

Vesa Vanhanen
Suomen Pankin markkinaoperaatioiden osasto
17.11.1988

27/88

KORKORISKIN HALLINTA VELKAKIRJAMARKKINOILLA

Suomen Pankin monistuskeskus
Helsinki 1988
ISBN 951-686-174-1
ISSN 0785-3572

Tiivistelmä

Tässä tarkastellaan lyhyesti tehokkailla velkakirja-markkinoilla sovellettavia sijoitusstrategioita korkoriskin hallinnan kannalta ja luokitellaan niitä aktiivinen-passiivinen ulottuvuudella. Sijoituksia tarkastellaan yhtenä kokaisuutena ottaen huomioon futuureiden ja optioiden käyttömahdollisuudet. Tarkastelussa todetaan sijoittajan lähtökohtien ja tavoitteiden merkitys korkoriskin hallintamenetelmien valinnassa ja valitun sijoitusstrategian tulosten tulkinnessa.

SISÄLTÖ

1. Johdanto	
1.1 Pääomaliikkeet	9
1.2 Sijoitukset ja epävarmuus	10
1.3 Riskien luonne	12
1.4 Sijoitukset talousteoriassa	14
1.5 Sijoitusstrategiat ja riskinhallinta	15
2. Korot ja korkorakenne	
2.1 Käsitteistä	17
2.2 Velkakirjan korko	
2.2.1 Sisäinen korko	18
2.2.2 Nykykorko	20
2.3 Nykykorkorakenne	
2.3.1 Nykykorkorakenteen ominaisuuksia	25
2.3.2 Nykykorkorakenteen määrittely	26
2.3.3 Korkorakenteen käyttö	27
2.4 Korkorakenteen määräytyminen	
2.4.1 Korot ja sijoittajan käyttäytyminen	29
2.4.2 Odotusteoria	30
2.4.3 Likvidiyspreferenssiteoria	31
2.4.4 Markkina-alue teoria	32
2.5 Inflaatio, makrosuureet ja korot	33
2.6 Korkoihin vaikuttavat prosessit	34
3. Riski	
3.1 Riskin määritelmät	
3.1.1 Velkakirjan riski	36
3.1.2 Sijoittajan kohtaama riski	38
3.2 Duraatio riskimittarina	
3.2.1 Duraatiomallit	39
3.2.2 Riski ja tuotto	41
3.2.3 Duraation laskenta	43
3.3 Duraation ominaisuuksia	
3.3.1 Macaulayn duraatio	45
3.3.2 Duraatiomalleja	48

3.4	Duraation laajennuksia	
3.4.1	Hicksin pääomajousto	49
3.4.2	Futuurisopimusten duraatio	51
3.4.3	Optioiden duraatio	53
3.4.4	Konveksisuus	54
4.	Passiiviset sijoitusstrategiat	
4.1	Lähtökohdat	57
4.2	Dedikaatio riskien hallinnassa	
4.2.1	Dedikaation perusteet	58
4.2.2	Optimoitu dedikaatio	59
4.2.3	Dedikaation käyttö	62
4.3	Immunisaatio	
4.3.1	Immunisaation määritelmä	62
4.3.2	Immunisaation teoreettiset perusteet	63
4.3.3	Immunisaation laajennukset	66
4.3.4	Ehdollinen immunisaatio	69
4.3.5	Immunisaation rajoitteet	71
4.4	Indeksointi	71
5.	Aktiiviset strategiat	
5.1	Suojautuminen	
5.1.1	Futuurisopimukset	73
5.1.2	Futuurisopimusten hinnan määräytyminen	74
5.1.3	Suojautuminen futuureilla	75
5.1.4	Suojakerroin heikossa suojautumisessa	77
5.1.5	Suojakerroin vahvassa suojautumisessa	81
5.2	Vakuuttaminen ja optioiden käyttö	
5.2.1	Vakuuttamisen perusteet	83
5.2.2	Optiostrategiat	84
5.2.3	Dynaamiset strategiat	85
5.2.4	Optioiden hinnoittelumallit	85
5.3	Optimointi ja aktiivinen sijoittaminen	
5.3.1	Tuoton odotusarvon optimointi	90
5.3.2	Aktiivinen sijoittaminen	91

6. Sijoitusten tuotot	
6.1 Tulostittauksen perusteet	
6.1.1 Teoreettiset lähtökohdat	94
6.1.2 Mittausjakso	95
6.1.3 Velkakirjamarkkinoiden erityisongelmia	95
6.2 Riskisopeuttaminen	96
6.3 Lähteittäin eritellyt tuotot	
6.3.1 Tuoton ulkoiset lähteet	100
6.3.2 Sijoituspäätösten tuottovaikutukset	102
6.3.3 Tuottokomponenttien mittaus	103
6.4 Markkinaindeksin tehtävät	105
6.5 Valuuttatuotot ja perusvaluutta	105
7. Velkakirjat sijoituskohteina	
7.1 Kansainväliset markkinat	107
7.2 Sijoittajan valinnat	108
7.3 Markkinoiden rationaalisuus	109
Lähteet	111

1. Johdanto

1.1 Pääomaliikkeet

Kansainvälisten pääomaliikkeiden vapautuminen ja pääomamarkkinoiden merkityksen kasvu ovat lisänneet sijoittamiseen liittyviä riskejä. Pääomat virtaavat korkeampien tuottojen ja pienempien riskien perässä nopeasti ja suurina määrinä aiheuttaen liikkeillään osakehintojen, korkojen ja valuuttakurssien vaihteluita. Tiedonkulun reaaliaikaisuus ja tiedon saatavuus kaikkialla maailmassa johtavat lähes täydellisesti integroituneisiin pääomamarkkinoihin, joilla käydään kauppaa vuorokauden ympäri päivänkulun mukana. Tällaisessa ympäristössä tapahtuvan sijoittamisen edellytyksenä on sijoituksiin liittyvien riskien ja niiden hallintamahdollisuuksien tunteminen.

Pääomamarkkinoihin liittyy myös eräänlainen ristiriitaisen rationaalisuuden elementti. Tämä ilmenee toisaalta talouden tosiasioiden ja toisaalta markkinoiden logiikan vaatimusten ristiriitaisuutena. Tyypillinen esimerkki tästä on ylireagointi: markkinat voivat reagoida voimakkaasti ja ennalta-arvaamattomasti näennäisen pieniinkin uutisiin. Markkinoiden logiikan kannalta tämä on kuitenkin rationaalista, sillä markkinaosapuolet voivat saada voittoja vain mikäli markkinat liikkuvat - suuntaan tai toiseen. Liikkeitä aiheuttavan markkinapsykologian vaihtelut lisäävät korkojen vaihtelualttiutta ja samalla voitto- ja tappiomahdollisuuksia maailmanlaajuisessa kasinossa. Vaihtelualttiutus synnyttää tarpeen suojautua suurilta tappiomahdollisuuksilta, ellei investoija ole luonteeltaan riskinsuosija.

Kansainvälisten osakemarkkinoiden noin viisi vuotta jatkunut voimakas nousukausi taittui vuoden 1987 lopulla. Tämä on lisännyt kiinnostusta joukkovelkakirjoja kohtaan. Samalla maailman talouskasvun mahdollinen hidastuminen vuosina 1989-1990 lisää velkakirjoja kohtaan tunnettua

kiinnostusta, sillä kansantalouksien kasvun heikentyessä myös koroilla on taipumus laskea ja velkakirjojen hinnoilla näinollen nousta.

1.2 Sijoitukset ja epävarmuus

Sijoitukset voidaan määritellä luopumiseksi varmasta nykyarvosta epävarman tulevan arvon hyväksi¹ ja ne voidaan jakaa reaali- ja rahasisioituksiin². Reaalisioitukset ovat investointeja sekä henkisiin että fyysisiin tuotannontekijöihin kun taas rahasisioitukset kohdistuvat puhtaisiin finanssi-instrumentteihin (osakkeet, velkakirjat, talletukset ja näiden johdannaiset).

Kansantalouden kannalta rahasisioitukset eivät suoraan synnytä tuotannolle perustuvaa pysyvää vaurautta vaan vaikuttavat näiden alojen palveluiden laajenemisen kautta. Kansantaloudelle reaalisioitukset ovat edelleen ensisijaisia pysyvän vaurauden luoja.

Yritysten kannalta kaikkia sijoitusta voidaan tarkastella niiden elinaikanaan yritykselle tuottamien kokonaisyötyjen kannalta, jolloin reaali- ja rahasisioitukset ovat samalla lähtöviivalla. Monessa tapauksessa ne ovat toisiaan täydentäviä, sillä reaalisioituksiin vaadittava pääoma on useimmiten peräisin rahasisioitusten markkinoilta. Toisaalta jos reaalisioituksista odotettava tuotto ei yllä rahasisioituksista saatavaan tuottoon, ei reaalisioituksia ole järkevää tehdä. Taistelu markkinaosuuksista ja sen myötäan tuoma yritysostojen ja -kaappauksen aalto on myös kasvattanut pääomamarkkinoita ja niiden merkitystä.

1 Esim. Sharpe 1985, 2.

2 Myös termiä finanssisioitukset käytetään.

Pääomatalouden kehittyminen on lisännyt yksinomaan rahasisjoituksiin keskittyvien sijoittajien määrää. Pankit, vakuutusyhtiöt, erilaiset rahastot ja varakkaat yksityishenkilöt pyrkivät rahasisjoitusten avulla lisäämään tulojaan, selviytymään odottamistaan menoista tai säilyttämään sijoitetun pääoman arvon. Tällaisten sijoittajien kannalta pääomavirtojen vapautuminen on tärkeää, sillä näin mahdollistuvat sijoitukset kaikkiin mahdollisiin kohteisiin pelkästään tuotto- ja riskiodotusten perusteella.

Epävarmassa maailmassa myöskään sijoitusten tuotto ei ole varmaa. Riskillä tarkoitetaan tässä epävarmuutta, joka syntyy velkakirjaan liittyvien piirteiden muutosten vaikutuksesta sijoittajan nettovarallisuuteen¹. Nettovarallisuus koostuu odotetuista tulo- ja menovirroista jotka muodostuvat koroista, kuoletuksista ja mahdollisista valuuttakurssieroista.

Rahasisjoitusten riski voi olla nopeammin realisoituvaa ja vaihtelevaa kuin reaalisijoitusten. Rahasisjoitusten tarkastelun mielenkiintoa lisää niihin liittyvien riskien teoreettinen mallitettavuus tuoton funktiona ja tätä kautta avautuvat hallintamahdollisuudet.

Rahasisjoitukset kohdistuvat arvopapereihin, joiden odotetaan tulevaisuudessa tuottavan tuloja. Tavallisimpia esimerkkejä ovat laajalti käytetyt jälkimarkkinakelpoiset instrumentit kuten osakkeet, joukkovelkakirjat ja sijoitustodistukset. Näistä osakkeita on totuttu pitämään riskialtteimpina ja korkeatuottoisimpina, joukkovelkakirjalainoja turvallisina ja matalatuottoisina. Esimerkiksi Suomessa joukkovelkakirjojen hinta- ja korkotaso onkin pysynyt pitkään suhteellisen vakaana, mikä on ainakin osittain johtunut pääomamarkkinoiden kehitty-

1

Määritelmä kuten Ahlstedtilla ja Halmeella 1987 (s. 3).

mättömyydestä ja säännellyistä oloista - maailma kuitenkin muuttuu.

Muulla markkinoiden velkakirjojen korkojen vaihtelualttius on ollut huomattava jo noin kymmenen vuotta. Vapautuneet pääomamarkkinat ja inflaatiovauhdin vaihtelut ovat johtaneet korkojen vaihtelualttiuden huomattavaan lisääntymiseen verrattuna 1960-luvulla vallinneeseen tilanteeseen.

Osakemarkkinat ja niihin liittyvät strategiat ovat perusteiltaan samanlaisia sekä Suomessa että kansainvälisesti. Suomen velkakirjamarkkinat ovat pienuutensa ja kehittymättömyytensä vuoksi soveltumattomia laajamittaiseen velkakirjasijoittamiseen, jonka perustana olevat strategiat edellyttävät toimivia markkinoita. Jatkossa keskitytään tehokkailla velkakirjamarkkinoilla mahdollisiin strategioihin.

1.3 Riskin luonne

Tavoitteena on yleisellä teoreettisella tasolla kuvata erilaisia lähestymistapoja korkoriskien hallintaan. Pyrkimyksenä ei ole tarkastella niitä teknisiä käytännön ongelmia, joita näiden strategioiden soveltaminen aiheuttaa, vaan esitellä päästrategiat.

Korkoriski on ominaista joukkovelkakirjoille, joiden markkina-arvoon yleinen korkotaso vaikuttaa. Korkojen lisäksi velkakirjoihin vaikuttavat lainanottajaan ja lainaan itseensä liittyvät riskit.

Korkoriski voidaan jakaa hintariskiin ja uudelleensijoitusriskiin. Hintariski johtuu korkojen vaikutuksesta velkakirjojen myyntihintoihin ennen niiden erääntymistä ja uudelleensijoitusriski velkakirjoista saatavan korkotuoton sijoitukseen liittyvästä korkoepävarmuudesta.

Sijoittajan tavoitellessa varallisuutensa kasvua, säilymistä tai jonkin menovirran kattamista sijoituksista saatavilla tuotoilla täytyy hänen pyrkiä suojautumaan epävarmuudelta.

Lainanottajaan liittyy luottotappioriski eli tilanteet, joissa lainan tai pääoman saaja ei pysty vastaamaan sitoumuksistaan. Lainaansa itseensä liittyy likvidiysriski, jossa velkakirjaan sijoitettua pääomaa ei voida saada takaisin ennen juoksuajan päättymistä markkinoiden (halukkaiden ostajien) puutteen vuoksi¹. Jotta korkoriskin vaikutus sijoitusten arvoon voitaisiin eriyttää muista riskeistä, oletetaan jatkossa sen olevan ainoa velkakirjoihin liittyvä riskitekijä.

Velkakirjasijoittamiseen liittyvä teoria on meillä vähemmän tunnettua, mutta kansainvälisesti alueen kiinnostavuus on lisääntynyt velkakirjasijoittamisen riskien ja turvallisempien sijoitusstrategioiden tarpeen kasvaessa.

Kansainvälisiin sijoituksiin lisäksi valuuttakurssiriski on käsitteellisesti selkeä. Kelluvien kurssien aikana on koettu huomattavia valuuttojen arvojen suhteellisia muutoksia, jotka ovat vaikuttaneet ulkomaisten investointien kotiutettaviin tuottoihin. Valuuttakurssiriskiä ja sen hallintaa on laajalti käsitelty myös suomeksi, joten jatkossa oletetaan, että kansainvälisiin sijoituksiin liittyvä valuuttakurssiriski ei vaikuta valuuttamääräisiin ulkomaisiin sijoituksiin. Soveltuvina esimerkkeinä ovat lähinnä erilaiset korijärjestelmät, jotka voidaan rakentaa portfolioteoriaan perustuen².

1 Pankin saatavien ja velkojen kannalta kattavamman riskierittelyn on tehnyt mm. Lybeck 1987, 21-28.

2 Tästä Lehmussaari 1987.

1.4 Sijoitukset talousteoriassa

Sijoittamiseen liittyvä teoriakehitys on suhteellisen nuorta verrattuna moneen muuhun taloustieteen haaraan. Portfolioteorian perusteet luotiin 1950- ja 1960-luvuilla, 1970-luvulla kehittyivät monet vaihtoehtoiset lähestymistavat ja johdannaisinstrumentteihin liittyvät teoriat, mutta laajempaa kiinnostusta investointien teoria on herättänyt vasta 1980-luvulla. Syynä tähän ovat pääomamarkkinoiden ja niihin liittyvien pääomavirtojen kasvanut merkitys koko maailmantaloudelle yleensä ja näitä pääomia sijoittaville erityisesti.

Teoriakehikön nuoruudesta johtuvat sen puutteet ja kehityksen nopeus. Investointien teorian kehitys johtaa jatkuvasti uusiin käytännön sovelluksiin, joita tuottavat sekä akateemisten laitosten tutkijat että investointipankkien tutkimusosastot. Keskeisin teorian kehittäminen on tapahtunut ja tapahtuu Yhdysvalloissa ja Englannissa, joiden pääomamarkkinat ovat kaikkein kehittyneimmät. Teorioiden sopivuutta on voitu testata suhteellisen pitkällä aikasarjoilla ja osoittaa niiden relevanssi sijoituspäätöksille.

Investointien teoria on mikrotalousteorian sovellutusalueita vaikka hinnat ja korot määräytyvät koko talouden kysynnästä ja tarjonnasta ja ovat luonteeltaan makrosuureita.

Useat suurten maiden pääomamarkkinoista ovat esimerkkejä suhteellisen täydellisistä markkinoista, joilla kysyntä ja tarjonta pääsevät määräämään hyödykkeiden hinnat ja joilla osanottajilla on jatkuvasti käytettävissään lähes sama hintoihin vaikuttava tieto. Tämä lisää aiheen teoreettista kiinnostavuutta, mutta vaarana on luottaa liiaksi näennäiseen rationaalisuuteen ja jättää huomiotta markkinapsykologian vaikutukset.

Markkinamekanismi vaikuttaa pääomamarkkinoiden kautta myös valtiontalouksiin ja maailman taloussuhteisiin. Markkinat eivät ole kehittyneet tyhjiössä, vaan ovat osittain tietoisten päätösten, osittain tietoisien päätämättömyyden tulosta. Tässä esityksessä rajoitutaan tarkastelemaan pääomamarkkinoita sellaisenaan, irrallaan näistä kytkennöistä. Markkinamekanismin perusteita tai vaikutuksia ei aseteta kyseenalaisiksi, vaan pyritään tutkimaan annetuille markkinoille soveltuvia toimintamalleja.

1.5 Sijoitusstrategiat ja riskinhallinta

Korkoriskejä on mahdollista vähentää erilaisilla sijoitusstrategioilla. Jatkossa luokitellaan strategioita niiden tavoitteiden perusteella ja rakennetaan toimiville velkakirjamarkkinoille suuntautuvan sijoittamisen perusvaihtoehdot.

Sijoitettaessa varoja velkakirjamarkkinoille on aina määriteltävä sijoittamisen tavoitteet. Halutun tuoton saavuttaminen mahdollisimman alhaisella riskitasolla on yleisimpiä tavoitteita. Riskin vähentäminen vähentää tuottopotentiaalia, joten sijoittajan kannalta mahdolliset yhdistelmät eli riskinsuosimisen tai -karttamisen aste on myöskin määriteltävä.

Tässä sijoittamista tarkastellaan riittävän suuren yksittäisen sijoittajan kannalta. Sijoittajalla on mahdollisuus itse määritellä strategiansa ja toteuttaa se. Esimerkkeinä voisi mainita pankit, vakuutuslaitokset, eläkerahastot ja kenties varakkaat yksityishenkilöt.

Sijoittajan käytössä olevat sijoitusstrategiat voidaan asettaa jatkumolle aktiivinen-passiivinen niiden sijoittajalta vaatiman näkemyksen suhteen. Sijoittajan omaan

korkonäkemykseen liittyvä todennäköisyys itse asiassa määrittää sijoittajan halukkuuden soveltaa aktiivista tai passiivista strategiaa. Jos sijoittaja on varma, että hän kykenee ennustamaan korkoja paremmin kuin markkinat, on loogisesti välttämätöntä perustaa sijoittaminen omalle, ei markkinoiden korkonäkemykselle.

Aktiivisissa strategioissa sijoitussalkun hoitaja valitsee periaatteessa vapaasti salkkunsu sisällön omien korko-odotustensa mukaan, jolloin strategian onnistuminen riippuu eksplisiittisten korkonäkemyksien oikeellisuudesta. Passiivisille strategioille keskeistä on varmistaa jokin haluttu tuotto hyödyntämällä toisensa tasapainottavia korkomuutoksia yli suunnitteluhorisontin riippumatta siitä, mitä arvopapereiden hinnoille ja koroille tapahtuu tänä aikana.

Mielenkiinto riskienhallintaa kohtaan on osin peräisin siitä, että aktiivisten sijoitusstrategioiden on koettu epäonnistuneen. Lisääntyneen riskinoton ei ole nähty johtaneen niihin lisääntyneisiin tuottoihin, joita teorian perusteella on odotettu. Riskien hallintapyrkimys on osaltaan johtanut johdannaisinstrumenttien kehittymiseen. Johdannaisinstrumenteilla, joita ovat esimerkiksi optiot, futuurit, muuttuvakorkoiset velkakirjat, korkoswapit ja nollakuponkilainat, voidaan riskejä kohdentaa uudelleen ja muuttaa niiden muotoa. Lisäksi riskejä pyritään vähentämään erilaisilla matemaattisilla menetelmillä, joiden rajoitteet ja mahdollisuudet täytyy tuntea.

2. Korot ja korkorakenne

2.1 Käsitteistä

Velkakirjoihin liittyvää riskiä tarkasteltaessa on määritettävä tekijät, jotka vaikuttavat velkakirjojen korkojen ja sitä kautta hintojen määräytymiseen. Yleensä velkakirjojen korkoja tarkastellaan niiden (jäljellä-olevan) juoksuajan funktiona, jolloin saadaan käyrä, jota voidaan kutsua korkorakenteeksi¹.

Korkorakenteen määrittelyssä käytetään apuna diskontto-funktiota d_t , jolla hetken t rahavirta a_t diskonttataan nykyhetkeen. Diskonttofunktio (eli diskonttotekijän) ja korkorakenteen yhdistää diskonttofunktio d_t kaava

$$(2-0) \quad d_t = \frac{1}{(1+r_t)^t}$$

Mikäli tässä kaavassa $r_t = r$ kaikille t , on r velkakirjan sisäinen korko². Yhden velkakirjan sisäinen korko on sama kaikille hetkille t ja velkakirjan rahavirtojen diskonttauksessa käytettyjen korkojen muodostama korkorakenne vaakasuora.

Eripituisten velkakirjojen sisäisten korkojen muodostamaa korkorakennetta kutsutaan suomen kielellä usein tuotto-käyräksi. Tämä on jossain määrin harhaanjohtavaa, sillä sekä sisäiseen korkoon että muihin korkoihin perustuviin korkorakenteisiin liittyy paljon epävarmuustekijöitä, jotka johtavat siihen, että tämänhetkinen sisäinen (tai

1 Engl. term structure of interest rates.

2 Sisäistä korkoa voidaan kutsua suomen kielessä myös sisäiseksi markkinakoroksi, sisäiseksi korkokannaksi, tuottovaati-mukseksi, tuottoarvoksi tai alkuperäis-termillä yield to maturityksi.

muu ex-ante) korko ei kuvaa velkakirjasta todellisuudessa (ex-post) saatavaa tuottoa. Sisäinen korko on kuitenkin yksinkertainen ja usein käytetty hinnoittelu- ja vertailumenetelmä kansainvälisillä markkinoilla.

Velkakirjaan liittyy yleensä nimelliskorko eli kuponki, joka maksetaan vuosittain tai puolivuositain. Nimelliskorko ei ole velkakirjasta saatavaa kokonaistuottoa kuvaava luku, sillä kokonaistuottoon kuuluvat myös ostohinnan ja myyntihinnan erotus ja kuponkikorkojen uudelleensijoittamisesta saatava tuotto.

2.2 Velkakirjan korko

2.2.1 Sisäinen korko

Velkakirjojen sisäisten korkojen vertailu on yleisin tapa muodostaa korkorakenne. Sisäisen koron laskentakaava diskonttaa kaikki velkakirjan tuottamat tulevat rahavirrat yhdellä (sisäisellä) korolla siten, että näin saatujen diskontattujen rahavirtojen summa on yhtä suuri kuin velkakirjan hinta tarkasteluhetkellä. Kerran vuodessa kuponkikorkoa maksavan velkakirjan sisäinen korko lasketaan iteroimalla kaavasta¹

$$(2-1) \quad P = \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+y)^t} + \frac{B}{(1+y)^N}$$

jossa P = velkakirjan markkina-arvo

N = juoksuaika vuosissa

C = velkakirjan kuponkimaksun määrä

B = velkakirjan nimellisarvo.

y = velkakirjan sisäinen korko

1

Kaava esim. Latainer 1986, 12.

Velkakirjan sisäinen korko saavutetaan velkakirjan elinaikana jos se pidetään erääntymiseen saakka ja kuponnikorot voidaan aina investoida uudelleen korolla, joka on täsmälleen sama kuin velkakirjan sisäinen korko. Koska nämä otaksumat eivät juuri koskaan pidä paikkaansa, velkakirjan toteutunut tuotto eroaa sen sisäisestä korosta.

Sisäinen korko riippuu velkakirjan hinnasta. Hinnan ja koron suhde ei ole lineaarinen, vaan konvekssi, jolloin sisäisen koron muuttuessa yhdellä yksiköllä hinnan suhteellinen muutos on sitä suurempi, mitä pienempi lähtöhetken sisäinen korko on¹.

Sisäiseen korkoon liittyy eräitä ongelmia. Lasketun sisäisen koron mukaan jonkin velkakirjan tuottama rahavirta voitaisiin laskennallisesti sijoittaa jollain jaksolla uudelleen esimerkiksi 8% korolla, mutta jonkin toisen velkakirjan rahavirta samalla jaksolla vain esimerkiksi 7% korolla. Samana ajankohtana saatava tuotto sijoitetaan eri korolla velkakirjan ominaisuuksista riippuen, mikä on loogisesti ristiriitaista. Toisaalta kaikki saman velkakirjan rahavirrat diskontataan samalla korolla, vaikka ne tapahtuvat eri aikoina. Lisäksi velkakirjoille, joilla on sama jäljellä oleva juoksuaika mutta erisuuruinen nimelliskorko, käytetään diskonttauksessa erisuuruisia korkoja.

Sisäisten korkojen laskemisessa eri velkakirjoille on käytetty erilaisia lähtöoletuksia eikä saatuja korkoja voida suoraan vertailla keskenään. Velkakirjan sisäistä korkoa ei myöskään voi käyttää kokonaisen salkun sisäisen koron määrittämiseen, sillä salkun sisäinen korko ei ole

1

Esim. Bierwag 1987, 53.

suoraan laskettavissa yksittäisten velkakirjojen sisäisistä koroista¹.

Sisäistä korkoa voidaan yrittää parantaa olettamalla että kuponkikorkojen jälleensijoittaminen tapahtuu kaikkien velkakirjojen kohdalla samalla korolla². Ongelmaksi muodostuu ratkaisun riippuminen sijoittajan omista korkoennusteista, jotka ovat luonnollisesti epävarmoja. Lisäksi uudelleensijoituskoron tulisi otaksuttavasti olla erisuuruinen eri jaksoina tulevaisuudessa. Epävarmuus uudelleensijoituskoron suuruudesta vaikuttaa enemmän korkeakuponkisiin kuin matalakuponkisiin velkakirjoihin, sillä suhteellisesti suurempi osuus korkeakuponkisten kokonaisrahavirrasta tulee nimelliskorosta.

Korkorakenteen määrittelyn yhteydessä sisäisen koron ongelma on, että tietyllä juoksuajalla ei ole vain yhtä sisäistä korkoa. Tästä syystä korkorakennetta kuvaa paremmin sarja nykykorkoja.

2.2.2 Nykykorko

Intuitiivisesti järkevältä tuntuvaa ratkaisua velkakirjojen vertailuun ovat esittäneet eri yhteyksissä useat tutkijat³. Ratkaisu perustuu korkorakenteeseen, jossa eri jaksoilla erääntyvien maksujen diskonttauksessa sovellettava korko on samanpituisen nollakuponkilainan sisäinen korko, jota kutsutaan nykykoroksi⁴. Nykykorkojen laskeminen on hankalampaa kuin sisäisten korkojen, mutta saatua nykykorkorakennetta voidaan käyttää minkä tahansa velkakirjan nykyarvon määrittämiseen. Yksit-

1 Haugen 1986, 343-344.

2 Tästä esim. Carleton & Cooper 1976.

3 Esim. Brealey & Hodges, Schaefer 1977.

4 Engl. spot rate.

täisen kerran vuodessa kuponnikoron maksavan velkakirjan nykyarvo on:

$$(2-2) \quad PV = \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+r_t)^t} + \frac{B}{(1+r_N)^N}$$

jossa PV = velkakirjan nykyarvo

N = juoksuaika vuosina

C = velkakirjan kuponkimaksun määrä

B = velkakirjan nimellisarvo.

r_t = hetkeen t ulottuvan sijoituksen nykykorko

Toisin kuin sisäisessä korossa, kunakin jaksona (vuotena) erääntyvien maksujen diskonttauksessa käytetään eri korkoa ja kullakin jaksolla (vuodella) on yksiselitteinen nykykorko. Oletuksena on, että velkakirjoihin ei sisälly luottotappioriskiä. On huomattava, että velkakirjan markkina-arvo P ei ole automaattisesti yhtä suuri kuin velkakirjan nykykorkojen avulla laskettu nykyarvo PV, vaan näiden välillä voi olla eroa siten, että jokin velkakirja antaa samat rahavirrat halvemmalla kuin jokin toinen.

