

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TALOUSTIETEIDEN TIEDEKUNTA

LUOTTOTAPPIORISKIN VAIHTOSOPIMUKSEN HINNAN MÄÄRITTÄMINEN

Kansantaloustieteen pro gradu -tutkielma

Maaliskuu 2001

Laatija: Pasi Heikkinen

Luottotappioriskin vaihtosopimuksen hinnan määrittäminen
Laatija: Pasi Heikkinen
Jyväskylän yliopisto
Taloustieteiden tiedekunta
Kansantaloustiede
Pro gradu –tutkielma
13.3.2001
86 sivua

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkielmassa tarkastellaan sitä, kuinka nykyisten markkinaolosuhteiden pohjalta, eli valtion viitelainojen ja yritysten joukkovelkakirjalainojen hintoja apuna käyttäen tulisi määrittellä luottotappioriskin vaihtosopimuksen hinta. Lisäksi selvitetään samalla kuinka velkakirjojen hinnat määrittävät eri luottoluokitusluokkien konkurssitodennäköisyydet eri maturiteeteilla.

Yksi tämän työn keskeisimmistä aiheista on vastapuoliriski ja sen hinnoittelu. Tästä aiheesta kertova luku havainnollistaa niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat vastapuoliriskin hinnan muodostumiseen. Johdannaisten hinnoittelussa on olemassa kahdenlaista vastapuoliriskiä. Ensiksikin johdannaisen kohteena olevaan instrumenttiin kohdistuu laiminlyömis-/konkurssiriski eli sen liikkeeseenlaskija ei pysty lunastamaan sitä. Toisaalta johdannaissopimuksen vastapuoli voi olla kykenemätön suorittamaan velvoitteitaan.

Työn empiirisessä osassa tarkastellaan luottotappioriskin vaihtosopimuksen (credit-default swap) hinnanmuodostumista. Hinnanmuodostamisessa noudatetaan luvussa 6 esiteltyä mallia. Tarkasteluun otetaan mukaan kolme luottoluokitusjärjestelmän pääluokkaa Aaa, Baa ja Caa. Mallin mukaan swap –sopimuksen kohteena on kaksi toisistaan riippumatonta luottoa, jotka ajatellaan yksinkertaisuuden vuoksi kuuluvan samaan luottoluokkaan. Ensin lasketaan kunkin luokan laiminlyömis-/konkurssitodennäköisyydet eri maturiteeteilla. Kunkin luottoluokituksen mukaisen swapin hinnat lasketaan 1 vuoden maturiteetista 3 vuoteen, puolen vuoden aikaväleihin. Tässä estimoinnissa malli ei altistu koronvaihteluille.

Avainsanat: rahoitusmarkkinat, vastapuoliriski, luottojohdannainen, luottoluokitus, laiminlyönti-/konkurssiriski, luottotappioriskin vaihtosopimus (credit-default swap)

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen motivointi ja tutkimusongelma	1
1.2 Tutkimuksen rakenne	2
2. RISKI	4
2.1 Riskit rahoitusmarkkinoilla	4
2.2 Sijoitusriski	5
2.2.1 Riskin pienentäminen hajauttamalla	7
2.3 Rahoitusinstrumenttien riskit	9
2.3.1 Korkoriski	9
2.3.2 Vastapuoli- eli luottoriski	10
2.3.3 Luottoriskinhallinta	11
3. RAHAMARKKINAJOHDANNAISET JA TUOTTOKÄYRÄ	14
3.1 Obligaation hinnoittelu	14
3.2 Tuottokäyrä	15
3.2.1 Tuottokäyrä empiirisellä aineistolla	16
3.3 Korkotermiinit	17
3.4 Obligaatiotermiini	17
3.5 Koronvaihtosopimus	18
3.6 Koronvaihtosopimusten käyttö	20
3.6.1 Suhteellinen etu	20
3.6.2 Korkoriskin muuttaminen	22
4. LUOTTOJOHDANNAISET	23
4.1 Taustaa	23
4.2 Luottojohdannaismarkkinoiden instrumentit ja 'luottotapahtuma'	24
4.2.1 Luottotappioriskin vaihtosopimus ja total-return swap	24
4.2.2 Luottospread johdannainen ja luottosidonnainen velkakirja	26
4.2.3 'Luottotapahtuma'	27
4.3 Luottojohdannaisten käyttö riskienhallinnassa	28
4.3.1 Luottotappioriskin vaihtosopimuksen käyttö riskienhallinnassa	28
4.3.2 Total-return swapin käyttö riskienhallinnassa	30
4.4 Luottojohdannaiset pankkien ja yritysten riskienhallinnassa	31
4.4.1 Pankit	31
4.4.2 Yritykset	32
4.5 Luottojohdannaismarkkinat	33
4.5.1 Markkinoiden jakautuminen	34
4.5.2 Markkinaosapuolet	34
4.5.3 Luottojohdannaisten kohteiden luottoluokitukset	35
4.6 Luottojohdannaismarkkinoiden kehittyminen	35

5. LUOTTOLUOKITUS JA LAIMINLYÖNTIRISKI	38
5.1 Luottoluokitusjärjestelmä	38
5.2 Luottoluokituksen määrittäminen ja käyttö	39
5.3 Luottoluokituksen ja laiminlyönnin välinen suhde	42
6. VASTAPUOLIRISKIN HINNOITTELU	46
6.1 Laiminlyömisriskin sisältävän lainan hinnoittelu	46
6.1.1 Laiminlyöntiriskittömien korkojen puumalli	47
6.1.2 Lainan riski	49
6.1.3 Lainan vastapuoliriski	51
6.2 Luottotappioriskin vaihtosopimuksen hinnan määrittäminen	61
7. LUOTTOTAPPIORISKIN VAIHTOSOPIMUKSEN HINNOITTELU OMALLA AINEISTOLLA	65
7.1 Aineisto	65
7.2 Joukkovelkakirjojen hinnat	65
7.3 Laiminlyönnin todennäköisyydet	67
7.3.1 Laiminlyönnin todennäköisyyksien tulkinta	73
7.4 Luottotappioriskin vaihtosopimuksen hinnan määrittäminen	74
7.4.1 Tulosten tulkinta	78
8. JOHTOPÄÄTÖKSET	81
LÄHTEET	83

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen motivointi ja tutkimusongelma

Yritykset kohtaavat liiketoiminnassaan monenlaisia riskejä. Perusteellisuuden alan yrityksissä riskit ovat monesti vakuutettavissa, esimerkiksi tulipalon tai toiminnan keskeytyksen varalta. Vastaavasti rahoitusmarkkinoilla on riskejä, mutta edellisestä poiketen ne eivät ole vakuutettavissa. Rahoitusmarkkinoiden instrumentteihin liittyviä riskejä ovat mm. sijoitus-, korko-, markkina- ja luottoriski, riippuen siitä millä rahoitusmarkkinoiden sektorilla toimitaan. Tämän vuoksi rahoitusmarkkinoilla toimijat tarvitsevat muita keinoja riskiensä hallitsemiseksi, kuin vakuuttaminen.

1980 -luvun alussa esimerkiksi luottoriski ei ollut olennaista yritysten riskienhallinnan kannalta nopean talouskasvun ansiosta. Markkinaosapuolet olivat luottoluokituksiltaan huippuluokkaa ja luottotappioita oli vähän. Markkinoiden kehittyessä yhä suuremmat määrät luottoriskiä altistivat kuitenkin osapuolia entistä huonommille riskeille (Jorion, s.247). Markkinoiden kehitys on saanut aikaan sen, että yritykset ottavat kantaakseen yhä suurempia riskejä kansainvälisillä markkinoilla ja tätä kautta on syntynyt tarve yhä kehittyneemmille riskienhallintatekniikoille.

Rahoitusmarkkinoiden vapautuminen on myös synnyttänyt markkinoille yhä monimutkaisempia ja vaikeammin hallittavissa olevia instrumentteja, joita pankit ja yritykset käyttävät varainhankinnassaan ja riskienhallinnassaan. Näitä uusia riskienhallintavälineitä ovat mm. luottojohdannaiset, joilla voidaan toimia globaaleilla markkinoilla ja jotka antavat paljon mahdollisuuksia eritoten pankeille ja investointipankkiireille. Vastaavasti ne luovat myös jossain määrin uhkia ja näin ollen synnyttävät haasteen kansainvälisille valvontaelimille suurten riskikeskittymien välttämiseksi.

Yksi tämän työn keskeisimmistä aiheista on vastapuoliriski ja sen hinnoittelu. Tästä aiheesta kertova luku havainnollistaa niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat vastapuoliriskin hinnan muodostumiseen. Vastapuoliriskin hinnoittelusta kertova luku johdattaa myös sujuvasti tämän työn tutkimusongelmaan, jossa selvitetään kuinka nykyisten

markkinaolosuhteiden pohjalta, eli valtion viitelainojen ja yritysten joukkovelkakirjalainojen hintoja apuna käyttäen tulisi määrittellä luottotappioriskin vaihtosopimuksen hinta. Lisäksi selvitetään samalla kuinka velkakirjojen hinnat määrittävät eri luottoluokitusluokkien konkurssitodennäköisyydet eri maturiteeteilla.

Työn tarpeellisuutta voidaan perustella luottojohdannaismarkkinoiden valtaisalla kehityksellä, vaikkakin luottojohdannaiset muodostavat vasta murto-osan koko johdannaismarkkinoiden volyymista. Vuonna 1996 luottojohdannaismarkkinoiden koko oli \$ 40 miljardia ja vuonna 2000 ne olivat jo \$ 893 miljardia. Vuoteen 2002 mennessä markkinoiden odotetaan kasvavan \$ 1581 miljardin suuruisiksi. Tutkimuksen kohteena oleva instrumentti, luottotappioriskin vaihtosopimus, on yleisin luottojohdannaisinstrumentti ja sen osuus koko luottojohdannaismarkkinoista on noin puolet. Luottojohdannaisista ei myöskään ole juurikaan saatavilla materiaalia suomen kielellä.

1.2 Tutkimuksen rakenne

Tutkimus rakentuu seuraavalla tavalla. Luvussa 2 luodaan ensin katsaus rahoitusmarkkinariskeihin, josta edetään sijoitusriskin esittelyn kautta rahoitusinstrumenttien riskeihin. Työn kannalta oleellisimpaan rahoitusinstrumenttiriskiin, eli luottoriskiin tutustutaan hieman tarkemmin.

