

Janne Kanervo

Yrityksen korkoriskin hallinta

Duraatioanalyysi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Tradenomi

Liiketalouden koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2014

Tekijä(t) Otsikko	Janne Kanervo Yrityksen korkoriskin hallinta
Sivumäärä Aika	41 sivua + 1 liitettä 22.4.2014
Tutkinto	Tradenomi
Koulutusohjelma	Liiketalouden koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Talous ja rahoitus
Ohjaaja(t)	Tuntiopettaja Marjo Koistinen
<p>Tämä opinnäyteyö käsitteli yrityksen korkoriskin hallintaa arvioimalla portfolioon kohdistuvaa korkoriskiä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten korkoriskin vaikutusta yritykseen voidaan mitata ja miten niiden vaikutusten laajuutta voidaan hallita.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin korkoriskin mittaamiseen käytettäviä keinoja ja niiden erilaisia soveltamistarkoituksia. Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena ja tutkimusmenetelmänä toimi duraatioanalyysi. Duraatioanalyysi toteutettiin fiktiivisen portfolioon pohjalta, sillä yritykset eivät olleet halukkaita luovuttamaan rahoitustietojaan edes salluun opinnäytetyöhön.</p> <p>Tutkimustulokset osoittivat, että kirjallisuudessa esiteltyjä mittausten menetelmiä käyttämällä korkoriskin laajuutta on mahdollista arvioida kattavasti. Tehokas arviointi sisältää tietämyksen kunkin mittaustekniikan rajoituksista ja asianmukaisista tavoista, joilla näihin rajoituksiin voidaan varautua. Eri menetelmiä harkittaessa on myös olennaista kiinnittää huomiota paitsi niiden tekniseen soveltuvuuteen, myös soveltuvuuteen tilanteisiin, joissa halutaan simuloida hyvin realististen markkinatilanteiden vaikutuksia eri mittaustekniikoilla saatuihin tuloksiin.</p> <p>Duraatioanalyysi soveltuu yrityksen korkoriskin mittaamiseen erityisesti jalostuneemmissa muodoissaan, joista key rate -duraatiotekniikka tarjoaa realistisimman kuvan portfolioon arvomuutoksesta suhteessa markkinoiden käyttäytymiseen.</p>	
Avainsanat	Korkoriski, duraatioanalyysi, key rate -duraatio, portfolio

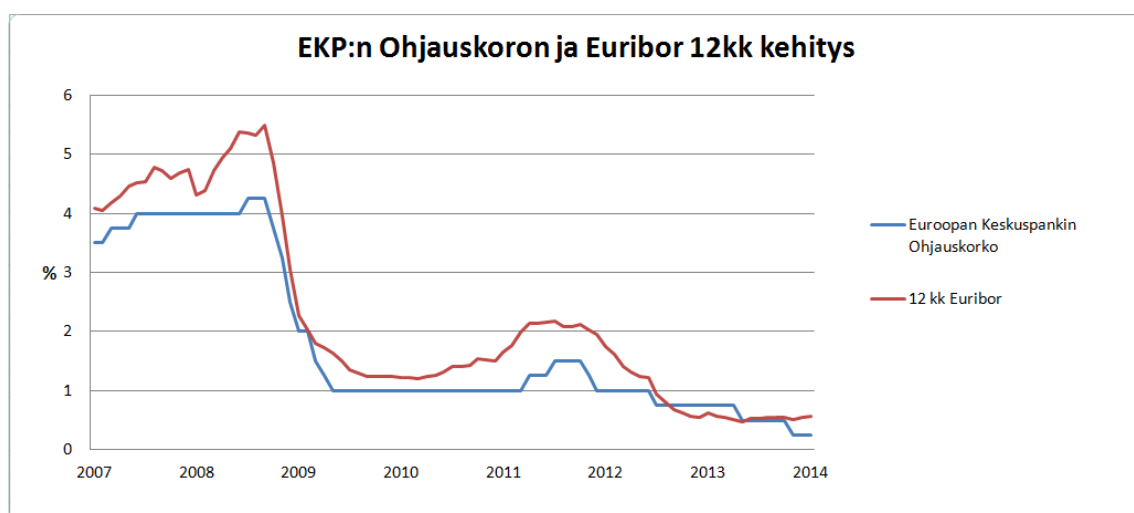
Author(s) Title	Janne Kanervo Managing the Interest Rate Risk in a company
Number of Pages Date	41 pages + 1 appendices 22 April 2014
Degree	Bachelor of Business Administration
Degree Programme	Economics and Business Administration
Specialisation option	Accounting and Finance
Instructor(s)	Marjo Koistinen, Lecturer
<p>The present thesis investigated the management of interest rate risk concerning the portfolio of a company. The aim of the study was to find out how the effect of interest rate risk to a company can be measured and how this effect can be controlled.</p> <p>In the theoretical part of the thesis the methods used for measuring interest rate risk and their applications were presented. The study was carried out as a qualitative research and duration analysis was utilized as the detection method. The duration analysis was based on fictional portfolio data as companies were not willing to provide their financing information despite the possibility of a confidential research.</p> <p>The research results displayed that by applying the measuring methods introduced in the theoretical literature the effect of interest rate risk can be comprehensively assessed. Effective assessment requires knowledge of the limitations of each measuring technique and the appropriate ways to adjust to these limitations. Concerning the different methods it is important to pay attention not only to their technical suitability, but also to their suitability for simulating the effects of various market scenarios to the results from different measuring methods.</p> <p>Duration analysis is applicable for measuring interest rate risk especially in its more advanced forms. Key rate duration technique offers perhaps the most realistic view of the changes of a portfolio's value relating to changes in the market.</p>	
Keywords	Interest rate risk, duration analysis, key rate duration, portfolio

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn taustat	2
1.2	Tutkimuksen tavoite, tutkimusongelmat ja aiheen rajaus	2
1.3	Tutkimusmenetelmä	3
2	Korkoriskin vaikutus	3
2.1	Korkovirtariski	4
2.2	Hintariski	4
2.3	Korkoriskielementtien tasapaino	4
3	Korkoriskin mittaaminen	5
3.1	Velkakirjojen hintavolatiliteetti	7
3.2	Duraatio	9
3.2.1	Macauleyn duraatio	10
3.2.2	Modifioitu duraatio	15
3.2.3	Konveksisuus	17
3.3	Tuottokäyrän muutoksen vaikutus korkoriskiin	20
3.4	Portfolioduraatio	21
3.5	Key rate -duraatio	23
4	Korkoriskin hallintainstrumentit	25
4.1	Korkojohdannaiset	25
4.1.1	Koronvaihtosopimus	26
4.1.2	Korkotermini ja korkofutuuri	28
4.1.3	Korko-optio	30
5	Case Yritys X	32
6	Johtopäätökset	39
7	Yhteenveto ja arviointi	40
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Velkaportfolion duraatiopohjaisten tunnuslukujen kalkuloiminen	

1 Johdanto

Koska jokainen yritys, jolla on taseessaan velkaa tai sijoituksia, altistuu korkoriskille, voidaan perustellusti sanoa ilmiön vaikuttavan – joitain velanottoa itsetarkoituksellisesti karttavia perheyriytyksiä lukuun ottamatta – käytännössä jokaiseen yritykseen ja olevan täten hyvin olennainen ja vaikutuksiinsa nähden usein aliarvioitu osa yrityksen kokonaisriskipositiota. Korkoriskiä voidaan myös pitää ajankohtaisena osana yrityksen riskienhallintaa muun muassa vallitsevasta taloustilanteesta johtuen. Vuonna 2008 Yhdysvaltojen asuntomarkkinakuplan puhkeamisesta alkanut ja globaaliksi taantumaksi levinnyt talouden laskusuhdanne on johtanut muun muassa Euroopan keskuspankin (EKP) elvyttävään korkopolitiikkaan. Investointien ja lainaamisen indusoimiseksi EKP:n ohjauskorko on marraskuussa 2013 laskettu kaikkien aikojen matalimmalle tasolle 0,25 prosenttiin.



Kuvio 1. Euroopan keskuspankin ohjauskoron ja 12 kk Euribor-koron kehitys 2007–2014 (Suomen Pankki, 2014).

Korot ovat olleet poikkeuksellisen matalalla tasolla edeltävät viisi vuotta, minkä voidaan katsoa olevan omiaan aiheuttamaan perusteetonta tottumista matalaan, muuttumattomaan korkotasoon. Tämä voi aiheuttaa yrityksen rahoitusosaston tuudittautumisen tunteeseen, että lainarahaa on jatkuvasti saatavilla matalalla korolla. Koska maailmantalous on syklistä, johtaa talouden luonnollinen flukтуаatio jossain vaiheessa taantumän väistämättömään päättymiseen ja talouskasvuun. Jos talouskasvu realisoituu aikanaan erittäin voimakkaana suhteessa lyhyellä aikavälillä, on riski talouden ylikuumentumiselle olemassa. Talouden ylikuumentumista vastaan EKP voi taistella muun muassa nos-

tamalla ohjauskorkoaan, mikä käytännössä suoraan vaikuttaa pankkien ja muiden rahalaitosten myöntämien lainojen korkoihin. Jos yrityksen korkoriskinhallinta muuttuvassa korkoympäristössä passivoituu, voi korkojen noususta aiheutua katastrofaaliset seuraukset. Tutkin tässä työssä yrityksen korkoriskinhallinnassa huomioitavia seikkoja ja niiden syitä.

1.1 Työn taustat

Korkoriski valikoitui opinnäytetyöni aiheeksi luettuani opinnäytetyön kirjoittamiseen liittyvän kehitys- ja tutkimustyön kurssilla arvostelutarkoituksessa erään valuuttakurssiriskiä käsittelevän opinnäytetyön. Valuuttakurssiriski tuntui tuolloin mielenkiintoiselta aiheelta, mutta varsin nopeasti huomasin korkoriskin ja sen hallinnan olevan monissa yrityksissä suhteessa valuuttariskinhallintaan perinteisesti heikommin tunnettu alue, jolle on totuttu asettamaan valuuttariskiä vähemmän painoarvoa.

Jäin pohtimaan korkoriskinhallinnan olennaisinta ongelmaa, eli riskiposition kartoitusta, sekä erityisesti valideinta ja tehokkainta tapaa mitata korkoriskiä. Monimutkaisia riskinhallintainstrumentteja voidaan kehittää yksi toisensa jälkeen, mutta tärkeämpää kuin tällaisten usein parhaimmillaankin marginaalista lisähyötyä tuovien tuotteiden jalostaminen, on huolehtia riskin mittaamisen laadukkaasta toteutuksesta. Vaikka määritelty riski haluttaisiin ja onnistuttaisiin täysin neutraloimaan, on työ valunut hukkaan, jos riskin mittaamista ei ole alkujaan suoritettu riittävän hyvin ja osa korkoriskipositiosta on suojaustoimenpiteiden jälkeen todellisuudessa auki.

1.2 Tutkimuksen tavoite, tutkimusongelmat ja aiheen raja

Tutkimuksen tavoite on esitellä korkoriski ilmiönä ja selventää sen merkitystä yrityksen toiminnan kannalta. Tutkimusongelmia ovat seuraavat:

1. Miten korkoriski vaikuttaa yritykseen?
2. Miten yrityksen korkoriskiä voidaan arvioida ja mitata?
3. Millaisia riskinhallintastrategioita ja instrumentteja voidaan käyttää korkoriskin hallintaan mittaustulosten pohjalta?

Tutkimusongelmien ydin on löytää mielekkäimmät menetelmät korkoriskin mittaamiseen ja näillä menetelmillä saavutettujen tulosten pohjalta pohtia ratkaisua yrityksen korkoriskiposition muokkaamiseen erilaisten suojausstrategioiden ja sijoitusinstrumenttien avulla.

1.3 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyön tutkimus on tyypiltään deskriptiivinen eli tietoja kokoava. Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena eli laadullisena tutkimuksena, jossa tutkimusmenetelmänä käytettiin duraatioanalyysiä.

Koska duraatioanalyysin toteuttamiseksi vaadittava data koostuu erittäin yksityiskohtaisesta ja arkaluontoisesta tiedosta koskien yrityksen korollista vierasta pääomaa, ei dataa onnistuttu hankkimaan todelliselta yritykseltä. Näin ollen laskelmissa käytetään esimerkkiyrityksenä fiktiivistä Yritys X:ää, jonka taloudelliset tiedot on muodostettu tutkimusta varten.

2 Korkoriskin vaikutus

Korkoriskiä tarkasteltaessa voidaan sen yritykseen kohdistuva vaikutus jakaa sillä perusteella, käsitelläänkö finanssierä kuten korolliset lainat ja sijoitukset, joiden arvot ovat suoraan riippuvaisia korkotasosta, vai operatiivisen liiketoiminnan tulosta ja arvoa, johon korkotaso ja sen vaihtelut vaikuttavat välillisesti. Tarkasteltaessa finanssierä tulee huomioida korkoperuste ja korkosidonnaisuusaika. Korkoperusteella tarkoitetaan viitekorkoa, johon velan tai sijoituksen korkomaksut on sidottu, esimerkiksi kolmen kuukauden Euribor. Korkosidonnaisuusajalla tarkoitetaan periodia, jonka kuluttua suoritetaan tarkistus korkomaksussa, esimerkiksi kolmen kuukauden Euribor-korkoon sidottun lainan korko tarkastetaan ensimmäisen kerran kolmen kuukauden kuluttua lainan ottohetkestä. Korkosidonnaisuusaikaa ei tule sekoittaa maturiteettiin, joka kiinteäkorkoisella sijoituksella tai lainalla vastaa maturiteettia - sillä korkoa ei tarkisteta yksittäisen finanssierän aikana - mutta joka vaihtuvakorkoisessa instrumentissa siitä eroaa. (Kasanen ym. 1996, 169.)

2.1 Korkovirtariski

Yrityksen korkovirta tietyllä ajanjaksolla koostuu sijoitusluonteisista eristä saatavista korkotuotoista ja velkaeristä maksettavista korkokuluista. Korkojen laskiessa yritys, jolla on vaihtuvakorkoista tai korkosidonnaisuudeltaan muuten lyhytaikaiseksi sovittua lainaa taseessaan, hyötyy tilannekehityksestä madaltuneina korkokuluina. Yritys, jolla on vastaavin ehdoin sovittuja sijoituksia, saa jatkossa vähemmän korkotuottoja. (Kasanen ym. 1996, 170.)

Kiinteäkorkoisen velan tai saatavan korkovirtariski realisoituu sen uudelleenhinnoitteluajankohtana, jolloin alkuperäisen erän korkotasosta eriävä uusi korko vaikuttaa yrityksen korkovirtoihin. Suurimmillaan korkovirtariski on korkosidonnaisuusajan ollessa lyhyt. Esimerkiksi yhden kuukauden Euribor-korkoon sidotun velan korkomuutokset heijastuvat hyvin nopeasti yrityksen korkokuluihin. (Kasanen ym. 1996, 170.)

2.2 Hintariski

Korkotason muuttuessa muuttuu myös saatavan ja velan nyky- eli markkina-arvo. Korkotason noustessa kiinteäkorkoisen saatavan arvo laskee, koska velkakirjan nykyarvon laskemista varten kassavirtojen diskonttaamisessa käytettävä markkinakorko kasvaa. Hintariski on korkeimmillaan korkosidonnaisuuden ollessa pitkä. Jos velkojen korot on sidottu pitkäksi aikaa tiettyyn korkotasoon, altistutaan huomattavalle hintariskille, sillä jos markkinakorot laskevat, maksetaan velasta edelleen nykyistä vallitsevaa korkotasoa korkeampaa korkoa. Mitä pidemmästä korkosidonnaisuusajasta on kyse, sitä suurempi on ilmiön vaikutus esimerkiksi velan nykyarvoon. (Kasanen ym. 1996, 170.)

2.3 Korkoriskielementtien tasapaino

On olennaista ymmärtää, että jokaiseen velkakirjaan liittyy sekä korkovirtariskiä että hintariskiä. Esimerkiksi kuuden kuukauden Euribor-korkoon sidotun velan korkovirtariski realisoituu puolen vuoden kuluttua velanottohetkestä, kun korkoa ensimmäisen kerran tarkistetaan, ja toisaalta hintariskin näkökulmasta velan nykyarvo on riippuvainen muutoksista korkotasossa jo ennen kuuden kuukauden jakson päättymistä. Korkovirtariski on pienimmillään kiinteäkorkoisessa hyvin pitkän korkosidonnaisuusajan velkakir-

jassa ja sijoituksessa. Hintariski sen sijaan on pienimmillään koroltaan päivittäin tarkistettavassa yli yön -talletuksessa. (Kasanen ym. 1996, 171.)

