyseisen investoinnin sisäinen korkokanta on 21 %. Jos vaihtoehtoiskustannus on pienempi kuin sisäinen korkokanta, hankkeella on positiivinen nettonykyarvo. Mikäli taas vaihtoehtoiskustannus on suurempi kuin sisäinen korkokanta, hankkeen nettonykyarvo on negatiivinen eikä hanketta kannata toteuttaa. (Knüpfer & Puttonen 2004, 84-85.)



Kuva 2.1. Nettonykyarvon ja korkokannan suhde.

2.6 Perinteisten laskentamenetelmien vertailua

Kuten jo aiemmin on todettu, takaisinmaksuajan menetelmä ja pääoman tuottoasteen menetelmä ovat yksinkertaisia laskentatapoja, jotka eivät esimerkiksi huomioi lainkaan rahan aika-arvoa. Nettonykyarvomenetelmä, nykyarvoindeksi ja sisäisen korkokannan menetelmä puolestaan ovat niitä huomattavasti kehittyneempiä menetelmiä. Nettonykyarvon ja nykyarvoindeksin välistä suhdetta käsiteltiin jo aiemmin, joten tässä luvussa keskitytään nettonykyarvon ja sisäisen korkokannan väliseen vertailuun. Sisäisen korkokannan menetelmä ja nettonykyarvomenetelmä johtavat samaan lopputulokseen silloin, kun nettonykyarvo on korkokannan tasaisesti laskeva funktio (Brealey & Myers 2000, 100-101). Sisäisen korkokannan menetelmä on kuitenkin puutteellinen useissa tapauksissa. Ensinnäkin menetelmä olettaa, että kaikki kassavirrat voidaan sijoittaa sisäisen korkokannan suuruisella tuotolla (Knüpfer & Puttonen 2004, 99). Tämä ei yleensä käytännössä ole mahdollista. Lisäksi sisäisen

korkokannan menetelmä ei tuota luotettavia tuloksia tilanteissa, joissa investoinnin kassavirrat poikkeavat tavanomaisesta. Tavanomaisena voidaan pitää tilannetta, jossa investoinnilla on aluksi suuri negatiivinen kassavirta ja sen jälkeen positiivisia kassavirtoja. Seuraavaksi luetellaan tilanteita, joissa sisäisen korkokannan menetelmää ei voida soveltaa sellaisenaan tai ollenkaan.

- Jos projektilla on alussa suuri positiivinen kassavirta ja sen jälkeen yksi tai useampia negatiivisia kassavirtoja (lainaaminen), sisäisen korkokannan menetelmän päätössääntöä tulee muuttaa. Tässä tapauksessa projekti kannattaa hyväksyä vain, jos sisäinen korkokanta on pienempi kuin vaihtoehtoiskustannus. (Brealey & Myers 2000, 104-105.)
- Mikäli projektin kassavirtojen etumerkki vaihtuu projektin aikana useammin kuin kerran, sisäisen korkokannan menetelmä ei ole aina luotettava. Sisäisen korkokannan menetelmä voi antaa tällaisessa tilanteessa yhtä monta sisäistä korkokantaa kuin on etumerkin vaihdoksia projektin kassavirroissa, eikä päätöksentekijä voi tietää, mikä näistä on oikea. (Brealey & Myers 2000, 104-105.)
- Projekteilla, joiden nettonykyarvo on positiivinen kaikilla korkokannoilla, ei ole lainkaan sisäistä korkokantaa. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että sisäisen korkokannan puuttuminen merkitsisi automaattisesti projektin kannattavuutta, koska sisäistä korkokantaa ei myöskään ole projekteilla, joiden nettonykyarvo on aina negatiivinen. (Grinblatt & Titman 2001, 349.)
- Sisäisen korkokannan menetelmä voi johtaa väärin investointipäätöksiin myös tilanteissa, joissa yritys joutuu tekemään investointipäätöksen usean toisensa poissulkevan investointivaihtoehdon välillä. Sisäisen korkokannan menetelmä ei perusmuodossaan ota huomioon projektien skaalatekijöitä. Jos halutaan vertailla kahta eri investointivaihtoehtoa sisäisen korkokannan menetelmällä, tulee se tehdä laskemalla ensin kassavirrat niin sanotulle erotusinvestoinnille. Tällöin suuremman investoinnin kassavirroista vähennetään pienemmän projektin

kassavirrat ja lasketaan saadulle erotusinvestoinnille sisäinen korkokanta. Jos erotusinvestoinnille laskettu sisäinen korkokanta on suurempi kuin vaihtoehtoiskustannus, kannattaa hyväksyä suurempi projekti. Sisäisen korkokannan menetelmä on epäluotettava myös vertailtaessa projekteja, joiden kassavirrat ajoittuvat eri tavalla. (Brealey & Myers 2000, 104-105.)

- Sisäisen korkokannan menetelmän käyttäminen on vaikeaa, mikäli korkorakenne ei ole tasainen. Jos siis vaihtoehtoiskustannus on erisuuruinen eri ajan-kohtina, mihin näistä vaihtoehtoiskustannuksista sisäistä korkokantaa tulisi verrata? Tällaisessa tilanteessa on yksinkertaisinta käyttää nettonykyarvomenetelmää sisäisen korkokannan menetelmän sijasta. (Brealey & Myers 2000, 104-105.)

Yhteenvedon voidaan sanoa, että nettonykyarvomenetelmä on suositeltavin menetelmä investointien arviointiin tässä esitellyistä perinteisistä arvonmäärittämismenetelmistä. Siitä huolimatta menetelmää ei käytännössä sovelleta niin paljon kuin voisi olettaa. Myös takaisinmaksuajan menetelmää ja pääoman tuottoasteen menetelmää käytetään melko yleisesti, vaikka teoreetikot eivät suosittellekaan niiden käyttöä.

2.7 Perinteisten laskentamenetelmien kritiikkiä

Perinteisiä investointien arvonmäärittämismenetelmiä, kuten nettonykyarvomenetelmää, on arvosteltu siitä, että ne eivät huomioi investointeihin liittyviä joustomahdollisuuksia. Yrityksen johdolla on mahdollisuus reagoida myös investointiprojektien aikana markkinoilla tapahtuviin odottamattomiin muutoksiin ja ottaa nämä muutokset huomioon projektin toteutuksessa. Nettonykyarvomenetelmä ei huomioi johdon mahdollisuuksia tehdä muutoksia investointihankkeisiin hankkeen aikana, vaan se olettaa, että tehty investointipäätös toteutetaan alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti projektin loppuun saakka riippumatta markkinoilla tapahtuvista muutoksista. Nettonykyarvomenetelmä olettaa myös, että kassavirrat toteutuvat juuri sen

suuruisina kuin alunperin ennustettiin. Todellisuudessa projektien kassavirrat harvoin ovat juuri sen suuret kuin lähtötilanteessa ennakoitiin. Mahdollisuus muuttaa toimintastrategiaa olosuhteiden muuttuessa kasvattaa investointimahdollisuuden arvoa, koska muuttamalla strategiaa voidaan pienentää tappioita huonojen markkinaolosuhteiden toteutuessa tai vastaavasti lisätä voittoja hyvien olosuhteiden toteutuessa. (Trigeorgis 1995, 1.)

Dixit ja Pindyck (1994) lisäävät nettonykyarvomenetelmän heikkouksiin seuraavat seikat: inflaation huomioiminen laskelmissa, laskentakorkokannan valintaan liittyvät vaikeudet, verojen huomioiminen ja tuottojen ennustamisen vaikeus. Dixit ja Pindyck kritisoivat myös nettonykyarvomenetelmän taustaoletuksia. Menetelmä olettaa ensinnäkin, että investointi on joko mahdollista peruuttaa tai jos se on peruuttamaton, investointi on mahdollista toteuttaa vain tietyllä hetkellä, eikä sitä voi lykätä. Suurin osa investoinneista ei täytä näitä oletuksia, vaan ne ovat peruuttamattomia ja niitä on yleensä mahdollista lykätä. Itse asiassa mahdollisuus lykätä investointia voi vaikuttaa suuresti investointipäätökseen. Dixit ja Pindyck kuvaavat investointimahdollisuutta optiona. Yrityksellä on optio eli mahdollisuus mutta ei velvollisuutta toteuttaa tietty hanke tänään tai mahdollisesti jonakin valitsemanansa hetkenä tulevaisuudessa. Kun yritys toteuttaa investoinnin, se samalla lunastaa option investointiin. Tällä tavalla yritys luopuu mahdollisuudesta hankkia investointiin liittyvää lisätietoa, joka voisi vaikuttaa investoinnin haluttavuuteen tai ajoitukseen. Toteutettuaan investoinnin yritys ei voi perua sitä, vaikka markkinaolosuhteet muuttuisivat radikaalisti. Option arvo on vaihtoehtoiskustannus, joka täytyy ottaa huomioon osana investoinnin kokonaiskustannuksia, koska toteutettaessa investointi luovutaan optiosta toteuttaa kyseinen investointi myöhemmin. Tutkimukset ovat osoittaneet, että investoinnin vaihtoehtoiskustannus voi olla suuri ja sen vuoksi perinteiset laskentamenetelmät, jotka eivät huomioi sitä, saattavat antaa hyvin harhaanjohtavia tuloksia. Seuraavassa luvussa keskitytään optioteorian hyödyntämiseen investointien arvonmäärittämisessä (Dixit & Pindyck 1994, 5-6.)

3 Optioteorian hyödyntäminen investointien arvonmäärityksessä

3.1 Optioteorian perusteet

Optio määritellään yleisesti seuraavasti: optio antaa sen ostajalle oikeuden, mutta ei velvollisuutta, ostaa tai myydä option kohde-etuutena oleva tuote tietyllä ennaltamäärätyllä hinnalla sovittuna päivänä (eurooppalainen optio) tai sovittuun päivään mennessä (amerikkalainen optio). Optiot jaetaan osto- ja myyntioptioihin. Ostioptio antaa nimensä mukaisesti haltijalleen oikeuden ostaa kohde-etuutena oleva tuote ennaltamäärättyyn hintaan ja myyntioptio puolestaan oikeuttaa haltijansa myymään kohde-etuutena olevan tuotteen ennaltamäärättyyn hintaan. Ostioptio kannattaa toteuttaa, jos kohde-etuutena olevan tuotteen hinta on option toteuttamishetkellä korkeampi kuin ennaltamäärätty toteutushinta. Myyntioptio taas kannattaa toteuttaa siinä tapauksessa, että kohde-etuutena olevan tuotteen hinta on option toteuttamishetkellä matalampi kuin toteutushinta.

Option arvoon vaikuttavat seuraavat tekijät (esim. Damodaran 2003):

- *Kohde-etuuden tämänhetkinen hinta*: Ostioption arvo nousee ja myyntioption laskee, kun kohde-etuuden hinta nousee.
- *Kohde-etuuden hinnan varianssi*: Mitä suurempi kohde-etuutena olevan tuotteen hinnan varianssi on, sitä suurempi on option arvo. Tämä pätee sekä ostio- että myyntioptioille.
- *Option lunastushinta*: Ostioption arvo laskee lunastushinnan noustessa, myyn-

Taulukko 3.1. Option arvoon vaikuttavat tekijät (Damodaran 2003, 91)

Tekijä	Osto-optio	Myyntioptio
Kohde-etuuden hinta	+	-
Kohde-etuuden hinnan variassi	+	+
Toteutushinta	-	+
Option voimassaoloaika	+	+
Riskitön korkokanta	+	-
Osingot	-	+

tioption arvo nousee lunastushinnan noustessa.

- *Option voimassaoloaika:* Sekä osto- että myyntioptioiden arvo on sitä suurempi, mitä pidempi aika nykyhetkestä on option lunastushetkeen, koska tällöin kohde-etuuden hinnassa ehtii tapahtua suurempia muutoksia.
- *Riskitön korkokanta:* Riskitön korkokanta vaikuttaa optioiden arvoon lähinnä lunastushinnan nykyarvon kautta. Korkokannan kasvu vaikuttaa osto-optioiden arvoon positiivisesti ja myyntioptioiden arvoon negatiivisesti.
- *Kohde-etuudesta maksetut osingot:* Osto-option arvo on odotettavissa olevien osinkojen laskeva funktio ja myynti-option arvo nouseva funktio, koska kohde-etuuden hinnan voidaan olettaa laskevan, jos osinkoja maksetaan option voimassaoloaikana.

Taulukkoon 3.1 on koottu yhteen eri tekijöiden vaikutukset osto- ja myyntioptioiden arvoon.

3.2 Reaalioptioteorian perusteet

Reaalioptioilla tarkoitetaan investointeihin liittyviä joustomahdollisuuksia, joita perinteiset investointien arvonmäärittäminen menetelmät eivät pysty huomioimaan. Yrityk-

sen johto voi kesken investointihankkeiden tehdä ratkaisuja, jotka muuttavat investointia ja vaikuttavat merkittävästi sen arvoon. Reaalioptioiden hyödyntäminen edellyttää yritysjohtolta aktiivista projektien johtamista ja seurantaa, koska vain aktiivisella johtamisella voidaan saada irti reaalioptioiden hyödyt. Finanssiopiot eritellään sopimuksella, mutta reaaliopiot edellyttävät yritysjohtolta niiden tunnistamista ja määrittämistä itsenäisesti (Amran & Kulatilaka 1999, 6). Reaaliopioajattelussa perinteistä nettonykyarvomenetelmää täydennetään reaalioptioiden arvolla, jolloin saadaan strateginen nettonykyarvo tai laajennettu nettonykyarvo, eli

$$\text{laajennettu NPV} = \text{NPV} + \text{reaalioptioiden yhteenlaskettu arvo}$$

Optioilla ja reaalioptioilla on selkeästi samoja peruspiirteitä. Amerikkalaisen finanssioption omistajalla on oikeus, mutta ei velvollisuutta, myydä tai ostaa kohde-etuusennalta määrättyyn hintaan option voimassaoloaikana. Option omistaja lunastaa option, jos se on hänelle taloudellisesti edullista. Samoin toimii reaalioption omistaja. Yritys voi omistaa oikeudet toteuttaa investointihanke tiettyyn määräpäivään mennessä. Yritys toteuttaa hankkeen vain siinä tapauksessa, että se on taloudellisesti kannattavaa. Yrityksellä on myös mahdollisuus määräpäivään saakka lykätä päätöstään parempien markkinaolosuhteiden toivossa.

Reaali- ja finanssioptioiden arvoon vaikuttavat muuttujat ovat hyvin pitkälti samoja. Taulukkoon 3.2 on koottu reaali- ja finanssioptioiden arvoihin vaikuttavat tekijät.

Amranin ja Kulatilakan (1999) mukaan reaaliopiot teoriaa kannattaa hyödyntää seuraavissa tilanteissa:

- Investointi on riippuvainen muista projekteista. Mikään muu arvonmäärittäminen ei pysty huomioimaan projektien keskinäisiä riippuvuuksia.
- Investointiin sisältyvä epävarmuus on niin suuri, että kannattaa odottaa li-

Taulukko 3.2. Finanssi- ja reaalioptioiden vertailua (Trigeorgis 1996, 125)

Osakkeen osto-optio	Projektin reaalioptio
Osakkeen nykyinen hinta	Odotettujen kassavirtojen (netto)nykyarvo
Lunastushinta	Investointikustannus
Option voimassaoloaika	Investointimahdollisuuden voimassaoloaika
Osakkeen hinnan kehitykseen liittyvä epävarmuus	Projektin arvoon liittyvä epävarmuus
Riskitön korkokanta	Riskitön korkokanta

säinformaatiota, jotta vältetään peruuttamattoman investoinnin aiheuttamista uponneilta kustannuksilta.