Luvussa 3 käydään läpi yleisimpiä rahamarkkinajohdannaisia, joista oleellisin tämän on koronvaihtosopimus. Ensimmäiseksi luvussa tutustutaan kuitenkin obligaation hinnoitteluun, joka on olennainen osa työn empiiristä osaa. Obligaation hinnoittelun läpikäynnin jälkeen esitellään tuottokäyrä sekä havainnollistetaan empiirisessä osiossa käytettävän aineiston avulla tuottokäyrän kehitystä.

Luku 4 puolestaan on kokonaan luottojohdannaisista kertova osio. Siinä käydään läpi luottojohdannaismarkkinoiden instrumentit, niiden käyttötarkoitus ja markkinaosapuolet, jotka käyttävät luottojohdannaisia. Lisäksi kerrotaan luottojohdannaismarkkinoiden kehityksestä ja koosta. Luvussa 5 kerrotaan

luottoluokitusjärjestelmästä sekä sen yhteydestä luottotappioriskiinkin (laiminlyömisriski).

Luvussa 6 tutustutaan vastapuoliriskiinkin ja sen hinnoitteluun. Luvun esitys perustuu Robert Jarrow'n ja Stuart Turnbullin artikkeliin Credit Risk (Alexander, s.237-254). Luku johdattaa sujuvasti tämän työn tutkimusongelmaan eli luottotappioriskin vaihtosopimuksen hinnoitteluun, jonka estimointi on raportoitu luvussa 7.

2. RISKI

Monilla aloilla yritykset voivat ostaa vakuutuksen niitä riskejä vastaan, joita he kohtaavat liiketoiminnassaan. He voivat esimerkiksi vakuuttaa laivansa, lentokoneensa, ajoneuvonsa tai tehtaansa erilaisia riskejä, kuten paloja tai onnettomuuksia vastaan. Vastaavasti rahoitusmarkkinoilla toimijat kohtaavat huomattavia riskejä. Näistä olennaisimpia ovat markkina- ja vastapuoliriski, jotka ovat liittyneet toisiinsa hyvin vahvasti. Tätä kuvastaa hyvin se, kun yleinen markkinatilanteen heikentyminen lisää riskiä ettei markkinoilla toimiva vastapuoli kykene välttämättä suorittamaan velvoitteitaan, jolloin vastapuoliriski realisoituu.

Tämän työn keskeinen aihe on vastapuoliriski ja sen hinnoittelu. Tässä luvussa esitellään lyhyesti yleisellä tasolla yrityksen kohtaamat riskit rahoitusmarkkinoilla, mikä auttaa ymmärtämään riskikäsitteitä ja niiden välisiä kytköksiä ja näin selkiyttää työn jatkotarkasteluja.

2.1 Riskit rahoitusmarkkinoilla

Rahoitusmarkkinoilla riski voidaan määritellä odottamattomien tulemien muutoksiksi, joka on yleensä varallisuuden arvon tai korkojen vaihtelua. Riskejä joille yritykset altistuvat on kolmenlaisia; rahoitus-, business- ja strategiset riskit (Jorion, s.3).

Rahoitusriskit ovat markkinahintojen muutoksesta, vastapuolen maksun laiminlyönnistä tai muutoksesta rahoitusympäristössä aiheutuva tappion mahdollisuus. Toisin sanoen se on tulevaisuudessa saatavien nettotulojen epävarmuustaso. Suurimmat riskien aiheuttajat ovat muutokset korko-, valuutta- ja osakemarkkinoilla. Toisin kuin teollisuusyritykset, rahoitusalan yritykset ovat jo kauan harjoittaneet aktiivisesti rahoitusriskienhallintaa, jolloin he identifioivat, mittaavat ja kontrolloivat erilaisten riskien ilmentymisiä. Rahoitusriskeihin lukeutuvat myös seuraavat riskit (RiskMetrics, s.5):

- Luottoriski estimoit potentiaalista tappiota, joka johtuu vastapuolen kyvyttömyydestä suorittaa velvoitteitaan. Vastapuoliriski sisältyy myös tähän kategoriaan.
- Operationaaliset riskit aiheutuvat virheistä, jotka tehdään annettaessa maksuohjeita ja järjestettäessä maksuja.
- Likvideettiriski eli pystyykö yritys (pankki) kokonaisuutena rahoittamaan itseään eri tilanteissa.
- Markkinariski on yleisestä markkinatilanteesta johtuva epävarmuus liittyen tulevaisuudessa saataviin tuloihin.

Business riskit ovat puolestaan sellaisia, joita yritykset ottavat vapaaehtoisesti, sillä niiden oletetaan luovan kilpailuetua ja lisäävän osakkeenomistajien varallisuutta. Tämän tyyppin riskit liittyvät kiinteästi alaan, jolla yritys toimii ja siihen lukeutuvat teknologisiin innovaatioihin, tuotteiden suunnitteluun ja markkinointiin liittyvät riskit. Järkevä altistuminen business riskeille on ehto kaikessa liiketoiminnassa (Jorion, s.4).

Strategiset riskit johtuvat pysyvistä muutoksista taloudessa ja poliittisessa ympäristössä. Poliittiset riskit syntyvät viranomaisten tekemistä päätöksistä, jotka vaikuttavat yritysten toiminta mahdollisuuksiin. Tähän riskiryhmään kuuluvat myös sellaiset tekijät kuin pakkolunastus ja sosialisointi, joilta on hankalaa suojautua paitsi laajentamalla liiketoimintaa talouden eri osa-alueille ja eri maihin (Jorion, s.303).

2.2 Sijoitusriski

Sijoittaja tekee tietoisin valinnan riskistään, kun hän lähtee sijoittamaan tietyn tyyppisiin instrumentteihin. Perinteisestihän on tiedossa, että tuoton kasvaessa myös riski kasvaa.

Chicagon yliopiston tutkimuslaitos on kerännyt vuodesta 1926 lähtien aineistoa kaikista New Yorkin pörssissä listatuista osakkeista, OTC-markkinoiden

instrumenteista sekä erilaisista obligaatioista, optioista jne. Aineisto havainnollistaa kuinka paljon vuonna 1926 sijoitettu dollari olisi tuottanut vuoteen 1997 mennessä viidellä erilaisella portfoliolla (taulukko 2.1) (Brealey & Myers s.155). Taulukossa S & P 500 on indeksi, joka esittää New Yorkin pörssin 500 suurimman yrityksen osakkeista muodostuvaa portfoliota.

Taulukko 2.1 Erilaisten portfolioiden nimellinen tuotto (% p.a.)

Portfolio	tuotto nimellisenä
treasury bills	\$ 14.25
valtion obligaatiot	\$ 39.07
yriytysten obligaatiot	\$ 55.38
S & P 500	\$ 1,828.00
pienet yritykset	\$ 5,520.00

Lähde: Brealey & Myers, s.155

Sijoitukset edellä mainittuihin portfolioihin sisältävät eriaisteisia riskejä. Treasury billit ovat valtion liikkeelle laskemia, maturiteetiltaan alle vuoden mittaisia arvopapereita. Ne ovat kaikista riskittömämpiä, eikä niihin sisälly maksun laiminlyömisriskiä. Siirryttäessä pitkän aikavälin valtion obligaatioihin, kohtaa sijoittaja riskin, joka johtuu korkojen aiheuttamasta obligaation hinnan muutoksista. Edelleen siirtyminen yritysten obligaatioihin lisää maksun laiminlyömisriskiä. Sijoittajan sijoittaessa suoraan yritysten osakkeisiin kohtaa hän suoran yritysrisikin.

Kyseisten portfolioiden keskimääräiset vuositason tuotot, sekä reaaliset että nimelliset, näkyvät taulukosta 2.2. Taulukossa on myös mukana keskimääräinen riskipremio, jonka kyseinen portfolio on tarjonnut treasury billien tuoton päälle. Riskipremio kertoo sen tuoton, jonka sijoittaja on saanut korvaukseksi ottamastaan riskistä.

Taulukko 2.2 Keskimääräinen vuosituotto (% p.a.)

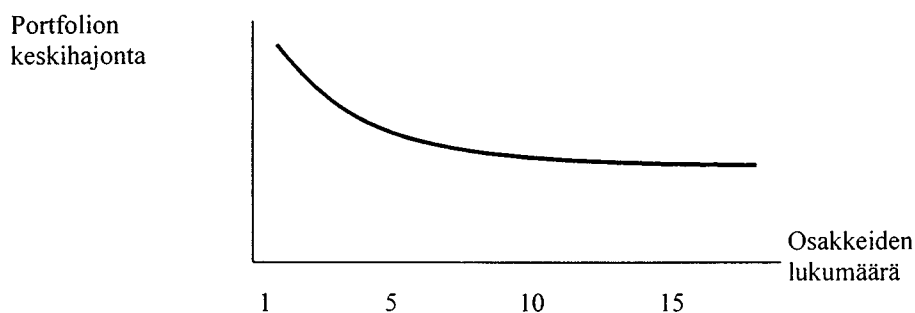
PORTFOLIO	NIMELLINEN	REAALINEN	KESKIMÄÄRÄINEN RISKIPREEMIO
treasury bills	3.8	.7	0
valtion lainat	5.6	2.6	1.8
yriytysten lainat	6.1	3.0	2.3
S & P 500	13.0	9.7	9.2
pienet yritykset	17.7	14.2	13.9

Lähde: Brealey & Myers, s.156

2.2.1 Riskin pienentäminen hajauttamalla

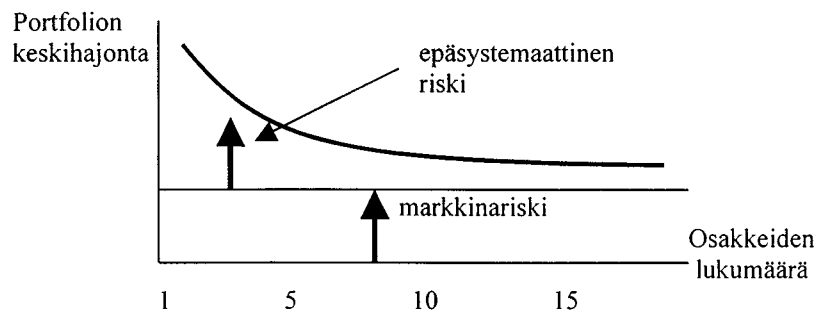
Rahamarkkinainstrumentin riskin mittareita ovat keskihajonta ja varianssi. Laskettaessa yksittäisten osakkeitten ja erilaisten indeksien keskihajontoja, niin havaitaan yksittäisten osakkeiden vaihtelun olevan suurempaa kuin indeksien. Syynä tähän on hajauttaminen, joka pienentää vaihtelua ja näin ollen riskiä. Jopa pieni hajauttaminen voi pienentää vaihtelua huomattavasti. Kuviosta 2.1 nähdään, että hajauttaminen voi pienentää tuottojen vaihtelun noin puoleen alkuperäisestä (Brealey & Myers s.167).