Kun korkoriskiä pyritään minimoimaan, voidaan asiaa teoriassa lähestyä kahdesta näkökulmasta. Jos yritys esimerkiksi hankkisi kaiken rahoituksensa yli yön -markkinoilta, minimoisi se tuolloin hintariskinsä, mutta samalla korkovirtariski maksimoituisi. Koska harva yritys kestäisi tilannetta, jossa sen korkokulut tiedetään vain päivä kerrallaan, ei mainitunlainen strategia ole missään mielessä optimaalinen tai järkevä. (Kasanen ym. 1996, 172.)

Päinvastaisessa tilanteessa rahoitus voitaisiin hankkia esimerkiksi 20 vuoden kiinteäkorkoisina lainoina, jolloin korkovirtariski olisi pienimmillään, mutta vastaavasti hintariski olisi korkein mahdollinen. Lainojen korkokulut olisi ”jäädytetty” kahdeksikymmeneksi vuodeksi sovitulle tasolle riippumatta markkinakorkojen mahdollisista muutoksista, mutta korkomuutosten ilmetessä lainojen nykyarvo voisi vaihdella huomattavasti. Olisi täysin mahdollista, että yritys maksaisi esimerkiksi 19 viimeisen lainavuoden ajan markkinakorkoja merkittävästi korkeampaa korkoa veloilleen. (Kasanen ym. 1996, 172.)

Mainitut korkoriskinhallintastrategiat edustavat kokonaisratkaisuna enemmän näkemysten ottoa korkomarkkinoilla kuin varsinaista korkoriskin kokonaisvaltaista hallintaa. Lukuun ottamatta varsinaisia sijoitusyhtiöitä korkomarkkinoihin sijoittaminen yrityksen mahdollisesti mittavienkin lainojen suuruksilla summilla ei ole yritysten ydintoimintaa eikä näin ollen oletusarvoisesti niiden ydinosaamista. Korkoriskin molempien puolien tasapainottamiseksi tarkoituksessa, jossa pyritään suojaamaan tulosta, pääomia tai katteita, lienee järkevintä balansoidun kompromissin tekeminen korkovirtariskin ja hintariskin välillä.

3 Korkoriskin mittaaminen

Korkoriskin mittaamisen perusta on korkoriskin määrittely. Yhdelle yritykselle spekulatiivinen korkopositio voi toiselle yhtiölle olla suhteellisen riskitön. Jokaisen yrityksen tuleekin arvioida positionsa riskisyys omista lähtökohdistaan. Kun riski on määritelty, sen tekijöitä voidaan mitata ja tarpeellisia suojaustoimia voidaan arvioida ja toteuttaa. (Leach 1988, 31.)

Eräs tehokas tapa korkoriskiposition määrittelemiseksi on ylimmän johdon suorittama riskitavoitteiden määrittely. Tavoitteiden laatiminen voi osoittautua mitä vaikeimmaksi tehtäväksi, sillä jokaisella yrityksen osastolla saattaa olla omiin erikoisalueisiinsa liittyviä tavoitteita, jotka eivät välttämättä ole yrityksen kannalta yhteneviä optimaalisten kokonaistavoitteiden kanssa. Luotto-osasto saattaa esimerkiksi olla kiinnostuneempi korkoriskitransaktion luottokelpoisuudesta kuin sen hyödyllisyydestä riskinhallinnan suhteen. Tavoitteet saattavat erota myös samalla alalla toimivien yritysten välillä. Jotkin rahoitusyhtiöt pyrkivät tarkoituksellisesti korkoneutraaliin asemaan, toiset päätyvät tarkoituksellisesti avoimeen korkoriskipositioon ja ottavat näin ollen näkemystä korkomarkkinoiden suhteen pyrkien hyötymään ennakoimastaan markkinakehityksestä. (Leach 1988, 31–32.)

Tärkein tavoite kunkin yrityksen korkoriskinhallinnassa on hallita tiliä, joka on määritetty riskin pääindikaattoriksi. Indikaattoritilin valintaan vaikuttavat yrityksen velka- ja pääomarakenteet, niiden kriittisyys yrityksen tuottavuuden kannalta ja altistumistaso korkoriskille. Skaalan eri päissä ovat yhtäältä nettokorkokulujen ja toisaalta yhtiön nettoomaisuuden korkoriskialttiuden kontrollointi. Pääpiirteissään teollisuusyritykselle on optimaalista keskittyä nettokorkokulujen seurantaan johtuen tavallisesti varsin vähäisestä rahoitusomaisuudesta suurimman osan omaisuudesta ollessa käyttö- ja vaihtomaisuutta. Rahalaitoksen, jonka pääoma koostuu pääasiassa finanssivelasta ja finanssiomaisuudesta, lienee tarkoituksenmukaisempaa valvoa omaa pääomaa ja muita korkoherkkiä tilejä. Kartoittaessaan korkoriskin mittaustavot yrityksen tulee valita menetelmä, joka tuottaa tarpeellista informaatiota juuri sen omien riskienhallintatavoitteiden tyydyttämiseen. (Leach 1988, 32.) Rahalaitos voi koettaa kontrolloida korkoriskiään pyrkimällä velkojensa ja saataviensa korkoperusteiden ja -sidonnaisuusajkojen harmonisointiin. Teollisuusyrityksellä, jonka tase sisältää pääasiassa reaaliomaisuutta, kuvatuunlainen järjestely on erittäin hankala toteuttaa. (Kasanen 1988, 169.)

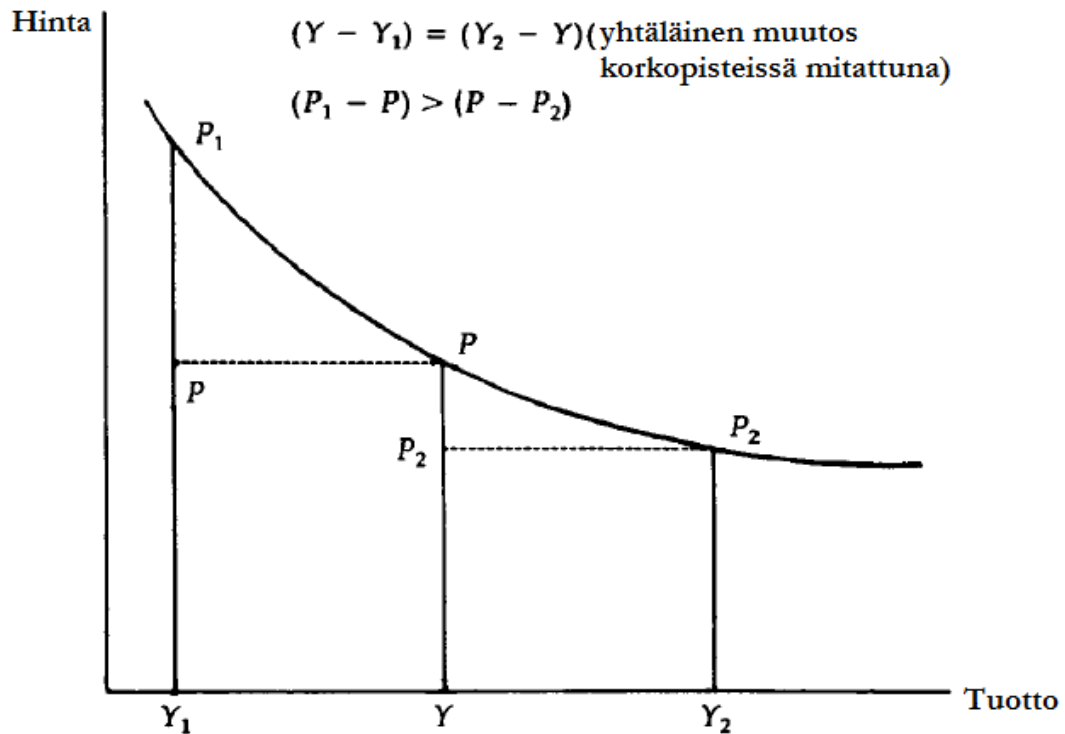
Korkoriskiä mitattaessa ei riitä, että tiedetään, milloin positio tuottaa tappiota, vaan tulee luonnollisesti myös tietää potentiaalisen tappion suurusluokka. Korkoposition mahdollisen valuuttamääräisen tappion mittaamisen onnistuneisuus riippuu tarkkuudesta, jolla korkotason epäsuotuisten muutosten vaikutus position kokonaisarvoon arvioidaan. Metodista, jolla positiolle epäsuotuisten korkotason muutosten jälkeistä arvoa mitataan valuaation avulla, kutsutaan niin sanotuksi täyden valuaation malliksi. Tällaiseen mittaustekniikkaan viitataan myös termeillä skenaario- ja simulaatioanalyysi. (Choudhry 2001, 2.)

Täyden valuaation avulla suoritettava simulaatioanalyysi pohjautuu rahoitusinstrumenttien tarkkojen nettonykyarvojen laskemiseen ja tuottaa täten täsmällistä tietoa korkotason muutosten vaikutuksista. Se myös kykenee vastaamaan tuottokäyrän ei-paralleelien siirtymien luomiin haasteisiin. (Irfanullah 2011.) Simulaatio voi toimia erinomaisena menetelmänä riskin arvioinnissa, mutta on vain niin tarkka kuin siinä käytetyt oletamat ovat. Se on huomattavan aikaa vievä metodi, jonka haastavuus ajankäytön suhteen rajoittaa sen tarkoituksenmukaisuutta päivittäisessä käytössä. Erityisesti monimutkaisen, mahdollisesti esimerkiksi optioita sisältäviä velkakirjoja käsittävän portfolion tapauksessa simulaatioanalyysi moninaisine eri tulevaisuusnäköymineen on erittäin vaativa ja raskas mittausmenetelmä toteutettavaksi. (Leach 1988, 33.)

Vaihtoehtona täyden valuaation pohjalta toteutettavalle simulaatioanalyysille voidaan turvautua arvioimaan korkotason muutoksen vaikutus korkopositiolle; suoritetaan siis likimääräinen arviointi tietynsuuruisen korkotason muutoksen vaikutuksesta position nykyarvoon. Tämä muutos voidaan likimääräisesti arvioida duraatioanalyysillä. Duraatioanalyysi on erittäin joustava menetelmä, joka mittaa yrityksen korkoriskiä pääsääntöisesti riittävän tarkasti, jotta perusteltuja riskinhallintapäätöksiä voidaan suorittaa. Menetelmän käyttö vaatii muita vaihtoehtoja enemmän kvantitatiivista osaamista, mutta vastineeksi se tuottaa erittäin käyttökelpoista informaatiota. (Leach 1988, 35.) Koska duraatioanalyysi on vakiintunut korkoriskinhallinnan perustyökaluksi johtuen sen tehokkuudesta ja asianmukaisesta tarkkuudesta, tässä opinnäytetyössä korkoriskin mittaamista tutkitaan pääasiassa duraatio-pohjaisten menetelmien näkökulmasta. Seuraavassa luvussa perehdytään tarkemmin duraation konseptiin ja duraatioanalyysin ominaisuuksiin. Jatkossa, jollei toisin mainita, velkakirjalla tarkoitetaan kiinteäkorkoista velkakirjaa, joka ei sisällä optioita.

3.1 Velkakirjojen hintavolatiliteetti

Kaikki kiinteäkorkoiset velkakirjat jakavat hintavolatiliteetin suhteen tietyjä ominaisuuksia. Velkakirjojen arvot liikkuvat vastakkaiseen suuntaan suhteessa markkinoiden korkotason kanssa, mutta prosentuaaliset arvonmuutokset eivät ole kaikkien velkakirjojen kesken identtisiä. Kuitenkin korkotason pienet muutokset heijastuvat velkakirjojen arvoon prosentuaalisesti samansuuruisina riippumatta muutoksen suunnasta.



Kuvio 2. Kiinteäkorkoisten velkakirjojen hintavolatiliteetin ominaisuuksia. (Fabozzi & Mann & Choudhry 2001, 59).

Sen sijaan korkotason suuret muutokset eivät vaikuta velkakirjojen arvoihin prosentuaalisesti samansuuruisina. Kun korkotasossa tapahtuu suuruusluokaltaan huomattava muutos, velkakirjan prosentuaalinen arvonnousu on prosentuaalista arvon laskua suurempi, kun korkotason muutos on molempiin suuntiin korkopisteissä laskettuna samansuuruinen. Jos asiaa tarkastellaan puhtaasti rahallisen tuottopotentialin näkökulmasta, korkea hintavolatiliteetti on sijoittajalle suotuisa ominaisuus. Näin voidaan sanoa olevan, sillä teoriassa erittäin suuressa otoksessa varianssin tasoittuessa tilastollisen satunnaisuuden elementti vähenee ja lopulta eliminoituu täysin. Nämä velkakirjojen hintavolatiliteettiin liittyvät ominaisuudet johtuvat tuottokäyrän konveksisesta muodosta. Tätä myöhemmin tarkemmin käsiteltävää ominaisuutta kutsutaankin konveksisuudeksi. Saman maturiteetin ja alkuperäisen korkotason omaavista velkakirjoista pienempää kuponkikorkoa maksavan velkakirjan hintavolatiliteetti on suurempi. Samaa kuponkikorkoa maksavista ja saman alkuperäisen korkotason omaavista velkakirjoista sillä, jolla on pidempi maturiteetti, on myös suurempi hintavolatiliteetti. (Fabozzi 1998, 60.)

Kuviosta 2 voidaan selvästi nähdä erityisesti kahden viime mainitun ominaisuuden riippuvuus velkakirjan tuottokäyrän konveksisuudesta. Käyrän muodosta voidaan myös huomata, että mitä matalammalla markkinakorot ovat, sitä suuremmalle arvonmuutok-

selle velkakirja altistuu annetun suuruista korkotason muutosta kohtaan. Velkakirjan arvonnousu siis kiihtyy korkojen jatkaessa laskuaan. Markkinakorot ovat joitain hyvin harvinaisia tilanteita lukuun ottamatta pääsääntöisesti positiivisia. Tästä johtuen varsinaista reaalista ansaintamahdollisuutta velkakirjan arvonnousun myötä hyvin matalien korkojen vallitessa ei ole, vaikka hintavolatiliteetti teoriassa tällöin onkin suurimmillaan. Tästä syystä ei ole täysin perusteetonta pitää velkakirjoja tuottomahdollisuuksien suhteen tietyssä määrin rajoittuneina sijoituskohteina korkojen ollessa hyvin matalalla. Ajatus sisältää olettan, jossa sijoittaja esim. ostaessaan 30 vuoden maturiteetin velkakirjan korkojen laskiessa mieluummin realisoi arvonnousun myymällä velkakirjan edelleen, kuin pitää velkakirjan koko maturiteettinsa ajan.

3.2 Duraatio

Duraatio eli tehokas juoksuaika tarkoittaa velkasitoumuksen hintaherkkyyttä suhteessa korkotason muutoksiin. Duraation avulla voidaan nopeasti arvioida nykyarvon muutokset pääsääntöisesti riittävällä tarkkuudella tilanteessa, jossa nykyarvon tarkan muutoksen laskemista diskonttaamalla kaikki velkakirjan kassavirrat ei haluta suorittaa. Puhuttaessa duraatiosta viitataan normaalisti Macaulayn duraatioon, erotuksena esimerkiksi modifioidusta duraatiosta. (Kasanen ym. 1996, 174.)

Duraation konseptin voidaan katsoa syntyneen, kun skotlantilainen professori Frederick Macaulay piti aiheita koskevan esityksen vuonna 1938. Tavoitteena oli kehittää kiinteäkorkoisen joukkovelkakirjan nykyarvon muutosta arvioimaan maturiteettia informatiivisempi menetelmä. (Tuhkanen 2006, 138, 140) Tavallinen kuponkivelkakirja palauttaa osan tuotostaan kuponkikorkona jo ennen maturiteettiaan. Kuponkivelkakirjan maturiteetti ei anna tietoa ennen maturiteettia palautettavan tuoton kokonaismäärästä, kassavirtojen ajoituksista tai suuruusluokasta, eikä näin ollen myöskään kuponkivelkakirjan hintaherkkyydestä korkotason muutoksille. Koska kahdesta muutoin identtisestä velkakirjasta korkeampaa kuponkikorkoa maksava velkakirja palauttaa suuremman osan tuotostaan ennen maturiteettiaan, sen arvo on teoriassa vähemmän riippuvainen korkotason myöhemmistä muutoksista. (Choudhry 2001, 158.)

Duraatioanalyysistä on sen kehittämisen jälkeen suhteellisen nopeasti tullut korkoriskinhallinnan standardityökalu. Tähän ovat johtaneet sen käytön verrattain helppous, ja toisin kuin muiden quick and easy –henkisten analyysitapojen tapauksessa, sen tuottama informaatio on korkoriskinhallinnan kannalta erittäin olennaista. Tehokkaalla ris-

kienhallintapäälliköllä tulee olla perinpohjainen ymmärtämys duraatioanalyysistä, tietämys sen additiivisuudesta ja menetelmän merkittävimmästä ongelmasta, konveksisuudesta, johon viitataan englanninkielisessä kirjallisuudessa myös termillä duration drift. (Leach 1988, 35.)

