

Työeläkeyhtiöiden joukkovelkakirjasalkun hallinta

Kansantaloustiede
Pro Gradu -tutkielma
Taloustieteiden laitos
Tampereen yliopisto
Ohjaaja: Jukka Pirttilä
29.05.2009
Samuli Korhonen 77040

TIIVISTELMÄ

Tampereen yliopisto

Taloustieteiden laitos

KORHONEN, SAMULI: Työeläkeyhtiöiden joukkovelkakirjasalkun hallinta

Pro gradu -tutkielma: 61 sivua, 6 liitesivua

Kansantaloustiede

Toukokuu 2008

Avainsanat: joukkovelkakirjalaina, duraatio, riskienhallinta

Eläkevaroja rahastoimalla varaudutaan tilanteeseen, jossa eläkeikäisen väestön määrä kasvaa ja työikäisten määrä supistuu. Väestön ikääntymiskehitys aiheuttaa yhä suurempia korotuspaineita työssäkäyvien eläkemaksuihin ja veroihin, koska eläkemenot suhteessa työssäkäyvien palkkoihin nousevat. Rahastoinnin avulla myös eläkekustannus kohdennetaan sukupolvien välille oikeudenmukaisesti.

Vuosi 2008 alkoi epävarmassa taloussympäristössä. Syksyllä epävarmuus kasvoi merkittävästi ja johti globaalin pankki- ja finanssikriisin kautta osakekurssien romahtamiseen, yrityslainojen arvojen alentumiseen, luototuksen riskilisien kasvuun ja likviditeettipulaan. Myös reaalityö eläkeyhtiöiden osakekurssien romahtamiseen pääomia siirtyi turvallisempiin omaisuuseriin, kuten valtioiden lainapapereihin ja rahamarkkinoille.

Vuoden 2008 aikana esimerkiksi suomen suurimman työeläkeyhtiön Varman osakepääomä pieneni merkittävästi sekä aktiivisten osakemyyntien että kurssilaskun seurauksena. Korkosijoitusten osuus puolestaan kasvoi huomattavasti.

Tässä työssä tarkastellaan eläkerahastojen korkosijoitustoiminnan ominaispiirteitä ja esitetään tutkimustuloksia riskienhallinnan ja erilaisten sijoitusstrategioiden onnistumisesta. Merkittävä osa työstä käsittelee velkakirjasalkun korkoriskien hallintaa, mikä on nykyisen mittavan, globaalin ja elvyttävän finanssipolitiikan mahdollisesti tulevaisuudessa mukanaan tuomien inflaatio- ja koronostopaineiden seurauksena noussut jälleen valokeilaan.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	2
2. Joukkovelkakirjalainojen esittely	4
2.1 Joukkovelkakirjalainojen ominaisuuksia	5
2.2 Joukkovelkakirjalainojen arvonmääritys	7
2.3 Joukkovelkakirjasalkun hallinta	8
2.4 Velkapaperin hinnan korkoherkkyys	9
2.4.1 Duraatio	11
2.4.2 Konveksisuus	15
2.5 Ongelmana inflaatio	16
3. Velkakirjojen tuotto ja korkojen aikarakenne	18
3.1 Peruskorko	18
3.2 Riskilisä eli riskipremio	19
3.3 Korkojen aikarakenne	22
3.3.1 Miksi tuottokäyrää ei tulisi käyttää velkakirjojen hinnoittelussa?	24
3.3.2 Termiinikorko	26
3.3.3 Korkojen aikarakennetta selittävät teoriat	28
4. Aktiivinen työeläkeyhtiön velkakirjasalkun hallinta	32
4.1 Yleistä investointien hallinnointiprosessista	32
4.2 Tracking Error eli aktiivinen riski ja velkakirjasalkkustrategiat	36
4.3 Aktiiviset portfoliostrategiat	38
5. Työeläkeyhtiöt ja sitoumusten rahoitusstrategiat	47
5.1 Varojen ja velvoitteiden hallinnan yleiset periaatteet	47
5.2 Portfolion immunisointi	49
5.3 Immunisointiriski	53
5.4 Usean velvoitteen tyydyttävän portfolion rakentaminen	56
5.5 Rahoitusstrategioiden laajennukset	59
6. Lopuksi	60
LÄHDELUETTELO	62

1. Johdanto

Pitkäaikaiset kiinteäkorkoiset velkainstrumentit eli joukkovelkakirjalainat ovat nykyisessä heikossa taloustilanteessa, osakkeiden arvonalentumisen myötä nostaneet painoarvoaan työeläkeyhtiöiden sijoitussalkuissa. Euron käyttöönotto on poistanut suomalaisten sijoittajien näkökulmasta muiden maiden euromääräisten joukkovelkakirjalainojen valuuttakurssiriskin ja helpottanut näin riskienhallintaa. Suomalaisten työeläkeyhtiöiden kasvaneet sijoitukset velkakirjoihin ja muihin korkoinstrumentteihin on nostanut myös vaatimuksia varojen tehokkaasta, mutta riskit minimoivasta sijoittamisesta.

Työ etenee siten, että ensin annetaan perustyökalut riskienhallintaan ja vasta sitten siirrytään varsinaiseen aiheeseen, eli velkakirjasalkun hallintaan. Velkakirjasalkun hallinnasta, nimenomaan työeläkeyhtiöiden kannalta, löytyy kiinnostavia matemaattisia sovelluksia. Työn jokaisessa analyysikappaleessa on pyritty esittämään tutkimustuloksia käytännön ja teorian kohtaamisesta.

Luvuissa kaksi ja kolme esitetään perusasioita etupäässä kiinteätuottoisista joukkovelkakirjalainoista siten, että luvussa kaksi käsittelemme asiaa hieman lainsäädännön näkökulmasta ja painotetaan joukkovelkakirjalainojen erilaisia ominaisuuksia. Luvussa kolme varsinainen ydin muodostuu ekonomisteja kiinnostavan aiheen eli korkojen aikarakenteen ympärille. Luvuissa neljä ja viisi paneudutaan työeläkeyhtiöiden sijoitusprosessiin ja strategioihin jotka sopivat erityisesti työeläkeyhtiöille. Jälleen kerran pyritään antamaan kattava kuva myös alan tutkimustuloksista.

Koska korkoriski on niin ratkaisevassa asemassa velkakirjasalkun hallinnassa, aloitamme keskustelun analyysillä joukkovelkakirjalainan hinnan korkoherkkyydestä. Velkakirjojen hinnan korkoherkkyyttä tutkittaessa työkaluna toimii duraatio. Työssä esitellään myös korjaustermi, jota kutsutaan velkakirjan konveksisuudeksi. Työn lopussa liitteessä 1. esitetään duraation ja konveksisuuden matemaattista perustelua vielä hieman tarkemmin ja laajemmin. Työssä nostetaan esiin myös ajankohtaisia ongelmia, kuten tulevaisuuden inflaatiopaineet.

Kaikkia työssä esitettäviä tutkimustuloksia ei käydä yksityiskohtaisesti läpi vaan niiden lähempi tarkastelu jätetään lukijan oman harkinnan varaan. Kaiken kaikkiaan tämä työ antaa kattavan esityksen eläkevakuutusyhtiöiden velkakirjasalkun hallintaan ja yleiseen velkakirjasalkun hallintaan sovelluksineen. Työ nostaa esiin myös kysymyksiä ja tarjoaa näin mahdollisuuden

jatkotutkimuksen tekemiseen. Erityisesti suomalaisella aineistolla tehtyjä tutkimuksia löytyy valitettavan vähän.

Suomalaiset työeläkeyhtiöt olivat 31.12.2008 sijoittaneet joukkovelkakirjoihin 43,2 mrd. euroa. Määrässä on pieni alenema edellisen vuosineljänneksen loppuun nähden. Joukkovelkakirjojen osuus työeläkeyhteisöjen kaikista sijoituksista oli 41,1 %. Osuus on noussut vuoden 2008 aikana 5,4 % -yksikköä. Joukkovelkakirjojen osuus oli tätä ennen jo useita vuosia laskussa. Nyt näyttäisi ainakin väliaikaisesti tapahtuneen käänne. Tämä johtuu osaltaan voimakkaasta osakkeiden arvojen alenemisestä, kun taas joukkovelkakirjojen markkina-arvo on säilynyt vuoden aikana kutakuinkin ennallaan.

Yritysten liikkeelle laskemiin joukkovelkakirjoihin 31.12.2008 oli sijoitettuna 7,3 mrd. euroa. Tämä merkitsee 16,9 prosentin osuutta joukkovelkakirjalainojen kokonaismäärästä. Yritysten liikkeelle laskemista joukkovelkakirjalainoista oli 42,5 % sijoitettuna Suomen ulkopuoliselle euroalueelle ja 46,6 % euroalueen ulkopuolelle.

Suomen ulkopuolisten joukkovelkakirjojen määrä 31.12.2008 oli 37,9 mrd. euroa. Euroon siirtymisen myötä tapahtui ryntäys Suomen ulkopuolisiin joukkovelkakirjalainoihin. Sitä ennen lähes kaikki joukkovelkakirjalainasijoitukset oli tehty Suomeen.

Kaikkien työeläkevakuutusyhteisöjen omistamien Suomessa liikkeelle laskettujen joukkovelkakirjalainojen määrä vuoden 2008 lopussa oli 5,4 mrd. euroa, joka oli 12,4 % työeläkevakuutusyhteisöjen kaikista joukkovelkakirjalainasijoituksista. Vuoden 2008 aikana ei ole tapahtunut määrässä eikä osuudessa sanottavaa muutosta.

Joukkovelkakirjalainojen osuus kaikista sijoituksista oli 31.12.2008 työeläkevakuutusyhtiöillä 41,1 %, eläkekassoilla ja -säätiöillä 32,5 % sekä julkisyhteisöjen ryhmällä 43,2 %. Joukkovelkakirjojen osuus nousi vuoden 2008 aikana eläkevakuutusyhtiöillä 5,8 % -yksiköllä sekä julkisalajien eläkevakuuttajilla 7,8 %-yksiköllä. Eläkekassoilla ja -säätiöillä osuus sen sijaan laski 5,6 % -yksikköä.

Korkosijoitusrahasto-osuudet eivät kuuluneet tähän tilastoon. Tilasto on kerätty suomalaisten lakisääteistä työeläketurvaa hoitavien yksityisen ja julkisen alan työeläkevakuuttajien edunvalvonta- ja palvelujärjestö TELAN kotisivuilta (www.tela.fi).

2. Joukkovelkakirjalainojen esittely

Joukkovelkakirjalainalla (bond) tarkoitetaan useisiin samansuuruisiin osiin jaettua lainaa, jonka liikkeellelaskija maksaa velkakirjan haltijalle koron ja kuoletuksen lainan sopimusehtojen mukaisesti. Suomessa joukkovelkakirjalainan liikkeellelaskijana toimii yleisimmin valtio, mutta myös muut julkisyhteisöt, kuten pankit ja yritykset rahoittavat toimintaansa osittain laskemalla liikkeelle joukkovelkakirjalainoja. (Niskanen 2003, 129.)

Joukkovelkakirjalainaa voidaan nimittää obligaatioksi. Ennen vuotta 1994 joukkovelkakirjaa sai Suomessa kutsua obligaatioksi vain, jos sen liikkeellelaskuun oli saatu lupa valtioneuvostolta ja liikkeellelaskijan ollessa muu kuin julkisyhteisö vain, jos joukkovelkakirjalainalle oli asetettu turvaava vakuus. Nykyinen lainsäädäntö ei rajoita obligaatio-nimen käyttöä. Yleisesti obligaatioksi kuitenkin nimitetään vain valtion tai muun julkisyhteisön sekä kiinnitysluottopankkien liikkeelle laskemia joukkovelkakirjalainoja. Vaikka obligaatiolainoille nykyisen velkakirjalainsäädännön mukaan ei tarvitse asettaa turvaavaa vakuutta, koskee rahoituslaitosten liikkeelle laskemia joukkovelkakirjoja myös laki luottolaitostoiminnasta ja laki kiinnitysluottopankeista. Näiden lakien perusteella esimerkiksi kiinnitysluottopankin liikkeelle laskemalle obligaatiolainalle tulee asettaa vakuudeksi obligaatiolainasta myönnettyille varoille asetetut vakuudet. (Niskanen 2003, 129.)

Debentuurilainaksi (debenture) on puolestaan nimitettävä sellaista joukkovelkakirjalainaa, jolle ei ole asetettu vakuutta ja jonka asema yrityksen konkurssissa on huonompi kuin yrityksen muiden sitoumusten. Debentuurilainoista määrätään velkakirjalaisissa lisäksi, ettei debentuurin liikkeellelaskija tai sen kanssa samaan konserniin kuuluva yhteisö saa asettaa vakuutta debentuurin maksamisesta. Lisäksi liikkeeseenlaskija ei saa vastiketta vastaan hankkia debentuuria takaisin ennen sen eräpäivää, ellei lainaehdoissa ole siihen oikeutta, eikä ottaa debentuuria pantiksi. (Velkakirjalaki 5. luku, 34§.) Debentuurilainan aseman vuoksi maksetaan (ja sijoittajat myös vaativat maksettavaksi) debentuurilainalle yleisesti korkeampaa korkoa kuin muille joukkovelkakirjalainoille, joilla on vastaava maturiteetti ja luottoriski. (Niskanen 2003, 130.)

Yritysten liikkeelle laskemat joukkovelkakirjalainat ovat tyypillisesti ”pelkkiä” joukkovelkakirjalainoja tai debentuurilainoja, ja niiden tuottoon vaikuttavat paitsi lainan

maturiteetti ja tyyppi niin myös liikkeellelaskijayrityksen luottokelpoisuus ja se onko lainalle asetettu vakuus.

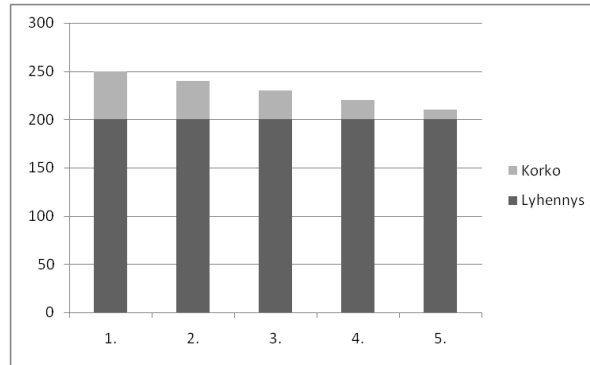
2.1 Joukkovelkakirjalainojen ominaisuuksia

Joukkovelkakirjalaina on useisiin osiin jaettu laina, jonka liikkeellelaskija maksaa kunkin yksittäisen velkakirjan eli lainan osan haltijalle koron ja kuoletuksen lainan sopimusehtojen mukaisesti. Suomen valtion tuotto-obligaatiolainan kokonaismäärä voi olla esimerkiksi 100 000 000 €, mikä on jaettu 1000 € kokosiin yksiköihin. Yksittäisen sijoittajan sijoitus on siten vähintään 1000 €. Joukkovelkakirjalainaan liittyvää lainapääomaa, jonka liikkeellelaskija maksaa haltijalle velkakirjan eräpäivänä, kutsutaan lainan nimellisarvoksi (englanniksi yleensä face value, par value tai maturity value). (Nikkinen 2002, 107.)

Joukkovelkakirjalainan korosta käytetään nimitystä kuponkikorko (coupon rate) ja sillä tarkoitetaan lainan ehdoissa mainitun korkoprosentin mukaista korkoa, joka maksetaan lainan nimellisarvolle yleensä vuosittain lainaehdoissa mainittuna eräpäivänä. Edellä mainitun esimerkin tapauksessa kuponkikoron ollessa 4 prosenttia sijoituksen nimellisarvolle ja tapauksessa, että kuponkikorko maksettaisiin kerran vuodessa, vähimmäissijoitukselle (1000€) vuosittain maksettava korko olisi 40€. Suomessa liikkeelle laskettavat yleisölle myytävät lainat ovat tyypillisesti korkosidonnaisuudeltaan kiinteäkorkoisia. Joukkovelkakirjalaina on mahdollista kuitenkin laskea liikkeelle myös vaihtuvakorkoisena. (Niskanen 2003, 131.) Lainaehdoissa määritellään myös laina-aika (maturity). Tästä käytetään myös nimitystä lainan juoksuaika tai maturiteetti. Mikäli lainan maturiteetti on esimerkiksi kolme vuotta tarkoittaa se, että lainan viimeinen korko maksetaan ja pääoma palautetaan sijoittajalle kolmen vuoden kuluttua.

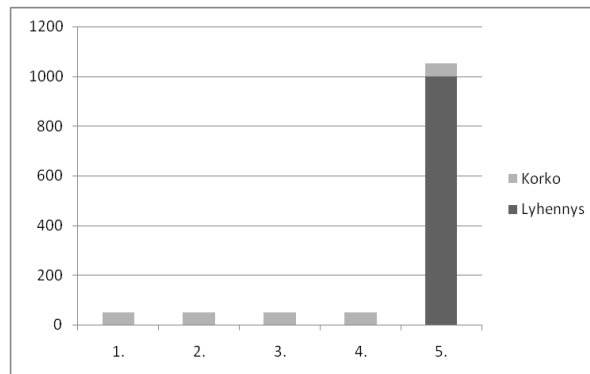
Tavallisimpia joukkovelkakirjalainatyyppisiä ovat tasalyhenteiset lainat ja kertalyhenteiset, niin sanotut bullet-lainat. Tasalyhenteisellä joukkovelkakirjalainalla tarkoitetaan lainaa, jonka pääomaa lyhennetään maturiteetin kuluessa yleensä vuosittain tai puolivuositain.

Alla on kuvattu graafisesti, kuvassa 1. tasalyhenteisen, 5 vuoden joukkovelkakirjalainan kassavirrat lainalle, jonka nimellisarvo on 1000€ ja kuponkikorko 5 %, joka maksetaan kerran vuodessa.



Kuva 1. Tasalyhenteisen velkakirjan kassavirrat. Lähde: Niskanen 2003, 132.

Nykyään yleisempiä ovat kuitenkin kertalyhenteiset lainat, joissa pääoma kuoletetaan kokonaisuudessaan laina-ajan loputtua. Tämänäyttöiset lainat ovat erityisesti sijoittajien suosiossa, koska palautuvaa pääomaa koskevaa sijoituspäätöstä ei tarvitse tehdä joka vuosi. Kuvassa 2 on kuvattu kertalyhenteisen, 5 vuoden joukkovelkakirjalainan kassavirrat lainalle, jonka nimellisarvo on 1000€ ja kuponnikorko 5 %.



Kuva 2. Kertalyhenteisen velkakirjan kassavirrat. Lähde: Niskanen 2003, 132.

Tasa- ja kertalyhenteisten joukkovelkakirjalainojen lisäksi on olemassa myös esimerkiksi niin sanottuja nollakuponkilainoja (zero coupon bonds), joihin ei laina-aikana liity lainkaan koronmaksuja. Ainoa nollakuponkilainaan liittyvä kassavirta sijoittajalle on siten laina-ajan lopussa palautuva pääoma. Nollakuponkilainan tuotto muodostuu nimellisarvon ja liikkeellelaskukurssin välisenä erotuksena. Nimellisarvo maksetaan haltijalle kerta-suorituksena lainan erääntyessä. Joukkovelkakirjalainat voivat olla myös niin sanottuja ikuisia lainoja (perpetual loans). Ne ovat lainoja, joiden pääomaa ei makseta koskaan takaisin ja joiden lainapääomalle maksetaan ikuisesti lainaehdoissa määriteltyä korkoa. (Niskanen 2003, 132–133.) Englannin pankki (Bank of England) laski liikkeelle tällaisia velkapapereita 1700-luvulla ja näitä ”English consols” nimeä tottelevia

lainakirjoja voi vieläkin hankki itsellensä Lontoosta, Englantia kohdanneista vaikeuksista (mm. sodat ja lamat) huolimatta (RWJ 2005, 109).

2.2 Joukkovelkakirjalainojen arvonmääritys

Joukkovelkakirjalainojen arvonmäärityksen yleisperiaate on sama kuin kaikilla muillakin arvopapereilla, eli joukkovelkakirjalainan arvo (P_0) tietyllä hetkellä on sama, kuin siitä tulevaisuudessa saatavien kassavirtojen nykyarvo. Tämä voidaan ilmoittaa kaavan muodossa seuraavasti:

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{Kassavirrat}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Tavallisen kiinteäkorkoisen joukkovelkakirjalainan tapauksessa kassavirrat tunnetaan, koska ne muodostuvat lainan liikkeellelaskijan sijoittajille maksamista kuponkikoroista ja lainan pääoman takaisinmaksuista. Kun kassavirrat ja niiden ajoitukset tunnetaan, määräytyy joukkovelkakirjalainan kulloinkin arvo markkinoilla arvonmäärityshetkellä vallitsevan tuottovaatimuksen r mukaisesti.

$$P_0 = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} + \frac{FV}{(1+r)^n}, \text{ missä} \quad (2)$$

P_0 = joukkovelkakirjan kassavirtojen nykyarvo eli lainan hinta

C_t = vuoden t kuponkikorko, euroa

FV = joukkovelkakirjalainan nimellisarvo

r = markkinoiden tuottovaatimus

On huomioitava, että edellä esitetty arvonmääritysmalli soveltuu sellaisenaan ainoastaan kiinteäkorkoisten joukkovelkakirjalainojen hinnoitteluun. (Nikkinen 2002, 113.) Mikäli jvk-lainan markkinahinta tunnetaan, voidaan määrittää odotettu tuotto lainan jäljellä olevalta maturiteetilta. Tämä tehdään käyttäen sisäisen korkokannan menetelmää ratkaisemalla r yhtälöstä (2).

Joukkovelkakirjalainojen noteeraukset eli hinnat ilmoitetaan yleisesti prosenttilukuna, joka saadaan jakamalla kassavirtojen nykyarvo lainan nimellisarvolla. Lainaa, jonka hinta on pienempi kuin nimellisarvo (eli 100), sanotaan discount bondiksi. Jos lainan hinta taas on suurempi kuin nimellisarvo (tällaiseen tulokseen päädytään silloin kun markkinoiden tuottovaatimus on pienempi kuin lainan kuponkikorko), puhutaan premium bondeista. Asiaa havainnollistaa taulukko 1.

Taulukko 1. Vuotuista 9% kuponkikorkoa maksavan velkakirjan hinta.

Tuottovaatimus

Vuosia maturiteettiin	5 %	8 %	9 %	10 %	15 %
1	103,85	100,94	100	99,07	94,61
5	117,5	104,06	100	96,14	79,41
10	131,18	106,8	100	93,77	69,42
20	150,21	109,9	100	91,42	62,22
30	161,82	111,31	100	90,54	60,52

Taulukosta on helppo havaita, että maturiteetiltaan 30 vuoden velkapaperi on huomattavasti herkempi tuottovaatimuksen muutoksiin kuin yhden vuoden velkapaperi. Velkapaperin hinnan ja tuottovaatimuksen välistä suhdetta tutkitaankin työn seuraavassa luvussa tarkemmin.

Riippumatta joukkovelkakirjalainan tyypistä, sen hinta lähestyy maturiteetin pienentyessä nimellisarvoa siten, että erääntymispäivänä hinta on täsmälleen nimellisarvon suuruinen.