- Investoinnin arvo riippuu enemmän tulevaisuuden kasvuoptyoista kuin nykyhetken kassavirroista.
- Investointiin liittyvä epävarmuus on niin suuri, että mahdolliset joustokohdat kannattaa hyödyntää. Vain reaalioptiolähestymistapa pystyy ottamaan huomioon joustokohdat.
- Projektiiin sisältyy päivityksiä tai strategian muutoksia, eli projektiin voidaan tehdä muutoksia investointihankkeen aikana. Perinteiset menetelmät eivät huomioi projektin aikana tapahtuvia muutoksia.

Reaalioptioajattelusta on hyötyä erityisesti kasvua ja kehitystä tuottavien ja ai-
neetonta omaisuutta lisäävien investointien arviointi- ja päätöstilanteissa. Reaaliop-
tioajattelua ei kannata soveltaa tilanteissa, joissa investoinnin kannattavuus tai kan-
nattamattomuus on täysin selvä. Perinteiset menetelmät riittävät arvonmäärityk-
seen myös silloin, kun projekti tuottaa tasaisia kassavirtoja tietyn ajan ja projektiin
ei sisälly juurikaan epävarmuutta. Mitä enemmän epävarmuutta investointihankkee-
seen sisältyy, sitä hyödyllisemmäksi reaalioptioajattelu muuttuu. Reaalioptioajatte-

lusta on erityisen paljon hyötyä niissä tilanteissa, joissa nettonykyarvo on hyvin lähellä nollaa tai jopa negatiivinen. Tällöin reaalioptioiden arvo voi muuttua investoinnin kannattamattomasta kannattavaksi. Myös vertailtaessa kahta investointikohdetta, jotka nettonykyarvon perusteella vaikuttavat yhtä kannattavilta, voidaan reaalioptioiden avulla selvittää hankkeiden keskinäinen kannattavuusjärjestys. (Stähle, Kyläheiko, Sandström & Virkkunen 2002, 121-124.)

Reaalioptioilla on kaksi puolta; toisaalta ne toimivat suojausvälineenä uhkatilanteilta ja toisaalta ne luovat tulevaisuuden kasvumahdollisuuksia. Uhkatilanteilta voidaan suojautua esimerkiksi viivyttämällä investointia, pilkkomalla se osiin tai ostamalla patentti tai lisenssi. (Stähle et al. 2002, 121-124.)

3.3 Finanssioptioiden ja reaalioptioiden erot

Finanssioptioita ja reaalioptioita yhdistää monet asiat, mutta niissä on myös eroja. Ensinnäkin finanssioptioiden maturiteetti on yleensä vain muutaman kuukauden mittainen, kun taas reaalioptioiden voimassaoloaika on yleensä pidempi, ne voivat olla voimassa jopa vuosia. Finanssioptioilla käydään kauppaa, niille on olemassa vertailukohtia markkinoilla ja näin ollen hintavertailu on mahdollista. Reaalioptiolla ei käydä kauppaa ja ne ovat yleensä yrityskohtaisia. Finanssioption arvo riippuu kohde-etuuden markkina-arvosta, kun taas reaalioption kohde-etuudelle ei ole markkinahintaa, vaan projektin nettokassavirrat vaikuttavat reaalioption arvoon. Finanssioption arvoon ei voida vaikuttaa manipuloimalla osakkeiden hintoja. Reaalioption arvoon pystytään vaikuttamaan johdon toimesta. Yksittäisen finanssioption arvo on yleensä melko pieni toisin kuin reaalioption, jonka arvo voi kohota hyvin merkittäväksi. (Kautt 2003, 74.)

Finanssioption hankintahinta heijastelee aina markkinoiden parasta estimaattia siitä, minkä arvoinen optio todella on. Tämä johtaa siihen, että finanssioptioiden avulla ei ole mahdollista tehdä ylisuuria voittoja. Reaalioptioiden tapauksessa ei välttämättä ole suurta korrelaatiota option hankintakustannusten ja option todelli-

sen arvon välillä, joten hyvin arvokkaita reaalioptioita voidaan luoda melko alhaisin kustannuksin. (Fichman, Keil & Tiwana 2005, 78.)

3.4 Reaalioptiotyypit

3.4.1 Reaalioptioiden luokittelu

Reaalioptiot, kuten finanssioptiotkin, voidaan jakaa osto- ja myyntioptioihin. Reaalioptioita luokitellaan myös monilla muilla tavoilla. Yleinen luokittelu on jakaa reaalioptiot kasvuoptioihin, jotka ovat aina tyypiltään osto-optioita, sekä joustoa tuottaviin optioihin, jotka voivat olla sekä osto- että myyntioptioita tilanteesta riippuen (Stähle et al. 2002). Kasvuoptioita voivat olla esimerkiksi patentin hankkiminen tai uuden tuotteen kehittäminen. Jousto-optioita puolestaan ovat esimerkiksi kehityshankkeen vaiheistaminen tai hankkeen viivyttäminen strategisista syistä. Joustoa tuottavat optiot sisältävät aina myös suojauslementin. Seuraavaksi esitellään yleisimmät reaalioptiotyypit Trigeorgiksen (1996) luokittelun mukaan.

3.4.2 Lykkäysoptio

Lykkäysoptiolla tarkoitetaan yrityksen mahdollisuutta viivästyttää investointipäätöstä parempien markkinaolosuhteiden toivossa hankkiakseen lisätietoa investointipäätöksen tueksi tai tarkkaillakseen kilpailijoiden toimintaa. Lykkäysoptio on erityisen tärkeä silloin, kun investointi on peruuttamaton eli siinä on suuri uponneiden kustannusten vaara (Smit & Trigeorgis 2004).

Lykkäysoptio voidaan nähdä amerikkalaisena osto-optiona ja sen arvon määrittämiseksi täytyy selvittää samat asiat kuin finanssioptioidenkin tapauksessa eli kohde-etuuden arvo, kohde-etuuden arvon varianssi, option voimassaoloaika, option lunastushinta, riskitön korkokanta sekä osinkotuottoa vastaava erä, joka reaalioption tapauksessa on viivästyksestä aiheutuva kustannus. Kohde-etuutena reaalioptioiden tapauksessa on itse investointihanke ja sen arvo saadaan laskemalla projektin odotet-

tujen kassavirtojen nettonykyarvo. Projektin alkuinvestoinnin tapahtuessa tulevaisuudessa toteutuvat kassavirrat ovat todennäköisesti hyvin epävarmoja esimerkiksi sen vuoksi, ettei tiedetä tulevasta markkinatilanteesta tai teknologisista muutoksista. Projektin kassavirtojen varianssilla on suuri merkitys lykkäysoption arvoon – mitä suurempi varianssi kassavirroilla on, sitä suurempi arvo on lykkäysoptiolla. Näin ollen lykkäysoptiolla on suuri merkitys toimialoilla, joilla teknologia, kilpailutilanne tai markkinat ovat jatkuvassa muutostilassa. Esimerkkejä tällaisista toimialoista ovat luonnonvarojen hyödyntävät toimialat, kuten öljynporaus tai kaivosteollisuus, maatalous, paperiteollisuus sekä rakennusteollisuus. Projektin kassavirtojen varianssi voidaan määrittää jollakin seuraavista kolmesta tavasta:

1. Varianssina voidaan käyttää aiempien vastaavien projektien kassavirtojen varianssia.
2. Määritellään todennäköisyydet usealle markkinaskenaariolle ja arvioidaan kassavirrat kussakin markkinatilanteessa. Varianssin estimaattina käytetään eri markkinatilanteiden kassavirtojen nykyarvon varianssia.
3. Varianssin estimaattina voidaan käyttää muiden samalla toimialalla toimivien yritysten markkina-arvojen varianssia.

Lykkäysoptio lunastetaan silloin, kun yritys, joka omistaa oikeudet option kohteena olevaan projektiin, päättää investoida kyseiseen projektiin. Lykkäysoption lunastushinta on kustannus, joka yritykselle aiheutuu, kun se päättää investoida projektiin. Perusoletuksena on, että lunastushinta on vakio. Lykkäysoptio on voimassa niin kauan kuin yrityksellä on oikeudet projektiin. Riskittömänä korkokantana tulee käyttää korkokantaa, joka vastaa option voimassaoloaikaa. Jos optio on voimassa viisi vuotta, tulee riskittömänä korkokantana käyttää viiden vuoden korkokantaa. Investoinnin lykkäämisestä aiheutuu kustannuksia, koska lykkääminen viivästyttää investoinnista saatavia kassavirtoja. Lisäksi kustannukseksi voidaan laskea myös riski siitä, että kilpailija hyödyntää investointimahdollisuuden sinä aikana, kun yritys vielä harkit-

see investointipäätöksen tekoa (Dixit & Pindyck 1994, 9). Lunastushetkellä option arvo on projektin nettonykyarvon suuruinen, jos nettonykyarvo on positiivinen, tai nolla, jos yritys päättää hylätä projektin, kuten yhtälöstä 3.1 nähdään. (Damodaran 2003; Smit & Trigeorgis 2004.)

$$(3.1) \quad \textit{laajennettu NPV} = \max[\textit{nettonykyarvo } V_t - I, \textit{hylkäys } (0)],$$

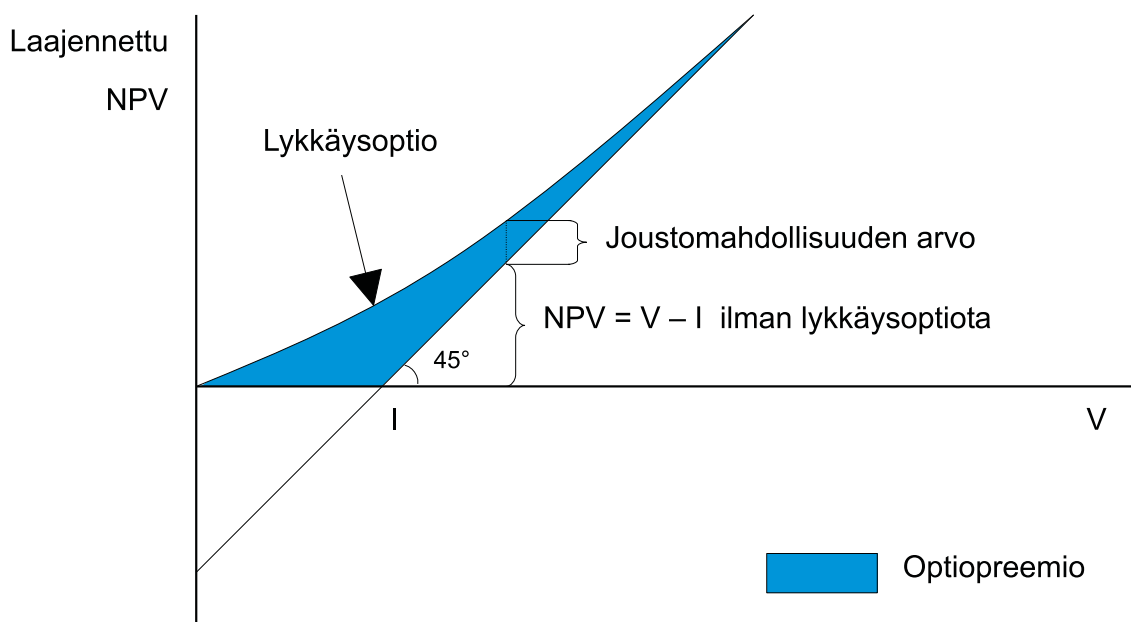
missä

V_t = odotettujen kassavirtojen nykyarvo

I = investoinnin toteutuksesta aiheutuvien kustannusten nykyarvo

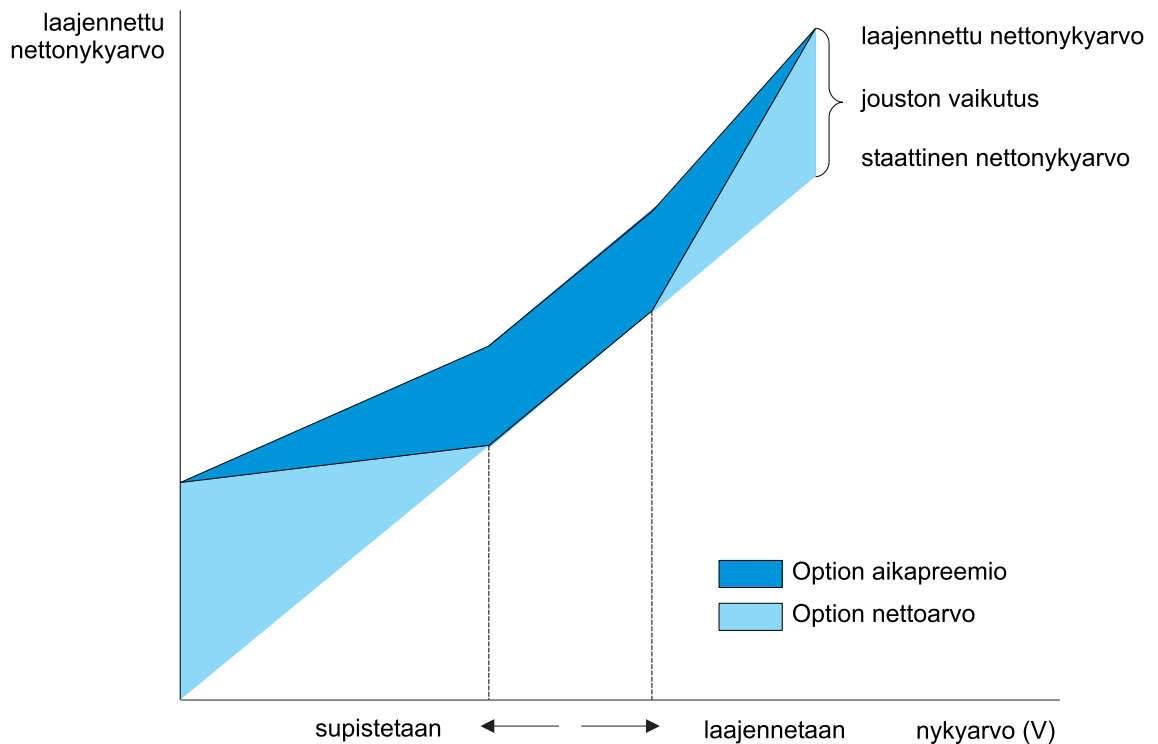
Kuva 3.1 havainnollistaa lykkäysoptiosta saatavaa lisähyötyä. Investointipäätöksen lykkääminen ei ole järkevää kaikissa tilanteissa. Jos esimerkiksi projektilla on tietty elinkaari, yritys menettää projektin alkuvaiheen tuottoja lykätessään investointipäätöstä. Lisäksi lykätessään investointia yritys voi menettää ensimmäisen toimijan edun, eli kilpailijat saattavat ehtiä toteuttamaan saman investoinnin ensin ja saada siitä hyödyt.

Lykkäysoption hyväksikäyttämiseen investointipäätöksenteossa liittyy sekä hyviä että huonoja puolia. Investointi, jonka nettonykyarvo on negatiivinen, voi siitä huolimatta olla arvokas, jos siihen liittyy optiomaisia ominaisuuksia. Näin ollen projektia ei kannata tuomita kannattamattomaksi pelkästään nettonykyarvon perusteella, vaan päätöksenteossa tulee huomioida myös optioiden vaikutus investoinnin kannattavuuteen. Lykkäysoptio voi olla kannattava toteuttaa myös tilanteessa, jossa projektin nettonykyarvo on positiivinen, koska lykkäämällä investointipäätöstä voidaan saavuttaa lisähyötyjä, jotka jäisivät saavuttamatta, jos investointihanke toteutettaisiin välittömästi. Tämä pätee erityisesti tilanteissa, joissa yrityksellä on pitkäksi aikaa yksinoikeus kyseiseen projektiin ja projektin tuottojen varianssi on suuri.



Kuva 3.1. Lykkäysoptio (Smit & Trigeorgis 2004, 111).