Suurin hyöty hajauttamisesta saadaan alkuvaiheessa osakkeiden määrän kasvaessa kymmenen paikkeille. Vaihtelun pieneminen ei ole enää yhtä suurta, kun osakkeiden määrä kasvaa yli 20.



Kuvio 2.1 Hajauttaminen pienentää riskiä

Se osa riskiä, joka voidaan periaatteessa hajauttaa kokonaan pois, kutsutaan epäsystemaattiseksi tai hajautettavissa olevaksi riskiksi. Vaikka sijoitusten hajauttamista jatkettaisiin, niin aina on riskiä, josta ei päästä kokonaan eroon. Tätä osaa riskistä kutsutaan yleisesti markkinariskiksi tai systemaattiseksi riskiksi. Markkinariski juontaa juurensa tosiasista, että taloudessa on vaaroja, jotka koskettavat talouden kaikkia osa-alueita. Kuviossa 2.2 riski on jaettu kahteen osaan, markkina- ja epäsystemaattiseen riskiin. Portfoliossa olevien osakkeiden määrän kasvaessa 20:een ja siitä ylöspäin, on hajauttaminen tehnyt tehtävänsä ja jäljellä on enää markkinariski.



Kuvio 2.2 Markkina- ja epäsystemaattinen riski

Sijoittajan rakentaessa hajautettua portfoliota tulee hänen tietää yksittäisen osakkeen vaikutus koko salkun riskiin. Tätä varten tulee tietää kuinka herkkä osake on markkinoiden muutoksille. Yksittäisen instrumentin riippuvuutta markkinoiden liikkeestä mittaa beta (β). Osakkeet joiden β on suurempi kuin 1 reagoivat voimakkaammin kuin markkinat yleensä eli osakemarkkinoiden yleisindeksin noustessa 1 prosentin nousee sellainen osake 1.29 prosenttia, jonka β on 1.29. Jos β on alle 1 on kyseisen osakkeen muutos samansuuntainen kuin markkinoiden yleissuuntaus, mutta ei niin voimakas.

2.3 Rahoitusinstrumenttien riskit

Rahoitusinstrumentteihin liittyy useita riskejä. Tällaisia ovat mm. korko-, hinta- ja uudelleensijoitusriski. On myös muita riskejä, kuten luottoriski (luottotappioriski), eli riski ettei instrumentin vastapuoli kykene suorittamaan velvoitteitaan. Tätä riskiä voidaan kutsua myös vastapuoliriskiksi. Esimerkiksi joukkovelkakirjoihin liittyy luottoriski (jos lainan liikkeeseenlaskija menee konkurssiin), riski luottokelpoisuusluokituksen laskemisesta (liikkeeseenlaskijan luottoluokituksen eli reittauksen lasku kasvattaa sijoittajan tuottovaatimusta) sekä muut tämän tyyppiset kertaluonteiset riskit.

2.3.1 Korkoriski

Kaikkiin korkosijoituksiin liittyy korkoriski. Esimerkiksi joukkovelkakirjan kohdalla se kuvaa sitä tuoton epävarmuutta, joka aiheutuu korkorakenteen tulevaisuuden muutoksista (Hirvinen, s.13).

Korkoriskien ottaminen on olennainen osa pankkitoimintaa ja se voi muodostaa tärkeän osan pankin kannattavuudesta ja osakkeenomistajien omistuksen arvon lisäämisestä. Liian suuri korkoriski voi kuitenkin muodostaa uhan pankin tuotoille ja omavaraisuudelle. Muutokset korkotasossa vaikuttavat sekä korkotuloihin ja muihin korkoihin liittyviin tuottoihin ja kuluihin että pankin varoihin ja velkoihin (Basel Committee on Banking Supervision (1997), s.6). Esimerkiksi vuosina 1980-82 korkomarginaalien merkittävästä pienentymisestä johtuen monet kansainväliset pankit kärsivät kassavirtaongelmista ja varojen puutteesta, vaikka eivät kokeneet merkittäviä luottotappioita (Koch, s.112).

Korkoriski jakautuu hintariskiin ja uudelleensijoitusriskiin. Hintariski toteutuu, jos joukkovelkakirja myydään ennen maturiteettia ja tuottotaso on noussut alkuperäisestä sijoitushetkestä. Joukkovelkakirjan tuotto ja hinta ovat käänteisiä, jolloin hinnan noustessa lainan tuotto laskee ja hinnan laskiessa päinvastoin. Uudelleensijoitusriski syntyy, kun joukkovelkakirja tuottaa kassavirtaa ennen erääntymistään ja syntyneet kassavirrat täytyy investoida uudelleen ennalta tuntemattomalla korolla. Sekä

hintariski että uudelleensijoitusriski syntyvät korkotason muutoksista, eli korkojen aikarakenteesta (Ihamuotila, s.4).

2.3.2 Vastapuoli- eli luottoriski

1980 –luvun alussa luottoriski ei ollut olennaista yritysten riskienhallinnan kannalta nopean talouskasvun takia. Osapuolet pitkäaikaisilla swap –markkinoilla olivat luottoluokituksiltaan huippuluokkaa ja luottotappioita oli vähän. Markkinoiden kehittyessä yhä suuremmat volyymit altistivat kuitenkin osapuolia yhä huonommille luottoriskeille (Jorion, s.247). 1990 –luvulta alkaen luottoriski on ollut avainhaaste yritysten riskienhallinnassa. Maailmanlaajuisesti yritykset ottavat yhä enenevässä määrin luottoriskiä kantaakseen. Luottoriskille altistumisen kasvu on lisännyt tarvetta myös yhä kehittyneemmille riskienhallintatekniikoille (CreditMetrics, s.5).

Luottoriski syntyy, kun lainanottajat tai jonkin maksusopimuksen osapuolet eivät halua tai eivät kykene suorittamaan sopimuksen mukaisia velvoitteitaan. Luottoriski sisältää sekä laiminlyönti- (luottotappio) että markkinariskin. Laiminlyöntiriski on objektiivinen arvio todennäköisyydestä, että vastapuoli ajautuu konkurssiin ja markkinariski mittaa taloudellisen tappion suuruutta, joka seuraa vastapuolen konkurssista (Jorion, s.247).

Luottoriskillä on kaksi ominaista piirrettä. Ensimmäinen on tarve arvioida mahdollisen tappion suuruus, eli markkinariski. Perinteisessä pankkitoiminnassa tappio on helposti mitattavissa, esimerkiksi lainalla se on pääoma lisättynä kertyvällä korolla. Johdannaisten kohdalla tappio riippuu sopimuksen markkina-arvosta ja tulevaisuudessa tapahtuvista muutoksista sopimusten arvoissa. Toinen ominaispiirre on mahdollisuus hajauttamiseen sekä vastapuolten että salkun instrumenttien keskuudessa. Koska tappion mahdollisuudet tasapainottavat toisiaan, niin salkun riski on huomattavasti pienempi kuin kaikkien tappiomahdollisuuksien yhteenlaskettu summa. Sellaiset instituutiot, jotka kykenevät arvioimaan luottoriskinsä oikein pystyvät myös hinnoittelemaan tuotteensa paremmin ja näin ollen saavuttavat kilpailuedun markkinoilla (Jorion, s.247-248). Kaksi ehtoa pitää täytyä, jotta laiminlyöntiriski aiheuttaa todellisia tappioita. Ensinnäkin vastapuolta kohtaan pitää

olla varallisuusvaatimus ja toiseksi vastapuolen täytyy jättää velvoitteensa suorittamatta. Ensimmäinen ehto on oleellinen, kun laiminlyönti sattuu johdannaissopimuksen kohdalla, jolla voi olla joko positiivinen arvo (varallisuussuoritus maksukykyiselle osapuolelle) tai negatiivinen arvo (maksukykyisen osapuolen velvoite suorittaa maksu) (Jorion, s.249).

2.3.3 Luottoriskinhallinta

Luottoriskiä voidaan hallita perinteisten luottoprosessien tarkemmalla valvonnalla, kuten tiukemmilla säännöillä riskien ottamisesta, luottolimiittien valvonnalla ja vastapuolten seurannalla (CreditMetrics, s.5). Pankkien osalta luottoriskien hallintaan on kansainvälisen pankkivaltuuskunnan toimesta annettu seuraavanlaiset ohjeet (Basel Committee on Banking Supervision (2000), s.9-11).

- Pankin tulisi esittää kaikki informaatio liittyen luottoriskien määrään harjoittamassaan toiminnassa ja selvittää kuinka sen ottamat luottoriskit voivat realisoitua.
- Pankin tulisi kertoa, millainen on sen riskienhallintaosaston rakenne, organisaatio ja kuinka sitä johdetaan.
- Pankin tulisi esittää kaikki informaatio liittyen sen luottoriskien hallintaan ja toimintatapoihin.
- Pankin tulisi esittää kaikki tieto liittyen tekniikoihin ja tapoihin, joilla se hoitaa heikentyneitä luottoja.
- Pankin tulisi tarjota kaikki tieto siitä, kuinka se luokittelee luotot ja mittaa portfolionsa luottoriskiä.

Luottoriskienhallinnassa keskitytään aiheisiin, jotka poikkeavat niistä, joihin keskitytään markkinariskienhallinnassa. Tämä vertailu näkyy taulukossa 2.3. Markkinariskienhallinnassa käytettävä Value at Risk -menetelmä (VaR) keskittyy siis vain markkinariskiin, kun luottoriskienhallinnassa keskitytään markkinariskin lisäksi laiminlyöntiriskiin.