2.3 Joukkovelkakirjasalkun hallinta

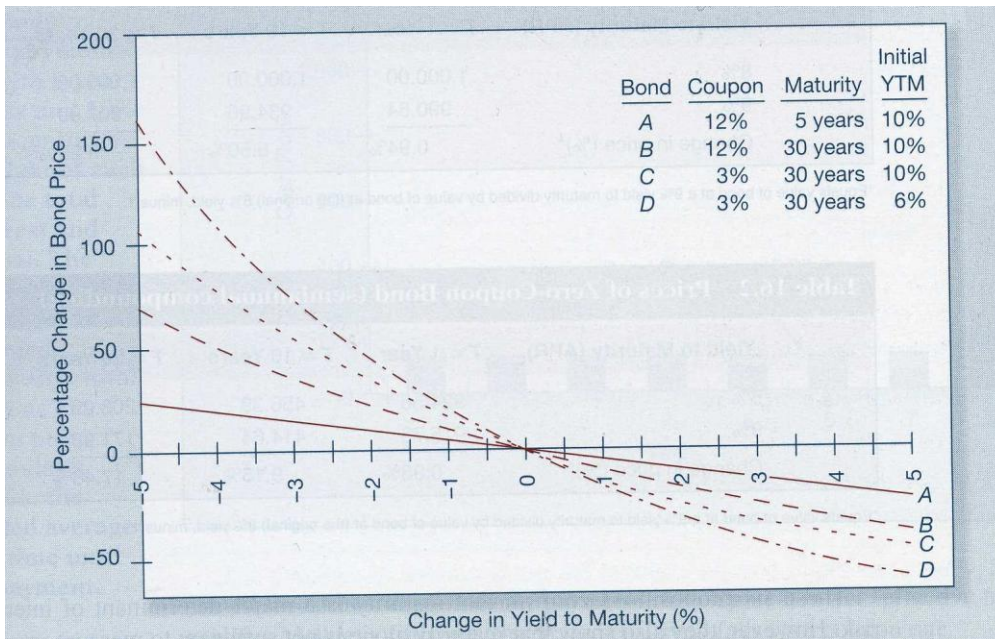
Velkakirjasalkun riski tulee pääasiassa korkoriskistä ja luottoriskistä, joten sen hallinta perustuu näiden kahden riskitekijän analysointiin. Velkakirjasalkun hallinnassa on kaksi perustapaa: passiivinen ja aktiivinen salkunhallinta. Passiivisessa salkunhallinnassa lähtökohtana on se, että markkinoilla sijoituskohteet ovat oikein hinnoiteltuja. Tällöin salkunhallinnan tehtäväksi jää sopivan tuotto-riskisuhteen määrittäminen ja sen ylläpitäminen. Yksi passiivisen salkunhoidon erityistapaus on immunisointistrategia (immunization strategy), jonka tarkoitus on pyrkiä immunisoimaan portfolio korkoriskiltä. Palaamme immunisaatioon tämän työn loppupuolella. Aktiivisessa salkunhallinnassa on kaksi päätapaa tuotto-riskisuhteen parantamiseksi. Ensimmäkin

salkunhoitajat tekevät korkoennusteita, joiden avulla pyritään ennustamaan koko velkakirjamarkkinoiden tulevaa kehitystä. Toinen tapa on etsiä yksittäisiä sijoituskohteita, jotka ovat markkinoiden väärin hinnoittelemlia. (BKM 2005, 519–520.) Lisäksi eläkevakuutusyhtiöiden velkakirjasalkun hallintaa koskevat omat ominaispiirteet joihin palaamme työn loppupuolella tarkemmin.

Joukkovelkakirjalainan hinnan ja tuottovaatimuksen välillä vallitsee käänteinen verrannollisuus. Lisäksi elämä on opettanut, että korot voivat aaltoilla välillä hyvinkin huomattavasti. Kun korot heilahtelevat, joukkovelkakirjalainoja omistavat sijoittavat kokevat pääomatappiota ja pääomavoittoja. Nämä voitot ja tappiot tekevät kiinteätuottoisetkin arvopaperit riskillisiksi, vaikka kuponkimaksut olisivat taattuina kuten valtion obligaatioissa.

2.4 Velkapaperin hinnan korkoherkkyys

Joukkovelkakirjalainan markkinahinnan muutos korkojen muuttuessa on merkittävä huolenaihe sijoittajille. Joukkovelkakirjalainan markkinahinnan prosentuaalista muutosta markkinoiden tuottovaatimuksen muuttuessa havainnollistaa kuva 4. Kuvassa 4 on neljä erilaista velkapaperia, jotka eroavat toisistaan; kuponnikoron, maturiteetin sekä tuottovaatimuksen suhteen. Kaikista neljästä eri velkapaperista havaitaan, että velkapaperin hinta laskee tuottovaatimuksen noustessa. Lisäksi huomataan, että hintakäyrä on muodoltaan konvekksi. Konveksisuus tarkoittaa kuviossa sitä, että tuottovaatimuksen laskulla on suurempi vaikutus velkakirjan hintaan kuin samansuuruisella tuottovaatimuksen kasvulla. (BKM 2005, 520.)



Kuva 3. Velkakirjan hinnan muuttuminen velkakirjan tuottovaatimuksen muuttuessa. Lähde: Bodie/Kane/Marcus 2005, 521.

Esittelemme seuraavaksi viisi joukkovelkakirjalainojen hintaa ja tuottovaatimusta käsittelevää teoremaa. Teoreemoista ensimmäiset neljä esitteli professori Burton Malkiel (1962, 197–218) ja viidennen teoreeman todisti Homer ja Liebowitz (1972).

Teoreema 1: Joukkovelkakirjalainan hinnan ja markkinoiden tuottovaatimuksen välillä vallitsee käänteinen riippuvuussuhde.

Teoreema 2: Joukkovelkakirjalainan tuottovaatimuksen kasvu aiheuttaa pienemmän hinnan muutoksen, kuin samansuuruinen tuottovaatimuksen aleneminen.

Teoreema 3: Mitä pidempi on joukkovelkakirjalainan maturiteetti, sitä herkempi sen hinta on korkotason muutoksille.

Teoreema 4: Mitä alhaisempi on kuponnikorko, sitä herkempi joukkovelkakirjalainan hinta on korkotason muutoksille.

Teoreema 5: Joukkovelkakirjalainan hinnan herkkyys koronmuutoksille on kääntäen verrannollinen siihen tuottovaatimukseen jolla joukkovelkakirjalainaa markkinoilla parhaillaan hinnoitellaan. (vertaa kuva 3, bondit C ja D.) Tätä teoreemaa käsitellään tarkemmin vielä duraation yhteydessä.

Edellä esitetyt teoreemat vahvistavat käsityksen, että velkakirjan maturiteetti on ratkaiseva tekijä puhuttaessa velkakirjan korkoriskistä. Teoreemat kuitenkin myös osoittavat, että maturiteetti ei yksinään ole riittävä osoittamaan velkakirjan korkoherkkyyttä.

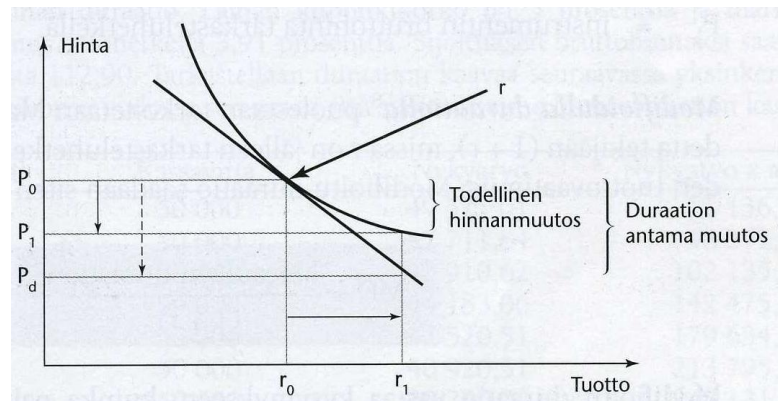
Nämä hinta-tuottosuhteeseen liittyvät peruslait tarkoittavat sijoittajan näkökulmasta sitä, että sijoittajan tulisi käytännössä kiinnittää huomiota juuri kahteen edellä esiteltyyn lainan hinta-tuottosuhteen ”jyrkkyyteen” vaikuttavaan tekijään eli lainan maturiteettiin ja kuponkikorkoon.

1. Sijoittaja, joka uskoo korkojen laskevan ja haluaa maksimoida tuoton muutosten vaikutukset sijoituskohteen hintaan, tulisi pyrkiä valitsemaan sijoituskohteiksi lainoja, joilla on mahdollisimman pitkä maturiteetti ja pieni kuponkikorko.
2. Mikäli korkotason ja siten myös joukkovelkakirjalainoihin liittyvien markkinoiden tuottovaatimusten odotetaan nousevan, pitäisi sijoitukset tehdä instrumentteihin, joiden maturiteetti on mahdollisimman lyhyt ja kuponkikorko mahdollisimman suuri. (Niskanen 2003, 140.)

2.4.1 Duraatio

Korkoriskin mittaamisella on tarkoitus selvittää kuinka paljon velkakirjan arvo muuttuu, jos tuottovaatimus muuttuu esimerkiksi yhdellä prosentilla. Joukkovelkakirjalainan korkoriskin ja hinnan muutosten käytetyin mittari on duraatio (duration). Duraatio on painotettu aikakeskiarvo kiinteätuottoisen arvopaperin kassavirroista. Tämän Macaulayn duraationa tunnetun mittarin kehitti Frederick Macaulay vuonna 1938. (BKM 2005, 523.) Tästä johtuu, että lainan duraatio on tavallisesti lyhyempi kuin sen maturiteetti, vain nollakuponkilainojen duraatio on yhtä pitkä kuin niiden maturiteetti

Matemaattisesti ajatellen duraatio on joukkovelkakirjalainan hinta-tuottosuhdetta kuvaavan yhtälön ensimmäinen derivaatta. Graafisesti duraatiota voidaankin kuvata siten, että duraatio on joukkovelkakirjalainan hintayhtälön tangenti tietyssä, markkinoiden tuottovaatimuksen mukaisessa pisteessä, jota kuvassa 4 kuvataan kirjaimella r . Kuvasta on mahdollista havaita, ettei duraatio ole kovin tarkka mittari kuin aivan pienille hinnanmuutoksille ja että sen antaman likiarvon tarkkuus heikkenee sitä mukaan kun muutokset markkinoiden tuottovaatimuksissa kasvavat.



Kuva 4. Duraatio korkoriskin mittarina
Lähde: Niskanen 2003, 141.

Duraatiota voidaan tarkastella myös lainan hinta- ja uudelleensijoitusriskien toteutumisen näkökulmasta markkinoiden tuottovaatimuksen muuttuessa. Kun toisaalta markkinoiden tuottovaatimuksen noustessa joukkovelkakirjalainan hinta laskee, voidaan samanaikaisesti lainasta saadut kuponnikorot sijoittaa korkeammalla tuotolla. Vastaavasti kun joukkovelkakirjalainan hinta nousee markkinoiden tuottovaatimuksen laskiessa, voidaan samanaikaisesti lainasta saadut kuponnikorot sijoittaa pienemmällä tuotolla. Duraatiolaskelman antama luku on samalla duraatiopiste, jolla tarkoitetaan sitä ajankohtaa, jolloin toisilleen vastakkaiset lainan hintariski ja uudelleensijoitusriski ovat yhtä suuret ja kumoavat toisensa. Duraatiopiste osoittaa siis sen ajankohdan, jolloin sijoitukselle alun perin sovittu tuotto toteutuu markkinakoroissa tapahtuvista muutoksista riippumatta. Joukkovelkakirjalaina on näin ollen korkoriskin suhteen riskitön, mikäli sijoitusperiodi vastaa lainan duraatiopistettä. Macaulayn duraatio saadaan yhtälöstä 3. (BKM 2005, 523-524. Niskanen 2003, 142.)

$$D = \sum_{t=1}^T t \times w_t \quad (3)$$

missä, paino w_t , on

$$w_t = \frac{CF_t / (1+r)^t}{P} \quad (4)$$

T = velkakirjan maturiteetti vuosina

CF_t = velkakirjan kassavirta vuonna t

r = markkinoiden tuottovaatimus

t = kassavirran ajankohta

P = instrumentin bruttohinta tarkasteluhetkellä

Duraatio on siis kuponkimaksuja suorittavalla velkapaperilla aina pienempi, kuin lainan maturiteetti. Usein duraatio on jopa yllättävän lyhyt. Velkakirjan duraation ja muiden parametrien välistä suhdetta tarkastellaan taulukossa 2.

Taulukko 2. Velkakirjan (tuottovaatimus 5%) duraatio eri kuponkikoroilla ja maturiteeteilla.

Lähde: Luenberger 1998, 59.

Maturiteetti(vuotta)	Kuponkikorko			
	1 %	2 %	5 %	10 %
1	0,997	0,995	0,988	0,977
2	1,984	1,969	1,928	1,868
5	4,875	4,763	4,485	4,156
10	9,416	8,95	7,989	7,107
25	20,164	17,715	14,536	12,754
50	26,666	22,284	18,765	17,384
100	22,572	21,2	20,363	20,067
∞	20,5	20,5	20,5	20,5

Taulukossa 2 tuottovaatimus pysyy kiinteänä (5 %), mutta maturiteetti ja kuponkikorko vaihtelevat. Taulukko voisi hyvin kuvata sijoittajan valinnan mahdollisuuksia ehdoiltaan erilaisista, mutta

luottoriskin suhteen identtisistä (esim. valtionvelkakirjoista) velkakirjoista tilanteessa jossa markkinoiden tuottovaatimus olisi 5 %.

Yksi taulukosta havaittava silmiinpistävä piirre on, että maturiteetin kasvaessa rajattomasti ei duraatio kasva vastaavasti. Sitä vastoin maturiteetin lähentyessä ääretöntä, lähenee duraatio kuponkikorosta riippumatonta raja-arvoa. Toinen taulukosta havaittava piirre on, että duraatio ei vaihtelee nopeasti suhteessa kuponkikorkoon. Tuottovaatimuksen pitäminen vakiona näyttäisi osittain kumoavan kuponkikorkojen vaikutuksen. Yleinen johtopäätös onkin, että hyvin pitkät (suuret) duraatiot savutetaankin vain velkakirjoilla joilla on sekä pitkät maturiteetit että hyvin alhaiset kuponkikorot. Luenberger (1998, 59).

Macaulayn duraatio ei vielä suoraan kerro, kuinka paljon velkakirjan hinta muuttuu sen tuottovaatimuksen muuttuessa. Macaulayn duraatiota apuna käyttäen voimme kuitenkin laskea hinnan muutoksen yhtälön 5 avulla (Luenberger 1998, 60).

$$\frac{\Delta P}{P} = -D \left[\frac{\Delta(1+r)}{1+r} \right] \quad (5)$$

Hinnan suhteellinen muutos on siis $1 +$ tuottovaatimuksen suhteellinen muutos kertaa $-1 \times$ duraatio. Käytännössä duraatiosta käytetään usein muotoa $D_M = D/(1+r)$. Tämän modifioidun duraation (Modified duration) avulla yhtälö 5 saadaan muotoon:

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_M \times \Delta r \quad (6)$$

Modifioidun duraation käsitteen ja mittarin kehitti John R. Hicks vuonna 1939. Modifioitu duraatio vastaa kysymykseen, paljonko velkapaperin suhteellinen arvo muuttuu, mikäli tuottovaatimus markkinoilla kasvaa/laskee yhden prosentin.

Pitkän uran velkakirjojen hallinnan parissa tehnyt Frank J. Fabozzi muistuttaa, että duraation pitäminen ikään kuin ajan mittana voi olla harhaanjohtavaa ja muistuttaa, että se perustuu Macauleyn alkuperäiseen duraation käyttötarkoitukseen. Fabozzi suosittelee sijoittajia näkemään duraation approksimaationa velkakirjan hinnan prosentuaaliselle muutokselle, kun tuottovaatimus kasvaa tai laskee 100 korkopistettä (ts. hinnan korkojoustopäätös). Tämä on syytä pitää mielessä, sillä

velkakirjamarkkinoilta löytyy myös instrumentteja kuten arvopaperistetut asuntolainat eli CMO-obligaatiot (collateralized mortgage obligation), joilla voi olla mahdollista, että duraatio on maturiteettia suurempi. (Fabozzi 2007, 83-84.)

Duraation matemaattista perustelua ja duuratisääntöjä erilaisille velkapapereille voi katsoa tämän työn liitteestä 1. Liitteessä on esitetty myös ns. kvasi-modifioitu duraatio, jossa otetaan korkojen aikarakenne tarkemmin huomioon. Kvasi-modifioitua duraatiota voidaan käyttää korkojen tasosiirtymisissä riippumatta tuottokäyrän muodosta.

2.4.2 Konveksisuus

Matemaattisesti ajatellen duraatio on joukkovelkakirjan hinnan ja markkinoiden tuottovaatimuksen välistä suhdetta kuvaavan funktion derivaatta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että duraatio antaa funktion muutoksista, eli siis hinnan ja tuottovaatimuksen, välisestä suhteesta tarkan arvon, jos tuottovaatimuksessa tapahtuvat muutokset ovat suhteellisen pieniä. Käytännössä duraatio toimii hyvin, koska suuret korkomuutokset lyhyessä ajassa ovat markkinoilla harvinaisia. (Nikkinen 2002, 125–126.)

Matemaattisesti duraation antama virhe johtuu siitä, että tuottovaatimuksen ja hinnan välinen suhde ei ole lineaarinen, vaan niiden suhdetta kuvaava käyrä on konvekksi, kuten kuvasta 3 voidaan havaita. Käyrän muoto on eri joukkovelkakirjoille erilainen, joten ei ole mahdollista kehittää duraatiota siten, että se antaisi hinnanmuutoksesta täysin oikean kuvan. Matemaattisesti ennustetta voidaan kuitenkin parantaa siten, että velkakirjan hinnan ja tuottovaatimuksen välistä suhdetta kuvaavasta funktiosta otetaan toinen derivaatta, jolla korjataan duraation antamaa arvoa. Tätä korjaustermiä kutsutaan velkakirjan konveksisuudeksi (convexity) ja se lasketaan yhtälön 7 mukaisesti. (Nikkinen 2002, 126.)

$$\text{Konveksisuus} = \frac{1}{P \times (1+r)^2} \sum_{t=1}^T \left[\frac{CF_t}{(1+r)^t} (t^2 + t) \right] \quad (7)$$

Konveksisuutta hyväksikäyttäen saadaan velkakirjan hinnanmuutoksen arvioksi

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_M \times \Delta r + \frac{1}{2} \times \textit{konveksisuus} \times (\Delta r)^2 \quad (8)$$

Konveksisuuden matemaattinen perustelu löytyy liitteessä1. Konveksisuus on otettava huomioon, mikäli tarkoituksena on arvioida velkakirjan hinnan kehitystä voimakkaiden korkomuutosten tapahtuessa.

Duraatiota ja konveksisuutta käytettäessä on muistettava, että niiden arvot muuttuvat ajan kuluessa ja velkakirjan tuottovaatimuksen muuttuessa. Tämän vuoksi laskelmia on syytä päivittää tietyin väliajoin.

2.5 Ongelmana inflaatio

Moni sijoittaja on ollut huolissaan, miten nykyinen elvyttävä rahapolitiikka tulee näkymään tulevaisuuden inflaatiopaineissa. Maailmanlaajuinen rahan pumppaaminen kansantalouksiin on ollut historiallisen suurta ja monin paikoin se ollut puhdasta setelirahoitusta, vaikka termiä ei ole haluttu käyttääkään.

Jos inflaatio kiihtyisi merkittävästi - tai, jos enemmistö sijoittajista alkaa uskoa inflaation kiihtyvän merkittävästi, on markkinoilla odotettavissa suuria vaikeuksia. Inflaation karkaaminen nykyistä tuntuvasti nopeampaan laukkaan aiheuttaisi useimmille sijoittajille suuria ongelmia, mutta erityisen tukalaa olisi erityisesti pitkiin velkakirjoihin sijoittavalla korkosijoittajilla.

Suurin osa maailman joukkolainoista kuten valtioiden obligaatioista on kiinteäkorkoisia kertakuoletuslainoja, joiden vuotuiset korot ja aikanaan takaisin maksettava pääoma ovat lainaehdoissa ennalta lukkoon lyötyjä. Tällaisissa vakiomuotoisissa joukkolainoissa sijoittajalla ei ole minkäänlaista suojaa inflaation kiihtymisen varalta. Jos inflaatio kiihtyy ja markkinakorot nousevat ennen lainan erääntymistä, laskee lainan markkina-arvo. Samalla jokaisen korkoerän ja laina-ajan lopuksi erääntyvän pääoman reaaliarvo laskee sitä enemmän mitä vauhdikkaammin inflaatio laukkaa.

Sijoittajat altistuvat korkomarkkinoiden piilevälle inflaatoriskille, osa ehkä tietämättään. Joukkolainojen inflaatoriski tulee sijoittajalle kaupanpäällisiksi esimerkiksi useimmissa pitkän koron rahastoissa. Useimmat pitkän koron rahastot sijoittavat varansa juuri pitkäaikaisiin kiinteäkorkoisiin joukkolainoihin. Samanlaisia pitkäaikaisia joukkolainoja on esimerkiksi suomalaisten eläkevakuutuslaitosten salkuissa kymmenien miljardien eurojen arvosta. Inflaation kiihtymisestä ja korkojen kohoamisesta koituvat ongelmat voivat tulla varsinkin rahastosijoittajille epämiellyttävänä yllätyksenä, sillä valtionlainoihin varansa sijoittavia pitkän koron rahastoja pidetään turvallisina sijoituskohteina. Sijoituskohteiden vakavaraisuus ja hyvä luottokelpoisuus eivät kuitenkaan suojaa sijoittajaa inflaation vaikutuksilta. Korkoriski niin kuin lainojen reaaliarvon heikkenemistä tarkoittava inflaatoriskikin on sitä suurempi mitä pidempi on lainan maturiteetti. (Hurri 2008).

Pelkkä korkomarkkinoiden odotus inflaation kiihtymisestä nostaa välittömästi markkinakorkoja. Tämä taas laskee automaattisesti kaikkien vanhojen kiinteäkorkoisten lainojen markkinahintaa. Ja jos inflaatio todella kiihtyy, laskee vanhojen lainojen reaaliarvo vielä enemmän. Inflaation kiihtyminen saattaa aiheuttaa suuriakin yllätystappioita. Tappioiden raskaus riippuu lähinnä siitä, kuinka nopeasti ja kuinka kovaksi inflaatio kiihtyy, jos on kiihtyäkseen. Korkosijoittajan kärsimykset ovat sitä suurempia mitä nopeammin ja kovemmaksi inflaatiouvauhti karkaa.

Korkosijoittajan ei ole suinkaan pakko sietää kuinka suurta korko- ja inflaatoriskiä tahansa. Yksi tehokas keino riskin pienentämiseen on kaikkein pitkäaikaisimpien joukkolainojen välttäminen. Joukkolainojen herkkyyys markkinakorkojen muutoksille (lue: duraatio) pienenee jyrkästi lainan jäljellä olevan laina-ajan lyhentyessä. Sijoittaja voi nauttia luotettavien valtionlainojen matalasta riskistä ja samalla pitää salkkunsuun korko- ja inflaatoriskin hallinnassa keskittämällä sijoituksensa lyhytaikaisiin tai korkeintaan keskipitkiin joukkolainoihin. On syytä kuitenkin huomata, että rahastojen kautta varojaan korkopapereihin sijoittava taho ei voi, esimerkiksi pitämällä velkakirja hallussaan sen erääntymiseen asti, suojautua korkoriskiltä. Rahastoihin sijoittava taho joutuu siis luottamaan aina ulkopuolisen rahastonhoitajan ammattitaitoon.

3. Velkakirjojen tuotto ja korkojen aikarakenne

Finanssimarkkinoilta ei voida löytää yhtä samansuuruista tuottoa kaikille joukkovelkakirjoille. Tietyille velkakirjatyypille asetettu tuottovaatimus riippuu lukuisista eri tekijöistä. Näitä tekijöitä ovat muun muassa velkakirjan liikkeellelaskijan ominaisuudet, velkakirjan ominaisuudet ja yleinen talouden tilanne. Tässä luvussa tarkastellaan yksityiskohtaisesti velkakirjojen tuottovaatimuksiin vaikuttavia asioita. Luvun aluksi tarkastellaan markkinoiden minimituottovaatimusta, joka on yleensä valtion velkakirjan tarjoama tuotto. Tämän jälkeen tarkastellaan miksi muiden liikkeellelaskijoiden velkakirjojen tuotto eroaa valtion velkakirjoista. Lopuksi paneudutaan yhteen tärkeimmistä velkakirjan tuottoa määrittelevistä asioista: velkakirjan juoksuaikaan eli maturiteettiin. Saman riskin mutta eri maturiteetin omaavien velkakirjojen tuoton ja maturiteetin suhdetta kuvataan korkojen aikarakenteella. Korkojen aikarakenteen analysoinnin tärkeyttä käsitellään luvun loppupuolella.