Lykkäysoption arvonmäärittämiseen liittyy kuitenkin useita käytännön ongelmia, jotka hankaloittavat sen hyväksikäyttöä investointipäätöksenteossa. Ensinnäkin option kohde-etuus, eli investointikohde, ei ole kaupankäynnin kohde, joten sen arvon ja varianssin määrittäminen on vaikeaa. Toinen ongelma liittyy optioiden hinnoittelumallien oletukseen tasaisesta hintakehityksestä. Tämä oletus ei välttämättä päde projektien tapauksessa, koska esimerkiksi yllättävä teknologinen muutos voi muuttaa projektin arvoa merkittävästi ylös- tai alaspäin. Kolmas ongelma koskee lykkäysoption voimassaoloaikaa. Aina ei ole mahdollista määrittää tiettyä aikaa, jonka aikana yrityksellä on oikeudet toteuttaa investointihanke. Lisäksi yrityksellä ei välttämättä ole yksinoikeutta toteuttaa projekti vaan myös kilpailijat voivat toteuttaa saman hankkeen. Näistä syistä option voimassaoloajan määrittäminen on hankalaa. (Damodaran 2003, 95.)



Kuva 3.2. Skaalausoptio (Smit & Trigeorgis 2004, 114.).

3.4.3 Skaalausoptio

Skaalausoptiolla tarkoitetaan mahdollisuutta laajentaa tai supistaa investointihanketta sen jälkeen, kun investointi on päätetty toteuttaa. Tietyn investointihankkeen toteuttaminen voi esimerkiksi mahdollistaa muiden projektien toteuttamisen tulevaisuudessa tai avata ovet uusille markkinoille. Yritys saattaa jopa toteuttaa projektin, jolla on negatiivinen nettonykyarvo, koska kyseinen investointi antaa mahdollisuuden toteuttaa tulevaisuudessa korkean nettonykyarvon hankkeita (Damodaran 2003). Skaalausoptiosta on hyötyä esimerkiksi teollisuusyrityksillä, joiden tuotteiden kysyntään liittyy suurta epävarmuutta (Dixit & Pindyck 1994). Tällaisen kysynnän epävarmuuden vallitessa skaalausoptio on erittäin arvokas, koska se mahdollistaa tarjonnan nopean reagoinnin kysynnän vaihteluihin.

Skaalausoption arvonmäärityksessä kohde-etuuden arvo voi olla esimerkiksi uudesta investoinnista saatavat tai uusien markkinoiden tuomat odotetut kassavirrat

ja option lunastushinta puolestaan on tällöin joko uuden projektin toteuttamisesta tai uusien markkinoiden valtaamisesta aiheutuvat kustannukset. Optio on voimassa niin kauan kuin yrityksellä on mahdollisuus käyttää hyväksi option tuoma mahdollisuus laajentaa investointia muihin kohteisiin tai muille markkinoille. Oletuksena on, että yritys ei voi toteuttaa laajennusta, jos se ei tee alkuperäistä investointia. Kuvasta 3.2 nähdään skaalausoption vaikutus investoinnin arvoon. Skaalausoption käyttöön liittyvät samat ongelmat kuin lykkäysoptionkin käyttöön. Option voimassaoloaika on usein erittäin vaikea määrittää; laajennusoptio voi periaatteessa olla voimassa ikuisesti. Lisäksi tulevaisuuden investointimahdollisuudet tai uudet markkinat voivat olla niin vieraat, että niistä saatavia tuottoja on erittäin vaikea estimoida. (Damodaran 2003, 99.)

3.4.4 Vaiheistusoptio

Investointiprojektien toteutus ei aina tapahdu tietyssä yhtenä hetkenä ja yksittäisenä menoeränä, vaan projektit ovat usein luonteeltaan monivaiheisia. Vaiheistettu projekti toteutetaan toisiaan seuraavina pienempinä investointeina kertaluontoisen investoinnin sijaan. Yrityksen johdolla on mahdollisuus keskeyttää projektin eteneminen missä tahansa vaiheessa, jos ilmenee, että investointiprojektia ei kannata viedä loppuun. Kukin vaihe voidaan nähdä optiona toteuttaa myöhemmät vaiheet. Kaikki vaiheet täytyy kuitenkin toteuttaa ennen kuin investoinnista voi syntyä tuottoja. Esimerkiksi tuotekehitysprojekteihin sisältyy tyypillisesti vaiheistusoptiota. Jos tuotekehitysprojektin alkuvaiheessa selviää, että projektia ei kannata jatkaa, käytetään hylkäysoptiota. Jos taas alkuvaiheessa projektin tulevaisuus näyttää hyvältä, projektia jatketaan ja jokainen osainvestointi voidaan nähdä optiona seuraavien vaiheiden toteuttamiseen. Vaiheistusoptiot ovat erityisen arvokkaita tutkimus- ja tuotekehityspainotteisilla aloilla, kuten lääketieteellisyydessä tai informaatioteknologiayrityksissä. Lisäksi vaiheistusoptio on hyödyllinen pääomavaltaisilla aloilla, joissa investointeihin sisältyy suuri uponneiden kustannusten vaara. (Stähle et al. 2002,

150-151.)

Vaiheittaisen investoinnin varhaisissa vaiheissa suurin osa investointikustannuksista on uponneita kustannuksia. Sen vuoksi yritys jatkaa investointia seuraaviin vaiheisiin vain, jos investoinnin tuottavuus vaikuttaa olevan riittävän korkealla tasolla. Kun projektissa edetään yhä pidemmälle, pienempi osa kustannuksista on uponneita ja vaadittavan tuottoasteen taso pienenee. Vaiheistetun investoinnin tapauksessa mennyt aika vaikuttaa tuleviin päätöksiin. (Dixit & Pindyck 1994, 21.)

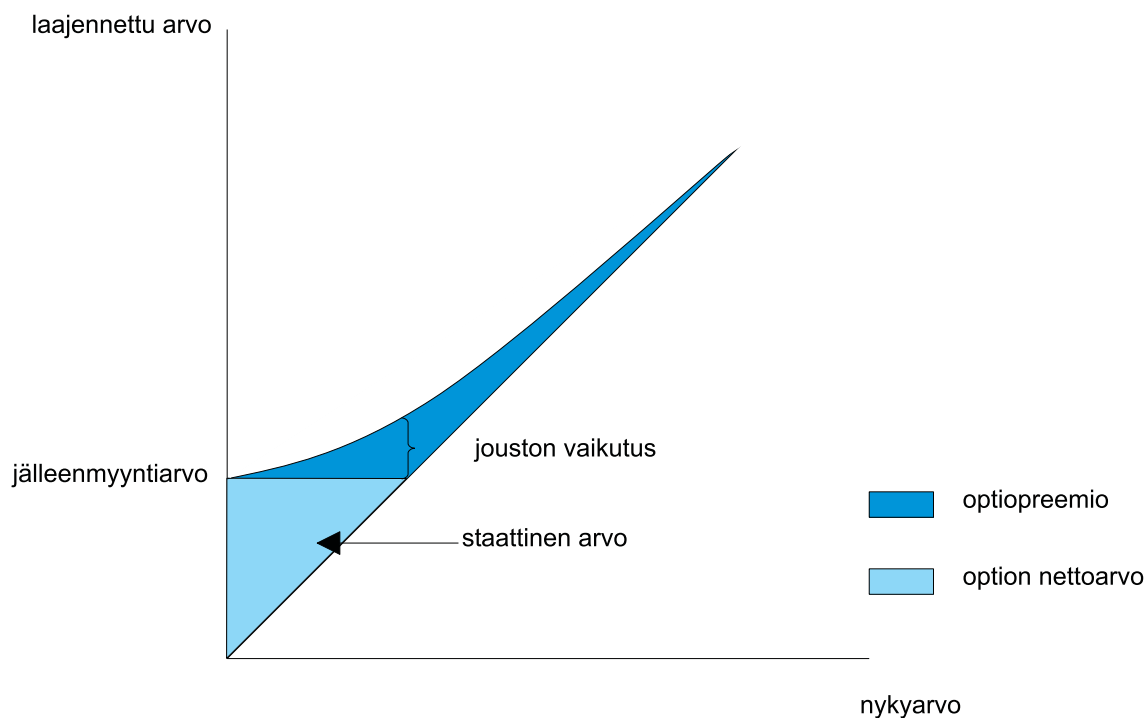
3.4.5 Pilotointioptio

Investointi voidaan toteuttaa ensin suppeammassa muodossa pilottiprojektin kautta ja vasta sen jälkeen harkita projektin toteuttamista täydessä laajuudessaan. Pilotiprojekti voi yrityksessä kattaa esimerkiksi yhden yksikön tai liiketoiminta-alueen. Mikäli pilottiprojekti on menestys, projekti voidaan laajentaa lisäinvestoinnilla kattamaan koko yrityksen. Pilotointioption erona vaiheistusoption on, että pilotointioptio voi saada aikaan tuottoja jo pilottivaiheen aikana, kun taas vaiheistusoptio ei saa aikaan tuottoja vaiheiden välissä, vaan tuotot toteutuvat vasta, kun koko projekti on saatettu loppuun. (Benaroch 2002, 7.)

3.4.6 Hylkäysoptio

Jos markkinaolosuhteet huononevat yllättäen eivätkä projektista saatavat kassavirrat vastaa odotuksia, yritys voi hylätä projektin lopullisesti ja realisoida projektiin liittyvät tuotannon tekijät ja muun varallisuuden jälleenmyyntimarkkinoilla. Projekti kannattaa keskeyttää, jos realisoinnista saatavat varat ylittävät tulot, jotka saataisiin, jos projektia jatkettaisiin. Hylkäysoption arvo on siis näiden välinen erotus. Kuva 3.3 esittää hylkäysoption tuomaa lisäarvoa investoinnin kokonaisarvoon. Hylkäysoption arvonmääritykseen liittyy myös ongelmia. Useimmiten on mahdotonta tietää etukäteen, kuinka paljon projektin realisoinnista saadaan rahaa tulevaisuudessa, joten realisointiarvo joudutaan arvioimaan. Lisäksi on epärealisista olettaa,

että realisointiarvo pysyisi vakiona yli ajan. On myös täysin mahdollista, että projektin hylkääminen aiheuttaa kustannuksia tuottojen sijasta, jolloin hylkääminen kannattaa vain siinä tapauksessa, että projektin jatkamisesta aiheutuvat tappiot ylittävät hylkäämisen kustannukset. Jos yritys hylkää tietyn projektin, se voi menettää tärkeitä voimavaroja, kuten osaavaa työvoimaa. Jos se päättääkin aloittaa projektin uudestaan, se joutuu palkkaamaan uutta henkilökuntaa, mistä aiheutuu sille kustannuksia. Kustannuksia voi aiheutua myös suorasti esimerkiksi silloin, jos työntekijöille joudutaan maksamaan erorahoja. Hylkäämisen vaihtoehtokustannus on siis optio säilyttää tuotannontekijät parempien tulevaisuuden olosuhteiden toivossa. Sen vuoksi yritykset hyväksyvät mieluummin pieniä tappioita kuin hylkäävät projektin välittömästi, jos se on tappiollinen. Vain erityisen suuret tappiot saavat yrityksen hylkäämään projektin. (Dixit & Pindyck 1994; Damodaran 2003.)



Kuva 3.3. Hylkäsoptio (Smit & Trigeorgis 2004).

3.4.7 Vaihto-optio

Vaihto-optiolla tarkoitetaan yrityksen mahdollisuutta muuttaa tuotevalikoimaansa markkinaolosuhteiden muuttuessa (tuotejoustavuus) tai vaihtoehtoisesti vaihtaa tuotannossa käytettäviä raaka-aineita tai panoksia niiden hintojen vaihdellessa (prosessijoustavuus). Prosessijoustavuutta voidaan lisätä teknologisella joustavuudella tai pitämällä yllä laajaa tavarantoimittaja- ja alihankintaverkostoa. Prosessijoustavuus voi myös tarkoittaa tuotantolaitosten siirtämistä maihin ja alueille, joissa tuotantokustannukset ovat alhaiset. Prosessijoustavuudesta on erityisesti hyötyä raaka-aineintensiivillä toimialoilla, kuten öljy-, energia- tai kemianteollisuudessa. Tuotejoustavuus puolestaan on tärkeää esimerkiksi autoteollisuudessa, kodinelektroniikan tuottajilla, lääketeollisuudessa sekä muilla aloilla, joissa tuotevalikoiman monipuolisuus on tärkeää ja kysynnän volatilitteetti on suuri. Kyseisillä toimialoilla yritysten täytyy olla valmiita tuottamaan asiakkailleen usein myös mittatilaustyönä heidän toiveidensa mukaisia tuotteita, joten tuotejoustavuuden merkitys on erittäin suuri. (Trigeorgis 1996; Ståhle et al. 2002.)

3.4.8 Kasvuopty

Kasvuoptyt luovat mahdollisuuksia tulevaisuuden investoinneille ja kasvulle. Esimerkiksi tutkimus- ja tuotekehityshankkeisiin sisältyy kasvuoptyoita, koska niiden avulla on mahdollista saavuttaa tulevaisuudessa suuria tuottoja. Tutkimus- ja tuotekehityshankkeiden arvo ei muodostu niinkään niihin suoraan liittyvistä kassavirroista vaan tulevaisuuden kasvumahdollisuuksista, joita tutkimus- ja tuotekehityshankkeet saattavat avata (Trigeorgis 1996). Kasvuoptyot ovat yleisiä erityisesti korkean teknologian yrityksillä sekä tutkimus- ja tuotekehitysintensiivisillä aloilla. Kasvuoptyoita voidaan tavoitella myös kansainvälistymishankkeiden ja yritysostojen kautta. Kasvuoptyoihin liittyy tyypillisesti suuri riski. Tuotekehityshankkeet saattavat epäonnistua, jolloin hankkeesta jää jäljelle vain suuret uponneet kustannukset. Toisaalta epäonnistuneestakin tuotekehityshankkeesta on saatettu oppia jotain hyvin

merkittävää, josta on hyötyä tulevaisuuden tuotekehityshankkeissa. Kasvuoptioiden arvonmääritys voi olla hyvin vaikeaa kasvuoptioiden monimuotoisuuden ja usein hyvin pitkien voimassaoloaikojen vuoksi (Fichman et al. 2005, 80).

3.4.9 Moniulotteiset vuorovaikutusoptiot

Käytännössä investointiprojektit sisältävät usein samanaikaisesti useita optioita, jotka vaikuttavat toisiinsa. Vuorovaikutteisten optioiden arvonmääritys on hyvin hankalaa, ja sen vuoksi reaalioptioteoriassa yleensä analysoidaan ja arvioidaan yhtä optiota kerrallaan. Reaalioptiojoukon arvoa ei yleensä pystytä vuorovaikutuksen takia määrittämään laskemalla yksittäisten optioiden arvoja yhteen. Optioiden keskinäisiin vaikutussuhteisiin vaikuttaa ensinnäkin option tyyppi, eli onko kyseessä ostovai myyntioptio. Toiseksi optioiden erilaiset ominaisuudet, kuten erilaiset voimassaoloajat sekä toteutusajankohdat, vaikuttavat optioiden keskinäisiin suhteisiin. Lisäksi vuorovaikutus riippuu optioiden toteutusjärjestyksestä sekä siitä, kannattaako yksittäisiä optioita lunastaa vai ei. (Stähle et al. 2002, 159-160.)

Taulukkoon 3.3 on koottu yhteen eri reaalioptiotyypit ja tiivistetyt kuvaukset kustakin tyypistä.

3.5 Optioiden arvonmääritysmenetelmät

3.5.1 Black-Scholes -malli

Fischer Black ja Myron Scholes (1973) kehittivät vuonna 1973 läpimurtomallinsa optioiden arvonmääritykseen. Mallin taustaoletukset ovat seuraavat:

- Lyhyen aikavälin korkokanta on tiedossa ja se on vakio yli ajan.
- Osakkeen hinnan funktio on jatkuva ja noudattaa satunnaiskulkua. Osakkeen hinnan varianssi on verrannollinen osakkeen hinnan neliöön. Näin olleen osakkeen hinta noudattaa normaalijakaumaa ja osakkeen tuoton varianssi on vakio.