Taulukko 2.3 Markkina- ja luottoriskienhallinnan eroavaisuudet

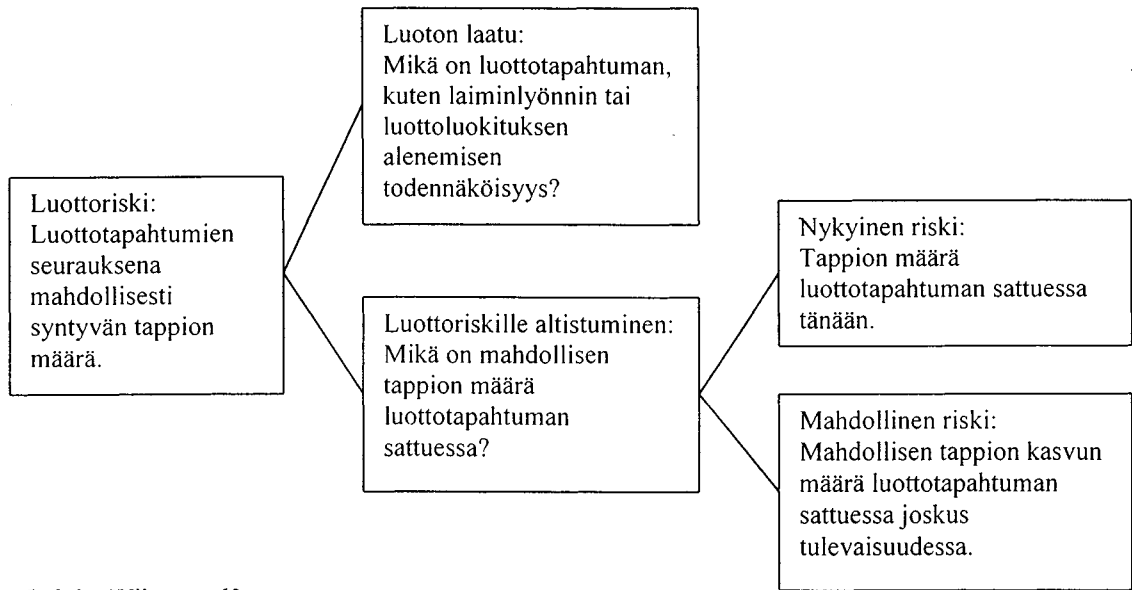
Aihe	Markkinariskienhallinta (VaR)	Luottoriskienhallinta
Riskin lähde	Markkinariski	Markkinariski ja laiminlyöntiriski
Yksiköt, joita riskirajat koskevat	Mikä tahansa kaupankäynnin yksikkö	Lain mukaan määritelty yrityskokonaisuus
Aikahorisontti	Lyhyt (päiviä)	Pitkä (vuosia)
Laki	Ei koske	Erittäin tärkeä

Lähde: Jorion, s.249

Näiden kahden riskienhallinnan osa-alueen osalta riskirajat koskevat erikokoisia yksiköitä yrityksissä. Markkinariskienhallinnassa ne koskevat organisaation eri asteita, kuten tulosityksiköitä tai kaupankäyntiyksiköitä. Luottoriskien osalta rajat koskevat kokonaisriskiä kunkin vastapuolen, eli jonkin yrityskokonaisuuden osalta. Myös aikahorisontti on erilainen, VaR mittauksissa se on yleensä lyhyt (päiviä), kun taas arvioitaessa mahdollista laiminlyöntiä aikahorisontti on pidempi (vuosia). Koska luottoriskille altistuminen koskettaa pitkää aikaväliä, eivät nykyiset sopimukset välttämättä kuvasta tulevia riskejä riittävän hyvin, jos myös uudet sopimukset tehdään saman vastapuolen kanssa. Luottoriskiä arvioitaessa lakiin liittyvät kysymykset ovat erittäin tärkeitä, kun taas markkinariskienhallintaa ne eivät koske (Jorion, s.248-249).

Kuten edellä mainituista tekijöistä havaitaan on luottoriskin mittaaminen paljon vaikeampaa kuin markkinariskin ja näin ollen laiminlyönnin todennäköisyyksien ja palautumisasteiden (kts. luku 6.1.2) määrittäminen vaati enemmän työtä kuin markkinaolosuhteissa tapahtuvien muutosten mittaaminen.

Luottoriskiä mitattaessa voidaan keskittyä kahteen kysymykseen. Ensimmäiseksi, mikä on todennäköisyys luottotapahtuman (kts. luku 4.2.3) sattumiselle? Toiseksi pitää selvittää mikä on tappion määrä luottotapahtuman sattuessa? Luottoriskin mittaamisen rakenne on esitetty kuviossa 2.3.



Lähde: Wilson, s.63

Kuvio 2.3 Luottoriskin mittaaminen

Ensimmäiseen kohtaan saadaan usein vastaus erilaisten luokitusjärjestelmien avulla, jotka perustuvat havainnoitavan instrumentin hintaan tai muuhun vastaavaan tekijään. Toiseen kysymykseen vastaaminen ei ole yhtä helppoa. Apuna käytetään yleensä laskentatapoja, joilla arvioidaan riskin suuruutta. Asian vaikeuden osoittaa esimerkiksi seuraava tilanne, jossa pankki altistuu luottoriskille, kun se on hankkinut jonkin vastapuolen kirjoittaman option. Jos vastapuoli ei sitten suorita velvoitteitaan ei tappion suuruus ole maksun määrä, joka optiosta maksettiin, vaan option vaihtamisesta syntynyt todellinen kustannus sillä hetkellä, kun vastapuoli ajautuu selvitystilaan (Wilson, s.62-63).

3. RAHAMARKKINAJOHDANNAISET JA TUOTTOKÄYRÄ

Johdannaisinstrumentit antavat käyttäjilleen mahdollisuuden riskien hajauttamiseen. Yritykset voivat ottaa kantaakseen ne riskit, joista he selviävät ja siirtää pois ne, joita he eivät halua kantaa. Johdannaissopimus on yleisesti määriteltynä ”sopimus, jonka arvo määräytyy jonkin viitteenä olevan varallisuuden tai indeksin pohjalta, kuten osakkeen, velkakirjan, valuutan tai hyödykkeen. Johdannaista on yksinkertaisista sopimuksista (termiinit, futuurit ja swapit) aina monimutkaisiin tuotteisiin, kuten eksoottiset optiot (Jorion, s.127).

Tässä luvussa käydään läpi ensin obligaation hinnoittelu, joka on olennaisessa osassa tässä työssä, koska työn empiirinen osio alkaa valtion nollakuponkilainojen hintojen laskemisella. Obligaation hinnoittelun läpikäynnin jälkeen esitellään tuottokäyrä sekä havainnollistetaan empiirisessä osiossa käytettävän aineiston avulla tuottokäyrän kehitystä. Tämän jälkeen siirrytään yleisimpien johdannaisten tarkasteluun, joista olennaisin on koronvaihtosopimus. Koronvaihtosopimuksen eli korkoswapin läpikäyminen auttaa ymmärtämään luottoriskin vaihtosopimuksen käsittelyä samankaltaisen toimintaperiaatteen ansiosta.

3.1 Obligaation hinnoittelu

Valtion, yrityksen tai kunnan liikkeeseen laskema obligaatio/velkakirja tuottaa ennalta määrätyn joukon maksuja. Maksut ovat kiinteitä ja siksi velkakirjan arvo riippuu korkotasosta ja näin ollen mahdollistaa tappioiden syntymisen.

Obligaation hinta määräytyy tulevaisuudessa saatavien kassavirtojen nykyarvon perusteella, seuraavalla tavalla:

$$P = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+y)^t} \quad (1)$$

Kaavassa; C_t = kuponki- tai pääomamaksu jaksolla t
 t = ajanjaksojen lukumäärä (vuosi, puoli vuotta tai joku muu) kullekin maksulle
 T = ajanjaksojen kokonaislukumäärä lukumäärä
 y = obligaation tuotto

Tässä kaavassa käytettävät korkoprosentit ovat diskreettejä, esimerkiksi puolivuositaisia. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös jatkuva-aikaisia korkoja, jolloin obligaation hinnoittelussa käytettävä kaava on muotoa:

$$P = \sum_{t=1}^T C_t e^{-y^e t}. \quad (2)$$

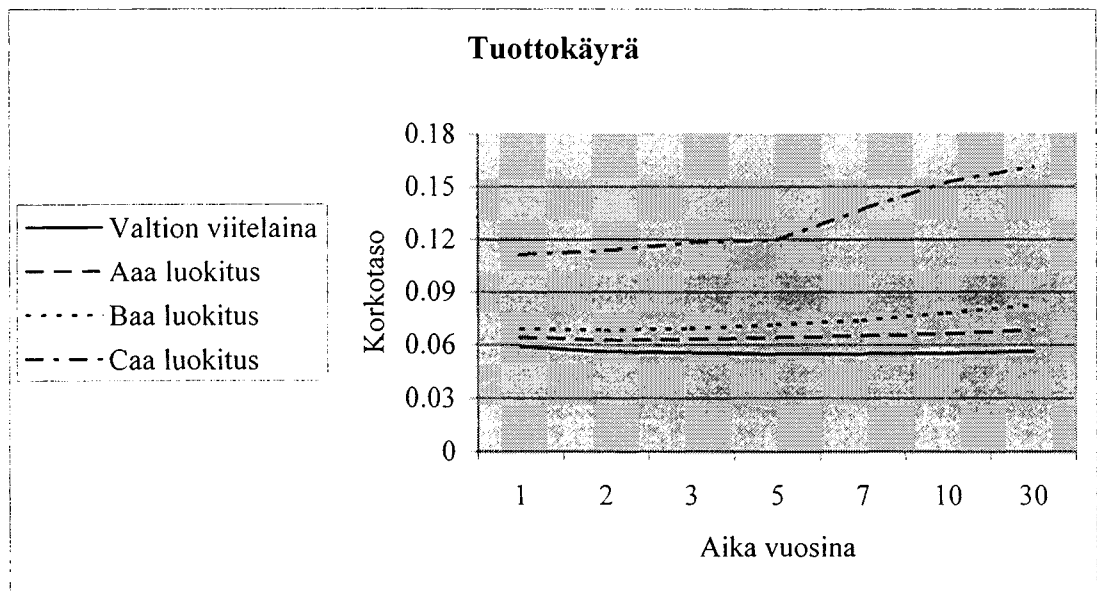
Molemmissa kaavoissa diskonttokorko, y , on sisäinen tuottoaste, jonka mukaan obligaatiosta saatavien kassavirtojen nykyarvo on yhtä suuri kuin obligaation markkina-arvo (Jorion, s.105).

3.2 Tuottokäyrä

Kiinteätuottoisilla arvopapereilla korkojen aikarakenne kertoo ajan ja tuoton välisen suhteen, annetulla hetkellä ja riskitasolla. Perinteinen tapa esittää aikarakenne on käyttää tuoton maturiteettiin maksavia obligaatioita, joiden kuponkimaksu on lähellä niiden tuottoastetta (Jorion, s.105). Voidaan käyttää esimerkiksi 2-, 5-, 7- ja 10-vuoden pituisia lainoja ja 30-vuoden pituisia obligaatioita kuvaamaan tuottoa aikavälillä 2-30 vuotta. Tämän tavan etuna on, että valitut obligatiot ovat likvidejä ja niiden hinnat heijastavat tarkasti markkinaolosuhteita. Kyseinen esitystapa ei kuitenkaan huomioi tietoa, joka sisältyy muihin liikkeeseen laskettuihin obligaatioihin ja siksi jotkut lähestymistavat pyrkivät sovittamaan tuottokäyrän kaikkien liikkeeseen laskettujen arvopapereiden sisältämän informaation perusteella (Jorion, s.105).