3.1 Peruskorko

Suomessa sijoittajat pitävät Suomen valtion viitelainoja yleensä lähes riskittöminä sijoituskohteina. Yleisesti voidaan sanoa, että valtioiden velkakirjat ovat poikkeuksellisen turvallinen sijoituskohde, eikä valtioiden rahoittamiseen liity likikään samanlaista luottoriskiä kuin useimpiin muihin asiakasryhmiin. Matalan riskitason takia eurovaltioiden velkakirjat kuuluvat esimerkiksi pankkien vakavaraisuussäätelyssä niin sanottuun nollariskiluokkaan. Valtiokonttorin valitsemat markkinatakaajat ovat lisäksi Suomessa sitoutuneet pitämään yllä viitelainojen jälkimarkkinoita, joten ne ovat erittäin likvidejä. Sarjaobligaatit noteerataan myös pörssissä. Minimituottovaatimusta, jota sijoittajat vaativat sijoittaessaan joukkovelkakirjoihin, kutsutaan yleensä peruskoroksi (base interest rate). Tällaisena korkona käytetään usein viimeiseksi noteerattua riskitöntä valtion velkakirjan maturiteettituottoa. Esimerkiksi sijoittaja, joka etsi 24.2.2009 kymmenen vuoden velkakirjaa, asetti minimituottovaatimukseksi 3,77 %. (Katso taulukko 3.) Tässä vaiheessa on syytä huomata, että tässä työssä käytetty termi peruskorko viittaa markkinoiden minimituottovaatimukseen, ei hallinnolliseen peruskorkoon, jonka muutoksista päättävät eduskunnan pankkivaltuusmiehet Suomen Pankin esityksestä.

Taulukko 3. Suomen valtion viitelainojen korot 24.2.2009 (Lähde: Suomen Pankki)

Maturiteetti (erääntymispäivä)	Tuotto (%)
15.9.2010	1,28
23.2.2011	1,63
15.9.2012	2,33
4.7.2013	2,69
4.7.2015	3,17
15.9.2017	3,52
4.7.2019	3,77
Valtion obligaatioiden korko, 5 vuotta	2,33
Valtion obligaatioiden korko, 10 vuotta	3,77

3.2 Riskilisä eli riskipremio

Markkinatoimijat kutsuvat riskittömän valtion velkakirjan ja muiden kuin valtion liikkeelle laskemien velkakirjojen välistä tuottoeroa yleensä riskilisäksi tai riskipremioksi. Täten muiden kuin valtion liikkeelle laskemien velkakirjojen maksamaa korkoa voidaan kuvata seuraavasti:

$$\text{peruskorko} + \text{riskilisä}$$

Eri velkakirjojen välistä tuottoeroa (yield spread) mitataan yleensä yksinkertaisesti eri velkapapereiden tuottojen erotuksena. Välillä näkee käytettävän myös suhdelukuja, kuten (Fabozzi 2007, 96):

$$\text{Suhteellinen tuottoero} = \frac{\text{velkakirja A:n tuotto} - \text{velkakirja B:n tuotto}}{\text{velkakirja B:n tuotto}}$$

tai

$$\text{Tuottosuhde (yield ratio)} = \frac{\text{velkakirja A:n tuotto}}{\text{velkakirja B:n tuotto}}$$

Tuottoeron suuruuteen vaikuttaviin tekijöihin kuuluu mm. (1) velkakirjan liikkeellelaskijan tyyppi, (2) liikkeellelaskijan luottokelpoisuus, (3) velkakirjan sisältämä optio tai muu varaus, (4) velkakirjan odotettu likviditeetti ja (5) velkakirjan maturiteetti.

1. Velkakirjan liikkeellelaskijan tyyppi

Velkakirjamarkkinoilla liikkeellelaskijat jaetaan usein ryhmiin markkinasektoreittain. Eri sektoreiden on huomattu edustavan erilaista riskiä ja tuottoa. (Fabozzi 2007, 96.) Esimerkiksi Suomen Pankki jakaa liikkeellelaskijat seuraavasti: yritykset, rahoituslaitokset, valtionhallinto ja paikallishallinto. Jakoa voidaan tietenkin jatkaa alakategorioidiin, ja esimerkiksi yrityslainapuolella yritykset jaetaan vielä usein toimialan ja/tai koon mukaan. Jokaisella markkinasektorilla on omat ominaispiirteensä ja yleensä suuri määrä toimijoita, joilla on erilaiset kyvyt selviytyä velvoitteistaan. Täten avainasemassa velvoitteiden hoidossa on liikkeellelaskijoiden luonne.

2. Liikkeellelaskijan luottokelpoisuus

Lainapapereihin sijoittamisessa keskeinen riski on luottoriski, eli lainan liikkeellelaskijan kyky maksaa korko ja erääntynyt pääoma eräpäivänä sijoittajille. Luottoriskin arvioinnissa sijoittajien apuna ovat riippumattomat luottoluokituslaitokset, ja lisäksi isoilla toimijoilla kuten eläkevakuutusyhtiöillä on myös omia yksiköitään jotka tarkkailevat lainapapereiden liikkeellelaskijoiden luottokelpoisuutta. Useimmissa tilanteissa eläkerahastot sijoittavat vain korkean luottoluokituksen lainoihin. Tuottoeroa riskittömien valtion velkakirjojen ja luottoluokitusta lukuun ottamatta ominaisuuksiltaan samanlaisten, esimerkiksi yritysvelkakirjojen välillä kutsutaan luottoriskipreemioksi (credit spread). Luottoluokitusten hyödyntämiseen palataan tarkemmin tämän työn loppupuolella.

3. Velkakirjan sisältämä optio tai muu varaus

Etenkään Yhdysvaltain velkakirjamarkkinoilla ei ole epätavallista, että velkakirjat sisältävät varauksen, joka antaa velkakirjan liikkeellelaskijalle tai hankkijalle oikeuden suorittaa joitain toimenpiteitä toista osapuolta kohtaan. Tyypillinen esimerkki tällaisesta sisäisestä optiosta (embedded option) on velkakirjan takaisinlunastusehto (call provision), joka oikeuttaa liikkeellelaskijan lunastamaan velkakirjan milloin tahansa takaisin ennalta määrättyyn hintaan. Tällainen takaisinlunastusehto hyödyttää velkakirjan liikkeellelaskijaa korkotason pudotessa mutta

on haitallinen velkakirjan haltijalle joka joutuu sijoittamaan lunastuksesta saamansa rahat nyt alhaisemmalla korolla. On selvää, että velkakirjamarkkinoilla sijoittajat vaativat yleensä sisäisen option sisältävältä velkapaperilta korkeampaa tuottoa, mikäli optio on liikkeellelaskijaa suosiva ja vastaavasti tyytyvät alhaisempaan tuottoon, mikäli optio suosii sijoittajaa. Itse asiassa velkakirjan, joka sisältää sijoittajalle suotuisan oikeuden, tuottovaatimus voi olla jopa vastaavanlaista valtion velkakirjaa pienempi. (Fabozzi 2007, 98.)

4. Velkakirjan odotettu likviditeetti

Velkakirjojen likviditeetit voivat vaihdella suuresti. Mitä likvidimpi velkakirja on, sitä pienempään tuottoon sijoittaja yleensä tyytyy. Kuten aiemmin jo todettiin, ovat Suomen valtion velkakirjat varsin likvidejä sijoitusarvopapereita. Osittain valtion velkakirjoilta vaadittava alhaisempi tuotto heijastaa juuri velkakirjojen hyvää likviditeettiä (Fabozzi 2007, 98). Francis A. Longstaff kumppaneineen havaitsi tutkimuksessaan, että vaikka suurin osa Yhdysvaltain valtion velkakirjojen (Treasury securities) ja yritysvelkakirjojen välisestä riskipreemiosta selittyykin luottoriskillä, on yrityslainojen heikko likviditeetti myös merkittävä riskipreemion selittäjä (Longstaff *et al.* 2005, 2213–2253).

5. Velkakirjan juoksuaika eli maturiteetti

Kuten tämän työn alkupuolella on jo selitetty, velkakirjojen hinta vaihtelee markkinoiden tuottovaatimuksen ja korkotason mukaan. Termillä maturiteetti viitataan velkakirjan jäljellä olevaan juoksuaikaan. Edellisessä luvussa on osoitettu, että velkakirjan markkinahinnan muutosherkkyys eli volatiilisuus riippuu merkittävästi juuri velkakirjan maturiteetista. Tarkemmin sanottuna: mitä pidempi on velkakirjan maturiteetti, sitä herkempi sen markkinahinta on korkojen muutokselle, *ceteris paribus*. Korkojen aikarakenne kuvaa markkinakorot lainan pituuden funktiona, ja sen graafista esitystä kutsutaan tuottokäyräksi. Näistä tulee lisää tietoa seuraavaksi.

3.3 Korkojen aikarakenne

Korkojen aikarakenteella on aivan keskeinen rooli velkakirjojen hinnoittelussa. Pyhitämmekin tälle tärkeälle aiheelle useita sivuja tästä työstä.

Kuten jo todettu, tuottokäyrä kuvaa graafisesti saman luottoluokituksen omaavien velkakirjojen tuottoa maturiteetin vaihdellessa. Eri maiden tuottokäyrät on yleensä rakennettu käyttäen kyseisen maan valtion raha- ja pääomamarkkinoiden velkapapereita. Käytännössä Suomen tuottokäyrää esittävän kuvaajan lyhyiden lainojen korot ovat nykyisin euroalueen euribor-korkoja ja pitkät korot valtion obligaatioiden tuottoja jälkimarkkinoilla. Kaksi asiaa puoltaa tätä käyttäytymistä. Ensiksi, Suomen valtion obligaatiot ovat luottoriskin suhteen lähes riskittömiä, joten luottoriski ei juurikaan vaikutta obligaatioiden hinnoitteluun. Tämä tekee näistä instrumenteista vertailukelpoisia. Toiseksi, markkinatakaajien ylläpitämä markkinalikviditeetti poistaa suurimmaksi osaksi huonoon likviditeettiin liittyvät ongelmat.

Korkojen aikarakenteen on havaittu olevan myös hyvä ja helppokäyttöinen talouskasvun ennakoija. Monimutkaisten ja laajojen makrotalousmallien käytön sijasta ekonomisti tai sijoittaja voi tehdä melko luotettavan ennusteen tulevasta talouskehityksestä yksinkertaisimmillaan vain pitkän ja lyhyen koron erotuksen avulla. Usein käytetty menettelytapa onkin tarkastella korkojen aikarakennetta valtion kymmenen vuoden velkakirjojen ja kolmen kuukauden rahamarkkinakoron erotuksena, kuten esimerkiksi Haubrich ja Dombrosky (1996) sekä Estrella & Mishkin (1996). Yhdysvaltojen osalta kymmenen vuoden ja kolmen kuukauden koron erotuksen on havaittu ennustavan hyvin Yhdysvaltojen talouskehitystä (Estrella & Mishkin 1996). Bordo ja Haubrich (2004) osoittivat, että Yhdysvalloissa myös pitkällä aikavälillä tuottokäyrä on pystynyt ennakoimaan hyvin talouden kehityksen jopa viimeksi kuluneet 125 vuotta.

Normaalisti tuottokäyrä on nouseva, koska pitkän maturiteetin omaavista velkakirjoista on saatava suurempi tuotto niiden haltijoiden altistuessa pitkäkestoisimmille riskeille velkakirjojen juoksuaikana. Keskuspankki voi rahapolitiikallaan vaikuttaa suoraan vain lyhyihin korkoihin. Talouden ollessa lamassa keskuspankki yleensä pyrkii elvyttävällä rahapolitiikalla laskemaan lyhyitä korkoja. Lyhyiden korkojen laskettua tuottokäyrästä yleensä muodostuu jyrkästi nouseva, mikä puolestaan ennakoi talouskasvun piristymistä alhaisempien lyhyiden korkojen elvyttäessä kulutuskysyntää ja tehdessä yritysten investoinnit entistä houkuttelevimmiksi. Vaikka jyrkästi

nouseva tuottokäyrä kertoo talouden olevan taantumassa, niin se myös ennakoi tulevaa nousukautta ja osakemarkkinoiden piristymistä. Tällöin lyhyiden korkojen lasku voi suoraan parantaa yritysten tuloksia lainojen hoitokulujen pienentyessä ja toisaalta epäsuorasti tuottokäyrän sisältämän talouskasvun ennusteen kautta (Kuosmanen 2005, 7).

Talouskasvun kiihdyttyä ja inflaatiopaineiden noustessa keskuspankki yleensä alkaa nostaa lyhyitä korkoja kireämmällä rahapolitiikalla, jolloin tuottokäyrän kulmakerroin pienenee eli se muuttuu vaakasuoraan suuntaan. Tuottokäyrän loiventuminen ennakoi kasvun hidastumista taloudessa. Länsimaissa 1990-luvun lopulta lähtien harjoitettu voimakkaasti elvyttävä rahapolitiikka näyttää kuitenkin mahdollistavan voimakkaan talouskasvun tasaisen tuottokäyrän oloissa, kun korkotaso eri maturiteeteissa kauttaaltaan on matala (Bordo & Haubrich 2004).

Lyhyet korot voivat nousta niin paljon suhteessa pitkiin korkoihin, että tuottokäyrästä tulee laskeva, mikä puolestaan indikoi talouskasvun merkittävää hidastumista tai jopa lamaa. Yhdysvalloissa laskeva tuottokäyrä on ennustanut jokaisen taantumun 1960-luvun puolesta välistä lähtien ja vain yhden kerran tänä aikana on tullut väärä signaali, eli laskeva tuottokäyrä ei merkinnytään taantumaa. (Ang, Piazzesi & Wei 2004, 2). On mielenkiintoista huomata, että Yhdysvaltojen tuottokäyrä oli myös laskeva, alueelta 6 kk – 8 vuotta, vuosien 2006 ja 2007 vaihteessa, jolloin yhdysvaltojen asuntojen hinnat alkoivat pudota ja tämän seurauksena ns. subprime luottokriisi käynnistyi.

Joukkovelkakirjoihin sijoittavan kannalta merkittävä korkotason nousu on huono uutinen. Joukkovelkakirjojen ja osakkeiden ajatellaan olevan vaihtoehtoisia sijoituskohteita. Kun osakemarkkinat näyttävät sijoittajien kannalta edullisilta, nämä myyvät joukkovelkakirjoja ja ostavat osakkeita. Ostopaine nostaa osakkeiden hintoja, ja joukkovelkakirjojen myynti taas laskee niiden hintaa eli nostaa papereista saatavaa tuottoa (korkoa). Joukkovelkakirjojen hintojen lasku tuo niiden omistajille pääomatappioita. (Nasseh, Alireza ja Strauss 2000, 229–245.)

Käytännön näkökulmasta tuottokäyrä toimii mittapuuna velkakirjojen hinnoittelussa ja asettaa peruskoron näin myös muille sektoreille, kuten esimerkiksi asuntolainoihin ja yrityslainoihin. Yhdysvaltain tuottokäyrää käytetään usein myös pienempien maiden velkakirjojen hinnoittelun perustana. Markkinatoimijat ovat kuitenkin alkaneet ymmärtää, että perinteisesti rakennettu tuottokäyrä on puutteellinen mitta vaaditun tuoton ja maturiteetin välillä, kun puhutaan velkakirjojen hinnoittelusta. Avainasemassa on se tosiasia, että saman maturiteetin omaavilla

velkakirjoilla voi olla todellisuudessa eri tuotto. Tämä kuponkiefektinä tunnettu ilmiö johtuu velkakirjojen maksamista erisuuruuksista kuponnikoroista ja tätä asiaa tarkastellaan seuraavaksi tarkemmin.

3.3.1 Miksi tuottokäyrää ei tulisi käyttää velkakirjojen hinnoittelussa?

Kuten tiedetään, on velkakirjan hinta sen tulevien kassavirtojen diskontattu nykyarvo. Yleensä kassavirtoja diskontatessa käytetään kuitenkin vain yhtä diskonttokorkoa kaikkiin velkakirjan kassavirtoihin. Sopivana diskonttokorkona toimii yleensä saman maturiteetin omaava tuottokäyrän osoittama korko lisättyä sopivalla riskilisällä. Tosiasiassa velkakirjasta saatavat kassavirrat ajoittuvat eri ajanjaksoille ja teoreettisesti jokainen kassavirran osa tulisi hinnoitella optimaalisesti erikseen. Esimerkiksi nimellisarvoonsa hinnoitellun, 10 % vuotuista kuponnikorkoa kerran vuodessa maksavan, 100 € valtion velkakirjan kassavirrat jakautuvat eri periodeille seuraavasti:

Periodi	Kassavirta €
1-9	10
10	110

Jokainen kassavirta tulisi siis diskontata uniikilla korolla, joka on sopiva kassavirran maksuajankohdan suhteen (Fabozzi 2007, 103). Mikä tämän koron pitäisi sitten olla?

Oikea tapa ajatella esimerkiksi edellä mainittua valtion velkakirjaa on nähdä se kassavirtojen pakettina. Tarkemmin eriteltynä, sen voi nähdä pakettina nollakuponki-instrumentteja. Täten ansaittu tuotto on palautetun nimellisarvon ja maksetun hinnan erotus. Esimerkiksi edellä mainittu velkakirja voidaan nähdä nyt kymmenenä eri nollakuponki-instrumenttina: yhtenä vuoden kuluttua erääntyvänä 10 € nimellisarvoisena instrumenttina, yhtenä kahden vuoden kuluttua erääntyvänä 10 € nimellisarvoisena instrumenttina, yhtenä kolmen vuoden kuluttua erääntyvänä 10 € nimellisarvoisena instrumenttina jne. Viimeinen erääntyvä nollakuponki-instrumentti on kymmenen vuoden kuluttua erääntyvä instrumentti jonka nimellisarvo on 110 euroa. Luonnollisesti jokaisen kuponnikorkoa maksavan velkakirjan hinta on sen nollakuponki-instrumenttien yhteisarvo.

Jokainen kuponkivelkakirja voidaan siis nähdä ”pakettina”, joka muodostuu nollakuponkivelkakirjoista. Mikäli velkakirjan arvo ei ole sama kuin sen nollakuponki-instrumenttien yhteisarvo, voi markkinatoimijoille syntyä mahdollisuus arbitraasivoittoihin. Tämä

on mahdollista velkakirjojen kassavirtojen pilkkomisella ja yksittäisten osien eteenpäin myymisellä (creating stripped securities).

Maturiteetiltaan eripituisten riskittömien nollakuponkivelkakirjojen tuottoja kutsutaan spot-koroiksi ja näiden tuottojen graafista esitystä maturiteetin suhteen spot-korkokäyräksi. Velkakirjamarkkinoilta ei kuitenkaan löydy valtion nollakuponkimuotoisia velkakirjoja, joiden juoksuaika olisi yli vuoden, joten spot-korkokäyrän rakentaminen pelkästään valtion velkakirjamarkkinoita tarkkailemalla ei ole mahdollista. Täten spot-korkokäyrä rakennetaan käyttäen teoreettista harkintaa sopivimman tilastollisen menetelmän valinnassa ja saatua korkokäyrää kutsutaan teoreettiseksi spot-korkokäyräksi. (Fabozzi 2007, 103.)

Se miten spot-korkokäyrä rakennetaan, riippuu paljon siitä, mitä instrumentteja siihen käytetään. Valittavina on esimerkiksi vain viime aikoina liikkeelle laskettuja velkakirjoja (on-the-run issues), myös edeltävinä aikoina liikkeellelasketut velkakirjat (off-the-run issues), riisutut kuponkimaksut ja pääoman palautukset (coupon strips) tai kaikki valtion kuponkivelkakirjat. Mikäli käytetään riisuttuja kuponki-instrumentteja, saadaan spot-korot suoraan niiden tuotoista. Tällöin on tosin huomattava, että näiden instrumenttien likviditeetti ei ole niin hyvä kuin valtion velkakirjamarkkinoiden yleensä, ja täten näiden instrumenttien tuottovaatimus on markkinoilla tavallisia velkakirjoja korkeampi. Käytettäessä valtion viimeaikaisia velkakirjoja otetaan käyttöön ns. bootstrapping-metodi. Käytettäessä kaikkia kuponkivelkakirjoja, spot-korkokäyrän estimointiin käytetään kehittyneitä tilastollisia tekniikoita. (Fabozzi 2007, 103–112.) Yksi yleisimmistä tilastollisista metodeista on ns. eksponentiaalinen splinisovitus (Carleton 1976, 1067–1083). Tilastollisten mallien esittely voisi sinällään olla oma opinnäytetyön aiheensa, ja siksi siihen ei tässä työssä paneuduta enempää.

Olemme tulleet nyt siihen johtopäätökseen, että valtion velkakirjan hinnan tulisi olla sen diskontattujen kassavirtojen nykyarvo, missä jokainen kassavirta on diskontattu teoreettisella spot-korolla. Mikäli näin ei ole, syntyy valtion velkakirjoja välittäville tahoille mahdollisuus arbitraasivoittoihin pilkkomalla velkakirja osiin ja myymällä osat markkinoille, näin siis ainakin teoriassa. Kaiken kaikkiaan voidaan täsmentää, että peruskorko on itse asiassa juuri teoreettinen spot-korko, johon lisätään riskipremio muiden kuin valtion velkakirjojen hinnoittelua varten.

3.3.2 Termiinikorko

Forward-korot (eli termiinikorot) määrittävät etukäteen sen koron joka maksetaan myöhemmin lainattavalle pääomalle. Termiinikorot ovat siis itse asiassa arvioita tulevista spot-koroista. Termiinikorot ilmastaan yleensä spot-korkojen tapaan vuosikorkona.

Termiinikorko on helpointa selittää esimerkin avulla. Esimerkki (sisältää oletukset siitä, että otto- ja antolainauskorot ovat yhtä suuret ja ei ole transaktio kustannuksia eikä informaation hankintakustannuksia): Olet sijoittamassa pääomaa A kahden vuoden aikajänteellä. Yhden ja kahden vuoden spot-korot s_1 ja s_2 tunnetaan. Millainen tuotto sinun kannattaa vaatia vuoden päästä tehtävälle vuoden mittaiselle sijoitukselle, jotta sinun kannattaisi sitoutua siihen etukäteen? Tiedämme nyt, että voit saada kahden vuoden kuluttua varman tuoton $A(1 + s_2)^2$. Koska s_1 tunnetaan, voimme selvittää markkinoiden odotuksen vuoden mittaiselle riskittömälle velkakirjalle tasan vuoden kuluttua (ts. ratkaisemme termiinikoron) ja koska vaihtoehdot ovat riskittömiä, täytyy niiden tuottojen tästä syystä olla samat. Ratkaistaan yhtälö:

$$(1 + s_2)^2 = (1 + s_1)(1 + f) \Leftrightarrow f = \frac{(1 + s_2)^2}{1 + s_1} - 1.$$

Asiaa selkeyttääksemme otetaan sama esimerkki numeroin. Tiedetään, että $s_1 = 9\%$ p.a. ja $s_2 = 10\%$. Sijoituksen kokonaistuotolle saadaan nyt kaksi erilaista kaavaa:

- 1. vaihtoehto: $(1 + s_2)^2 - 1 = 21,1\%$ pyöristyksen jälkeen 21% .
- 2. vaihtoehto: $(1 + s_1)(1 + f_2) - 1 = ?$, missä $f_2 =$ yhden vuoden tuotto tasan vuoden kuluttua. f_2 saadaan ratkaisemalla yhtälö $(1 + 0,1)^2 - 1 = (1 + 0,09)(1 + f_2) - 1 \rightarrow f_2 = 11,01\%$, joka on siis markkinoiden odotus siitä, millaista korkoa vuoden lainalle maksetaan vuoden kuluttua.