Korkotason muuttuessa myös duraatio muuttuu, joten tietyllä korkotasolla duraationeutraali korkopositio ei välttämättä ole duraationeutraali toisella korkotasolla. Korkotason muuttuessa yrityksen korkoposition rakenteen uudelleenarvioinnin ja muokkauksen sivuuttaminen johtaa passiiviseen korkonäkemyksen ottamiseen ja yrityksen korkorisiaseman muuttamiseen. Tästä syystä korkoriskin asianmukainen hallinta edellyttää jatkuvaa arviointia ja tarpeellisten suojaustoimenpiteiden suorittamista. (Leach 1988, 41.)

3.2.1 Macauleyn duraatio

Nimellistä maturiteettia parempi käsitys velkakirjan efektiivisestä maturiteetista saadaan laskemalla, missä ajassa velkakirja keskimäärin maksaa kassavirtansa. Johtuen rahan aika-arvosta kaikki velkakirjan kassavirrat eivät ole samanarvoisia, joten tarkempaan tulokseen päästään painottamalla kassavirtojen keskiarvoa niiden nykyarvoilla. Duraation mittausta suoritetaan siis vertaamalla, kuinka nopeasti velkakirja maksaa tuotonsa suhteessa muihin saman nimellisen maturiteetin omaaviin velkakirjoihin. Siinä missä duraatiota laskettaessa kassavirtojen painotuksessa käytetään velkakirjan markkinahintaa, arvopaperin painotettua juoksuaikaa laskettaessa painotukseen käytetään velkakirjan nimellisarvoa. Tämä ei kuitenkaan ole suositeltava tapa, kun kyseessä on riskienhallinta, sillä painotus nimellisarvon perusteella ei huomioi rahan aika-arvoa. (Leach 1988, 37.)

Macauleyn duraation matemaattinen kaava pohjautuu kuponkivelkakirjan nykyarvon kaavaan. Kuponkivelkakirjan nykyarvo lasketaan kaavalla

$$P = \frac{C}{(1+r)} + \frac{C}{(1+r)^2} + \frac{C}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C}{(1+r)^n} + \frac{M}{(1+r)^n} \quad (1)$$

jossa:

P = velkakirjan nykyarvo

C = kuponkikorko

M = velkakirjan nimellisarvo
 r = maturiteettituotto
 n = velkakirjan maturiteetti.

Useammin kuin kerran vuodessa kuponkikorkoa maksavan velkakirjan tapauksessa maturiteettituotto jaetaan kaavassa vuosittaisten kuponkimaksujen lukumäärällä. Esimerkiksi puolivuositain kuponkia maksavan velkakirjan tapauksessa diskonttaustekijä on muotoa $(1+r/2)$.

Duraation kaava johdetaan velkakirjan nykyarvon kaavasta 1 ottamalla siitä ensimmäinen derivaatta ja kertomalla molemmat puolet tekijällä $\frac{1}{P}$. Näin saatu kaava 2 ilmaisee likimääräisen nykyarvonmuutoksen korkotason pientä muutosta koskien.

$$\frac{\Delta P}{\Delta r} = \frac{(-1)C}{(1+r)^2} + \frac{(-2)C}{(1+r)^3} + \dots + \frac{(-n)C}{(1+r)^{n+1}} + \frac{(-n)M}{(1+r)^{n+1}}$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta r} = -\frac{1}{(1+r)} \times \left[\frac{1C}{(1+r)} + \frac{2C}{(1+r)^2} + \dots + \frac{nC}{(1+r)^n} + \frac{nM}{(1+r)^n} \right]$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta r} \times \frac{1}{P} = -\frac{1}{(1+r)} \times \left[\frac{1C}{(1+r)} + \frac{2C}{(1+r)^2} + \dots + \frac{nC}{(1+r)^n} + \frac{nM}{(1+r)^n} \right] \times \frac{1}{P} \quad (2)$$

Kaavan 2 oikeanpuoleinen hakasulkeissa oleva osuus on kassavirtojen maturiteettien keskiarvo nykyarvoilla painotettuna. Kun tämä tekijä jaetaan velkakirjan nykyarvolla, saadaan Macauleyn duraation määritelmä.

$$D = \frac{\frac{1C}{(1+r)} + \frac{2C}{(1+r)^2} + \dots + \frac{nC}{(1+r)^n} + \frac{nM}{(1+r)^n}}{P} \quad (3)$$

jossa

D = Macauleyn duraatio
 P = velkakirjan nykyarvo
 C = kuponkikorko
 M = velkakirjan nimellisarvo
 r = maturiteettituotto

n = velkakirjan maturiteetti.

Voidaan huomata, että duraatio on keskiarvo velkakirjan kassavirtojen nykyarvoilla painotetuista juoksuajoista. Duraation matemaattinen kaava voidaan esittää myös seuraavissa kahdessa muodossa.

$$D = \frac{\sum_{n=1}^n \frac{nC_n}{(1+r)^n}}{P} \quad (4)$$

Jossa

D = Macauleyn duraatio

C = velkakirjan kassavirta ajan n kuluessa

r = maturiteettituotto

n = velkakirjan maturiteetti.

$$D_I = \frac{\sum_{t=0}^n CFIt \times PZt \times t}{\sum_{t=0}^n CFIt \times PZt} \quad (5)$$

Jossa

D = Macauleyn duraatio

t = Aika

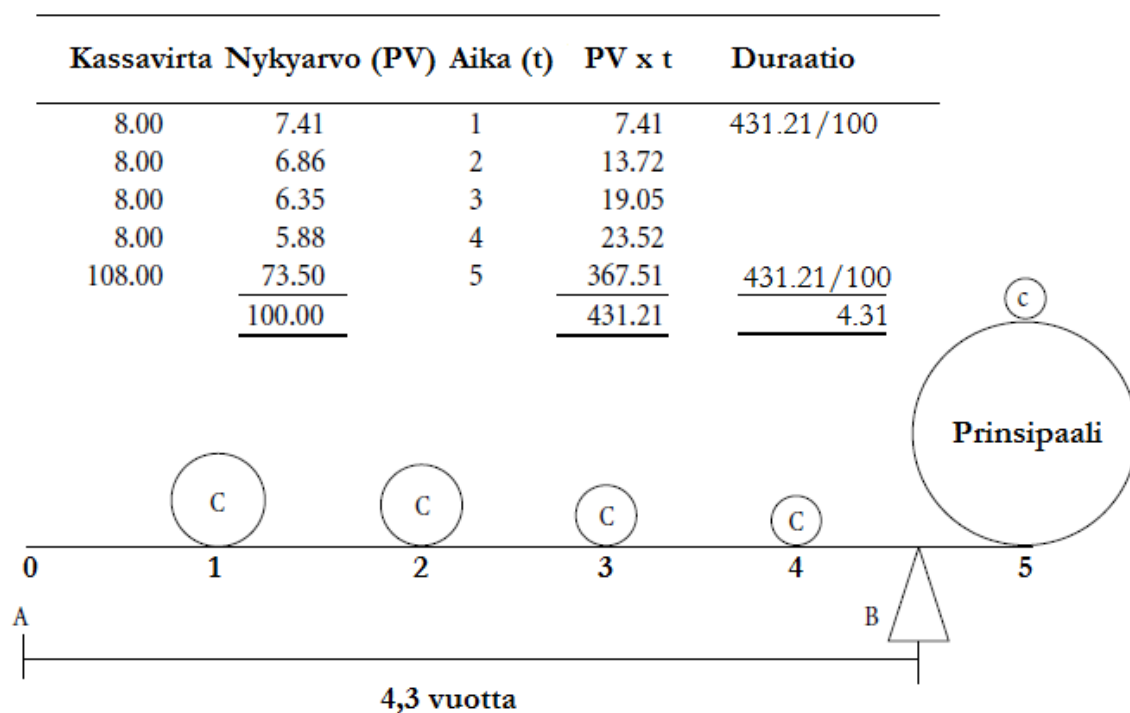
n = viimeinen kassavirtaperiodi

$CFIt$ = velkakirjan I kassavirta hetkellä t

PZt = hetkellä t erääntyvän nollakuponkivelkakirjan markkina-arvo. Lasketaan nollakuponkituottokäyrän perusteella.

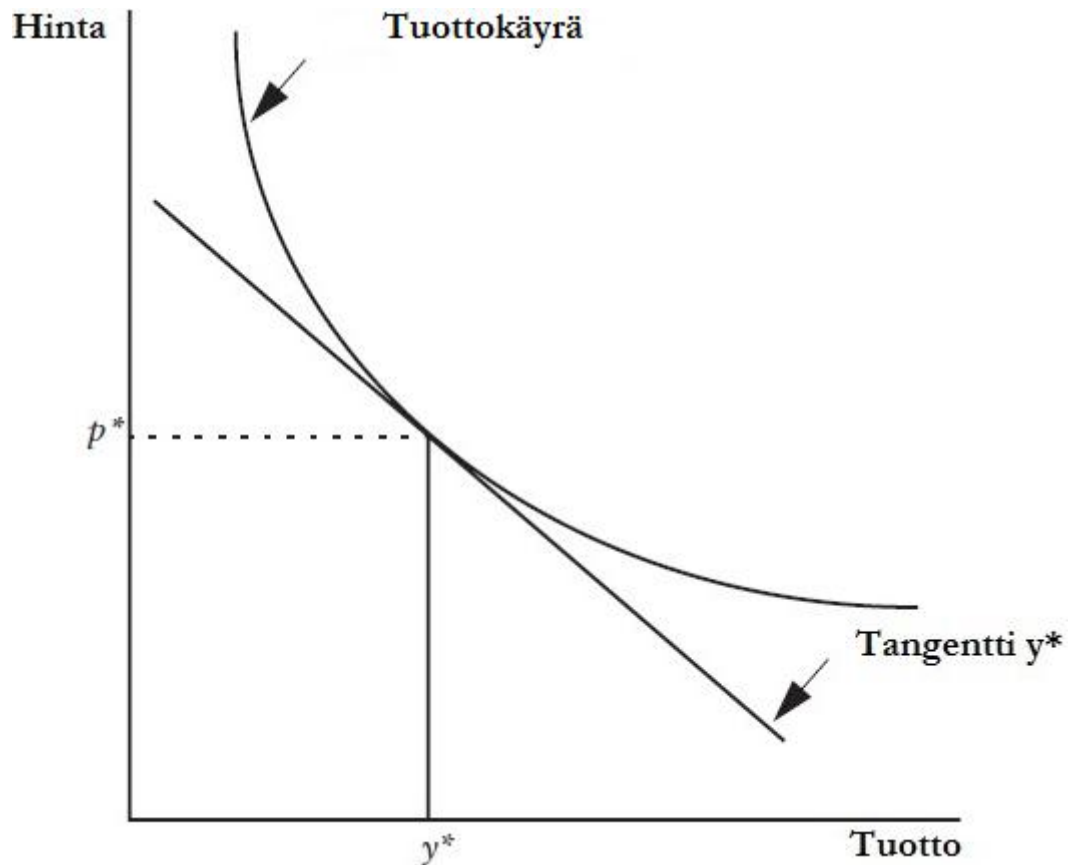
Osatekijöiden $CFIt$, PZt ja t tulo on instrumentin I tulevia kassavirtoja nimellisarvoltaan vastaavan nollakuponkivelkakirjan markkina-arvo painotettuna vuosimäärällä. Tämä jaettuna $CFIt$:n ja PZt :n tulolla antaa vastaukseksi, kuinka kauan kassavirtojen *nykyarvojen* erääntymiseen kuluu vuosina mitattuna aikaa. (Leach 1988, 40) Kaavan 7 pohjalta kuvio 3 havainnollistaa velkakirjan maturiteetin aikana syntyvät kassavirrat ja Macauleyn duraation kalkuloimisen.

Maturiteetti 5 vuotta, kuponkikorko 8%, maturiteettituotto 8%



Kuvio 3. Velkakirjan maturiteetin aikana kertyvien kassavirtojen nykyarvojen painotus ja duraatio (Choudhry 2001, 158-159).

Koska duraation täsmällisen määritelmän sijaan on huomattavasti olennaisempaa ymmärtää duraation konseptuaalinen perusta, asiaa voidaan lähestyä myös intuitiivisesta näkökulmasta. Duraatio voidaan havainnollistaa tuottokäyrän satunnaista pistettä sivuavan tangentin kulmakertoimena, koska duraatio on ensimmäinen derivaatta hinnasta tuoton funktiona. Tämä esimerkki indikoi jälleen, että duraatiota voidaan ajatella hintamuutoksena korkotason muutoksen suhteen. (Leach 1988, 37) Tuoton ollessa 8,00 % kuvion 3 velkakirjan tuottokäyrää sivuavan tangentin kulmakerroin on 4,31 %.



Kuvio 4. Duraatio ensimmäisenä derivaattana hinnasta tuoton funktiona (Leach 1988, 38).

Vaihtoehtoinen tapa jäsentää duraatiota on tunnistaa omaisuus- ja velkaerien olevan alttiita kuponkikorkojensa osalta uudelleensijoitusriskille ja principaalin osalta hintariskille. Markkinakorkojen noustessa kuponkikoron sijoitus uudella korkeammalla korolla kompensoi principaalin markkina-arvon laskua. Laskevien korkojen aikana principaalin arvonnousua supistaa kuponkikorkojen uudelleensijoitusmahdollisuuksien heikkeneminen madaltuneen korkotason vuoksi. Duraatiota voidaan ajatella ajankohtana, jolloin nämä kaksi riskiä ovat neutraloineet toisensa. (Leach 1988, 37-38.) Koska velkakirjan uudelleensijoitusriski ja hintariski ovat tasapainossa, nämä riskit voidaan teoriassa neutraloida myymällä velkakirja edelleen, kun se saavuttaa duraationsa. Kuvion 3 velkakirjan kohdalla myynti tapahtuisi täten 4,31 vuoden pitoajan jälkeen.

Duraatio voidaan myös arvioida huomattavasti kaavaa 3 yksinkertaisemmalla tavalla. Kaavan 6 menetelmää käytettäessä arvioidaan yhtä korkopistettä kohden tapahtuva keskimääräinen arvomuutos.

Tavallisten velkakirjojen lisäksi duraatiota voidaan käyttää myös optioiden korkoherkkyyden mittaamiseen. Optioduraation kaava on seuraava:

$$\text{Optioduraatio} = Du \times \frac{(\Delta Po)}{(\Delta Pu)} \times \frac{Pu}{Po} \quad (6)$$

jossa

Du = optio kohde-etuuden duraatio

$\frac{(\Delta Po)}{(\Delta Pu)}$ = option hinnanmuutos suhteessa kohde-etuuden hinnanmuutokseen

$\frac{Pu}{Po}$ = kohde-etuuden hinta suhteessa option hintaan.

Esimerkki optioduraatiosta havainnollistaa optioiden duraatioiden suuruusluokkaa. Option kohde-etuutena on kuvion 3 velkakirja. Kun call-option volatilitteetiksi oletetaan 45 % ja preemioksi 0,15 % kohde-etuuden hinnasta, optioduraatio on

$$(4,31) \times (0,45/1,00) \times (100/0,15) = 1293 \text{ vuotta}$$

Huolimatta valtavalla kuulostavasta luvusta optioduraation konsepti on identtinen muiden korkoherkkien instrumenttien kanssa eli instrumentin hinnanmuutos prosentuaalisena osuutena alkuperäisestä hinnasta. Näin suuri duraatio johtuu siitä, että optiot ovat erittäin velkavivutettuja instrumentteja. Koska velkavivutettujen sopimusten duraatiot ovat näin massiivisia, niitä voidaan käyttää portfolion kokonaisduraation nopeaan muuttamiseen. (Leach 1988, 40.)

3.2.2 Modifioitu duraatio

Koska Macauleyn duraatio määritelmänsä mukaan ilmaisee kassavirtojen nykyarvoilla painotetun keskiarvon, menetelmä ei suoraan sovellu hintaherkkyyden laskemistarkoitukseen. Macauleyn duraatio voidaan suoraan implementoida hintaherkkyyden analysointiin lähinnä tiedostamalla nollakuponkivelkakirjan duraation olevan sen maturiteetti. Yleisesti markkinoilla käytetään Macauleyn duraatiosta johdettua modifioitua duraatiota, joka ilmaisee prosentuaalisen hinnanmuutoksen korkotason muututtua 100 korkopistettä eli yhden prosenttiyksikön verran. (Harper, 2009.) Modifioitu duraatio voi-

daan johtaa Macauleyn duraatiosta sijoittamalla kaava 3 kaavaan 2, näin saadaan yhtälö 7.

$$\frac{\Delta P}{\Delta r} \times \frac{1}{P} = - \frac{1}{(1+r)} \times D \quad (7)$$

joka annetaan yleisemmin muodossa

$$MD = \frac{D}{(1+r)} \quad (8)$$

jossa

MD = modifioitu duraatio

D = Macauleyn duraatio

P = velkakirjan arvo

r = maturiteettituotto

k = korkojaksojen (kuponkikorkojen) määrä vuodessa.