Käytännössä nykykorot lasketaan markkinoilla olevien tavanomaisten kuponkivelkakirjojen hinnoista lähtien koska kaikille jaksoille ei valmista nollakuponkivelkakirjaa ole. Vertailemalla eri velkakirjojen hintaa ja niiden tuottamia tulevia rahavirtoja voidaan löytää yhtälöitä, jotka suhteuttavat toisiinsa tulevat rahavirrat ja niille markkinoilla syntyneen nykyarvon¹, josta saadaan eri jaksojen nykykorko. Nykykorko ei siis ole mielivaltainen, vaan se sisältyy markkinoilta saatavaan hintatietoon -- korko on siis itse asiassa markkinoiden korkovaatimus tietyn pituisen sijoituksen koroksi.

1

Brealey & Hodges 10.

Tarkasteltaessa sisäisen koron ja nykykorkorakenteen suhdetta havaitaan, että jos velkakirjan elinaika on lyhyt, pääoman osuus kokonaisrahavirrasta on suuri ja sisäinen korko osuu lähelle nykykorkokäyrää. Mitä korkeampi kuponki ja mitä pitempi elinaika velkakirjalla on, sitä kauemmas nousevasta korkorakenteesta sisäiset korot asettuvat.

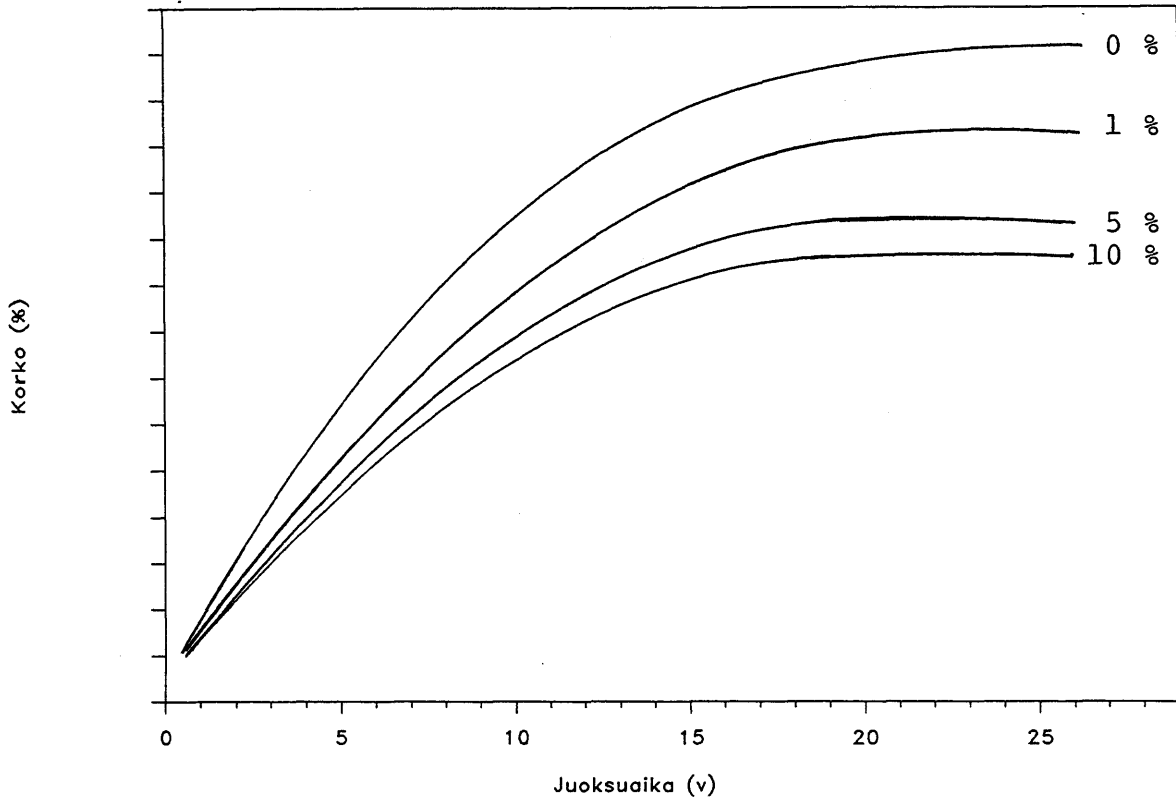
Kuvissa 1/1 ja 1/2 esitetään tilanteet, jossa verrataan nykykorkojen (nollakuponkikorkojen) muodostamaa korkorakennetta ja eri pituisten samakuponkisten lainojen sisäisten korkojen suhdetta nousevan ja kyttyrämäisen nykykorkorakenteen vallitessa¹. Kuvassa 1/3 on veroa maksamattoman sijoittajan kohtaama Yhdysvaltain valtionvelkakirjojen nykykorkorakenne marraskuulta 1988².

1 Schaefer 1977, 7-8.

2 Perustuu Drexel Burnham Lambert - investointipankin laskelmiin.

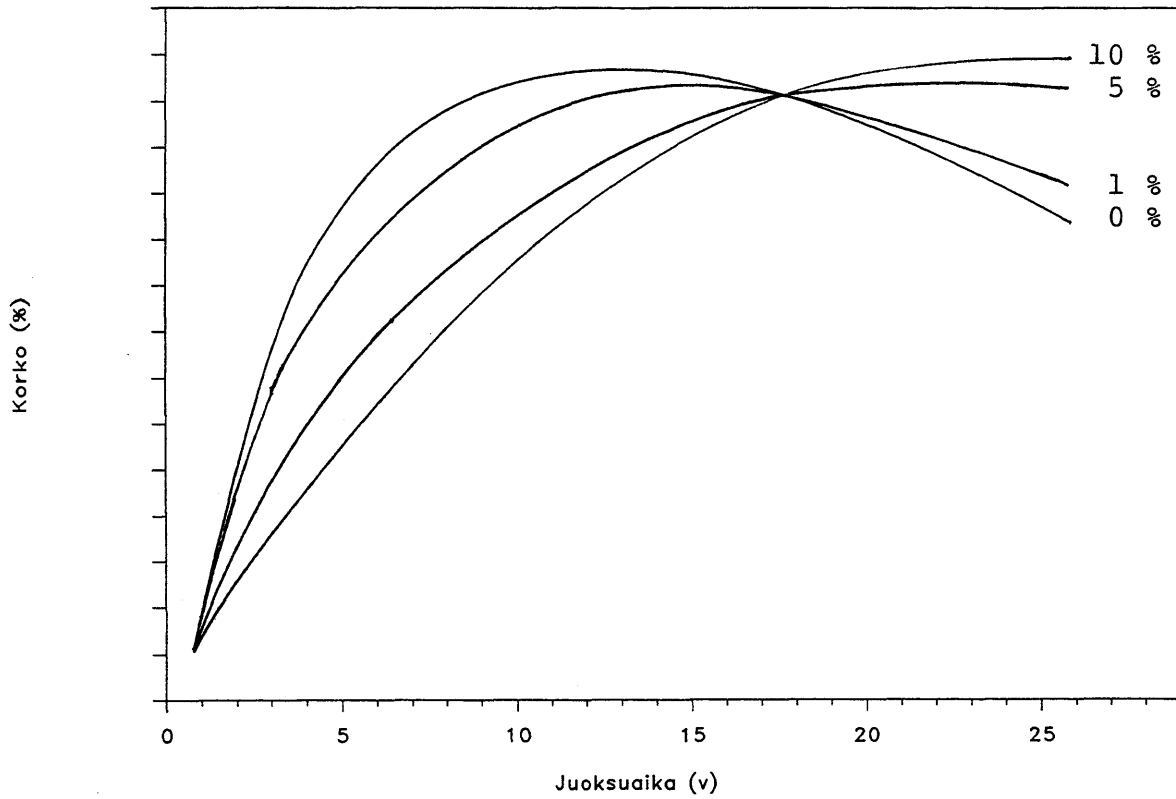
Kuva 1/1.

Nouseva nykykorkorakenne.



Kuva 1/2

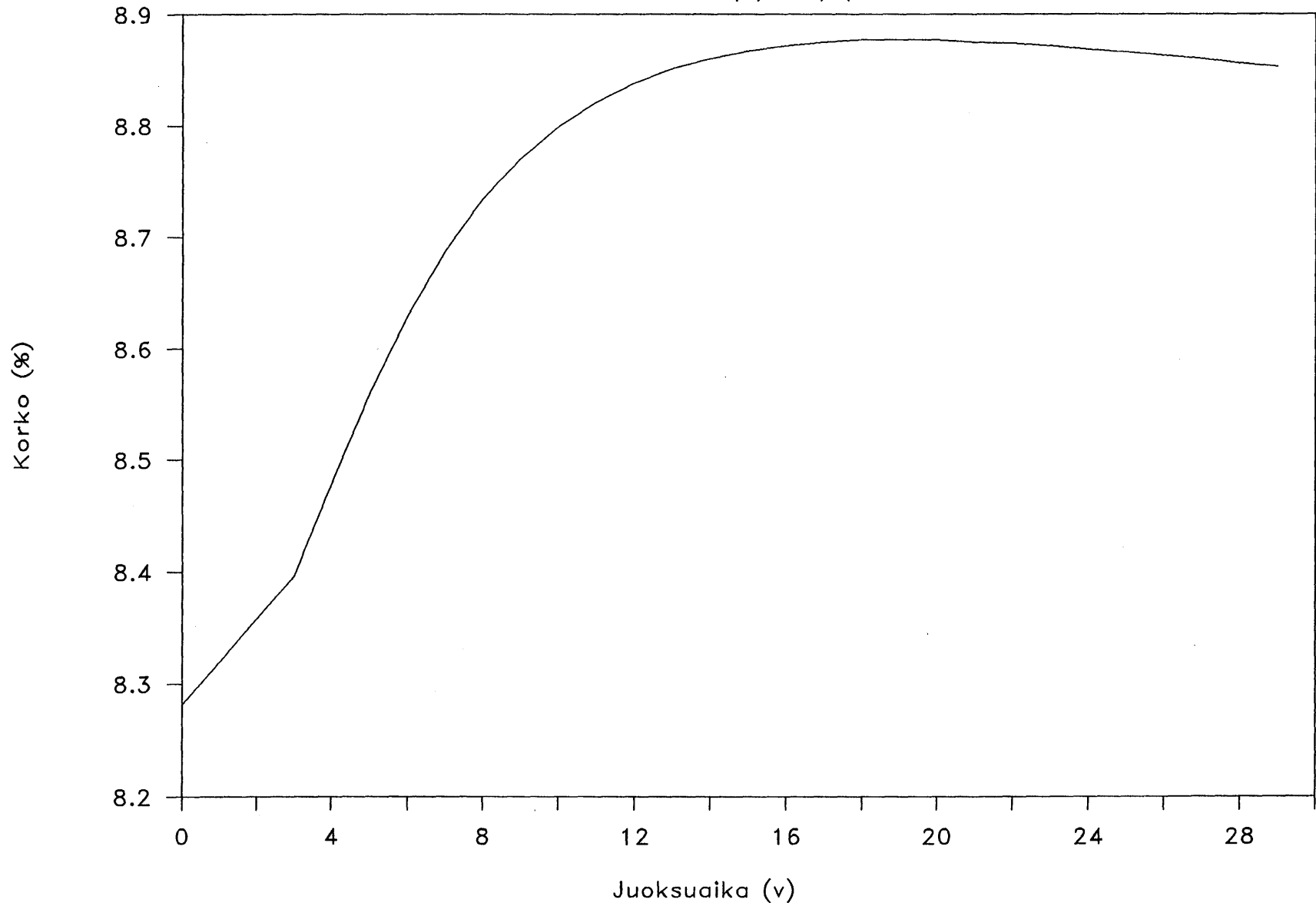
Kyttyrämainen nykykorkorakenne



Kuvien luvut viittaavat velkakirjojen nimelliskorkoon.

Kuva 1/3.

USA:n valtionvelkakirjojen nykykorot



2.3 Nykykorkorakenne

2.3.1 Nykykorkorakenteen ominaisuuksia

Nykykorkorakenne kuvaa tämänhetkistä korkoa eri pituisille sijoituksille. Samalla näistä koroista saadaan tietyt korot tulevaisuuteen, tulevien jaksojen välille kun sopimus tehdään tällä hetkellä. Tulevat korot määritellään yhden jakson koroiksi¹ seuraavasti

$$(2-3) \quad 1+R_t = \frac{(1+r_t)^t}{(1+r_{t-1})^{t-1}}$$

jossa R_t = yhden jakson tuleva korko hetkellä t
 r_t = nykykorko hetkeen t
 $t = 1, 2, 3, \dots$

Koska nykykoroista saadaan yksiselitteiset tulevat korot, myös kääntäen tulevista koroista saadaan yksiselitteinen nykykorkorakenne.

Alussa esitetyn diskonttofunktion yhteys tuleviin korkoihin on

$$d_t = \frac{1}{(1+R_1)(1+R_2) \dots (1+R_t)}$$

Nykykorkorakenteen implikoimien tulevien korkojen ominaisuuksia² on se, että mikäli markkinoilla on futuuri-sopimus, sen kautta saatava korko on yhtäsuuri kuin

1 Korko yli usean tulevan jakson on siihen sisältyvien yhden jakson tulevien korkojen geometrisia keskiarvoja.

2 Vasicek & Fong 1982, 343.

implikoitu tuleva korko futuurisopimuksen toimituspäivästä kohde velkakirjan juoksuajan loppuun.

Mikäli määritellään velkakirjoille jokin hallussapitojakso, tämän jakson tuotto on sama kaikille eripituisille velkakirjoille käytettäessä (implikoituja) tulevia korkoja. Samalla implikoidut tulevat korot määrittävät markkinatasapainon siten, että mikään jäljellä oleva juoksu-aika tai maksuvirtayhdistelmä ei ole lähtökohtaisesti toista parempi.

Epävarmassa maailmassa implikoidut tulevat korot eivät vastaa todellisia tulevia korkoja. Implikoidut tulevat korot eivät ole edes erityisen hyviä ennusteita, mutta ne ovat markkinoilta tällä hetkellä saatavissa oleva korko kullekin sijoitusperiodille. Nykykorkorakenne on samalla analyttinen väline velkakirjojen keskinäiseen vertailuun, vaikka monesta tekijästä johtuen arvopaperit eivät ole toistensa täydellisiä korvikkeita.

2.3.2 Nykykorkorakenteen määrittely

Velkakirjojen hinnat riippuvat ensisijaisesti tämänhetkisten ja kaikkien tulevien jaksojen rahavirtojen vaihtosuhteesta. Esimerkiksi kahden periodin velkakirja, jonka nimelliskorko on 9% ja nimellisarvo 100, on diskontto-tekijöiden avulla ilmaistuna $9d_1 + 109d_2$. Käytännössä nykykorkorakenteen mittaus tapahtuu estimoimalla diskonttofunktiota.

Metodisesti korkorakenteen estimoinnin tavoitteena on löytää korkorakennekäyrä, joka sopii mahdollisimman hyvin havaintoihin ja on funktiona riittävän tasainen. Diskonttofunktoita voidaan etsiä regressioanalyysillä mikä edellyttää sitä, että kuponkimaksut tapahtuvat vain tiettyinä päivinä eikä niillä ole suoraa yhteyttä keskenään. Toiseksi diskonttofunktiota voidaan pyrkiä

määrittelemään polynomiaalisia splinejä käyttämällä, jolloin funktio on jatkuva ajan funktio. Hyviä malleja on tehty myös käyttämällä eksponentiaalisia splinejä¹.

Lasketun nykykorkorakenteen perusteella voidaan verrata eri velkakirjojen suhteellista edullisuutta tällä hetkellä. On kuitenkin otettava huomioon, että eri sijoittajien markkinoilla kohtaama nykykorkorakenne voi olla huomattavan erilainen esimerkiksi verojen vuoksi. Mikäli esimerkiksi korko- ja pääomatulojen verotus on erilainen, tästä seuraa välittömästi, että mitä korkeampi sijoittajan korkotulojen veroprosentti, sitä matalampikuponkisia (ja sitä lyhyempiä) velkakirjoja hänen kannattaa suosia jos esimerkiksi korkojen verotus on ankarampi kuin pääomatulojen.

Markkinoiden segmentoituminen johtaa siihen, että kaikki velkakirjat eivät ole kaikkien sijoittajien kannalta yhtä edullisia, vaan toisista voi saada samat rahavirrat halvemmalla kuin toisesta sijoittajasta ja markkina-tilanteesta riippuen.

2.3.3 Korkorakenteen käyttö

Korkorakenne auttaa velkakirjojen arvon määrittelyssä. Se ei ota huomioon velkakirjojen erityispiirteitä, luottotappioriskiä, velkakirjojen mahdollisia optio-ominaisuuksia, verotusta ja niin edelleen. Korkorakenteen avulla voidaan määritellä ainoastaan velkakirjan tuottamien rahavirtojen nykyarvo.

Nykyarvon määrittelyn avulla voidaan päätellä onko velkakirja oikein hinnoiteltu ja löytää suhteessa muihin väärin hinnoitellut velkakirjat. Sijoittajan kannalta on luonnollisesti edullista pyrkiä ostamaan sellaisia

1

Menetelmistä ks. Vasicek & Fong 1982.

velkakirjoja, jotka ovat vallitsevan nykykorkorakenteen mukaan alihinnoiteltuja ja myymään ylihinnoiteltuja velkakirjoja. Tämänäyttöinen analyysi on erityisen käyttökelpoista markkinoilla, joilla velkakirjat ovat suhteellisen yhdenmukaisia ja luottotappioriskittömiä.

Korkorakenteen määrittelyn jälkeen seuraava vaihe investointiprosessissa on velkakirjojen tuoton ja riskin odotusarvojen määrittely. Velkakirjan tuottoon minkä tahansa jakson aikana vaikuttavat sen hinnan muutokset, kuponkimaksut ja niille uudelleensijoitettaessa saatava korko. Hinnan muutokset ovat tuntemattomia ja voivat vaikuttaa ratkaisevasti tuottoon. Sijoittaja voi simuloida velkakirjan tai salkun käyttäytymistä useiden mahdollisten korkorakennetilojen vallitessa pyrkiä löytämään sellaiset, jotka erityisen voimakkaasti vaikuttavat suotuisasti tai vahingollisesti tuottoon. Mikäli näille eri korkorakenneskenaarioille voidaan asettaa todennäköisyydet, sijoitusjakson tuoton odotusarvo voidaan laskea. Ja vaikka todennäköisyyksiä ei asetettaisikaan, tämänäyttöisellä herkkyyksianalyysillä voidaan etsiä velkakirjoja, joiden ominaisuudet sopivat tai eivät sovi sijoittajan näkemyksiin.

Korkorakenne määrittää myös käteisvelkakirjojen ja futuurisopimusten hintasuhteen kun se määrittää nykykorot ja tulevat korot. Mikäli korkorakenne on nouseva, futuurisopimusten hinnat ovat alempia kuin käteisvelkakirjojen ja päinvastoin. Korkorakenne vaikuttaa optioiden hinnoitteluun, sillä nouseva korkorakennekäyrä johtaa siihen, että osto-optiot ovat halpoja suhteessa myyntioptioihin. Syynä tähän on optioiden hinnoittelun perustuminen käteispositioiden replikointiin. Osto-optio esimerkiksi replikoi velkakirjan omistamisen, joka on rahoitettu

lainaamalla, mihin liittyy nousevan korkorakenteen aikana positiivinen hallussapitotuotto¹.

Monet myöhemmin käsiteltävät strategiat ja tunnusluvut tekevät oletuksia korkorakenteen muodosta ja liikkeistä, mutta yleensä oletuksena on korkorakenteen tasaisuus, sillä tämä yksinkertaistaa tarvittavaa matematiikkaa ja lisää strategioiden sovellettavuutta käytäntöön.

2.4 Korkorakenteen määräytyminen

2.4.1 Korot ja sijoittajan käyttäytyminen

Korkojen liikkeiden selittäminen ja ymmärtäminen on keskeistä niiden vaikutuksilta suojautumiseksi. Seuraavassa tarkastellaan aluksi mikrotason tavallisimpia korkoteorioita yksinkertaisesti tulevien korkojen avulla. Tapauksessa jossa on vain kaksi sijoitusjaksoa ja kaksi eri sijoituskohdetta, voidaan määritellä

r_{01} = yhden jakson velkakirjan korko hetkellä 0

r_{12} = yhden jakson velkakirjan korko hetkellä 1

Jos sijoittaja haluaa sijoittaa kahdeksi jaksoksi hän voi ostaa ensin velkakirjan hetkellä 0 ja kun se on eräännytynyt, uuden velkakirjan hetkellä 1. Näin hetkellä 2 hän on saanut tuoton

$$r_{01} + r_{12}$$

Toisaalta sijoittaja voisi hetkellä 0 ostaa kahden jakson velkakirjan, jonka korko olisi r_{01} + tällä hetkellä toiselle jaksolle luvattu tuleva korko R_{12} , joka on siis

1

Latainer 1986, 26.

tällä hetkellä tehtävälle sopimukselle saatava korko hetkestä 1 hetkeen 2. Tällöin sijoittajan tuotoksi tulisi

$$r_{01} + R_{12}$$

Näiden kahden eri sijoitusmenetelmän erotus on $R_{12} - r_{12}$. Samaan eroon päästään, vaikka sijoitus tehtäisiin vain yhdeksi jaksoksi käyttämällä joko yhden tai kahden jakson velkakirjaa (joka myydään hetkellä 1). Erotus on siis tämän hetken korkorakenteesta saatavan tulevan koron ja todellisuudessa tulevaisuudessa vallitsevan samanmittaisen nykykoron erotus. Korkorakennetta tarkasteltaessa on keskeistä etsiä syy, josta tämä ero johtuu¹.

2.4.2 Odotusteoria

Yksinkertaisimmassa teoreettisessa tapauksessa epävarmuutta ei ole, vaan kaikki sijoittajat tietävät, mikä r_{12} tulee olemaan. Tässä tapauksessa kaikki sijoittajat valitsisivat yllä olevista vaihtoehtoista sen, joka tuottaisi enemmän. Tämä luonnollisesti johtaisi erojen tasoittumiseen ja

$$R_{12} = r_{12}$$

eli (implikoitu) tuleva korko olisi yhtä suuri kuin tulevaisuuden nykykorko.

Mikäli tulevaisuuden nykykorosta vallitsee epävarmuutta, mutta sijoittajat eivät välitä riskistä, kaikki sijoitettavat siihen vaihtoehtoon, jonka odotettu tuotto on parempi. Tällöin R_{12} olisi yhtä suuri kuin odotettu r_{12} , eli (implikoitu) tuleva korko olisi yhtä suuri kuin odotettu todellinen nykykorko hetkellä 1. Tämä tunnetaan korkojen odotusteorian, jonka mukaan korko-

1

Tästä esim. Brealey & Hodges, 38-39.

rakenne määräytyy markkinoille osallistujien korko-
odotusten mukaan. Jos korkojen otaksutaan nousevan,
korkorakenne on edellä olevan perusteella muodoltaan
nouseva koska pitkiltä sijoituksilta vaaditaan korkeampia
korkoja kuin lyhyiltä.

Odotusteoria selittää myös sen havainnon, että lyhyet
korot ovat vaihtelualttiimpia kuin pitkät. Pitkien
korkojen ollessa nykyisten ja odotettujen lyhyiden
korkojen keskiarvoja, muutokset pitkissä koroissa ovat
samoin muutosten keskiarvoja, jotka ovat pienempiä kuin
nykyisten lyhyiden korkojen muutokset.

Odotusteorian ongelmia ovat oletukset sijoittajien riski-
neutraalisuudesta ja kaikkien velkakirjojen täydellisestä
samanarvoisuudesta. Tähän kritiikkiin vastaa likvidiys-
preferenssiteoria.

2.4.3 Likvidiyspreferenssiteoria

Korkoa r_{12} :ta ei tiedetä, joten kaikki siihen perustuva
toiminta on epävarmaa. Mikäli sijoittaja haluaa sijoittaa
kahdeksi jaksoksi ja aloittaa sijoittamalla yhdeksi
jaksoksi, hän ei tiedä uudelleensijoituskorkoan. Jos
kyseinen sijoittaja on riskinkarttaja, hän sijoittaa
yhden jakson velkakirjoihin vain mikäli R_{12} on alempi
kuin odotettu r_{12} . Toisaalta sijoittaja joka haluaa
sijoittaa vain yhdeksi jaksoksi, sijoittaa kahden jakson
velkakirjaan vain jos R_{12} on korkeampi kuin odotettu
 r_{12} . Riippuen yhden ja kahden jakson sijoittajien ja
lainaajien lukumäärästä ja riskinkarttamisen asteesta
(implikoitu) tuleva korko voi olla matalampi tai kor-
keampi kuin odotettu nykykorko. Tämä on korkojen lik-
vidiyspreferenssiteoria, jonka mukaan riskinkarttajat
asettavat lyhyet velkakirjat pitkien edelle. Jotta
sijoittajat saataisiin sijoittamaan myös pitkiin velka-
kirjoihin, niiden korkojen on sisällettävä korkopreemio

lyhyiden korkojen lisäksi. Mitä pidempi jäljellä oleva juoksuaika, sitä korkeampi preemio.

Likvidiyspreferenssiteoria selittää paremmin havaittuja korkorakenteita kuin odotusteoria, sillä ne ovat useimmiten olleet esimerkiksi Yhdysvalloissa nousevia - eli vaikka korkojen otaksuttaisiin laskevan, pitkiltä koroilta edellytetään preemiota. Kuitenkin esimerkiksi eläkerahaston kannalta (jonka velat ovat kaukana tulevaisuudessa) lyhyisiin sijoituksiin liittyy suurempi uudelleensijoitusriski kuin pitkiin. Kun tämäkin aspekti otetaan huomioon. päästään markkina-alue teoriaan¹.

2.4.4 Markkina-alue teoria

Tässä tapauksessa oletuksena on, että sijoittajilla on sisäisistä syistä johtuva tarve sijoittaa tietynpituisiin velkakirjoihin. Tällaisia syitä voivat olla esimerkiksi velkojen duraatio tai erilaiset sijoittamista rajoittavat säännökset.

Eripitusten velkakirjojen korot johtuvat asianomaisen duraation omaavien velkakirjojen kysynnästä. Tällöin korkorakenne on riippumaton sijoittajien korkoja koskevista ennusteista. Tämän teorian haittapuolena on se, että kaikilla sijoittajilla ei välttämättä ole esitetynkaltaisia sisäisiä syitä, ja siinäkin tapauksessa että tällaisia syitä on, korko-odotukset vaikuttavat sijoituksiin.

Mikään korkorakenteen määräytymistä selittävistä teorioista ei näytä riittävän sellaisenaan, mutta kaikkien lähtökohdat ovat loogisesti hyväksyttäviä. Korkorakenteen muotoutumista on käytännössä tarkasteltava mainittujen

1

Tunnetaan mm. nimellä preferred habitat theory.

teorioiden yhteisvaikutuksen kannalta, mutta unohtaa ei myöskään sovi makrosuureiden vaikutusta erityisesti korkojen tasoon.