Yleisesti vuodesta i vuoteen j ($j > i$) lainattavaa pääomaa koskeva termiinikorko $f_{i,j}$, kun korko lisätään vuosittain (p.a.), on :

$$(1 + s_j)^j = (1 + s_i)^i (1 + f_{i,j})^{j-i} \Leftrightarrow f_{i,j} = \left[\frac{(1 + s_j)^j}{(1 + s_i)^i} \right]^{\frac{1}{j-i}} - 1$$

Esimerkkitapauksessamme sijoittajan voidaan odotusteorian mukaan (odotusteoriasta lisää vielä myöhemmin) sanoa olevan nyt indifferentti sen suhteen, sijoittaako hän pääomansa kahdeksi vuodeksi korolla s_2 vai sijoittaako hän ensin vuodeksi korolla s_1 ja vuoden jälkeen vielä vuodeksi korolla f_2 .

Mikäli kahden vuoden periodilla syntyisi tilanne, jossa $(1+s_1)(1+f_2) > (1+s_2)^2$, niin tämän seurauksena syntyisi tilanne, jossa kannattaisi ottaa lainaa spot-korolla s_2 ja sijoittaa se ensin vuodeksi korolla s_1 ja sitten termiinkorolla. \Rightarrow RISKITÖN VOITTO

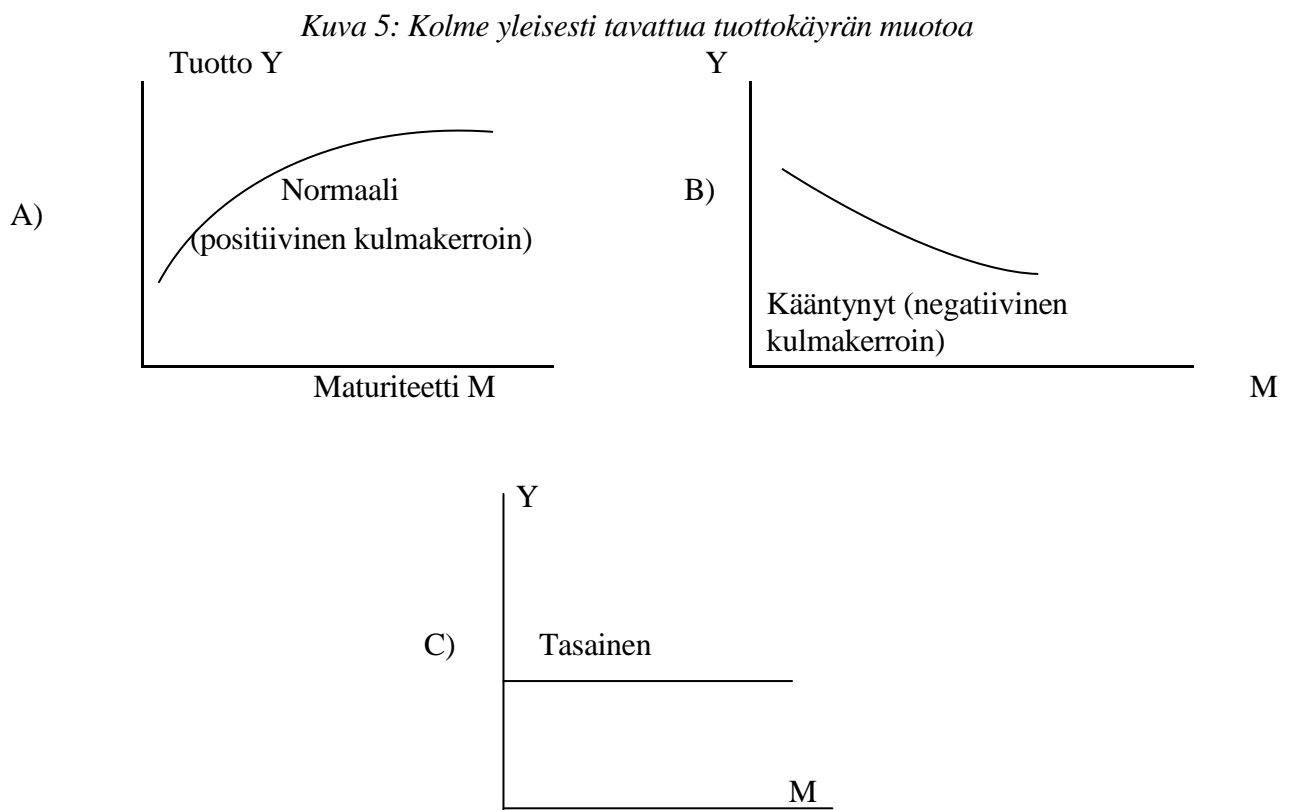
Mikäli taas syntyisi tilanne, jossa $(1+s_2)^2 > (1+s_1)(1+f_2)$, niin kannattaisi ottaa ensiksi lainaa korolla s_1 ja sijoittaa laina korolla s_2 . Vuoden päästä laina maksettaisiin takaisin uudella lainalla jonka korko on f_2 . \Rightarrow RISKITÖN VOITTO

Välitön termiinkorko (instantaneous forward rate) määritellään raja-arvona, jossa termiinkorkosopimuksen arvo- ja eräpäivän väli lähestyy nollaa. Käytännössä se siis kuvaa yliyönkoron termiinisopimusta. Spot-korkojen ja välittömien termiinkorkojen välinen yhteys on suoraan mikrotalousteoriasta: spot-korko kuvaa keskimääräiskustannusta ja välitön termiinkorko rajakustannusta.

Luonnollinen kysymys puhuttaessa termiinkoroista voisi olla se, kuinka hyvin ne ennustavat tulevaa korkotasoa. Tutkimukset ovat osoittaneet, että termiinkorot eivät onnistu kovinkaan hyvin ennakoimaan tulevaa korkotasoa. (Fama 1976, 361–377.) Se miksi sitten on niin tärkeää ymmärtää termiinkorkoja, johtuu siitä, että termiinkorot indikoivat, kuinka sijoittajan tulevaisuuden odotusten tulee poiketa yleisestä markkinakonsensuksesta, mikäli sijoittaja aikoo tehdä oikeita sijoituspäätöksiä. Se, toteutuuko termiinkorkojen ennustama korkotaso tulevaisuudessa, on irrelevanttia. Jotkin sijoittajatahot puhuvatkin termiinkoroista mieluummin ns. suojauskorkoina (hedgeable rates) kuin markkinakonsensuskorkoina. Esimerkiksi sijoittaja voi termiinisopimuksella kiinnittää tulevia korkomaksuja jo etukäteen riippumatta markkinakorkojen liikkeistä tulevaisuudessa.

3.3.3 Korkojen aikarakennetta selittävät teoriat

Alla on kuvattu graafisesti kolme maailmanlaajuisesti tyypillisesti tavattua tuottokäyrän muotoa: A) normaali, B) kääntynyt ja C) tasainen tuottokäyrä. (Fabozzi 2007, 102.)



Korkojen aikarakenteen selittämiseksi kehitetyt teoriat sovelluksineen voidaan jakaa kahteen luokkaan: odotusteorijoihin (expectation theories) ja markkinasegmentaatioteoriaan (market segmentation theory). Odotusteorialla on lukuisia eri muotoja, kuten puhdas odotusteoria (pure expectations theory), likviditeettipreferenssiteoria (liquidity theory) ja ns. preferred habitat-teoria. Odotusteoriat jakavat samat hypoteesit lyhyiden termiinikorkojen käyttäytymisestä ja olettavat, että pitkäaikaiset termiinikorot ovat läheisesti riippuvaisia markkinoiden odotuksista jotka koskevat tulevaisuuden lyhyiden korkojen tasoa. Odotusteoriat eroavat toisistaan kuitenkin siinä, miten ne selittävät muiden asioiden vaikuttavan termiinikorkoihin. Puhtaan odotusteorian mukaan

terminikorkoihin ei vaikuta mikään muu systemaattinen tekijä kuin odotus tulevaisuuden lyhyistä koroista; likviditeettipreferenssiteoria ja preferred habitat -teoria puolestaan väittävät, että muitakin vaikuttavia tekijöitä on. Seuraavaksi tarkastellaan teorioita hieman tarkemmin.

Puhtaan odotusteorian mukaan korkomarkkinoiden tasapainotilanteessa odotettu tuotto kaikilla eripituisilla sijoitusstrategioilla on yhtä suuri, jolloin sijoitus pitkiin korkoinstrumentteihin tuottaa yhtä paljon kuin useat perättäiset sijoitukset lyhyisiin korkoinstrumentteihin.

$$(1+s_j)^j = (1+s_i)^i (1+f_{i,j})^{i-j},$$

missä $s_j = j:n$ vuoden spot – korko ja $f_{i,j} =$ terminikorko vuodesta i vuoteen j .

Tuottokäyrän muoto voi odotusteorian mukaan olla mikä vain, ja se riippuu lyhyitä korkoja koskevista odotuksista. Teorian mukaan korkorakenne on markkinoiden tulevaisuuden spot-korkoennusteiden suora ilmentymä. Jos hypoteesi pitää paikkansa, korkokäyrä voi olla nouseva (laskeva) ainoastaan tilanteissa, joissa markkinoilla odotetaan lyhyiden spot-korkojen nousevan (laskevan) nykyhetken verrattuna. Odotusteorian perusteella tämän hetken pitkä spot-vuosikorko voidaan esittää odotettujen spot-vuosikorkojen geometrisena keskiarvona, puhtaan odotushypoteesin perusteella oletetaan, että pitkät velkakirjat eivät anna sijoittajille ylituottoja lyhyihin sijoituksiin nähden. (Tuomi 2000, 3.)

Esimerkki: $s_1 = 7\%$ ja $s_2 = 8\%$ $\Rightarrow f_{1,2} = 9,01\%$ toisin sanoen 9% on markkinoiden odotus siitä, millaista korkoa vuoden mittaiselle lainalle tullaan vuoden kuluttua maksamaan.

Aivan kuten esimerkiksi Cox, Ingersoll ja Ross (1981) esittävät, suurin kritiikki puhdasta odotusteoriaa kohtaan liittyy sen varsin yleiseen oletukseen, että terminikorkoihin ei vaikuta mikään muu systemaattinen tekijä kuin odotus tulevaisuuden lyhyistä koroista. Esimerkiksi investointi velkakirjaan, jonka maturiteetti on pidempi kuin sijoitushorisontti, tuo mukanaan suuren hintariskin. Hintariskin seurauksena tulisi eripituisen velkakirjojen odotettujen tuottojen vaihdella merkittävästi.

Lisäksi vaikka korkokäyrä onkin yleensä nouseva, niin korot eivät kuitenkaan ole koko ajan nousussa. Edellinen lause herättääkin kysymyksen, ovatko markkinoiden odotukset puhtaan odotusteorian mukaan keskimäärin virheellisiä? Yleisesti puhtaan odotusteorian pääasiallisena kehittäjänä pidetään Frederick Lutzia (1940).

Likviditeettipreferenssiteoria perustuu rahoitusmarkkinoilla vallitsevien odotusten tärkeyteen, mutta se antaa odotusteoriaa enemmän painoa sijoittajien riskipreferensseille. Likviditeettipreferenssiteoria moittii odotusteoriaa sen olettamasta tulevaisuuden epävarmuuden puuttumisesta. Mitä kauempana tulevaisuudessa ennustettavat korot ovat, sitä vaikeampaa niiden ennustaminen on. Likviditeettipreferenssiteorian mukaan sijoittajat ovat riskinkaihtajia, kun taas odotusteoriassa sijoittajia pidetään riskineutraaleina. Sijoittajat preferoivat lyhyitä korkoinstrumentteja pienemmän korkoriskin ja helpomman realisoitavuuden takia. Pitkien lainojen on tällöin tarjottava preemio eli lyhyitä korkoja suurempi tuotto. Likviditeettipreferenssiteorian pääasiallisena kehittäjänä pidetään John Hicksiä (1946).

Likviditeettipreferenssiteorian mukaan korkorakenne on aina nouseva. Vaikka markkinat odottaisivatkin lyhyiden spot-korkojen laskevan, on nouseva korkorakenne mahdollinen. Käytännössä tämä tapahtuu siten, että riskipreemiot ovat niin mittavia, että ne neutraloivat koronlaskuodotukset. Mikäli spot-korkojen odotetaan laskevan huomattavasti, voi korkorakenne olla tasainen tai jopa laskeva. (Elton ja Gruber 1987, 464.) Teorian mukaan siis termiinikorot ovat positiivisesti harhaisia ennusteita tulevista lyhyistä spot-koroista ja harhaisuus suurenee maturiteetin kasvaessa. Teoriaa tukee havainto siitä, että lyhyiden velkakirjojen tuotot ovat keskimäärin vaihdelleet pitkiä velkakirjoja vähemmän useassa maassa. Tämä havainto puhuu pitkiin velkakirjoihin sisältyvän preemion olemassaolon puolesta. (Nelson 1979, 128–129).

Markkinasegmentaatioteoria pohjautuu siihen, että sekä lainojen liikkeellelaskijat että niitä ostavat sijoittajat ovat jakautuneet ryhmiin eli segmentteihin, jotka preferoivat eripituisia maturiteetteja. Esimerkiksi pankit sijoittavat mielellään lyhyisiin tai keskipitkiin instrumentteihin, koska niiden omat velkasitoumukset eli talletukset ovat luonteeltaan lyhytaikaista pääomaa. Kotitaloudet, jotka säästävät alkupääomaa omaan asuntoon, voivat olla kiinnostuneita keskipitkistä 2–5 vuoden sijoituksista. Tyypillinen esimerkki pitkistä sijoituskohteista kiinnostuneista instituutioista ovat henki- ja eläkevakuutusyhtiöt, joiden omat sitoumukset tulevat täytettäväksi vasta pitkän ajan kuluttua sijoituksen tekemisestä. Äärimuodossaan markkinasegmentaatioteoria ennustaa, että maturiteetiltaan eripituisten sijoituskohteiden korot ovat riippumattomia toisistaan ja että tuotto määräytyy kunkin maturiteettiryhmän sisällä lainojen kysynnän ja tarjonnan perusteella. Markkinasegmentaatioteoria ei sinällään pysty ennustamaan tuottokäyrän muotoa, vaan teoria on yhteensopiva minkä tahansa korkojen aikarakenteen kanssa. Esimerkiksi nouseva tuottokäyrä

voidaan markkinasegmentaatioteorian perusteella tulkita siten, että pankkien likvidit sijoitusvarat ovat suuremmat kuin vakuutusyhtiöiden vastaavat varat. Laskeva tuottokäyrä taas voidaan tulkita siten, että vakuutusyhtiöillä on pankkeja enemmän varoja sijoitettavana. (Niskanen 2003, 33.) Markkinasegmentaatioteorian isänä pidetään J.M. Culbertsonia (1957).

Esimerkiksi monet lehtijutut sisältävät implisiittisesti markkinasegmentaatioteorian uskomuksia. Sen sijaan akateemisessa maailmassa teoria ei ole juuri saanut suosiota. Yleisin vasta-argumentti on, että markkinoilla on sijoittajia, jotka preferoivat suurempia tuottoja, ja siksi poistavat markkinasegmentaatioteorian väittämät seuraukset. (Elton ja Gruber 1987, 460).

Modigliani ja Sutch (1966) käyttävät markkinasegmentaatioteorian muutamia havaintoja hyväkseen *preferred habitat* -teoriassaan, mutta toisaalta he ottavat huomioon mallin rajoitukset ja korvaavat niitä muilla argumenteilla. Myös preferred habitat-teoriassa sijoittajat nähdään riskinkaihtajina ja heillä on jokin suunnittelujakso, jossa he preferoivat sijoitusten ja velkojen maturiteetin kohtaantoa. Sijoittajat järjestävät ensin sijoitustensa ja velkojensa maturiteetit yhtä suuriksi ja vasta tämän jälkeen sijoittavat jäljelle jääneen varallisuuden parhaiten tuottaviin maturiteetteihin. Teorian mukaan eri maturiteetin omaavat sijoitukset eivät ole lähellekään täydellisiä substituutteja toisilleen.

Kokonaisvaltaista korkojen aikarakenteen empiiristä tutkimusta Yhdysvaltojen valtion velkakirjamarkkinoilla on suorittanut suomalainen Antti Imanen (2005). Hänen tutkimustensa mukaan kolme merkittävintä tuottokäyrän muotoa selittävää tekijää ovat; markkinoiden odotukset tulevasta korkotasosta, velkakirjojen riskipremiot ja ns. konveksisuusharha (konveksity bias).

Odotusteorian kohdalla olemme jo käyneet läpi, miten tulevaisuuden korko-odotukset vaikuttavat tuottokäyrän muotoon. Seuraavaksi tarkastellaan kahden muun tekijän vaikutuksia.

Kuten luvussa on aiemmin selitetty, on olemassa useampia korkojen aikarakennetta selittäviä teorioita, jotka olettavat, miksi odotetut tuotot vaihtelevat maturiteetin suhteen. Teoriat ovat kuitenkin erimieltä siitä, onko riskipremio maturiteetin suhteen positiivinen vai negatiivinen. Likviditeettipreferenssiteorian mukaan riskipremion tulisi nousta maturiteetin kasvaessa, kun taas markkinasegmentaatioteorian mukaan riskipremio voi olla positiivinen tai negatiivinen.

Imanen (2005) tutki riskipremion käyttäytymistä, käyttäen Yhdysvaltojen valtion velkakirjojen keskimääräisiä tuottoja vuosien 1972 ja 2001 välisenä aikana. Empiirinen evidenssi osoitti, että

velkakirjojen riskipreemiot eivät nousseet lineaarisesti suhteessa duraatioon (huom. ei maturiteettiin). Havainnot osoittivat, että tuottokäyrän alkupäässä, duraation ollessa enintään kolme, velkakirjojen riskipreemiot kasvoivat jyrkästi duraation suhteen. Duraation ylittäessä kolmen, hidastui riskipreemion lisääntyminen. Ilmasen mukaan tämä ilmiö voi heijastaa pitkäaikaisten velkakirjojen suurta kysyntää, jota ylläpitävät mm. eläkevakuutusyhtiöt ja muut pitkäaikaisten velkakirjojen ostajat.

Konveksisuusarhaa Ilmanen pitää vähiten tunnettuna korkojen aikarakenteen selittäjänä. Korkotason muuttuessa voimakkaasti valtion velkakirjan hinnanmuutos ei ole sama korkotason noustessa ja laskiessa yhtä paljon alkuperäisestä. Esimerkiksi korkotason pudotessa 100 korkopistettä voi velkakirjan hinta nousta 20 %, mutta korkotason noustessa 100 korkopistettä saman velkakirjan hinta laskee vain 15 %. Tämä sijoittajan kannalta myönteinen ero johtuu aikaisemmin määritellystä velkakirjan konveksisuudesta. Mitä pidempi on velkakirjan maturiteetti, sitä suurempi on sen konveksisuus. Tämä tekee pitkistä velkakirjoista houkuttelevampia ja johtaa tilanteeseen, missä sijoittajat ovat valmiita maksamaan enemmän pitkistä velkakirjoista ja hyväksyvät niistä siis alemman tuoton. (2005, 167)

4. Aktiivinen työeläkeyhtiön velkakirjasalkun hallinta

Tässä luvussa käsitellään velkakirjasalkun hallintastrategioita. Aloitamme yleiskatsauksella investointiprosessiin ja tekijöihin, jotka tulee ottaa huomioon valittaessa investointistrategiaa. Aloitamme tässä luvussa aktiivisella portfoliostrategialla ja tarkastelemme seuraavassa luvussa strukturoituja portfoliostrategioita.

4.1 Yleistä investointien hallinnointiprosessista

Huolimatta finanssi-instituution luonteesta sisältää investointien hallintaprosessi seuraavat viisi vaihetta (Fabozzi 2007, 551):

1. Sijoitustavoitteiden asettaminen
2. Sijoituspolitiikan määrittäminen
3. Portfoliostrategian valinta
4. Varojen valinta
5. Mittaaminen ja arviointi

1. Sijoitustavoitteiden asettaminen

Investointien ensimmäisessä vaiheessa määritellään sijoitustavoitteen. Sijoitustavoitteet vaihtelevat finanssi-instituution tyyppin mukaan. Eläkevakuutusyhtiöiden eläkekassojen sijoitustavoitteena on luoda riittävä kassavirta tyydyttämään tulevat eläkevelvoitteet. Sijoitettavia varoja käytetään siis eläkkeiden turvaamiseksi.

2. Sijoituspolitiikan määrittäminen

Prosessin toisessa vaiheessa määritetään sijoituspolitiikka eli käytännössä ohjeet ja suuntaviivat sijoitustavoitteiden tavoittamiseksi. Sijoituspolitiikan asettaminen alkaa yleensä päätöksellä sijoitusvarallisuuden allokoinnista. Tehdään siis päätös, kuinka sijoitusvarallisuus jakautuu erilaisiin investointiluokkiin kuten: korkosijoituksiin, osakkeisiin, kiinteistöihin ja muihin sijoituksiin, jotka nykyisin eläkerahastoilla koostuvat erityisesti hedge-rahastoista. Korkosijoitukset jaetaan vielä tarkemmin esim. raha- ja pääomamarkkinainstrumentteihin, kotimaisiin ja ulkomaisiin velkakirjoihin sekä erilaisiin velkakirjaluokkiin.

Puhuttaessa velkakirjasalkun hallinnasta, sijoituspolitiikan määrittäminen tarkoittaa käytännössä kahta asiaa. Ensiksi selvitetään millaisen luottoriskin omaaviin velkakirjoihin aiotaan ja/tai voidaan sijoittaa. Yleisesti käytetty menetelmä on se, että määritellään alin luottoluokitus, mihin liikkeellelaskija saa kuulua. Vaihtoehtoisesti luottoluokitusten käyttämiselle voidaan määrittää suurin riskipremio, joka velkakirjalla saa olla verrattuna luottoriskittömään velkakirjaan, kuten valtion obligaatioon jolla on sama maturiteetti. Tämä ajatus perustuu siihen, että velkakirjat on hinnoiteltu markkinoilla oikein ja niiden riskipremio kertoo kuinka suuri velkakirjan luottoriski on. Tätä menetelmää käytettäessä on syytä muistaa, että riskipremio sisältää myös heikosta likviditeetistä aiheutuvan riskipremion. (Nikkinen 2002, 127–129.), (BKM 2005, 536–540.)

Toinen sijoituspolitiikassa määritettävä seikka on salkun korkoriski ja tämän selvittämiseen käytetään työkaluna duraatiota. Yleinen tapa on määrittää keskimääräinen duraatio, joka velkakirjasalkulla tulee olla. Velkakirjasalkun keskimääräinen duraatio saadaan laskettua salkun sisältämien velkakirjojen duraation painotettuna keskiarvona (johdettu matemaattisesti liitteessä 1) siten, että painoina käytetään tietynvelkakirjan osuutta koko salkusta. Esimerkiksi jos velkakirjaan on sijoitettu 1 000€ ja koko salkun arvo on 10 000€, niin tämän velkakirjan paino on 10 %. (Nikkinen 2002, 128.) Portfolion duraation määrittämiseen liittyviä ongelmia ja sovelluksia on käsitelty työn alkupuolella.

Sijoituspolitiikkaa määriteltäessä on otettava huomioon myös omistajien ja lainsäädännön mukanaan tuomat rajoitteet. Eläkevakuutusyhtiön omistaja saattavat esimerkiksi säädellä eläkerahaston riskinottoa ja sijoitusosuuksia mm. velkapapereiden luottoluokitusten ja velkapapereiden liikkeellelaskijoiden toimialan mukaan. Lisäksi voidaan määrätä, että optioita ja futuureita voidaan käyttää ainoastaan sijoitusposition suojaamiseen, ei siis ollenkaan spekulatiivisiin tarkoituksiin.