Modifioitu duraatio siis lasketaan jakamalla Macauleyn duraatio maturiteettituotolla. Jos halutaan arvioida korkopisteen prosentuaalinen vaikutus velkakirjan nykyarvoon, kaava 7 voidaan järjestää seuraavaan muotoon 9 ja sijoittaa haluttu korkopisteiden määrä tekijäksi Δr . (Fabozzi 2006, 69.)

$$\frac{\Delta P}{P} = -MD \times \Delta r \quad (9)$$

Modifioidun duraation kaavaa muokkaamalla voidaan myös suoraan nähdä korkotason ja velkakirjan arvon muutoksen käänteinen suhde. Kaavat 7 ja 8 yhdistämällä ja muokkaamalla voidaan huomata seuraava. (Choudhry 2001, 161.)

$$\begin{aligned} \frac{\Delta P}{\Delta r} \times \frac{1}{P} &= -MD & || \times P \\ \frac{\Delta P}{\Delta r} &= -MD \times P \end{aligned} \quad (10)$$

$$Dollariiduraatio = -MD \times P$$

Siinä missä modifioitu duraatio ilmaisee nykyarvon prosentuaalisen muutoksen korkotason muuttuessa prosenttiyksikön, dollariiduraatio ilmaisee nykyarvon absoluuttisen

muutoksen identtisessä skenaariossa. Dollariduraation avulla voidaan arvioida yhden korkopisteen muutoksen vaikutus nykyarvoon. Kun dollariduraatio sijoitetaan kaavaan 9, ja molemmat puolet kerrotaan tekijällä Δr , saadaan kaava, jolla voidaan laskea yhden korkopisteen eli 0,01 % arvo; siis korkopisteen suuruisen korkotason muutoksen vaikutus velkakirjan absoluuttiseen nykyarvoon.

$$\Delta P = - \text{Dollariduraatio} \times \Delta r \quad (11)$$

3.2.3 Konveksisuus

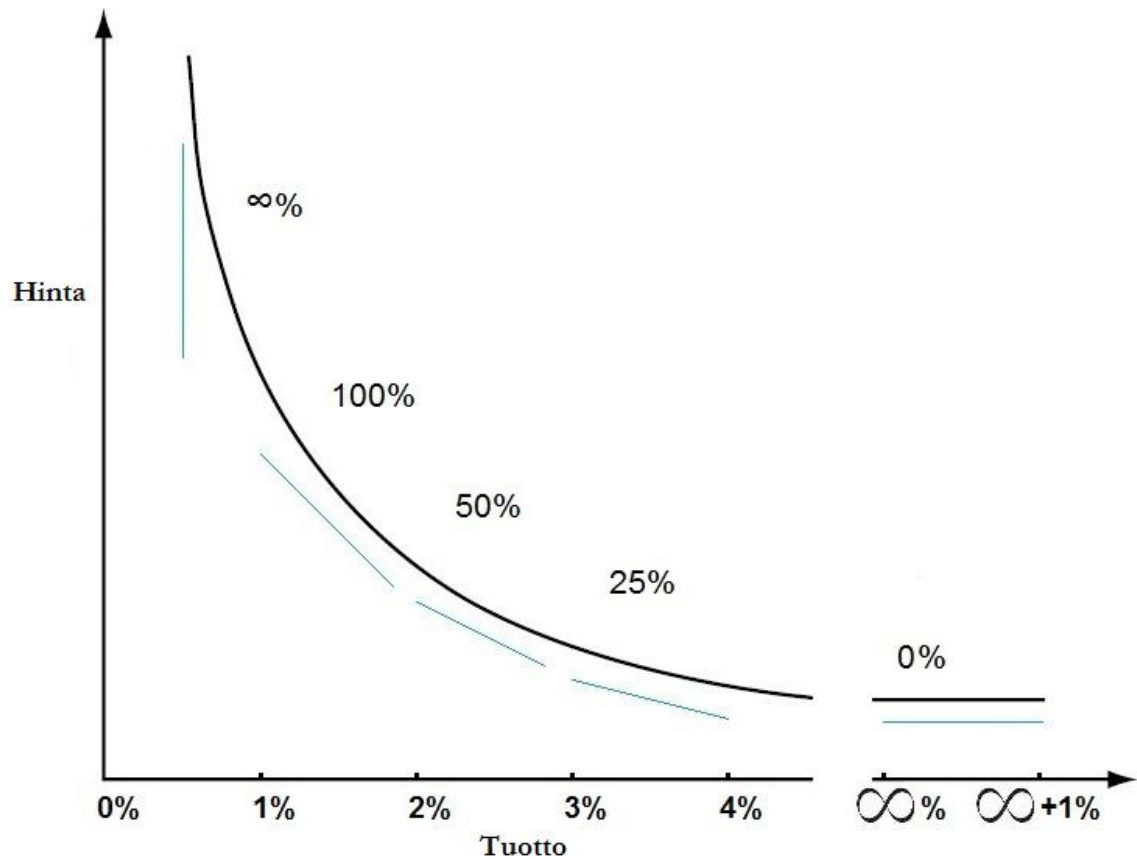
Pohjimmiltaan konveksisuus johtuu siitä, etteivät sijoitusinstrumenttien hinnat ja tuotot muutu lineaarisesti suhteessa toisiinsa (Leach 1988, 41). Macauleyn duraatio ja siitä johdettu modifioitu duraatio siis olettavat tuottokäyrän olevan *täysin tasainen*. (Fabozzi 2003, 133). Koska duraatio on lineaarinen mallintamismuoto nonlinearisesti muuttuvasta hinnan ja tuoton suhteesta, ovat duraatiosta johdetut hintaherkkyiden mittaustavat aidosti tarkkoja vain koskien pieniä korkotason muutoksi, mikä voidaan todeta kuviosta 4. Duraatiota kuvaavan tangentin y^* ja tuottokäyrän välinen erotus eli duraation lineaarisuudesta johtuva mittausvirhe pysyy sivuamispisteen y^*p^* tuntumassa varsin pienenä. Liikuttaessa tangenttia y^* pitkin pisteestä y^*p^* loitommas kasvaa mittausvirhe huomattavaksi varsin nopeasti. Käytettäessä duraatiota arvioimaan nykyarvon muutosta korkotason huomattaville muutoksille menetelmä aliarvioi nykyarvon kasvun korkotason laskiessa ja yliarvioi nykyarvon laskun korkotason noustessa. Duraatiota voisi siis kuvata velkakirjan omistajan näkökulmasta yliskeptiseksi menetelmäksi. Konveksisuus on optioita sisältämättömien velkakirjojen tapauksessa aina positiivinen luku, riippumatta korkotason muutoksen suunnasta. (Fabozzi 2006, 45-46.)

Siinä missä duraatio on ensimmäinen derivaatta hinnasta tuoton funktiona, konveksisuus on tuon funktion toinen derivaatta, joka mittaa duraation muutosta suhteessa korkotason muutokseen. Konveksisuuden voidaan ajatella ilmaisevan duraatiota käytettäessä aiheutuvan mittausvirheen suuruuden. Duraatio on nykyarvon muutoksen mittarina alustava arvio, ja mittaustulosta voidaan tarkentaa täydentämällä duraation antamaa arviota lisäämällä siihen tuotto-profiilin kaarevuutta mittaava konveksisuus. Konveksisuus on suoraan verrannollinen duraatioon sekä velkakirjan kassavirtojen hajontaan maturiteetin aikana. Kahdesta muutoin identtisestä

velkakirjasta korkeampaa kuponkikorkoa maksavan kassavirrat ovat suhteessa verrokkiinsa tasaisemmin hajautettuja koko velkakirjan maturiteetin ajalle. Näin ollen korkeampaa kuponkikorkoa maksavan velkakirjan konveksisuus on pienempi. (Choudhry 2001, 162-163.) Konveksisuus ei kenties ole onnistunein termi kuvaamaan duraation käyttämisestä aiheutuvan mittauvirheen suuruutta, sillä yleisesti termillä konveksisuus viitataan myös tuottokäyrän muotoon. Duraation mittausvirhettä kuvaamaan käytetään englanniksi myös termiä convexity measure. (Fabozzi ym. 2003, 92.) Suomenkielisestä kirjallisuudesta ei suoraa vastinetta kuitenkaan löytynyt, joten tässä opinnäytetyössä myös konveksisuuden kalkuloimistekijästä CV käytetään termiä konveksisuus. Termin käytön konteksti osoittaa, kumpaan asiaan viitataan.

Koska korkeamman konveksisuuden omaavan velkakirjan A) nykyarvo verrattuna matalamman konveksisuuden omaavaan velkakirjaan B) nousee enemmän korkotason laskiessa ja laskee vähemmän korkotason noustessa, on konveksisuus sijoittajan näkökulmasta haluttu ominaisuus. Sijoittaja saattaa mieluummin valita velkakirjan A, vaikka sen kuponkikorko olisi velkakirjaa B) matalampi. Looginen peruste tällaiselle valinnalle olisi sijoittajan näkemys, että korkotaso tulee heilahtelemaan, sillä riippumatta muutoksen suunnasta A):n arvonkehitys tulee olemaan B):n arvonkehitystä parempi. Korkotason laskiessa velkakirjan konveksisuus – aivan kuten duraatio, josta se ominaisuutena on johdettu, kasvaa. (Choudhry 2001, 188-189.)

Tuottokäyrän konveksinen muoto voidaan johtaa korkojen suhteellisen muutoksen suuruudesta. Korkotason kasvaessa tasosta 0 % tasoon 1 %, kyseessä on ääretön suhteellinen korkotason nousu, mistä syystä kuvaajan kaltevuuskulma on ∞ %. Kun korko kasvaa yhdestä prosentista kahteen prosenttiin, on suhteellinen korkotason nousu 100 %, jolloin kaltevuuskulma on myös 100 %. Näin ollen kuvaajan kaltevuusprosentti pienenee korkojen noustessa, sillä yhden prosenttiyksikön kasvu on korkojen kasvaessa enenevässä määrin suhteellisesti pienempi. Kun korkotaso nousee tasosta ∞ % tasoon $\infty+1$ % on kyseessä 0 % kasvu, koska $\infty = \infty+1$. (Duncan 2013.)



Kuvio 5. Tuottokäyrän konveksisuus (Duncan 2013).

Siinä missä duraatio on ensimmäinen derivaatta hinnasta tuoton funktiona, konveksisuus on saman funktion toinen derivaatta. Toinen derivaatta hinnasta tuoton funktiona voidaan ilmaista matemaattisesti seuraavalla tavalla. (Choudhry 2001, 183)

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{1}{P} \times \frac{\Delta P}{P} (\Delta r) + \frac{1}{2P} \frac{\Delta^2 P}{\Delta r^2} \times \Delta r^2 \quad (12)$$

Kaava 12 voidaan järjestää muotoon seuraavaan muotoon, joka kertoo konveksisuuden prosentuaalisen vaikutuksen velkakirjan nykyarvon muutoksessa:

$$\frac{\Delta P}{P} = -MD (\Delta r) + \frac{CV}{2} (\Delta r)^2 \quad (13)$$

jossa

P = velkakirjan nykyarvo

MD = modifioitu duraatio

CV = konveksisuus.

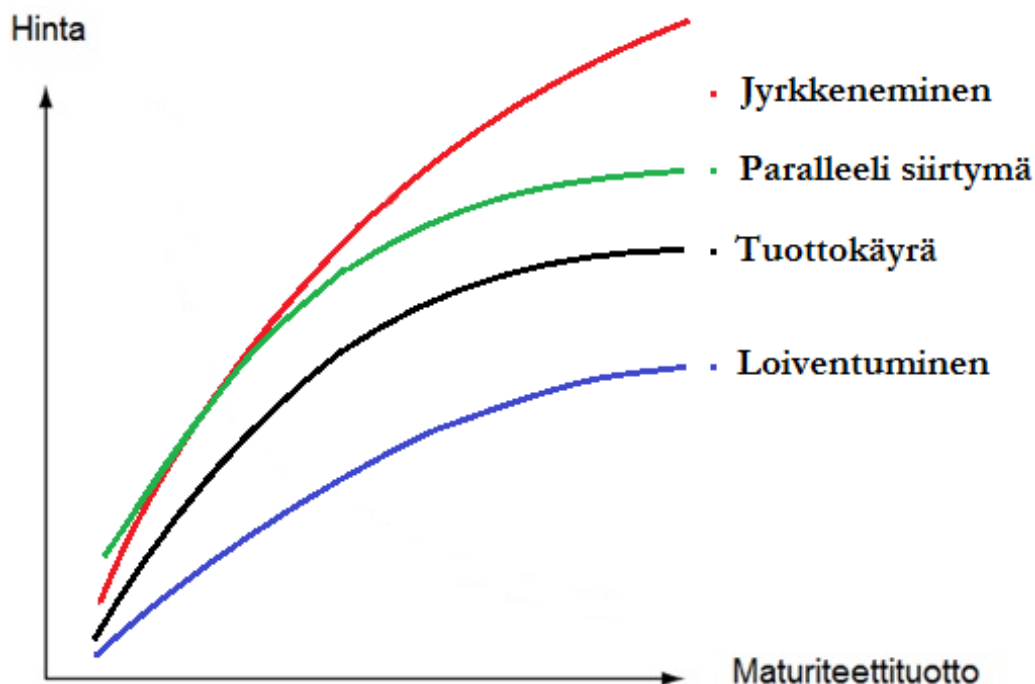
Konveksisuuden käyttömuotoja ovat kaavan 13 havainnollistama prosentuaalinen muutos, joka vastaa duraation osalta modifioitua duraatiota. Yhtälön 13 molemmat puolet kertomalla tekijällä P saadaan seuraava kaava, joka ilmaisee dollariduraation kanssa paralleelin ominaisuuden – dollarikonveksisuuden - eli valuuttamääräisen arvion konveksisuuden vaikutuksesta nykyarvoon. (Choudhry 2001, 184.) Kaavan 13 konveksisuus CV lasketaan seuraavan kaavan 14 avulla.

$$CV = \frac{1 \times 2PVC_1 + 2 \times 3PVC_2 + 3 \times 4PVC_3 + \dots + n \times (N+1)PVC_n}{(1+r)^2 \times P} \quad (14)$$

Jos kyse on useammin kuin vuosittain kuponkikorkoa maksavasta velkakirjasta, jaetaan nimittäjän markkinakorko r vuotuisten kuponkien määrällä. Kaavaa 14 ilmaisee konveksisuuden korkojaksojen määränä suhteessa maturiteettiin, annetulla tuottotasolla.

3.3 Tuottokäyrän muutoksen vaikutus korkoriskiin

Duraatiopohjaiset korkoriskin mittaamenetelmät Macauleyn duraatio, modifioitu duraatio ja konveksisuus ovat staattisia mittaamenetelmiä, joita käytetään dynaamisesti muuttuvassa korkoympäristössä. Tuottokäyrä itsessään ei ole staattinen ja voi muuttaa tasoaan ja muotoaan verraten lyhyellä aikavälillä. Tämä muodostaa ongelman portfolioduraation näkökulmasta, sillä tuottokäyrän muodon vaihtuminen ei vaikuta kaikkien velkakirjojen arvoihin samassa suhteessa, vaikka esimerkiksi niiden duraatiot olisivat samansuuruiset. Sovellettaessa duraatiopohjaisia mittaamenetelmiä portfolioon pitäydytään olettamassa, jonka mukaan muutokset tuottokäyrässä ovat kaikkien maturiteettien osalta samansuuruisia; toisin sanoen paralleelin siirtymän tapahtuessa tuottokäyrän muoto ei muutu, ainoastaan sen taso. Tuottokäyrän muodon muutokset portfolion sijoitusaikana käytännössä eliminoivat modifioitua duraation ja konveksisuuden validiuden portfolion suorituskykyisyyden mittauksessa. (Choudhry 2001, 194.)



Kuvio 6. Tuottokäyrän tavanomaiset muutostyytit (Choudhry 2001, 194).

On hyvin harvinaista, että markkinoilla tapahtuu kokonaisvaltainen paralleeli siirtymä. Yhdysvaltojen markkinoilla 1990-luvulla suoritetun tutkimuksen mukaan 90 % tuottokäyrän muutoksista koostui paralleeleista siirtymistä ja niin sanotuista käänteistä, kuitenkin siten, että hyvin suuri enemmistö näistä oli käänteitä tuottokäyrän muodossa. Tuottokäyrän käänteellä tarkoitetaan useiden eri tuottokäyrän pisteiden välisten erojen kasvamista tai laskemista. Erojen kasvusta käytetään termiä tuottokäyrän jyrkkeneminen, ja erojen laskusta termiä loiventuminen. Kuvio 6 havainnollistaa tuottokäyrän tavanomaisia muutostyyppiejä. (Choudhry 2001, 195.)