2.5 Inflaatio, makrosuureet ja korot

Inflaation ja korkojen suhdetta voidaan makrotasolla selittää esimerkiksi Fisherin teoriolla. Tämän mukaan nimelliskorko määräytyy (vakion) reaalikoron ja odotetun inflaation funktiona. Näin ollen kaikki korkojen vaihtelut johtuisivat inflaatio-odotusten muutoksista.

Korkorakenteessa tämä johtaa siihen, että mikäli odotukset heijastuvat täysimääräisinä lyhyisiin korkoihin, on kaikissa tapauksissa turvallisinta sijoittaa luhyisiin velkakirjoihin. Vaikka r_{12} :ta ei tiedetä, tiedetään, että se tulee heijastamaan viimeisimmät inflaatio-odotukset. Tässä tapauksessa tulevan koron $R_{12:n}$ täytyy olla suurempi kuin odotetun nykykoron jotta sijoittajille kompensoitaisiin se, että hetkellä 1 vallitseva tieto toisen jakson inflaatiosta on suurempi kuin hetkellä 0. Pitkien velkakirjojen korot ovat odotettuja lyhyitä korkoja korkeampia ja tämä preemio riippuu tulevaa inflaatiota koskevasta epävarmuudesta.

Korkotason kannalta Fisherin teoria ei ole tyydyttävä selittäjä esimerkiksi vakioisen reaalikorko-oletuksen vuoksi. Keynesiläinen suljetun talouden IS-LM-malli näkee korkotason makrosuureiden funktiona, jolloin huomioon ottamatta jäävät markkinaodotukset, sijoittajien kohdevalinnan ja pääomaliikkeiden vaikutukset.

Nykyisin yleisesti käytetyn teoriakehikon mukaan korkojen sopeutuminen avoimessa kansainvälisessä taloudessa tapahtuu valuuttakurssien kautta.

Ensiksi valuuttojen avista- ja termiinikurssien erot sitoutuvat korkopariteetilla korkotasojen suhteeseen. Avista- ja termiinikurssien erot sitoo tuleviin avistakursseihin termiinipariteetti. Avistakurssien ja odotettujen avistakurssien eron ja inflaation sitoo toisiinsa ostovoimapariteetti. Lopuksi ympyrän sulkee Fisher-vaikutus korkotason ja inflaatioerojen välillä.

Yhteenvedona voidaan todeta, että korkotaso ja korkorakenne määräytyvät teoreettisesti lukuisten makro- ja mikrotason prosessien tuloksena siten, että korkomuu-
tosten mallittaminen edes kutakuinkin luotettavasti on vaikeaa.

2.6 Korkoihin vaikuttavat prosessit

Korkojen määräytymistä voidaan tarkastella myös jostain yleisestä tasapainomallista lähtien. Oletettaessa pääomamarkkinoiden olevan tehokkaita siten, että kullakin hetkellä kaikki saatavissa oleva tieto makro- ja mikro-
taloudellisista suureista heijastuu vallitsevissa koroissa ja korkorakenteessa, korkomuutokset riippuvat tulevasta, vielä hämärän peitossa olevasta tiedosta. Tällöin voidaan käyttää jotain stokastista prosessia formulomaan tulevan tiedon tuntematon vaikutus korkoihin nykyhetken optimisalkun koostamista varten.

Riippumatta oletuksista menneen tai tulevan tiedon vaikutuksista korkoihin sijoittaja voi tarkastella korkorakenteen muutoksia stokastisen prosessin määrääminä ja pyrkiä estimoimaan tätä prosessia.

Stokastisen prosessin estimointi on sijoittajan kannalta hyödyllistä, sillä stokastinen prosessi vaikuttaa korkoriskin hallinnan keinoihin. Kukin estimoitu stokastinen prosessi implikoi käytettävän korkoriskimittarin ominai-

suudet ja vaikuttaa tätä kautta näiltä riskeiltä suojautumiseen.

Korkoihin vaikuttavia yhden muuttujan stokastisten prosessien tyyppejä voidaan luetella¹ useita. Korkorakenne voi muuttua additiivisesti, jolloin satunnaismuuttuja λ lisätään korkoihin. Multiplikatiivisessa muutoksessa korot kerrotaan vastaavalla satunnaismuuttujalla κ . Fisher-Weil -muutoksessa yhdistetään additiivinen ja multiplikatiivinen muutos siten, että niitä ohjaa vain yksi satunnaismuuttuja. Logaritmisissa muutoksissa voidaan yhdistää logaritminen muutos joko additiiviseen tai multiplikatiiviseen muutokseen tai molempiin. Yhteen satunnaismuuttujaan perustuvien muutosten lisäksi voidaan estimoida luonnollisesti useisiin satunnaismuuttujiin perustuvia prosesseja.

Todellinen korkoihin vaikuttava stokastinen prosessi on luonnollisesti tuntematon ja sitä voidaan vain approksimoida malleilla. Mallien keskinäinen "paremmuus" riippuu käyttötarkoituksesta ja "paremmuuden" subjektiivisesta määritelmästä.

Käytännössä stokastinen prosessi oletetaan usein tunnetuksi ja riittävän yksinkertaiseksi, jotta mutkikkailta estimoinneilta vältyttäisiin ja voitaisiin keskittyä korkoriskin hallintaan. Korkoriskin hallinnassa yksinkertaisiin stokastisiin prosesseihin perustuvat korkoriskimittarit ovat yleensä tuoneet lähes yhtä hyviä tuloksia kuin monimutkaisempiinkin prosesseihin perustuvat mittarit.

1

Esimerkiksi Bierwag 1987, 258-261.

3 Riski

3.1 Riskin määritelmät

3.1.1 Velkakirjan riski

Velkakirjat ovat luonteensa perusteella vaikeammin teoreettisesti arvotettavissa kuin esimerkiksi osakkeet. Ajan kuluminen muuttaa automaattisesti niiden riski-tuotto-suhdetta. Velkakirjojen yksilöllisten piirteiden vuoksi on epätodennäköistä, että ajan kuluminen vaikuttaisi kahteen velkakirjaan samalla tavalla vaikka niiden jäljellä oleva juoksuaika olisikin sama.

Perinteinen CAPM-malliin¹ pohjautuva riski-tuotto-analyysi vaatii joko sijoitustuottojen kovarianssirakenteen estimointia historiallisesta aineistosta tai sen tuntemista etukäteen. Ei voida olettaa, että velkakirjojen varianssi-kovarianssi-rakenne olisi samanlainen kuin osakkeilla eikä rakenteen muoto ole ennalta tiedossa.

Tarkastelun siirtäminen yksittäisistä velkakirjoista velkakirjaluokkiin ei sekään auta, sillä luokista ei yleensä voida saada homogeenisia nimelliskorkojen suhteen ja juoksuaikaan perustuva luokittelu on herkkä rajojen sijainnille. Lisäksi velkakirjojen hinnat riippuvat korkotasosta ja velkakirjatuottojen varianssi-kovarianssimatriisin voidaan olettaa riippuvan korkotasosta². Matriisin estimointiin tarvitaan tämän riippuvuuden mallittamista.

Näiden vaikeuksien vuoksi suoraan CAPM-malliin perustuvia yhden tai usean tekijän hinnoittelumalleja ei ole onnis-

1 CAPM-mallin perusteet löytyvät mm. Jacob & Pettit 1984:stä.

2 Brennan & Schwartz 1983, 4.

tuneesti rakennettu yksittäisille velkakirjoille tai velkakirjasalkuille¹.

Duraation käsite tarjoaa yksinkertaisen vaihtoehdon varianssi-kovarianssimatriisin estimoinnille. Duraation käyttäminen johtaa varianssi-kovarianssimatriisin rakenteen määräytymiseen ennakolta nimelliskoron, juoksuajan ja yleisen korkotason perusteella. Duraatiokäsitteen käyttäminen rajoittuu toisaalta vain yhteen korkoepävarmuutta aiheuttavaan seikkaan², mikä rajoittaa mallin joustavuutta³.

Yleisesti duraatioon perustuvien yhden muuttujan mallien perustana ovat seuraavat oletukset:

- sijoittajat pyrkivät odotetun tuoton maksimointiin annetulla riskitasolla varmasti tiedetyn sijoitusjakson aikana;
- käytettävät velkakirjat ovat luottotappioriskittömiä eikä niihin sisälly optiippiirteitä;
- todellinen korkoja säätelevä stokastinen prosessi tunnetaan;
- muutokset korkorakenteen kaikissa koroissa (ja tuotoissa) ovat täysin korreloituneita;
- korkorakenne on vaakasuora.

1 Bierwag, Kaufman & Toevs 1983c, 311.

2 Brennan & Schwartz 1983, 5.

3 Esim. Cox, Ingersoll & Ross 1979 ovat kiinnittäneet huomiota tähän.

Mikäli jotain kolmesta viimeksi mainitusta ehdosta rikotaan, tuloksena syntyy selittämätöntä tuottojen varianssia eli stokastista riskiä¹.

3.1.2 Sijoittajan kohtaama riski

Yleensä edellytetään että velkakirjasijoittajan sijoitustavoitteet on muotoiltavissa sijoitusjaksoksi (tai suunnitteluhorisontiksi). Tällöin sijoitusjakson pituus on keskeinen muuttuja määriteltäessä sijoittajan kohtaama korkoriskiä. Korkoriski voidaan käsittää myös sijoitushorisontista riippumattomaksi sijoitusten arvon hetkelliseksi korkoherkkyydeksi, jota mitataan myös duraation avulla.

Tarkasteltaessa eri pituisiin sijoitushorisontteihin liittyvää korkoriskiä havaitaan, että jokin sijoitus-salkku voi kahden eri sijoittajien kannalta olla riskiltään erilainen. Sijoittajan kohtaama luottotappioriskittömien ja optiopiirteettömien velkakirjojen korkoriski riippuu suunnitteluhorisontista, velkakirjojen tuottamista rahavirroista ja korkoihin vaikuttavasta stokastisesta prosessista. Korkoriskiä voidaan siis kuvata sijoittajalle ominaisella funktiolla, jonka tarkka muoto riippuu sijoittajan tarpeista. Funktio on muotoa²

$$(3-1) \quad I = I(H, A, S)$$

jossa I = korkoriski

H = sijoittajan suunnitteluhorisontti

A = velkakirjan/salkun rahavirtarakenne

S = korkoja säätelevä stokastinen prosessi

1 Bierwag, Kaufman & Toevs 1983c, 312.

2 Bierwag, Kaufman & Toevs 1983a, 22.

Mikäli stokastinen prosessi on oikein identifioitu, muuttujat A ja S muodostavat duraation ja funktio pelkistyy muotoon

$$I = I(H, D)$$

Lisäksi voidaan osoittaa¹, että funktio voidaan täsmentää lineaariseksi

$$I = I(D-H)$$

jolloin korkoriski on nolla kun $D=H$ ja muulloin suurempi kuin nolla. Korkoriskin määrittävät sijoittajan oma sijoitushorisontti ja sijoitusten duraatio. Sijoittajat oletetaan yleensä riskinkarttajiksi, jolloin korkoriskiä halutaan ottaa vain lisätuottojen toivossa. Tällöin sijoittaminen salkkuihin, joiden duraatio poikkeaa sijoitushorisontista, perustuu oletukseen niiden paremmasta suoriutumisesta sijoitushorisonttiin mennessä.

3.2 Duraatio riskimittarina

3.2.1 Duraatiomallit

Luottotappioriskittömän velkakirjan j arvoa hetkellä t voi kuvata funktio $P_j = P_j(s, t)$, jossa s on korkorakenemuuttuja. Korkorakenne oletetaan jatkuvaksi ja differentioituvaksi ajan funktioksi. Velkakirjan tuotoksi muodostuu näinollen

$$(3-1) \quad R = \frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial s} \frac{ds}{dt}$$

Duraatiomalleissa termi $\frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial s}$

1

Bierwag, Kaufman & Toevs 1983a, 22-23.

on velkakirjan duraatio¹. Yksinkertaisten duraatiomallien keskeinen piirre on, että nk. Macaulayn duraatio saadaan laskemalla velkakirjan tuottamien maksujen painotettu keskiarvo, josta puolestaan voidaan johtaa modifioitu duraatio eli Hicksin pääomajousto. Duraatiomitan painotus voidaan suorittaa eri tavoin muuttujasta s riippuen, kuitenkin siten, että duraation ja s :n täytyy molempien olla sopusoinnussa yhtälön 3-1 kanssa.

Yksinkertaisimmassa duraatiomallissa muuttujana s käytetään asianomaisen velkakirjan sisäistä korkoa. Varjopuolena tässä tapauksessa on, että se ei kuvaa velkakirjojen tuottojen käyttäytymistä suhteessa muihin, mikäli sisäisen koron muutosvauhti (ds/dt) ei kaikilla velkakirjoilla ole sama. On osoitettu², että näin on asia vain, jos tuottokäyrä on vaakasuora. Yksinkertaisin duraatiomalli siis olettaa, että tuottokäyrä pysyy jatkuvasti vaakasuorana vaihtaen vain tasoaan. Samalla yleisten tasapainoehtojen perusteella kaikkien velkakirjojen tuoton on oltava samanlainen, jolloin

$$\frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial s} \frac{ds}{dt} = s$$

Ensimmäinen termi on s , kun s on sisäinen korko, mikä johtaa siihen, että $ds/dt = 0$. Tällöin korkorakenne ei siis muuttuisi lainkaan. Sisäisen koron käyttämisen käytännön ongelmiin palataan myöhemmin.

Kun korkorakennetta kuvaamaan asetetaan funktio $g(t) = ds/dt$, funktiolle voidaan estimoida toisenlainen muoto siten, että s ja $g(t)$ ovat yhteensopivia sekä keskenään

1 Tuotosta laajemmin Brennan & Schwartz 1983, 6-7.

2 Ingersoll, Skelton, Weil 1978.

että yleisten tasapainoehtojen kanssa¹. Nämä toisen ja sitä myöhempien sukupolvien duraatiomallit perustuvat erilaisiin stokastisia prosesseja koskeviin oletuksiin.

3.2.2 Riski ja tuotto

Sijoittaja valitsee toimintamallinsa sijoitustavoitteidensa perusteella. Aktiivisten sijoitusstrategioiden käyttö on perusteltua vain, jos sijoittajan korkonäkemykset poikkeavat markkinoilla vallitsevista. Jos sijoittaja otaksuu korkojen olevan korkeampia kuin markkinoilla oletetaan, tulee sijoitussalkun duraation olla suunnitteluhorisonttia lyhyempi ja päinvastaisessa tapauksessa pitempi.

Sijoitussalkun duraation loitontuessa suunnitteluhorisontista sekä odotettu tuotto että tämän tuoton keskihajonta kasvavat². Mikäli sijoittaja voi antaa korkoodotuksilleen todennäköisyydet, niistä voidaan piirtää riski-lisätuotto-uria, jotka vastaavat sijoittajan suunnitteluhorisonttia ja korkonäkemyistä (kuva 3-1). Urat yhdistävät suunnitteluhorisontin pituisen sijoitussalkun yli saatavan tuoton ja siihen liittyvän riskin tuottojen keskihajontana ilmaistuna. Kuvassa sijoittaja odottaa korkojen laskevan eri todennäköisyyksillä (0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9). Neutraali sijoitushorisontti on kolme vuotta. Kun sijoitusten duraatio on tätä suurempi, eri todennäköisyyksillä odotettu lisätuotto ja sen keskihajonta löytyvät näiltä tehokkaiden portfolioiden urilta³.

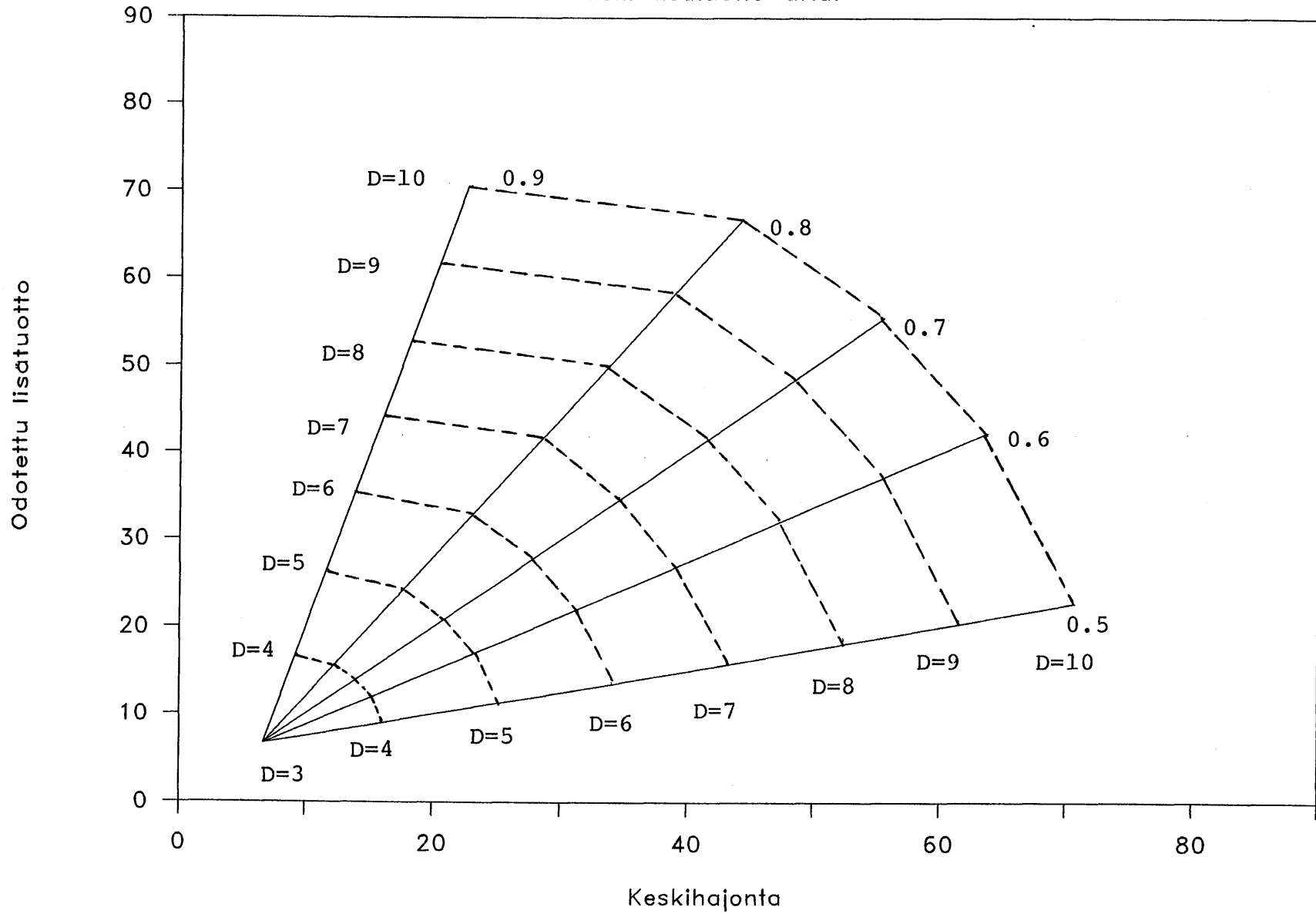
1 Kyseessä on Iton lemmaan ja Gauss-Wiener-prosessiin perustuva malli. Tarkemmin esimerkiksi Brennan & Schwartz 1983, 9.

2 Bierwag, Kaufman & Toevs 1983a, 24.

3 Bierwag 1987; Bierwag, Kaufman & Toevs 1983a.

Kuva 3/1.

Riski-lisätuotto-uria.



Esimerkiksi Bierwag¹ esittelee tällaisen duraatioon perustuvan optimaalisen päätöksenteon strategian, jossa kytketään yhteen tietyt ex-post -tuottoprosentit ja niiden todennäköisyydet. Tämän perusteella voidaan graafisesti esittää tuottojen keskihajonnan ja lisätuottojen (sisäisen koron ja ex-post-tuoton ero) suhde. Suhteen kuvaajat eri todennäköisyytasoilla ovat suorja, jotka muodostavat tehokkaiden salkkujen urat kuten CAPM-mallissa. Kun näihin uriin yhdistetään sijoittajan indifferenssikäyrästä, päädytään CAPM-mallin kanssa täysin analogiseen sijoituspäätösten tekoon. Sijoittajan asema urilla riippuu korkoennusteen varmuudesta ja subjektiivisesta hyötyfunktioista. Mitä suurempi riskinkarttaja sijoittaja on, sitä lähempänä origoa on hänen indifferenssikäyränsä ja riski-tuotto-uran leikkauspiste. Kuvattujen käyrien ero perinteisen CAPM-mallin osake-markkinoille postuloimista käyristä on se, että riskitön tuotto riippuu sijoittajan suunnitteluhorisontista.

On argumentoitu², että mikäli sijoittajalla ei ole riittävän varmaa sijoitushorisonttia (tai sarjaa horisontteja), joina varallisuus kulutetaan, hänen ei luultavasti tulisi sijoittaa velkakirjoihin. Tämä johtopäätös on yleistetty koskemaan myös osakkeita³.

3.2.3 Duraation laskenta

Ensimmäisen kerran duraatiota käytti englantilainen Frederick Macaulay vuonna 1938. Macaulay etsi velkakirjalle jäljellä olevaa juoksuaikaa parempaa eliniän mittaria. Vuotta Macaulayn jälkeen J. R. Hicks johti

1 Bierwag 1987, 118-130.
 2 Fisher & Weil 1971.
 3 Kaufman 1980, 1-9.

perustaltaan saman kaavan kuin Macaulay laskemalla pääoma-arvon jouston diskonttokoron suhteen olettaen diskonttokoron samaksi kaikille juoksuajoille. Kaavan ovat myöhemmin johtaneet myös Paul Samuelson ja F.M. Redington¹.

Yksinkertainen sisäiseen korkoon perustuva duraatio eli Macaulayn duraatio on määritelty velkakirjan tuottamien rahavirtojen painotettuna aikakeskiarvona, eli

$$(3-2) \quad D = \frac{\sum_{t=1}^m \frac{tC_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^m \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

jossa t = maksuvirran ajankohta

C_t = maksuvirta

r = velkakirjan sisäinen korko

m = velkakirjan elinikä maksuvirtajaksoina

Kaavasta voidaan nähdä suoraan, että nollakuponkivelkakirjojen Macaulayn duraatio on yhtä suuri kuin niiden jäljellä oleva juoksuaika, mutta kaikkien kuponkivelkakirjojen duraatio on juoksuaikaa lyhyempi.

Duraatiota käytetään yleisesti korkoherkkyyden mittarina, joka perustuu sen joustoluonteeseen. Jousto saadaan esille differentioimalla sisäisen koron lauseke (2-1), erottamalla siitä $dr/(1+r)$ tekijäksi ja sijoittamalla saatuun lausekkeeseen duraatio (3-2) sekä hinta (2-1) ja järjestämällä uudelleen. Tällöin

1

Suomessa duraatiota riskimittarina ovat käsitelleet ainakin Aaltonen 1986 ja Ahlstedt & Halme 1987.

$$(3-3) \quad D = - \frac{(1+r)}{P} \frac{dP}{dr}$$

Ratkaisemalla tästä hinnan suhteellinen muutos dP/P saadaan duraatiolle seuraava tulkinta:

$$(3-4) \quad \frac{dP}{P} = - \frac{dr}{(1+r)} D$$

Tämän mukaan pienillä korkomuutoksilla voidaan velkakirjan tai velkakirjasalkun arvon muutosta lähestyä kertomalla korkojen suhteellinen muutos velkakirjan tai salkun duraatiolla.

3.3 Duraation ominaisuuksia

3.3.1 Macaulayn duraatio

Duraatio on hinnan ja sisäisen koron muutosten suhdetta kuvaavan konveksin funktion ensimmäinen derivaatta. Se on siis raja-arvo, jota lähestytään kun korkomuutokset lähestyvät nollaa. Duraatio on hyvä hinnan muutosherkyyden mittari korkojen muuttuessa vain vähän, mutta korkojen muuttuessa paljon duraation ja todellisen hinnanmuutoksen ero kasvaa.

Duraatiota ei alunperin kehitelty muodollista velkakirjamarkkinoiden tasapainomallia silmälläpitäen, mutta duraatiokäsitteen laajennokset ovat johtaneet myös muodollisiin tasapainomalleihin. Macaulayn duraatio ei sellaisenaan sisällä eksplisiittistä viittausta korkoihin vaikuttavista stokastisista prosesseista, mutta se implikoi vain yhden, varmuudella tiedetyn prosessin¹.

1

Bierwag, Kaufman & Toevs 1983c, 310.

Epävarmuuden vallitessa korkoihin vaikuttavaa stokastista prosessia ei tunneta vaan se täytyy estimoida. Mikäli stokastista prosessia koskevat oletukset ovat virheellisiä, virheellisiin prosesseihin perustuva duraatio sisältää tuntemattoman riskitekijän.

Macaulayn duraatiota on kritisoitu siitä, että koska se yrittää sisällyttää korkoepävarmuuden vain yhteen tekijään. Kaikkien eripituisten korkojen oletetaan olevan täydellisesti korreloituneita. Vaikka Macaulayn duraation perustana olevat korkojen muutoksia koskevat oletukset ovat selvästi todellisuudelle vieraita, duraation teoreettinen monipuolisuus ja joustavuus ovat tehneet siitä sekä teoriassa että käytännön sijoittamisessa hyödyllisen välineen. Duraation hyviin ominaisuuksiin kuuluu additiivisuus, sillä se voidaan laskea kokonaisuudelle sijoitussalkuille yksittäisten velkakirjojen duraatioista lähtien käyttäen duraatioiden painoina velkakirjan markkina-arvon osuutta koko salkun markkina-arvosta.

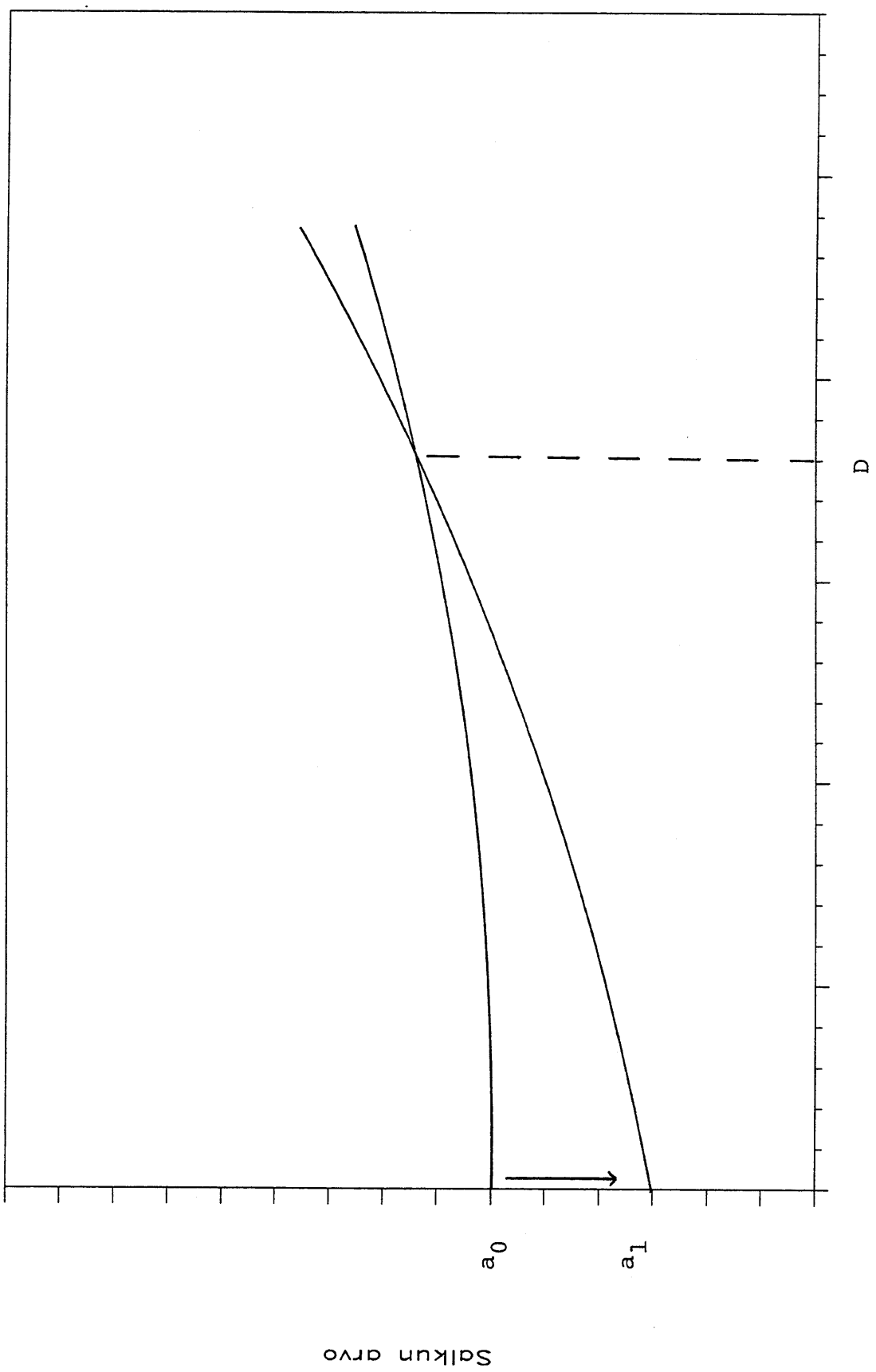
Duraatio liittyy myös sijoittajan tarkastelujaksoon, sillä on osoitettavissa¹, että korkojen muutoksen aiheuttaman välittömän markkina-arvon muuttumisen kompensointi korkeammalla uudelleensijoituskorolla vaatii täsmälleen duraation pituisen ajanjakson (kuva 3/2). Korkojen muuttuessa on myös sijoitusten duraatiota muutettava vastaamaan jäljellä olevaa tarkastelujaksoa.