Taulukko 3.3. Reaalioptiotyypit (Trigeorgis 1996, 2-3)

Reaalioptiotyyppi	Kuvaus
Lykkäysoptio	Johdolla on mahdollisuus lykätä investointipäätöstä tietyn ajan hankkiakseen tarpeellista lisäinformaatiota.
Skaalausoptio	Yrityksellä on mahdollisuus laajentaa tuotantoa tai tehostaa resurssien käyttöä, mikäli markkinaolosuhteet ovat odotettua paremmat. Päinvastaisessa tilanteessa yritys voi supistaa tuotantoa. Ääritilanteessa tuotanto voidaan keskeyttää ja aloittaa myöhemmin uudelleen.
Vaiheistusoptio	Investoinnin vaiheistamisella saadaan aikaan mahdollisuus keskeyttää hanke tietyssä vaiheessa, mikäli saadaan uutta epäedullista tietoa hankkeen kannattavuudesta.
Pilottioptio	Pilottiprojektin avulla voidaan toteuttaa investointi ensin suppeammassa muodossa ja saada näin olennaista tietoa projektin kannattavuudesta täydessä laajuudessa.
Hylkäysoptio	Yrityksellä on mahdollisuus hylätä investointiprojekti lopullisesti ja realisoida hankkeeseen liittyvät tuotannontekijät jälleenmyyntimarkkinoilla.
Vaihto-optio	Yritys voi muuttaa tuotevalikoimaansa (tuotejoustavuus), jos jonkin tuotteen hinta tai kysyntä muuttuu markkinoilla merkittävästi. Vaihtoehtoisesti yritys voi tuottaa tuotteita käyttäen eri panoksia (prosessijoustavuus), jos panosten hinnat vaihtelevat.
Kasvuoptio	Kasvuoptiot luovat mahdollisuuksia tulevaisuuden investoinneille ja kasvulle.
Moniulotteiset vuorovaikutusoptiot	Investointiprojektit sisältävät usein samanaikaisesti useita erilaisia optioita, joiden yhteisarvo ei aina ole yhtä suuri kuin optioiden arvot erillisinä.

- Osakkeesta ei makseta osinkoja.
- Optio on eurooppalainen, eli se voidaan lunastaa ainoastaan sovittuna päivämääränä.
- Ei ole olemassa transaktiokustannuksia.
- Sijoittajan on mahdollista lainata kuinka suuri osuus tahansa osakkeen hinnasta lyhyen aikavälin korkokannalla.
- Lyhyeksi myyminen on mahdollista ilman lisäkustannuksia.

Ehdoista voidaan päätellä, että option arvo riippuu siis vain osakkeen hinnasta, ajasta sekä muista muuttujista, jotka ovat oletusten perusteella vakioita. Black & Scholes -mallin hinta optiolle saadaan laskettua seuraavalla kaavalla:

$$(3.2) \quad w(x, t) = xN(d_1) - ce^{r(t-t^*)}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{x}{c} + (r + \frac{1}{2}v^2)(t^* - t)}{v\sqrt{t^* - t}}$$

$$d_2 = \frac{\ln \frac{x}{c} + (r - \frac{1}{2}v^2)(t^* - t)}{v\sqrt{t^* - t}},$$

missä

$w(x, t)$ = option hinta

x = osakkeen markkinahinta

t = nykyhetki

t^* = option viimeinen voimassaolopäivä

$N(d)$ = standardoidun normaalijakauman arvo d :lle

c = option lunastushinta

r = riskitön korkokanta

v = keskihajonta

Huomionarvoista on, että option arvo ei Black & Scholes -mallin mukaan riipu lainkaan osakkeen odotetusta tuotosta. Option odotettu tuotto kuitenkin on riippuvainen osakkeen odotetusta tuotosta. Option arvo kasvaa jatkuvasti, kun jokin muuttujista t^* , r tai v^2 kasvaa. Kun jokin näistä muuttujista kasvaa, option arvo lähenee maksimiarvoansa, joka on yhtä suuri kuin osakkeen arvo.

Kun on selvitetty osto-option arvo Black & Scholes -mallin avulla, saadaan myyntioption arvo laskettua yksinkertaisesti osto-myyntipariteetin (put-call-parity) avulla seuraavalla kaavalla:

$$(3.3) \quad P = w - x + ce^{-rt},$$

missä

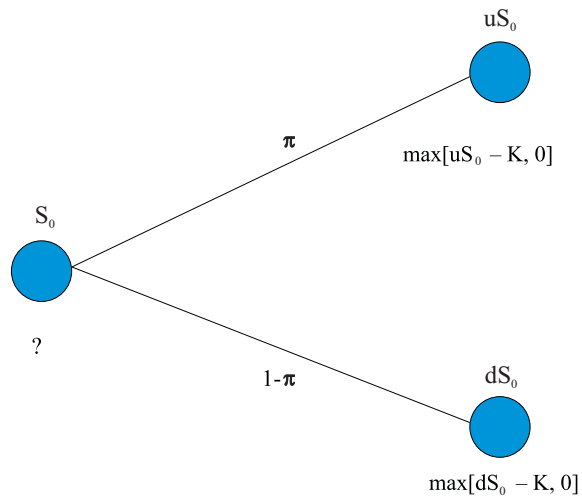
P = myyntioption arvo

w = osto-option arvo

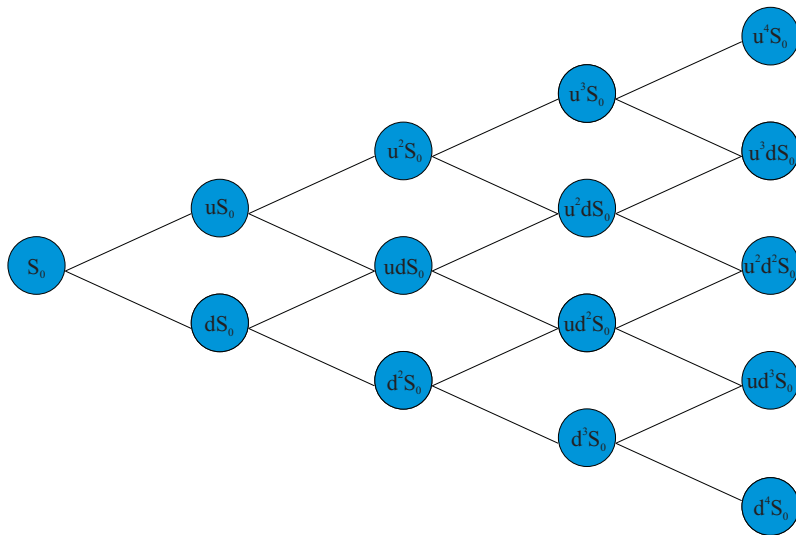
Black & Scholes -mallin heikkoutena ovat sen yksinkertaistavat oletukset. Niistä huolimatta mallin on todettu antavan hyviä arvioita optioiden markkinahinnoista ja sen vuoksi mallia käytetään yleisesti kaikkialla, missä käydään optiokauppaa (Niskanen & Niskanen 2000, 259).

3.5.2 Binomimallit

Binomimallien avulla voidaan tarkastella optioiden arvon kehittymisen prosessia. Binomimallien ideana on, että option kohde-etuuden arvo voi kunkin periodin lopussa joko nousta tai laskea ennalta tiedossa olevaan arvoon. Kunkin periodin lopussa kohde-etuudella on siis kaksi mahdollista arvoa, joista toinen toteutuu. Kuva 3.4 esittää yhden periodin binomimallia, jossa on kaksi mahdollista tulemaa kohde-etuuden arvolle, uS_0 ja dS_0 , joiden toteutumistodennäköisyydet ovat π ja $1 - \pi$. Kohde-etuuden arvo hetkellä 0 on S_0 .



Kuva 3.4. Yksiperiodinen binomimalli (Grinblatt & Titman 2001).



Kuva 3.5. Moniperiodinen binomimalli (Bodie et al. 2005).

Option arvo saadaan selvitettyä luomalla portfolio, jonka kassavirrat vastaavat täsmälleen tarkastelun kohteena olevan option kassavirtoja. Osto-optiolle, jonka kassavirrat ovat kuvan 3.4 yksinkertaisen yksiperiodisen mallin mukaiset, saadaan luotua vastaava portfolio lainaamalla rahaa summa a ja hankkimalla yksi kappale kohde-etuutta. Oletetaan esimerkiksi, että osakkeen hinta tällä hetkellä on $S_0 = 100$ euroa ja se voi seuraavan periodin lopussa joko nousta 200 euroon ($u = 2$) tai laskea 50 euroon ($d = 0,5$). Osakkeen osto-option lunastushinta on 125 euroa ja sen voimassaoloaika on yksi vuosi. Korkokanta on 8 %. Vuoden kuluttua option haltija saa voittoa 75 euroa, jos osakkeen hinta nousee. Jos osakkeen hinta laskee 50 euroon, option haltija ei voita mitään mutta ei myöskään kärsi tappiota. Seuraavaksi oletetaan portfolio, joka koostuu yhdestä kappaleesta option kohde-etuutena olevaa osaketta ja 46,30 euron lainasta 8 % korolla. Tämän portfolion kassavirrat vastaavat täsmälleen kahdesta osto-optiosta saatavia kassavirtoja:

Osakkeen arvo vuoden lopussa	50 euroa	200 euroa
- Lainan takaisinmaksu korkoineen	-50 euroa	-50 euroa
YHTEENSÄ	0	150 euroa

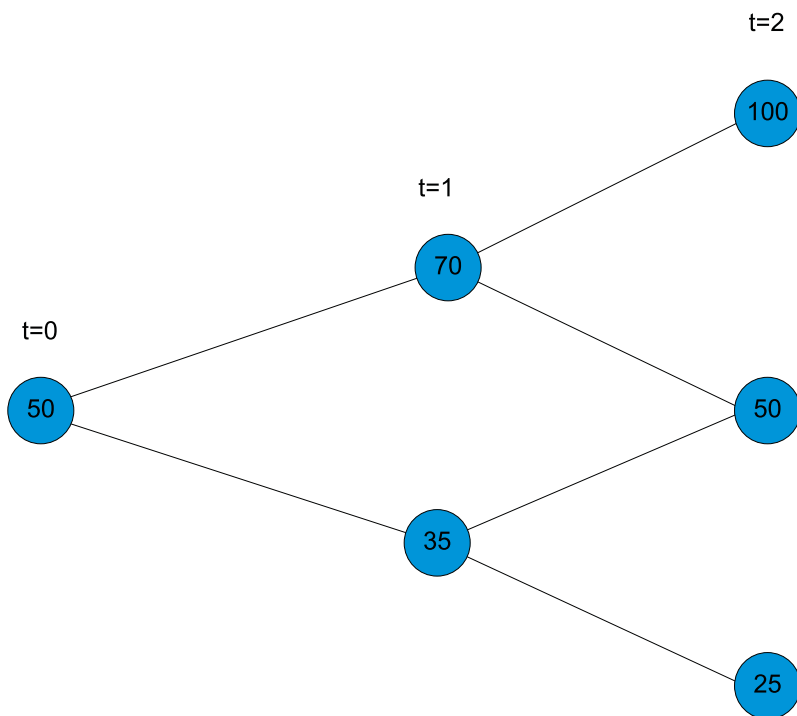
Portfolion hankkiminen maksaa ostajalle 53,70 euroa (100 euroa osakkeen hinta vähennettynä 46,30 euron lainalla). Koska kaksi osto-optiota vastaa kassavirroiltaan täsmälleen lainasta ja osakkeesta koostuvaa portfoliota, näiden kahden osto-option yhteenlasketun hinnan tulisi olla täsmälleen sama kuin portfolion hinnan. Näin ollen saadaan ratkaistua option arvo, joka on 26,85 euroa. (Bodie et al. 2005, 752-753.)

Kuva 3.5 esittää 4-periodista binomimallia. Moniperiodisessa binomimallissa arvonmäärityksen täytyy alkaa käänteisessä järjestyksessä alkaen viimeisestä periodista ja edeten ajassa taaksepäin aina alkupisteeseen saakka. Optiota vastaavat portfoliot luodaan ja arvioidaan joka pisteessä erikseen, jolloin saadaan määritettyä option arvo kussakin pisteessä. Lopulta saadaan määriteltyä option arvo sellaisen portfo-

lion avulla, joka koostuu X määrästä option kohde-etuutena olevia osakkeita sekä riskittömästä lainaamisesta tai sijoittamisesta. Osto-option arvo ratkaistaan seuraavalla kaavalla:

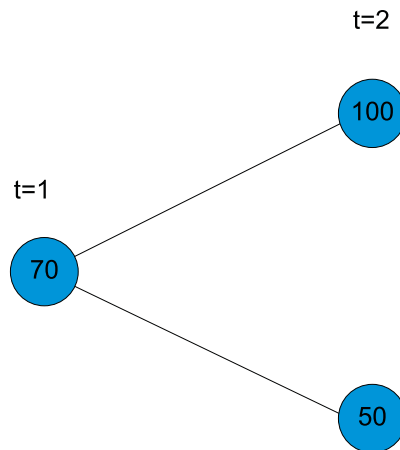
Osto-option arvo = Kohde-etuuden arvo tällä hetkellä * X määrä osakkeita - tarvittava lainan määrä

Seuraavaksi käsitellään Damodaranin (1996, 362-363) esimerkki 2-periodisen binomimallin ratkaisusta. Oletetaan, että osto-option lunastushinta on 50 euroa ja option voimassaoloaika kaksi vuotta. Oletetaan lisäksi, että kohde-etuuden hinta on tällä hetkellä 50 euroa, korkokanta on 11 % ja osakkeen hinnan odotetaan noudattavan binomiaalista prosessia seuraavan kuvan mukaisesti:



Tavoitteena on siis luoda portfolio, joka koostuu x määrästä option kohde-etuutena olevia osakkeita sekä y määrästä lainaa, jolloin siitä saatavat kassavirrat vastaavat täsmälleen osto-optiosta saatavia kassavirtoja. Kyseisen portfolion määrittäminen tapahtuu vaiheittain.

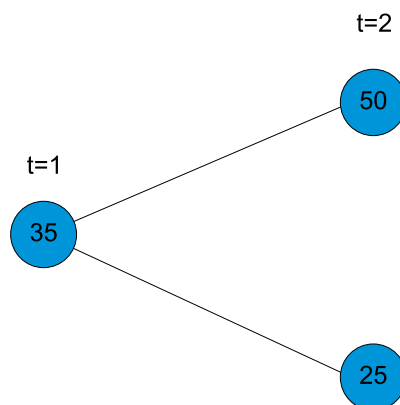
Vaihe 1: Aloitetaan viimeisestä periodista ja edetään taaksepäin.



Option arvo	Vastaava portfolio
50	$(100 * X) - (1,11 * B) = 50$
0	$(50 * X) - (1,11 * B) = 0$

Ratkaisuksi saadaan, että $X = 1$ ja $B = 45$. Tästä saadaan ratkaistua option arvo hetkellä $t = 1$, kun osakkeen hinta on 70 euroa:

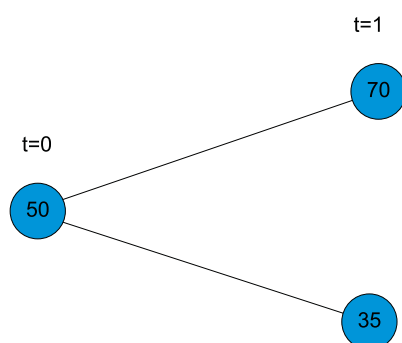
$$\text{Option arvo} = 70X - B = 70 - 45 = 25$$



Option arvo	Vastaava portfolio
0	$(100 * X) - (1,11 * B) = 50$
0	$(50 * X) - (1,11 * B) = 0$

Kun osakkeen hinta on 35 euroa, option arvo on nolla ja tällöin $X = 0$ ja $B = 0$.