Tuottokäyrän muoto voi myös muuttua ”töyssyiseksi”, jolloin käyrää kuvaava jana ei enää ole pääpiirteissään kuvion 6 mukainen, vaan siinä on eri maturiteettien kohdilla vähemmän suoraviivaista muutosta kuvaavia aaltoilevia muotoja. Suurinta osaa muutoksista ei kuitenkaan voi kuvata yhdellä tietyllä termillä, sillä tuottokäyrän muutokset ovat usein yhdistelmä erilaisia muutostyyppiejä. Lisäksi tuottokäyrän ääripäät käyttäytyvät usein suhteellisen itsenäisesti toisiinsa nähden. (Choudhry 2001, 195.)

3.4 Portfolioduraatio

Duraation eräs mielenkiintoinen ominaisuus on sen additiivisuus. Tämän ominaisuuden ansiosta riskienhallinnassa voidaan tehdä asteittaisia toimenpiteitä korkoriskin kontrol-

loimiseksi ja verrata muun muassa maturiteeteiltaan erilaisten sijoitusmahdollisuuksien soveltuvuutta portfolioon. Voidaan esimerkiksi verrata kahden eri velkakirjan vaikutuksia portfolioon tuottoon ja riskiin, kuitenkin säilyttäen portfolioon kokonaisduraation samana. Tällöin kyseessä olisivat todennäköisesti velkakirjat, jotka eroaisivat maturiteettinsa ja kuponkikorkonsa suhteessa täysin toisistaan mutta jotka olisivat duraatioidensa suhteen yhteneväisiä. (Leach 1988, 40.) Portfolioon kokonaisduraatio on sen sisältämien erien markkina-arvoilla painotettu keskimääräinen duraatio. Portfolioduraation laskeminen tapahtuu siis periaatteessa täysin samalla mekaniikalla kuin yksittäisen velkakirjan duraation laskeminen. (Kasanen 1996, 176.)

$$\text{Portfolioduraatio} = \frac{[(P_1 \times M_1) + (P_2 \times M_2)]}{(P_1 + P_2)} \quad (15)$$

Portfolioduraation soveltuvuutta perinpohjaiseen korkoriskinhallintaan heikentää sen käytön mielekkyys realistisessa markkinaskenaariossa. Portfolioduraatio on helppokäyttöinen menetelmä, jonka ongelmallisuuden muodostaa toimintaperiaate paralleelin siirtymän pohjalta. Koska korkotason paralleeli siirtymä on ilmiönä varsin epätaivannomainen, portfolioduraation käyttökelpoisuus rajoittuu jossain määrin kapealle soveltamisalueelle. (Choudhry 2001, 169-170.)

Samoin kuin duraatio, myös konveksisuus soveltuu varsin vaivattomasti käytettäväksi velkakirjaportfolion kanssa, sillä velkakirjan konveksisuuden ja portfolioon konveksisuuden suhde vastaa velkakirjan duraation ja portfolioon duraation suhdetta. Portfoliokonveksisuus tekee portfolioduraation kanssa identtisen oletettaman tuottokäyrän horisontaalisuudesta ja korkotason muutosten paralleeliuudesta. Lisäämällä portfoliokonveksisuusarvo portfolioduraatioon saadaan selkeästi tarkempaa tietoa portfolioon hintaherkkyydestä. Portfoliokonveksisuus on portfolioon sisältämien velkakirjojen konveksisuuksien painotettu keskiarvo, jossa painoina toimivat velkakirjojen nykyarvojen osuudet portfolioon nykyarvosta. (De La Grandville 2001, 161.)

$$\text{Portfoliokonveksisuus} = \frac{[(P_1 \times CV_1) + (P_2 \times CV_2)]}{(P_1 + P_2)} \quad (16)$$

jossa

P_1 = velkakirjan 1 markkina-arvo

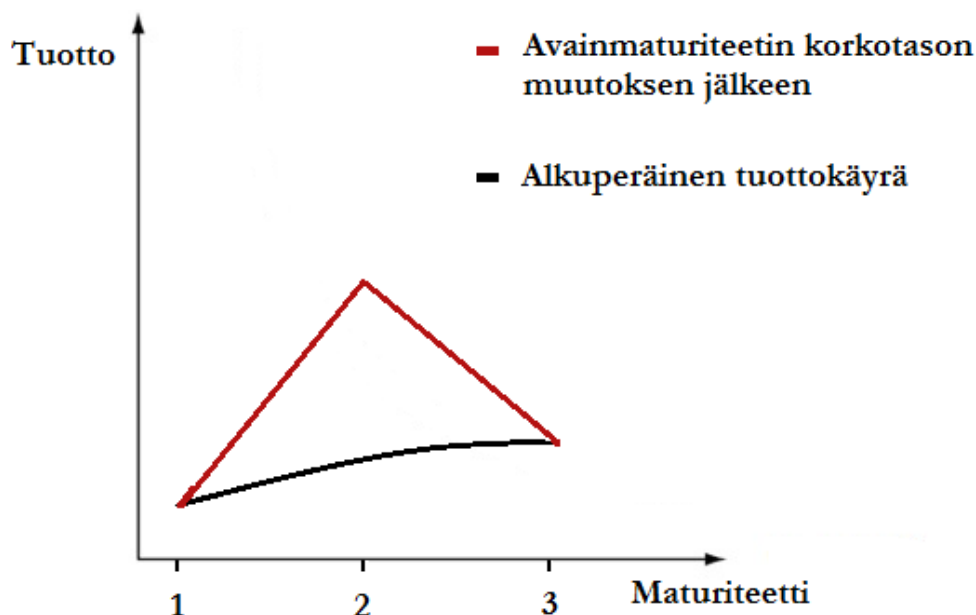
P_2	= velkakirjan 2 markkina-arvo
CV_1	= velkakirjan 1 konveksisuus
CV_2	= velkakirjan 2 konveksisuus.

Yksinkertaisimmat duraatiopohjaiset menetelmät eivät siis suoraan täysin sovellu portfolioihin pyrittäessä todellisuutta hyvin tarkasti mallintaviin skenaarioihin. Tuottokäyrän realistisempien muutoksien vaikutuksia portfolion arvolle voidaan kuitenkin mitata kehittyneemmällä tekniikoilla. (Choudhry 2001, 169-170.)

3.5 Key rate -duraatio

Koska portfolioduraatio korkoriskin mittarina kattaa vain tuottokäyrän potentiaalisten paralleelien muutosten aiheuttaman riskin portfoliolle, on ollut tarpeellista kehittää menetelmiä, joilla korkotason todenmukaisempien muutosten vaikutuksia portfolion arvolle voidaan arvioida. Näin voidaan mitata esimerkiksi yksittäisen velkakirjan tai portfolion hintaherkkyyttä suhteessa tuottokäyrän muodon muuttumiseen eli käännteisiin. Useista menetelmistä key rateduraatio on kenties käyttökelpoisin. Eräs olennaisimpia key rate-duraatiota mittaustekniikkana puoltavia seikkoja on, että se ei tee lähtökohtaisoletusta, jonka mukaan tuottokäyrä on täysin tasainen. Velkakirjan hintaherkkyyttä tuottokäyrän muodon muuttumiseen voidaan arvioida muuttamalla tuottokäyrän tietyn maturiteettituoton tasoa ja säilyttämällä käyrä muiden maturiteettien osalta muuttumattomana. Velkakirjan hintaherkkyyttä tietyn tuottotason muutokseen kutsutaan termillä rate duraatio (RD), joka tuottokäyrän jokaisella pisteellä on. Tuottokäyrällä ei siis ole yksittäistä RD:ta vaan RD:ista muodostuva vektori, joka kuvaa tuottokäyrän kaikkia maturiteetteja. Kaikkien vektorin pisteiden RD:iden summa on luonnollisesti koko velkakirjan tai portfolion duraatio. (Fabozzi ym. 2003, 127.)

Kenties tunnetuimman version key rateduraatiotekniikasta on julkaissut Thomas Ho vuonna 1992. Hänen kolmivaiheinen menetelmänsä, joka soveltuu sellaisenaan tuottokäyrän kanssa käytettäväksi, mittaa portfolion hintaherkkyyttä Yhdysvaltain valtionvarainministeriön spot-käyrän eri pisteiden muutoksiin. Aluksi tuottokäyrältä valitaan joitakin avainmaturiteetteja. Hon menetelmässä avainmaturiteetteja on yksitoista, ja ne ovat 3 kk, 1 vuosi ja 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 25 ja 30 vuotta. Tätä metodologiaa on kuitenkin käytännöllisempää havainnollistaa valitsemalla vähemmän avainmaturiteetteja, esimerkiksi 1 vuosi, 10 vuotta ja 30 vuotta. (Fabozzi ym. 2003, 127.)



Kuvio 7. key rateduraatio, avainmaturiteetin korkotason muutoksen heijastuminen. (Harper, 2008).

Toisessa vaiheessa määritellään, miten tuottokäyrän muiden maturiteettien korkotasot käyttäytyvät suhteessa avainmaturiteettien muutoksiin. Hon säännön mukaan tuottokäyrän avainmaturiteettien muutokset heijastuvat lineaarisesti pienenevästi ympäröivien maturiteettien korkotasoihin seuraaviin avainmaturiteettiin saakka, joiden korkotasoihin muutos ei vaikuta.

Asiaa voidaan havainnollistaa hieman korostetusti, kun tarkasteluun valitaan hyvin tasainen tuottokäyrä. Tuottokäyrää voidaan ajatella kuviossa 7 naruna, jonka keskellä on kahden vuoden avainmaturiteetti ja päissä avainmaturiteetit yksi vuosi ja kolme vuotta. Vedettäessä narun keskikohdasta ylöspäin jana demonstroi ympäröivien maturiteettien korkotasojen käyttäytymisen. Koska yhden ja kolmen vuoden maturiteetit ovat avainmaturiteetteja, korkotasot muuttuvat kahden vuoden ympärillä niihin saakka. (Fabozzi ym. 2003, 128.)

Kolmas vaihe on laskea avainmaturiteetin muutoksen vaikutus velkakirjan tai portfolion arvoon. key rateduraatio lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\text{Key rate duraatio} = \frac{P_0 - P_1}{P_0 \times \Delta r} \quad (16)$$

jossa

P_1 = velkakirjan nykyarvo tuottokäyrän käänteeseen jälkeen

P_0 = velkakirjan nykyarvo ennen tuottokäyrän käännettä

Δr = avainmaturiteetin muutos (desimaalimuodossa)

Key rateduraatio soveltuu erinomaisesti muun muassa kahden duraatioiltaan toisiaan vastaavan, mutta duraatioidensa painotuksen osalta eroavan portfolion, esimerkiksi barbell- ja bullet-portfolion vertailuun. Paralleelin korkotason siirtymän tapahtuessa portfolioiden arvonkehitys olisi prosentuaalisesti likimäärin samansuuruinen. Non-paralleelin siirtymän tapauksessa kahden portfolion arvonkehityksissä on mitä todennäköisimmin huomattavissa eroavaisuuksia. Kunkin portfolion key rateduraatioprofiilin pohjalta voidaan päätellä, miten portfolio suorituu erilaisten tuottokäyrän kaltevuuden ja muodon muutosten aikana. (Fabozzi ym. 2003, 134.)

Koska key rateduraatiotekniikan avulla voidaan simuloida tuottokäyrän monenlaisia non-paralleeleja siirtymätyyppejä, menetelmä soveltuu hyvin portfolioiden stressitestaukseen. Saadaan siis käsitys portfolion arvonkehityksestä portfolioduraatioon verrattuna huomattavasti realistisemmista tuottokäyrän muutoksista. Laskemalla portfolion key rateduraatioita saadaan käsitys siitä, millaisten maturiteettien osilta tuottokäyrän muutokset vaikuttavat tarkasteltavan portfolion arvonkehitykseen. Tiedostaen tämä voidaan tehdä simulaatioita, joissa tuottokäyrää kyseisten maturiteettien kohdalla niin sanotusti shokeeraamalla voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, onko kyseisen portfolion rakenne suotuista vai pitäisikö sen duraatioprofiilia kenties muokata. (Harper 2008.)

4 Korkoriskin hallintainstrumentit

4.1 Korkojohdannaiset

Korkojohdannaiset ovat instrumentteja, joiden tuotto riippuu tavalla tai toisella korkotasoista. 1980- ja 1990-luvuilla korkojohdannaiskaupan volyymi sekä johdannaispörsissä että OTC-markkinoilla kasvoi nopeasti, minkä seurauksena kehitettiin suuri joukko uusia tuotteita vastaamaan asiakkaiden nimenomaisiin tarpeisiin. (Hull 2006, 639.)

Paitsi valitessaan lainojensa korkosidonnaisuusaikoja ja niiden korkoperusteita, yritys voi vaikuttaa korkoriskiasemaansa myös turvautumalla moninaiisiin, juuri tätä tarkoitusta varten kehitettyihin johdannaisinstrumentteihin (Kasanen ym. 1996, 189). Korkojohdannaisopimus koskee oikeutta maksaa tai vastaanottaa tietty korkosuoritus. Korkosuoritus pohjautuu tiettyyn tulevaisuudessa tapahtuvaan velkasitoumukseen, joka toimii korkojohdannaisen kohde-etuutena. (Tuhkanen 2006, 281.) Korkojohdannaisilla suojattavien korkojen tulee määräytyä vapailla markkinoilla (Korkojohdannaiset, OP-Pohjola). Korkojohdannainen on pohjimmiltaan yksinkertainen sijoitusinstrumentti, joista voidaan strukturoimalla kehittää eksoottisempia versioita. Käytön mielekkyys pohjautuu instrumentin ymmärtämiseen; per se neutraali johdannainen muuttuu huonoksi sijoituskohteeksi, jos sen sisältöä ja periaatteita ei tunne. (Karttunen, 2010)

Kaupankäynti korkojohdannaisilla tapahtuu kahdella toisistaan olennaisin osin eroavalla tavalla. Transaktioita voidaan tehdä johdannaispörssissä, jonka tuotteet ovat vakioituja, eivätkä korkojohdannaiskauppaan osallistuvat toimijat joudu käytännössä kantamaan luottoriskiä vastapuolen osalta, sillä johdannaispörssi vaatii osapuolilta hinnanmuutokseen liittyvän riskin kattamiseen tarkoitetun vakuuden avoimille positioille. OTC- eli over the counter -markkinoilla kauppaa käydään räätälöidysti kahden osapuolen välillä, mikä mahdollistaa räätälöidyn kaupankäynnin mutta aiheuttaa vastapainona luottoriskin johdannaisopimuksen vastapuolille (Tuhkanen 2006, 281).

Korkojohdannaiset voidaan jakaa karkeasti kolmeen pääryhmään. Koronvaihtosopimuksella osapuolet sopivat tulevien korkokassavirtojen vaihtamisesta. Korkotermiinillä laaditaan molempia osapuolia sitova termiinkauppa, jossa nykyhetkellä tehty sijoitusinstrumenttiin sidottu korkojohdannaiskauppa toteutetaan tulevaisuudessa. Korkoption ostaja hankkii oikeuden, mutta ei velvollisuutta, toteuttaa sijoitusinstrumenttiin sidottu korkojohdannaiskauppa tulevaisuudessa. Option ostaja maksaa myyjälle toteutusoikeudestaan preemion, jonka vastineeksi riskin korkotason muutoksesta on myyjällä. (Tuhkanen 2006, 281.)

4.1.1 Koronvaihtosopimus

Koronvaihtosopimusten markkinat ovat suurimpia ja likvideimpiä globaalien rahoitusmarkkinoiden osia (Tuhkanen 2006, 282). Jo vuonna 1994, jolloin korkoriskin hallinta oli monessa suhteessa nykyistä kehittymättömämpää ja globaali koronvaihtosopimustenmarkkinavolyymi oli kymmenesosan nykyisestään, koronvaihtosopimukset olivat

Helsingin Kauppakorkeakoulun tutkimuksen mukaan 100 suurimman suomalaisen yrityksen käytetyin instrumentti korkoriskin hallinnassa (Kasanen ym. 1996, 195).

Koronvaihtosopimuksessa eli korkoswapissa osapuolet sitoutuvat maksamaan toisilleen tietyn juoksuajan kuluessa korkokassavirtasuoritukset, jotka perustuvat tiettyihin sopimuksessa määriteltyihin korkoihin ja nimellispääomaan (Strup 1988, 117). Koronvaihtosopimuksessa nimellispääomaa ei makseta puolin eikä toisin, sillä sitä käytetään ainoastaan korkojen laskemiseen. Korkoswappeja voidaan käyttää korkoriskin hallintaan position tasapainottamisvälineenä tai aktiivisen näkemyksen ottamiseen markkinoilla. Koronvaihtosopimuksen kiinteää korkoa maksavaa osapuolta kutsutaan ostajaksi ("long the swap") ja vaihtuvan koron maksajaa myyjäksi ("short the swap"). Yhtä vaLuuttaa käsittelevän swapin korkokassavirtojen maksupäivien ollessa samat maksetaan normaalisti vain korkomaksujen erotus. (Tuhkanen 2006, 282–283.)