Macaulayn duraatiota ja jäljempänä esitettyä modifioitua duraatiota (Hicksin pääomajoustoa) käytetään laajalti korkoriskin mittarina koska sitä käyttäen tähän asti saadut empiiriset tulokset ovat täysin verrattavissa mutkikkaampien duraatiomallien tuloksiin.

1

Bierwag 1987, 89-91.

Äkill. koronnousu ja sijoitusten arvo.



Aika

3.3.2 Duraatiomalleja

Macaulayn duraation pohjalta on rakennettu useita vaihtoehtoisia duraatiomalleja, jotka pohjautuvat eri stokastisiin prosesseihin.

Esimerkiksi Brennan ja Schwartz¹ ovat vertailleet yksinkertaista Macaulayn duraatiota ja omaa kahden muuttujan tasapainomalliaan empiirisesti Yhdysvaltain valtion velkakirjamarkkinoilta peräisiin oleviin aikasarjoihin. Macaulayn duraation kohdalla paljastuu, että oletus lyhyiden ja pitkien korkojen täydellisestä korrelaatiosta ei pidä paikkaansa, mutta mallien empiiriset tulokset ovat lähellä toisiaan.

Vertailtaessa duraatiomallin perusteella tehtyä immuniisaatiota ja Brennan-Schwartz -mallin perusteella tehtyä suojautumista voidaan havaita, että mallien erot ovat pieniä. Realisoituneiden tuottojen erojen lähteeksi Brennan ja Schwartz arvioivat erot korkoepävarmuuden lähteissä. Duraatiomallin yhtä korkoepävarmuuden lähdettä vastaa B-S-mallissa kaksi, lyhyiden ja pitkien korkojen vaihtelu, joille molemmille Brennan & Schwartz esittävät stokastiset prosessit². Nykykorkojen herkkyyys pitkien korkojen satunnaisille muutoksille osoittautui samantapaiseksi kaikilla juoksuajoilla. Kahden tekijän malli osoittautui paremmin toimivaksi, kun jäljellä oleva juoksuaika nousu yli kahden vuoden.

Nelson ja Schaefer³ ovat myös tarkastelleet yksinkertaisen duraatiomallin ja useiden muiden mallien suoriutumis-

1 Brennan & Schwartz 1983, 11-29.

2 B-S-malli on hyvin riippuvainen määrittelyistä stokastisista prosesseista.

3 Nelson & Schaefer 1983.

ta aikasarjojen perusteella ja havainneet, että Macaulayn duraatioon perustuva yksinkertainen immunisaatiostrategia toimii yhtä hyvin kuin muut tarkastellut strategiat.

Eri duraatiomittojen välinen paremmuus ei ole yksiselitteistä. Hintamuutosten estimoinnissa tavanomainen Macaulayn duraatio on riittävällä tarkkuudella toimiva ratkaisu¹. Kehittyneemmät duraatiomitat ovat tarpeen mutkikkaammissa immunisaatiosovellutuksissa ja silloin, kun eri sijoitusinstrumentteja arvioidaan johdonmukaisesti jollain kehittyneellä hinnoittelumallilla, jolloin käytettävän riskimittarin on oltava sopusoinnussa mallin kanssa.

Kehittyneempien duraatiomittojen soveltaminen käytäntöön on ollut vielä suhteellisen vähäistä. Koska Macaulayn duraation hyödyllisyys ainakin ensimmäisenä askeleena kohti korkoriskin hallintaa on tunnustettu², jatkossa käytetään Macaulayn duraatiota korkoherkkyyden mittarina.

3.4 Duraation laajennuksia

3.4.1 Hicksin pääomajousto

Macaulayn duraation keskeisimmät käytännön sovellutusalueet ovat olleet immunisaatioon perustuvat suojautumisstrategiat. Macaulayn duraatiota paremmaksi mittariksi kuvaamaan velkakirjan herkkyyttä korkojen vaihteluille on havaittu käytännössä Hicksin muunnos duraatiosta, pääoma-arvon jousto, jota kutsutaan modifioiduksi duraatioksi. Se mittaa Macaulayn duraatiota tarkemmin hinnan suhteellista herkkyyttä korkojen muutoksille.

1 Bierwag 1987, 277.

2 Schaefer 1984, 53; Bierwag, Kaufman & Toevs 1983a, 30.

Hicks määritteli pääomajouaston velkakirjan arvon suhteelliseksi muutokseksi korkojen muuttuessa yhdellä yksiköllä

$$(3-5) \quad G = - \frac{1}{P} \frac{\partial P}{\partial r}$$

Jos oletetaan Macaulayn duraation lähtökohtaoletus korkorakenteen vaakasuoruudesta, edelläolevasta kaavasta saadaan yhdessä (3-3):n kanssa

$$(3-6) \quad G = - \frac{1}{1+r} D$$

jossa $D = \text{Macaulayn duraatio}$

Käytettäessä Hicksin pääomajousto korkotason muutosten vaikutuksia arvioitaessa kaava (3-4) pelkistyy käyttökelpoiseen muotoon

$$(3-4b) \quad \frac{dP}{P} = - G dr$$

jossa dr on sisäisen koron muutos. Tämän kaavan käyttöalueena ovat erilaiset suojautumisstrategiat, arbitraasi ja swap-transaktiot. Koska suojautumisstrategioiden perustarkoituksena on suojautua jonkin velkakirjan hinnan muutosten vaikutuksilta samansuuruisilla mutta vastakkaissuuntaisilla muutoksilla jossain toisessa velkakirjassa, kaavan perusteella laskettu duraatio on käyttökelpoinen väline tarvittavien suhteiden laskennassa. Velkakirjojen hintojen ollessa positiivisesti korreloituneita täytyy velkakirjan omistaminen kattaa lyhyellä eli velkapositiolla. Velkakirjojen hintamuutokset eivät yleensä vastaa toisiaan joten suojauduttaessa täytyy velkakirjaomistuksia painottaa suhteessa niiden absoluuttiseen korkoherkkyyteen.

3.4.2 Futuurisopimusten duraatio

Lyhyiden positioiden luominen käteisvelkakirjoista on usein vaikeaa tai mahdotonta. Riskien hallinnan kehityessä puute on korjaantunut finanssifutuuriemarkkinoiden kehittyessä. Futuurisopimuksia voidaan käyttää hyödyksi sijoituksiin liittyvien riskien vähentämisessä helposti ja halvalla. Futuurisopimuksia myymällä voidaan suojata vastaavia käteisinstrumentteja sisältävä salkku koronmuutosten vaikutuksilta.

Ftuurisopimusten duraation ei voi suoraan katsoa mittaavan sen arvon muuttumista korkojen muuttuessa, sillä futuurisopimus ei ole sijoitus, jonka arvo voisi muuttua. Luonteeltaan futuuri on pääoman asettamista alttiiksi markkinoiden tulevia korkoja koskevien käsitysten muutoksille¹. Pitkät ja lyhyet positiot muodostavat siis hankittuja velvoitteita altistaa pääomaa korkomuutoksille.

Ftuurisopimusten duraatio määritellään² futuurin kohteen duraatioksi toimituspäivänä. Duraation laskennassa käytettävä hinta on kohteen otaksuttu hinta toimituspäivänä eli futuurisopimuksen tämänhetkinen hinta³. Menetelmä perustuu suoraan korkojen odotusteorialle ja on argumentoitu, että futuurisopimusten duraatiota tulisi muuttaa siten, että futuurin hallussapitojaksosta

-
- 1 Toevs & Jacob 1986, 81.
- 2 Figlewski 1986, 109 ja Toevs & Jacob 1986, 81-82.
- 3 Pienen epätarkkuuden tässä muodostaa se, että todellisuudessa futuurihinta ei täysin vastaa kohteen todellista implikoitua hintaa toimitushetkellä, mikäli futuurihintaan sisältyy toimitusoptioita kohteen tai ajankohdan suhteen.

johtuva kustannus tulisi eksplisiittisesti huomioitua¹. Futuurin hinnan määräytymiseen palataan luvussa 5.

Futuurin duraation vaikutus koko salkun duraatioon noudattelee yksittäisen velkakirjan vastaavaa vaikutusta:

$$(3-7) \quad D_v = \frac{M_k}{M_s} D_f$$

jossa M_k on kohteen markkina-arvo toimituspäivänä (futuurin hinta), M_s salkun tämänhetkinen markkina-arvo (sisältää $M_k:n$) ja D_f vastaavasti duraatiot. Kun sijoittaja suojaa käteissijoituksensa (pitkä positio jossain instrumentissa), tämä tapahtuu myymällä oikea määrä vastaavia futuurisopimuksia, jotta muutokset käteissijoitusten arvossa täsmälleen kumoutuvat futuurisopimusten yhtä suurten vastakkaissuuntaisten arvonmuutosten vuoksi.

Myytyjen futuurisopimusten määrän ilmaisee suojakerroin $h = - \Delta P / \Delta F$ jossa ΔP on suojattavan käteissijoituksen hinnan muutos ja ΔF suojaavan futuurisopimuksen hinnan muutos korkojen muuttuessa. Suojattaessa sijoitukset näin päädytään tilanteeseen, jossa sijoitusten efektiivinen duraatio on nolla. On kuitenkin olemassa tilanteita, joissa duraation nollaaminen ei riitä suojaamaan sijoituksia arvon muutoksilta. Tällöin tarvitaan toisen kertaluvun ehtoja, joita on eritellyt mm. Bierwag². Toisen kertaluvun ehdot ovat tarpeen lähinnä tapauksissa, joissa futuurisopimuksen kohteen duraatio poikkeaa huomattavasti sijoituksen duraatiosta. Tällöin korot muuttuvat eri tavoin ja altistutaan tästä johtuvalle perusriskille³. Futuurisopimusten avulla tapahtuvaa suojautumista käsitellään laajemmin luvussa 5.

1 Toevs 1986, 49.

2 Bierwag 1987, 185-187.

3 Engl. basis risk.

3.4.3 Optioiden duraatio

Optioiden duraatio on suoraan niiden hintajousto, nykyarvon herkkyys diskonttokoron muutoksille. Tällä tavoin option duraatio on yksinkertainen:

$$(3-8) \quad D_o = \frac{dO}{O} \frac{(1+r)}{dr}$$

jossa D on duraatio, O on option hinta ja r on diskonttokorko.

Käytännössä laskelmat tehdään option kohteen avulla koska korkojen vaikutus välittyy option arvoon sen kautta. Option hinta muuttuu kohteen hinnan funktiona ja sen hintajousto kohteen hinnan suhteen on

$$(3-9) \quad E = \frac{dO}{O} \frac{P}{dP}$$

Termi dO/dP on option suojakerroin. Option kohteella on edelleen duraatio, joka mittaa kohteen hinnan herkkyyttä korkojen muutoksille:

$$(3-3b) \quad D_p = - \frac{dP}{P} \frac{(1+r)}{dr}$$

Yhtälö (3-8) on yhtälöiden (3-9):n ja (3-3b):n tulo, jolloin saadaan

$$(3-10) \quad D_o = E D_p$$

ja suojakertoimen, hintojen ja kohteen duraation avulla ilmaistuna¹ option duraatioksi saadaan:

$$(3-11) \quad D_o = \frac{P}{O} S D_p$$

1

Tässä muodossa kaava on esimerkiksi Schaeferilla 1984, 56.

Mikäli kyseessä ovat futuurioptiot, kohteen duraatio on futuurin duraatio. Option duraation vaikutus koko sijoitussalkun duraatioon on:

$$(3-12) \quad D_V = \frac{M_O}{M_S} D_O$$

jossa D_V on optioiden duraation vaikutus koko sijoitussalkun duraatioon, M_O on option markkina-arvo (hinta) ja M_S on koko sijoitussalkun markkina-arvo. Optioiden käyttö korkoriskin hallintaan yleistyy jatkuvasti, sillä ne ovat joustavia ja monipuolisia riskinhallinnan välineitä. Optiostrategioihin palataan luvussa 5.

3.4.4 Konveksisuus

Duraation heikkous on se, että differentiaalina se pyrkii approksimoimaan hintojen ja sisäisten korkojen muutosten konveksia suhdetta suoralla. Mitä konveksimpi suhde on, sitä hitaammin hinta laskee sisäisen koron noustessa ja sitä nopeammin hinta nousee sisäisen koron laskiessa. Konveksisuus on hinta-korko-funktion Taylor-sarjan toisen kertaluvun termi kun duraatio on ensimmäisen kertaluvun termi, eli

$$(3-13) \quad K = \frac{1}{P} \frac{d^2P}{dy^2}$$

Muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina on havaittu¹, että velkakirjoissa konveksisuutta lisäävät alhainen kuponki, alhainen sisäinen korko ja pitkä juoksuaika.

Riskitason (duraation) pysyessä samana on mahdollista lisätä sijoitusten konveksisuutta - yleensä tinkimällä joko sisäisestä korosta tai maksamalla optioista. Konvek-

1

Klotz 1985, 5.

sisuuden lisäyksessä on tarkasteltava saavutettua hyötyä ja maksettuja kustanuksia. Voidaan osoittaa¹, että velkakirjojen väliset konveksisuuserot eivät yleensä riitä tuloksen näkyvään parantamiseen. Sen sijaan optioiden käyttö voi lisätä salkun konveksisuutta huomattavasti ja johtaa parempaan tulokseen. Konveksisuus johtuu optioiden hinnan muuttumisesta eri tavoin riippuen korkojen tasosta. Optioiden kohdalla duraatiota (ja konveksisuutta) on käytettävä varoen hintariskin mittarina koska optioiden arvoon vaikuttavat voimakkaasti myös muut tekijät kuin korkotas.

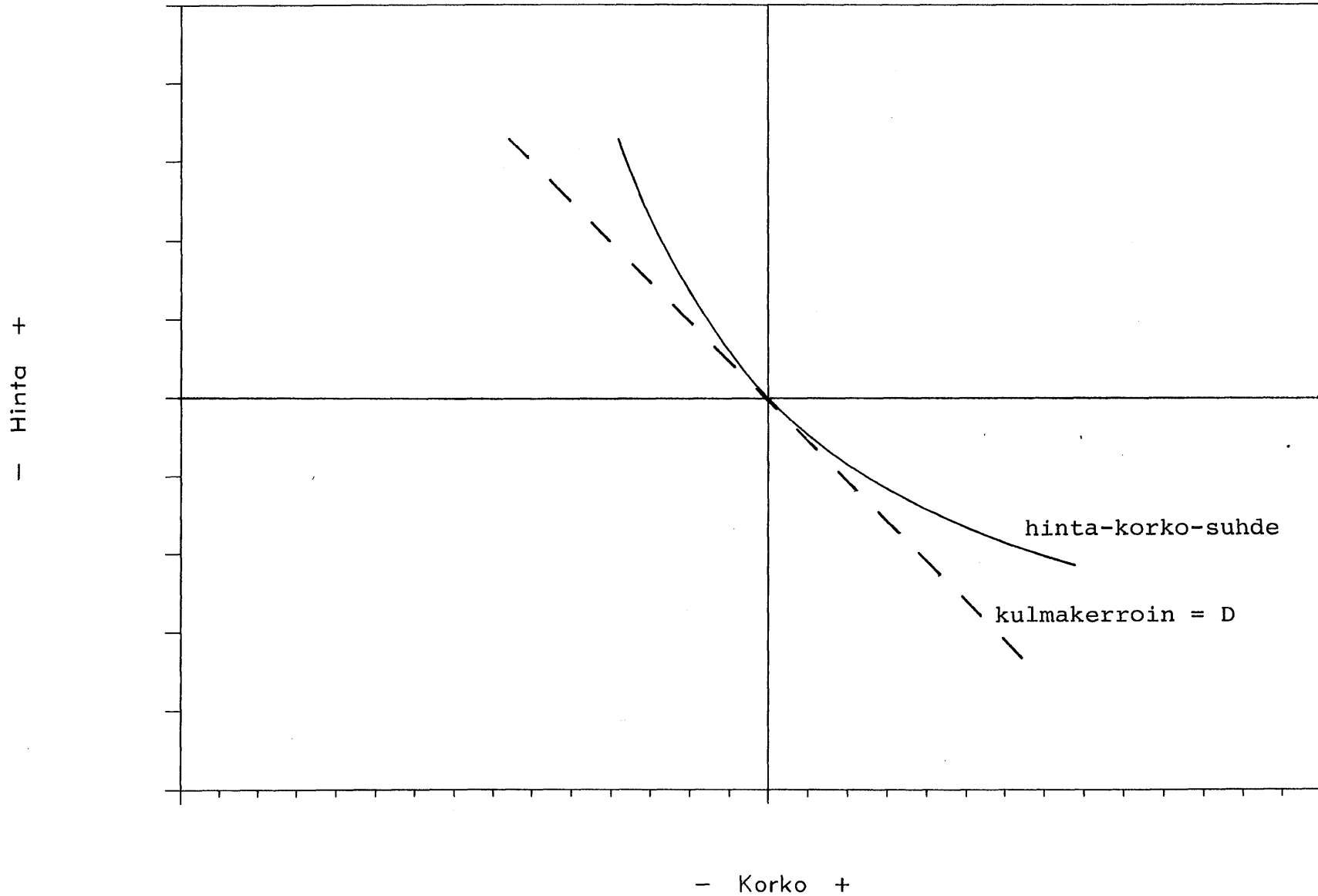
Duraation ongelmat voidaan esittää graafisesti kuten alla on tehty. Kuvassa 3/3 on esitetty velkakirjan todellinen hinta-korko-suhde ja sitä approksimoiva suora, jonka kulmakerroin on duraatio. Pienillä korkomuutoksilla ero ei ole suuri, mutta korkojen muuttuessa huomattavasti duraatio ei enää approksimoi hyvin hinta-korko-suhdetta.

1

Klotz 1985, 2.

Kuva 3/3.

Duraatio lineaarisena approksimaationa.



4 Passiiviset sijoitusstrategiat

4.1 Lähtökohdat

Sijoitusstrategioita voidaan pyrkiä erottelemaan niiden sijoittajalta vaatiman aktiivisuuden tai passiivisuuden suhteen. Aktiivisuudella tarkoitetaan tässä sijoitusmenetelmää, jossa jatkuvalla korkokehityksen ja muiden tekijöiden ennakoinnilla pyritään jatkuvan aktiivisen kaupankäynnin kautta saavuttamaan paras mahdollinen tuotto annettujen riskirajojen sisällä. Passiivinen sijoittaja ei pyri ennustamaan korkokehitystä, vaan turvaamaan sijoituksilleen hyväksyttävän tuoton jollain aktiiviseen sijoittamiseen verrattuna passiivisemmalla menettelyllä.

Velkakirjasijoittamisen perusstrategioita erotetaan tässä kuusi, jotka ovat passiivisimmasta aktiivisimpaan dedikaatio, immunisaatio, indeksointi, suojautuminen, vakuuttaminen, optimointi ja aktiivinen sijoittaminen. Näistä kolme ensimmäistä ovat yksinomaan perinteisiin velkakirjoihin nojaavia strategioita, joiden tuloksena varmistetaan vähintään haluttu tuotto lisätuottomahdollisuuksien kustannuksella. Suojautuminen perustuu futuureiden ja vakuuttaminen optioteorian käyttöön, optimointi ja aktiivinen sijoittaminen perustuvat kokonaan sijoittajan korkonäkemykselle.

Dedikaatiolla tarkoitetaan velkavirtojen täsmällistä kattamista sekä ajallisesti että määrällisesti sijoittamisesta saatavilla tuloilla. Immunisaatio on velkojen ja saamisten hieman löyhempää sovittamista ensisijaisesti duraation avulla. Indeksoinnilla pyritään toistamaan jonkin laajan markkinoita kuvaavan indeksin tuotto. Vakuuttamisessa sijoitukset suojataan siten, että markkinoiden liikkeet alaspäin eivät huononna tulosta, mutta voittopotentiaali säilyy suurelta osin. Optimoinnilla pyritään maksimoimaan sijoitusten kokonaistuotto sijoit-

tajan korkonäkemyksen vallitessa. Aktiivisessa sijoittamisessa pyritään luomaan tehokas salkku, joka minimoi haluttuun tuottotasoon liittyvän varianssin.

4.2 Dedikaatio riskien hallinnassa

4.2.1 Dedikaation perusteet

Dedikaation tavoitteena on mahdollisimman täsmällisesti replikoida tiedetyt tulevaisuuteen sijoittuvat menovirrat vastaavilla sijoituksista saatavilla tulovirroilla. Menovirrat pyritään saavuttamaan pienimmällä alkusijoituksilla. Tällainen tarkastelu on mahdollista aina kun menovirtojen erääntymisaikataulu tiedetään. Dedikaatiossa pyritään hyvin kapeasti määritellyn optimisalkun löytämiseen.

Jos kyseeseen tulevat sijoitukset eivät sisällä luotto-tappioriskiä, tulevat verot tiedetään ja sijoituskohteet eivät eroa likvidiydeltään, ainoa valintakriteeri on arvopaperin hinta. Jos kaikkien arvopaperien hinta on tarkasteluhetkeen diskontattujen rahavirtojen summa, kaikkien saman rahavirran tuottavien papereiden hinta on sama eikä samaa rahavirtaa ole mahdollista tuottaa pienemmillä kustannuksilla. Markkinoiden epätäydellisyys ja sijoittajien erilaiset preferenssit johtavat kuitenkin siihen, että eri arvopapereiden hinnat eivät aina ole yhtenevät niiden tarkasteluhetkeen diskontattujen rahavirtojen kanssa.

Diskonttauksessa käytetään nykykorkorakennetta ja sen avulla saadun nykyarvon ja markkinahinnan välinen ero ratkaisee velkakirjan edullisuuden tai kalleuden sijoittajan kannalta. Jos hinta on yhtä suuri (tai joissain tapauksissa kenties pienempi), velkakirja voi kuulua kustannuksiltaan edullisimpaan salkkuun, mutta mikäli hinta on suurempi kuin nykyarvo, näin ei voi olla.

4.2.2 Optimoitu dedikaatio

Dedikaatio voidaan ratkaista yksinkertaisena optimointiongelmana, jonka duaalin arvot (varjohinnat) ovat kullekin periodille ominaisia diskonttoteleijöitä ja mittaavat rahavirtojen rajakustannuksia. Diskonttoteleijät määrittävät sijoittajakohtaisen nykykorkorakenteen.

Lähestymistapaa on sovellettu¹ esimerkiksi Englannin valtion velkakirjoihin, jolloin on havaittu, että sijoittajien erilainen verotuskohtelu on riittävä tekijä johtamaan ei-trivaaleihin ratkaisuihin.

Tavanomaiset oletukset luottotappioriskittömyydestä ja optiopiirteiden puutteesta ovat voimassa. Korkojen ja pääoman maksut tapahtuvat säännöllisesti aikoina $t = 1, \dots, m$. Sijoitussalkku valitaan n :stä velkakirjasta, joiden markkina-arvot ovat vastaavasti P_j ($j=1, \dots, n$). J :nnellä velkakirjalla on nettorahavirrat a_{tj} aikana t . Aluksi oletetaan, että hetkellä t tarvitaan vähintään rahavirta c_t , ja tavoitteena on löytää salkku, joka tuottaa nämä rahavirrat pienimmillä kustannuksilla.

Lineaarisenä optimointitehtävänä ongelma on seuraava²:

$$\begin{array}{ll}
 (4-1) \text{ minimoi} & \sum_j P_j x_j \\
 \text{ehdoilla} & \sum_j a_{tj} x_j \geq c_t \quad t=1, \dots, m \\
 & x_j \geq 0 \\
 & j=1, \dots, n
 \end{array}$$

1 Hodges & Schaefer 1977, 243.

2 Hodges & Schaefer 1977, 244.

jossa x_j on j :ttä velkakirjaa ostettu määrä. Ongelmalla on aina ratkaisu kun jokaista ajanjaksoa t kohti on ainakin yksi velkakirja joka tuottaa positiivisen rahavirran tuon ajanjakson aikana ja kaikki $a_{tj} \geq 0$.

Yhtälössä (4-1) määriteltyjen rahavirtarajoitteiden saavuttamiskustannukset voivat nousta tarpeettoman korkeiksi, koska ylijäävien rahavirtojen siirtoa ajanjaksojen välillä ei ole. Määritellään muuttujat z_t ($t=1, \dots, m+1$) jaksolta $t-1$ jaksolle t siirtyväksi rahamääräksi (z_1 on nykyhetkestä jaksolle 1 siirtyvä rahamäärä). On luonnollista otaksua, että z_t kasvaa jaksoa kohden korkoa r_t , jolloin jokaiselle jaksolle tulee lisärahavirta $(1 + r_t)z_t - z_{t+1}$. Tällöin ongelmaksi muotoutuu

$$(4-2) \text{ minimoi } \sum_j P_j x_j + z_1$$

$$\text{ehdoilla } \sum_j a_{tj} x_j + (1+r_t)z_t - z_{t+1} \geq c_t$$

$$t=1, \dots, m$$

$$x_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$z_t \geq 0, \quad t=1, \dots, m \text{ ja } z_{m+1}=0$$

Olemassaolevaa salkkua optimoitaessa q_j tarkoittaa hintaa, johon j :s velkakirja voidaan myydä (osto- ja myyntihintojen erotuksen sekä muiden transaktiokustannusten vuoksi se on pienempi kuin hinta, joka on maksettava samasta velkakirjasta). Termi b_{tj} on t :nnen jakson rahavirrassa tapahtunut väheneminen joka aiheutuu velkakirjan myynnistä tarkasteluhetkellä. Se voi erota a_{ij} :stä verotukseen liittyvän harkinnan tai rahavirtojen ajoitukseen liittyvien oletusten vuoksi. Lopuksi n_j on velkakirjan j määrä salkussa tarkasteluhetkellä. Lineaarisen optimoinnin ongelmaksi muotoutuu:

$$\begin{aligned}
 (4-3) \text{ maksimoi } & - \sum_j p_j x_j + \sum_j q_j y_j - z_1 \\
 \text{ehdoilla } & \sum_j a_{tj} x_j - \sum_j b_{tj} y_j + (1+r_t) z_t - z_{t+1} \geq 0 \\
 & t=1, \dots, m \\
 & y_j \leq n_j \quad j=1, \dots, n \\
 & x_j, y_j \geq 0 \\
 & z_t \geq 0 \\
 & z_{m+1} = 0
 \end{aligned}$$

Tässä päätösmuuttujina ovat velkakirjan j ostetut (x_j) ja mydyt (y_j) määrät ja edelliseltä jaksolta tarkastelujaksolle t siirtyvä rahamäärä (z_t). Tavoitefunktion arvo on saatava arbitraasivoitto. Myytyjä määriä rajoittaa ehto, jonka mukaan ne eivät voi olla omistettuja suuremmat.