Vaihe 2: Siirrytään edelliseen aikaperiodiin ja luodaan jälleen portfolio, jonka kassavirrat vastaavat osto-option kassavirtoja.



Vastaava portfolio
$(70 * X) - (1,11 * B) = 50$ (vaiheesta 1)
$(35 * X) - (1,11 * B) = 0$ (vaiheesta 1)

Tässä saadaan ratkaisuksi, että $X = 5/7$ ja $B = 22,5$. Eli ostamalla $5/7$ osaketta ja lainaamalla 22,5 euroa saadaan aikaan samanlaiset kassavirrat kuin osto-optiolla.

Tämän perusteella saadaan ratkaistua option arvo:

$$\text{Option arvo} = 5/7 * \text{osakkeen arvo tällä hetkellä} - 22,5 \text{ euroa} = 13,20 \text{ euroa}$$

3.5.3 Esimerkki lykkäysoption arvonmäärityksestä

Seuraavaksi käsitellään yksinkertaisen lykkäysoption arvonmääritys Dixitin ja Pindyckin (1994, 27-29) esimerkkiä mukaillen. Laskelma tehdään kahdella eri tavalla:

ensin yksinkertaisesti nettonykyarvomenetelmää käyttäen ja sen jälkeen binominalia käyttäen. Oletetaan yritys, jolla on mahdollisuus investoida kännykkätehtaaseen. Investointi on täysin peruuttamaton, tehdasta voidaan käyttää ainoastaan kännyköiden valmistukseen ja huonojen markkinaolosuhteiden toteutuessa yrityksen ei ole mahdollista kattaa tehtaan hankkimisesta aiheutuneita kustannuksia myymällä tehdasta. Oletetaan, että tehdas voidaan rakentaa välittömästi kustannuksella I . Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että tehdas tuottaa yhden kännykän vuodessa ikuisesti ja että tuotantokustannukset ovat nolla. Tällä hetkellä kännykän hinta on 200 euroa (P_0), mutta hinta tulee muuttumaan ensi vuonna (P_1). Todennäköisyydellä q hinta nousee 300 euroon ja todennäköisyydellä $(1 - q)$ hinta laskee 100 euroon. Seuraavina vuosina kännykän hinta ei muutu. Lisäksi oletetaan, että kännyköiden tulevaisuuden hintakehitykseen liittyvä riski on täysin riippumaton yleisistä talouden kehityssuunnista. Näin ollen yrityksen tulee käyttää laskentakorkokantana riskitöntä korkokantaa, jonka tässä oletetaan olevan 10 prosenttia. Oletetaan, että tällä hetkellä $I=1600$ euroa ja $q=0,5$. Jos päätetään investoida heti, laskemalla investoinnin nettonykyarvo perinteisellä tavalla (kännykän odotettu hinta on 200 euroa) saadaan tulokseksi:

$$(3.4) \quad NPV = -1600 + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{200}{(1,1)^t} = -1600 + 2200 = 600$$

Investoinnin nettonykyarvo on positiivinen, joten näyttäisi siltä, että investointi kannattaa toteuttaa välittömästi. Tämä ei välttämättä kuitenkaan pidä paikkaansa, koska ylläoleva laskelma ei ota huomioon välittömän investoinnin vaihtoehtoiskustannusta. Odottamalla vuosi saataisiin tietää, laskeeko vai nouseeko hinta ja säästytäisiin kustannuksilta, jotka aiheutuvat mahdollisesta hinnanlaskusta. Tästä syntyy välittömän investoinnin vaihtoehtoiskustannus. Lasketaan seuraavaksi investoinnin nettonykyarvo tilanteessa, jossa tehdään investointipäätös vasta vuoden päästä ja investointi toteutetaan ainoastaan, jos kännykän hinta nousee. Tässä tilanteessa investoinnin nettonykyarvoksi saadaan:

$$(3.5) \quad NPV = (0, 5) \left[\frac{-1600}{1,1} + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{300}{(1,1)^t} \right] = \frac{850}{1,1} = 773$$

Odottamalla vuosi ennen investointipäätöstä, saadaan investoinnin nettonykyarvoksi 773 euroa, joka on suurempi kuin välittömästi tehtävän investoinnin nettonykyarvo 600 euroa. Odottaminen on siis selkeästi kannattavaa. Jos investoinnin lykkääminen ei olisi mahdollista, investointi päätettäisiin toteuttaa heti, koska sen nettonykyarvo on positiivinen. Lisäksi, jos investointi olisi mahdollista peruuttaa seuraavana vuonna hintojen laskiessa, investointi myös tässä tilanteessa toteutettaisiin välittömästi. Vaihtoehtokustannus tulee huomioida laskelmissa siis vain silloin, kun investointi on peruuttamaton ja sitä on mahdollista lykätä. Lykkäysoption arvo saadaan laskettua yksinkertaisesti vähentämällä lykkäysvaihtoehdon nettonykyarvosta heti toteutettavan investoinnin nettonykyarvo, $773 \text{ euroa} - 600 \text{ euroa} = 173 \text{ euroa}$. Toisin sanoen yrityksen pitäisi olla halukas maksamaan 173 euroa enemmän joustavasta kuin joustamattomasta investointimahdollisuudesta.

Seuraavaksi ratkaistaan sama ongelma käyttäen binomimallia. F_0 on investointimahdollisuuden arvo tällä hetkellä, eli summa, jonka olisimme valmiit maksamaan tänään saadaksemme option investoida kännykkätehtaaseen. F_1 on investointimahdollisuuden arvo seuraavana vuonna. F_1 :n arvo riippuu kännyköiden hintakehityksestä. Jos kännykän hinta nousee 300 euroon,

$$(3.6) \quad F_1 = \sum_0^{\infty} \frac{300}{(1,1)^t} - 1600 = 1700.$$

Jos taas kännykän hinta laskee 100 euroon, optio jää lunastamatta ja tällöin $F_1 = 0$. Kun tiedetään F_1 :n mahdolliset arvot, ongelmaksi jää ratkaista F_0 :n arvo. Saadaksemme sen selville, luomme portfolion, joka koostuu kahdesta osasta: investointimahdollisuudesta sekä tietyistä määrästä kännyköitä. Kännyköiden lukumäärä määräytyy niin, että portfoliosta tulee riskitön, eli sen arvon tulee olla riippuma-

ton kännykän tulevasta hintakehityksestä. Koska portfolio on riskitön, sen tuottoasteen tulee olla riskittömän korkokannan suuruinen. Kun asetetaan portfolioon tuottoaste riskittömän korkokannan suuruiseksi, voidaan laskea investointimahdollisuuden tämän hetkinen arvo. Oletetaan portfolio, joka koostuu investointimahdollisuudesta ja n määrän kännyköitä lyhyeksi myymisestä. Portfolion arvo tänään on $\Phi_0 = F_0 - nP_0 = F_0 - 200n$. Portfolion arvo seuraavana vuonna on $\Phi_1 = F_1 - nP_1$, mikä riippuu P_1 :stä. Jos $P_1 = 300$ euroa, $F_1 = 1700$ ja $\Phi_1 = 1700 - 300n$. Jos $P_1 = 100$ euroa, $F_1 = 0$ ja $\Phi_1 = -100n$. Valitaan n niin, että portfolio on riskitön, eli Φ_1 on riippumaton hintakehityksestä. Tällöin

$$(3.7) \quad 1700 - 300n = -100n,$$

mistä saadaan ratkaistua, että $n = 8,5$. Tällöin $\Phi_1 = -850$ riippumatta siitä, nouseeko vai laskeeko hinta. Seuraavaksi lasketaan portfoliosta saatava tuotto, joka on pääoman tuotto $\Phi_1 - \Phi_0$ vähennettynä kustannuksilla, jotka aiheutuvat kännyköiden lyhyeksi myymisestä. Kännyköistä saatava odotettu tuotto on nolla, koska ensi vuoden odotettu hinta on sama kuin tämän vuoden hinta, 200 euroa. Sen vuoksi yksikään rationaalinen sijoittaja ei ole valmis myymään kännyköitä, jos hän ei saa vähintään 10 prosentin tuottoa (riskitön korkokanta). Näin ollen lyhyeksi myyminen aiheuttaa kustannuksia 20 euroa ($0,1P_0 = 20$). Tässä tapauksessa joudutaan maksamaan yhteensä 170 euroa, koska portfoliossa myydään lyhyeksi yhteensä 8,5 kännykkää. Tuotto, joka saadaan, kun pidetään portfolio yhden vuoden ajan, on

$$(3.8) \quad \begin{aligned} \phi_1 - \phi_0 - 170 &= \phi_1 - (F_0 - nP_0) - 170 \\ &= -850 - F_0 + 1700 - 170 \\ &= 680 - F_0 \end{aligned}$$

Koska tämä tuotto on riskitön, sen täytyy vastata riskitöntä korkokantaa kerrottuna portfolion alkuperäisellä arvolla, eli

$$(3.9) \quad 680 - F_0 = 0,1(F_0 - 1700),$$

mistä saadaan ratkaisua, että $F_0 = 773$. Tämä on siis investointimahdollisuuden arvo, eli option arvo. Jos investoidaan tänään, tuotto on $2200 - 1600 = 600$. Tällöin menetetään kuitenkin optio, jonka arvo on 773 euroa. Option arvo on investoinnin vaihtoehtokustannus, joka tulee lisätä investoinnin kokonaiskustannuksiin. Tällöin kokonaiskustannuksiksi saadaan $1600 + 773 = 2373 > 2200$. Tästä voidaan päätellä, että ei kannata investoida tänään, vaan odottaa ja pitää optio investoida tehtaaseen myöhemmin. Tulos on sama, joka saatiin vertailemalla nettonykyarvoja. Tässä tapauksessa kuitenkin laskettiin investointioption arvo ja otettiin se huomioon osana investoinnin kokonaiskustannuksia.

3.6 Optioiden arvonmääritysmenetelmien soveltuvuus reaalioptioiden arvonmääritykseen

Black-Scholes -mallin käyttöön reaalioptioiden arvonmäärityksessä liittyy ongelmia. Malli soveltuu ensinnäkin ainoastaan eurooppalaisten optioiden arvonmääritykseen, kun taas reaali-investoinnit ovat yleensä tyypiltään amerikkalaisia, eli niillä ei ole yksittäistä mahdollista toteutuspäivää, vaan projektin johto voi vaikuttaa investoinnin toteutusajankohtaan. Mallin käyttö on ongelmallista myös silloin, jos projekti koostuu useista periodeista tai siihen sisältyy epävarmuutta useasta eri lähteestä. Lisäksi monet reaali-investoinnit sisältävät moniulotteisia optioita, jotka mahdollistavat investoinnin väliaikaisen keskeyttämisen. Tällaisten moniulotteisten optioiden arvonmääritys on hankalaa Black-Scholes -mallin avulla. Black-Scholes -malli olettaa myös, että option kohde-etuudelle löytyy markkinahinta, kun taas reaali maailman investointikohteille harvoin löytyy markkinahintaa. (Schwartz & Zozaya-Gorostiza 2003, 58.)

Binomimallin käyttö voi olla ongelmallista sen vuoksi, että binomipuusta voi kasvaa liian suuri ja raskas investointimahdollisuuksien arviointiin, jos tarkasteltavien periodien määrä lisääntyy. Binomimallien käyttö vaikeutuu lisäksi, jos epävarmuuden lähteitä on useita. Binomimalli onkin käyttökelpoisimmillaan silloin, kun epävarmuuden lähteitä on vain yksi. (Lander & Pinches 1998, 546.)

Finanssioptioiden arvonmäärittämissä menetelmissä reaalioptioiden arvonmäärittämisessä sisältyy myös muita ongelmia. Finanssioptiot ovat erillisiä sopimuksia, joissa kumpikin osapuoli hyväksyy sopimukseen kuuluvat ehdot. Finanssioptioiden arvoon vaikuttaa sopimuksessa mainitun kohde-etuuden arvon vaihtelu. Reaalioptioiden arvonmäärittäminen tekee erityisen vaikeaksi se, että yhteen investointipäätökseen sisältyy usein samanaikaisesti useita eri optioita, jotka vaikuttavat toistensa arvoihin. Tällöin reaalioptioiden kokonaisarvoa ei saada laskettua yksinkertaisesti summaamalla kunkin yksittäisen option arvoa, koska optiot ovat luonteeltaan vuorovaikutteisia. (Stähle et al. 2002, 221.)

3.7 Reaalioptioteorian vahvuudet ja heikkoudet investointien arvonmäärittämisessä

Reaalioptiölähestymistavalla on sekä vahvuuksia että heikkouksia. Reaalioptiölähestymistapa voi kehittää johdon päätöksentekoprosessia mahdollistamalla systemaattisen päätöksentekoprosessin. Se tuo päätöksentekoprosessiin uusia näkökulmia ja paljastaa investointimahdollisuuksista uusia piirteitä, joita perinteiset menetelmät eivät ota huomioon. Reaalioptioiden avulla voidaan vertailla vaihtoehtoisia investointikohteita, jotka nettonykyarvon perusteella vaikuttavat yhtä kannattavilta. Reaalioptioajattelu voi parantaa päätöksentekijöiden välistä kommunikaatiota ja luoda paremman yhteyden päätöksenteon, strategisen johtamisen ja pitkän aikavälin suunnittelun välille. Optiomallit ovat joustavia ja niiden avulla pystytään arvioimaan monen tyyppisiä taloudellisia päätöksentekotilanteita ja arvioimaan myös

monimutkaisia investointipäätöksiä. Ne on kehitetty erityisesti huomioimaan joustavuuden, aktiivisen projektien johtamisen, projektien aikataulutukseen liittyvät asiat sekä projektien ja optioiden keskinäiset vaikutukset. Lisäksi optiomallien vahvuutena on, että ne välttävät riskipreferensseihin ja riskillisiin korkokantoihin liittyvät ongelmat käyttämällä riskitöntä korkokantaa ja riskineutraaleja todennäköisyyksiä. Optiomallit tuottavat johdonmukaista tietoa investointien kannattavuudesta. (Lander & Pinches 1998, 541.)

Reaalioptioiden käyttöön investointien arvonmäärittämisessä liittyy ongelmakohtia, jotka ovat rajoittaneet reaalioptioiden hyödyntämistä investointien arvonmäärittämisessä käytännössä. Ensinnäkin reaalioptiot saattavat vaikuttaa yrityksen johdosta liian monimutkaisilta työkaluilta, koska menetelmä ei suoraan kerro, kuinka johdon tulee tehdä investointipäätös. Reaalioptiot pitää pystyä tunnistamaan, sillä ne eivät välttämättä ole helposti havaittavissa. Lisäksi niiden arvonmäärittäminen on monimutkaista, eikä yritysten johtajilla välttämättä ole riittäviä matemaattisia kykyjä ratkaista optiomalleja luotettavasti. Toiseksi epävarmuuden sisällyttäminen laskelmiin voi olla vaikeaa, koska markkinoilta ei ole saatavissa yksiselitteistä tietoa investointiin liittyvästä epävarmuudesta. Kolmanneksi, vaikka saataisiinkin lasketua yksittäiselle reaalioptiolle arvo, voi optioportfolion arvon laskeminen osoittautua mahdottomaksi, koska portfolion arvo on vain harvoin siihen sisältyvien optioiden arvojen summa. Neljänneksi reaalioptioiden voimassaoloajan määrittäminen voi olla hankalaa, koska reaalioptioille ei ole olemassa sopimusta eikä sopimusosapuolia. Näistä ongelmista huolimatta, reaalioptioteoriaa tulisi hyödyntää epävarmuutta sisältävissä investoinneissa ainakin ajattelutavan tasolla, vaikka varsinaisia rahallisia arvoja optioille ei pystyittäisikään määrittämään. Reaalioptioteoria antaa yrityksen johdolle arvokasta tietoa siitä, miten on mahdollista luoda ja kasvattaa investointimahdollisuuksien arvoa. (Stähle et al. 2002, 222.)