Kiinteän ja vaihtuvan koron vaihtamiseen käytettyä koronvaihtosopimusta kutsutaan niin sanotuksi plain vanilla –swapiksi. Swapin ostajalle maksettava suoritus lasketaan jonkin vaihtuvan koron, esimerkiksi kuuden kuukauden euriborin perusteella, kun taas myyjälle maksettavan suorituksen määrä perustuu kiinteäksi sovittuun korkotasoon, joka pysyy samana koko sopimuksen ajan. (Tuhkanen 2006, 282.) Tällaiseen koronvaihtosopimukseen saattaa olla kiinnostusta esimerkiksi lainanottajalla, joka on jo lainannut vaihtuvalla korolla tai joka voi syystä tai toisesta lainata kiinteää korkoa suotuisammilla ehdoilla vaihtuvalla korolla mutta joka haluaisi vaihtaa korkomaksunsa kiinteiksi. Tällöin lainanottaja Y voi pyrkiä etsimään toisen lainanottajan X, joka haluaa maksaa vaihtuvaa korkoa mutta joka on jo lainannut kiinteällä korolla tai joka voi lainata kiinteällä korolla edullisemmin kuin Y. Vaikka Y:n ja X:n lainamat summat eivät täsmäisi, voidaan koronvaihtosopimus tehdä vastaamaan pienempää lainasummaa, jos toinen osapuoli on valmis jättämään osan positiotaan auki. Kuvatun kaltaisessa järjestyksessä kummankaan osapuolen lainanantajat eivät ole koronvaihtosopimuksen osapuolia eivätkä välttämättä edes tule tietoisiksi järjestelyn olemassaolosta. (Antl 1988, 118.)

Plain vanilla –swapista poiketen nollakuponkiswapissa järjestely poikkeaa kiinteää korkoa maksavan osapuolen kohdalla. Myyjä suorittaa korkomaksunsa kuten plain vanilla – swapissa, mutta ostajan maksama korkosuoritus tapahtuu kertaeränä koronvaihtosopimuksen juoksuajan päätteeksi. Kiinteä maksusuoritus on strukturoitu tällä tavoin vastaamaan nollakuponkivelkakirjan liikkeellelaskusta nollakuponkiswapin myyjälle koitu-

via korkovirtamaksuja. Yritys, joka mieluummin hankkisi lainaa vaihtuvakorkoisena, mutta joka huomaa voivansa nollakuponkivelkakirjoja myymällä toimia edullisemmilla kustannuksilla, voi laskea liikkeelle nollakuponkivelkakirjoja ja samalla myydä nollakuponkikoronvaihtosopimuksen ja näin efektiivisesti hankkia lainansa normaalia edullisemmin vaihtuvalla korolla. (Strup 1988, 121-122)

Kun koronvaihtosopimuksessa sovitaan samassa valuutassa olevien *vaihtuvien* korkojen vaihtamisesta, kyseessä on korkoperusteswap eli niin sanottu basis swap. Vaihtaa voidaan esimerkiksi erimittaisia euribor-korkoja kuten euribor 3 kk vs euribor 6 kk. (Tuhkanen 2006, 286.) Toisin kuin esimerkiksi plain vanilla –swapilla, jolla voidaan pyrkiä hyötymään kiinteiden ja vaihtuvien korkomarkkinoiden hinnoitteluerosta, korkoperusteswapilla hyötyä voidaan etsiä eri vaihtuvakorkoisten markkinoiden korkoeroista (Strup 1988, 122).

Swaption eli option on a swap, on koronvaihtosopimuksen ja korko-option yhdistelmä jonka option kohde-etuutena on koronvaihtosopimus. Osto-optio antaa oikeuden toteuttaa koronvaihtosopimus ostajana eli kiinteään koron maksajana, kun taas myyntioptio antaa oikeuden toteuttaa koronvaihtosopimus sen myyjänä eli vaihtuvan koron maksajana. (Tuhkanen 2006, 294.)

Vaikka swapin osapuolten on täysin mahdollista neuvotella suoraan toistensa kanssa koronvaihtosopimuksesta, tosiasiassa suurin osa transaktioista tapahtuu välittäjän kautta. Välittäjä toimii tällöin molempien lainanottajien vastapuolena erillisissä mutta rinnakkaisissa koronvaihtosopimuksissa. Vaikka välittäjänä useimmiten toimiikin liike tai investointipankki tai muu ammattimainen rahoituslaitos, voi jo koronvaihtosopimuksen tehneestä yrityksestä efektiivisesti tulla välittäjä. Näin tapahtuu, jos kyseinen yritys haluaisi terminoida jo tekemänsä swapin mutta syystä tai toisesta on haluton informoimaan vastapuoltaan tästä. Tällöin yritys voi osallistumalla rinnakkaiseen mutta alkupe räisen swapin suhteen vastakkaiseen koronvaihtosopimukseen käytännössä kumota ensimmäisen koronvaihtosopimuksensa taloudelliset vaikutukset. (Strup 1988, 119-120.)

4.1.2 Korkotermiini ja korkofutuuri

Korkotermiiniksi eli forward rate agreementiksi (FRA) ja korkofutuuriksi kutsutaan sopimuksia, joilla osapuolet sopivat tulevaisuudessa tapahtuvasta koron saamisesta tai

maksamisesta, joka koskee määrätynsuuruista pääomaa sovitun mittaisena aikana. Efektiivisesti kyseessä on siis tietyn korkotason vakiinnuttaminen tulevaisuudessa tietyn mittaiseksi ajanjaksoksi. Näitä sopimuksia voidaan lähestyä myös siitä näkökulmasta, että niiden ostaja maksaa myyjälle sopimuksessa mainittua korkoa nimelliselle pääomalle. Myyjä maksaa ostajalle vaihtuvaa korkoa, joka määräytyy koron kiinnityspäivän kurssin mukaan. Pääoman määrä on laskennallinen, eikä sitä näin ollen makseta missään vaiheessa sopimusta. (Tuhkanen 2006, 294–295.)

Korkotermiinin toisena osapuolena on tavanomaisesti pankki asiakkaan voidessa joko ostaa tai myydä termiinin. Termiinikauppaa käydään myös pankkienvälisenä. Korkotermiineillä käydään kauppaa kahdenvälisillä OTC- eli over the counter -markkinoilla, joilla kauppaa tehdään osapuolten itse määrittelemien ehdoin. (Tuhkanen 2006, 294–295.) Kaupan teko korkofutuureilla tapahtuu optio- ja futuuripörssissä, jossa kauppaa käydään pörssin tarkkaan vakioimilla sopimuksilla. Pörssissä tehdään myös jonkin verran termiinikauppaa. (Ahjos 1994, 27.)

Termiini ja futuuri eroavat toisistaan muun muassa struktuuriensa osalta. Korkotermiini toteutetaan rahamarkkinoiden tavanomaisella spot-arvolla eli kahden pankkipäivän kuluttua kaupantekopäivästä. Esimerkiksi 3 X 6 FRA – sopimus käsittelee kolmen kuukauden kuluttua arvopäivästä toteutettavaa kolmen kuukauden mittaista termiiniä. Päivää, jolloin termiiniä koskeva selvitysmaksu suoritetaan kaupassa tappiolle jääneen toimesta, kutsutaan tilityspäiväksi. 3 X 6 FRA:n tapauksessa tilityspäivä on kolme kuukauden kuluttua arvopäivästä. Termiinissä sovittua korkotasoa verrataan tuolloin kaksi pankkipäivää ennen tilityspäivää (fixing date) vahvistettavaan markkinakorkoon. Selvitysmaksu lasketaan korkotason eron, nimellisen pääoman ja juoksuajan perusteella. Vaikka termiinin kohde-etuuden eräpäivä on 3 X 6 FRA:n tapauksessa kolmen kuukauden kuluttua tilityspäivästä, tapahtuu selvitysmaksun suoritus tilityspäivänä. Rahan aika-arvon vuoksi selvitysmaksu diskontataan koronvahvistuspäivän markkinakorolla. Termiinikaupassa toiselle osapuolelle riippuen termiiniposition tuloksesta maksettava selvitysmaksu suoritetaan yhdessä erässä. (Tuhkanen 2006, 294–296.)

Vaikka futuurisopimuksen toteutuminen vaatii aina ostajan ja myyjän, eivät sopimusvelvoitteet ole osapuolten välillä, sillä optio- ja futuuripörssi toimii molempien vastapuolena. Omaksumaansa riskiä vastaan pörssi vaatii kauppaa käyvien osapuolten asettavan niin sanotun alkumarginaalin, joka toimii käteisvakuutena hinnanmuutoksia vastaan. Tavanomaisesti marginaaliksi käy käteinen raha tai jokin muussa muodossa ole-

van hyväksyttävä vakuus. Marginaalin vähimmäismäärä on yleensä 0,2 – 3,0 % futuurisopimuksen nimellisarvosta. Korkofutuurin tulos realisoituu päivittäin maksettavan tai saatavan marginaalilimaksun muodossa, eikä futuurin eräpäivään liity muista päivistä poikkeavia suorituksia. Jos futuurikaupan osapuolen alun perin asettama vakuus tulee käytetyksi marginaalilimaksuihin, vaatii pörssi tätä asettamaan lisävakuuden. (Hutchinson 1998, 89–90.) Siinä missä pankki tavanomaisesti termiinisopimuksen tyytyväisyydenä vastapuolelleen myönnettyyn riskilimiittiin, futuuripörssissä osapuolia vaaditaan asettamaan vakuus kattamaan päivittäisiä marginaalilimaksuja (Ahjos 1994, 27).

Yritys voi käyttää korkoterminiä kontrolloidakseen velan korkokustannuksen tai sijoituksen korkotuottojen volatiliiteettia, mutta termiineillä voidaan myös ottaa aktiivisesti näkemystä korkotasojen tulevasta käsityksestä. Halutessaan lukita kahden kuukauden kuluttua tarvitsemansa kolmen kuukauden pituisen lainan koron, yritys voi joko ostaa lainasumman suuruisen korkoterminin tai lainata lainasumman viideksi kuukaudeksi, joista kahtena ensimmäisenä sijoittaa kyseisen summan. Yritys, joka odottaa tulevaisuudessa realisoituvaa kassavirtaa, voi korkoterminin myymällä varmistaa tulevaisuudessa tapahtuvalle sijoitukselle terminikoron huolimatta mahdollisesta korkotason muutoksesta. (Kasanen ym. 1996, 189.)

4.1.3 Korko-optio

Johdannaisopimusta, joka antaa sen omistajalle oikeuden tietyllä ennalta sovitulla tuottotasolla ostaa (osto/call-optio) tai myydä (myynti/put-optio) velkasitoumus, joka option kohde-etuutena on, kutsutaan korko-optioksi. Korko-option ostaja ei ole velvoitettu kaupan toteuttamiseen, minkä vuoksi hän maksaa option myyjälle preemion, jonka määrä myös rajaa ostajalle koituvan riskin enimmäismäärä. Myyjä on ostajan niin halutessa velvollinen toteuttamaan optiokaupan, minkä vuoksi hänen kantamallaan riskillä ei ole limiittiä, sillä korkojen nousulla ei ole teoriassa ylärajaa. Hinnanmuutosriskin takia johdannaispörssissä option myyjää vaaditaan asettamaan vakuus. Korko-optio voi koskea esimerkiksi euribor- korkoa tai joukkolainaa, mutta niitä voidaan soveltaa myös korkofutuuereihin. (Tuhkanen 2006, 300.)

Call- eli osto-optiolla voidaan suojautua koronnousua vastaan. Osto-optiota kutsutaan sen luontaisten käyttäjätahojen vuoksi myös lainanantajan tai sijoittajan optioksi (lender's option). Osto-optiota hyödyntäen mahdollista korkotason laskua ennakoiva toimija voi varmistaa tietyn vähimmäistuoton sijoitukselleen. Put- eli myyntioptiolla velallinen

voi efektiivisesti asettaa lainansa korolle ylärajan, minkä vuoksi sitä kutsutaan myös lainaottajan optioksi (borrower's option) (Cooper 1998, 179-180.)

Korko-optioesimerkkejä ovat muun muassa cap-, floor- ja collar-sopimukset; suomenkieliset vastineet ovat korkokatto, korkolattia ja korkoputki tai -kaulus. Nämä korkotason muutoksia vastaan otettavat ”vakuutukset” astuvat voimaan, jos option ostajan ennakkointi korkotason muutoksesta osoittautuu aiheelliseksi. Tällaisesta korko-optiosta myyjälle maksettavan preemion määrään vaikuttavat sopimuksen pääoman määrä, markkinoiden termiinikorot, optiosopimuksessa mainittu toteutuskorko ja markkinakorkojen volatilitteetti. (Tuhkanen 2006, 301-302.)

Jos korkokaton hankkineen toimijan lainaan sidottu velan korko nousee sopimuksessa mainittua ylärajaa korkeammaksi, maksaa option myyjä – yleensä pankki tai muu rahalaitos – ostajalle markkina-koron ja sopimuksessa mainitun koron ylärajan välisen erotuksen. Näin ollen option ostajan lainan korko pysyy optiossa mainitulla tasolla korkeammista markkinakoroista huolimatta. Jos korot laskevat, korkokaton ostaja pääsee hyötymään korkotason laskusta. Vastaavasti korkolattian hankkineen vaihtuvakorkoisen sijoitusinstrumentin ostaja saa korkolattian myyjältä sopimuksessa mainitun vähimmäiskoron ja markkinakoron välisen erotuksen, jos korkotaso laskee korkolattian minimitason alle. Option ostaja säilyttää mahdollisuutensa hyötyä paremmasta tuotosta markkinakorkojen noustessa. (Tuhkanen 2006, 301-302.)

Korkokaulussopimuksessa velan tai sijoituksen efektiivinen korkotaso sidotaan ennalta määritellylle vaihteluvälille. Teknisesti korkokauluksen ostaja toimii sekä korko-option ostajana että myyjänä. Hankkiessaan korkokauluksen velallinen sekä ostaa korkokaton maksaen siitä preemion ja korkotason noustessa hyötyy optiostaan että myy korkolattian vastaanottaen preemiomaksun ja korkotason laskiessa alle sovitun minimitason joutuu maksamaan tuon tason ja markkinakorkojen erotuksen vastapuolelle. Kun korkokauluksen hankkii vaihtuvakorkoisen sijoituksen haltija, hän toimii korkokaton myyjänä ja korkolattian ostajana. Valitsemalla maksimi- ja minimikorkotasot siten, että sopimuksessa maksettavat ja saatavat preemiot ovat samansuuruiset, voidaan korkokaulus toteuttaa ilman kustannuksia. Korkokaulussopimuksen tehdessään toimijan voidaan katsoa luopuvan mahdollisuudesta hyötyä itselleen suotuisista korkotason muutoksista, suojautuakseen itselleen epäsuotuisilta muutoksilta. (Tuhkanen 2006, 303-304.)

5 Case Yritys X

Duraatioanalyysi suoritetaan tässä opinnäytetyössä kuvitteelliselle yritys X:lle, sillä analyysiä varten tarvittavia tietoja ei onnistuttu saamaan todelliselta yritykseltä oletettavasti niiden arkaluontoisuuden vuoksi. Ei voitane pitää yllättävänä yritysten konservatiivista suhtautumista niiden vierasta pääomaa ja sijoituksia koskeva tiedon luovuttamiseen ulkopuoliselle taholle, sillä näiden tase-erien rakenteisiin sisältyy konkreettisesti numeraalisessa muodossa erittäin keskeistä informaatiota yrityksen rahoitusstrategiasta ja sen painopisteistä.

Tietojen pysymisestä mahdollisimman pitkälti vain rahoituksen ja liikkeenjohdon ydinhenkilöiden piirissä on vaikea keksiä negatiivisia puolia. Sen sijaan tietojen luovuttaminen edes salattavaan tutkimuskäyttöön voidaan pitää tarpeettomana suhteessa vähäisen hyötymispotentiaalin sisältävänä riskinä. Näin on erityisesti suuren yrityksen näkökulmasta, jonka oman rahoitusosaston voidaan perustellusti olettaa suorittavan jokseenkin vastaavansisältöistä jatkuvaa portfoliovalvontaa.

Yritys X:n portfolion sisältö koostuu seuraavista eristä. Koska duraatiopohjaiset menetelmät olettavat tuottokäyrän olevan horisontaalinen, maturiteettituotto on eri maturiteetin omaavilla velkakirjoilla sama.