Lineaarisen optimointiratkaisun duaaliratkaisun voidaan tulkita antavan sijoittajan markkinoilla kohtaaman verotuksen jälkeisen diskonttofunktion. Esimerkiksi ensimmäisen ongelman duaali on

$$\begin{aligned}
 (4-4) \text{ maksimoi } & \sum_t c_t d_t \\
 \text{ehdoilla } & \sum_t a_{tj} d_t \leq p_j \quad j=1, \dots, n \\
 & d_t \geq 0 \quad i=1, \dots, m
 \end{aligned}$$

jossa d_t on diskonttotekijän arvo jaksolle t^1 .

Mikäli jonkin velkakirjan nykyarvo on vähemmän kuin sen hinta, sitä ei hankita. Jos on olemassa lähtösalkku, tällaiset negatiivisen nettonykyarvon omaavat velkakirjat myydään ja tilalle ostetaan velkakirjoja, joiden nettonykyarvo on nolla. Ääritapauksessa nettonykyarvo voisi

olla positiivinen, mutta tehokkailla markkinoilla arbitraasin pitäisi poistaa tällaiset tapaukset.

4.2.3 Dedikaation käyttö

Dedikaatiota ratkaistaessa voidaan tarkastella epäjohdonmukaisuuksien vaikutusta sijoittajan asemaan. Mikäli jokin markkinoiden implikoima tuleva korko on paljon korkeampi kuin sijoittajan samalle kaudelle odottama korko, on edullista siirtää jakson rahavirtaa kaudella eteenpäin.

Dedikaation etu on, että sen avulla voidaan välttää lähes kaikki korkoriski. Koska menovirrat katetaan riittävän täsmällisesti samansuuruisilla tulovirroilla, ei esimerkiksi stokastisen prosessin identifiointiin liittyvää riskiä ole. Samalla luovutaan kuitenkin käytännössä kaikesta lisätuottopotentialista, mikä voi olla epäviisasta. Dedikaatio ei sovellu sijoittajalle, jonka velat tai ylipäättäen varallisuuden suunniteltu käyttö eivät asetu joihinkin tiettyihin aikatauluihin, vaan ovat joko suuruudeltaan tai ajoitukseltaan epävarmoja.

4.3 Immunisaatio

4.3.1 Immunisaation määritelmä

Immunisaation tavoitteena on saatavien ja velkojen täsmääminen siten, että molempien nykyarvo on joka hetki yhtä suuri. Näin pyritään minimoimaan sijoituksiin liittyvä riski eli välttää korkojen muutosten vaikutukset ja samalla tarve ennustaa korkojen muutoksia. Dedikaatioon verrattuna ei enää pyritä yksittäisten rahavirtojen kattamiseen samanaikaisilla ja -suuruisilla virroilla, vaan sovittamaan velkojen (tai varojen käytön) nykyarvo

yhtäsuureksi tai pienemmäksi kuin varallisuuden nykyarvo. Tällöin sijoittaja pysyy teoriassa joka hetki maksukykyisenä.

Immunisaatioajatuksen on alunperin esittänyt englantilainen F. M. Redington duraation käsitteen yhteydessä ja sitä ovat myöhemmin laajentaneet useat tutkijat¹. Immunisaatio perustuu siihen, että korkojen noustessa velkakirjojen hinnat laskevat ja sijoitussalkun arvo laskee. Mikäli korkomuutosten stokastinen luonne määrittellään oikein, korkojen nousu aiheuttaa myös sen, että sijoitusten tuottamat rahavirrat voidaan uudelleen sijoittaa korkeammalla korolla ja näin tasapainottaa sijoitusten arvon muutos. Immunisaatiostrategia perustuu jälleen eräälle olettamukselle korkojen vaihteluita säätelevän stokastisen prosessin luonteesta.

Yksinkertaisimmillaan immunisaation ydin on asettaa saatavien ja velkojen duraatio yhtä suureksi valitsemalla sijoitussalkun (ja velkasalkun) sisältö sellaiseksi, että se täyttää immunisaatioehdot. Immunisaation tavoitteena on saavuttaa varmuudella tilanne, jossa sijoitusten arvo hetkellä t on ainakin L , kun se hetkellä 0 on V . Immunisaatiota sovelletaan käteisvelkakirjasalkkujen hallinnassa, mutta immunisoitu salkku koostetaan periaatteessa samoin kuin optioiden hinnoitteluteorian vakuutettu salkku.

4.3.2 Immunisaation teoreettiset perusteet

Täydellinen immunisaatio vaatii saatavien arvon asettamista joka hetki yhtä suureksi kuin velkojen arvo. Oletuksena ovat jatkuva tasapainotus, täydelliset mark-

¹

Immunisaatiosta laajemmin Bierwagin, Kaufmanin ja Toevsin (1983d) toimittama teos kokonaisuudessaan.

kinat ja sekä saatavien että velkojen yhtäsuuri herkkyys samoille tekijöille. Lisäksi tavanomaiseen Macaulayn duraatioon perustuva immunisaatio edellyttää luonnollisesti tuottokäyrän vaakasuoruutta ja kaikkien korkojen liikkumista yhtä paljon samaan suuntaan.

Yleisesti voidaan todeta, että jos APT¹-mallin kaltaisesti sekä saatavien että velkojen tuotto on niihin vaikuttavien tekijöiden funktio, on mahdollista määrittellä² kaksi ehtoa, joiden täytyy toteutua joka hetkellä:

- 1) pääoman täytyy olla sijoitettu kokonaan
- 2) saatavien ja velkojen tuottojen herkkyyden eri tekijöille täytyy olla yhtäsuuri.

Yksinkertaisessa tikapuustrategiassa replikoidaan velkojen duraatio valitsemalla sijoitussalkkuun juoksuajaltaan velkojen duraatiota lähinnä pitempiä ja lyhyempiä velkakirjoja siten, että niistä muodostuneen salkun painotettu duraatio on yhtä suuri kuin velkojen duraatio. Korkojen muuttuessa ja kuponkimaksuja saataessa sijoitussalkun sisältöä on muutettava siten, että duraatiot säilyvät yhtä suurina.

Mikäli tuottokäyrän liikkeitä koskevia olettamuksia helpotetaan, voi olla, että immunisaatioteorian lupamaan minimituottoon ei enää päästä. Tällöin on kuitenkin mahdollista vaikuttaa immunisaatioehtojen sisällä sijoitussalkun rakenteeseen siten, että salkun herkkyys korkoliikkeille minimoidaan³.

1 Arbitrage Pricing Theory. Lähemmin esim. Jacob & Pettit 1984.

2 Nelson & Schaefer 1983, 65.

3 Vasicek & Fong 1983, 229-231.

Periaatteessa immunisaatio edellyttää imunisoitavan maksun tietämistä varmuudella etukäteen jotta sen vaikutus velkojen duraatioon voidaan laskea. Duraatioiden täsmäämiseen perustuva strategia säilyttää sijoitusten nettoarvon, mutta ei takaa halutun tuoton toteutumista, mikäli maksun ajankohtaa ei tiedetä varmuudella etukäteen. Näin voidaan periaatteessa erottaa täydellinen ja epätäydellinen immunisaatio. Täydellinen immunisaatio edellyttää, että velkamaksut toteutuvat suunniteltuina ajankohtina, jolloin sijoitusten nettoarvo säilyy.

Epätäydellinen immunisaatio on kyseessä kun maksut tapahtuvat epävarmoina ajankohtina, jolloin sijoitusten nettoarvo säilyy (kun saatavat likvidoidaan markkinahintaan), mutta maksun vaatima tuotto ei toteudu täsmälleen¹.

Nykyaikaisen immunisaatiostrategian keskeisen perustan loivat L. Fisher ja R. Weil², jotka pyrkivät replikoimaan yhden tulevan maksun korkojen odotusteoriaan nojaten. Fisherin ja Weilin käyttämä duraatio poikkesi tavanomaisesta Macaulayn duraatiosta siinä, että he käyttivät odotetuksi duraatioksi kutsumaansa kaavaa, jossa diskonttokorkoina käytetään sisäisen koron asemasta vallitsevaa nykykorkorakennetta. Lisäksi Fisher ja Weil olettivat korkorakenteen muuttuvan additiivisesti. Saadut empiiriset tulokset olivat rohkaisevia immunisaation toimimisen kannalta.

Muita stokastisia prosesseja on tutkittu ja eräiden vallitessa immunisaatio toimii paremmin, toisten kanssa huonommin³. Kaikissa tapauksissa duraatioon perustuvat

1 Bierwag, Kaufman & Toevs 1983, 114.

2 Fisher & Weil 1971.

3 Tästä laajemmin Bierwag, Kaufman & Toevs 1983, 110-112, 130-132.

immunisaatiostrategiat olivat halutun maksuvirran repli-koimisessa parempia kuin yksinkertaiseen juoksuaikaan perustuvat. Empiiriset tulokset eri immunisaatiostrategioista osoittavat, että keskeinen virhelähde on korkojen määräytymisessä oletettu stokastinen prosessi. Stokastisesta prosessista johtuva riski, joka käytännössä näkyy immunisoivan sijoitussalkun juoksuaikarakenteessa, voi olla merkittävä.

4.3.3 Immunisaation laajennukset

Immunisaatiota on laajennettu yhden rahavirran repli-koinnista kattamaan useamman rahavirran tapaus laajentamalla sovellettavia ehtoja. Monen menovirran immunisoinnin ehdoiksi on esitetty¹

$$(4-6) \quad \sum_{j=1}^m s_j C_j P_0(s_j) = \sum_{i=1}^n t_i A_i P_0(t_i) = I_0$$

$$(4-7) \quad \sum_{j=1}^m |s_j - s_k| C_j P_0(s_j) \geq \sum_{i=1}^n |t_i - s_k| A_i P_0(t_i)$$

$$k=1, \dots, m$$

jossa hetkien $t_1 - t_n$ immunisoitavat maksut ovat $A_1 - A_n$ ja immunisoivan portfolion tuottamat maksut hetkillä $s_1 - s_m$ ovat $C_1 - C_m$, $P(t)$ on diskonttofunktio ja I_0 salkun alkuarvo.

Yhtälö (4-6) on duraation yhtäsuuruusehto (välttämätön, mutta ei riittävä), kun taas yhtälössä (4-7) ovat eri puolina tulo- ja menovirtahetkien painotettu absoluuttinen keskipoikkeama. Tästä saadaan ehto, jolla asetetaan tulojen hajonta ajassa suuremmaksi kuin menojen hajonta. Tämä on suoraan verrannollinen yhden periodin tapaukseen, jossa tasapainotetaan ennen maksuvirtaa saatavien tulojen

1

Vasicek & Fong 1983, 232.

uudelleensijoitustuoton vaihtelut ja maksuvirran hetkellä jäljellä olevien sijoitusten arvonmuutokset. Vaatimus, jonka mukaan tulojen hajonta on suurempi kuin menojen, perustuu lineaarisen optimoinnin duaaliin¹.

Ehdot takaavat immunisaation korkojen muuttuessa yhden-suuntaisesti. Mikäli korkorakenne muuttuu satunnaisesti, immunisoivan salkun arvoa tavoitehetkenä kuvaa yhtälö²

$$(4-8) \quad \frac{\Delta I_H}{I_H} = - M^2 \Delta_S$$

jossa ΔI_H on tiettyä korkojen muutosta vastaava sijoituksen arvon muutos tavoitehetkenä ja I_H sijoituksen tavoitearvo ko. hetkenä, Δ_S korkojen muutos ja M^2 on immunisoitavien maksujen hajonta, monen maksuvirran tapauksessa

$$(4-9) \quad M^2 = \sum_{j=1}^m \frac{(s_j - D)^2 C_j P_0(s_j)}{I_0} - \sum_{i=1}^m \frac{(t_i - D)^2 A_i P_0(t_i)}{I_0}$$

jossa D on salkun duraatio (yhtälö (4-6), merkinnät kuten (4-6):ssa). M^2 riippuu velkojen ja saatavien rahavirtojen rakenteesta, Δ_S riippuu korkojen muutoksesta. M^2 on immunisoinnin riskimittari, joka mittaa sijoitusten herkkyyttä korkorakenteen ei-yhdensuuntaisille muutoksille. Se on nolla jos ja vain jos immunisoivan salkun maksut vastaavat ajoitukseltaan ja suuruudeltaan menovirtoja.

1 Vasicek & Fong 1980.

2 Vasicek & Fong 1983, 230. Yhtälö on saatu loppuhetken sijoituksen arvoa kuvaavan funktion kolmesta ensimmäisestä tekijästä.

Immunisoinnin riskimittaria M^2 voidaan käyttää luottamusvälien asettamiseen tavoitehetken sijoitussalkun arvolle¹. Samalla sitä voidaan käyttää immunisointiin liittyvän riskin minimointiin immunisoinnin perusajatuksen mukaisesti. Immunisointiongelmasta tulee tällöin optimointiongelma.

Optimointiongelmassa minimoidaan M^2 ehdoilla

- 1) Immunisointiehdot (4-6) ja (4-7) toteutuvat
- 2) Salkun koostumusta koskevat sijoittajakohittaiset rajoitukset.

Sekä tavoitefunktio M^2 että ehdot ovat lineaarisia, joten yksinkertaisia lineaarisen optimoinnin menetelmiä voidaan käyttää. Salkun koostumusrajoitukset voivat sisältää yksittäisten velkakirjojen suurinta ja pienintä sallittua osuutta sekä arvopapereiden laatua koskevia rajoitteita.

Ongelma on mahdollista muuttaa sijoittajan riskiasennoitumista vastaavaksi, sillä yksinkertainen riskin minimointi voi olla liian rajoittavaa sijoittajan tavoitteiden (hyötyfunktion) kannalta. Riskin minimoinnin sijasta voidaan optimoida riski-tuotto-suhdetta. Tämä saavutetaan maksimoimalla toteuvan tuoton alarajaa tietyllä luottamusvälillä. Tätä kautta voidaan rakentaa tehokkaiden immunisoivien portfolioiden ura joka on analoginen portfolioteorian keskiarvo-varianssi-lähestymistavan vastaavan uran kanssa.

1

Tästä laajemmin Vasicek & Fong 1983, 234-235.

4.3.4 Ehdollinen immunisaatio

Immunisaation eräs muunnelma on ehdollinen immunisaatio. Tällöin sijoittaja asettaa suunnittelujaksolle hyväksyttävän minimituoton, joka on alempi kuin immunisaatiosta saataisiin. Näin saavutetaan turvallisuusmarginaali, jonka jälkeen sijoittaja seuraa korkonäkemykselle perustuvaa aktiivista sijoitusstrategiaa.

Sijoittajan korkonäkemyksen toteutuessa saavutetaan korkeampi tuotto kuin tavallisella immunisaatiolla olisi saavutettu. Aktiivisen strategian alkaessa epäonnistua sijoittaja siirtyy automaattisesti immunisaatiostrategiaan pisteessä, jossa asetettu alin hyväksyttävä tuottotavoite on vielä mahdollista saavuttaa. Turvallisuusmarginaali on tällöin aktiivisen sijoitusstrategian potentiaalinen kustannus.

Kuvassa 4/1 on esitetty ehdollisen immunisaation kulku. Sijoittaja jatkaa aktiivista strategiaansa niin kauan kun immunisaatio tarkasteluhetkestä suunnittelukauden loppuun tuottaa yli hyväksyttävän tuottotason tai siirtyy immunisaatioon. Myös onnistuneesta aktiivisesta strategiasta on mahdollista siirtyä immunisaatioon mikäli kertynyt tuotto halutaan lukita.

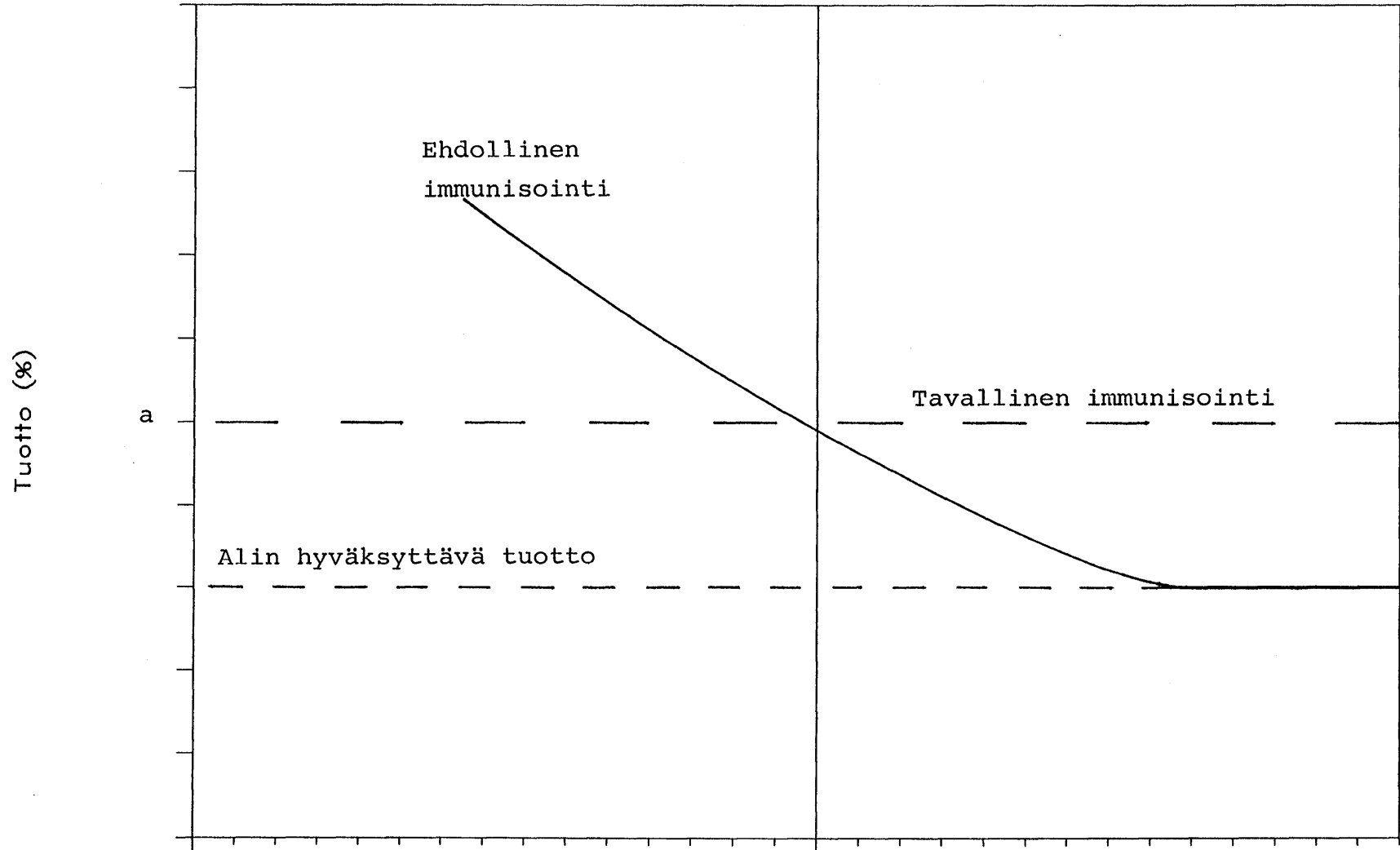
Mitä lyhyempi sijoittajan suunnitteluhorisontti on, sitä suurempi on korkomuutosten vaikutus potentiaaliseen tuottoon. Bierwag¹ toteaa, että ehdollinen immunisaatio toimii parhaiten suunnittelukausilla, joiden pituus on yli kolme vuotta.

1

Bierwag 1987, 148.

Kuva 4/1.

Ehdollinen immunisointi.



4.3.5 Immunisaation rajoitteet

Immunisaatio ei luonnollisestikaan sovellu kaikille sijoittajille. Jos sijoittajan korkoliikkeitä koskevat odotukset poikkeavat markkinoilla vallitsevista, immunisaatiostrategia sulkee pois korkeampien tuottojen mahdollisuuden. Sijoittaja voi maksimoida hyötyään sijoittamalla aktiivisemmin, jolloin tulisi kysymykseen duraation asettaminen joko alhaisemmaksi tai korkeammaksi kuin velkasalkulla on.

Immunisaation ongelmana on, että puhtaimmillaan se edellyttää sijoittajalta ääretöntä riskin karttamista. Se perustuu yhden tehokkaan pisteen löytämiseen tehokkaalta riski-tuotto -uralta ja muut pisteet jätetään huomiotta.

4.4 Indeksointi

Indeksoinnilla tarkoitetaan jonkin markkinoita kuvaavan indeksin replikoimista. Keskeisin sovellusalue ovat tapaukset, joissa sijoittajalle on annettu jokin vertailukohde, jonka tuotto on saavutettava. Tavoitteena on päästä markkinoilta saatavissa olevaan tuottoon. Lähtökohta on rajoittava, mutta se voi johtaa hyviin tuloksiin verrattuna esimerkiksi aktiiviseen sijoittamiseen. Indeksoinnin avulla voidaan saavuttaa sijoitusten riittävä hajautus ja välttää valitsemasta jotakin sektoria painoalueeksi, sillä indekseissä mukana olevat velkakirjat ovat markkinapainoisia. Samalla vältetään tekemästä korkojen kehitystä koskevia ennusteita.

Indeksoinnin perusteena käytetään jotakin markkinoilta saatavissa olevaa instrumenttiavaruutta kuvaavaa indeksia, joka pyritään replikoimaan oleellisilta piirteiltään. Ääriesimerkki on replikoida indeksi sellaisenaan, sisällyttämällä sijoitussalkkuun kaikkia indeksiin

sisältyviä velkakirjoja niiden markkinapainojen suhteessa. Tämä tapa on kömpelö ja kallis. Tarvitaan indeksin ominaisuudet, ei sisältöä replikoiva salkku. Mitä kauemmaksi indeksin faktisesta sisällöstä siirrytään, sitä todennäköisemmäksi käy, että joissain tilanteissa tulos jää indeksiä huonommaksi.

Keskeisin replikoitava ominaisuus on indeksin korkoherkkyys eli duraatio. Tällä kohdin indeksointi kytkeytyy läheisesti immunisaatioon, replikoitava suure on vain muuttunut veloista markkinoita kuvaavaksi indeksiksi. Indeksiä replikoitaessa voidaan käyttää hyväksi optimointivälineitä, joiden avulla voidaan saavuttaa välitöntä tuottohyötyä ja silti saavuttaa indeksin suoritus-taso.

Sijoitussalkkua on uusittava kun sen duraatio ja muut ominaisuudet loittonevat indeksistä. Tasapainotusten aikaväli jää riippumaan sijoittajan tarpeista.

Indeksoinnilla menetetään potentiaalisia tuottomahdollisuuksia, koska markkinapainoiset indeksit voivat edustaa tehottomia riski-tuotto-yhdistelmiä. Indeksien käyttäytyminen voi olla kaukana mahdollisten velkojen käyttäytymisestä. Mikäli indeksointia kuitenkin käytetään, vertailuindeksi on lisäksi valittava huolella, jotta se edustaisi sitä sijoitusvaruutta johon sijoittaja voi todellisuudessa sijoittaa ja jotta tämä indeksi olisi myös käytännössä toistettavissa.

Indeksi voi silti olla aktiivista sijoittamista parempi vaihtoehto, sillä sijoittajien keskimääräinen suoriutuminen jää erityisesti yhdysvaltalaisien kokemusten mukaan helposti markkinaindeksejä heikommaksi.

5. Aktiiviset strategiat

5.1 Suojautuminen

5.1.1 Futuurisopimukset

Velkakirjojen futuurimarkkinoiden laajeneminen ja likvidiuden kasvu on ollut nopeaa. Ainakin Yhdysvaltain, Englannin, Ranskan, Hollannin, Saksan liittotasavallan ja Japanin valtionvelkakirjamarkkinoilla on pörsseissä noteerattavia futuurisopimuksia.

Futuurimarkkinoita voidaan hyödyntää korkoriskin hallinnassa suojautumisstrategioiden avulla. Periaatteena on suojata sijoittajan hallussa oleva käteisinstrumenttiositus futuureilla siten, että korkomuutokset eivät vaikuta käteisposition arvoon.

Futuurisopimus on ehdoiltaan standardoitu ja niillä käydään kauppaa säännellyissä pörsseissä. Futuuri velvoittaa sopimuksen myyjän toimittamaan ja ostajan vastaanottamaan sopimuksen kohteena olevia velkakirjoja tulevaisuudessa (määrätyn ajan kuluessa) sovittuun hintaan. Futuurisopimukset eivät maksa mitään sellaisenaan, mutta niihin liittyy vakuustalletus, joka takaa sopimuksen toteutumisen.

Koska futuuri on sopimus velkakirjan vastaanottamisesta tai luovuttamisesta tulevaisuudessa, kohdevelkakirjan hinnan muutokset heijastuvat futuurisopimuksen hinnan muutoksina. Mikäli sijoittajalla on pitkä positio futuureissa (sijoittaja on ostanut futuurisopimuksen), position arvo kohoaa korkojen laskiessa ja laskee korkojen noustessa. Vastaavasti lyhyt futuuriositus (sopimuksen myynti) menettää arvoaan korkojen laskiessa (eli toimittavan kohteen hinnan noustessa) ja lisää arvoaan korkojen noustessa.

5.1.2 Futuurisopimusten hinnan määräytyminen

Futuureiden hinnan määräytymisestä ennen toimituspäivää on esitetty kaksi teoriaa. Ensimmäinen keskittyy futuuri-sopimuksen hallussapitokustannuksiin¹. Perusolettamus on, että halutessaan itselleen velkakirjan esimerkiksi viikon kuluttua, sijoittaja joko lainaa rahat ja ostaa velkakirjan tai ostaa velkakirjaa koskevan futuuri-sopimuksen jonka toimituspäivä on viikon päästä. Mikäli velkakirjan hinta ja sille viikon aikana kertyneiden korkojen summa vähennettynä lainauskustannuksilla on pienempi kuin futuurisopimuksen hinta, voi arbitraasin harrastaja saada riskitöntä voittoa erotuksen verran ostamalla velkakirjan ja myymällä futuurisopimuksen. Näin molempien hintojen on tehokkailla markkinoilla oltava yhtä suuria.

Toisaalta futuureiden hinta voidaan esittää odotusteorian kannalta. Futuurisopimuksen hinnan tulee arbitraasin estämiseksi olla toimituspäivänä sama kuin vastaavan käteisinstrumentin (sopimuksen kohteen) hinta. Toimituspäivänä tulevat korot ovat oletettavasti yhtä korkeita kuin nykykorot ja futuurisopimus hinnoitellaan yhtä kalliiksi kuin kohde. Käytännössä asiaa mutkistavat futuurisopimusten sallimat toimitusajat ja vaihtoehtoiset toimituskelpoiset kohteet, mutta poikkeamat eivät voi olla suuria.

Riippumatta siitä, kumpaako hinnoitteluartumenttia käytetään, futuurin hinta lähestyy kohteen hintaa toimituspäivän lähestyessä. Kumpikaan hinnoitteluteorioista ei ole saanut yksiselitteistä empiiristä tukea², mutta usein futuurihintoja pidetään parhaina estimaatteina

1 Engl. cost of carry.

2 Hinnan määräytymistä käsittelee laajasti esim. Kolb 1985, 33-45.

tulevista käteishinnoista. Valitulla teoriolla on merkitystä laskettaessa futuureille riski-indikaattoreita ja suojakertoimia.

5.1.3 Suojautuminen futuureilla

Suojautuminen¹ voidaan määritellä laajasti tarkoittamaan kaikkia menetelmiä, joilla hallussa olevan tai odotetun velkakirjaposition korkoriskiä vähennetään. Jatkossa suojautuminen käsitetään kapeasti futuurisopimusten avulla tapahtuvaksi korkoriskin pienentämiseksi. Tarkastelu rajoitetaan hallussa olevan velkakirjaposition korkoriskin pienentämiseen, ei odotettujen positioiden tai velkojen ja velkojen sekä saatavien välisen eron suojaamiseen.