3.2.1 Tuottokäyrä empiirisellä aineistolla

Kuviossa 3.1 on havainnollistettu tuottokäyrän kehittymistä tämän työn empiirisessä osiossa käytettävän korkoaineiston avulla. Kuviossa alimmainen viiva kuvaa valtion riskittömän viitelainan tuottoprosentteja välillä 1-30 vuotta. Sen yläpuolella olevat viivat kuvaavat teollisuuden alan tuottoprosentteja eri luottoluokituksilla samalla aikavälillä. Kuten kuviosta havaitaan tuottoprosentit eivät kasva vielä kovin huomattavasti Aaa- ja Baa-luokituksilla, mutta siirryttäessä Caa-luokitukseen kasvu on jo merkittävää. Tämä kasvu kuvaa Caa-luokituksen lainaan liittyvää vastapuoliriskin realisoitumista.



Kuvio 3.1 Tuottokäyrä

Tuottoprosentteja voidaan laskea samalla tavalla myös muille toimialoille, kuten rahoitus- tai palvelusektorille. Tämän työn empiiriseen osioon on kuitenkin valittu teollisuuden alan tuottoprosentit ja niiden esittäminen tässä vaiheessa auttaa havainnollistamaan tuottokäyrää.

3.3 Korkotermiinit

Korkotermiinit olivat ensimmäiset rahamarkkinajohdannaiset, joilla pankit alkoivat käymään kauppaa OTC-markkinoilla.

Usein sijoitusmarkkinoilla, sijoittajalla tai yrityksellä ei ole selkeää kuvaa tulevasta korkojen kehityksestä, joten he pyrkivät minimoimaan tarpeetonta korkoriskiä. Rahamarkkinoilla tämä onnistuu korkotermiinien (forward rate agreement) avulla. Ne ovat yksinkertaisia johdannaisinstrumentteja, joiden avulla voidaan jo etukäteen lyödä lukkoon tulevan lyhytaikaisen rahoituksen tai sijoituksen korkotaso (Jorion, s.222). Korkotermiinin kohde-etuutena on nimellinen, yleensä kolmen kuukauden talletussopimus (Murto & Väänänen, s.2-3). Ostamalla korkotermiinin sijoittaja sitoutuu ottamaan vastaan talletuksen (toisin sanoen, ottamaan lainaa) termiinin sulkemispäivänä termiinin tekohetkellä sovitulla korolla. Termiinin myyjä puolestaan sitoutuu tallettamaan (eli antamaan lainaa) sopimuskorolla. Korkotason nousu siis hyödyttää termiinin ostajaa ja termiinin myyjää hyödyttää korkotason lasku. Näin ollen ostettua termiiniä voidaan käyttää suojana korkotason nousua vastaan muodostamalla positio niin, että termiinin voitto kompensoi muun salkun arvostustappiot (Puttonen & Valtonen, s.142-143).

Suomessa korkotermiineillä käydään kauppaa sekä pankkien välisillä OTC-markkinoilla että johdannaispörssissä. Kaupankäynnin kohteena ovat yleensä vakioidut kolmen kuukauden korkotermiinit (Puttonen & Valtonen s.147). Kaupankäynti OTC-markkinoilla on puhelinkauppaa, jossa markkinatakaajina toimivat pankit ovat luvanneet antaa toisilleen sitovat osto- ja myyntitarjoukset. Suomalaiset yritykset käyttävät korkotermiinejä varsin laajasti. Vuonna 1994 tehdyn kyselyn mukaan noin 40% suuryrityksistä käytti niitä riskienhallinnassaan usein tai jatkuvasti (Hakkarainen, Kasanen & Puttonen, s.70-71).

3.4 Obligaatiotermiini

Kassavirtapohjaisten instrumenttien hinnoittelu perustuu kassavirtojen nykyarvojen laskemiseen (Puttonen & Valtonen s.156). Obligaation hinta on sen kaikkien tulevien

kassavirtojen nykyarvojen summa. Normaali suomalainen obligaatio maksaa haltijalleen vuosittaista kuponkikorkoa ja lainan pääoma maksetaan takaisin yhdellä kertaa laina-ajan lopussa. Suomessa obligaatiokauppa poikkeaa monesta maasta esim. Yhdysvalloista siten, että obligatioita noteerataan tuoton eikä hinnan pohjalta (Puttonen s.159). Tämä helpottaa eri pituisten obligatioiden vertailua.

Obligaatiotermiinin kohde-etuutena on obligaatio. Normaalista käteiskaupankäynnistä obligatiotermiini poikkeaa ainoastaan siinä, että sekä rahaliikenne että tuotteen mahdollinen toimitus tapahtuvat vasta termiinisopimuksessa sovittuna ajankohtana tulevaisuudessa. Obligaatiotermiinien selvitys tapahtuu nettoarvon tilityksenä, kuten korkotermiinitkin, eli itse fyysisen paperin toimitusta ei tapahdu. Jos esimerkiksi sijoittaja on ostanut obligatiotermiinin korolla 7,50 % ja kyseisen termiinin sulkemiskorko on 7,20 %, niin sijoittaja saa korkoeron 0,30 % nettoarvon tilityksenä itselleen. Näin ollen korkotason lasku tulee sijoittajan eduksi. Taulukosta 3.1 näkyy koron muutoksen vaikutus instrumentin arvoon.

Taulukko 3.1 Koron muutoksen vaikutus instrumentin arvoon

	korko laskee	korko nousee
obligatio	+	-
obligatiotermiini	+	-

Lähde: Puttonen & Valtonen, s.143

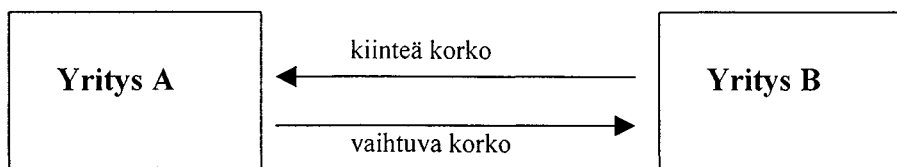
Obligaatiotermiinimarkkinat käynnistyivät Suomessa alkuvuodesta 1994. Ajan myötä markkinavolyymit ovat kasvaneet tuntuvasti.

3.5 Koronvaihtosopimus

Kaksi osapuolta voi tehdä keskenään sopimuksen tulevaisuudessa vaihdettavista kassavirroista jonkin etukäteen sovitun maksuaikataulun puitteissa. Tällainen swap-sopimus voi koskea kassavirtojen vaihtamista joko samassa valuutassa tai eri

valuutoissa. Ensimmäinen swap –sopimus tehtiin vuonna 1981 (Jorion, s.131 ja 223). Vaihdon tapahtuessa samassa valuutassa kyseessä on korkoswap eli koronvaihtosopimus ja eri valuutoilla tapahtuvassa vaihdossa on kyse valuuttaswapista eli valuutanvaihtosopimuksesta.

Tavanomaisessa koronvaihtosopimuksessa eli korkoswapissa kaksi osapuolta sopii vaihtavansa keskenään kiinteäkorkoisen kassavirran vaihtuvakorkoiseksi kassavirraksi. Tämä tilanne on esitetty seuraavassa kuviossa kahden osapuolen, A ja B, välillä (Jorion, s.132).



Kuvio 3.2 Koronvaihtosopimus

Sopimuksessa toinen osapuoli sitoutuu suorittamaan tietyn ajan kiinteää vuosittaista maksua ja sitä vastaan se saa sarjan maksuja, jotka on sidottu lyhytaikaisiin korkoasteisiin. Sopimuksen tekohetkellä kiinteäkorkoinen kassavirta on jo tiedossa toisin kuin vaihtuvakorkoinen kassavirta on tuntematon. Koska kassavirtojen vaihdon yhteydessä ei siirry rahaa, täytyy sopimuksen tekohetkellä molempien kassavirtojen nykyarvojen olla samat eli swap sopimuksen arvo on tuolloin nolla (Brealey & Myers, s.772).

Suomessa kaupankäynti koronvaihtosopimuksilla aloitettiin vuonna 1991, ennen obligaatio-termiinimarkkinoiden syntyä. Täällä korkoswappien pituudet ovat yleensä 2 – 5 vuotta, mutta jotkut markkinaosapuolet antavat noteerauksia myös 7 ja 10 vuoden swapeille (Puttonen s.213).

3.6 Koronvaihtosopimusten käyttö

Tavanomaisimmin koronvaihtosopimusten käyttötilanteet liittyvät joko korkoriskiltä suojautumiseen tai erilaisten instrumenttien kassavirtojen “uudelleenpakettiin”. Esimerkiksi kiinteäkorkoisiin sijoituksiin liittyvää korkoriskiä voidaan pienentää tekemällä swap, jossa maksetaan kiinteää korkoa. Korkotason noustessa kyseisen swapin arvon nousu kompensoi muitten sijoitusten arvonlaskua. Täsmäyttämällä swapin kassavirrat sopivasti voidaan kiinteäkorkoinen obligaatio taas “paketoita” uudelleen niin, että tulokseksi saadaan uusi vaihtuvakorkoinen instrumentti (Puttonen s.215).