3. Portfoliostrategian valinta

Prosessin kolmantena vaiheena on portfoliostrategian valinta. Strategian tulee luonnollisesti olla sopusoinnussa sijoitustavoitteiden ja sijoituspolitiikan kanssa. Portfoliostrategia voidaan luokitella joko aktiiviseksi strategiaksi tai passiiviseksi strategiaksi. Aktiivisen velkakirjasalkun hallinnan tavoitteena on saavuttaa suurempi tuotto, kuin mitä salkun riskitaso edellyttää. Kaikissa aktiivisissa strategioissa on elintärkeää määrittellä varallisuuteen vaikuttavien tekijöiden odotukset. Aktiivisessa velkakirjasalkun hallinnassa tämä tarkoittaa esimerkiksi ennustuksia tulevasta korkotasosta, tulevan korkotason merkityksellisestä vaihtelusta, valuuttakurssien muutoksista tai velkapapereiden tuottoeroista (yield spread).

Lähtökohtana passiivisessa velkakirjasalkun hallinnassa on se, että velkakirjat ovat markkinoilla oikein hinnoiteltuja. Salkunhaltijan tehtäväksi täten jää selvittää haluttu tuotto-riski suhde, jonka perusteella velkakirjasalkun korkoriskin ja luottoriskin määrää säädellään. On myös selvitettävä, sijoitetaanko sellaisiin kohteisiin, joiden likviditeetti voi olla heikko. Passiivisessa velkakirjasalkun hallinnassa pyritään siis löytämään salkulle sen riskitasoa vastaava tuotto (vrt. CAP-malli). (Nikkinen 2002, 127.) Yleinen mutta suhteellisen uusi passiivinen tapa hallinnoida korkosalkkua

on indeksisijoittaminen. Indeksisijoittamisessa tarkoituksena on muodostaa sijoitussalkku jonkin vertailuindeksin mukaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että salkunhoitaja pyrkii pitämään sijoitussalkun koostumuksen mahdollisimman lähellä vertailuindeksi koostumusta jolloin trackin error on pieni. Trackin error tarkoittaa sijoitussalkun ja vertailuindeksin tuottojen eroa ja palaamme siihen myöhemmin.

Äärimmäisten passiivisten ja aktiivisten hallintastrategioiden väliin on syntynyt hallintamuotoja joissa on piirteitä hieman molemmista tavoista. Esimerkiksi portfolion ydin on voitu indeksoida mutta osaa siitä hallinnoidaan aktiivisesti tarkoituksena ylittää indeksin tuotto. Tällaisiin hallinnointitapoihin viitataan yleensä termeillä parannettu indeksointi (enhanced indexing) tai indeksointi plus (indexing plus).

Puhuttaessa velkakirjasalkkujen hallinnasta monet hallintastrategian nimetään ns. rakenteellisiksi portfoliostrategioiksi (structured portfolio strategies). Rakenteelliset portfoliostrategiat edellyttävät portfolion muotoilua siten, että ennalta määritelty suorituskyky saavutetaan. Rakenteellisia portfoliostrategioita käytetään usein kun pyritään rahoittamaan tulevaisuuden velvoitteita, mikä on myös tapaus eläkerahastojen kohdalla. Puhuttaessa tilanteesta missä yksi tulevaisuuden velvoite pyritään kattamaan nykyisillä sijoituksilla, huolimatta tulevaisuuden korkotasosta, käytetään usein immunisointistrategiaa. Jos tulevaisuuden velvoitteita on useampia, voidaan immunisoinnin lisäksi käyttää esimerkiksi kassavirtatäsmäytystä (cash flow matching). Palaamme edellä mainittuihin strategioihin seuraavassa luvussa.

Mikä strategia tulisi sitten valita? Vastaus riippuu (1) ajatuksesta markkinoiden hinnoittelukykyvystä (ts. rahoitusmarkkinoiden tehokkuudesta) ja (2) katettavien velvoitteiden luonteesta. Tehokkaiisiin markkinoihin uskova markkinateoria esittää, että transaktiokustannukset sopeuttavat markkinat siten että kukaan ei pysty saavuttamaan jatkuvasti riskitasoon nähden ylisuuria voittoja. Pääomamarkkinateoria puhuu siis indeksoinnin puolesta. Markkinoiden hinnoittelutehokkuus ei ole kuitenkaan ainoa portfoliostrategiaan vaikuttava tekijä. Myös velvoitteiden luonteella on tärkeä merkitys. Vaikka indeksointi voikin olla hyvä vaihtoehto instituutioille joilla ei ole tulevaisuuden velvoitteiden virtaa katettavanaan, on eläkerahastojen tilanne yleensä toinen. Mikäli eläkevakuutusyhtiöt valitsisivat indeksointistrategian, saisivat ne sijoitustuottoina keskimäärin saman mitä indeksikin on tuottanut. Tästä huolimatta ei indeksituotto pysty välttämättä vastaamaan kylliksi eläkevakuutusyhtiön kohtaamiin velvoitteisiin. Täten tietyille instituutioille kuten

eläkerahastoille voi rakenteelliset strategiat olla paremmin sopivia sijoitustavoitteiden saavuttamiseksi.

4. Varojen valinta

Kun portfoliostrategia on valittu, seuraava askel prosessissa on valita tietyt velkapaperit mitkä sisällytetään portfolioon. Tämä vaihe vaatii yksittäisten velkapapereiden arviointia. Velkakirjasalkun tapauksessa tämä tarkoittaa velkapapereiden ominaisuuksien (maturiteetti, kuponkikorko, luottoluokitus ja mahdollisesti sisältyvä optio) tarkkaa läpikäyntiä ja analysointia niiden vaikutuksista velkapaperin suoriutumiseen tietyllä sijoitushorisontilla. Tämä on se vaihe jolloin pyritään rakentamaan tehokas portfolio, eli portfolio joka tarjoaa korkeimman mahdollisen odotetun tuoton tietyllä riskitasolla.

5. Mittaaminen ja arviointi

Investointien hallintaprosessin viimeinen vaihe on tulosten mittaaminen ja arvioiminen. Tämä vaihe sisältää portfolion tuoton mittaamisen jonka jälkeen saavutettua tuottoa yleensä verrataan nk. Benchmark-indeksiin. Valittua vertailukohdetta näkee myös kutsuttavan normaaliportfolioksi. Sijoitustuottojen arviointi ei usein ole helpon yksiselitteistä. Salkunhaltijoiden työn onnistumisen mittaamisessa käytetäänkin varsin usein siihen erikoistuneita konsulttiyhtiöitä. Eläkerahastojen kohdalla ei usein riitäkään tietyn benchmark-indeksin lyöminen vaan tärkeintä on, että tulevat velvoitteet tulevat katetuksi ja mikäli tähän ei päästä on virhe tapahtunut yleensä jo sijoitustavoitteiden ja sijoituspolitiikan määrittämisvaiheessa.

4.2 Tracking Error eli aktiivinen riski ja velkakirjasalkkustrategiat

TE (tracking error) eli aktiivinen riski mittaa sitä, kuinka tarkasti sijoituksen tuotto seuraa vertailuindeksin tuottoa. Aktiivisella tuotolla tarkoitetaan sijoituksen ja vertailuindeksin tuottoeroa. Korkea aktiivinen riski merkitsee, että sijoituksen tuotto suhteessa sen vertailuindeksin tuottoon on vaihdellut voimakkaasti. Pieni aktiivinen riski taas tarkoittaa, että sijoituksen tuotto seurailee vertailuindeksin tuottoa. Aktiivinen riski ilmaistaan tavallisesti prosentteina vuodessa. Aktiivinen riski mittaa aktiivisen tuoton hajontaa sen keskiarvosta, eli standardipoikkeamaa.

Taulukko 4. hypoteettinen TE-laskelma.

Vuosi 200X	Portfolion tuotto (%)	Vertailuindeksin tuotto(%)	Aktiivinen tuotto(%)
Tammi	0,76	0,8	-0,04
Helmi	1	1,08	-0,08
Maalis	0,78	0,75	0,03
Huhti	-2,51	-2,6	0,09
Touko	-0,47	-0,4	-0,07
Kesä	0,61	0,57	0,04
Heinä	1,08	0,99	0,09
Elo	1,81	1,91	-0,1
Syys	0,35	0,27	0,08
Loka	0,95	0,84	0,11
Marras	-0,89	-0,8	-0,09
Joulu	0,95	0,92	0,03
Yhteensä			0,09
Keskiarvo			0,0075
Varianssi			0,006220455
Tracking Error			0,0789
Tracking Error (korkopistettä)			7,89

Taulukossa 4 on laskettu TE-luku hypoteettiselle portfoliolle. On syytä huomatta, että TE-luku on havaintoyksikkömuodossa (joka taulukossa on kuukausi), joten taulukon TE on kuukausittainen TE. TE saadaan vuosittaiseen muotoonsa seuraavasti. (Fabozzi 2007, 516-518.)

Jos havainnot kuukausittaisia:

$$\text{Vuotuinen TE} = \text{Kuukausittainen TE} \times \sqrt{12}$$

Jos havainnot viikoittaisia:

$$\text{Vuotuinen TE} = \text{Viikoittainen TE} \times \sqrt{52}$$

Joten taulukon 4 portfolion vuotuinen TE on $7,89 \text{ korkopistettä} \times \sqrt{12} = 27,33 \text{ korkopistettä}$ (0,27% p.a).

Edellä laskettu TE-luku on luonteeltaan taaksepäin katsova TE (backward-looking tracking error). Sitä voidaan kutsua myös ex-post TEksi. Sen ongelmana on, että se ei heijasta salkunhaltijan nykyisten päätösten merkitystä tulevaisuuden aktiiviseen tuottoon. Taaksepäin katsovalla TE-

luvulla on siis hyvin vähän ennustearvoa ja se voi olla harhaanjohtava suhteessa portfolion tulevaan riskitasoon. Tästä syystä salkunhaltija tarvitseekin estimaatin portfolion tulevasta TE:sta, joka heijastaa portfolion tulevaa riskiä. Markkinoilta löytyykin yrityksiä jotka ovat erikoistuneet tuottamaan malleja jotka ottavat huomioon tekijät mitkä vaikuttavat velkakirjamarkkinoiden TE-lukuihin suhteessa eri vertailuindekseihin. Käyttäen moninaisia riskimalleja saadaankin laskettua ns. ennustettu TE (forvaward-looking-, predicted- tai ex ante tracking error). Ei ole tietenkään takuita siitä, että esim. vuoden ennustettu TE vastaisi vuoden kuluttua laskettua ex post Tracking Erroria. Tähän on kaksi syytä. Ensinnäkin vuoden edistyessä ja muutoksia tehtäessä portfolioon, muuttuu myös estimaatti ex ante TE:stä vastaamaan uutta tilannetta. Toiseksi estimaatin tarkkuus vuoden alussa riippuu aina niitä laskevien yritysten tilastollisista malleista ja mallien muuttujien suhteista. Puutteista huolimatta empiirinen aineisto on osoittanut, että ennustemallit ovat onnistuneen kuvaavaan ennustettuja TE-lukuja suhteessa ex-post lukuihin kohtalaisesti. Mikäli salkunhoitaja rakentaa portfolionsa siten, että sen ennustettu TE on lähellä nollaa, on salkunhaltija suunnitellut salkun seuraavan vertailuindeksin koostumusta. Mikäli TE säilytetään koko sijoitusperiodin ajan, on portfolion aktiivinen tuotto lähellä nollaa. Tällainen strategia viittaa siihen, että salkunhaltija on päätenyt passiiviseen salkunhallintaan suhteessa vertailuindeksiin. Mikäli ennustettu TE on vastaavasti suuri, harjoittaa salkunhaltija aktiivista salkunhallintaa. (Fabozzi 2007, 518-519.)

4.3 Aktiiviset portfoliostrategiat

Puhuttaessa aktiivisista portfoliostrategioista täytyy muistaa, että markkinoilla vallitsee tietty konsensus tulevasta korkokehityksestä ja tämä näkyy velkakirjojen markkinahinnoissa. Sillä onko markkinoiden korko-odotukset oikeita ei ole merkitystä. Relevanttia on ymmärtää, että korkoennusteet on hinnoiteltu velkakirjoihin. Tässä työssä strategioiden arvioimisessa painotetaan strategioiden kokonaistuottojen viitekehystä ja pyritään välttämään yleisiä ”mikäli odotat jotain tiettyä tulisi sinun käyttää jotain tiettyä strategiaa”-lausuntoja.

Korkomuutosstrategia

Salkunhaltija joka uskoo pystyvänsä tarkasti ennustamaan tulevaisuuden korkotasoa, pyrkii muuttamaan salkkunsu korkoherkkyyttä ennusteidensa mukaan. Muistaen, että duraatio on korkoherkkyyden mittari, salkunhoitaja pyrkii kasvattamaan (pidentämään) portfolion duraatiota

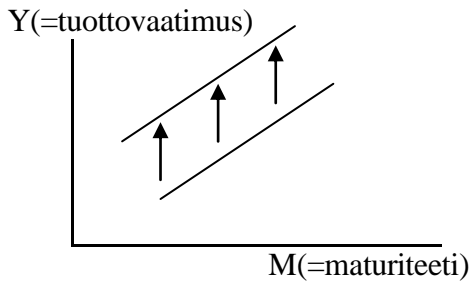
mikäli odottaa korkojen laskevan ja vastaavasti pienentämään (lyhentämään) duraatiota mikäli uskoo korkojen nousevan. Erilaiset johdannaiset tarjoavat tehokkaan keinon duraation säätelyyn. Palaamme johdannaisiin myöhemmin, mutta jätämme niiden lähemmän tarkastelun tämän esityksen ulkopuolelle. Avain tällaisissa korkomuutosstrategioissa on kyky ennustaa tulevaa korkotasoa. Akateeminen kirjallisuus ei kuitenkaan tue näkemystä, että korkomuutoksia voidaan ennustaa siten, että markkinoilta saataisiin jatkuvasti riskisopeutettua tuottoa suurempi tuotto. (Fabozzi 2007, 523.)

Tuottokäyrästrategiat

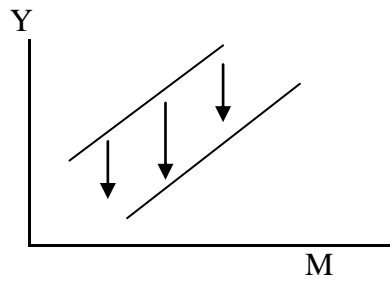
Tuottokäyrästrategiat perustuvat nimensä mukaan odotuksiin tuottokäyrän muutoksista. Tuottokäyrän muutoksen voivat olla erilaisia. Yhdensuuntainen (parallel) siirtymä tarkoittaa, että korko muuttuu tasaisesti kaikilla eri maturiteeteilla samanaikaisesti. Ei samansuuntainen (nonparallel shift) muutos taas tarkoittaa, että korko (tuottovaatimus) ei muutu kaikilla maturiteeteilla yhtä paljon. Historiallisesti on havaittu kahdenlaisia ei samansuuntaisia tuottokäyrän muutoksia: tuottokäyrän jyrkkyyden muutoksia ja tuottokäyrän kyttyräisyyden (humpedness) muutoksia. Muutoksia on kuvattu seuraavalla sivulla graafisesti.

Tuottokäyrän muutoksia

(a) Yhdensuuntainen siirtymä

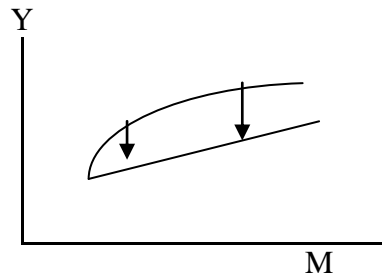
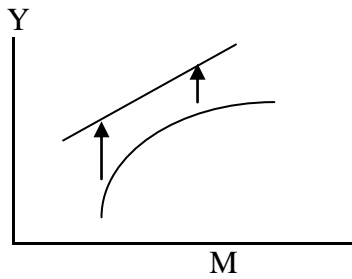


Ylöspäin

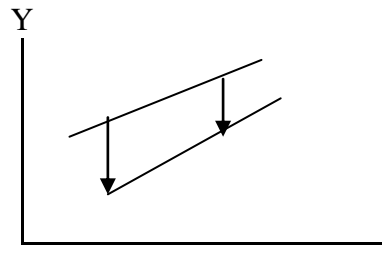
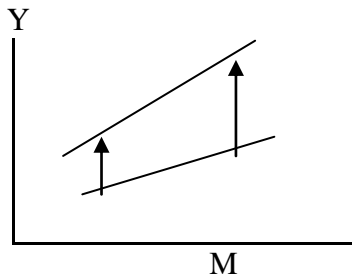


Alaspäin

(b) Kiertymä



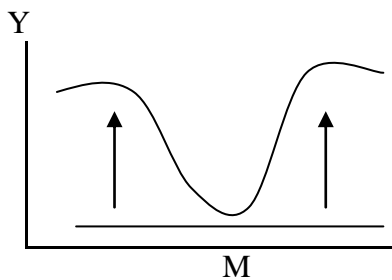
Tasoittuminen ($YTM_{LT} - YTM_{ST}$)



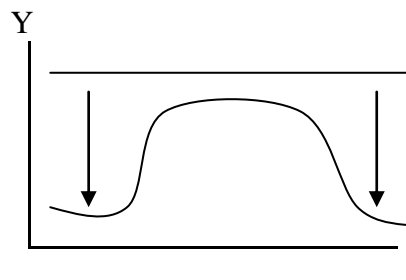
M

Jyrkentyminen ($YTM_{LT} - YTM_{ST}$)

(c) Kyttyräisyys



Positiivinen Perhonen

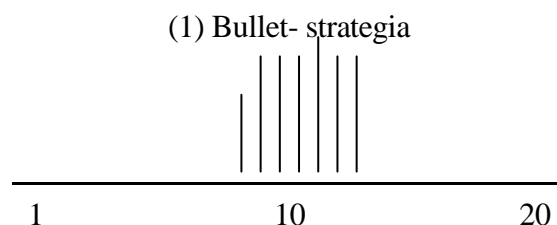


Negatiivinen Perhonen

M

Tuottokäyrän jyrkkyyden tasoittuminen tarkoittaa, että pitkien ja lyhyiden velkapapereiden tuottoero on vähentynyt ja tuottokäyrän jyrkentyminen puolestaan tarkoittaa, että tuottoero on kasvanut. Tuottokäyrän kyttyräisyyden muutoksiin viitataan usein ns. perhossiirtymillä (butterfly shift). Yhdysvalloissa tuottokäyrän muutoksia vuosien 1979 ja 1990 välillä ovat analysoineet mm. Frank J. Jones (1991) sekä Robert Litterman ja Jose Scheinkman (1991). He huomasivat, että kolmen tyyppiset tuottokäyrän siirtymät eivät ole itsenäisiä. Kaksi yleisintä muutosta olivat; (1) yhdensuuntainen pudotus yhdistettynä tuottokäyrän jyrkentymiseen ja (2) yhdensuuntainen nousu yhdistettynä tuottokäyrän tasoittumiseen. Jonesin (1991) tilastolliset analyysit osoittivat, että esim. yhdensuuntaisen nousun ja tuottokäyrän tasoittumisen välinen korrelaatio on 0,41. Tulokset ilmentävät, että tuottokäyrän esim. 10 korkopisteen kohoaminen on johdonmukainen 2,5 korkopisteen tasoittumiseen. Lisäksi Jonesin tutkimuksesta käy ilmi, että yhdensuuntainen pudotus yhdistettynä tuottokäyrän jyrkentymiseen korreloi negatiivisen perhosen kanssa ja yhdensuuntainen nousu yhdistettynä tuottokäyrän tasoittumiseen korreloi positiivisen perhosen kanssa.

Velkapapereiden hinnan muutokset ovat tärkein tekijä portfoliostrategioissa, mitkä pyrkivät hyötymään tuottovaatimusten lyhyen aikavälin muutoksista. Tämä tarkoittaa, että velkakirjojen maturiteetilla on tärkeä vaikutus portfolion tuottoon. Esimerkiksi tarkasteltuna vuoden sijoitushorisonttia on portfoliolla mikä koostuu 30 vuoden kuluttua erääntyvistä velkapapereista huomattavasti suurempi herkkyys tuottokäyrän muutoksiin kuin portfoliolla mikä koostuu vuoden kuluttua erääntyvistä velkakirjoista. Näin ollen tuottokäyrästrategiat perustuvat ajatukseen luoda portfoliolle positio käyttäen hyödyksi erilaisia painotuksia portfolioon sisällytettävien velkakirjojen maturiteeteissa. On olemassa kolme erilaista tuottokäyrästrategiaa: (1) bullet- strategia, (2) barbell- strategia ja (3) tikapuustrategia (ladder strategy).



Bullet- strategiassa portfolion rakennettu siten, että velkakirjojen maturiteetit ovat keskittyneet tiukasti tuottokäyrän yhden pisteen ympärille. Kuvassa vaaka-akseli kuvaa maturiteettia ja pystyviivat osoittavat velkakirjan peruspääoman palautuksia. Kuvassa bullet- strategia on siis keskittynyt 10 vuoden ympärille.

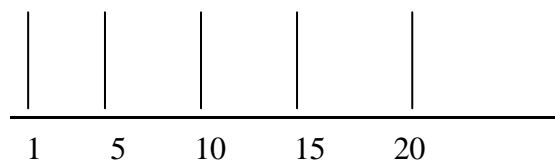
Barbell- strategiassa portfolioon kuuluvien velkakirjojen maturiteetit koostuvat kahdesta maturiteetin eri ääripäästä.

(2) Barbell-strategia



Kuvassa barbell- strategia koostuu nyt yli ja alle 10 vuoden velkapapereista. Itse asiassa, käytännössä barbell- strategia muodostuu useammasta bullet- strategiasta. Tikapuustrategiassa eri maturiteetin velkakirjoja on suhteessa yhtä paljon.

(3) Tikapuustrategia



Jokainen edellä olevista strategioista johtaa portfolioon erilaiseen tehokkuuteen, kun tuottokäyrä muuttuu. Strategian tehokkuuden määrä riippuu sekä käyrän muutoksesta että muutoksen määrästä. Mitään yleistä lausuntoa optimaalisesta tuottokäyrästrategiasta ei voida antaa. (Fabozzi 2007, 528.)

Sopiva tapa analysoida eri portfoliostrategioita on arvioida niiden potentiaalisia kokonaistuottoja. Mikäli salkunhaltija haluaa arvioida erilaisten tuottokäyrän muutoksien vaikutuksia, tulee tämä tehdä laskemalla potentiaalinen kokonaistuotto olettaen, että muutokset oikeasti tapahtuisivat. Tämä tapahtuu laskemalla erilaisia lopputuloksia parametrien arvoja muuttamalla.

On tärkeää ymmärtää, että tiettyjen mittareiden kuten esim. maturiteettituoton, duraation, tai konveksisuuden laskeminen kertoo meille vain vähän portfolioon suoriutumisen tietyssä sijoitushorisontissa. Tämä johtuu siitä, että muutos riippuu siitä miten ja kuinka paljon tuottokäyrä muuttuu. Tästä johtuen, kun salkunhoitaja haluaa tietää portfolioonsa sijoitusposition olettaen tuottokäyrän muuttuvan tietyllä tavalla, on hänen välttämätöntä suorittaa kokonaistuottoanalyysi.

Fabozzi, Martellini ja Priaulet (2005) löysivät tutkimuksessaan todisteita Yhdysvaltain tuottokäyrän aikavariantin (Time-Varying) muodon ennustettavuuteen. He käyttivät tutkimuksessaan hyödykseen

kehittyneitä ekonometrisia malleja. Systemaattiset kaupankäyntistrategiat jotka perustuvat perhos-swapeihin (butterfly swaps) paljastavat, että todisteet tuottokäyrän muodon ennustettavuudesta ovat sekä tilastollisesti, että taloudellisesti merkittäviä. Tutkimuksessaan he käyttivät robustia rekursiivista mallinnusta perustuen Bayesian sekoitettuun monen tekijän yhteisanalyysiin (Bayesian mixture of multi-factor model).