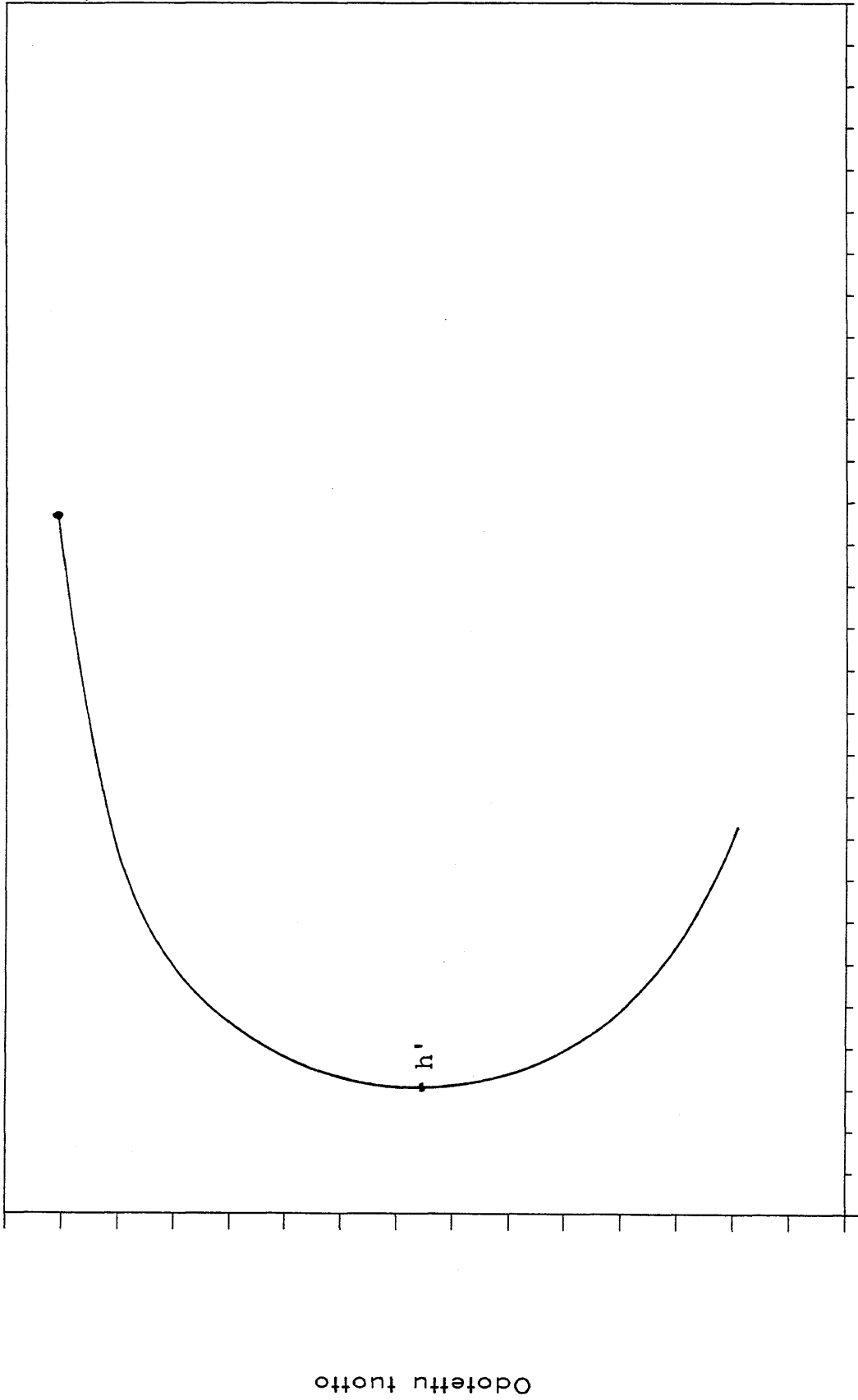
Muiden riskiä vähentävien strategioiden tapaan suojautuminen vähentää odotettuja tuottoja ja niiden hajontaa. Voidaan osoittaa, että riskiä on mahdollista vähentää futuurisopimuksilla tiettyyn rajaan saakka, jonka jälkeen riski jälleen lisääntyy. Riskin ja tuoton suhde futuuri-positioilla suojauduttaessa on kuvassa 5/1.

Suojautumisstrategiat voidaan jakaa heikkoihin ja vahvoihin sen mukaan, onko suojattava ajanjakso (sijoitus-horisontti) määritelty vai ei. Mikäli ajanjaksoa ei ole määritelty, pyrkimyksenä on säilyttää sijoitusten markkina-arvo. Tällöin myydään futuurisopimuksia, joiden hinta muuttuu kuten käteisposition hinta. Tarvittava suojaussuhde vaatii suhteellisen usein tapahtuvaa tasapainotusta, koska suojattavan position duraatio muuttuu ajan myötä. Tällainen suojautuminen on kuitenkin pitemmällä aikavälillä epävarmaa ja sen mielekkyys on

1

Engl. hedging. Laaja määritelmä esim. Toevs & Jacob 1986, 68.

Kuva 5/1.
Suojautuminen futuureilla.



Tuoton hajonta

kyseenalaista, sillä suojattu positio käyttäytyy lopulta osapuilleen kuten yli yön talletus¹.

Vahvassa suojautumisessa sijoittaja tietää sijoitus-horisonttinsa, jonka ajan velkakirjat pidetään. Tavoite on verrattavissa immunisointiin. Suojautuminen suunnitellaan varmistamaan sijoitusten odotettu tuotto sijoitusjaksolta. Suojautumisen on suojattava sekä sijoitusten markkina-arvo että markkina-arvon tuotto, jonka markkinat ovat olettanet sijoitusjaksolle lähtötilanteessa. Suojautuminen voi vaatia joko futuurisopimusten myyntiä tai ostamista. Tavoitteena on saavuttaa joka hetkellä jäljellä olevan sijoitusjakson pituisen nollakuponkilainan korkoherkkyys, sillä tällainen nollakuponkilaina takaa lupaamansa tuoton. Jos käteisposition korkoherkkyys on pienempi kuin tavoiteltu, futuurisopimuksia ostetaan korkoherkkyuden lisäämiseksi ja päinvastoin. Molemmissa tapauksissa vaaditaan usein tapahtuvaa tasapainotusta.

Heikkoa ja vahvaa suojautumista voidaan yhdistellä sijoittajan tarpeiden mukaan.

5.1.4 Suojakerroin heikossa suojautumisessa

Heikossa suojautumisessa minimiriski saavutetaan kun suojakerroin h määritellään siten, että futuurisopimusten korkoherkkyys on yhtäsuuri mutta vastakkaismerkkinen kuin käteisposition korkoherkkyys. (Jatkossa minimiriskin tuottava suojaussuhde on h'). Suojakertoimen käytännön tulkinta on ostettavien tai myytävien futuurisopimusten määrä yhtä hallussapidettyä käteisinstrumentin yksikköä kohden.

1

Toevs & Jacob 1986, 69.

Optimisuojakerroin on¹

$$(5-1) \quad h' = \frac{\text{COV}(\Delta F, \Delta P)}{\text{var}(\Delta F)}$$

Suojakerroin voidaan määrittää usealla eri tavalla². Tunnetuimmat ovat markkina-arvojen yhtäläistämisen, konversiotekijöiden³, hintamuutosten regression ja duraation avulla tapahtuvat. Näistä tarkastellaan tässä lähemmin kehittyneempiä menetelmiä, regressio- ja duraa-tiopohjaisia lähestymistapoja.

Regressioon perustuva lähestymistapa oli ensimmäinen minimivarianssia tavoitteleva suojaussuhteen määritysmenetelmä. Se on yhä käytännössä suosittu, vaikka sitä ei voida soveltaa läheskään kaikissa tapauksissa. Yksinkertainen lineaarinen regressioyhtälö on käteisinstrumentin (P) ja futuurin (F) hintamuutoksista lähtien:

$$(5-2) \quad \Delta P = a + h\Delta F + \epsilon$$

jossa ϵ on virhetermi ja h suojakerroin, joka estimoi suojatun position arvon tarkastellulla aikavälillä minimoivaa suojaussuhdetta h' . Käteisinstrumentin ja futuurin hintojen oletetaan historiassa korreloineen lineaarisesti ja tekevän tulevaisuudessa samoin. Vakion a arvolla ei ole merkitystä suojaautumisessa ja virhetermi

1 Toevs & Jacob 1986, 74.

2 Esim. Toevs & Jacob 1986, 72-83.

3 Konversiotekijällä tarkoitetaan kerrointa, jossa käteisvelkakirjan hinta saatetaan vastaamaan futuurisopimuksen kohdetta tapauksissa, joissa futuurin kohde on teoreettinen, ja toimitettava velkakirja voi olla mikä tahansa useista markkinoilla olevista velkakirjoista.

sisältää perusriskin, joka aiheutuu hintojen liikkeistä eri tekijöiden mukaan¹.

Regressiosta voidaan käyttää myös muunnosta, jossa käytetään hintatasoja P ja F sellaisenaan, ei niiden muutoksia ΔP ja ΔF . Regressiosta voidaan käyttää myös kehittyneempää toisen asteen regressioyhtälöä, joka on muotoa

$$(5-3) \quad P = a + kF + lF^2 + \epsilon$$

Tässä tapauksessa suojaussuhde $h = k+2lF$, joka riippuu myös futuurien hintatasosta F. Epälineaarinen regressio soveltuu tapauksiin, joissa käteisinstrumentin hinta on vähemmän korkoherkkä kuin futuurihinta eli suojautumiseen sisältyy perusriskiä. Tämä korkoherkkyys lisääntyy korkojen laskiessa eikä suhde enää ole suora.

Regressiotekniikan ongelmana on paitsi historiallisen aineiston tarve (ja regressioaikavälin pituuden määrittäminen), myös regressiotulosten epästabiilisuus ajassa ja ennenkaikkea oletus hintamuutossuhteiden vakaudesta.

Toisaalta suojakerrointa voi lähestyä myös suoraan korkoherkkyiden ja sitä mittavien duraatioiden kautta. Suojakerroin, joka kattaa välittömät hinnanmuutokset saadaan seuraavasti²

$$(5-4) \quad h' = \frac{P G_p}{F G_f}$$

jossa P on käteisinstrumentin markkina-arvo ja F on futuurin hinta. G on modifioitu duraatio. Käytettävän

1 Regressiotekniikkaa käsittelee mm. Figlewski 1986, 27-29.

2 Toevs & Jacob 1986, 81.

futuurin hinnan tulisi periaatteessa olla tulevalla korolla toimitushetkeen muutettu toimitettavan kohteen hinta, mutta käytännössä valmiin futuurihinnan käyttäminen ei tuo oleellista eroa lopputulokseen.

Edelläolevaa duraatiosuojausta voidaan edelleen parantaa ottamalla huomioon käteis- ja futuuripositivien mahdolliset erilaiset suhteelliset korkoherkkyydet eli perusriski. Tällöin kaavaksi tulee

$$(5-5) \quad h' = \frac{P \ G_p \ k_p}{F \ G_f \ k_f}$$

jossa

$$k_p = \Delta P / \Delta r$$

$$k_f = \Delta P_u / \Delta r$$

r = instrumentin sisäinen korko

P_u = futuurin kohteen markkina-arvo.

Esiteltyjä duraatiomittareita voidaan luonnollisesti kehittää otaksumalla jokin relevantti stokastinen prosessi ja käyttämällä tämän perusteella laskettua duraatiota.

Ongelma-alueina duraatiosuojauksessa ovat laskettujen korkoherkkyyksien vastaavuus todellisten kanssa, oletus korkojen muuttumisesta kiinteissä suhteissa (joko duraatioon sisältyvinä oletuksina tai erillisinä suhteellisina korkoherkkyyksinä) sekä se, että mahdolliset systemaattiset muutokset käteisposition ja futuurien hintoja määräävissä tekijöissä jäävät huomiotta.

Molemmissa käsitellyissä suojakertoimen määrittelymenetelmissä on olettamuksia, joiden toteutuminen käytännössä on mahdotonta. Duraatioon perustuvilla menetelmillä on kuitenkin mahdollista lisätä suojaussuhteen määrittelyn tarkkuutta mallittamalla selittämätöntä poikkeamaa tarkemmin samalla kun duraatiolähestymistapa soveltuu

myös kokonaisille sijoitussalkuille paremmin kuin regressiomenetelmä¹.

5.1.5 Suojakerroin vahvassa suojautumisessa

Vahvassa suojautumisessa käytettävät menetelmät ovat samoja kuin heikossa, mutta suojakerroin määritellään toisin. Koska tavoitteena on replikoida sijoitushorisontin mittainen nollakuponkivelkakirja, joka varmistaa tuoton, paras suojakerroin minimoi suojattavan käteisposition ja hypoteettisen nollakuponkivelkakirjan tuoton erotuksen². Itseasiassa kyseessä on futuureihin perustuva immunisaatiostrategia.

Mikäli sijoitushorisontti on H vuotta ja vastaavan pituisen nollakuponkivelkakirjan hinta on P_H , on löydettävä sopimusten määrä h' , joka minimoi suojattavan position ja nollakuponkivelkakirjan arvojen muutosten eron varianssin joka on

$$(5-6) \quad \text{var}(\Delta P + h\Delta F - n\Delta P_H)$$

jossa n on alkuvarallisuudella saatavien nollakuponkivelkakirjojen määrä ($n = P/P_H$). Tähän perustuva optimimäärä futuurisopimuksia on

$$(5-7) \quad h' = \frac{(P/P_H)\text{cov}(\Delta f, \Delta P_H) - \text{cov}(\Delta P, \Delta F)}{\text{var}(\Delta F)}$$

Vahvassa suojautumisessa on uusi mutkistava tekijä: futuurisopimuksen on korreloitava sekä käteisinstrumentin että vastaavan nollakuponkilainan kanssa. Kaikki käytännön laskentamenetelmät pyrkivät estimoimaan yhtälön (5-7) varianssit ja kovarianssit.

1 Toevs & Jacob 1986, 90-93.

2 Toevs & Jacob 1986, 96-97.

Regressiomenetelmä on perusteiltaan sama kuin heikossa suojautumisessa. Perusyhtälö on sama (5-2), jonka lisäksi tarvitaan toinen regressio jotta futuurien ja H-vuotiaan nollakuponkilainan suhde saataisiin selvitettyä.

$$(5-8) \quad P_H = b + h_H \Delta F + \epsilon$$

jossa h_H estimoi suhdetta $\text{cov}(\Delta P_H, \Delta F) / \text{var}(\Delta F)$. Kun yhdistetään h ja h_H saadaan

$$(5-9) \quad h' = \left(\frac{P}{P_H}\right) h_H - h$$

Regressiossa voidaan soveltaa myös hintatasoja hinnannuutosten asemesta.

Duraatiopohjainen ratkaisu vahvassa suojautumisessa on

$$(5-10) \quad h = \frac{(G_H - G_p)P}{G_H F}$$

jossa G on modifioitu duraatio ja f , p , H viittaavat futuuriin, käteisvelkakirjaan sekä H-vuotiaaseen nollakuponkivelkakirjaan. Kaavasta voidaan suoraan todeta, että jos käteisvelkakirjan duraatio on H-vuotiaan nollakuponkivelkakirjan duraatiota suurempi, tulee futuuri-sopimuksia myydä, jotta position duraatio laskisi H vuoteen¹.

Duraatoratkaisua voi edelleen purkiä parantamaan samaan tapaan kuin heikossa immunisaatiossa ja lisätä yhtälöön kaikkien kolmen suhteelliset korkoherkkyydet.

Käytännössä samat lähtötiedon ongelmat, jotka esiintyivät jo heikossa suojaamisessa, toistuvat vahvassa suojautumisessa voimakkaampina. Regressioita on nyt kaksi ja

¹ Toevs & Jacob 1986, 99.

molemmat joudutaan toistamaan usein tasapainon säilyttämiseksi. Sekä regressio- että duraatiopohjaisella lähestymistavalla on perusriskiä, joka aiheutuu käteisinstrumentin ja nollakuponkivelkakirjan korkosuhteiden epästabiiliudesta. On todettu, että yksinkertainen duraatiopohjainen lähestymistapa toimii paremmin kuin regressio, ja sitä voidaan parantaa lisäämällä suhteelliset korkoherkkyydet¹.

5.2 Vakuuttaminen ja optioiden käyttö

5.2.1 Vakuuttamisen periaatteet

Sijoitusten vakuuttaminen liittyy läheisesti dynaamisiin sijoitusstrategioihin ja optioihin. Tavallinen myyntioptio on yksinkertainen staattisen vakuutuksen muoto. Ostettaessa samaan aikaan esimerkiksi velkakirjoja ja niihin liittyviä myyntioptioita, joiden lunastushinta on sama kuin velkakirjojen ostohinta, sijoittaja on vakuuttanut sijoituksensa. Mikäli velkakirjojen myyntihinta laskee, sijoittaja käyttää myyntioptionsa ja myy velkakirjat ostohinnalla. Tappioksi jää tällöin option hinta. Mikäli velkakirjojen hinta nousee, sijoittaja myy velkakirjat markkinahintaan. Myyntioptio on tällöin arvoton, ja sen hinta vähentää voittoa verrattuna tapaukseen, jossa vakuutusta ei olisi otettu. Velkakirja-myyntioptio -yhdistelmä on tulosvaikutukseltaan samanlainen kuin yhdistelmä riskitön sijoitus (talletus) ja osto-optio asianomaisiin velkakirjoihin.

Koska markkinoilla olevien optioiden määrä on rajoitettu eikä niitä ole saatavilla kuin harvoille velkakirjoille, sijoitukset suojaavaa myyntioptiota ei markkinoilla useimmissa tapauksessa sellaisenaan ole, jolloin se

1

Toevs & Jacob 1986, 104.

voidaan korvata synteettisellä myyntioptiolla jonka tulosvaikutus on samanlainen.

Optiostrategioita käytettäessä on tarkkaan tunnettava niiden riski- ja tuottovaikutukset. Esimerkiksi synteettisen option kustannuksia ei voida tietää etukäteen. Toisaalta synteettisten optioiden kustannukset voivat olla myös pienemmät kuin markkinoilta saatavissa olevien optioiden.

5.2.2 Optiostrategiat

Yksinkertaisen myynti- tai osto-option hallussapidon sijasta optioilla voidaan rakentaa strategioita, joilla kaikilla on erilaiset tuotto Profiilit. Optioilla voidaan replikoida velkakirja- tai futuuripositio ja niiden eri lunastushintaisilla yhdistelmillä voidaan saavuttaa tuotto Profiileita, jotka eivät muuten ole mahdollisia. Ääritilanteessa, mikäli saatavilla olisi optioita (tai sellaisia olisi järkevää rakentaa synteettisesti) kaikille mahdollisille lunastushinnoille ja raukeamispäiville, voitaisiin optioilla rakentaa kaikki saavutettavissa olevat tuottorakenteet¹.

Sijoitussalkulle voidaan luoda synteettinen myyntioptio muuttamalla dynaamisesti lyhyttä velkakirjapositiota ja riskittömiä sijoituksia. Käytännössä tämä voidaan saavuttaa joko myymällä velkakirjoja ja siirtämällä saadut varat riskittömiin sijoituksiin (talletuksiin) tai myymällä korkofutuureita pitkää velkakirjapositiota vastaan.

¹ Bookstaber 1986, 124.

5.2.3 Dynaamiset strategiat

Yksinkertaisin dynaaminen strategia on nk. stop-loss, jossa sijoittaja asettaa sijoitushorisontissaan haluamansa rahamäärän nykyarvon rajaksi, jonka alle sijoituksen nykyarvo ei saa laskea. Kun haluttu rahamäärä sijoitushorisontin lopussa on a ,

$$(5-11) \quad s = a \frac{1}{(1+r_t)^t}$$

jossa s on sijoituskohteen hinta, jonka saavuttamisen jälkeen se myydään ja saadut varat sijoitetaan tuotoltaan riskittömään sijoitukseen, jonka tuotto on r_t . Menetelmä on kustannuksiltaan suhteellisen kallis, mutta tehokas, edellyttäen että riskitön sijoitusvaihtoehto (talletus tai nollakuponkivelkakirja) on saatavilla. Strategiaa voidaan kehittää mahdollistamalla myöhemmät paluut velkakirjaan, mikäli sen hinta kohoaa takaisin strategisen rajan (jota kuvaa funktio 5-11) yläpuolelle. Strategia vähentää odotettuja tuottoja ja tappioriskiä.

Strategiaa voidaan kehittää siten, että jatkuvan vaihtelualttiuden vallitessa ei siirtymän tarvitse olla täydellinen, vaan se voidaan tehdä vähittäin strategisen pisteen ympärillä. Tällöin siirtymistä voidaan rakentaa funktio velkakirjan hinnan, vakuutetun arvon, sijoitushorisontin, koron ja velkakirjan hinnan vaihtelualttiuden funktio. Nämä tekijät ovat samoja, jotka määrittävät optioiden hinnat.

5.2.4 Optioiden hinnoittelumallit

Optioiden teoriaa voidaan käyttää synteettisten optioiden luontiin, jotka replikoivat kaikkia mahdollisia optioita

ja niiden yhdistelmiä. Tavoitellun option hinnan täytyy olla yhtä suuri kuin sen toistavan sijoituksen kustannus. Yleisesti silloin option arvo on

$$(5-12) \quad O = aS - bB \quad \text{ja} \quad M = -cS + dB$$

jossa O on osto- ja M myyntioption arvo ja S suojattavan velkakirjan hinta sekä B riskittömän sijoituksen hinta (nollakuponkivelkakirja). Kertoimet a , b , c ja d ovat suhteita, jotka riippuvat käytettävästä hinnoittelumallista. Mikäli velkakirjan (tai muun sijoituksen) hintojen jakauman oletetaan olevan lognormaali, voidaan käyttää tavanomaisia Black-Scholes- ja binomiaalista mallia.

Replikoitaessa myyntioptio suojaamaan käteispositiota, nettovaikutukseksi saadaan yhdistelmä sijoitusta riskialttiissa instrumentissa ja riskittömässä sijoituksessa. Suhteita on muutettava periaatteessa jatkuvasti jotta suojaus olisi täydellinen.

Black-Scholes -mallin tapauksessa lähtökohtana on ostooption arvo ja myynti- ja ostooption pariteetti¹.

$$(5-13) \quad O = S N(z) - Xr^{-t} N(z - \sigma\sqrt{t})$$

$$(5-14) \quad O = S + M - d_t X$$

jossa O = (eurooppalaisen) osto-option hinta
 M = (eurooppalaisen) myyntioption hinta
 S = suojattavan velkakirjan hinta
 X = option lunastushinta
 d_t = diskonttotehtävä

Malli edellyttää, että riskisijoituksen tuotot ovat normaalisti jakautuneet jolloin sijoituksen hinta on

1

Kaavat esim Cox & Rubinstein 1985, 205-.

lognormaalisti jakautunut. Eurooppalaisen option tapauksessa Black-Scholes -malli voidaan tulkita suojaavan sijoituksen kunkinhetkiseksi arvoksi. Ensimmäinen termi on riskisijoituksen määrä, jossa $N(z)$ on hankittava osuus¹. Toinen termi on riskittömään sijoitukseen sijoitettava määrä. Etumerkki osoittaa, että osto-option replikoimiseksi täytyy lainata. Mikäli salkkuun kuuluvien riskisijoitusten määrää sopeutetaan jatkuvasti, suojaus on täydellinen. Salkun vakuuttamiseksi myyntioption puuttuessa on suojakerroin $N(z)$ määritettävä jatkuvasti riskisijoituksen hinnan muuttuessa ja sijoitukset tasapainotettava uudelleen.

Jos ja kun aitoja optioita ei ole saatavissa, niillä ei ole hintojakaan. Tällöin osto- ja myyntioption pariteetista saadaan näiden hintojen erotus ($O-M=S-d_tX$) ja erilaisia hintojen suhteita ilmaisevia epäyhtälöitä joita voidaan käyttää avuksi suojakertoimia määrittäessä. Velkakirjaoptioiden kohdalla ongelmiksi nousevat mallin olettamukset pysyvästä lyhyestä korosta ja stokastisesti muuttuvista pitkistä koroista. Lisäksi korkojen varianssi ei ole vakio yli ajan vaan on korkotason funktio. Dynaamisen strategian muita ongelmia ovat periaatteessa jatkuva sopeuttaminen ja aina läsnä olevat stokastisen prosessin määrittämisongelmat.

Verrattaessa staattisia ja dynaamisia vakuutusstrategioita voidaan havaita², että dynaamisten strategioiden kustannukset riippuvat havaitusta hintojen vaihtelualttiudesta, kun taas staattisten strategioiden kustannukset määräytyvät sijoituksen alkaessa ja ovat odotetun vaihtelualttiuden funktio. Jos toteutunut vaihtelualttius

1 $N(z)$ on todennäköisyys, että normaalisti jakautunut satunnaismuuttuja, jonka mediaani on 0 ja varianssi 1, on arvoltaan pienempi kuin z .

2 Hanson 1984, 8.

on suurempi kuin odotettu, dynaaminen strategia maksaa enemmän kuin staattinen ja päinvastoin.

Dynaamisessa strategiassa riskiä sisältävä positio muuttuu jäljellä olevan juoksuajan ja korkojen muuttuessa. Varsinaisen position muuttamisen sijasta voidaan käyttää futuuripositioita. Tällöin voidaan vähentää transaktiokustannuksia ja tasapainottaa vastaavasti tiheämmin. Teoriassahan Black-Scholes -malli edellyttää jatkuvaa tasapainotusta replikoidakseen täydellisesti myyntioption.

Optioiden hinnoittelumalleihin perustuva täysin vakuutettu positio ei lähtökohtaisesti vaadi toteutuksen aikana lisäinvestointeja, mutta ei myöskään tuota tuloja. Korkoriskin hallinnan lähtökohtana ei kuitenkaan ole option hinnoittelu, vaan option tuoton replikointi. Riskittömän sijoituksen oikean osuuden vaihtelu ei ole tältä kannalta keskeistä, sillä se vaikuttaa vain vakuuttamisen ex-post-kustannuksiin. Tällä seikalla on merkitystä, sillä futuureiden tehokas käyttö ei välttämättä johda riskittömän sijoituksen oikeaan osuuteen¹.

Staattisen vakuutusstrategian soveltaminen on helpompaa ja todennäköisesti halvempaa kuin dynaamisen, mikäli optioita on saatavissa. Mikäli näin ei ole, dynaaminen strategia antaa mahdollisuuden replikoida optioita - tosin kustannukset voivat olla merkittävät ja voittopotentiaalin menetys huomattava.

Optioita voidaan käyttää uusien optioiden luontiin. Markkinoilla olevien optioiden käytöllä on useita hyviä puolia: transaktioiden ajoitus ja transaktiokustannukset ovat tiedossa etukäteen ja optiosopimus on suojattu vaihtelualttiuden muutoksia vastaan. Mikäli vakuuttamisessa tarvittavaa optiota ei sellaisenaan ole olemassa,

1

Bookstaber 1986, 133-134.

se voidaan luoda synteettisesti. Jos markkinoilla olevan option kohde on vääränlainen tai se ei muuten vastaa tarpeita, voidaan dynaamista strategiaa pyrkiä lähentymään yhdistämällä markkinoilla olevia optioita peräkkäin tai rinnakkain. Optioiden luontistrategioita ei ole paljoakaan empiirisesti testattu eikä niiden tulosta verrattu muihin strategioihin, joten niiden käytännön sovellettavuus on vielä avoin¹.

Optiostrategiat muuttavat sijoitusten tuottojakaumia haluttuun suuntaan. Tätä haluttua tuottojakaumaa ei saada ilmaiseksi, vaan siitä pitää maksaa option hinnan verran riippumatta toteutustavasta. Onnistunut vakuutusstrategia edellyttää, että sijoittajan päämäärät on asetettu oikein relevanttien epävarmuustekijöiden ja tavoitteiden suhteen.

Optioita käytettäessä on sijoittajan otettava huomioon optiosition arvon herkkyyks myös muille seikoille kuin korkojen muutoksille. Tällaisia ovat ennenkaikkea option kohteen hinnan volatiilisuus ja ajan kuluminen. Ellei näitä seikkoja oteta huomioon optiosuojautumista käytettäessä, voi tulos poiketa suurestikin odotetusta.