Taulukko 1. Yritys X:n velkakirjaportfolio

Velkakirja	Kuponkikorko (vuotuinen)	Maturiteetti (vuotta)	Maturiteettituotto	Prinsipaali (€)
A	3,5 %	3	4,4 %	80 000
B	4,0 %	4	4,4 %	33 000
C	3,8 %	5	4,4 %	77 000
D	4,1 %	6	4,4 %	40 000
E	4,5 %	7	4,4 %	86 000
F	6,5 %	8	4,4 %	90 000
G	6,4 %	12	4,4 %	67 000
H	9,7 %	14	4,4 %	55 000

Portfolion sisältävien velkakirjojen duraatiopohjaiset tunnusluvut ovat taulukon 2 mukaiset. Koska kaikki velkakirjat maksavat kuponkikorkoa, niiden duraatiot ja näin ollen myös modifioidut duraatiot ovat vuosissa mitattuna nimellisiä maturiteetteja pienempiä. Huomattavaa on, että vaikka velkakirjojen G ja H maturiteetit eroavat kahdella vuodel-

la, ovat niiden duraatiot varsin samankaltaiset. Tämä johtuu velkakirjan H maksamasta huomattavasti velkakirjaa G prosentuaalisesti suuremmasta kuponnikorosta.

Taulukko 2. Yritys X:n velkakirjaportfolion tunnusluvut

Velkakirja	Macauleyn duraatio	Modifioitu duraatio	Konveksisuus
A	2,90	2,78	10,98
B	3,77	3,61	17,71
C	4,64	4,45	26,00
D	5,43	5,21	35,21
E	6,16	5,90	45,14
F	6,59	6,31	52,95
G	9,02	8,64	100,79
H	9,35	8,96	113,96

Taulukosta 3 voidaan huomata, että 1 %:n korkotason muutosta koskien modifioitu duraatio ja konveksisuus yhdessä ennakoivat velkakirjan nykyarvon muutoksen hyvin tarkasti jopa 14 vuoden maturiteetin velkakirjoissa. Tämä kertoo menetelmien olevan hyvin valideja tarkoitukseensa ja tukee niiden laajaa käyttöä korkoriskiposition määrittelyssä.

Taulukko 3. Yritys X:n velkakirjaportfolion prosentuaalinen arvonmuutos kun korkotason muutos on +100 korkopistettä (+1 %)

Velkakirja	Konveksisuus	Konveksisuusoisaisuus (CV/20000)	MD + CV ennakoima nykyarvon muutos	Reaalinen nykyarvon muutos
A	10,98	0,05 %	-2,72 %	-2,72 %
B	17,71	0,09 %	-3,53 %	-3,53 %
C	26,00	0,13 %	-4,32 %	-4,32 %
D	35,21	0,18 %	-5,03 %	-5,04 %
E	45,14	0,23 %	-5,68 %	-5,69 %
F	52,95	0,26 %	-6,05 %	-6,07 %
G	100,79	0,50 %	-8,13 %	-8,18 %
H	113,96	0,57 %	-8,39 %	-8,44 %

Kun korkotason muutos on suurempi, alkaa modifioitujen duraation ja konveksisuuden aikaansaama mittausvirhe kasvamaan. Virheen suurentuminen voidaan havaita erityisesti pisimpien maturiteettien velkakirjoissa.

Taulukko 4. Yritys X:n velkakirjaportfolion prosentuaalinen arvonmuutos kun korkotasoon muutos on +200 korkopistettä (+2 %)

Velkakirja	Konveksisuus	Konveksisuussoikaisu (CV/20000)	MD + CV ennakoima nykyarvon muutos	Reaalinen nykyarvon muutos
A	10,98	0,05 %	-5,44 %	-5,35 %
B	17,71	0,09 %	-7,05 %	-6,90 %
C	26,00	0,13 %	-8,63 %	-8,41 %
D	35,21	0,18 %	-10,06 %	-9,77 %
E	45,14	0,23 %	-11,35 %	-10,98 %
F	52,95	0,26 %	-12,10 %	-11,67 %
G	100,79	0,50 %	-16,27 %	-15,50 %
H	113,96	0,57 %	-16,78 %	-15,92 %

Taulukko 5. Yritys X:n velkakirjaportfolion prosentuaalinen arvonmuutos kun korkotasoon muutos on +450 korkopistettä (+4,5 %)

Velkakirja	Konveksisuus	Konveksisuussoikaisu (CV/20000)	MD + CV ennakoima nykyarvon muutos	Reaalinen nykyarvon muutos
A	10,98	0,05 %	-12,25 %	-11,50 %
B	17,71	0,09 %	-15,87 %	-14,68 %
C	26,00	0,13 %	-19,42 %	-17,72 %
D	35,21	0,18 %	-22,63 %	-20,36 %
E	45,14	0,23 %	-25,54 %	-22,68 %
F	52,95	0,26 %	-27,22 %	-23,92 %
G	100,79	0,50 %	-36,61 %	-30,70 %
H	113,96	0,57 %	-37,75 %	-31,24 %

Näistä laskemista nähdään duraation ja konveksisuuden rajoitukset korkoriskinhallinnassa. Luonnollisesti 4,5 %:n yksittäinen muutos korkotasossa kuuluu asteikon äärikategoriaan, jonka realisoituminen hyvin lyhyenä aikana edellyttäisi hyvin merkittäviä muutoksia joko suoraan finanssimarkkinoilla tai globaalin talouden suhteen, mahdollisesti molempia.

Portfolioduraatio, joka sisältää portfoliokonveksisuussoikaisun, antaa varsin samansuuntaisia tuloksia kuin konveksisuudella korjattu modifioitu duraatio. Kun korkotasoon muutos pysyy alle 200 korkopisteen, mittausvirhe säilyy varsin maltillisena. Tätä huomattavasti suuremmat muutokset aiheuttavat jo varsin merkittäviä mittausvirheitä.

Taulukko 6. Yritys X:n velkakirjaportfolion arvonmuutos kun korkotason muutos on +100 korkopistettä (+1,0 %)

Velkakirja	PV Velkakirja	MD + CV ennakoima % Δ PV Velkakirja	MD + CV ennakoima Δ PV Velkakirja	Reaallinen Δ PV Velkakirja	Reaallinen % Δ PV Velkakirja
A	78017	-2,72 %	-2123,07	-2125,51	-2,72 %
B	32525	-3,53 %	-1146,73	-1148,46	-3,53 %
C	74966	-4,32 %	-3235,49	-3241,62	-4,32 %
D	39379	-5,03 %	-1980,43	-1984,98	-5,04 %
E	86509	-5,68 %	-4909,72	-4923,08	-5,69 %
F	102517	-6,05 %	-6201,69	-6220,93	-6,07 %
G	79289	-8,13 %	-6449,98	-6482,45	-8,18 %
H	84994	-8,39 %	-7129,90	-7171,19	-8,44 %
Portfolio	578197	-5,74 %	-33177,00	-33298	-5,76 %

Kuten havaittiin 100 korkopisteen korkotason muutoksen osalta, mittausvirhe on parhaimmillaankin portfolion osalta marginaalinen. Korkotason muuttuminen 100 korkopisteellä aiheuttaisi yrityksen X portfolion arvossa noin 5,76 %:n muutoksen. Mittausvirhe 121 € on niin pieni, ettei yrityksen voitane näillä tasoilla katsoa olevan kiinnostunut siitä. Valuuttamääräisesti 1 %:n korkotason muutos aiheuttaa 33000 €:n arvonmuutoksen portfoliossa, ja yhden korkopisteen korkotason muutos muuttaisi portfolion arvoa 330 €.

Taulukko 7. Yritys X:n velkakirjaportfolion arvonmuutos kun korkotason muutos on +200 korkopistettä (+2,0 %)

Velkakirja	PV Velkakirja	MD + CV ennakoima % Δ PV Velkakirja	MD + CV ennakoima Δ PV Velkakirja	Reaallinen Δ PV Velkakirja	Reaallinen % Δ PV Velkakirja
A	78017	-5,44 %	-4246,13	-4172,78	-5,35 %
B	32525	-7,05 %	-2293,46	-2244,75	-6,90 %
C	74966	-8,63 %	-6470,97	-6308,34	-8,41 %
D	39379	-10,06 %	-3960,86	-3846,69	-9,77 %
E	86509	-11,35 %	-9819,44	-9501,97	-10,98 %
F	102517	-12,10 %	-12403,38	-11967,17	-11,67 %
G	79289	-16,27 %	-12899,96	-12289,10	-15,50 %
H	84994	-16,78 %	-14259,80	-13533,80	-15,92 %
Portfolio	578197	-11,48 %	-66354,00	-63865	-11,05 %

Portfolion arvonmuutos 200 korkopisteen korkotason muutoksen myötä kasvaa lähes 64000 €, mutta mittausvirhe kasvaa edellisen esimerkin täysin marginaalisesta sum-

masta noin kaksikymmenkertaiseksi lähes 2500 €:oon. Vaikka tällaiset summat ovat vielä portfolion kokonaissumman rinnalla vähäisiä, muutoksen lähes räjähdysmäisen kasvun tulisi herättää riskienhallinnasta vastuussa olevien huomio. Koska duraatiopohjaiset menetelmät kuitenkin ovat skeptisiä eli yliarvioivat arvonmenetyksen ja aliarvioivat arvonnousun, tilanne on aina duraatiolaskelmien antamaa kuvaa määrin valoisampi sijoitusportfolion omistajan kannalta riippumatta muutosten suunnasta.

Taulukko 8. Yritys X:n velkakirjaportfolion arvonmuutos kun korkotason muutos on +450 korkopistettä (+4,5 %)

Velkakirja	PV Velkakirja	MD + CV ennakoima % Δ PV Velkakirja	MD + CV ennakoima Δ PV Velkakirja	Reaalinen Δ PV Velkakirja	Reaalinen % Δ PV Velkakirja
A	78017	-12,25 %	-9553,80	-8971,72	-11,50 %
B	32525	-15,87 %	-5160,28	-4775,48	-14,68 %
C	74966	-19,42 %	-14559,69	-13280,54	-17,72 %
D	39379	-22,63 %	-8911,93	-8017,76	-20,36 %
E	86509	-25,54 %	-22093,73	-19617,40	-22,68 %
F	102517	-27,22 %	-27907,61	-24517,09	-23,92 %
G	79289	-36,61 %	-29024,90	-24343,97	-30,70 %
H	84994	-37,75 %	-32084,55	-26548,82	-31,24 %
Portfolio	578197	-25,82 %	-149296,49	-130073	-22,50 %

450 korkopisteen korkotason nousun myötä yrityksen X portfolion arvo olisi duraation ja konveksisuuden perusteella laskenut yli neljänneksen eli lähes 150000 €, mutta mittausvirheestä johtuen todellisuus on tässä tapauksessa kuitenkin lähes 20000 € valoisampi.

Yrityksen X Key rate -duraatio

Taulukkojen 2-8 laskelmat kertovat yrityksen X velkakirjojen arvonmuutoksista tilanteessa, jossa ei tehdä jokseenkin rohkeaa olettaa korkotason muutoksen paralleeliudesta vaan yksittäisten avainmaturiteettien korkotasoa shokeeraamalla voidaan tarkemmin simuloida reaali maailman korkoheiluntoja. Tämän lisäksi käytössä ovat ei-horisontaalisen spot-käyrän maturiteettituotot, jotka eivät ole identtiset riippumatta maturiteetista, vaan ovat jokseenkin normaalin positiivisen korkokäyrän mukaiset. Taulukkojen 9-12 laskelmat havainnollistavat velkakirjojen nykyarvojen kalkuloimisen suhteessa uusiin spot-kursseihin.

Taulukko 9. Yritys X:n velkakirjaportfolion kassavirrat

			Kassavirrat						
Aika	Spot-korko	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1	2,0 %	2800	1320	2926	1640	3870	5850	4288	5335
2	2,5 %	2800	1320	2926	1640	3870	5850	4288	5335
3	3,0 %	82800	1320	2926	1640	3870	5850	4288	5335
4	3,5 %		34320	2926	1640	3870	5850	4288	5335
5	4,0 %			79926	1640	3870	5850	4288	5335
6	4,5 %				41640	3870	5850	4288	5335
7	5,0 %					89870	5850	4288	5335
8	5,5 %						95850	4288	5335
9	6,0 %							4288	5335
10	6,5 %							4288	5335
11	7,0 %							4288	5335
12	7,5 %							71288	5335
13	8,0 %								5335
14	8,5 %								60335
		88400	38280	91630	49840	113090	136800	118456	129690

766186

Taulukko 10. Yritys X:n velkakirjaportfolion kassavirtojen nykyarvot

			Kassavirtojen nykyarvot						
Aika	Spot-korko	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1	2,0 %	2745	1294	2869	1608	3794	5735	4204	5230
2	2,5 %	2665	1256	2785	1561	3684	5568	4081	5078
3	3,0 %	75774	1208	2678	1501	3542	5354	3924	4882
4	3,5 %		29908	2550	1429	3372	5098	3737	4649
5	4,0 %			65693	1348	3181	4808	3524	4385
6	4,5 %				31975	2972	4492	3293	4097
7	5,0 %					63869	4157	3047	3791
8	5,5 %						62456	2794	3476
9	6,0 %							2538	3158
10	6,5 %							2284	2842
11	7,0 %							2037	2535
12	7,5 %							29931	2240
13	8,0 %								1962
14	8,5 %								19255
CFNPV		81184	33666	76575	39422	84413	97669	65395	67581

NPV Δr	81184	33666	76575	39422	84413	97669	65395	67581
% muutos	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Taulukko 11 havainnollistaa kenties teoriaosuutta paremmin velkakirjan kassavirtojen jakautumisen nimellisen maturiteetin ajalle. Yhteenlaskettuna nämä niin sanotut duraa-tiovektorit vastaavat jotakuinkin omien velkakirjojensa duraatioita.

Taulukko 11. Yritys X:n velkakirjaportfolion key rateduraatiot

		Key-rate duraatio							
Aika	Spot-korko	A	B	C	D	E	F	G	H
1	2,0 %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
2	2,5 %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
3	3,0 %	2,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
4	3,5 %		3,6	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
5	4,0 %			4,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
6	4,5 %				4,9	0,2	0,3	0,3	0,4
7	5,0 %					5,3	0,3	0,3	0,4
8	5,5 %						5,1	0,3	0,4
9	6,0 %							0,3	0,4
10	6,5 %							0,3	0,4
11	7,0 %							0,3	0,4
12	7,5 %							5,5	0,4
13	8,0 %								0,4
14	8,5 %								4,0
		2,90	3,77	4,64	5,42	6,11	6,48	8,37	8,23

Taulukossa 12 kunkin velkakirjan maturoitumisajanjakson spot-korkoa on nostettu 100 korkopistettä. Vertaamalla velkakirjojen maturoitumisajanjakson key rateduraatioita ja velkakirjojen todellisia nykyarvon muutoksia maturoitumisajanjakson spot-koron nous-tua 100 korkopistettä huomataan näiden kahden korreloivan varsin hyvin. Poikkeuksia ovat pitkän maturiteetin velkakirjat G ja H, joista erityisesti velkakirjan H mittaustulok- sessa voidaan havaita mittausrvirheen olevan varsin suuri suhteessa muihin velkakirjoi- hin.

Taulukko 12. Yritys X:n velkakirjaportfolion arvonmuutos kun korkotason muutos on +450 korkopistettä (+4,5 %)

Aika	Spot-korko	Kassavirtojen nykyarvot kun $\Delta=+1\%$						G	H
		A	B	C	D	E	F		
1	2,0 %	2745	1294	2869	1608	3794	5735	4204	5230
2	2,5 %	2665	1256	2785	1561	3684	5568	4081	5078
3	3,0 %	73609	1173	2601	1458	3440	5201	3812	4743
4	3,5 %		28779	2454	1375	3245	4906	3596	4474
5	4,0 %			62624	1285	3032	4584	3360	4180
6	4,5 %				30199	2807	4243	3110	3869
7	5,0 %					59769	3891	2852	3548
8	5,5 %						57916	2591	3224
9	6,0 %							2538	3158
10	6,5 %							2284	2842
11	7,0 %							2037	2535
12	7,5 %							26783	2004
13	8,0 %								1962
14	8,5 %								16934
CFNPV		81184	33666	76575	39422	84413	97669	65395	67581
NPV Δr		79019	32503	73333	37486	79771	92042	61248	63781
% muutos		-2,7 %	-3,5 %	-4,2 %	-4,9 %	-5,5 %	-5,8 %	-6,3 %	-5,6 %

Koska additiivisuus kuuluu duraation ominaisuuksiin, voitaisiin key rateduraatiotekniikalla simuloida myös portfolion ”läpäiseviä” korkotason muutoksia ja simuloida näin erimuotoisten korkotason käännteiden reaali vaikutuksia portfolion arvoon.