Tuottoerostrategiat

Liian korkeiden riskipreemioiden etsiminen on yksi tapa tavoitella korkeampaa tuottoa. Riskipreemion oikeaa tasoa määritettäessä eräs tapa on analysoida sellaisten yritysten velkakirjojen riskipreemioita, joiden liikkeellelaskijoiden riskiprofiili on samanlainen. Jos yritysten riskisyys on samanlainen, myös niiden ehdoiltaan samanlaisten velkakirjojen riskipreemioiden pitäisi olla lähellä toisiaan. Jos näin ei kuitenkaan ole, niin sijoitetaan korkeamman riskipreemion antavaan velkakirjaan. Syynä suurempaa riskipreemioon saattaa olla se, että velkakirjan likviditeetti on huono. Tällöin velkakirja on hyvä sijoitus, jos ei aio esim. myydä sitä ennen eräpäivää. Siten huonosta likviditeetistä aiheutuva riskipremio on ylimääräistä tuottoa velkapaperin ostajalle. On myös mahdollista arvioida yritysten liikkeellelaskemien velkakirjojen keskimääräistä riskipreemiota ja jos sen ennustetaan laskevan tulevaisuudessa, niin velkakirja salkkuun hankitaan yrityslainoja ja myydään pois valtionvelkakirjoja. (Nikkinen 2002, 134.)

Talouden tulevaisuudennäkymät vaikuttavat aina riskipreemioiden suuruuteen. Valtion velkakirjojen ja yritysten velkakirjojen tuottoerot kasvavat talouden hiljentyessä ja kaventuvat talouden kasvaessa. Talouden perustelu nojaa ajatukseen, että markkinoiden hiljentyessä yritykset kokevat liikevoittonsa vähenevän ja kassavirtansa heikenevän. Tämä herättää markkinoiden huolen yritysten maksukyvyistä ja kyvystä selviytyä velvoitteistaan. Tämän takia myös tuottoero valtion velkakirjoihin kasvaa. (Fabozzi 2007, 534.)

Varoja voidaan myös allokoida yritysten luottoluokitusten mukaan. Luottoluokituksiin perustuvan sijoitusstrategian on esittänyt muun muassa Leland Crabbe (1995). Sen perusajatus nojaa vahvasti luottoluokitusten muutosten historialliseen evidenssiin. Tämä evidenssi on kerätty alla olevaan luottoluokitus muutosmatriisiin. Matriisi perustuu luottoluokitusyhtiö Moody`sin tutkimukseen vuosien 1970 ja 1993 väliseltä ajalta. Rivien ensimmäisellä sarakkeella on luottoluokitus vuoden alussa ja soluissa näkyy vuoden kuluttua olevan luottoluokituksen todennäköisyys. Taulukosta on helppo havaita, että luottoluokituksen putoaminen on todennäköisempää kuin sen paraneminen.

Taulukko 5: Yhden vuoden luottoluokitusten muutosten todennäköisyydet (%)

.	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	Bb	C tai D	Yhteensä
Aaa	91,9	7,38	0,72	0	0	0	0	100
Aa	1,13	91,26	7,09	0,31	0,21	0	0	100
A	0,1	2,56	91,2	5,33	0,61	0,2	0	100
Baa	0	0,21	5,36	87,94	5,46	0,82	0,21	100

Lähde: Crabbe (1995, 16.)

Matriisi täytyy aina muistaa muokata vastaamaan nykyisiä ja ennakoituja talouden näkymiä sekä niiden vaikutuksia yritysten vakavaraisuuteen ja tuloskehitykseen. Kun tämä on tehty, voidaan jokaiselle luottoluokkasektorille laskea odotettu lisätuotto. Tämä tapahtuu neljässä vaiheessa. Ensimmäinen arvioidaan mikä kunkin luottoluokituksen tuotto yli riskittömän valtion velkakirjan on sijoitusperiodin lopussa. Toiseksi arvioidaan hinnan muutokset velkakirjoille perustuen uuteen tuottoeroon. Kolmanneksi lasketaan parantuneiden ja huonontuneiden velkakirjojen tuotto perustuen ensimmäisen vaiheen laskelmiin ja kuponkikorkoon. Viimeiseksi lasketaan luottoluokitussektorin odotettu tuotto yli riskittömän valtion velkakirjan. Tämä tapahtuu painottaen tuottoja todennäköisyyksillä mitkä saadaan salkunhaltijan luottoluokitusmatriisista. Havainnollistetaan asiaa olettaen, että salkunhaltijan luottoluokitusmatriisi vastaa yllä olevaa taulukkoa. Oletetaan myös, että salkunhaltija ei usko luottoluokituksen muuttuvan vuoden sijoitushorisontilla. Tarkastellaan Aa-luottoluokitussektoria. Taulukko 6 kuvaa nyt odotettua tuottoa portfoliolle mikä koostuu kolmen vuoden Aa-velkakirjoista. Ensimmäinen sarake kuvaa alun tuottoeron. Toinen sarake kuvaa luottoluokitusta vuoden lopussa. Horisonttiero on ero valtion velkakirjaan investointihorisontin lopussa jokaiselle kolmen vuoden maturiteetin omaavalle luottoluokitukselle (sarake 2). Esimerkiksi jos luottoluokituksessa ei ole muutosta on horisonttiero sama kuin alun tuottoero 30 korkopistettä.

Taulukko 6. Estimoitu lisätuotto 3 vuoden velkakirjoilla vuoden sijoitushorisontilla

Alun tuottoero (korkopistettä)	Horisonttiluokitus	Horisonttiero (korkopistettä)	Tuotto yli valtion velkakirjan (korkopistettä)	Muutoksen todennäköisyys (%)	Osuus tuottoon
30	Aaa	25	38	1,13	0,43
30	Aa	30	30	91,26	27,38
30	A	35	21	7,09	1,49
30	Baa	60	-24	0,31	-0,07
30	Ba	130	-147	0,21	-0,31
				Portfolion tuotto yli valtion velkakirjan	28,92
Lähde: Crabbe (1995, 17.)					

Loogista on, että luottoluokituksen paraneminen kaventaa ja luottoluokituksen huonontuminen kasvattaa tuottoeroa. Neljäs sarake kuvaa horisonttituottoa perustuen hinnan muutokseen ja kuponkikorkoon. Todennäköisyydet saadaan taulukosta 5. Viimeisen sarakkeen osuudet saadaan kertomalla sarakkeet 4 ja 5 keskenään. On kaksi syytä miksi portfolion odotettu tuotto (28,92 pistettä) yli valtion velkakirjan on vähemmän kuin alun tuottoero (30). Ensiksi, todennäköisyys luottoluokitusten alenemiseen on suurempi kuin luottoluokitusten paranemiseen. Toiseksi luottoluokituseroikäyrän jyrkkyys sakottaa luottoluokituksen huonontumisesta sijoitushorisontin loppupäässä (katso: Crabbe 1995). Esityksestä nähdään nyt kuitenkin selvästi, että tuottoero riskittömiin valtion velkakirjoihin riippuu: alun tuottoerosta, tuottoeron muutoksesta ja luottoluokituksen muutoksen todennäköisyydestä. Mallia voidaan laajentaa koskemaan kaikkia maturiteetteja ja se tarjoaa hyvän työkalun määrittää eri maturiteettiluokkien suhteellisia arvoja. Vaikka tässä esityksessä oletimme, että muutosmatriisi (taulukko 5) ja tuottoero valtion velkakirjaan pysyvät muuttumattomina investointiperiodin loppuun, ei asia ole näin käytännössä. Salkunhaltijan tulee muokata molempia oletuksia, perustuen vallitseviin ja odotettuihin markkina olosuhteisiin.

Koronvaihtosopimus -SWAP

Koronvaihtosopimus eli korko-SWAP (interest rate SWAP) on eräs käytetyimmistä instrumenteista velkakirjasalkun hallinnassa. Koronvaihtosopimus tarkoittaa, että kaksi sijoittajaa vaihtaa keskenään velkakirjasijoituksensa tuottamia kassavirtoja ilman pääoman siirtämistä toisen sijoittajan omistukseen.

Oletetaan esimerkiksi, että salkunhoitajalla on pitkän duraation velkakirjoissa sijoituksia yhteensä 10 miljoonaa euroa, joiden keskimääräinen kuponkikorko on 5 %. Salkunhoitajan näkemys on, että korkotaso tulee nousemaan, jolloin oikea tapa toimia olisi lyhentää salkun keskimääräistä duraatiota myymällä pitkän maturiteetin velkakirjoja. Tästä aiheutuu transaktiokustannuksia. Myymisen sijasta salkunhoitaja tekee toisen osapuolen kanssa koronvaihtosopimuksen, jossa hän sitoutuu maksamaan 5 %:n kiinteää korkoa yhteensä 10 miljoonan euron pääomalle. Nyt siis pääomia ei vaihdeta vaan ainoastaan sijoitusten tuottamia kassavirtoja. Vastapuoli sitoutuu maksamaan salkunhoitajalle lyhyeen markkinakorkoon sidottua, esimerkiksi 12 kuukauden Euribor-korkoa 10 miljoonan euron pääomalle. Sopimuksen voimassaoloaikana näiden kahden eri sijoituksen tuottamat kassavirrat netotetaan ja nettosumma maksetaan sopimuksena mainittuna aikana osapuolelle, jonka nettosumma on positiivinen. Näin salkunhoitaja saa nettosumman, joka on (Euribor 12kk – 5 %). Ohessa on kyseisen koronvaihtosopimuksen ja alkuperäisen sijoituksen vuosittain tuottamat kassavirrat salkunhoitajalle eri korkoskenaarioissa:

Taulukko 7: Korko-SWAP

Euribor 12 kk:	4 %	5 %	6 %
Velkakirjojen tuottamat kuponkikorot	500 000	500 000	500 000
Koronvaihtosopimuksen kassavirta	-100 000	0	100 000
Yhteensä	400 000	0	600 000

Koronvaihtosopimuksen myötä salkunhoitaja on siis vaihtanut alkuperäisen kiinteäkorkoisen sijoituksen vaihtuvakorkoiseksi. (Nikkinen 2002, 135.)

Koronvaihtosopimukset ovat yleinen tapa hallita velkakirjasalkkua. Syitä tähän on monia, mutta suurin on se, että koronvaihtosopimuksen avulla voidaan helposti muuttaa velkakirjasalkun duraatiota ilman, että salkussa olevia velkakirjoja täytyy myydä. Näin syntyy säästöä, koska vaikka koronvaihtosopimusten välittäjät perivät omat palkkionsa, niin velkakirjojen myynnistä aiheutuisi yleensä huomattavasti suuremmat kustannukset. (Luenberger 1998, 275.)

5. Työeläkeyhtiöt ja sitoumusten rahoitusstrategiat

Edellisessä luvussa on selitetty, että investointien hallintaprosessiin kuuluu sijoitustavoitteiden asettaminen. Institutionaalisilla sijoittajilla, kuten työeläkeyhtiöillä sijoitustavoitteisiin vaikuttavat suuresti instituution velvoitteiden (liabilities) luonne. Vaikka sijoittajat kohtaavatkin samat riskit markkinoilla, on velvoitteiden luonne juuri avaintekijä eri sijoitusinstituutiolla puhuttaessa sijoitusvarojen allokoinnista eri varallisuusluokkien kesken. Tässä luvussa kuvataan useita strukturoituja portfoliostrategioita jotka ovat ns. sitoumusten rahoitusstrategioita, eli strategioita joissa lähtökohtana on luoda sijoituspositio missä sijoitusten kassavirrat pystyvät vastaamaan tulevaisuuden velvoitteista. Tulevaisuuden velvoitteet toimivat nyt siis ikään kuin ennalta määrättyinä vertailukohtana sijoitusportfolion suoristumiselle. Erikoistapauksessa, missä velvoitteita on vain yksi, käytetään immunisointi strategiaa. Mikäli velvoitteita on useampia, voidaan valita kahdesta eri strategiasta, nämä ovat: usean periodin immunisointi (multiperiod immunization) ja kassavirtakohdistus (cash flow matching).

5.1 Varojen ja velvoitteiden hallinnan yleiset periaatteet

Eläkevakuutusyhtiöt eivät kuulu monien muiden sijoitusinstituutioiden tavalla toimintaan missä pyritään hyötymään varojen hankinnan ja varojen sijoittamisen välisestä korkoerosta. Eläkevakuutusyhtiöt eivät siis sijoitustoiminnassaan nosta itse varoja markkinoilta lainaamalla. Eläkevakuutusyhtiöt pyrkivät sijoitustoiminnan avulla kattamaan tehokkaasti velvoitteitaan minimi kustannuksin. On huomioitava, että eläkesitoumusten maksuissa voidaan sekä maksujen tarkat määrät ja tarkat ajankohdat olettaa epävarmoiksi. Toki niitä voidaan estimoida melko tarkasti, mutta työntekijän eläke riippuu työntekijän tuloista ja tehdyistä työvuosista. Kumpaakaan edellä mainituista ei voida varmuudella sanoa ennen kuin työntekijä siirtyy eläkkeelle. (Fabozzi 2007, 563.)

Sijoitusinstituutiolla voidaan sanoa olevan kaksi tavoitetta; (1) ansaita sijoitetulle varallisuudelle riittävä tuotto ja (2) säilyttää sijoitusomaisuudella sopiva ylijäämä velvoitteiden suhteen. Edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamiseksi tehtävää työtä kutsutaan ylijäämän hallinnaksi (surplus management). Tämä tehtävä vaatii salkunhaltijan hyväksymään tietyn kompromissin vähenevän ylijäämän mukanaan tuoman riskikontrollin kasvun ja riittävän tuoton mahdollistavan riskin välillä. Puhuttaessa riskistä on salkunhoitajan ajateltava, sekä sijoitusvarallisuuteen että velvoitteisiin

sisältyvää riskiä. Tätä opinnäytetyötä tehtäessä juuri eläkevakuutusyhtiöiden vakavaraisuutta käsittelevä lainsäädäntö ja siihen ehdotetut tilapäiset helpotukset ovat olleet julkisen keskustelun kohteena.

Tässä vaiheessa on syytä huomata, että työssä käytetty termi ylijäämä voidaan nähdä kahdessa eri valossa; taloustieteen (economic surplus) tai laskentatoimen (accounting surplus) käsitteenä. Käytetty metodi varojen ja velvoitteiden arvostamisesta vaikuttaa suuresti nähtävään finanssi-instituution varallisuusasemaan. Epärealistiset, vaikkakin kirjanpitostandardien ja lainsäädännön mukaan sallitut arvostukset, eivät kuulu hyvään sijoituskäytäntöön. (Fabozzi 2007, 564.)

Minkä tahansa entiteetin taloustieteellinen ylijäämä on erotus sen markkina-arvoisten varojen ja markkina-arvoisten velvoitteiden välillä. Vaikka ajatus varojen markkina-arvosta voidaankin helposti hyväksyä, herää kuitenkin kysymys; mikä on velvoitteiden markkina-arvo? Velvoitteiden markkina-arvo on niiden sopivalla korolla diskontattu nykyarvo. Täten voidaan esittää:

$$\text{Ylijäämä} = \text{varojen markkina-arvo} - \text{velvoitteiden nykyarvo}$$

Esimerkiksi ajatellaan instituutiolla jolla on portfoliossaan vain velkakirjoja ja maksuvelvoitteita. Ajatellaan mitä tapahtuisi jos korkotaso nousisi. Koron nousu johtaisi nyt velkakirjojen markkina-arvon laskuun, mutta se johtaisi myös velvoitteiden nykyarvon laskuun. Molempien arvot siis laskisivat joten ylijäämä voi siis nousta, laskea tai pysyä muuttumattomana. Nettovaikutus riippuukin varojen ja velvoitteiden hintojen suhteellisista korkoherkkyyksistä. Koska duraatio kuvaa hinnan muutosherkkyyttä koronmuutokselle, voidaan duraatio laskea samalla tavalla velvoitteille, kuin se laskettiin varoillekin. Mikäli varojen duraatio on suurempi kuin velvoitteiden, kasvaa ylijäämä koron laskiessa. Esimerkiksi ajatellaan seuraavanlainen tilanne: Salkussa varojen markkina-arvo on 100 miljoonaa euroa ja velvoitteiden nykyarvo on 90 miljoonaa euroa. Ylijäämä on nyt siis 10 miljoonaa euroa. Oletetaan, että varojen duraatio on 5 ja velvoitteiden duraatio on 3. Ajatellaan kahta eri tilannetta:

1). Korko putoaa 100 korkopistettä. Koska varojen duraatio on 5, nousee varojen markkina-arvo noin 5 % tai 5 miljoonaa euroa, ($5\% \times 100$ miljoonaa €) 105 miljoonaa euroon. Velvoitteiden nykyarvo nousee myös. Duraation ollessa 3, nousee velvoitteiden nykyarvo noin 2,7 miljoonalla eurolla ($3\% \times 90$ miljoonaa €) 92,7 miljoonaa euroon. Täten ylijäämä on siis noussut 10 miljoonasta 12,3 miljoonaa euroon.

2). Korko nousee 100 korkopistettä. Koska varojen duraatio on 5, laskee varojen markkina-arvo noin 5 % tai 5 miljoonaa euroa, ($5\% \times 100$ miljoonaa €) 95 miljoonaan euroon. Velvoitteiden nykyarvo laskee myös. Duraation ollessa 3, laskee velvoitteiden nykyarvo 2,7 miljoonalla eurolla ($3\% \times 90$ miljoonaa €) 87,3 miljoonaan euroon. Täten ylijäämä on siis laskenut 10 miljoonasta 7,7 miljoonaan euroon.

Koron muutoksen nettovaikutus riippuu siis, sekä varojen että velvoitteiden duraatiosta. Salkunhoitajan on siis välttämätöntä pystyä mittaamaan kaikkien varallisuus- ja velvoite-erien korkoherkkyydet (duraatio) tarkasti.

Puhuttaessa laskentatoimen ylijäämästä tulee yritysten tilinpäätösraportointi tarkasteluun. Eläkevakuutusyhtiöiden laatiessa tilinpäätöksiään, arvostetaan varat ja velat vallitsevan lainsäädännön, tilinpäätösnormiston ja tilinpäätöskäytännön mukaan. Varallisuuserien arvostukseen paneutuu ennen kaikkea laskentastandardi IAS 39, mutta siihen liittyvät arvostusongelmat eivät kuulu tämän työn aiheeseen, joten niiden tarkastelu jätetäänkin nyt lukijan oman harkinnan varaan. Lähdeoteksena aiheeseen toimii esimerkiksi Päivi Rädyn ja Virpi Virkkusen teos Kansainvälinen tilinpäätöskäytäntö – IFRS-raportointi WSOY verkkokirjan viimeisin päivitys.

5.2 Portfolion immunisointi

Mikäli sijoitusportfolion on tarkoitus vastata vain yhdestä velvoitteesta, voidaan portfolion suojaamiseksi korkoriskiltä käyttää ns. immunisointistrategiaa. Tämän sijoitusstrategian pioneerina pidetään yleisesti F.M.Reddingtonia joka määritteli vuonna 1952 immunisoinnin seuraavasti: varallisuuden sijoittaminen sillä tavoin, että liiketoiminta on immuuni yleiselle korkotason muutokselle (Reddington 1952, 286). Immunisointi kaikkine kehittyneineen sovelluksineen on yksi yleisimmin käytetyimmistä analyttisistä sijoitustieteen tekniikoista. (Luenberger 1998, 63.) Ennen immunisointiprosessin tarkempaa kuvaamista, mietitään hetki tarkemmin sen tarkoitusta.

Oletetaan, että salkunhoitaja haluaa sijoittaa käteisvarojaan selviytyäkseen seuraavana vuonna erääntyvistä maksuistaan (esimerkiksi maksuun tulevista eläkkeistä). Mikäli salkunhoitaja päättää sijoittaa yhden vuoden valtion velkakirjoihin, tietää hän varmuudella minkä arvoisia nämä velkakirjat ovat vuoden kuluttua. Sijoitus vuoden velkakirjoihin sisältää vain vähän riskiä. Tilanne on kuitenkin toinen, mikäli salkunhoitaja päättääkin sijoittaa käteisvarat esimerkiksi 10 vuoden nollakuponkivelkakirjoihin. Näiden velkakirjojen hinta vuoden kuluttua riippuu huomattavasti

vuoden aikana tapahtuvasta korkotason muutoksesta. Mikäli sijoitusperiodi olisi kuitenkin 10 vuotta, tarjoaisi 10 vuoden nollakuponkivelkakirjat täysin ennustettavan lopputulokset sijoitukselle, mutta sijoitus yhden vuoden valtion velkakirjoihin sisältäisi uudelleensijoitusriskin (reinvestment risk) sillä varat olisi sijoitettava uudelleen vuoden kuluttua jolloin korkotaso voi olla esimerkiksi huomattavasti pudonnut.

Oletetaan nyt, että salkunhoitaja tulee kohtaamaan tulevaisuudessa sarjan maksuja ja haluaa muodostaa portfolion mitä hän voi käyttää näistä maksuista selviämiseen maksujen erääntymishetkellä. Helpoin mahdollisuus olisi muodostaa portfolio nollakuponkivelkakirjoista, joiden nimellisarvot ja maturiteetit vastaisivat tulevia maksuja. Tämä tekniikkaa ei usein ole mahdollista tahi mielekäästä toteuttaa, johtuen esimerkiksi halusta käyttää parempaa tuottoa tarjoavia yritysten velkakirjoja jotka eivät luonteeltaan useinkaan ole nollakuponkivelkakirjoja. Mikäli täydellinen kassavirtojen kohdistaminen ei ole mahdollista voi salkunhoitaja muodostaa sijoitusportfolion siten, että sen arvo vastaa mahdollisimman hyvin velvoitteista syntyvän kassavirran nykyarvoa. Sijoitusportfoliosta voidaan osa velkakirjoista myydä aina, kun käteistä tarvitaan velvoitteiden maksamiseksi tai mikäli portfolio tuottaa tiettyä hetkenä enemmän käteistä rahaa kuin tarvitaan, voidaan näillä rahoilla ostaa lisää velkakirjoja. Mikäli markkinoiden tuottovaatimus ei tämän prosessin aikana muutu, pystyy sijoitusportfolio kattamaan jatkuvasti velvoitteista muodostuvan kassavirran nykyarvon. Velvoitteet pystytään siis jatkuvasti maksamaan sijoitusportfolion varoilla. Ongelma syntyykin, mikäli markkinoiden tuottovaatimus muuttuu. Tällöin sijoitusportfolion ja sitoumusten kassavirran nykyarvo muuttuu, mutta muutos todennäköisesti on erisuuruinen. Kassavirtojen kohdistus ei siis ole enää mahdollista.

Immunisointi pystyy ratkaisemaan tämän ongelman, ainakin likimääräisesti. Immunisoinnissa kohdistetaan varojen ja velvoitteiden duraatiot sekä nykyarvot. Nyt duraatioiden ollessa yhtä suuret, muuttuu sijoitusportfolion ja velvoitteiden kassavirran nykyarvoa toistensa kanssa identtisesti korkotason muuttuessa. Korkotason esimerkiksi kasvaessa pienenee sijoitusportfolion markkina-arvo, mutta velvoitteiden nykyarvo pienenee suunnilleen yhtä paljon, joten portfolion markkina-arvo on riittävä kattamaan velvoitteet. Tämä prosessi on helpointa selittää yksinkertaisen esimerkin avulla:

Esimerkki (työeläkeyhtiö): Työeläkeyhtiö salkunhoitaja havaitsee, että yhtiö joutuu 10 vuoden kuluttua maksamaan eläkkeitä miljoonan euron verran. Salkunhoitaja haluaakin varautua tähän sijoittamalla turvallisesti yhtiön käteisvaroja. Mikäli salkunhaltija ostaa miljoonalla eurolla

maturiteetiltaan 10 vuoden nollakuponkivelkakirjan, olisi ongelma ratkaistu mutta kuten yleensä; ei sopivaa nollakuponkilainaa ole juuri saatavilla. Salkunhoitaja päättääkin sijoittaa varoja yritysten velkapapereihin ja tavoitella näin hieman valtion velkapapereita korkeampaa tuottoa. Esimerkissämme salkunhoitajalla on valittavanaan kolmen hyvän luottoluokituksen omaavan yhtiön velkakirjoja jotka näkyvät taulukossa 8.