Teoreettisesti optiot ovat sijoitusteorian kannalta keskeisiä. Optioihin perustuvien mallien käyttö on laajentunut optioista erilaisiin optionomaisia piirteitä sisältävien sijoitusinstrumenttien arvioimiseen. Esimerkkejä ovat ennenaikaisen kuolemaprovision sisältävät velkakirjat, optiolainat ja sijoitusten jakaminen velkakirjojen ja osakkeiden välillä.

1

Bookstaber 1986, 135-136.

5.3 Optimointi ja aktiivinen sijoittaminen

5.3.1 Tuoton odotusarvon optimointi

Optimointistrategiat perustuvat portfolioteorian perinteiseen keskiarvo-varianssi-lähestymistapaan. Sijoittaja voi pyrkiä maksimoimaan paitsi sijoitustensa tuoton odotusarvoa sellaisenaan, myös saatavien nykyarvon ja velkojen nykyarvon erotusta.

Tuoton odotusarvon maksimointi tapahtuu sijoittajan korkonäkemyksen perusteella. Korkonäkemyks voidaan ilmaista useina eri skenaarioina, joilla kullakin on oma todennäköisyytensä. Optimointistrategiat perustuvat yleensä yksinkertaisiin lineaarisen optimoinnin malleihin, joiden tavoitteena on löytää sijoituskohteiden joukosta velkakirjat, jotka korkonäkemyksen muodostamien rajoitusten vallitessa tuottavat suurimman odotetun tuoton.

Optimointiongelman lähtötiedot ovat velkakirjojen odotetut tuotot, tuottojen hajonnat ja korrelaatiot. Velkakirjojen odotettu tuotto riippuu suoraan korkotason muutoksista. Tuottojen hajonnat ja korrelaatiot voidaan estimoida historiallisesta aineistosta. Näiden tietojen perusteella lasketaan velkakirjojen ja sijoitussalkkujen suoriutuminen annetuissa korkoympäristöissä ja valitaan haluttujen kriteereiden perusteella parhaat. Kriteereitä voivat olla mm. paras suoriutuminen todennäköisimmässä skenaariossa, paras suoriutuminen painotetuissa skenaarioissa tai vähiten huono suoriutuminen kaikissa skenaarioissa riippuen sijoittajan riskinkarttamisen asteesta ja korkonäkemyksen varmuudesta.

Optimointistrategiaan voidaan yhdistää korkonäkemyksen lisäksi näkemyksiä korkojen vaihtelualttiudesta ja tämän vaikutuksista vaihtoehtoisiin tapoihin tuottaa haluttu tuottoprofiili, esimerkiksi futuurein ja optioin.

Tämäntyyppinen optimointi on kuitenkin vasta kehitteillä ja käytettävissä olevat optimointimallit muistuttavat läheisesti luvussa 4 esitettüyjä dedikaatiomalleja, mutta hieman eri rajoittein ja tavoittein.

Optimointistrategialla voidaan huomio kiinnittää sekä yksittäisiin velkakirjoihin että koko salkkuun. Mikäli jokin yksittäinen hallussa oleva velkakirja menestyy selvästi heikommin kuin muut valitun korkonäkemyksen vallitessa, on ilmeistä, että tästä velkakirjasta on pyrittävä eroon ja se on korvattava paremmin korkonäkemukseen soveltuvalla velkakirjalla.

Optimointistrategian parhaita puolia on se, että sitä voidaan pyrkiä soveltamaan muiden strategioiden yhteydessä velkakirjojen valintaan. Eri strategioiden yhteensovittaminen voi osoittautua hankalaksi. Kuten muitakin sijoitusstrategioita optimointia voi harjoittaa vain jollekin määritellylle aikavälille eli sijoitushorison-tille.

Optimointistrategian soveltaminen sellaisenaan on huomattavan lähellä aktiivista sijoittamista, jossa sijoittajan korkonäkemyksillä on keskeinen asema sijoitusten suunnittelussa. Tällöin strategian onnistumisen tai epäonnistumisen määrää yksinomaan sijoittajan korkonäkemyksen oikeellisuus. Optimointi on kuitenkin vielä perustaltaan passiivisempi velkakirjojen hallussapitoon perustuva strategia, jossa hallussa olevan position optimaalisuus tarkastetaan säännöllisin väliajoin tai tarpeen mukaan.

5.3.2 Aktiivinen sijoittaminen

Aktiivisen sijoittamisen menetelmänä on periaatteessa analysoida kullakin hetkellä riskiä sisältävien velkakirjojen (tai velkakirjaluokkien) historiallisia tuottoja, niiden korrelaatioita sekä odotettua käyttäytymistä

tavoitteena saavuttaa keskimääräistä markkinatuottoa parempi tuotto. Ero optimointiin muodostuu siitä, että aktiivinen sijoittaja muuttaa sijoitustensa koostumusta jatkuvasti päästäkseen riski-tuotto-suhteen subjektiiviseen optimiin.

Aktiivinen sijoittaminen perustuu useimmiten puhtaasti intuitiiviseen harkintaan, johon vaikuttavat sijoittajan mielestä relevantit tekijät. Matemaattisia malleja voidaan käyttää riski-tuotto-suhteen optimointiin¹, mutta keskeisenä säilyy lähtökohta, jossa korkoriski katsotaan voitavan parhaiten hallita sijoittajan aktiivisella sopeutumisella markkinoiden muutoksiin.

Velkakirjojen osalta tehokkaiden salkkujen ura määräytyy sijoitushorisontin funktiona, joten tässäkin tapauksessa sijoittajan on tehtävä eksplisiittinen tai implisiittinen valinta sijoitushorisontistaan, joka ei tosin ole yhtä kriittinen valinta kuin passiivisissa strategioissa, koska jatkuvassa sopeutumisessa horisonttia voidaan muuttaa tarpeen mukaan.

Aktiivinen sijoittaminen on todennäköisesti yleisin sijoittajien käyttämä menetelmä. Erityisesti tämä pätee tapauksiin, joissa sijoituksia ei tehdä yksinomaan velkakirjoihin, vaan myös osakkeisiin ja rahamarkkina-instrumentteihin. Tällöin sijoituksia voi ohjata jokin varojen jakoa eri kohteisiin optimoiva malli, joka useimmiten perustuu vakuuttamiselle, mutta sijoittaminen alueiden sisällä on aktiivista.

Aktiivisen sijoittamisen perustana ovat menneistä havainnoista lasketut suureet, tuotot ja niiden korrelaatiot. Näiden suureiden päteminen tulevaisuudessa ei ole lainkaan varmaa. Aktiivisen sijoittamisen perustana oleva

1

Hyvä esimerkki tästä valuuttajakauman osalta on Korhonen 1980.

perinteinen CAPM-tyyppinen malli ei voi ottaa huomioon myöskään sijoituskohteita, joiden tuottojen odotettu jakauma on vino (eli optioita). Samalla ongelmana on omien korkonäkemyksen keskeisyys sijoituspäätöksille. Tehokkaiden markkinoiden hypoteesin mukaan kaikki korkoihin vaikuttava tieto on jo velkakirjojen hinnoissa ja niiden vastaistakehitystä on mahdotonta ennustaa.

Korkoriskin hallintastrategiat ovat kehittyneet osaksi siitä syystä, että puhtaan aktiivisen sijoittamisen ei ole nähty tuottavan odotettuja tuloksia muuttuneessa korkoympäristössä. Tästä syystä aktiivinen strategia on käytännössä monesti rajoitettu vain osaksi sijoittajien kokonaisstrategiaa, jonka perusosan muodostaa jokin passiivinen strategia. Tällaisissa tapauksissa aktiivisen osan tuottoa voidaan verrata markkinoihin tai passiiviseen osaan ja päätellä, olisiko syytä laajentaa aktiivisen strategian sovellutusaluetta vai supistaa sitä.

Aktiivisen sijoittamisen on oltava myös tarkoin seurattua, sillä muussa tapauksessa sijoittaja voi korkeampien tuottojen toivossa kasvattaa ottamiaan riskejä kohtuuttomasti verrattuna hyötyfunktioonsa.

6. Sijoitusten tuotot

6.1 Tulostittauksen perusteet

6.1.1 Teoreettiset lähtökohdat

Sijoitussalkun toteutunut tuotto riippuu ennenkaikkea valitusta sijoitusstrategiasta ja tähän liittyvästä markkinoiden korkoriskistä. Pelkkä ex-post-tuottoluku ei kerro paljoakaan sijoittajan toiminnasta - erityisesti koska tällainen luku voidaan laskea useilla eri tavoilla. Sijoitusten tuottoja on aina verrattava asetettuihin tavoitteisiin, olivatpa nämä sitten velkojen kattamista tai minimituottojen saavuttamista. Useissa sijoitusstrategioissa on sisäänrakennettuna vertailukohde. Selvimmin asia on indeksoinnissa, jossa tavoitteena on ollut replikoida markkinoita kuvaava salkku. Vertailukohde on luonnollisesti salkku (indeksi), jonka replikointia on yritetty.

Sijoitusten ex-post-tuoton määrittelyn jälkeen voidaan tavoitteista riippuen verrata oman salkun tuottoa markkinaindeksiin, mahdollisiin muihin salkkuihin ja sijoittajan tavoitteisiin.

Sijoitussalkun kokonaissuoriutumisen riippuu vähintään yhtä suurena määrin salkulle asetetuista tavoitteista ja markkinaliikkeistä kuin sijoittajan toimenpiteistä riippumatta sijoitusstrategiasta. Jos sijoittamista ohjaa tiukasti jokin malli, sijoittajan kvalitatiiviset lähtökohdat eivät vaikuta sijoituksen tuottoon lainkaan strategian valinnan jälkeen. Tällöin keskeistä suoriutumista tarkasteltaessa on tavoitteiden saavuttaminen tai saavuttamatta jääminen josta vedetään mahdolliset johtopäätökset käytetyn mallin ja sijoitusstrategian suhteen. Mikäli yksiselitteistä strategian asettamaa vertailukohdetta ei ole, voidaan saavutettua tuottoa

verrata markkinoilta yleisesti saavutettavissa olevaan tuottoon.

Useimmissa tapauksissa sijoittaminen on aktiivisten ja passiivisten strategioiden yhdistelmä ja subjektiivisten ratkaisujen vaikutukset olisi saatava esiin. Saavutetun tuoton lähteiden analysointi on keskeistä sijoitusprosessin päätöksenteon tehokkuutta parannettaessa.

6.1.2 Mittausjakso

Toteutunutta ex-post-tuottoa on aina mitattava joltain päättyneeltä ajanjaksolta. Mikäli sijoittajalla on järkevänpitäinen sijoitushorisontti, jonka perusteella tavoitteet on asetettu, on se luonnollinen mittausjakso. Jos jakso kuitenkin on pitkä, on tuloksia usein arvioitava myös jakson kestäessä. Käytännössä todennäköisesti lyhin jakso, jolta tulosmittaus kertoo jotakin strategiasta eikä vain satunnaisliikkeistä, on noin kolme kuukautta. Tarkastelujakso riippuu sijoittajan tarpeista ja lähtökohdista, mutta se ei voi olla liian pitkä. Mitä pitempi tarkastelujakso on, sitä enemmän tietoa aggregoinnissa katoaa. Tarkastelujaksoon vaikuttaa myös tiheys, jolla sijoitussalkkua muutetaan. Tarkastelujaksoon tulisi sisältyä useita muutoksia ennenkuin niiden tulosvaikutuksia on järkevää tarkastella.

6.1.3 Velkakirjamarkkinoiden erityisongelmia

Yleensä velkakirjamarkkinoita ja osakemarkkinoita on tarkasteltu yhteneväisesti CAPM-mallin kautta. Empiiriset tutkimukset eivät ole kuitenkaan yksiselitteisesti tukeneet CAPM-mallin soveltuvuutta ainakaan Yhdysvaltain velkakirjamarkkinoille. Tehdyssä empiirisessä tutkimuk-

sessä¹ on tarkasteluperiodilla 1960-1979 verrattu Yhdysvaltain valtionvelkakirjojen tuottoja ja niiden määräytymistä CAPM- tai APT-mallin² perusteella. Tuloksena on, että kumpikaan malli ei saa selvää tukea empiriasta, mutta APT-malli näyttäisi näistä kahdesta soveliaammalta selittämään velkakirjamarkkinoita. Käytännössä eksplisiittistä APT-mallin soveltamista velkakirjatuottojen erittelyyn ei ole tehty, vaan tuoton erittely tapahtuu erilaisten ad hoc -ratkeisujen avulla.

Tuottoja voidaan eritellä joko riskin sopeuttamisen tai eri tekijöihin jaon kautta. Riskisopeutettu tuottotarkastelu noudattaa CAPM-mallista tuttuja osaketuottojen erittelyn periaatteita. Toinen tapa jakaa tuottoa osiin on hajottaa se eri päätöksentekoparametreista johtuviin osiin.

Yhtä ainoaa teoreettisesti oikeaa tapaa mitata sijoittajan suoriutumista tuoton avulla ei ole, koska sekä ex post -tuoton käsite että sen tulkinta riippuvat sijoittajan strategiasta ja tavoitteista.

6.2 Riskisopeuttaminen

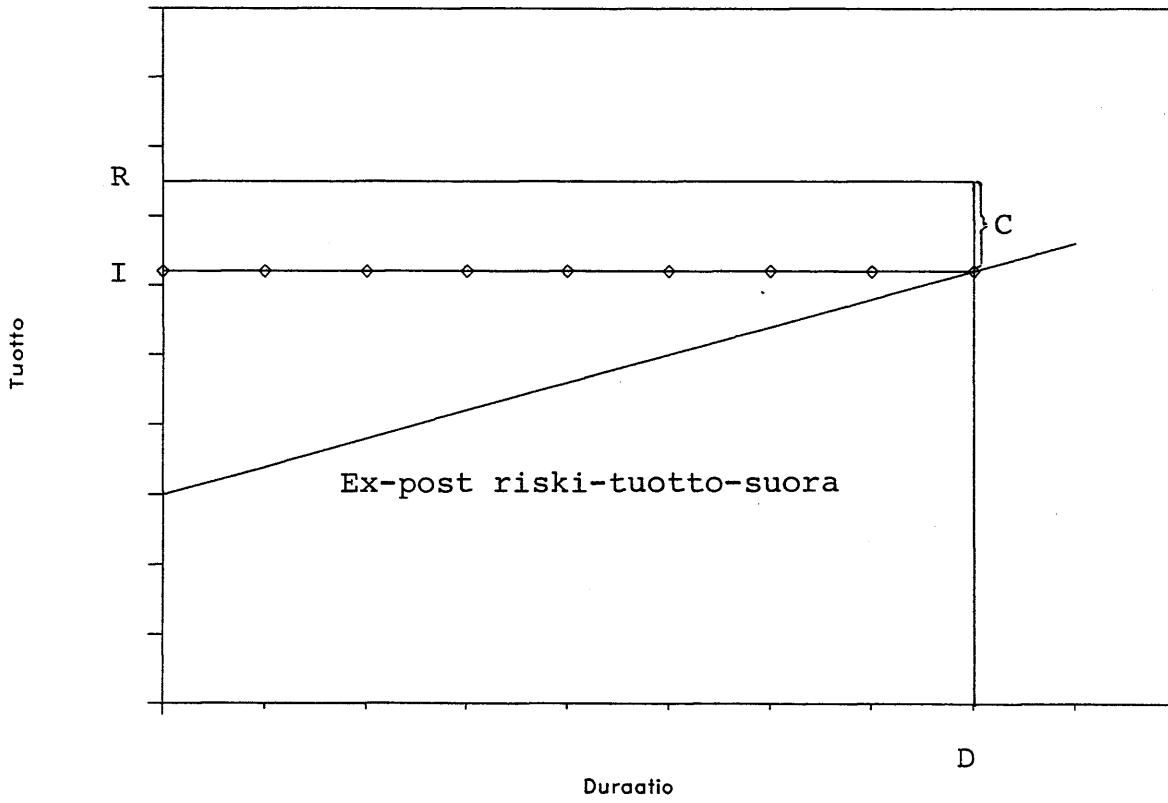
Salkun kokonaistuotto voidaan riskin kannalta jakaa kahteen osaan, arvopapereiden valinnasta ja toimenpiteiden ajoituksesta johtuvaan.

Arvopapereiden valinnasta johtuva osa on salkun lisä-tuotto C, joka on sijoitussalkun toteutuneen tuoton ja samanriskisen markkinasalkun tuottojen ero (kuvassa 6/1).

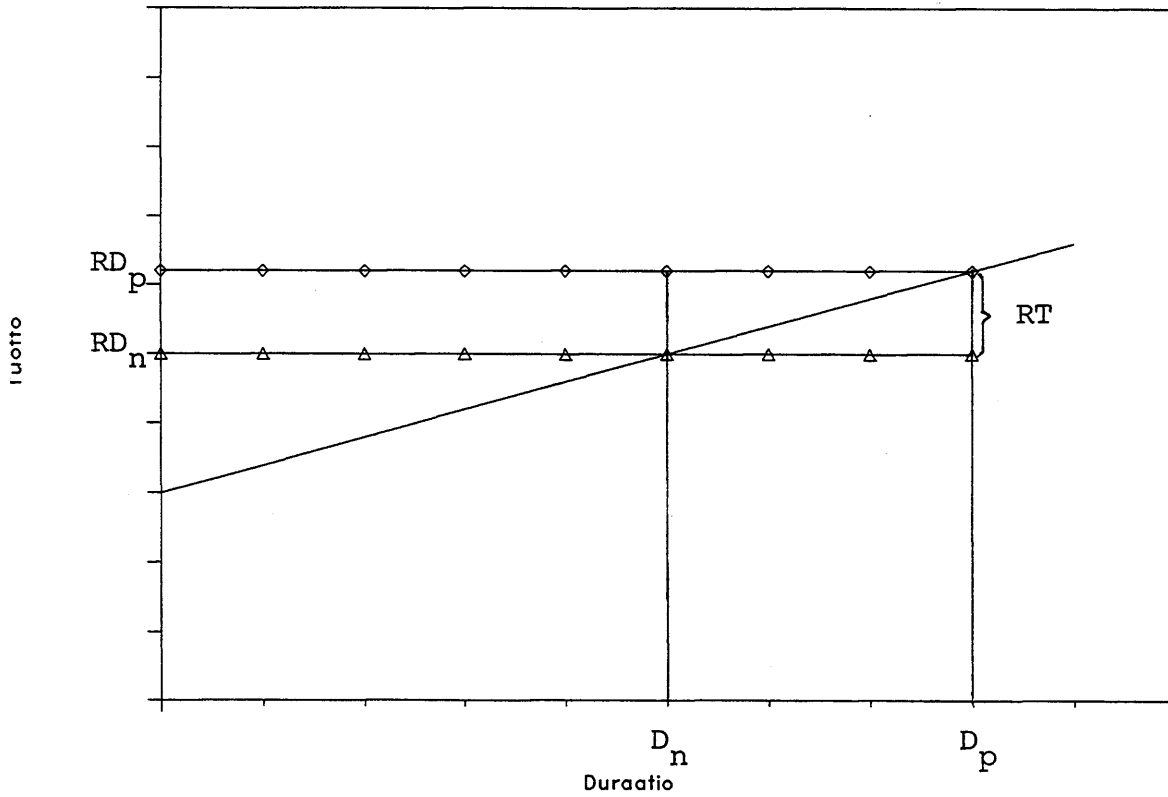
1 Gultekin & Rogalski 1985.

2 Arbitrage Pricing Theory, laajemmin esim. Jacob & Pettit 1984.

97
Kuva 6/1.
Papereiden valintatuotto.



Kuva 6/2.
Ajoituksen tuotto.



$$(6-1) \quad C = R - I$$

jossa C = sijoitussalkun lisätuotto
 R = sijoitussalkun toteutunut tuotto tarkastelujaksolla
 I = sellaisen (markkina-)salkun odotettu tuotto, jonka riski on sama kuin sijoitus-salkulla.

Toinen osa salkun kokonaistuottoa on oikea ajoitus. Sijoittajan on joko siirrettävä sijoituksensa riskittömiin sijoituksiin (tuotto R_f) tai muutettava sijoitussalkun riskiä. Mikäli arvopapereiden tuoton otaksutaan olevan korkeampia kuin R_f , mitä suurempi riski, sitä suurempi tuotto ja päinvastoin. Ajoituksen oikeellisuuden tutkiminen vaatii sijoittajan salkulle valitseman todellisen riskitason D_p ja salkun tavoiteriskitason D_n vertailua. Ajoituksesta johtuva tulos määritellään seuraavasti (kuvassa 6/2):

$$(6-2) \quad RT = RD_p - RD_n$$

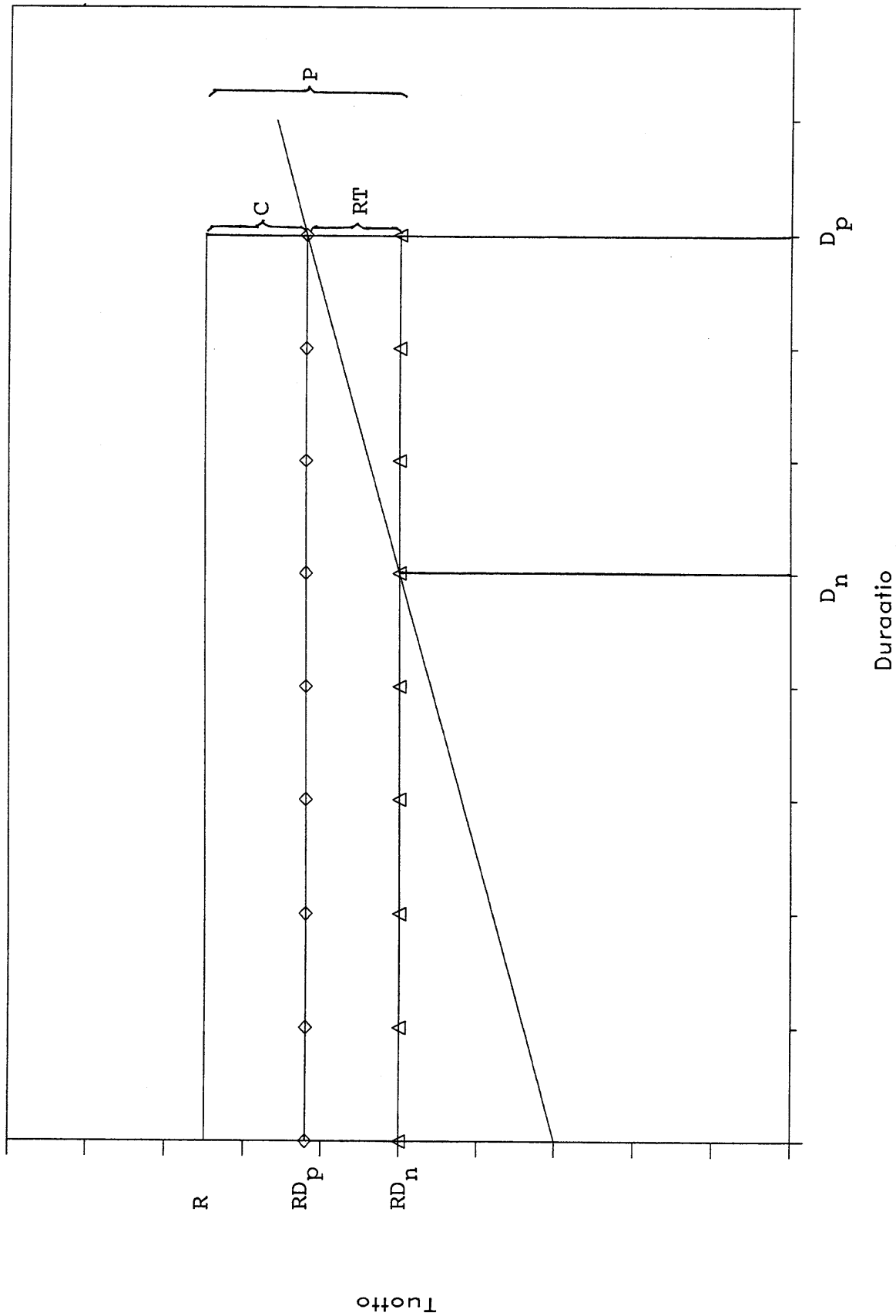
jossa RT = ajoituksesta johtuva tuotto
 RD_p = keskimääräinen tuotto salkulle, jonka riski on D_p
 RD_n = keskimääräinen tuotto salkulle, jonka riski on D_n

Kokonaistuotto koostuu arvopapereiden valintakyvystä ja ajoituksesta (kuvassa 6/3)¹

$$(6-3) \quad P = C + RT$$

¹ Tulostamasta käsittelee laajemmin esimerkiksi Jacob & Pettit, 927-951.

Kokonaistulos.



Tuloksen tarkastelun kannalta on kriittistä tarvittavien markkinoita kuvaavien tunnuslukujen virheettömyys.

6.3 Lähteittäin eriteltyt tuotot

6.3.1 Tuoton ulkoiset lähteet

Toinen tapa käsitellä tuottoja on jakaa salkun kokonaisuus osiin, tuoton lähteisiin. Lähteitä on kaksi, markkinaolosuhteet ja sijoittajan päätökset. Päätöksistä johtuva tuotto jaetaan edelleen korkorakenteella sijoittumisesta johtuvaan, velkakirjaryhmästä ja lopuksi yksittäisestä velkakirjasta johtuvaan tuottoon¹.

Ensimmäinen askel on markkinoista ja sijoittajan päätöksistä johtuvien tuottokomponenttien erottelu. Jos sijoitusten toteutunutta tuottoa merkitään R:llä, niin

$$(6-4) \quad R = I + C$$

jossa I = ulkoisen korkoympäristön vaikutus
 C = päätösten vaikutus

Sijoittaja ei pysty vaikuttamaan elementtiin I . Mikäli sijoittaja ei tekisi minkäänlaisia sijoituspäätöksiä, sijoitusten tuotto olisi I . Tämä salkku voidaan katsoa joko satunnaisesti valituksi koko relevantista velkakirja-avaruudesta tai sijoittajan kohtaamien rajoitusten määrämäksi osaksi tätä avaruutta.

Ulkoisten tekijöiden määrittämää tuottoelementtiä voidaan tarkastella lähemmin hajottamalla se edelleen kahteen osaan, korkotasosta ja korkomuutoksesta johtuvaan.

¹ Jaon ovat esittäneet Fong, Pearson & Vasicek 1983, 46.

Korkotasosta johtuva tuotto saavutettaisiin, mikäli muutoksia ei olisi. Mitä korkeampi korkotaso, sitä korkeammat tuotot, joihin korkotason muutokset sitten vaikuttavat.

Korkotason määrittämisessä käytetään¹ nykykorkojen muodostamaa korkorakennetta. Korkotason vaikutus on markkinaindeksin tuotto, mikäli lähtöhetkellä vallitsevat korkorakenteen implikoimat tulevat korot eivät muutu. Korkomuutoksen vaikutus määritellään markkinaindeksin toteutuneen tuoton ja implikoitujen korkojen tuottaman tuoton erotuksena, eli

$$(6-5) \quad I = E + U$$

jossa E = markkinaindeksin tuotto kun implikoituvat tulevat korot eivät muutu tarkastelujakson aikana
 U = tulevien korkojen muutoksen aikaansaama tuotto.

Tuottokomponentti E voidaan tulkita luottotappioriskittömien velkakirjojen odotetuksi tuotoksi. U on siten odottamaton tuotto ja näiden summa I on markkinaindeksin toteutunut tuotto. Sijoitussalkun toteutuneen tuoton ja I :n erotus on yhtälön (6-4) termi C eli sijoituspäätösten osuus.

1

Fong, Pearson, Vasicek 1983, 47.

6.3.2 Sijoituspäätösten tuottovaikutukset

Edellä lueteltuja komponentteja, sijoittumista korkorakenteella, velkakirjaryhmä- ja velkakirjavalintaa, voidaan käyttää jaettaessa edellä mainittua sijoituspäätösten vaikutusta edelleen osiin jolloin¹

$$(6-6) \quad C = M + S + B$$

jossa M = korkorakenteella sijoittumisesta johtuva tuotto
 S = velkakirjaryhmän valinnasta johtuva tuotto
 B = yksittäisen velkakirjan valinnasta johtuva tuotto.