3.6.1 Suhteellinen etu

Kirjallisuudessa swappien olemassaoloa perustellaan usein ns. suhteellisen edun avulla. Tämä voidaan esittää seuraavanlaisen esimerkin avulla. Oletetaan kaksi yritystä A ja B, jotka molemmat tarvitsevat 3 vuodeksi lainaa, A kiinteäkorkoista ja B vaihtuvakorkoista. Yritykset saisivat lainaa markkinoilta seuraavilla koroilla. Taulukossa bp tarkoittaa prosentin sadasosaa eli peruspistettä ja H6 kuuden kuukauden Helibor-korkoa:

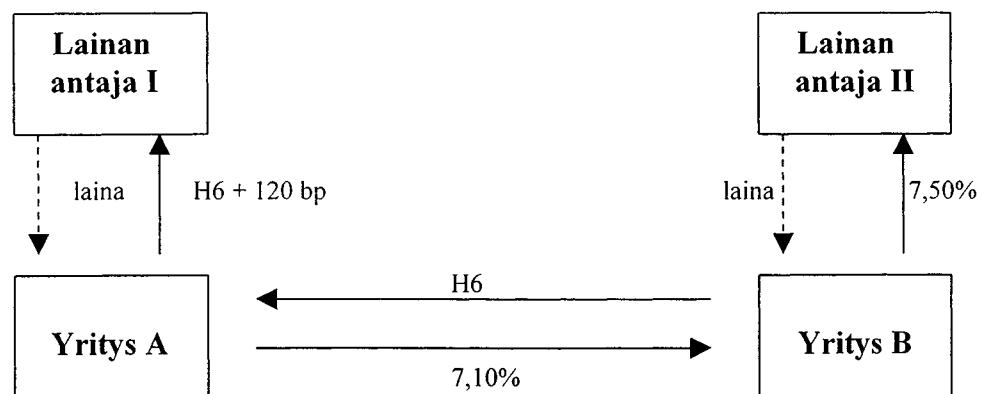
Taulukko 3.2 Lainan korkoprosentit

	Kiinteä	Vaihtuva
A	8,50%	H6 + 120 bp
B	7,50%	H6 + 60 bp
erotus	100 bp	60 bp

Lähde: Puttonen & Valtonen, s.216

Yrityksen A luottokelpoisuuden ollessa heikompi, on sen rahoitus selvästi kalliimpaa kuin B:n. A maksaa kuitenkin kiinteäkorkoisesta rahoituksestaan suhteellisesti

enemmän: korkoero B:hen on 100 peruspistettä, kun ero vaihtuvakorkoisessa rahoituksessa on vain 60 peruspistettä. Tätä seikkaa voidaan hyödyntää swapin avulla. Jos A ottaakin vaihtuvakorkoista lainaa ja solmii B:n kanssa swap-sopimuksen, niin lopputuloksena on kassavirtojen netottamisen jälkeen tilanne, jossa A maksaa vuosittain alle 8,50%:n kiinteää korkoa. B:n kannalta lopputuloksena on taas vaihtuva korko, jonka marginaali on alle 60 peruspistettä. Jos swapin kiinteä korko on 7,10%, niin A:n nettokustannus on 8,30% B:n H6 + 40 peruspistettä. Tällöin molemmat ovat hyötynneet järjestelystä.



Lähde: Puttonen & Valtonen, s.216

Kuvio 3.3 Yritysten välinen swap-sopimus

Oleennaista tällaisessa järjestelyssä on, että korkomarginaalin pienentyminen ei ole tapahtunut ilmaiseksi, vaan yritys B altistuu yrityksen A luottoriskille. Jos A ei pysty huolehtimaan kassavirtavelvoitteestaan, niin B joutuu järjestämään uuden swapin, mikä voi muodostua paljon kalliimmaksi. Käytännössä yritykset A ja B eivät olisi suoraan yhteydessä toisiinsa vaan kumpikin tekisi erikseen swapin, todennäköisesti toisistaan tietämättä jonkin pankin (joko saman tai eri) kanssa. Tällöin pankki hoitaa swappien dokumentaatiot ja kantaa osan vastapuoliriskistä, mutta veloittaa osan marginaalista (Puttonen s. 216).

3.6.2 Korkoriskin muuttaminen

Tavanomainen swapin käyttötarkoitus on korkoriskiltä suojautuminen, jolloin swap-sopimus on korko- tai obligaatiitermiinien vaihtoehto. Portfolion sisältäessä kiinteäkorkoisia obligatioita, voidaan salkun korkoriskiä vähentää maksamalla kiinteää korkoa swapissa. Näin ollen swapin kiinteän koron maksaja hyötyy korkotason noususta ja swapin arvonnousu kompensoi obligatiosalkun tappiota.

Swap lukeutuu myös pankkien käyttämiin instrumentteihin. Ne käyttävät swappeja taseensa korkoherkkyyden muuttamiseen. Pankeilla on sekä kiinteä- että vaihtuvakorkoisia velkoja ja saamisia, mutta taseen eri puolten korkoherkkyys on yleensä erilainen. Tyypillisesti pankki antaa ulos pitkäaikaisia kiinteäkorkoisia lainoja, mutta taseen toisella puolella ei ole riittävästi tasapainottavia komponentteja. Tällöin pankki voi pienentää korkoriskiään maksamalla kiinteää korkoa swapissa. Tällä tavoin swappia voidaan käyttää tyypillisesti riskien hallinnassa (Puttonen & Valtonen, s.217).

4. LUOTTOJOHDANNAISET

Tässä kappaleessa tutkitaan luottojohdannaista ja niiden markkinoita eli mitä ovat luottojohdannaiset, miten ne toimivat, kuka niitä käyttää sekä minkä kokoiset markkinat niillä on. Luottojohdannaisten läpikäynti on erittäin olennainen osa tätä työtä, koska työn empiirinen osuus perustuu erään luottojohdannaisten, luottotappioriskin vaihtosopimuksen (credit default swap), hinnoitteluun.

4.1 Taustaa

Luottojohdannaiset ovat OTC –markkinoilla toimivia rahoitussopimuksia, jotka siirtävät luottoriskiä yhdeltä osapuolelta toiselle. Kuten muutkin johdannaiset, luottojohdannaiset ovat erittäin joustavia sopimuksia, joiden maksutulo voidaan johtaa kohteena olevien lainojen tai velkakirjojen arvoista, laiminlyönti- tai luottotapahtumista (kts. luku 4.2.3) tai kohteena olevien yhtiöiden luottokelpoisuudesta (International Treasurer, s.2). Kohteena oleva yhtiö ei yleensä ole suoraan mukana sopimuksessa. Luottojohdannaisten markkinat ovat kehittyneet 1990 –luvun alusta alkaen suurten, rahakeskuksina toimivien liikepankkien sekä investointipankkien toimesta. Markkinat ovat pienet, mutta kasvavat nopeasti (Duffee & Zhou, s.1). Markkinoiden kehittymisen taustalla ovat taloudellisen laman seurauksena toteutuneet pankkien suuret luottotappiot, jotka pakottivat miettimään uusia tapoja mitata ja hallita luottoriskejä. Maissa, kuten Yhdysvallat, Iso-Britannia, Italia, Ranska ja Skandinaavia, tämä tapahtui 1980 –luvun lopussa, kun taas esimerkiksi Sveitsissä tämä on vasta tapahtumassa (Cyber Stock Market, s.1).

Luottojohdannaista käytetään samoihin riskeihin liittyvässä kaupankäynnissä, joiden pohjalta on käyty jo kauppaa olemassa olevilla markkinoilla. Luottojohdannaisten kohteena olevat instrumentit ovat yleensä yrityslainoja, suuren vipuvoiman sisältäviä pankkilainoja tai pienten, samanlaisten lainojen yhdistelmiä, esimerkiksi asuntolainoista muodostettu portfolio. Luottojohdannaiset voidaankin ajatella instrumenteiksi, jotka 'paketoivat' kaupankäynnin kohteena olevat riskit uuteen, miellyttävämpään muotoon (Duffee & Zhou s.1).

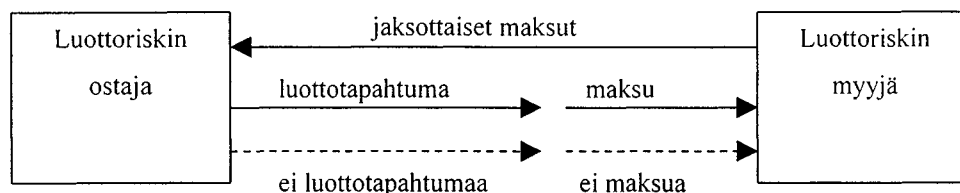
4.2 Luottojohdannaismarkkinoiden instrumentit ja 'luottotapahtuma'

Vuoden 1999 loppupuolella suurin osa luottojohdannaismarkkinoilla käytävästä kaupasta käytiin seuraavilla instrumenteilla (Duffee & Zhou, s.4)

- Luottotappioriskin vaihtosopimus (credit-default swap)
- Kokonaistuoton vaihtosopimus (total-return swap)
- Luottospread johdannainen (credit-spread derivatives)
- Luottosidonnainen velkakirja (credit-linked notes)

4.2.1 Luottotappioriskin vaihtosopimus (credit-default swap) ja total-return swap

Credit-default swapit voidaan tulkita vakuutukseksi, jonkin kohteena olevan instrumentin laiminlyönnin varalle tai osto-optioksi kohteena olevalle instrumentille. Tyypillisessä credit-default swapissa luottoriskiä 'myyvä' osapuoli (tai turvaa ostava) suorittaa jaksottaisia maksuja toiselle osapuolella. Maksujen sisältämä korko on laskettu teoreettiselle pääomalle. Tällainen teoreettinen pääoma toimii viitteellisenä pääomana, kun lasketaan yksittäisiin sopimuksiin liittyviä kassavirtoja. Luottoriskiä 'ostava' osapuoli (tai turvaa myyvä) ei suorita mitään maksua, paitsi siinä tilanteessa jos tapahtuu ns. 'luottotapahtuma' (kts. luku 4.2.3) eli kohteena oleva instrumentti laiminlyödään.

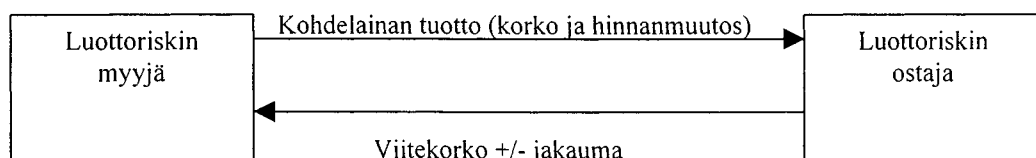


Kuvio 4.1 Luottotappioriskin vaihtosopimus (credit-default swap)

Kun luottotapahtuma toteutuu maksaa luottoriskin ostaja teoreettisen pääoman (lasketaan yleensä jonkin kertoimen mukaan instrumentin kohteena olevasta lainamäärästä) luottoriskin myyjälle. Credit-default swap suojaa ainoastaan luottoriskiltä, joka kuuluu luonnostaan kohteena olevaan instrumenttiin, kun taas muista lähteistä tulevat riskit, kuten korkomuutokset jäävät luottoriskin myyjälle. Credit-default swapit vastaavat noin puolta kaikista tuotteista, joilla käydään kauppaa luottojohdannaismarkkinoilla (Duffee & Zhou, s.4).

Joidenkin tahojen mukaan credit-default swapeissa on riskinoton kannalta samoja piirteitä kuin rembursseissa tai vakuutuksessa. Lakiin liittyvältä rakenteeltaan credit-default swapit poikkeavat täysin edellä mainituista, kuten myös ominaisuuksiltaan, joilla ne tarjoavat rahoituslaitoksille mahdollisuuden pienentää luottoriskiä (Allens Arthur Robinson Group, s.3).