Taulukko 8. Velkakirja vaihtoehdot

Velkakirja	Kuponkikorko	Maturiteetti(vuotta)	Hinta (%)	Tuottovaatimus
1	6 %	30	69,04	9 %
2	11 %	10	113,01	9 %
3	9 %	20	100	9 %

Kaikilla velkakirjoilla on sama tuottovaatimus 9%. Salkunhoitaja ajattelee ensin käyttävänsä velkakirjoja 2 ja 3 portfolionsa rakentamiseen. Ensitöikseen salkunhoitaja laskee velkakirjojen duraatiot ja saa tulokseksi: $D_2 = 6,54$ $D_3 = 9,61$. Tämä on ongelma! Sitoumuksen (maksettavaksi erääntyvien eläkkeiden) duraatio on luonnollisesti 10 vuotta ja velkakirjoilla 2 ja 3 muodostuvalla portfoliolla ei voida saavuttaa tätä duraatiota. Vaaditaan siis velkakirja jolla on pidempi duraatio. Salkunhaltija päättääkin nyt käyttää velkakirjoja 1 ja 2, sillä hän on laskenut että $D_1 = 11,44$. (Huomaa, että nytkin tuottovaatimuksen ollessa 9% on pitkän duraation saavuttamiseksi oltava pitkä maturiteetti ja matala kuponkikorko, aivan kuten työn alkupuolella on esitetty.) Nyt $D_1 > 10$ joten velkakirjojen 1 ja 2 yhdistelmä sopii portfolion muodostamiseen.

Sitoumuksen nykyarvo (PV) on 414643 euroa ($\frac{1\,000\,000}{1,45^{20}}$) HUOM! esimerkissä oletetaan kuponkimaksujen tapahtuvan kahdesti vuodessa (tämä on tapaus usein myös oikeassa elämässä).

Portfolion immunisoinnissa on ratkaistava nyt kaksi yhtälöä:

$$V_1 + V_2 = PV$$

$$D_1 V_1 + D_2 V_2 = 10PV$$

Missä V_1 ja V_2 ovat velkakirjoihin sijoitettava euromäärä. Ensimmäinen yhtälö kuvaa siis vaatimusta, että velkakirjoihin sijoitetun rahamäärän täytyy vastata sitoumuksen nykyarvoa ja jälkimmäinen yhtälö sitä, että portfolion duraation tulee olla sitoumuksen duraation suuruinen. Yhtälöiden ratkaisuksi tulee nyt: $V_1 = 292788,73\text{€}$ ja $V_2 = 121854,27\text{€}$ olettaen laskuissa jokaisen velkakirjan nimellishinnaksi 100€. Immunisoinnin tarkat tulokset näkyvät taulukossa 9.

Taulukko 9. Immunisoinnin tulokset

tuottovaatimus

	9 %	8 %	10 %
Velkakirja 1			
Hinta	69,04	77,38	62,14
Määrä	4241	4241	4241
Arvo	292799	328169	263536
Velkakirja 2			
Hinta	113,01	120,39	106,23
Määrä	1078	1078	1078
Arvo	121825	129780	114516
Sitoumuksen nykyarvo	414643	456387	376889
Ylijäämä	-19,44	1562,05	1162,2

Taulukosta havaitsemme, että pyöristysvirheistä huolimatta portfolion ja sitoumuksen nykyarvot kohtaavat. Lisäksi portfolion arvo on lähes tasavertainen sitoumuksen arvon kanssa myös eri tuottovaatimuksilla (8% ja 10% on esitettyinä taulukossa), itse asiassa tuottokäyrän muodosta riippuen portfolion arvo ylittää sitoumuksen molemmissa tapauksissa.

Immunisointi siis tarjoaa suojan korkotason muutoksille. Mikäli korkotaso muuttuu välittömästi portfolion hankinnan jälkeen, kohtaa portfolion uusi arvo teoriassa tulevaisuuden sitoumuksen uuden arvon. Korkotason muututtua ei portfolio ole enää kuitenkaan immunisoitu vaan se tulee immunisoida uudelleen. Korkoriskiä hallinnoitaessa on hyvä pitää mielessä, että ajan kuluessa salkun duraatio vähenee automaattisesti, koska velkakirjojen maturiteetti lyhenee. Tämän vuoksi velkakirjasalkun koostumusta on välillä muutettava, jotta saadaan pidettyä salkun duraatio sijoituspolitiikan mukaisessa arvossa. (Tällainen toimenpide totelee englanninkielisessä kirjallisuudessa nimeä rebalancing.) Tämä tarkoittaa usein sitä, että määritellään duraation muutokselle raja, jonka ylittyessä salkun koostumusta muokataan. Esimerkiksi jos duraatio muuttuu kolmella kuukaudella, niin tämän seurauksena salkun koostumusta muokataan. Korkoriskiä hallinnoitaessa on myös muistettava, että käteisen rahan duraatio on nolla. Tämän vuoksi tehokas tapa pidentää velkakirjasalkun duraatiota on sijoittaa käteisvaroja duraatioiltaan pitkiin velkakirjoihin. Käytännössä immunisoinnissa käytetään myös useita eri velkakirjoja luottoriskin minimoimiseksi (näin siis mikäli ei käytetä luottoriskin suhteen riskittömiä valtion velkakirjoja).

Kuinka usein portfolion koostumusta olisi syytä muuttaa? Uudelleen balansointi aiheuttaa luonnollisesti transaktiokustannuksia ja vähentää näin todennäköisyyttä tavoitetuoton saamiseen. Toisaalta mikäli duraatioeron annetaan kasvaa liian suureksi vähentää tämäkin todennäköisyyttä tavoitteen saavuttamisesta. Salkunhoitaja kohtaakin tilanteen missä hänen on tehtävä kompromissi transaktiokustannusten ja duraation välillä. (Fabozzi 2007, 575.)

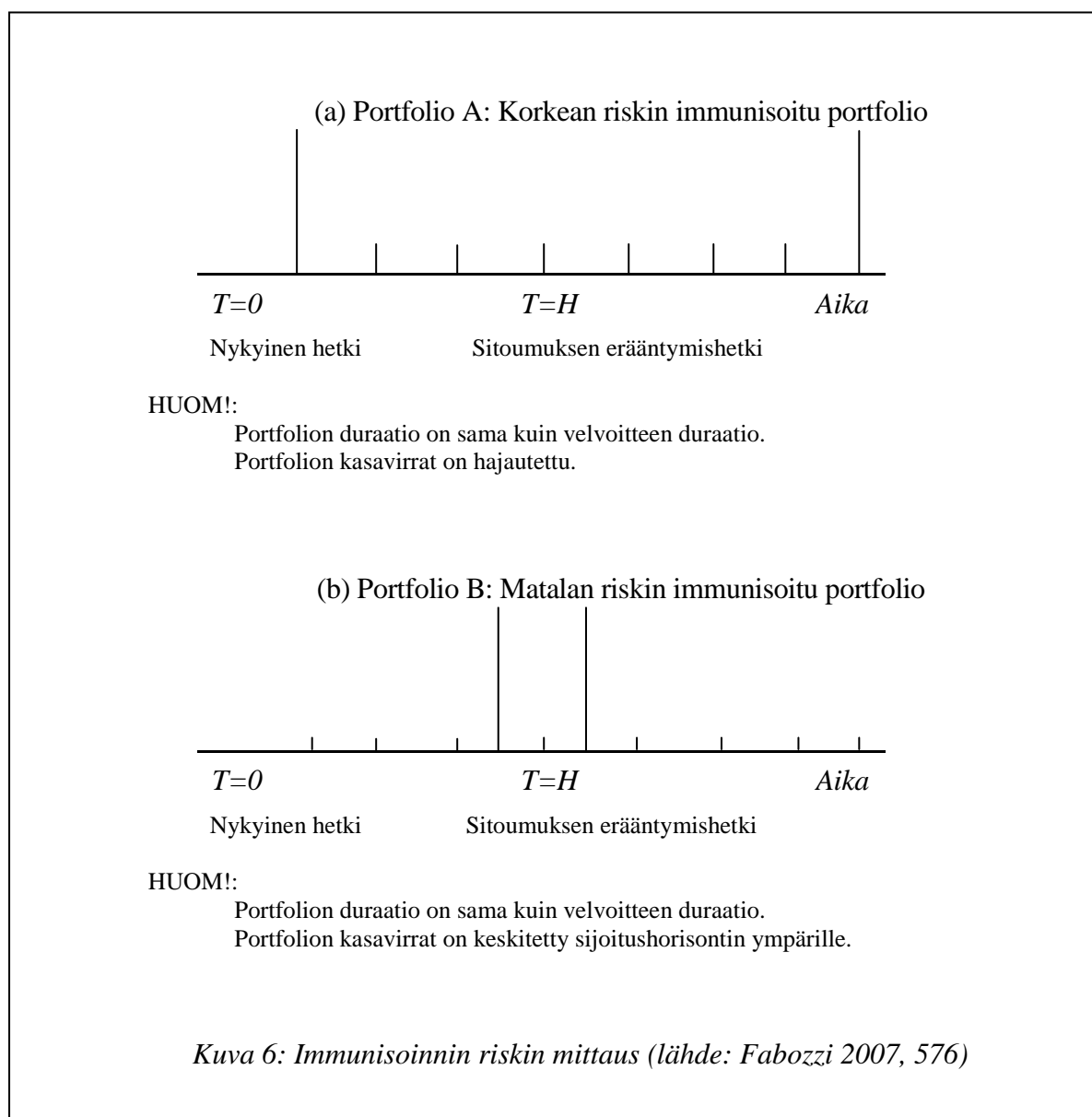
Immunisointi on viisas ajatus mutta se kärsii muutamista puutteista (ainakin edellisessä esimerkissä olleessa yksinkertaisessa muodossaan). Menettelytapa olettaa, että tuottokäyrä on vaakasuora. Tämähän ei yleensä pidä paikkaansa. On siis melko epärealistista olettaa, että pitkän ja lyhyen duraation omaavia velkakirjoja voisi löytää identtisellä tuottovaatimuksella. Yleensä pitkällä velkakirjoilla on hiukan suuremmat tuottovaatimukset, kuin lyhyillä velkakirjoilla. Lisäksi on epätodennäköistä olettaa tuottovaatimusten muuttuessa, että ne muuttuisivat kaikilla velkakirjoilla saman verran. Tässä työssä onkin käsitelty jotain tärkeitä duraatiolaajennuksia (katso Liite 1) . Kaiken kaikkiaan on tässä esitetyt tekniikat kuitenkin yllättävän käytännöllisiä. (Luenberger 1998, 65.) Seuraavaksi käydään läpi immunisointiin liittyvää riskiä ja sen mittaamista.

5.3 Immunisointiriski

Riittävät ehdot portfolion immunisointiin, kun velvoitteita on vain yksi, on siis asettaa duraatiot (portfolion ja velvoitteen) ja nykyarvot yhtä suuriksi. Pitää muistaa, että portfolio on nyt immunoitu olettamalla tuottokäyrä vaakasuoraksi ja siinä tapahtuvat muutokset samansuuruisiksi eri maturiteeteilla. Aikaisemmasta luvusta muistetaan, että duraatio mittaa velkapaperin hinnanmuutoksen herkkyyttä yhdensuuntaisille tuottokäyrän muutoksille. Portfolion immunisointi ei ole kuitenkaan taattu, mikäli tuottokäyrän muutos ei vastaa tätä yhdenmukaisuusoletusta.

On olemassa lukuisia portfolioita jotka voidaan rakentaa vastaamaan velvoitteeseen siten, että korkoriski immunisoituu. Kysymys onkin; voidaanko immunisointiin liittyvää riskiä mitata ja minimoida tilanteissa missä tuottokäyrän muutokset ovat epävarmoja? Immunisointiin liittyvä riski kuvaa nyt sitä, että portfolio jonka duraatio vastaa velvoitteen duraatiota, ei olekaan enää korkoriskin suhteen immuuni. Immunisointiriskiä ovat tutkineet Fong ja Vasiced (1984.), sekä Bierwag, Kaufman ja Toevs (1981.). Kuva 6 havainnollistaa miten immunisointiriskiä voidaan minimoida.

Kuvassa 6, kahdessa eri tapauksessa kuvioiden piikit edustavat portfolioiden todellisia kassavirtoja. Korkeat piikit heijastavat erääntyvien velkapapereiden pääomanpalautuksia ja matalat piikit kuvaavat kuponkimaksuja. Portfoliot A ja B ovat molemmat rakennettu kahdesta eri velkakirjasta siten, että portfolion ja velvoitteen duraatit ovat yhtä suuret. Portfolio A on muodoltaan edellisessä luvussa esitelty barbell-portfolio joka muodostuu pitkästä ja lyhyestä velkakirjasta ja niiden erääntymispäivien välinen kassavirta syntyy kuponkimaksuista. Portfolio B on muodoltaan ns. bullet-portfolio ja se muodostuu velkapapereista jotka molemmat erääntyvät hyvin lähellä velvoitteen maksupäivää. Portfolion B kuponkimaksut ovat lisäksi hyvin vaatimattomia.



Nyt voidaan nähdä miksi barbell-portfolion tulisi olla riskillisempi, kuin bullet-portfolion. Molemmat portfoliot on nyt rakennettu siten, että niiden duraatiot vastaavat velvoitteen duraatiota, joten molemmat portfoliot ovat immuuneja tuottokäyrän yhdensuuntaisille muutoksille. Oletetaan kuitenkin nyt, että tuottokäyrä siirtyy siten että lyhyet korot laskevat ja samalla pitkät korot nousevat. Molemmat portfoliot kärsivät nyt pääomatappioita, koska ne omistavat pitkiä papereita joiden arvo putoaa pitkien korkojen noustessa, sekä kohtaavat lyhyiden korkopapereiden erääntyessä alkuperäistä matalamman korkotason ja täten myös alhaisemman uudelleensijoitustuoton.

Barbell-portfolion kertyvä arvo tulee kuitenkin jäämään kauemmaksi alkuperäisestä kumuloituvasta kohdearvostaan, kuin bullet-portfolio. Tähän tosiasiaan on kaksi syytä. Barbell-portfolion suuremmat kassavirrat kohtaavat voimakkaammin laskeneen uudelleen sijoitustuoton ja vielä pidemmän aikaa, kuin bullet-portfolio. Toiseksi, barbell-portfoliossa on huomattavasti vielä velvoitteen erääntymispäivän jälkeen tulevaisuudessa erääntyvä velkapaperi, jonka markkina-arvo siis putoaa voimakkaasti pitkien korkojen noustessa. Voidaan siis sanoa, että barbell-portfolio on riskialttiimpi koron muutoksille, kuin bullet-portfolio. (Fabozzi 2007, 576.)

Edellä oleva tapausanalyysi osoittaa, että immunisointiriski on itse asiassa kassavirtojen uudelleen sijoitusriskiä. Vähiten uudelleensijoitusriskiä omaavalla portfoliolla on siis vähiten immunisointiriskiä. Kassavirtojen ollessa laajalti hajautuneena velvoitteen eräpäivän ympärille, altistuu portfolio suurelle uudelleensijoitusriskille, toisin kuin portfolio missä kassavirrat ovat lähellä velvoitteen erääntymispäivää.

Fong ja Vasiced (1984) ovat kehittäneet mittarin immunisointiriskille. He ovat osoittaneet, että tuottokäyrän siirtyessä mielivaltaisesti, sijoitusportfolion arvo riippuu kahdesta termistä. Ensimmäinen termi riippuu yksinomaan sijoitusportfolion ominaisuuksista. Toinen termi on puhtaasti korkomuutosten funktio. Toinen termi hahmottaa tuottokäyrän muutoksia ja koska niitä on mahdotonta ennustaa etukäteen, ei niitä voi myöskään kontrolloida. Ensimmäistä termiä sen sijaan voidaan kontrolloida muodostettaessa portfoliota, koska se riippuu pelkästään portfolion rakenteesta. Täten tästä ensimmäisestä termistä saadaan immunisoidulle portfoliolle riskin mitta ja se on muotoaan seuraavanlainen:

$$\frac{CF_1(1-H)^2}{1+y} + \frac{CF_2(2-H)^2}{(1+y)^2} + \dots + \frac{CF_n(n-H)^2}{(1+y)^n} \quad (9)$$

missä:

CF_n =Portfolion kassavirta hetkellä t

H =Investointihorisonnti (vuotta), aika velvoitteen erääntymiseen.

y = Portfolion tuotto

n = aika viimeisen kassavirran toteutumiseen

Immunisointiriskin mittari osoittaa saman tuloksen kuin aikaisempi graafinen analyysi. Barbell-portfoliolla ,missä kassavirrat ovat hajautuneet, on suuri immunisointiriski. Bullet-portfoliolla immunisointiriskimittari antaa vastaavasti pienemmän tuloksen. (Fabozzi 2007, 577.)

On huomioitava, että mikäli portfolio muodostettaisiin puhtailla diskonttopapereilla (nollakuponkivelkakirjoilla) jotka erääntyisivät samaan aikaan kuin velvoite, olisi immunisointiriski 0. Nollakuponkivelkakirjat tarjoavat siis mahdollisuuden muodostaa riskittömimmän tavan muodostaa immunisoitu potfolio. Käytännössä ei nollakuponkivelkakirjoja kuitenkaan ole usein tarjolla tällaisen ideaalisen salkun rakentamiseksi. Käytännössä tehtäväksi immunisoitua portfoliota muodostettaessa jääkin duraatioiden kohdentamisen lisäksi immunisointiriskin minimoiminen.

5.4 Usean velvoitteen tyydyttävän portfolion rakentaminen

Työssä on tarkasteltu yhden velvoitteen korkoriskin immunisointia. Käytännössä eläkevakuutusyhtiöt kohtaavat kuitenkin lukuisia eläkemaksuista syntyviä velvoitteita. On olemassa kaksi erilaista tapaa tyydyttää velvoitteista syntyvä ”velvoitevirta” korkoriskiltä suojatusti; 1) usean periodin immunisointi (multiperiod immunization) ja 2) kassavirtakohdistus (cash flow matching).

Usean periodin immunisointi

Usean periodin immunisointi on portfoliostrategia missä portfolio on luotu siten, että se pystyy vastaamaan useasta eri ennalta määrätystä velvoitteesta riippumatta korkotason muutoksesta. Bierwag, Kaufman ja Toevs (1983) osoittivat artikkelissaan, että vaikka tuottokäyrän muutos olisi yhdenmukainen, ei portfolion ja velvoitteiden duraation asettaminen yhtä suuriksi ole riittävää mikäli halutaan immunisoida korkoriski portfoliolta, mikä pyrkii vastaamaan useammasta velvoitteesta. Sitä vastoin on tarpeellista jakaa portfolion maksuvirta sillä tavoin osiin, että jokainen velvoite on immunisoitu sitä vastaavalla komponentilla. Käytännössä voi syntyä tilanne missä markkinoilta ei ole saatavilla velkakirjoja jotka synnyttäisivät tarvittavan komponenttien

maksuvirran. Kaiken kaikkiaan usean periodin immunisointiin liittyy useita heikkouksia, esimerkiksi oletus tuottokäyrän yhdenmukaisesta siirtymisestä. Robert R. Reitano on artikkelissaan (1991) tutkinut strategian heikkouksia ja kehittänyt strategiaa koskemaan mitä tahansa tuottokäyrän muutosta (Retaino 1992). Reitanon tutkimukset osoittavat, että klassinen monen periodin immunisointi voi kätkeä sisäänsä riskiä, mikä liittyy tuottokäyrän muutokseen tapauksessa missä muutos ei ole yhdenmukainen. Lisäksi tutkimuksista ilmenee, että malli mikä suojaa tietyn tyyppistä tuottokäyrän muutosta vastaan, voi heikentää kykyä suojautua muun tyyppisiltä tuottokäyrän muutoksilta.

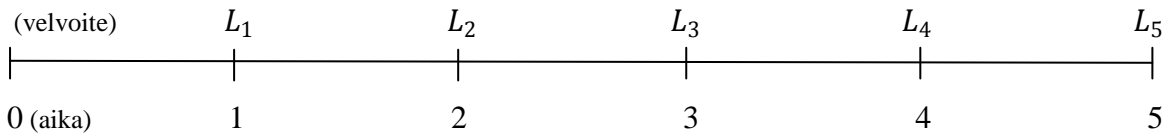
Kassavirtakohdistus

Vaihtoehdon usean periodin immunisoinnille muodostaa kassavirtakohdistus. Kassavirtakohdistuksessa valitaan aluksi velkakirja jonka maturiteetti on sama kuin viimeisen maksuvelvoitteen. Tähän velkakirjaan sijoitetaan siten, että velkakirjan peruspääoma ja viimeinen kuponkimaksu ovat yhteensä sama, kuin viimeinen maksuvelvoite. Jäljelle jäävät maksuvelvoitteet vähenevät hankitun velkakirjan ennen erääntymistä maksamien kuponkimaksujen verran. Seuraavaksi hankitaan velkakirja joka vastaa viimeistä edellisestä velkakirjasta. Nyt hankitaan siis velkakirja jonka peruspääoma ja viimeinen kuponkimaksu ovat yhteensä toiseksi viimeisen velvoitteen vähentyneen määrän suuruinen. Toiseksi viimeistä velvoitetta vähentää nyt siis kuponkimaksu mikä saadaan ensimmäisenä hankitusta velkakirjasta. Tätä kassavirtakohdistusprosessia jatketaan kunnes kaikkia velvoitteita vastaa maksusuoritus. (Fabozzi 2007, 582.)

Seuraavalla sivulla kassavirtakohdistusta selkeytetään yksinkertaisella esimerkillä. Esimerkissä on viiden vuoden velvoitevirta ja vuotuinen velvoite maksetaan yhdessä erässä kerran vuodessa, lisäksi velkakirjojen kuponnikorot saadaan kerran vuodessa. Käytännössä kustannustehoiskaiman portfolion muodostamiseen käytetään apuvälineenä matemaattisia optimointityökaluja.

Kassavirtakohdistus eroaa monen periodin immunisoinnista siten, että kassavirtakohdistus ei tarvitse duraatiovaatimuksia. Toiseksi, monen periodin immunisointi vaatii uudelleen balansointia, vaikka korot eivät muuttuisikaan. Kassavirtakohdistus ei vaadi uudelleen balansointia muuta kuin tapauksessa, jossa tietyn velkakirjan luottoluokitus on laskenut alle hyväksyttävän tason. Kolmanneksi kassavirtakohdistettuun portfolioon ei liity luottoriskiä lukuun ottamatta riskiä, että velvoitteita ei pystytä maksamaan. Monen periodin immunisointiin liittyy uudelleensijoitusriskistä johtuva immunisointiriski.

(Oletus: 5 vuoden velvoitevirta ja velkakirjojen kassavirrat ovat vuosittaisia).

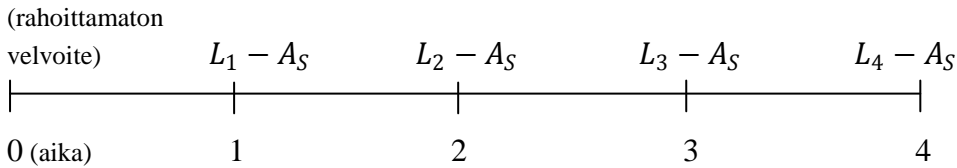


Vaihe 1.

Kassavirta velkakirjasta A valitaan tyydyttämään velvoite L_5

Kuponkimaksut = A_S ; Peruspääoma = A_P ja $A_S + A_P = L_5$

Rahoittamatta jää seuraavat velvoitteet:



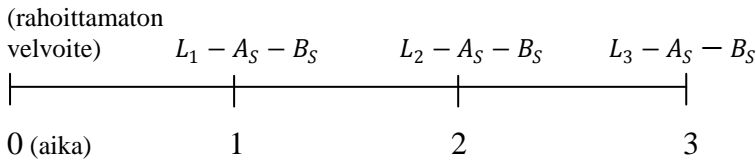
Vaihe 2.

Kassavirta velkakirjasta B valitaan tyydyttämään velvoite L_4

Rahoittamaton velvoite = $L_4 - A_S$

Kuponkimaksut = B_S ; Peruspääoma = B_P ja $B_S + B_P = L_4 - A_S$

Rahoittamatta jää seuraavat velvoitteet:



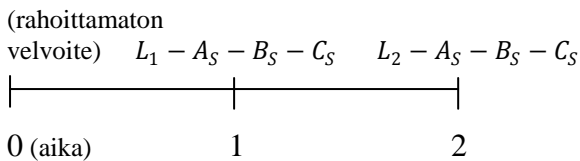
Vaihe 3.