4 Reaaliopitioteorian soveltaminen kuntasektorin toiminnanohjausjärjes- telmäinvestointeihin

4.1 Aiempia tutkimuksia

Reaaliopitioteoria syntyi tarpeesta huomioida investointeihin liittyvät epävarmuudet ja johdon joustomahdollisuudet entistä paremmin investointien arvonmäärityksessä. Jo hyvissä ajoin ennen reaaliopitioteorian kehittämistä huomattiin perinteisten investointien arvonmääritysmenetelmien puutteet. Menetelmät usein aliarvioivat investointimahdollisuuksia, mistä seuraa lyhytnäköisiä investointipäätöksiä, aliinvestointia ja lopulta kilpailuaseman heikentymistä, koska strategisia näkökulmia ei huomioida investointimahdollisuuksien arvioinnissa (Trigeorgis 1996, 15).

Ensimmäisen kerran reaaliopitiokäsitettä käytti Myers (1977) artikkelissaan ”Determinants of corporate borrowing”. Myersin mukaan yrityksen arvo muodostuu kahdesta osasta: reaaliarallisuudesta, jonka markkina-arvo on riippumaton yrityksen investointistrategiasta, sekä reaaliopitiosta, jotka ovat mahdollisuuksia hankkia varallisuutta suotuisilla myyntiehdolla. Myersin keksinnön jälkeen reaaliopitioidin liittyvä tutkimus on ollut erityisen vilkasta 1990-luvulla. Viimeaikainen informaatioteknologiainvestointien arvonmääritykseen liittyvä tutkimus onkin keskittynyt lähinnä reaaliopitioteorian soveltamiseen projektien arvonmäärityksessä. Erityisesti tutkimuksissa on pyritty määrittämään yksittäisen investoinnin yksittäiselle reaaliopitiolle arvo. Ensimmäisenä optioteoriaa informaatioteknologiainvestointien arvonmääri-

tyksessä hyödynsi Dos Santos (1991), joka käytti Margraben optiohinnoittelumallia informaatioteknologiaprojektin arvonmääritykseen. Kambil et al. (1991) käyttivät Cox-Rubinstein binomiooptiohinnoittelumallia saadakseen selville, kannattaako toteuttaa pilottiprojekti. He käyttivät esimerkkinä tutkimuksessaan sairaalaa, joka harkitsi kämmentietokoneiden käyttöönottoa parantaakseen palveluprosessiaan. Perinteisellä nettohyötyarvomenetelmällä arvioituna investointi vaikutti kannattamattomalta, mutta optiomallilla saatiin tulokseksi, että pilottiprojekti kannatti toteuttaa. Benaroch ja Kauffman (1999) tutkivat investoinnin ajoitusta käyttäen Black-Scholes -mallia sekä Cox-Rubinstein -mallia. Tutkimuksen kohteena heillä oli asiakaspäätejärjestelmien kehittäminen sähköiseen pankkitoimintaan. Tässä tapauksessa ei siis ollut kyse siitä, kannattaako kyseinen investointi toteuttaa, vaan kyse oli investoinnin ajoituksesta.

Reaaliotiot eivät ole suoraan nähtävissä investoinneissa, vaan niiden löytäminen vaatii organisaation johdolta aikaa ja vaivaa. Sen vuoksi tässä tutkimuksessa keskitytään yksittäisen reaalioption arvonmäärityksen sijasta löytämään toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin tyypillisesti sisältyviä reaalioptioita ja lisäksi pohditaan, mistä investoinnin arvonmäärityksessä tarvittavat muuttujat muodostuvat. Aiempi tutkimus on keskittynyt yksityisen sektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmääritykseen. Tässä tutkimuksessa keskitytään erityisesti julkisen sektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvioimiseen.

4.2 Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien luokittelu

Toiminnanohjausjärjestelmäinvestoinnit voidaan luokitella kuuluvaksi useaan eri investointiluokkaan. Ne ovat ensinnäkin teknologiainvestointeja. Toiseksi ne ovat kehitysinvestointeja, koska niiden avulla pyritään kehittämään toimintaa tehokkaampaan suuntaan. Kolmanneksi ne ovat usein korvausinvestointeja, koska toiminnanohjausjärjestelmä korvaa tyypillisesti useita erillisjärjestelmiä.

Informaatioteknologiainvestoinnit voidaan luokitella edelleen kahteen alaluok-

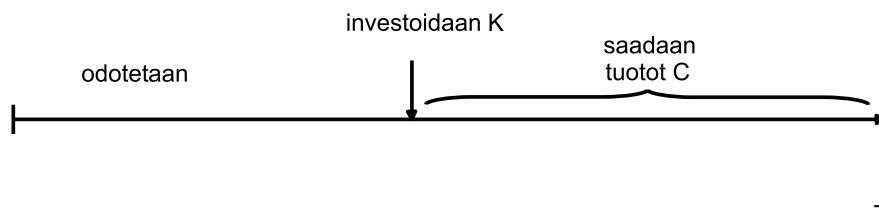
kaan: hankintainvestointeihin (acquisition investments) ja kehitysinvestointeihin (development investments) riippuen siitä, kuinka kauan investointipäätöksestä kestää siihen, kun investointi alkaa tuottaa hyötyä omistajalleen.

Hankintainvestoinnissa organisaatiolla on optio käyttää summa K rahaa hankkiakseen informaatioteknologiahyödykkeen. Minä tahansa ajanhetkenä T ajanjakson sisällä K :n suuruus tiedetään varmuudella, mutta tulevat muutokset K :n arvossa ovat epävarmoja. Hyödykkeen hankinnan jälkeen organisaatio alkaa saada kassavirtoja (C), jotka syntyvät erilaisista hyödyistä, joita informaatioteknologiahyödykkeen hankinnasta saadaan. Koska sekä kustannukset että tuotot ovat epävarmoja, saattaa olla järkevää odottaa ennen investointipäätöstä. Jos tiedetään lisäksi, että hyödykkeen hankintakustannukset laskevat ajan myötä, on olemassa erityinen kannustin lykätä investointipäätöstä. On kuitenkin huomioitava, että myös tuotot laskevat ajan myötä, koska tällöin aika, jonka kuluessa yrityksen on mahdollista saavuttaa tuottoja, lyhenee. Sen vuoksi sekä lykkäämisen hyödyt että haitat on otettava huomioon, jotta saadaan aikaan optimaalinen investointipäätös. (Schwartz & Zozaya-Gorostiza 2003, 58-59.)

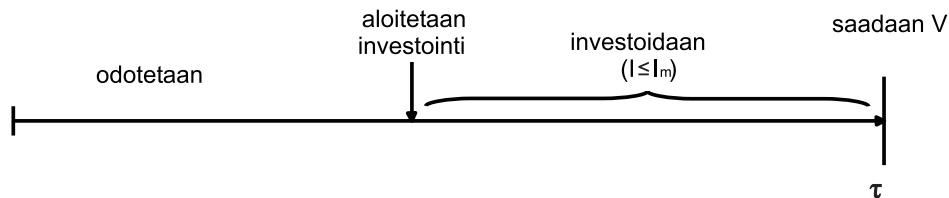
Kehitysinvestoinnissa informaatioteknologiahyödykettä ei hankita välittömästi, vaan se on tulos kehityshankkeesta, jonka kesto (τ) on epävarma. Kehityshankkeen aikana yritys pitää investoinnit tasolla, joka on pienempi tai yhtä suuri kuin investointiasteen maksimi (I_m). Vasta kun kehityshanke on päätöksessä ja jäljellä oleva kustannusosuus (K) on nolla, organisaatio saa hankinnan kohde-etuuden (V) haltuunsa. Kuva 4.1 havainnollistaa eri investointityyppien projektien vaiheet ja rahavirtojen ajoituksen. (Schwartz & Zozaya-Gorostiza 2003, 59.)

Toiminnanohjausjärjestelmähankkeet ovat luonteeltaan kehitysinvestointeja. Niille on tyypillistä pitkä kehitysvaihe, jonka aikana järjestelmä räätälöidään juuri kyseisen organisaation tarpeiden mukaiseksi. Itse järjestelmä voidaan ottaa käyttöön vasta kehitysvaiheen jälkeen. Toiminnanohjausjärjestelmäinvestoinnista saatavat tuotot saattavat toteutua vasta pitkän ajan päästä järjestelmän käyttöönoton jälkeen.

1) IT hankintainvestointi



2) IT kehitysinvestointi



Kuva 4.1. IT-investointityypit (Schwartz & Zozaya-Gorostiza 2003).

4.3 Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien ominaispiirteet

Toiminnanohjausjärjestelmä on ohjelmistojärjestelmä, joka mahdollistaa tiedon kulun kaikkien organisaation toimintojen välillä. Toiminnanohjausjärjestelmä voi kattaa esimerkiksi seuraavia osakokonaisuuksia: hankinta, markkinointi ja myynti, logistiikka, taloushallinto ja henkilöstöhallinto. Seuraavaksi käsitellään toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien tyypillisiä piirteitä.

Investoinneille tyypillinen piirre on peruuttamattomuus, eli ne aiheuttavat uponneita kustannuksia. Investointikustannukset ovat uponneita kustannuksia, kun investoinnit ovat yritys- tai alakohtaisia (Dixit & Pindyck 1994, 8). Toiminnanohjausjärjestelmistä aiheutuvat kustannukset ovat ehdottomasti uponneita kustannuksia, koska järjestelmät räätälöidään kullekin organisaatioille sen tarpeiden mukaisiksi. Informaatioteknologiainvestointeihin liittyviä ominaispiirteitä ovat lisäksi suuri epävarmuus, epäsuorat tuotot sekä suuret tuotto-odotukset (Schwartz & Zozaya-Gorostiza 2003, 57). Epävarmuus syntyy siitä, että ei voida olla varmoja, toteutuvatko investoinnista tavoitellut hyödyt suunnitelmien mukaisesti.

Informaatioteknologiainvestoinnit sisältävät myös runsaasti johdon joustomahdollisuuksia, ehkä enemmän kuin mikään muu investointityyppi. Tämä johtuu muun muassa siitä, että modernit informaatioteknologiajärjestelmät ovat hyvin taipuisia ja niitä voidaan räätälöidä yrityksen tarpeiden mukaisiksi. Joustavuutta lisää myös se, että järjestelmiä voidaan helposti laajentaa uusiin prosesseihin tai organisaation osiin. Lisäksi informaatioteknologiainvestointien prosessin luonne on sen tyyppinen, että se tukee joustavuutta. Investointiprosessi on mahdollista toteuttaa pilottihankkeena, prototyypinä tai eri tavoin vaiheistettuna. (Fichman et al. 2005, 75.)

Juuri suuren epävarmuuden ja johdon joustomahdollisuuksien vuoksi optionaalien käyttö on suositeltavaa toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmäärityksessä. Pelkkä nettonykyarvomenetelmä ei siis riitä toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arviointiin, vaan arvioinnissa kannattaa käyttää laajennetun nettonykyarvon menetelmää, joka sisältää perinteisen eli staattisen nettonykyarvon täydennettynä reaalioption arvoilla.

4.4 Optiomallin muuttajat kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien tapauksessa

4.4.1 Tuotot ja kustannukset

Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien tuotot ja kustannukset sisältävät suurta epävarmuutta ja niiden mittaaminen on hankalaa. Seuraavassa on lueteltu järjestelmäinvestoinneista saatavia hyötyjä ja niiden aiheuttamia kustannuksia. Toiminnanohjausjärjestelmistä saatavat tuotot ovat tyypillisesti epäsuoria tuottoja eli tässä tapauksessa kustannussäästöjä. Esimerkkinä toiminnanohjausjärjestelmistä saatavista epäsuorista tuotoista ovat järjestelmien ylläpitokustannuksissa saatavat säästöt. Useiden erillisjärjestelmien ylläpitokustannukset ovat useimmiten paljon suuremmat kuin yhden kokonaisjärjestelmän kustannukset. Esimerkiksi Espoon kaupungilla on arvioitu, että toiminnanohjausjärjestelmän myötä järjestelmien ylläpitomenot ovat

vuosina 2004-2008 noin 3,5 miljoonaa euroa pienemmät kuin vanhojen järjestelmien kustannukset (Oracle 2005). Toiminnanohjausjärjestelmien avulla tavoitellaan myös prosesseihin kuluvan työajan vähenemistä, jolloin saadaan aikaan kustannussäästöjä (Tampereen kaupunki 2005). Toiminnanohjausjärjestelmien avulla pystytään välttymään moninkertaiselta työltä kuten samojen tietojen viemiseltä useaan eri järjestelmään.

Matolcsy, Booth ja Wieder (2005) ovat tutkineet toiminnanohjausjärjestelmien taloudellisia hyötyjä empiirisesti. He käyttivät aineistonaan australialaisia yrityksiä. Heidän tutkimuksensa tuloksena on, että toiminnanohjausjärjestelmien avulla saavutetaan pysyvää toiminnallisen tehokkuuden kasvua ja likviditeetin paranemista yrityksissä. Poston ja Grabski (2001) puolestaan havaitsivat omassa tutkimuksessaan, että toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien seurauksena yritysten työntekijöiden määrä laski ja tuotot suhteessa työntekijöiden määrään kasvoivat investointia seuraavina vuosina.

Toiminnanohjausjärjestelmäinvestoinnista aiheutuu myös erilaisia kustannuksia. Suoria kustannuksia aiheutuu järjestelmän hankinnasta ja suunnittelusta. Järjestelmän toimittajalle joudutaan maksamaan korvaus järjestelmän suunnittelusta ja toimittamisesta. Lisäksi oheisjärjestelmiin, jotka tuottavat tietoa toiminnanohjausjärjestelmään, saatetaan joutua tekemään muutoksia, jotka aiheuttavat lisäkustannuksia. Järjestelmän suunnitteluvaiheessa tarvitaan ihmisiä viemään hanketta eteenpäin. Usein joudutaankin palkkaamaan uusia työntekijöitä projektin toteutusta varten tai käytetään konsultteja, jotka laskuttavat palvelustaan. Lisäksi myös yrityksen vanhojen työntekijöiden työaika kuluu projektiin liittyvissä asioissa, joten tämäkin työaika pitäisi ottaa huomioon kokonaiskustannuksissa. Ennen järjestelmän käyttöönottoa ja sen jälkeen kustannuksia aiheuttaa henkilöstön kouluttaminen uuden järjestelmän käyttöön. Järjestelmän käyttöönoton jälkeen kustannuksia syntyy järjestelmän ylläpidosta ja huollosta. Epäsuoria kustannuksia aiheutuu järjestelmän käyttöönoton alkuvaiheessa esimerkiksi järjestelmän opetteluun kuluva ajasta ja

mahdollisesta muutosvastarinnasta.

4.4.2 Option voimassaoloaika

Finanssioptiolla on sopimuksessa määritelty voimassaoloaika, mutta reaalioptioiden voimassaoloaika ei ole niin yksiselitteinen. Voimassaoloajan määrittely voikin olla hyvin hankalaa. Voimassaoloaika vaihtelee lisäksi hyvin paljon erityyppisten optioiden välillä. Kasvuoptio voi olla voimassa hyvin pitkän ajan, mutta esimerkiksi lykkäysoption voimassaoloaika voi joissakin tilanteissa olla melko lyhyt.

4.4.3 Riskitön korkokanta

Reaalioptioiden arvonmäärittelyssä yhtenä muuttujana on riskitön korkokanta. Riskitön korkokanta tarkoittaa määritelmällisesti sellaisen sijoituskohteen tuottoa, jonka tuoton volatiliteetti on nolla. Käytännössä riskittömänä korkokantana käytetään valtion liikkeelle laskemien joukkolainojen tuottoa. Oikea korkokanta löytyy lainaajan maturiteetin ja option voimassaoloajan perusteella. Mikäli optio on voimassa kymmenen vuotta, tulee laskennassa käyttää kymmenen vuoden joukkolainan tuotto prosenttia, eli option voimassaoloajan ja joukkolainan maturiteetin tulee olla samanpituiset. Option voimassaoloaika voi olla usein vaikea määrittää, joten siinä mielessä oikean riskittömän korkokannan valinta ei ole aivan yksinkertaista.