Total-return swap on nimensä mukaisesti vaihtosopimus, jossa kohdelainan kokonaistuotto vaihdetaan ennalta sovittuun tuottoon. Lainan kokonaistuottoon voi vaikuttaa useat tekijät, kuten korkomuutokset ja valuuttakurssimuutokset. Total-return swapissa luottoriskin ostaja lupaa ennalta määrätyn tuoton luottoriskin myyjälle, joka puolestaan siirtää lainasta saatavat tuotot luottoriskin ostajalle (Credit Derivatives website, s.3). Total-return swapit heijastavat siis kohteena olevan instrumentin tuottoa. Tyypillisessä tapauksessa luottoriskiä ostava osapuoli suorittaa johonkin viitekorkoon sidottua jaksottaista maksua, joka sitten kerrotaan jollakin teoreettisella pääomalla. Luottoriskiä myyvä osapuoli puolestaan suorittaa teoreettisella pääomalla kerrottavaa jaksottaista maksua, joka on sidottu kohteena olevaan viitelainaan.



Kuvio 4.2 Total-return swap

Kohde voi olla joko yksittäinen instrumentti, kuten yrityslaina tai sitten jokin useisiin instrumentteihin perustuva indeksi. Total-return swapit muodostavat noin yhden kuudesosan koko luottojohdannaismarkkinoista (Duffee & Zhou, s.5).

Perimmäinen ero credit-default swapin ja total-return swapin välillä on, että credit-default swap tarjoaa suojaa tiettyä luottotapahtumaa vastaan. Total-return swap puolestaan tarjoaa suojaa arvon alenemista vastaan, riippumatta sen aiheuttajasta.

4.2.2 Luottospread johdannainen ja luottosidonnainen velkakirja

Luottospread -johdannaisten antama maksutulo on sidottu tuottojakauman muutoksiin. Esimerkiksi luottojakaumien (credit spread) avulla voidaan tehdä vaihtosopimus kahden osapuolen välille. Toinen maksaa tuottojakauman luottoriskin sisältävällä instrumentilla, kun taas toinen osapuoli maksaa tuottojakauman jollain toisella luottoriskin sisältävällä instrumentilla. Nettomaksu määräytyy, kun teoreettinen pääoma kerrotaan em. kahden tuottojakauman erotuksella.

Luottosidonnaisissa velkakirjainstrumenteissa kohteena olevat velkakirjat maksavat, kuten kaikki muutkin velkakirjat, kuponkikorkoa sekä pääoman erääntymispäivänään. Tämä instrumentti on kuitenkin rakennettu niin, että näihin suoritettaviin maksuihin vaikuttavat yhden tai useamman ulkopuolisen viitelainan 'luottotapahtumat'. Esimerkiksi velkakirjan takaisin maksama pääoma pienenee, jos instrumenttiin mukaan otettu viitelaina laiminlyödään ennen velkakirjan erääntymistä (Cyber Stock Market, s.5). Luottosidonnaiset velkakirjat ja luottospread -johdannaiset muodostavat yhdessä noin 15 prosenttia luottojohdannaismarkkinoista (Duffee & Zhou, s.5).

Ominaista olemassa oleville luottojohdannaisinstrumenteille on, että niiden maturiteetit ovat lyhyempiä kuin kohteena olevien instrumenttien (Duffee & Zhou, s.6). Esimerkiksi kahden vuoden pituisen credit-default swapin ehtojen mukaan luottoriskin ostaja joutuu suorittamaan teoreettisen pääoman maksun, jos 10 vuoden pituinen yrityslaina laiminlyödään seuraavan kahden vuoden aikana.

4.2.3 'Luottotapahtuma'

Käytännössä luottotapahtuma tarkoittaa kohdeyrityksen tekemää maksun laiminlyöntiä, konkurssia, lainan uudelleenjärjestelyä tai luottoluokituksen reilua alenemista (Cyber Stock Market, s.2 - 5). Luottotapahtuma voidaan yhdistää tiettyihin yrityksen velvoitteisiin, kuten joukkolainat tai velkakirjat tai joihinkin yleisempiin velvoitteisiin, kuten ensiarvoiset, suojaamattomat maksut (Allens Arthur Robinson Group, s.2).

Luottotapahtuman sattuessa on kaksi tapaa hoitaa velvoitteet, joko käteinen tai aineellinen. Käteismenettely on yleisempi tapa, koska usein viitelaina ei ole vapaana toimitettavaksi swap –sopimuksen vastapuolelle. Käteismenettelyssä luottoturvaa myyvä osapuoli on voinut sopia maksavansa ennalta määrätyn kiinteän summan, jonkin prosenttiosuuden vaihdon kohteena olevasta summasta, luottoturvan ostajalle. Käteismenettely on 'isojen poikien' tapa suorittaa velvoitteensa, sillä siinä on suurempi (vähemmän mitattavissa oleva) riski, mutta myös mahdollisuus suurempiin tuottoihin (International Treasurer, s.3).

Aineellisessa menettelyssä luottoturvaa myynyt osapuoli maksaa koko sen kohteen pääoman luottoturvan ostajalle, jolle suoja oli ostettu. Vastaavasti luottoturvan ostaja toimittaa myyjälle suojatun kohteen laina-asiakirjat, jotka ovat esimerkiksi joukkolainoja tai velkakirjoja. Näin ollen myyjällä on asiakirjoja, joiden määrä vastaa nimellisarvoltaan vaihdon kohteena ollutta pääomaa, vaikkakin luottotapahtuman jälkeen niiden kaupankäyntiarvo on merkittävästi alhaisempi. Toimitettavien asiakirjojen tulisi olla erittäin likvidejä tai sitten niiden pitäisi olla erääntyviä ja sopivassa valuutassa, ja jotka täytyy maksaa. Ne eivät myöskään saisi olla alisteisia millekään rajoituksille, jotka vaikuttavat niiden realisoitavissa olevaan arvoon.

Aineellisessa menettelyssä riski on paremmin mitattavissa luottoriskin myyjän kannalta, mutta muuten se on hankalampi kuin käteismenettely ja vaatii huomattavasti enemmän dokumentointia.

4.3 Luottojohdannaisten käyttö riskienhallinnassa

Ennen luottojohdannaisten leviämistä yritykset käyttivät luottoriskienhallinnassa pääomajohdannaisia, jotka likvidiytensä ansiosta olivat edullisia ratkaisuja. Ongelmana näissä johdannaisissa oli etteivät ne suojanneet yritystä luottoriskeissä olevilta 'perusriskeiltä' (basis risk). Luottojohdannaiset puolestaan, vaikka ovatkin kalliimpia ja epälikvidimpiä, tarjoavat tehokkaamman tavan suojata varsinaisen luottoriskin osuutta kokonaisriskistä (International Treasurer, s.2).

Perusriskeiksi määritellään seuraavaa;

- Riski että viitelainan markkina-arvo poikkeaa suojatusta instrumentista, joka perustuu tiettyihin estimoituihin palautumisarvoihin, ja
- Riski että luottotapahtuma vaikuttaa suojattuun instrumenttiin, mutta ei viitelainaan

Perusriski rajoittuu kohteena olevan lainan tai muun varallisuuden ja sopimuksen ehtojen välille. Täten viitelaina valitaan pyrkimyksenä minimoida tätä edellä mainittua perusriskiä. Kohteeksi pyritäänkin valitsemaan lainoja, joilla on yhtäläiset oikeudet maksuun laiminlyönnin sattuessa (International Treasurer, s.2).

Luottojohdannaisen hintatehokkuuden kannalta on tärkeää, että viitelaina on mahdollisimman likvidi. Joskus on kuitenkin hankalaa löytää kohteeksi likvidiä viitelainaa tai jopa sellaista, jolle on määritelty markkinahintaa, jolloin itse johdannainen jää ainoaksi viitekelpoiseksi varallisuudeksi. Tämä nostaa taas esiin kysymyksen perusriskeistä (International Treasurer, s.3).

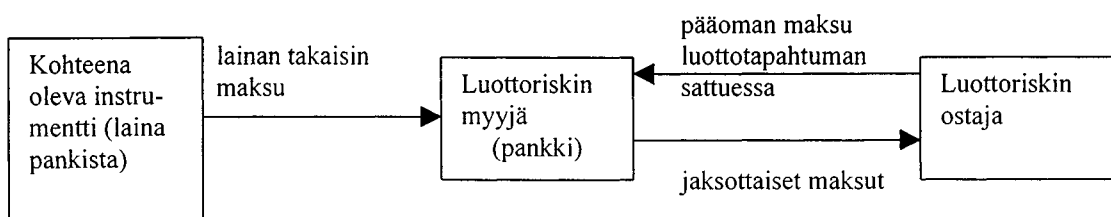
4.3.1 Luottotappioriskin vaihtosopimuksen (credit-default swap) käyttö riskienhallinnassa

Luottojohdannaiset ovat erittäin tehokas tapa vapauttaa pääomia. Pankit käyttävät credit-default swappeja ja total-return swappeja siirtääkseen pois riskejä sellaisilta alueilta, jotka eivät sovellu heidän kriteereihinsä ja investoivat vapautuvat varat

sellaisiin kohteisiin, jotka soveltuvat. Luottojohdannaisia ei vielä ole käytetty systemaattisesti luottoriskien hallinnassa, mutta kasvun odotetaan olevan merkittävää lähivuosina (Cyber Stock Market, s.2).

Credit-default swap antaa mahdollisuuden riskinkantajalle siirtää riski jollekin toiselle osapuolelle (riskin ostajalle). Yritykset, joiden portfolioissa on paljon swap – sopimuksia ja sen johdosta huomattava vastapuoliriski, soveltavat suojauksessaan sopimuksia, joissa luottotapahtumasta riippuva maksu on sidottu valuuttaswappiin laiminlyönnin hetkellä (International Treasurer, s.5).

Tilanteessa, jossa credit-default swapissa kohteena oleva laina laiminlyödään, toimittaa suojautuja, eli luottoriskin myyjä, swapin vastapuolelle kohteen laina-asiakirjat (aineellinen menettely) ja tämä puolestaan suorittaa sovitun maksun. Jos kohdelainaa ei laiminlyödä, jää swap -sopimuksen osapuolten väliseksi rahaliikenteeksi luottoriskin myyjän suorittamat jaksottaiset maksut.