6 Johtopäätökset

Korkoriski vaikuttaa lähes jokaisen yrityksen taloudelliseen asemaan, eikä sen vaikutuksia huolimatta muita riskienhallinnan osa-alueita heikommasta tunnettuudesta, tietynlaisesta vaikeaselkoisuudesta ja monitahoisuudesta huolimatta tule unohtaa yrityksen kokonaisriskinhallinnassa. Suojaamattoman portfolion arvo on alttiina merkittäville muutoksille, joiden mittaaminen täysin eksaktisti on mahdollista. Kokonaisratkaisuna tällaista täyden valuaation mallia täytyynee pitää selkeänä strategisena valintana uhrata huomattavasti tavanomaista enemmän resursseja itse korkoposition pilkuntarkan suuruusluokan selvittämiseen. Tällöin työvoimakustannusta voidaan pitää vaihtoehtokus-

tannuksena suhteessa muiden mittausten menetelmien epätarkkuuksista seuraaviin potentiaaliin arvonmenetyksiin tai ylimääräisiin suojauskustannuksiin.

Duraatiopohjaiset analyysimuodot tuottavat erittäin validia tietoa korkoriskinhallinnan kannalta, koska mittaustulokset ovat tavanomaisesti riittävän laadukkaita perusteltujen ja tehokkaiden suojaustoimien suorittamista varten. Koska duraatiopohjaiset analyysimuodot ovat pohjimmiltaan likimääräisiä arvioita, tulee näiden analyysien toteuttajien ja erityisesti niiden tulkitsijoiden olla tietoisia korkotason suurten muutosten vaikutuksista erityisesti pidempien maturiteettien velkakirjojen arvonmuutosten mittaustuloksiin. Jos näiden menetelmien pessimististä käyttäytymistä arvonmuutoksen suhteen ei huomioida korkoposition hallinnassa, korkoposition hallinta voi päätyä olemaan liioitellun konservatiivista ja suurten muutosten realisoituessa yksinkertaisesti virheellistä. Duraatiopohjaisten menetelmien käytössä tulee myös muistaa, että ne tekevät varsin ratkaisevia olettamia muun muassa tuottokäyrän muodosta ja siihen kohdistuvien muutosten laadusta, jotka tietyssä määrin johtavat duraatioanalyysin menetelmien joidenkin osien käytön tapahtuvan tietyssä määrin epärealistisissa skenaarioissa. Muutoksia tarkastellaan teoreettisesti validien menetelmien pohjalta tietynlaisessa vakuuissa, jossa päätelmät ja tulokset ovat luonnollisesti paikkaansa pitäviä. Laadukas sovellettaavuus reaali maailman tilanteisiin on kuitenkin eräiden duraatiopohjaisten menetelmien, esimerkiksi portfolioduraation, rajoittava tekijä.

Mittaustulosten pohjalta tehtävien korkoriskiposition muutostoimenpiteiden tarpeellisuuden arvioi yrityksessä asiasta vastuussa oleva taho. Tämän tahon päätyessä mittaustulosten perusteella johtopäätökseen, jonka mukaan toimenpiteet ovat tarpeellisia, on käytössä laaja paletti erilaisia suojauskeinoja ja strategioita. Niiden avulla korkoriskipositiota voidaan joko suurentaa tai pienentää, tai se voidaan neutraloida täysin, jos valitaan täysin immunisoiva strategia. Immunisaatio voidaan toteuttaa muun muassa tasapainottamalla velkaportfolion ja sijoitusportfolion portfolioduraatio ja -konveksisuus. Eri strategioilla ja instrumenteilla on omat vahvuutensa. Näin ollen tilanteet, joissa niiden käyttö on optimaalista, vaihtelee yrityksittäin. Korkoriskinhallinnan tärkein osa onkin juuri omalle yritykselle optimaalisen korkoposition määrittely.

7 Yhteenveto ja arviointi

Tässä opinnäytetyössä suoritettu tutkimus on sikäli tavanomaisesta eroava, ettei reaalista tutkimusainestoa – eli yrityksen portfolion tarkkaa rakennetta – onnistuttu hankki-

maan yrityksiltä johtuen niiden suhtautumisesta arkaluonteiseen rahoitusstrategiaa käsittelevään informaatioon, jota portfolion yksityiskohtaiset tiedot lukumuodossa ovat.

Vaikka luvut ja niiden pohjalta laaditut laskelmat ovat fiktiivisiä, ei laskelmien reliabiliteetti varsinaisesti tästä kärsi, sillä olennaisinta tutkimuksessa on mittausmenetelmien tuottaman tiedon oikeellisuus. Tällöin mittausmenetelmä voidaan siirtää olemassa olevan portfolion analysointivälineeksi huolimatta siitä, että alkuperäiset laskelmat pohjautuvat fiktiiviseen aineistoon. Portfolion laajuudeksi valikoitui kahdeksan eri maturiteetin ja tuoton velkakirjaa jo siitäkin syystä, että usean kymmenen instrumentin portfolio muodostuisi käytännössä varsin hankalaksi jo taulukkojen koon kasvaessa. Vaikka laskennallista tietoa olisi saatu enemmän, olisi tällöin saatettu tinkiä tutkimuksen hahmotettavuudesta ja selkeydestä.

Korkoriskinhallinnasta on saatavilla laadukasta aineistoa, mutta kuten rahoituksen suhteen varsin yleisesti on tapana, myös korkoriskinhallintaa koskeva kurantein ja perustavanlaatuisin aineisto on kirjoitettu englanniksi. Monet suomenkieliset lähteet ovat jo varsin iäkkäitä, ja vaikka ne sisältävätkin oikeaa tietoa, niistä jää usein puuttumaan edistynein aineisto korkoriskin mittaamisen osalta. Näin on esimerkiksi key rateduraation laita.

Korkoriski paljastui aiheena mielenkiintoiseksi, joskin teoria oli varsin haastavaa erityisesti englanniksi opiskeltuna. Terminologian hallinta auttaa varsin pitkälle samoin kuin muun muassa sähköisistä lähteistä, esimerkiksi Youtube.com -sivustolta ja erinäisiltä rahoitusriskiä käsitteleviltä keskustelupalstoilta, löytyvät käytännön esimerkit, jotka avaavat teoria-aineistoa kiitettävällä tavalla.

Lähteet

Antl, Boris 1988. Management of Interest rate risk. Euromoney Publications, London.

Kasanen, Eero & Lundstöm, Thomas & Puttonen, Vesa & Veijola, Risto 1996. Rahoitusriskit yrityksissä. SHV Coopers & Lybrand Oy.

Tuhkanen, Jorma 2006. Korkokäsikirja sijoittajalle ja lainanottajalle. Edita, Helsinki.

Korkojohdannaiset. OP-Pohjola. <https://www.pohjola.fi/pohjola/yritys--ja-yhteisoasiakkaat/markets/johdannaiset/korkojohdannaiset?id=325210>. Luettu 28.9.2013.

Karttunen, Heli 2010. Korkojohdannaiset ovat usein nollasummapeliä. Hämeen Sanomat. <http://www.hameensanomat.fi/uutiset/kanta-hame/218658-korkojohdannaiset-ovat-usein-nollasummapelia>. Luettu 28.9.2013.

Triennial Central Bank Survey. OTC interest rate derivatives turnover in April 2013. Preliminary global results. 2013. <http://www.bis.org/publ/rpfx13ir.pdf> Luettu 4.10.2013.

Ahjos, Timo 1994. Finanssiriskien hallinta. <http://www.ahjos.net/finance/firi-94.pdf> Luettu 4.10.2013.

Hull, John C. 2006. Options, futures and other derivatives. Seitsemäs painos. Pearson Education, New Jersey.

Euroopan keskuspankin ohjauskorko ja 12 kuukauden euribor. http://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/rahopolitiikan_valineet/pages/tilastot_markkina-_ja_hallinnolliset_korot_euribor_ekpohj_kk_chrt_fi.aspx. Luettu 2.2.2014.

Choudhry, Moorad 2001. Bond and Money Markets: Strategy, Trading, Analysis. Butterworth-Heinemann, Woburn.

Fabozzi, Frank J & Mann, Steven V. & Choudhry, Moorad 2003. Measuring and Controlling Interest Rate and Credit Risk. Toinen painos. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Fabozzi, Frank J. 2006. Bond markets, Analysis and Strategies. Pearson Education, Inc., New Jersey.

Irfanullah, Arif 2011. CFA Level I Measurement of Interest Rate Risk Video Lecture by Mr. Arif Irfanullah part 1. <https://www.youtube.com/watch?v=nSLyHjRTjSs> Luettu 24.3.2014.

Harper, David 2009. Modified duration vs effective duration vs duration. <https://www.bionicturtle.com/forum/threads/modified-duration-vs-effective-duration-vs-duration.1746/> Luettu 29.4.2014.

Duncan, Andy 2013. Calculating Convexity, Lecture 025, Securities Investment 101, Video 00028. https://www.youtube.com/watch?v=rT-k_4j4ytQ Luettu 14.3.2014.

Fabozzi, Frank J. 1995. The handbook of fixed income securities. Neljäs pianos. Irvin professional publishing, Chicago.

Harper, David 2008. Key rate shift: concept. <https://www.youtube.com/watch?v=ZDjjl0YKDXg> Luettu 1.4.2014.

De La Grandville, Olivier 2001. Bond Pricing and Portfolio Analysis. Protecting the investors in the long run. The MIT Press, Cambridge.

Harper, David 2008. Key rate shift: technique. <https://www.youtube.com/watch?v=SvAc1EF1GPE> Luettu 1.4.2014.

Velkaportfolion duraatiopohjaisten tunnuslukujen kalkuloiminen

Korkotason muutos +1%

A

Aika (t)	CF	PVCF	Paino	PVCF x Paino (Macauleyn duraatio)	PVCF x (t*(t+1))	PVCF +/-X% Δr
1	2800,00	2681,99	0,03	0,03	5363,98	2656,55
2	2800,00	2568,96	0,03	0,07	15413,75	2520,44
3	82800,00	72766,06	0,93	2,80	873192,68	70714,50
	88400,00	78017,01	1,00	2,90	893970,41	75891,49
				MD	CV	Reaalinen PΔ
				2,78	10,98	-2,72 %
					CV/200	
					0,05 %	

B

Aika (t)	CF	PVCF	Paino	PVCF x Paino (Macauleyn duraatio)	PVCF x (t*(t+1))	PVCF +/-X% Δr
1	1320,00	1264,37	0,04	0,04	2528,74	1252,37
2	1320,00	1211,08	0,04	0,07	7266,48	1188,21
3	1320,00	1160,04	0,04	0,11	13920,46	1127,33
4	34320,00	28889,85	0,89	3,55	577797,00	27808,97
	38280,00	32525,34	1,00	3,77	601512,68	31376,88
				MD	CV	Reaalinen PΔ
				3,61	17,71	-3,53 %
					CV/200	
					0,09 %	

C

Aika (t)	CF	PVCF	Paino	PVCF x Paino (Macauleyn duraatio)	PVCF x (t*(t+1))	PVCF +/-X% Δr
1	2926	2802,68	0,04	0,04	5605,36	2776,09
2	2926	2684,56	0,04	0,07	16107,37	2633,86
3	2926	2571,42	0,03	0,10	30857,03	2498,92
4	2926	2463,04	0,03	0,13	49260,90	2370,89
5	79926	64444,46	0,86	4,30	1933333,78	61444,78
	91630	74966,17	1,00	4,64	2035164,44	71724,55
				MD	CV	Reaalinen PΔ
				4,45	26,00	-4,32 %

CV/200

0,13 %

D

<i>Aika (t)</i>	<i>CF</i>	<i>PVCF</i>	<i>Paino</i>	<i>PVCF x Paino (Macauleyn duraatio)</i>	<i>PVCF x (t*(t+1))</i>	<i>PVCF +/-X% Δr</i>
1	1640,00	1570,88	0,04	0,04	3141,76	1555,98
2	1640,00	1504,68	0,04	0,08	9028,05	1476,26
3	1640,00	1441,26	0,04	0,11	17295,12	1400,63
4	1640,00	1380,52	0,04	0,14	27610,35	1328,87
5	1640,00	1322,33	0,03	0,17	39670,04	1260,78
6	41640,00	32159,38	0,82	4,90	1350694,15	30371,56

49840,00

39379,05

1,00

5,43

1447439,47

37394,07

MD**CV****Reaallinen PA**

5,21

35,21

-5,04 %

CV/20000

0,18 %

E

<i>Aika (t)</i>	<i>CF</i>	<i>PVCF</i>	<i>Paino</i>	<i>PVCF x Paino (Macauleyn duraatio)</i>	<i>PVCF x (t*(t+1))</i>	<i>PVCF +/-X% Δr</i>
1	3870,00	3706,90	0,04	0,04	7413,79	3671,73
2	3870,00	3550,67	0,04	0,08	21304,00	3483,61
3	3870,00	3401,02	0,04	0,12	40812,27	3305,13
4	3870,00	3257,68	0,04	0,15	65153,68	3135,80
5	3870,00	3120,39	0,04	0,18	93611,61	2975,14
6	3870,00	2988,88	0,03	0,21	125532,81	2822,72
7	89870,00	66483,10	0,77	5,38	3723053,51	62191,42

113090,00

86508,63

1,00

6,16

4076881,68

81585,55

MD**CV****Reaallinen PA**

5,90

45,14

-5,69 %

CV/200

0,23 %

F

<i>Aika (t)</i>	<i>CF</i>	<i>PVCF</i>	<i>Paino</i>	<i>PVCF x Paino (Macauleyn duraatio)</i>	<i>PVCF x (t*(t+1))</i>	<i>PVCF +/-X% Δr</i>
1	5850,00	5603,45	0,05	0,05	11206,90	5550,28
2	5850,00	5367,29	0,05	0,10	32203,73	5265,92
3	5850,00	5141,08	0,05	0,15	61692,96	4996,13
4	5850,00	4924,41	0,05	0,19	98488,12	4740,16
5	5850,00	4716,86	0,05	0,23	141505,93	4497,31
6	5850,00	4518,07	0,04	0,26	189758,90	4266,90

7	5850,00	4327,65	0,04	0,30	242348,54	4048,29
8	95850,00	67918,51	0,66	5,30	4890132,47	62931,38
136800,00 102517,31 1,00				6,59	5667337,55	96296,3808
				MD	CV	Reaallinen PΔ
				6,31	52,95	-6,07 %
					CV/200	
					0,26 %	

G

<i>Aika (t)</i>	<i>CF</i>	<i>PVCF</i>	<i>Paino</i>	<i>PVCF x Paino (Macauleyn duraatio)</i>	<i>PVCF x (t*(t+1))</i>	<i>PVCF +/-X% Δr</i>
1	4288,00	4107,28	0,05	0,05	8214,56	4068,31
2	4288,00	3934,18	0,05	0,10	23605,06	3859,88
3	4288,00	3768,37	0,05	0,14	45220,41	3662,12
4	4288,00	3609,55	0,05	0,18	72190,95	3474,50
5	4288,00	3457,42	0,04	0,22	103722,63	3296,49
6	4288,00	3311,71	0,04	0,25	139091,66	3127,60
7	4288,00	3172,13	0,04	0,28	177639,41	2967,36
8	4288,00	3038,44	0,04	0,31	218767,74	2815,33
9	4288,00	2910,38	0,04	0,33	261934,56	2671,09
10	4288,00	2787,72	0,04	0,35	306649,65	2534,25
11	4288,00	2670,23	0,03	0,37	352470,86	2404,41
12	71288,00	42521,68	0,54	6,44	6633382,57	37925,31
118456,00 79289,10 1,00				9,02	8342890,06	72806,65
				MD	CV	Reaallinen PΔ
				8,64	100,79	-8,18 %
					CV/200	
					0,50 %	

H

<i>Aika (t)</i>	<i>CF</i>	<i>PVCF</i>	<i>Paino</i>	<i>PVCF x Paino (Macauleyn duraatio)</i>	<i>PVCF x (t*(t+1))</i>	<i>PVCF +/-X% Δr</i>
1	5335,00	5110,15	0,06	0,06	10220,31	5061,67
2	5335,00	4894,78	0,06	0,12	29368,70	4802,34
3	5335,00	4688,49	0,06	0,17	56261,87	4556,30
4	5335,00	4490,89	0,05	0,21	89817,80	4322,87
5	5335,00	4301,62	0,05	0,25	129048,57	4101,39
6	5335,00	4120,32	0,05	0,29	173053,63	3891,26
7	5335,00	3946,67	0,05	0,33	221013,58	3691,90
8	5335,00	3780,34	0,04	0,36	272184,21	3502,75
9	5335,00	3621,01	0,04	0,38	325891,06	3323,30
10	5335,00	3468,40	0,04	0,41	381524,23	3153,03
11	5335,00	3322,22	0,04	0,43	438533,60	2991,49

12	5335,00	3182,21	0,04	0,45	496424,31	2838,23
13	5335,00	3048,09	0,04	0,47	554752,58	2692,81
14	60335,00	33018,88	0,39	5,44	6933964,77	28893,54
	129690,00	84994,08	1,00	9,35	10112059,20	77822,90
				MD	CV	Reaalinen PΔ
				8,96	113,96	-8,44 %
					CV/20000	
					0,57 %	