4.4.4 Volatiliteetti

Projektin tuottojen volatiliteetilla tarkoitetaan tuottojen vaihtelua yli ajan. Volatiliteetti aiheutuu projektiin liittyvästä epävarmuudesta eli riskeistä. Volatiliteetin määrittäminen on ehkä haastavin osa reaalioptioiden arvonmäärittelyssä. Volatiliteetin määrittämiseen on kaksi vaihtoehtoista tapaa. Ensimmäinen tapa on laskea arvio investoinnin tuottojen volatiliteetille historiallisesta aineistosta. Toinen tapa on estimoida volatiliteetti käyttäen aineistona samasta kohde-etuudesta tarjolla olevia optiosopimuksia. Näistä ensimmäinen tapa soveltuu reaalioptioiden arvonmääri-

tykseen. Jälkimmäisen käyttö on hankalaa reaalioptioiden tapauksessa, koska reaaliopiot eivät ole julkisen kaupan kohteena. (Amran & Kulatilaka 1999, 100.)

Kuntasektorilla ei ole vielä olemassa juurikaan historiallista aineistoa toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien tuotoista. Sen vuoksi kuntasektorin historiallista tietoa ei voida käyttää volatilitietin arvioinnissa. Yksityiseltä sektorilta aineistoa löytyy enemmän, joten volatilitietin arvioinnissa täytyisi käyttää yksityisen sektorin aineistoa. Seuraavassa luvussa käsitellään erilaisia toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin liittyviä riskejä, joista volatilitietti muodostuu.

4.5 Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin liittyviä riskejä

Yrityskohtaiset riskit

Investointeihin liittyvät riskit voidaan luokitella kolmeen luokkaan: yrityskohtaiset riskit, kilpailuriskit ja markkinariskit. Yrityskohtaiset riskit liittyvät yrityksen sisäisiin epävarmuuksiin kuten rahoituksen riittävyyteen tai yrityksen henkilöstön kykyihin toteuttaa investointiprojekti. Ne vaikuttavat yrityksen mahdollisuuksiin toteuttaa investointiprojekti menestyksekkäästi. Yrityskohtaisia riskejä voidaan edelleen jaotella alaluokkiin. Taloudellisella riskillä tarkoitetaan mahdollisuutta, että yrityksellä ei ole varaa toteuttaa investointia. Investoinnin kustannukset voivat osoittautua ennakoitua korkeammiksi tai ne eivät pysy tasapainossa suhteessa investoinnin tuottoihin. Projektiin liittyvät riskit voivat tarkoittaa järjestelmän liiallista suuruutta tai monimutkaisuutta suhteessa yrityksen tarpeisiin, yrityksen henkilöstön rajoittuneita taitoja toteuttaa projekti kokemuksen puutteen vuoksi tai yrityksen olemassaolevan informaatioteknologiainfrastruktuurin sopimattomuutta uuden järjestelmän vaatimuksiin. Jos esimerkiksi säilytetään vanhoja järjestelmiä, joista pitäisi kulkea tietoa uuteen järjestelmään, tiedon siirron epäonnistuminen järjestelmien yhteensopimattomuuden vuoksi voi olla riskinä. Toiminnallisuuteen liittyvät riskit

tarkoittavat sitä, että järjestelmältä toivotut hyödyt eivät toteudu joko osittain tai lainkaan. Huolimatta siitä, että järjestelmä rakennetaan vaadittujen ominaisuuksien mukaiseksi, järjestelmä ei silti välttämättä vastaa tavoitteita, jos vaatimukset alunperin ovat olleet epärealistiset. Organisaatoriskit liittyvät henkilöstön asenteisiin järjestelmää kohtaan. Muutosvastarinta voi hidastaa järjestelmästä saatavien hyötyjen toteumista, jos henkilöstö hidastaa uuden järjestelmän oppimista negatiivisilla asenteillaan. Nämä kaikki eri yrityskehittämisen riskin esiintymismuodot koskevat myös kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeja. (Benaroch 2002, 6.)

Kilpailuriskit

Kilpailuriski sisältää kilpailijoiden toiminnan ennustamiseen liittyvät ongelmat (Benaroch 2002, 6). Kilpailijat saattavat toimia yrityksen odotusten vastaisesti ja vaikuttaa näin yrityksen oman investoinnin kannattavuuteen. Kilpailija saattaa esimerkiksi kehittää paremman sovelluksen. Kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien tapauksessa ei ole olemassa suoraa kilpailuriskiä, koska kunnat eivät varsinaisesti kilpaile keskenään, vaan kukin pyrkii tuottamaan palvelut omalle väestölleen. Yksittäiselle kunnalle ei siis aiheudu haittaa esimerkiksi siitä, jos naapurikunta pystyy toteuttamaan investointiprojektin nopeammin tai pienemmin kustannuksin tai kehittämään paremman järjestelmän. Toisaalta kunnat joutuvat nykyään kilpailemaan parhaista veronmaksajista ja tulevaisuudessa yhä enemmän myös työntekijöistä. Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi voi vaikuttaa positiivisesti kunnan imagoon. Myös kunnan uudistumishalukkuus voi antaa positiivisen mielikuvan veronmaksajille ja työnhakijoille. Sen vuoksi toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin voidaan ajatella sisältyvän epäsuoraa kilpailuriskiä, koska ensimmäisten joukossa toiminnanohjausjärjestelmän käyttöön ottavat kunnat saavat todennäköisesti investointiin liittyen huomattavasti enemmän julkisuutta kuin joukon viimeiset.

Markkinariskit

Myös markkinariskit voidaan jaotella alaluokkiin. Ympäristöstä johtuvat riskit liittyvät yhteistyökumppaneihin, asiakkaisiin tai muihin ulkopuolisiin toimijoihin, joihin investoinnilla voi olla vaikutuksia. Jos toiminnanohjausjärjestelmä esimerkiksi alussa hankaloittaa asiakkaiden tai yhteistyökumppaneiden toimintaa, saattaa sillä olla vaikutusta investoinnista saataviin hyötyihin. Sen vuoksi järjestelmää suunniteltaessa tulee huomioida sen vaikutukset myös yhteistyökumppaneihin ja asiakkaisiin. Kunnan tapauksessa tulee siis huomioida järjestelmän vaikutukset esimerkiksi kuntalaisiin tai ostopalveluyhteisöihin. Järjestelmään liittyvät riskit tarkoittavat sitä, että järjestelmä saattaa muuttaa toimintaympäristöä niin paljon, että investoinnilta odotetut hyödyt katoavat. Teknologinen riski puolestaan tarkoittaa tilannetta, jossa teknologia, jota käytetään järjestelmän luomiseen, ei ole kypsä. Teknologian käytöstä ei esimerkiksi ole riittävästi kokemusta. Teknologinen riski voi olla myös uhka, että investointiprojektin aikana markkinoille tulee uusi entistä kehittyneempi järjestelmä. Myös markkinariskin eri esiintymismuotoja voidaan havaita kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmähankkeissa. (Benaroch 2002, 6.)

4.6 Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin sisältyviä reaalioptioita

Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin voi liittyä monenlaisia reaalioptioita, joiden avulla voidaan suojaautua edellisessä luvussa esiteltyjä riskejä vastaan tai kasvattaa investointimahdollisuuksien arvoa. Seuraavaksi kerrotaan niistä esimerkkejä erityisesti kuntaorganisaation tapauksessa.

Lykkäysoptio

Lykkäysoption käyttö voi olla useissa tilanteissa järkevää. Toiminnanohjausjärjestelmien käyttö kunnissa on uusi ilmiö ja vasta muutama kaupunki on tähän mennessä

ottanut käyttöön laajan toiminnanohjausjärjestelmän. Joissakin kunnissa harkitaan parhaillaan vastaavien järjestelmien käyttöönottoa tai projekti on jo käynnissä. Koska toiminnanohjausjärjestelmien käyttöönotosta kuntasektorilla ei ole vielä laajalti kokemusta, voi järjestelmän käyttöönottoa pohtivien kuntien olla järkevää lykätä investointia hieman, kunnes saadaan tietoa järjestelmien toimivuudesta ja projektien onnistumisesta kunnissa, joissa järjestelmä on jo otettu käyttöön. Järjestelmien räätälöinti kuntien tarpeita vastaaviksi on myös järjestelmien toimittajille haaste, koska kunnalliset organisaatiot ja niiden toimintatavat voivat erota suuresti yksityisistä yrityksistä, joissa toiminnanohjausjärjestelmät ovat yleisempiä ja olleet käytössä jo pidempään. Sen vuoksi voidaan olettaa, että ensimmäiset kunnalliset toiminnanohjausjärjestelmäprojektit aiheuttavat enemmän kustannuksia, koska niiden luominen on ainakin osittain opettelua sekä järjestelmän toimittajalle että tilaajalle. Ensimmäisistä projekteista voidaan saada olennaista tietoa, joka vaikuttaa muiden kuntien investointipäätöksiin tai projektien toteutustapaan. On kuitenkin huomioitava, että lykkäämisestä aiheutuu kustannuksia viivästyneiden tuottojen takia. Kun investointia lykätään, myös siitä saatavat tuotot viivästyvät, mikä voidaan nähdä lykkäämisen kustannuksena. Lisäksi investointia lykätessä saatetaan menettää ensimmäisen toimijan etu, joka kuntien toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien tapauksessa liittyy lähinnä imagokysymyksiin. Kuntien kannattaisi pohtia ennen investointipäätöstä lykkäämisestä mahdollisesti saatavia hyötyjä ja punnita niitä suhteessa lykkäämisestä aiheutuviin kustannuksiin.

Vaiheistusoptio

Toiminnanohjausjärjestelmähankeet toteutetaan usein vaiheittain. Optioajattelussa vaiheistamisen ideana on, että projekti voidaan keskeyttää minkä tahansa vaiheen jälkeen, mikäli projektia ei uusien tietojen valossa kannata enää jatkaa. Projektin keskeyttäminen vaiheiden välissä ei kuitenkaan ole mahdollista, jos järjestelmän toimittajan kanssa on projektin alussa tehty sitova sopimus kaikkien vaiheiden

toteuttamisesta. Projekti voidaan kuitenkin ainakin teoriassa jakaa vaiheisiin niin, että otetaan vaiheittain käyttöön toiminnanohjausjärjestelmän eri osa-alueita ja tehdään kustakin vaiheesta erillinen sopimus järjestelmän toimittajan kanssa. Tällöin voidaan jättää jokin osakokonaisuus toteuttamatta, mikäli aiemmissa vaiheissa huomataan, että myöhempiä vaiheita ei kannata toteuttaa. Kunnan kannattaakin investointipäätöstä tehdessään harkita myös projektin vaiheistamista ja vaiheistamisen hyötyjä ja haittoja. Kustannuksia vaiheistamisesta voi syntyä esimerkiksi siten, että tehtäessä sopimus vain pienestä osa-alueesta hinta voi olla suhteessa korkeampi kuin tehtäessä sopimus kokonaisjärjestelmästä.

Vaiheistaminen edellyttää organisaation johdolta aktiivista projektin hallintaa. Jokaisen vaiheen jälkeen tulee punnita kustannukset ja tuotot uudestaan ja miettiä, kannattaako projektia edelleen jatkaa. Käytännössä vaiheistusoptio on osittain päällekkäinen useiden muiden reaalioptioiden kanssa; esimerkiksi hylkäysoptio, skaalausoptio ja strateginen kasvuoptio ovat usein päällekkäisiä vaiheistusoption kanssa (Fichman et al. 2005, 79). Mikäli alkuvaiheessa projekti osoittautuu kannattamattomaksi, käytetään hylkäysoptiota. Vaihtoehtoisesti jos projekti ylittää alkuvaiheessa tuotto-odotukset, voidaan käyttää skaalausoptiota ja laajentaa projektia.

Pilotointioptio

Toteuttamalla ensin pilottiprojekti voidaan saada olennaista tietoa ennen päätöstä toteuttaa investointi täydessä laajuudessaan. Kunnan tapauksessa voi olla järkevää ottaa toiminnanohjausjärjestelmä käyttöön ensin vain osassa organisaatiota, esimerkiksi yhdessä liikelaitoksessa tai yhdellä toimialalla. Pilottiprojektista voidaan oppia paljon ja projektin toteuttaminen täydessä laajuudessaan voi sujua huomattavasti paremmin pilottiprojektin jälkeen kuin toteuttamalla projekti suoraan täysimittaisena. Erityisesti jos on olemassa riskejä, jotka liittyvät henkilöstön kyvykkyyteen toteuttaa projekti, voi olla järkevää toteuttaa ensin pilottiprojekti. Pilottiprojektin avulla saadaan selville projektin todelliset tuotot ja kustannukset. Mikäli pilottipro-

jekti ei onnistu tavoitteiden mukaisesti, voidaan luopua investoinnin toteuttamisesta koko organisaation tasolla ja säästyä suurilta uponneilta kustannuksilta. Harkittaessa pilottiprojektia tulee kuitenkin punnita sen kustannuksia suhteessa siitä saataviin hyötyihin.

Hylkäysoptio

Jos projekti epäonnistuu pahasti, se voidaan hylätä. Toiminnanohjausjärjestelmän tapauksessa hylkääminen tarkoittaa sitä, että luovutaan toiminnanohjausjärjestelmän käytöstä ja palataan vanhojen järjestelmien käyttöön tai otetaan käyttöön uusia järjestelmiä. Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien hyödyt eivät yleensä toteudu täysimittaisesti heti järjestelmän käyttöönoton jälkeen, vaan tuottojen toteutuminen vie aikaa. Tähän on syynä esimerkiksi se, että uusien järjestelmien opettelu vaatii aikaa. Kuntasektorilla tuottojen toteutuminen saattaa ensimmäisissä projekteissa kestää erityisen pitkään, koska projektien toteuttamisesta on vielä vähän kokemusta. Sen vuoksi järjestelmästä ei kannata luopua heti, vaikka se vaikuttaisi aluksi kannattamattomalta investoinnilta.

Kasvuoptio

Kasvuoptio luo mahdollisuuden tulevaisuuden kasvulle. Myös toiminnanohjausjärjestelmäinvestoinneista voidaan löytää kasvuoption ominaisuuksia. Esimerkkinä voidaan mainita Tampereen kaupungin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi, joka sisältää selkeästi kasvuoption. Tampereen kaupunki on siirtymässä tilaaja-tuottaja-malliin vuoden 2007 alusta. Mallin avulla on tarkoitus tehostaa toimintaa ja saada aikaan kustannussäästöjä tulevina vuosina. Mallissa tuotantoyksiköt laskuttavat tilaajaorganisaatiota tuottamistaan palveluista. Toiminnanohjausjärjestelmä helpottaa toimintamallin edellyttämää sisäistä laskutusta ja voidaan nähdä edellytyksenä mallin toimivuudelle. Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi sisältää näin ollen kasvuoption toimintamallin uudistamiseen ja sen kautta toiminnan tehostamiseen.

Tampereen kaupungin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointiin sisältyvää kasvuoptiota käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa. Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi voi mahdollistaa myös tietojärjestelmiin liittyviä kannattavia investointeja, jotka aiempien järjestelmien puitteissa eivät olisi olleet mahdollisia, joten tässäkin mielessä järjestelmäinvestointi voi sisältää kasvuoption.

Skaalausoptio

Mikäli toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi osoittautuu kannattavaksi ja järjestelmä toimivaksi ja tuottavaksi, voi organisaatio halutessaan laajentaa järjestelmää. Voidaan esimerkiksi ottaa käyttöön uusia toiminnallisuuksia. Vastaavasti, jos jotkut järjestelmän osat osoittautuvat epäkäytännöllisiksi tai organisaation tarpeisiin sopimattomiksi, niistä voidaan luopua ja palata käyttämään vanhoja järjestelmiä tai kehittää uusia.