Kassavirta velkakirjasta C valitaan tyydyttämään velvoite L_3

Rahoittamaton velvoite = $L_3 - A_S - B_S$

Kuponkimaksut = C_S ; Peruspääoma = C_P ja $C_S + C_P = L_3 - A_S - B_S$

Rahoittamatta jää seuraavat velvoitteet:



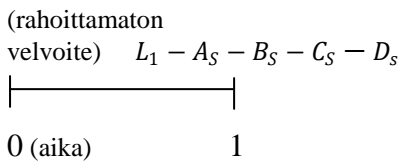
Vaihe 4.

Kassavirta velkakirjasta D valitaan tyydyttämään velvoite L_2

Rahoittamaton velvoite = $L_2 - A_S - B_S - C_S$

Kuponkimaksut = D_S ; Peruspääoma = D_P ja $D_S + D_P = L_2 - A_S - B_S - C_S$

Rahoittamatta jää seuraavat velvoitteet:



Vaihe 5: Valitaan velkakirja E jonka kassavirta on $L_1 - A_S - B_S - C_S - D_S$

Edellä mainitut erot monen periodin immunisoinnin ja kassavirtakohdistuksen välillä saattavat suosia kassavirtakohdistusta. Emme ole kuitenkaan huomioineet strategioiden välistä suhteellista kustannusta. Käyttäen arviointivälineenä alkuperäisen portfolion kustannusta, on investointiteknologiaan erikoistunut konsulttiyhtiö Gifford Fong Associates selvittänyt, että hyvän luottoluokituksen omaavien yritysten velkakirjoista muodostettu kassavirtakohdistettu portfolio on rahamääräisesti mitattuna kustannuksiltaan 3-7 % kalliimpi, kuin vastaava monen periodin immunisoitu portfolio.

Syy miksi kassavirtakohdistus on kalliimpaa, johtuu yleensä siitä, että kassavirtakohdistus ei ole täydellistä. Tämä tarkoittaa, että rahavaroja joudutaan pitämään optimia enemmän likvideinä käteisvaroina velvoitteiden kattamiseksi. Optimointitekniikat mitä käytetään kassavirtakohdistuksen suunnittelussa olettavat, että ylimääräiset käteisvarat sijoitetaan maltillisella uudelleensijoituskorolla. Monen periodin immunisoinnissa kaikki uudelleensijoitustuotot on oletettu kiinnitetyksi korkeammalla tavoitetuotolla. Täten salkunhoitajan tulee päättää preferoiko hän saavutettavissa olevaa alempaa kustannusta vai pienempää riskiä sille, että velvoitteet tulevat täytettyä. Salkunhoitajalla saattaa olla myös oikeus käyttää SWAP-sopimuksia parantaakseen portfolion tuottoa, eläkevakuutusyhtiöissä SWAP-sopimuksia voidaan kuitenkin käyttää etupäässä vain suojaus tarkoituksissa. (Fabozzi 2007, 584.)

5.5 Rahoitusstrategioiden laajennukset

Aivan kuten aikaisemmin olemme jo todenneet voivat velvoitteet olla epävarmoja sekä ajoituksen, että rahamäärän suhteen. Tässä luvussa esitetyissä tekniikoissa on oletettu, että velvoitteet tunnetaan varmuudella molempien (ajoituksen ja rahamäärän) suhteen. Olemme siis olettaneet velvoitteiden olevan luonteeltaan deterministisiä. Esitetyt mallit ovat siten olleet ns. deterministisiä malleja, jotka olettavat, että velvoitteiden maksut ja saatavat kassavirrat tunnetaan varmuudella.

1980 luvun puolenvälin jälkeen on markkinoille tullut suuri määrä malleja, jotka pyrkivät mallinnatamaan todellista maailmaa aikaisempaa tehokkaammin, olettaen velvoitemaksut ja/tai saatavat kassavirrat epävarmoiksi. Näitä malleja kutsutaan stokastisiksi malleiksi ja yleisen katsauksen malleihin tarjoaa mm. Hiller ja Schaack (1990). Kyseiset mallit vaativat, että

salkunhoitaja käyttää jotakin korkomallia, mallia joka kuvaa korkojen todennäköisyysjakaumaa. Optimaaliset portfoliot ratkaistaan tämän jälkeen käyttäen matemaattista stokastista optimointia.

Stokastisten mallien monimutkaisuus on rajoittanut niiden käyttöä käytännössä mutta niiden käyttö on kuitenkin kasvanut salkunhoitajien tietotaidon kehittyessä mallien tarjoamien sovellusten suhteen. Markkinoilla on kasvava tietoisuus stokastisten mallien kyvystä vähentää todennäköisyyttä, että velvoitteista ei onnistuta vastaamaan halutulla tavalla ja mallien kyvystä vähentää uudelleen balansointiin liittyviä transaktiokustannuksia vähenevän uudelleen balansointitarpeen kautta. (Fabozzi 2007, 585.)

6. Lopuksi

Tämän työn tarkoituksena oli perehtyä kiinteätuottoisiin joukkovelkakirjalainainstrumentteihin, niiden hinnoitteluun ja niistä koostuvan sijoitussalkun hallintaan, erityisesti eläkevakuutusyhtiöiden näkökulmasta. Tarkastelu aloitettiin tutustumalla joukkovelkakirjalainojen perusominaisuuksiin ja terminologiaan niiden taustalla.

Käsittelimme joukkovelkakirjalainojen arvonmääräytymistä ja totesimme, että joukkovelkakirjalainainstrumentteja koskevista riskeistä, hintariskillä on merkittävä osa. Lainakirjojen hintariskin herkkyyttä korkotason muutoksille pystyimme mittaamaan duraation avulla.

Työssä käsiteltiin myös korkojen aikarakennetta ja sitä selittäviä teorioita, lisäksi esitettiin suomalaisen velkakirjasalkun hallinnan ammattilaisen Antti Ilmasen empiirisiä käytännön tutkimustuloksia velkakirjojen riskipremioiden käyttäytymisestä.

Työssä nostettiin esiin myös kiihtyvän inflaation mukanaan tuomia ongelmia ja todettiin, että kiihtyvä inflaatio johtaa helposti resurssien tehottomaan allokointiin ja aiheuttaa sijoittajalle tappioita reaalityttöjen laskiessa.

Lopuksi perehdyttiin velkakirjoista koostuvan velkakirjasalkun hallintaan. Duraatio osoittautui hyväksi korkoriskin mittariksi, mutta havaittiin, että se antaa hyvän arvion hinnanmuutoksista vain,

jos korkojen muutokset ovat suhteellisen pieniä. Duraation antamaa arviota korkoriskistä voidaan kuitenkin korjata konveksisuudella ja työssä todettiin, että sitä kannattaa myös käyttää, jos odotetaan korkojen muuttuvan voimakkaasti. Duraatio tarjosi oivan työkalun myös portfolion suojaamiseen korkoriskiltä immunisaation avulla. Myös muita erityisesti eläkevakuutusyhtiöiden käyttötarkoituksiin sopivia hallintakeinoja esiteltiin työssä. Huomattiin, että eläkevarojen vastuullinen mutta tehokas sijoittaminen velkakirjoihin vaati huolellista, tarkkaa ja hyvin laaja-alaista analysointia.

Tämän työn Liitteessä 1 esitetään vielä duraation ja konveksisuuden matemaattiset perustelut hieman tarkemmin ja mukana on myös muutama laajennussovellus. On muistettava, että vaikka tässä työssä esitetyt mallit ovat teoreettisia ja osa niistä melko yksinkertaisia, on laajemmat mallit käytössä eläkevaroillamme tehtäviä sijoituksia hoidettaessa käytännössä

LÄHDELUETTELO

Kirjallisuus:

Ang, A., Piazzesi, M., Wei, M. (2004). "What does the yield curve tell us about GDP growth".
NBER Working Paper no. 10672.

Bierwag, G. Kaufman, G. Toevs, A. (1981). "Bond Immunization and Stochastic Process Risk"
working paper, Center for Capital Market Research, University of Oregon, July.

Bierwag, G. Kaufman, G. Toevs, A. (1983). "Immunization Strategies for Funding Multiple
Liabilities" *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, March, pp. 113–124.

Bodie, Z. Kane, A. Marcus, A. (2005). *Investments* (6th ed.). New York: The McGraw-Hill

Bordo, M.D., Haubrich J.G. (2004). "The yield curve, recessions and the credibility of the
monetary regime: long run evidence 1875–1997". *NBER Working Paper* no. 1 0431.

Carleton, W.R., Cooper, I. (1976). "Estimation and Use of the Term Structure of Interest Rates".
Journal of Finance, September.

Cox, J., Ingersoll, J (Jr.), Ross, S. (1981). "A Reexamination of Traditional Hypotheses about the
Term Structure of the Interest Rates". *Journal of Finance*, September. pp. 769–799.

Crabbe, L. (1995). "A Framework for Corporate Bond Strategy" *Journal of Fixed Income*, June,
pp. 15–25.

Culbertson, J.M. (1957). "the Term Structure of the Interest Rates". *Quarterly Journal of Economics*,
November, pp. 489–504.

Elton, E.J., Gruber, M. (1987). *Modern portfolio Theory and Investment Analysis*, 3rd edition. New
York, John Wiley & Sons.

- Estrella, A., Mishkin F.S. (1996). "The yield curve as a predictor of U.S. recessions".
Current Issues in Economics and Finance 2:7, June. Federal Reserve Bank of New York.
- Fabozzi, F. (2007). Bond Markets, Analysis and Strategies (6th ed.). New Jersey: Pearson Education
- Fabozzi, F. Martellini, L. Priault, P. (2005). "Exploiting Predictability in the Time-Varying Shape of the Term Structure of Interest Rates" Journal of Fixed Income, June, pp. 40–53.
- Fama, E.F. (1976). "Forward Rates as Predictors of Future Spot Rates". Journal of Financial Economics, Vol.3, No.4. pp. 361–377.
- Fong, G. Vasiced, O. (1984). "A Risk Minimizing Strategy for Multiple Liability Immunization" Journal of Finance, December, pp. 1541–1546.
- Haubrich, J.G., Dombrosky A.M. (1996). Predicting real growth using the yield curve.
Federal Reserve Bank of Cleveland, Economic Review 32:1, 26–35.
- Hicks, J. (1946). "Value and Capital: An Inquiry into some Fundamental Principles of Economic Theory". Oxford, Oxford University Press.
- Hiller, R. Schaack, C. (1990). "A Classification of Structured Bond Portfolio Modeling Techniques" Journal of Portfolio Management, Fall, pp. 37–48.
- Homer, S. Liebowitz, M. (1972). Inside the Yield Book: New Tools for Bond Market Strategy.
(Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall).
- Ilmanen, A. (2005). "Overview of Forward Rate Analysis" Chapter 8 in Frank J. Fabozzi (ed.), The Handbook of Fixed Income Securities. New York, NY:McGraw Hill.
- Jones, F. (1991). "Yield Curve Strategies" Journal of Fixed Income , September, pp. 43–41.

- Kuosmanen, P. (2005). Osakemarkkinoiden korkoherkkyys Suomessa (Interest Rate Sensitivity of Stock Markets in Finland). University of Vaasa, Department of Economics Working Papers 4, 20 p.
- Litterman, R. Scheinkman, J. (1991). "Common Factors Affecting Bond Returns" *Journal of Fixed Income* , June, pp. 54–61
- Longstaff, F. A., Mithal, S., Neis, E.(2005). "Corporate Yield Spreads: Default Risk or Liquidity? New Evidence from the Credit Default Swap Market". *The Journal of Finance*, vol. LX, no. 5, s. 2213–2253.
- Luenberger, D. (1998). *Investment Science*. New York: Oxford University Press
- Lutz, F. (1940). "Term Structure of the Interest Rates". *Quarterly Journal of Economics* 55, 36–63.
- Malkiel, G. Burton. (1962). Expectations, Bond Prices, and the Term Structure of Interest Rates. *Quarterly Journal of Economics*, no.3, 197–218.
- Modigliani, F., Sutch, R. (1966). "Innovations in Interest Rate policy" *American Economic review* 56, pp.178–197.
- Nasseh, A., Strauss, J. (2000). Stock Prices and Domestic and International Macroeconomic Activity: A Cointegration Approach. *Quarterly Review of Economics and Finance* 40, 229–245.
- Nelson, C. (1979). "the Term Structure of the Interest Rates: Theories and Evidence". *North Holland Handbook of Financial Economics*, 123–138.
- Nikkinen, J. Rothovius, T. Sahlström, P. (2002). *Arvopaperisijoittaminen*. 1.painos. Vantaa: WSOY
- Niskanen, J. Niskanen, M. (2003). *Yritysrahoitus*. 3. painos. Helsinki: Edita.
- Reddington, F.M. (1952). "Review of the Principle of Life Office Valuation" *Journal of the Institute of Actuaries*, pp. 286–340.

Reitano, R. (1991). "Multivariate Immunization Theory" Transactions of the Society of Actuaries, vol.XLIII.

Reitano, R. (1992). "Non-Parallel Yield Curve Shift and Immunization" Journal of Portfolio Management, Spring, pp. 36–43.

Ross,S. Westerfield,R. Jaffe,J. (2005). Corporate Finance (7th ed.). New York: The McGraw-Hill.

Tuomi, P. (2000). Korkojen aikarakenteen yhteys tulevaan inflaatioon. Valtiovarainministeriö, keskustelualoitteita, No.63.

Internet-lähteet:

Hurri, J. (2008). Inflaation kiihtyminen murskasi korkosijoittajan. www.taloussanomat.fi

Työeläkevakuuttajat TELA ry. www.tela.fi

Suomen Pankki. www.suomenpankki.fi

Liite 1: Duraation ja konveksisuuden matemaattinen perustelu (Lähde: Luenberger 1998, 57 – 96.)

Velkakirjalle jolle maksetaan vuosittainen kuponki:

$$P = \sum_{t=1}^T C_t (1 + \lambda)^{-t} \quad , \text{missä}$$

P = velkakirjan hinta
 C_t = Kassavirta hetkellä t
 C_T = Kuponkimaksu + Nimellisarvo
 λ = Tuottovaatimus
 T = Maturiteetti

(1)

mitä tapahtuu velkakirjan hinnalle jos tuottovaatimus muuttuu?

$$\frac{\partial P}{\partial \lambda} = \sum_{t=1}^T -t C_t (1 + \lambda)^{-t-1} \rightarrow \frac{1}{1 + \lambda} \left[\sum_{t=1}^T -t C_t (1 + \lambda)^{-t} \right]$$

(2)

jaetaan yhtälö (2) hinnalla P

$$\frac{\partial P / \partial \lambda}{P} = \frac{1}{1 + \lambda} \frac{\left[\sum_{t=1}^T -t C_t (1 + \lambda)^{-t} \right]}{P} \rightarrow \frac{\partial P / P}{\partial \lambda / (1 + \lambda)} = -D$$

(3)

$-D$ (duraatio)

D on Macaulayn duraatio, sama kuin velkakirjan hinnan ja tuottoasteen välinen jousto.

Modifioitu Duraatio:

$$\frac{\partial P / \partial \lambda}{P} = \frac{1}{1 + \lambda} D \rightarrow \partial P = -D_M * P * \partial \lambda \text{ tai } \Delta P = -D_M * P * \Delta \lambda$$

D_M

(4)

!Validi pienillä tuottoasteen muutoksilla!

Esimerkki laskelmista:

Vuotuista kuponkikorkoa saava velkakirja jonka maturiteetti on tasan 5 vuotta, nimellisarvo 1000 € ja kuponkikorko 13,75% vuotuinen absoluuttinen kuponkimaksu siis 137,5 €.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Periodi	TV1: Tuottovaatimus 1. (%)	Diskontattu kassavirta	(3)/PV	(1)*(4)	TV2. (%)	Disk.CF2	TV3. (%)	Disk.CF3
1.	7,6	128	0,1	0,1	7,1	128	8,1	127
2.	7,6	119	0,1	0,19	7,1	120	8,1	118
3.	7,6	110	0,09	0,27	7,1	112	8,1	109
4.	7,6	103	0,08	0,33	7,1	105	8,1	101
5.	7,6	789	0,63	3,16	7,1	807	8,1	771
		PV=1248		D=4,05		PV=1271		PV=1224

Alkuperäinen tuottovaatimus on 7,6 % ja tällöin hinta on 1248 €.

Tuottovaatimuksen muuttuessa 50 korkopistettä alkuperäistä pienemmäksi (sarake 6) ja suuremmaksi (sarake 8) muuttuu velkakirjan hinta:

↓50 korkopistettä → PV kasvaa arvoon 1271 (1,9 % ↑)

↑50 korkopistettä → PV pienenee arvoon 1224 (-1,86 % ↓)

ero yhteensä 3,76 % (Modifioitu Duraatio)

Macaulayn Duraatio on = -4,05 (sarake 5)

Modifioitu Duraatio = $-(1 + 0,076)^{-1} * 4,05 = -3,76$

$\Delta P = -3,76 * P * \Delta \lambda$

1 % tuottovaatimuksen ($\Delta \lambda = + 0,00076$) lisäys johtaa hinnan laskuun

$\Delta P = -3,76 * 1248 * 0,00076 = -3,57$

1 % tuottovaatimuksen ($\Delta \lambda = - 0,00076$) vähentyminen johtaa hinnan nousuun

$\Delta P = -3,76 * 1248 * -0,00076 = 3,57$

Nollakuponkivelkakirjalle pätee

$$P = F(1 + \lambda)^{-T}, \text{ missä } F = \text{nimellisarvo} \quad (5)$$

otetaan derivaatta tuottovaatimuksen suhteen ja jaetaan yhtälö hinnalla P

$$\frac{\partial P / \partial \lambda}{P} = \frac{1}{1 + \lambda} \frac{[-TF(1 + \lambda)^{-T}]}{P} \quad (6)$$

sijoitetaan yhtälö (5) hakasulkeiden sisään yhtälöön (6) ja saadaan

$$\frac{\partial P / \partial \lambda}{P} = \frac{-T}{1 + \lambda} \rightarrow \frac{\partial P / P}{\partial \lambda / (1 + \lambda)} = -T$$

Nollakuponkivelkakirjan Duraatio on yhtä kuin sen jäljellä oleva maturiteetti.

Ikuiselle lainalle eli perpeuteettilainalle (Perpetual bond) pätee:

$$PV = \frac{C}{\lambda} \quad \text{ja} \quad \text{Duraatio} = \frac{1 + \lambda}{\lambda}$$

Lisää duraatiokaavoja erilaisille velkakirjoille löytyy esim. teoksesta Bodie, Z. Kane, A. Marcus, A. (2005). Investments (6th ed.) sivuilta 529-531.

Konveksisuus

$$CONV = \frac{1}{P} \frac{\partial^2 P}{\partial \lambda^2} \quad \text{tai} \quad P * CONV = \frac{\partial^2 P}{\partial \lambda^2}$$

$$P = \sum_{t=1}^T C_t (1 + \lambda)^{-t} \quad , \quad \frac{\partial P}{\partial \lambda} = \sum_{t=1}^T -t C_t (1 + \lambda)^{-t-1}$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial^2 \lambda} = \sum_{t=1}^T t(t+1)C_t(1+\lambda)^{-t-1-1} = (1+\lambda)^{-2} \sum_{t=1}^T t(t+1)C_t(1+\lambda)^{-t}$$

nyt siis

$$P * CONV = (1+\lambda)^{-2} \sum_{t=1}^T t(t+1)C_t(1+\lambda)^{-t}$$

$$\Delta P = -D_M P \Delta \lambda + P * CONV \frac{1}{2} (\Delta \lambda)^2$$

Portfolion duraatio, kun portfolio muodostuu kahdesta velkakirjasta joilla on sama tuottovaatimus (λ):

$$D^A = \frac{\sum_{t=1}^n tPV_t^A}{P^A} \quad ja \quad D^B = \frac{\sum_{t=1}^n tPV_t^B}{P^B}$$

Kirjoitetaan uudelleen muotoon

$$P^A D^A = \sum_{t=1}^n tPV_t^A \quad ja \quad P^B D^B = \sum_{t=1}^n tPV_t^B$$

laskemme duraatiot yhteen ja kirjoitamme

$$P^A D^A + P^B D^B = \sum_{t=1}^n tPV_t^A + \sum_{t=1}^n tPV_t^B \tag{7}$$

Portfolion hinta on $P = P^A + P^B$

Jakamalla yhtälö (7) portfolion hinnalla saadaan portfolion duraatioksi:

$$D = \frac{P^A}{P} D^A + \frac{P^B}{P} D^B = \frac{\sum_{t=1}^n t PV_t^A + \sum_{t=1}^n t PV_t^B}{P}$$

Aikarakenne

Duraation käsite voidaan laajentaa myös korkojen aikarakenteen viitekehukseen.

Korkosidonnaisina instrumentteina kuponkilainat ovat luonnollisesti maturiteetistaan riippuen hyvinkin herkkiä arvottamisen perustana olevan korkorakenteen muutoksien suhteen. Jottei tämä argumentti jäisi epäselväksi, tarkastellaan nimellisarvon F ja maturiteetin N omaavaa kuponkilainaa joka takaa juoksuajanaan haltijalleen kuponkimaksuvirran $\{c_1, \dots, c_N\}$. Yksinkertaistamisen takia oletetaan myös, että jatkuvien spot-korkojen korkorakenne $\{s_t\}_{t \in [0, T]}$ on tunnettu. Talloin kuponkilainan generoiman kassavirran nykyarvo on:

$$PV = \sum_{k=1}^N c_k e^{-s_k k} + F e^{-s_N N}. \quad (8)$$

Tämän nykyarvon korkoherkkyyden mittaamiseksi tarkastellaan nyt kuponkilainan generoiman kassavirran nykyarvoa muunnetun korkokäyrän $\{s_t + \lambda\}_{t \in [0, T]}$ suhteen, missä λ on ns. tasosiirtymä. Tällöin nykyarvo on muotoa:

$$P(\lambda) = \sum_{k=1}^n c_k e^{-(s_k + \lambda)k} + F e^{-(s_N + \lambda)N}, \quad P(0) = PV$$

Derivoimalla saadaan

$$P'(\lambda) = -\sum_{k=1}^N k c_k e^{-(s_k + \lambda)k} - N F e^{-(s_N + \lambda)N} \quad (9)$$

jolloin huomataan, että kuponkilainan prosentuaalinen herkkyys (eli logaritminen derivaatta) korkokäyrän infinitesimaalisten muutoksien suhteen eli ns. **Fisherin ja Weil' in duraatio** on muotoa

$$D_{FM} = \frac{1}{PV} [\sum_{k=1}^N k c_k e^{-s_k k} + N F e^{-s_N N}] \quad (10)$$

Tämän käsitteen yleistys diskreetin korkokäyrän tapaukseen on ns. **kvasi-modifioitu duraatio**, joka on muotoa:

$$D_Q = \frac{1}{PV} \left[\sum_{k=1}^N \frac{kc_k}{(1+s_k)^{k+1}} + \frac{NF}{(1+s_N)^{N+1}} \right] \quad (11)$$

, missä

$$P(\lambda) = \sum_{k=1}^N \frac{c_k}{(1+s_k+\lambda)^k} + \frac{F}{(1+s_N+\lambda)^N}, \quad P(0) = PV$$

Huomautus: Edellä määritellyt duraatiot näyttelevät tärkeätä roolia myös kassavirtojen nykyarvojen approksimoinnissa, sillä jos tasosiirtymä λ on pieni, niin silloin väliarvolauseen nojalla $P(\lambda) \approx PV + P'(0)\lambda = (1 - D \lambda)PV$,

missä D on joko Fisherin ja Weil'in duraatio tai kvasi-modifioitu duraatio korkokäyrän rakenteesta riippuen. On kuitenkin syytä painottaa, että tämän approksimaation tarkkuus on erittäin voimakkaasti tasosiirtymän luonteesta sekä kuponkilainan maturiteetista riippuva.