Korkorakenteella sijoittumisesta johtuva tuotto heijastaa sijoittajan riskinottoa tai sen puuttumista ja on yleensä tuoton suurin osa. Sijoittumista mitataan sijoitusten duraatiolla ja sen muuttamisella korko-odotusten mukaan. Velkakirjaryhmän valinta jakaa sijoitukset markkinoilla olevien velkakirjojen liikkeellelaskijoiden ja laaturyhmien kesken. Tavoitteena on tällöin hyödyntää joidenkin velkakirjaryhmien lupaamaa korkeampaa tuottoa. Yksittäisten velkakirjojen valinta eri ryhmien sisällä tapahtuu niiden oletettavasti muita ryhmän velkakirjoja paremman suoriutumispotentiaalin perusteella.

Toimenpiteiden ajoituksessa on kyse markkinoiden korkoliikkeiden kannalta oikeasta riskivelkakirjojen ostamisesta ja myynnistä, jolloin ajoitus ilmenee ensisijaisesti korkorakenteella sijoittumisessa. Toisaalta ajoitusta liittyy myös sijoituspäätöksiin eri ryhmien ja yksittäisten velkakirjojen välillä, jolloin ajoitus on osa kaikista edellämainituista päätöksenteon komponenteista.

1

Fong, Pearson, Vasicek 1983, 48.

6.3.3 Tuottokomponenttien mittaaminen

Tuottokomponentteja mitataan arvopapereiden uudelleenhinnoittelulla. Korkorakenteella sijoittumisen vaikutus selvitetään seuraavasti. Mikäli kaikki sijoittajan hallussaan pitämät velkakirjat olisivat luottotappioriskittömiä ja täydellisesti oikein hinnoiteltuja, kokonaistuloksen päätöskomponentti M olisi yhtä suuri kuin kokonaistuloksen R ja markkinatuoton I erotus, sillä tällöin ei markkinasektorin tai yksittäisen velkakirjan valinnasta olisi saatavissa mitään hyötyä. Komponentti M saadaan siis esille hinnoittelemalla velkakirjat uudelleen korkorakenteen perusteella, mittaamalla tuotto ja vähentämällä tästä I , jolloin erotus on M .

Käytännössä tämä tapahtuu hinnoittelemalla hallussa oleva positio tarkastelujakson kunakin hinnoitteluhetkenä uudelleen nykykorkorakenteen perusteella säilyttäen kaikkien todellisten tapahtumien vaikutus ja laskemalla tämän jälkeen tarkasteluperiodille tulos, josta vähennetään markkinakomponentti I .

Velkakirjaryhmän valinnan vaikutus tuodaan esiin hinnoittelemalla kaikki velkakirjat oikein kunkin ryhmän sisällä (eli velkakirjalla ei ole omaa erityistuottoa). Tässä tapauksessa hintojen määrittäminen on ongelmallisempaa kuin edellä. Ensiksi täytyy luoda saatavilla olevan velkakirja-avaruuden järkevä jako eri luokkiin ja sen jälkeen tarkastella luokkien olemusta.

Eräässä ratkaisussa¹ sen jälkeen kun kukin velkakirja on hinnoiteltu korkorakenteen perusteella, lasketaan korkoerot todellisten sisäisten korkojen ja korkorakenteen perusteella laskettujen teoreettisista hinnoista

1

Fong, Pearson, Vasicek 1983, 49.

saatujen sisäisten korkojen välillä kullekin velkakirjalle. Näistä eroista lasketaan keskiarvo kunkin velkakirjaryhmän sisällä, joka on tämän ryhmän preemio korkorakenteen luoviin velkakirjoihin (valtionvelkakirjoihin) tarkasteluhetkellä. Ryhmän sisäinen oikea hinnoittelu saadaan laskemalla korkorakenteen perusteella saatujen hintojen avulla sisäiset korot, lisäämällä näihin ryhmän keskimääräinen preemio ja muuttamalla nämä uudet sisäiset korot takaisin hinnoiksi. Näillä hinnoilla lasketaan kokonaistuotto tarkastelujaksolle.

Lasketusta kokonaistuotosta vähennetään komponentit I ja M ja saadaan komponentti S. Viimeinen, yksittäisten velkakirjojen valinnasta johtuva komponentti B saadaan vähentämällä toteutuneesta tuotosta R kaikki muut komponentit. Sijoitussalkun kokonaistuotto on näin jaettu osiin seuraavasti:

$$(6-7) \quad R = E + U + M + S + B$$

$$\text{jossa} \quad E + U = I$$

$$M + S + B = C$$

Komponenttien avulla voidaan erotella korkotason vaikutus (E), duraation hallinnan vaikutus (M), velkakirjaryhmän valinnan vaikutus (S) ja velkakirjan valinnan vaikutus (B). Kaksi ensimmäistä ovat sijoittajan vaikutusalueen ulkopuolella, kolme viimeistä heijastelevat sijoittajan taitoja.

On huomattava, että koska analyysi ottaa huomioon kaikki todelliset tapahtumat, myös salkun liian suuri vaihtuvuus (liikaa transaktiokustannuksia) näkyy tuottoluvuissa yksittäisten velkakirjojen hinnoissa eli komponentissa B.

Tämän erottelumenetelmän etuna on sisäinen johdonmukaisuus, haittana ad hoc -luonne ja mutkikkuus. Voidaan

kysyä, saadaanko erotteluiden jälkeen esille merkitävää tulkittavissa olevaa informaatiota. Menetelmä on kuitenkin askel tiellä kohti kehittyneempää tuloksen kohdistusmenetelmää.

6.4 Markkinaindeksin tehtävät

Tulosmittauksessa markkinatuottoa pyritään lähestymään seuraamalla indeksiä, joka edustaa käytettävissä olevaa sijoitusavaruutta ja jonka riskitaso on tavoiteltu. Sijoitussalkun tuotto joka ylittää tai alittaa indeksin tuoton, johtuu päätöksistä ja voidaan esimerkiksi edellä olevilla menetelmillä hajottaa osiin.

Tuottovertailussa tarvittavan markkinaindeksin koostumuksen tulisi määräytyä sijoitustoiminnan tavoitteiden mukaisesti eikä se saisi heijastaa lyhyen aikavälin markkinanäkemyksiä.

Markkinaindeksi voi olla laajemmin käsitettynä sijoittajalle passiivinen vaihtoehto, johon voidaan sijoittaa, jos sijoituksia ei voida tai haluta hoitaa aktiivisesti. Mikäli tavoitteena on saavuttaa tai ylittää jokin markkinoita kuvaava indeksi, on tämänkin sisällön heijastettava sijoittajan todellisia mahdollisuuksia ja rajoitteita.

Markkinoita kuvaavina indekseinä voidaan käyttää useita saatavilla olevia valmiiksi laskettuja indeksejä tai tällainen markkinaindeksi voidaan pyrkiä luomaan sijoittajan omien subjektiivisten lähtökohtien perusteella.

6.5 Valuuttatuotot ja perusvaluutta

Tuottoa mitattaessa lähtökohtana on yleensä mittausvaluuttakohtaisesti. Tämä ei aiheuta ongelmia tilanteessa, jossa sijoitusvaluutojen jakauma on suunniteltu

siten, että sitä hoidetaan periaatteessa erillään sijoituspäätöksistä.

Jos eri valuuttamääräisistä sijoituksista saatuja tuottoja halutaan tarkastella yhdestä perusvaluutasta käsin, vaikuttavat valuuttakurssien muutokset tulokseen suuresti. Kurssausmenetelmät ja hetket ovat aina sijoittajan subjektiivisen valinnan tuloksia, ja niiden kannalta ainoita ohjenuoria voivat olla johdonmukaisuus ja ymmärrettävyys. Todellisten ja mahdollisen vertailunormin kurssausten on sovittava yhteen normivertailutapauksessa.

Sijoittaja voi pyrkiä parantamaan sijoitustensa tuottoa kohdistamalla niitä valuuttakurssikehityksen kannalta suotuisiin kohteisiin. Tämä tuo yhden ulottuvuuden lisää sijoitusten suunnitteluprosessiin ja samalla uuden epävarmuuslähteen. Usean valuutan sijoitusten tuoton tarkastelulle perusvaluutasta käsin voidaan kuitenkin luoda teoreettinen kehikko¹. Tarkastelun periaatteellinen yksinkertaisuus ei poista kasvanutta epävarmuutta ja sijoittajalta vaadittavaa näkemystä valuuttakurssimuuttujista sekä tarvetta pitää koko tulosmittausprosessi johdonmukaisena.

1

Fong & Tang 1987.

7. Velkakirjat sijoituskohteina

7.1 Kansainväliset markkinat

Maaailman suurimmat velkakirjamarkkinat ovat Yhdysvalloissa. Dollarimääräisten velkakirjojen (ml. euromarkkinat) osuus maailmanmarkkinoista 1987 oli 44%. Suuruusjärjestyksessä seuraavat Japanin jeni-, Saksan marka-, Italian liira-, Ranskan frangi- ja Englannin puntamääräiset markkinat (osuudet vastaavasti 23%, 9%, 6%, 4% ja 4%)¹. Tällä vuosikymmenellä ovat markkinat kehittyneet nopeasti erityisesti Englannissa ja Ranskassa.

Epävarmuuden vallitessa voidaan odotettujen tuottojen keskihajontaa pyrkiä pienentämään tai odotettuja tuottoja pyrkiä kasvattamaan annetulla riskitasolla hajauttamalla velkakirjasijoituksia kansainvälisesti². Tuloksesta ei voi ennakolta olla varma eikä kansainvälinen sijoitusten hajauttaminen ole järkevää kaikkina aikoina kaikille sijoittajille. Keskeiset vaikuttavat muuttujat ovat korkojen ja valuuttakurssien vaihtelualttius ja niiden keskinäiset korrelaatiot. Teoriassa on mahdollista löytää näiden korrelatioiden ja sijoittajan hyötyfunktion avulla optimaalinen sijoitusyhdistelmä.

Edellä velkakirjastrategioita tarkasteltiin erillään valuuttariskin hallintapäätöksistä. Oletuksena ollutta valuuttakurssimuutosten vaikutusten eliminointia voidaan lieventää, mutta tällöin joudutaan uudelle mutkikkuuden tasolle. Valuuttamarkkinafutuureiden ja -optioiden yhdistäminen velkakirjastrategioihin tekee niistä sekä intuitiivisesti että matemaattisesti vaikeita hallita.

¹ Ibbotson, Carr & Robinson 1982, 62-67; Salomon Brothers Inc.

² Adler 1983, 41-42. Kansainvälisiä sijoituksia suomalaisten pankkien kannalta on käsitellyt Korhonen 1980.

Yhdistelemällä korrelaatioita ja sijoittajan tavoitteita on kuitenkin mahdollisuus optimoida myös tämänkaltaisia yhdistelmiä. Useimpien sijoittajien kannalta yksinkertaisin vaihtoehto on kuitenkin eriyttää valuutta- ja korkoriskin hallintapäätökset toisistaan.

Tällaisessa ympäristössä moneen valuuttaan sijoittajan tulisi periaatteessa käyttäytyä kullakin markkinalla kuten kotimainen sijoittaja ja käyttää käsiteltyjä korkoriskin hallintakeinoja halutaan sellaisenaan.

7.2 Sijoittajan valinnat

Pyrittäessä vähentämään korkoriskiä on kääntöpuoli tuottopotentiaalin menetys. Riskejä on mahdollista hallita monilla tasoilla. Dedikaatio ja immunisaatio tarjoavat suurimman mahdollisen suojan suurimmalla tuottomahdollisuuksien menetyksellä. Muut menetelmät tarjoavat vähemmän suojaa ja enemmän lisätuottomahdollisuuksia.

Useimpien sijoittajien kannalta paras strategia tarjoaa suurimman suojan korkomuutoksilta pienimmällä mahdollisella lisätuottomahdollisuuksien menetyksillä. Sijoittajakohtaisen optimistrategian valinta riippuu tarjolla olevista riski-tuotto-mahdollisuuksista ja sijoittajan hyötyfunktioista sekä käytössä olevista resursseista.

Loogisesti sijoittaja, joka on täysin varma korkonäkemyksensä oikeellisuudesta ja jonka tavoitteet ja resurssit mahdollistavat tämän, sijoittaa täysin aktiivisesti hyödyntäen taitonsa. Toisaalta sijoittaja, jonka näkemykset eivät poikea markkinoilla vallitsevista tai jonka resurssit ja tavoitteet niin vaativat, suojautuu täydellisesti. Useimmat sijoittajat eivät katso kuuluvansa kumpaankaan ääripäähän, jolloin täydellinen suojau-

tuminen ei ole järkevää, vaan optimistrategia on aktiivisen ja passiivisen sijoituksen yhdistelmä.

7.3 Markkinoiden rationaalisuus

Markkinoiden toimintaa selittämään pyrkivien teorioiden oletuksena on yleensä toimijoiden rationaalisuus ja markkinoiden tehokkuus. Toisaalta on otettava huomioon, että eräiden ilmiöiden selittäminen rationaalisuuden perusteella on vaikeaa. Esimerkiksi on tutkittu, eroaako perjantai, kuukauden kolmastoista päivä muista perjantapäivistä¹. Tutkimuksen perusteella Yhdysvaltain velkakirjamarkkinoiden keskimääräinen tuotto on perjantaisin, kuukauden 13. päivinä tilastollisesti merkitsevästi alempi kuin muina perjantapäivinä.

Markkinat ovat toimijoiden kannalta katsottuna kauppapaikka, jossa hintojen vaihtelualttius mahdollistaa toimijoiden voitot. Vaihtelualttius on toimijoiden olemassaolon rationaalinen elinehto. Vaihtelualttiutta voivat tällöin synnyttää pienetkin seikat. Toimijan kannalta tämä on rationaalista, mutta voidaan kysyä, päteekö sama kokonaisuuden kannalta.

Perusoletuksena on markkinoiden tehokkuus. Markkinoiden oletetaan olevan tehokkaat siten, että yksittäinen transaktio ei voi vaikuttaa markkinoiden suuntaan, jatkuva arbitraasi poistaa hintavirheet ja transaktiot ovat aina mahdollisia. Käytännössä tällaisia velkakirjamarkkinoita ei ole kovin paljoa ja vaatimusten toteutuminen on suhteellista.

1

On osoitettu, että kuukauden kolmastoista päivä on useammin perjantai kuin mikään muu viikonpäivä. Viite on Kolbin & Rodriguezin artikkelissa (1987, 1385-1387), jossa myös perjantaiden poikkeava tuotto on osoitettu.

Suurimmat ja täydellisimmät velkakirjamarkkinat ovat Yhdysvalloissa, Englanti ja Ranska ovat kakkosina. Näillä markkinoilla useimpien kuvattujen strategioiden käyttö on kohtuullisessa mittakaavassa mahdollista, mutta muualla täytyy ottaa huomioon markkinoiden asettamat rajoitukset.

Pääomamarkkinat kuitenkin kehittyvät jatkuvasti, jolloin uhä useammat markkinat siirtyvät lähemmäs kehittyneimmillä markkinoilla jo vallitsevia olosuhteita.

LÄHTEET

AALTONEN ARI Duraatioanalyysi pankkien korkoriskin hallinnassa. Suomen Pankin rahapolitiikan osasto, keskustelualoitteita 7/86, Helsinki.

AHLSTEDT MONICA & HALME LIISA Suomalaisten pankkien riskit ja kansainvälisen toiminnan seuranta. Suomen Pankin ulkomaisen rahoituksen osasto, keskustelualoitteita 1/87, Helsinki.

ADLER MICHAEL Global Fixed-Income Portfolio Management. Financial Analysts Journal, Sept./Oct. 1983.

BIERWAG GERALD O. Duration Analysis. Managing Interest Rate Risk. Cambridge, Mass. 1987.

BIERWAG GERALD O., KAUFMAN GEORGE G. & TOEVS ALDEN Duration: Its Development and Use in Bond Portfolio Management. Financial Analysts Journal, July/August 1983, (1983a).

----- Recent Developments in Bond Portfolio Immunization Strategies. Teoksessa BIERWAG G. O., KAUFMAN G., TOEVS A. (toim.) Innovations in Bond Portfolio Management: Duration Analysis and Immunisation. Contemporary Studies in Economic And Financial Analysis, vol. 41. Greenwich, Conn. 1983, (1983b).

----- Single Factor Duration Models in a Discrete General Equilibrium Framework. Teoksessa BIERWAG G. O., KAUFMAN G., TOEVS A. (toim.) Innovations in Bond Portfolio Management: Duration Analysis and Immunisation. Contemporary Studies in Economic And Financial Analysis, vol. 41. Greenwich, Conn. 1983, (1983c).

----- (toim.) Innovations in Bond Portfolio Management: Duration Analysis and Immunisation. Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis, vol. 41. Greenwich, Conn. 1983, (1983d).

BOOKSTABER RICHARD The Use of Options in Performance Structuring: Moulding Returns to Meet Investment Objectives. Teoksessa PLATT ROBERT B. Controlling Interest Rate Risk. New Techniques and Applications for Money Management. New York 1986.

BREALEY RICHARD A. & HODGES STEWART D. New Developments in Bond Investments. Moniste, i.a., i.p.

BRENNAN MICHAEL J. & SCHWARTZ EDUARDO S. Duration, Bond Pricing, and Portfolio Management. Teoksessa BIERWAG G. O., KAUFMAN G., TOEVS A. (toim.) Innovations in Bond Portfolio Management: Duration Analysis and Immunisation. Contemporary Studies in Economic And Financial Analysis, vol. 41. Greenwich, Conn. 1983.

CARLETON WILLARD T. & COOPER IAN A. Estimation and Uses of the Term Structure of Interest Rates. Journal of Finance, vol. 31, no. 4, 1976.

COX J. C., INGERSOLL J. E. & ROSS S. A. Duration and the Measurement of Basis Risk. Journal of Business vol. 52, 1979.

COX J. C. & RUBINSTEIN M. Options Markets. Englewood Cliffs 1985.

FIGLEWSKI STEPHEN, JOHN KOSE, MERRICK JOHN Hedging with Financial Futures for Institutional Investors. From Theory to Practice. Cambridge, Mass. 1986.

FISHER LAWRENCE & WEIL ROMAN Coping with the Risk of Interest Rate Fluctuations Returns to Bondholders from Naive and Optimal Strategies. Journal of Business, vol. 44, Oct. 1971.

FONG H. GIFFORD, PEARSON CHARLES & VASICEK OLDRICH Bond performance: Analyzing sources of return. The Journal of Portfolio Management, Spring 1980.

FONG H. GIFFORD & TANG ERIC M. P. International Bond Portfolio Performance Measurement and Attribution. Moniste. Walnut Creek, Cal. 1987.

GULTEKIN N. BULENT & ROGALSKI RICHARD J. Government Bond Returns, Measurement of Interest Rate Risk, and the Arbitrage Pricing Theory. Journal of Finance vol. 40, no. 1, 1985.

HANSON NICHOLAS H. Portfolio Insurance. New York 1984.

HAUGEN ROBERT A. Modern Investment Theory. Englewood Cliffs, N.J. 1986.

HODGES STEWART D. & SCHAEFER STEPHEN M. A Model for Bond Portfolio Improvement. Journal of Financial and Quantitative Analysis, June 1977.

IBBOTSON ROGER G., CARR RICHARD C. & ROBINSON ANTHONY International Equity and Bond Returns. Financial Analysts Journal, July/August 1982.

INGERSOLL JONATHAN, SKELTON JEFFREY & WEIL ROMAN Duration Forty Years Later. Journal of Financial and Quantitative Analysis, Nov. 1978.

JACOB NANCY L. & PETTIT R. RICHARDSON Investments. Homewood, Ill. 1984.

KAUFMAN GEORGE C. Duration, Planning Period, and Tests of the Capital Asset Pricing Model. Journal of Financial Research, Spring 1980.

KLOTZ RICHARD G. Convexity of Fixed Income Securities. New York 1985.

KOLB ROBERT W. Understanding Futures Markets. Robert S. Hamada Series in Finance. Glenview, Ill. 1985.

KOLB ROBERT W. & RODRIGUEZ Ricardo J. Friday the Thirteenth: 'Part VII' -- A Note. The Journal of Finance, vol. 42, no. 5, 1987.

KORHONEN ANTTI Portfolioteoria, matemaattinen ohjelmointi ja pankin sijoitusten suunnittelu. Helsinki 1980.

LATAINER GARY D. The Term Structure of Interest Rates. Teoksessa PLATT ROBERT B. (toim.) Controlling Interest Rate Risk. New Techniques and Applications for Money Management. New York 1986.

LEHMANN BRUCE N. & MODEST DAVID M. Mutual Fund Performance Evaluation: A Comparison of Benchmarks and Benchmark Comparisons. Journal of Finance 2, 1987.

LEHMUSSAARI OLLI-PEKKA Valuuttakurssiepävarmuus ja keskuspankin valuuttavarannon sijoittaminen. Suomen Pankki D:64, Helsinki 1987.

LYBECK JOHAN A. Finansstrategi. Stockholm 1987.

NELSON CHARLES R. The Term Structure of Interest Rates: Theories and Evidence. Teoksessa BICKSLER JAMES L. (toim.) Handbook of Financial Economics. 1979.

NELSON JEFFREY & SCHAEFER STEPHEN The Dynamics of the Term Structure and Alternative Portfolio Immunisation Strategies. Teoksessa BIERWAG G. O., KAUFMAN G., TOEVS A. (toim.) Innovations in Bond Portfolio Management: Duration Analysis and Immunisation. Contemporary Studies in Economic And Financial Analysis, vol. 41. Greenwich, Conn. 1983.

SCHAEFER STEPHEN M. Immunisation and Duration: A Review of Theory, Performance and Applications. Midland Corporate Finance Journal, Vol.2, no. 3, 1984.

----- The Problem with Redemption Yields. Financial Analysts Journal, July/August 1977.

SHARPE WILLIAM F. Investments. Third Edition, Englewood Cliffs, 1985.

TOEVS ALDEN Uses of Duration Analysis for the Control of Interest Rate Risk. Teoksessa PLATT ROBERT B. Controlling Interest Rate Risk. New Techniques and Applications for Money Management. New York 1986.

TOEVS ALDEN L. & JACOB DAVID P. Hedging with Financial Futures. Teoksessa PLATT ROBERT B. Controlling Interest Rate Risk. New Techniques and Applications for Money Management. New York 1986.

VASICEK OLDRICH A. & FONG H. GIFFORD Term Structure Modeling Using Exponential Splines. The Journal of Finance, vol. 37, no.2, May 1982.

----- Return Maximization for Immunized Portfolios. Teoksessa BIERWAG G. O., KAUFMAN G., TOEVS A. (toim.) Innovations in Bond Portfolio Management: Duration Analysis and Immunisation. Contemporary Studies in Economic And Financial Analysis, vol. 41. Greenwich, Conn. 1983.

----- A Risk Minimizing Strategy for Multiple
Liability Immunization. Institute for Quantitative
Research in Finance Working Paper, Sept. 1980.

SUOMEN PANKIN KESKUSTELUALOITTEITA

ISSN 0785-3572

- 1/88 ESKO AURIKKO Korko- ja valuuttakurssijousto talouden sopeutumisessa. 1988. 43 s. (ISBN 951-686-144-X)
- 2/88 PAAVO PEISA - MARKKU PULLI Yritysten verotus ja tuloksen-tasaus: Tilinpäätöksen määräytyminen ja kuluvaraston riittävyys. 1988. 32 s. (ISBN 951-686-145-8)
- 3/88 JUHA TARKKA - ALPO WILLMAN Exports and imports in the BOF4 quarterly model of the Finnish economy. 1988. 34 s. (ISBN 951-686-146-6)
- 4/88 ERKKI KOSKELA - MATTI VIRÉN Dynamics of the demand for money and uncertainty: the U.S. demand for money revisited. 1988. 30 s. (ISBN 951-686-147-4)
- 5/88 ARI LAHTI - MATTI VIRÉN Rational expectations in a macromodel: some comparative analyses with Finnish data. 1988. 28 s. (ISBN 951-686-148-2)
- 6/88 JOHNNY ÅKERHOLM External adjustment in small open economies - some recent experience. 1988. 33 s. (ISBN 951-686-149-0)
- 7/88 HELKA JOKINEN Pääomanliikkeiden kustannuksiin vaikuttavat säädökset. 1988. 27 s. (ISBN 951-686-150-4)
- 8/88 ALPO WILLMAN Devaluation expectations and speculative attacks on the currency. 1988. 33 s. (ISBN 951-686-151-2)
- 9/88 JUHANI RAATIKAINEN - HEIKKI SOLTTILA Suomalaisten yritysten käyttäytyminen valuuttojen termiinimarkkinoilla. 1988. 27 s. (ISBN 951-686-152-0)
- 10/88 HANNELE KUOSMANEN - ILMO PYYHTIÄ - REIJO SIISKONEN The KTKV model of the economics department of the Bank of Finland. A semiannual model for forecasting world economic prospects. 1988. 85 s. (ISBN 951-686-153-9)
- 11/88 CHRISTIAN C. STARCK How are the key Finnish market interest rates determined?. 1988. 23 s. (ISBN 951-686-154-7)
- 12/88 ESKO AURIKKO Rational exchange rate and price expectations under different exchange rate regimes in Finland. 1988. 30 s. (ISBN 951-686-156-3)
- 13/88 MATTI VIRÉN Interest rates and budget deficits: cross-country evidence from the period 1924 - 1938. 1988. 17 s. (ISBN 951-686-158-X)

- 14/88 JUHA TARKKA - ALPO WILLMAN - CHRIS-MARIE RASI Production and employment in the BOF4 quarterly model of the Finnish economy. 1988. 41 s. (ISBN 951-686-159-8)
- 15/88 ANNE KERTTULA - ANNE MIKKOLA Monetary policy and housing prices. 1988. 27 s. (ISBN 951-686-160-1)
- 16/88 MATTI VIRÉN Determination of interest rates in small open economies: a review of recent evidence. 1988. 33 s. (ISBN 951-686-161-X)
- 17/88 ALPO WILLMAN If the markka floated: simulating the BOF4 model with fixed and floating exchange rates. 1988. 40 s. (ISBN 951-686-163-6)
- 18/88 PERTTI HAAPARANTA Customs unions and national budgets. 1988. 17 s. (ISBN 951-686-164-4)
- 19/88 AMY SKOLNIK The EC internal market: an "economic United States" of Europe. 1988. 30 s. (ISBN 951-686-165-2)
- 20/88 TIMO TYRVÄINEN Wages and employment in a unionized economy: practical implications of theoretical considerations in the context of Finland. 1988. 46 s. (ISBN 951-686-167-9)
- 21/88 PERTTI HAAPARANTA - CHRISTIAN STARCK - JOUKO VILMUNEN Kasvavien työtulojen odotukset vähentävät kotitalouksien säästämistä. 1988. 24 s. (ISBN 951-686-168-7)
- 22/88 KERSTIN HEINONEN Raha- ja valuuttamarkkinoiden vakaus EMS-maissa. 1988. 33 s. (ISBN 951-686-169-5)
- 23/88 SEIJA LAINELA Neuvostoliiton uudistuva ulkomaankauppajärjestelmä ja sen vaikutukset clearingkauppaan. 1988. 36 s. (ISBN 951-686-170-9)
- 24/88 AMY SKOLNIK How will 1992 affect the rest of the world? The reactions of some major countries and trade blocs towards EC integration. 1988. 18 s. (ISBN 951-686-171-7)
- 25/88 TARJA HEINONEN Yritysten likvidien varojen kysyntä Suomessa 1960 - 1985. 1988. 76 s. (ISBN 951-686-172-5)
- 26/88 PAAVO PEISA Firm growth: adjustment and fluctuations. 1988. 50 s. (ISBN 951-686-173-3)
- 27/88 VESA VANHANEN Korkoriskin hallinta velkakirjamarkkinoilla. 1988. 116 s. (ISBN 951-686-174-1)