5 Case: Tampereen kaupungin ERP-investointi kasvuoptiona

Tampereen kaupungin ERP-investoinnin toteutus ja tavoitteet

Tampereen kaupunki otti toisena kuntana Suomessa käyttöön laajan toiminnanohjausjärjestelmän vuoden 2006 alussa. Järjestelmä sisältää taloushallinnon, myynnin, hankehallinnan, henkilöstöhallinnon ja logistiikan toimintoja. Vuoden 2006 alussa järjestelmästä otettiin käyttöön perustoiminnallisuudet, joita on tarkoitus täydentää lisäämällä vaiheittain muita toimintoja kuten itsepalvelutoimintoja ja lisäksi järjestelmän piiriin on tarkoitus liittää toimittajia ja kumppaneita osaksi Tampereen kaupungin prosesseja (Tampereen kaupunki 2006a). Järjestelmän käyttöönotto toteutetaan siis vaiheittain.

Tampereen kaupungin toiminnanohjausjärjestelmähanke on investointityyppinä korvaus-, kehitys- ja teknologiainvestointi. Järjestelmällä korvataan valtava määrä vanhoja erillisjärjestelmiä. Järjestelmän tarkoitus on kehittää toimintaa tehokkaampaan suuntaan. Sen tarkoituksena on esimerkiksi kehittää johdon raportointia. Järjestelmän hankinta on selkeästi myös teknologiainvestointi, koska hankkeen myötä saadaan teknologia-alusta, joka vastaa tuleviin tarpeisiin. (Tampereen kaupunki 2005, 9-11.)

Toiminnanohjausjärjestelmähankeelle asetettiin monia tavoitteita. Ensimmäkin hankkeen avulla haluttiin siirtyä teknisesti aiempaa nykyaikaisempiin ja laadukkaampiin järjestelmiin, jotka mahdollistavat joustavammin toiminnassa tapahtuvat muutokset. Toiseksi järjestelmähankeella haluttiin pienentää aiempien tietojärjes-

telmien ylläpidosta aiheutuvaa riskiä. Toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa tiedon tallentamisen järjestelmään vain kerran, kun aiemmin useiden erillisjärjestelmien käyttö vaati moninkertaista tiedon tallentamista. Moninkertaisen työn väheneminen saa aikaan kustannussäästöjä. Lisäksi uusi järjestelmä mahdollistaa tietojen sujuvan kulun eri osa-alueiden välillä ja vähentää virheiden mahdollisuutta tietojen tallennuksessa ja siirrossa. Kolmanneksi järjestelmä vastaa aiempaa paremmin kaupunkia kohtaaviin tulevaisuuden haasteisiin, kuten palvelujen sähköistämiseen. Yhteydenpito sidosryhmiin, asiakkaisiin, toimittajiin ja viranomaisiin helpottuu. Järjestelmän avulla pystytään hyödyntämään yritysmaailman parhaat käytännöt myös kuntasektorilla. Taloudellisina hyötyinä investoinnista tavoitellaan nopeampaa raportointia päätöksenteon ja ohjauksen tueksi, kustannustehokkaampia prosesseja, uuden organisaatio- ja johtamismallin tukemista, tiedon reaaliaikaisuutta, paperimäärän vähenemistä työprosesseissa ja aiempaa paremmin hallittavissa olevia ylläpitokustannuksia. (Tampereen kaupunki 2006a)

Investointiin sisältyvä kasvuoptio

Tampereen kaupungin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi sisältää kasvuoption, koska järjestelmä on osa isompaa muutosprosessia ja järjestelmä toimii edellytyksenä myöhemmille muutoksille. Järjestelmä mahdollistaa uuden toimintamallin käyttöönoton. Tampereen kaupungin on tarkoitus siirtyä tilaaja-tuottaja -mallin käyttöön vuoden 2007 alussa. Tilaaja-tuottaja -mallissa kaupungin toiminnot erotellaan tilaaja- ja tuottajatoimintoihin. Tilaaja tilaa kaupungin omilta tuotantoyksiköiltä tai vastaavasti ulkopuolisilta palvelun tuottajilta palveluita kuntalaisille palvelusopimusten mukaisesti. Palvelusopimuksessa määritellään tuotteiden yksikköhinnat, tilattavat määrät sekä tuotteiden laatutekijät. Toimintamallin muutoksella pyritään vastaamaan kuntataloutta koskeviin tulevaisuuden haasteisiin. Mallin tarkoituksena on tehostaa tuotantoyksiköiden toimintaa ja saada tehostumisen välityksellä aikaan kustannussäästöjä. Malli mahdollistaa myös aiempaa helpomman vertailun yksityis-

ten palveluntuottajien ja omien tuotantoyksiköiden välillä, koska oma palvelutuotanto tuotteistetaan eli palveluille lasketaan yksikköhinnat. Toimintamallin toteutuksessa toiminnanohjausjärjestelmällä on merkittävä rooli. Järjestelmä mahdollistaa mallin edellyttämän sisäisen laskutuksen, kun tuotantoyksiköt laskuttavat tilaajia palveluistaan. Lisäksi järjestelmä mahdollistaa tehokkaamman palvelusopimusten toteumaraportoinnin ja seurannan.

Osana toimintamallin uudistusta Tampereen kaupunki on perustanut palvelukeskuksia kuten taloushallinnon palvelukeskuksen ja hallintopalvelukeskuksen. Palvelukeskusajattelun ideana on organisoida ydinprosesseja tukevat tukipalvelut kustannustehokkaasti keskittämällä palvelut yhteen yksikköön (Tampereen kaupunki 2006b). Aiemmin kyseiset tehtävät hoidettiin hajautetusti toimialoilla. Keskittämällä tukipalvelut palvelukeskuksiin vapautetaan toimintayksiköiden ydinosaaminen olennaiseen tehtävään, eli asiakaspalveluun. Toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa palvelukeskusten tehokkaan toiminnan. Näin ollen toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa tulevaisuuden kasvun, koska se on tärkeä edellytys uuden toimintamallin onnistumisessa. Toiminnanohjausjärjestelmä sisältää siis kasvuoption. Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi voi sisältää kasvuoption myös pitkälle tulevaisuuteen ajoittuville investoinneille, joista ei vielä ole tietoa.

Kasvuoptiolle on vaikea määrittää arvoa, koska kaikista sen avaamista tulevaisuuden mahdollisuuksista ei ole vielä edes tietoa. Siitä huolimatta kasvuoption olemassaolo on tärkeä huomioida investoinnin kannattavuutta arvioitaessa, koska sen vaikutus investoinnin kokonaisarvoon voi olla hyvin merkittävä.

6 Yhteenveto

Tutkielman tavoitteena oli selvittää, millaisia menetelmiä voidaan käyttää kunta-sektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmäärityksessä ja mitkä tekijät vaikuttavat toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvoon. Aluksi käsiteltiin erilaisia investointien arvonmääritysmenetelmiä. Toisessa luvussa käytiin läpi perinteisiä investointien arvonmääritysmenetelmiä: nettonykyarvomenetelmä, nykyarvoindeksi, pääoman tuottoaste, takaisinmaksuajan menetelmä sekä sisäinen korkokanta. Perinteisistä menetelmistä luotettavimmaksi todettiin nettonykyarvomenetelmä. Nettonykyarvomenetelmä soveltuu investointien arvonmääritykseen silloin, kun investointi tuottaa tasaisesti kassavirtoja tietyn ajan ja investointiin ei sisälly juurikaan epävarmuutta. Mitä enemmän epävarmuutta investointiin sisältyy, sitä epäluotettavammaksi nettonykyarvomenetelmä muuttuu.

Kolmas luku käsitteli reaaliopitoteoriaa, joka on kehitetty huomioimaan johdon joustomahdollisuudet investointiprojekteissa. Luvussa alussa käsiteltiin optio- ja reaaliopitoteorian peruspiirteitä. Lisäksi käsiteltiin erilaisia reaaliopitotyyppejä, finanssiopitoiden ja reaaliopitoiden yhteneväisyyksiä, opitoiden hinnoittelumenetelmiä sekä reaaliopitoteorian heikkouksia investointien arvonmäärityksessä. Heikkouksista huolimatta reaaliopitoteoria on suositeltava menetelmä sellaisten investointien arvonmääritykseen, jotka sisältävät runsaasti epävarmuutta ja suuren uponneiden kustannusten vaaran. Yksinkertaisissa investointipäätöksissä reaaliopitoteoriaa ei kannata soveltaa.

Toiminnanohjausjärjestelmäinvestoinnit sisältävät tyypillisesti runsaasti epävarmuustekijöitä, suuren uponneiden kustannusten vaaran sekä monipuolisesti johdon

joustopotentialuuksia. Juuri näiden ominaisuuksien vuoksi perinteiset menetelmät, kuten nettoykyarvomenetelmä, eivät ole riittäviä menetelmiä toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmääritykseen. Arvonmäärityksessä tulisi käyttää täydennettyä nettoykyarvomenetelmää, jossa perinteistä staattista nettoykyarvoa täydennetään reaaliopitoiden arvoilla. Neljännessä luvussa sovellettiin reaaliopitoteoriaa kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin ja tarkasteltiin reaaliopitoiden arvoon vaikuttavia muuttujia sekä riskejä. Lopuksi tunnistettiin erilaisia reaaliopitoidia, joita on mahdollista löytää kuntasektorin toiminnanohjausjärjestelmäinvestoinneista. Aiemmat tutkimukset ovat keskittyneet lähinnä yksittäisen reaaliopitoiden arvonmääritykseen. Reaaliopitoiden tunnistaminen on kuitenkin hyvin tärkeä osa reaaliopitoidia sisältävien investointien arvonmääritysprosessia, koska investoinnit eivät automaattisesti sisällä reaaliopitoidia, vaan ne pitää ensin tunnistaa ja luoda osaksi investointimahdollisuutta. Sen vuoksi tässä tutkimuksessa keskityttiin tunnistamaan toiminnanohjausjärjestelmäinvestointeihin sisältyviä reaaliopitoidia ja pohtimaan niiden arvoon vaikuttavia tekijöitä.

Viidennessä luvussa käsiteltiin käytännön esimerkkinä Tampereen kaupungin toiminnanohjausjärjestelmäinvestointia. Tampereen kaupunki otti toiminnanohjausjärjestelmän käyttöön vuoden 2006 alussa. Toiminnanohjausjärjestelmäinvestointi sisältää kasvuoption, koska se mahdollistaa tulevia toiminnan tehostumiseen tähtäviä hankkeita. Järjestelmäinvestointi tukee esimerkiksi kaupungin toimintamallin uudistusta, jonka tavoitteena on tehostaa kaupungin tuotantoyksiköiden toimintaa ja saada aikaan kustannussäästöjä.

Kaiken kaikkiaan reaaliopitoteorian soveltaminen on suositeltavaa toiminnanohjausjärjestelmäinvestointien arvonmäärityksessä. Reaaliopitoidilähestymistapa on kuitenkin edelleen monimutkainen työkalu, mikä hidastaa sen käyttöönottoa käytännön investointiprojektien arvioinnissa. Mikäli menetelmän käyttäminen on laskennallisesti liian monimutkaista, tulisi menetelmää kuitenkin käyttää ainakin ajattelutavan tasolla investointipäätöksenteossa. Reaaliopitoteoria antaa organisaatioiden johdolle

mahdollisuuden löytää keinoja, joilla voidaan luoda ja kasvattaa investointimahdollisuuksien arvoa.

Lähteet

- Amran, M. & Kulatilaka, N. (1999), *Real Options, Managing Strategic Investment in an Uncertain World*, USA: Harvard Business School Press.
- Benaroch, M. (2002), "Managing Investments in Information Technology Based on Real Options Theory", *Journal of MIS*, 19, 43–84.
- Benaroch, M. & Kauffman, R. (1999), "A Case for Using Real Options Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments", *Information Systems Research*, 10, 70–86.
- Black, F. & Scholes, M. (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *The Journal of Political Economy*, 81, 637–654.
- Bodie, Z., Kane, A. & A.J., M. (2005), *Investments* (6. p.), New York: McGraw-Hill.
- Brealey, R. & Myers, S. (2000), *Principles of Corporate Finance* (6. p.), USA: McGraw-Hill.
- Brealey, R., Myers, S. & Marcus, A. (2004), *Fundamentals of Corporate Finance* (4. p.), New York: McGraw-Hill.
- Damodaran, A. (1996), *Investment Valuation*, Canada: John Wiley & Sons.
- (2003), "The Promise of Real Options", teoksessa *The Revolution of Corporate Finance*, toim. J. Stern & D. Chew, Blackwell Publishing, luku 8, s. 89–105.
- Dixit, A. & Pindyck, R. (1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton: Princeton University Press.
- Dos Santos, B. (1991), "Justifying Investments in New Information Technologies", *Journal of Management of Information Systems Investments*, 7, 71–89.

- Fichman, R., Keil, M. & Tiwana, A. (2005), "Beyond Valuation: Options Thinking in IT Project Management", *California Management Review*, 47, 74–96.
- Grinblatt, M. & Titman, S. (2001), *Financial Markets and Corporate Strategy* (2. p.), New York: McGraw-Hill.
- Kambil, A., Henderson, J. & Mohsenzadeh, H. (1991), "Strategic Management of Information Technology Investments: An Options Perspective", <http://pages.stern.nyu.edu/~akambil/publications/option1.pdf>.
- Kautt, G. (2003), "Real Options Analysis: The Profession's Next Cutting-Edge Tool", *Journal of Financial Planning*, 16, 72–79.
- Knüpfer, S. & Puttonen, V. (2004), *Moderni rahoitus*, Helsinki: WSOY.
- Lander, D. & Pinches, G. (1998), "Challenges to the Practical Implementation of Modeling and Valuing Real Options", *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 38, 537–567.
- Matolcsy, Z., Booth, P. & Wieder, B. (2005), "Economic Benefits of Enterprise Resource Planning Systems: Some Empirical Evidence", *Accounting and Finance*, 45, 439–456.
- Myers, S. (1977), "Determinants of Corporate Borrowing", *Journal of Financial Economics*, 5, 147–175.
- Niskanen, J. & Niskanen, M. (2000), *Yritysrahoitus*, Helsinki: Edita.
- Oracle (2005), "Oracle Customer Snapshot", http://www.oracle.com/global/fi/asiakkaat/espoon_kpi.pdf. 17.7.2006.
- Poston, R. & Grabski, S. (2001), "Financial Impacts of Enterprise Resource Planning Implementations", *International Journal of Accounting Information Systems*, 2, 271–294.
- Ross, S., Westerfield, R. & Jaffe, J. (2001), *Corporate Finance* (6. p.), New York: McGraw-Hill.
- Schwartz, E. & Zozaya-Gorostiza, C. (2003), "Investment Under Uncertainty in Information Technology: Acquisition and Development Projects", *Management Science*, 49, 57–70.

- Smit, H. & Trigeorgis, L. (2004), *Strategic Investment: Real Options and Games*, Princeton: Princeton University Press.
- Stähle, P., Kyläheiko, K., Sandström, J. & Virkkunen, V. (2002), *Epävarmuus hallintaan - Yrityksen uudistusmiskyky ja vaihtoehdot*, Helsinki: WSOY.
- Tampereen kaupunki (2005), ”Toiminnanohjausjärjestelmä ja toimintamallin uudistaminen”, http://www.tampere.fi/tiedostot/5cvCjTjgZ/erp_01122005.pdf. 17.7.2006.
- (2006a), ”Toiminnanohjauksen sivut”, <http://www.tampere.fi/talous/erp/index.html>.
- (2006b), ”Toimintamallin uudistuksen sivut”, <http://www.tampere.fi/hallinto/toimintamallinuudistus/index.html>.
- Trigeorgis, L. (1995), ”Real Options: An Overview”, teoksessa *Real Options in Capital Investment: Models, Strategies, and Applications*, toim. L. Trigeorgis, Praeger Publishers, luku 1, s. 1–28.
- (1996), *Real Options*, USA: MIT Press.