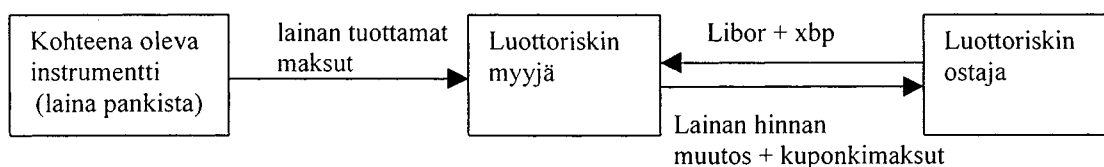
Kuvio 4.3 Credit-default swap riskienhallinnassa

Riskiltä suojautuvan osapuolen täytyy ottaa huomioon myös swapin vastapuolen ja suojatun riskin välinen korrelaatio. Positiivinen korrelaatio näiden välillä kasvattaa riskiä, että laiminlyönnin sattuessa swapin vastapuoli ei pysty suorittamaan velvoitteitaan eli maksamaan teoreettista pääomaa (Cyber Stock Market, s.3). Esimerkiksi, jos pankki A on luottoriskin ostajana sopimuksessa, jonka kohde on pankin B ottama laina pankilta C ja sekä pankki A että B ovat samassa maassa. B laiminlyödessä lainan maksunsa on todennäköistä että tekijät, jotka aiheuttivat sen vaikuttavat myös pankkiin A, joka ei siten pysty suorittamaan velvoitteitaan pankille C.

4.3.2 Total-return swapin käyttö riskienhallinnassa

Total-return swapit ovat sopimuksia, joissa kuponkimaksu ja instrumentin pääoman arvonnousu vaihdetaan LIBOR (London Interbank Offered Rate) pohjaiseen maksuun. Sopimuksessa ei tapahdu pääoman maksuja ja kohteena olevan lainan omistussuhteet ja rahoitus säilyvät ennallaan (Cyber Stock Market, s.7).

Pitkän aikavälin rahoitussopimukset korreloivat voimakkaasti kohteena olevan lainan suhteen sekä pääoman, korkomaksujen että markkina-arvon muutosten osalta. Näiltä riskeiltä pankki pystyy suojautumaan total-return swapin avulla. Pankki siis välittää asiakasmaksut ja viitelainan markkina-arvon muutoksen swapin vastapuolelle ja saa vastaavasti kiinteän, ennalta määrätyn tuoton.



Kuvio 4.4 Total-return swap riskienhallinnassa

Total-return swap on saavuttamassa suosiota Euroopassa, koska täällä useiden pankkien konttorit eivät voi ostaa arvopapereita, mutta saavat tehdä taseen ulkopuolelle jääviä liiketoimia. Ne tulevat myös yhä suosittumaksi taseen hallinnan välineeksi pankkien keskuudessa (Cyber Stock Market, s.7).

Pankit haluavat rajoittaa taseidensa kokoa ja koska arvopapereiden ostaminen kasvattaa tasetta käyttävät pankit ns. taseen tarjoajia, jotka varastoivat varat heidän puolestaan. Nykysäännösten mukaan johdannaismarkkinoiden riskejä ei tarvitse laskea mukaan pankin taseeseen ja siten osaksi vakavaraisuutta (Pietilä, s.127). Eli jos pankki päättää hankkia arvopapereita, etsii se jonkun muun ostamaan ne puolestaan, jonka jälkeen pankki tekee total-return swapin heidän kanssaan, ennustaen siis kohteena olevan position taloudelliset riskit. Näin ollen sopimuksen vastapuoli

säilyttää pankin position, joka puolestaan maksaa vastapuolelle säilyttämisen kustannukset ja vastaanottaa tuoton (Cyber Stock Market, s.8).

4.4 Luottojohdannaiset pankkien ja yritysten riskienhallinnassa

Luottojohdannaiset tulivat suosituksi ensin Yhdysvalloissa ennen saapumistaan Eurooppaan. Suosion taustalla oli niiden kyky tarjota vipuvoimaa instrumenteille ja ne antoivat investoijille mahdollisuuden päästä markkinoille, jonne niillä ei normaalisti ollut resursseja. Niitä käytetään sellaisten tilanteiden järjestämiseksi erilaisilla arvopapereilla tai instrumenteilla, joita yritykset eivät voi hankkia siinä muodossa, kun ne ovat tarjolla vapailla markkinoilla.

4.4.1 Pankit

Credit-default-swapeilla ja total-return swapeilla on suuri merkitys pienemmille pankeille. Ne tarjoavat niille, joilla on korkeat rahoituskustannukset, mahdollisuuden ansaita tällaisilla edistyneillä instrumenteilla ja mahdollisuuden päästä eroon ns. luottoparadoksista (Cyber Stock Market, s.9). Se on tilanne, josta pienet instituutiot löytävät itsensä yrittäessään rakentaa itselleen tehokkaasti hajautettuja portfolioita rajoitetuin resurssein. Koska myös heidän maantieteelliset yhteysverkostonsakin ovat rajoitetut, erikoistuvat he tietyille sektoreille ja alueille, rakentaen näin vaarallisia riskikeskittymiä portfolioihinsa. Total-return swapit antavat näille pankeille mahdollisuuden siirtää pois riskiä, ilman että niiden täytyy katkaista suhteitaan asiakkaisiinsa (Cyber Stock Market, s.9).

Swap sopimusten mahdollistama riskin myyminen on hyvää liiketoimintaa pankeille, sillä he välittävät ainoastaan osan kohteena olevan lainan tuotosta swap -sopimuksen vastapuolelle ja lähes ilman riskiä. Ainoa heillä oleva riski on, jos vastapuoli laiminlyö velvoitteensa, jolloin pankille tulee jonkin verran kuluja uuden vastapuolen vaihdosta.

1990 –luvun alussa pankkien kesken uskottiin liikepankkien tulevan hallitsemaan luottojohdannaismarkkinoita suurten lainasalkkujensa ansiosta. Investointipankkiirien mielestä liikepankkien kulttuurissa on kaksi estettä, jotka usein haittaavat liiketoimien kehitystä. Ensinnäkin liikepankit ovat huonoja innovaattoreita lainamarkkinoilla, koska asiakassuhteet niillä ovat pysyväisluontoisia. Toiseksi liikepankit perinteisesti eriyttävät riskipäätökset hinnoittelusta, enemmän kuin ajattelevat niitä toisiinsa liittyvinä. Erona liikepankkeihin investointipankit puolestaan käsittelevät riskiä ja tuottoa toistensa liitännäisinä. Tämän lisäksi luottojohdannaismarkkinoilla onnistumisessa tarvitaan kaupankäyntikapasiteettia, eli täytyy ottaa riskiä jossain muodossa ja pystyä etsimään vastapuoli, jolle siirtää se. Usein se tarkoittaa luottoriskin paloittelua ja uudelleen järjestelemistä erilaisten institutionaalisten ja yritysasiakkaiden haluamaan muotoon. Liikepankit eivät ole osoittaneet suurta menestystä tällä sektorilla yritysten joukkovelkakirjamarkkinoillakaan, eikä niiden uskota pystyvän siihen luottojohdannaismarkkinoillakaan (Cyber Stock Market, s.7).

4.4.2 Yritykset

Instituutiot pankkimaailman ulkopuolella ovat olleet hitaampia omaksumaan luottojohdannaisia. On kuitenkin olemassa tuotteita, joita voi käyttää luottojen kaupankäyntiin ja tuottojen lisäämiseen. Institutionaaliset sijoittajat käyttävät luottojohdannaisia ottaakseen tietynlaisia veikkauksia luottomarkkinoilta, jotka eivät ole mahdollisia arvopapereina vapailla markkinoilla. Esimerkiksi luottospread -optiot ja -termiinit antavat mahdollisuuden jakaa luotto eri osiin. Yritys voi ottaa viiden vuoden luoton, josta se myy kaksi ensimmäistä vuotta pois pienentääkseen lainataakkaansa (Cyber Stock Market, s.9).

Yritykset ovat huolissaan luottoriskeistä, joille ne altistuvat. Myyntisaatavat voivat sisältää suuria määriä yksittäisen asiakkaan ostamia tuotteita tai palveluja. Pitkälle aikavälille sovitut myyntisopimukset muodostavat olennaisen osan tästä muodostuvaa luottoriskiä. Isot kansainväliset yritykset altistuvat lisäksi pankkisektorille pitkän aikavälin rahoituksen kautta, jossa riski on että yritys jää ilman rahoitusta sitä tarvittaessa. Ne myös haluavat suojautua ilmeneviä markkinariskejä vastaan, kun takuita ei ole saatavilla tai suoja on kallista. Yritykset vertaavat default-swapin

kuponkimaksua muihin saman taloudellisen asian ajavien instrumenttien kuluihin, kuten remburssit tai erilaiset takuut ja tekevät suojauspäätöksensä sen perusteella (Cyber Stock Market, s.5).

4.5 Luottojohdannaismarkkinat

Luottojohdannaismarkkinat ovat vasta kehitysvaiheessa, mutta kehittyvät todella nopeasti. Ne ovat nopeimmin kasvava osa-alue maailmanlaajuisilla OTC – markkinoilla, vaikkakin niiden osuus koko OTC -markkinoista vuonna 1999 oli alle yhden prosentin (Bank for International Settlements, s.37). Vuonna 1998 British Bankers' Association (BBA) ennusti luottojohdannaismarkkinoiden kasvavan vuoden 1996 \$40 miljardista n. \$740 miljardiin vuoden 2000 loppuun mennessä (Kothari, s.2). Heinäkuussa 2000 BBA muutti kuitenkin arvioitaan, ilmoittaen että vuonna 1999 luottojohdannaismarkkinat olivat \$586 miljardia ja vuoden 2000 lopussa ne ovat jo n. \$893 miljardia. Vuoden 2002 lopussa markkinoiden odotetaan saavuttavan \$1581 miljardin rajan, jolloin markkinat olisivat 9-kertaistuneet viiden vuoden aikana vuosina 1997-2002.

Taulukko 4.1 luottojohdannaismarkkinoiden kehittyminen

Vuosi	Luottojohdannaismarkkinoiden koko
1996	\$ 40 miljardia
1999	\$ 586 miljardia
2000	\$ 893 miljardia
2002 (ennuste)	\$ 1581 miljardia

4.5.1 Markkinoiden jakautuminen

Lontoo on maailmanlaajuisten luottojohdannaismarkkinoiden keskus. Vuonna 1999 Lontoon luottojohdannaismarkkinoiden koko oli \$272 miljardia, joka oli 46% kokonaismarkkinoista. Kasvua edellisvuodesta oli \$102 miljardia. Vuoteen 2002 mennessä Lontoon markkinoiden odotetaan kasvavan n. \$741 miljardiin (British Bankers' Association, s.1).

Yhdysvaltojen luottojohdannaismarkkinat olivat \$287 miljardia vuoden 1999 lopussa, nousten \$53 miljardia vuodesta 1998. Vuoden 2000 ensimmäisellä neljänneksellä kasvu oli 5.2% edellisvuoteen verrattuna. Näiden lukujen valossa Yhdysvaltojen osuus luottojohdannaismarkkinoista vuonna 1999 oli n. 49% (Kothari, s.1).

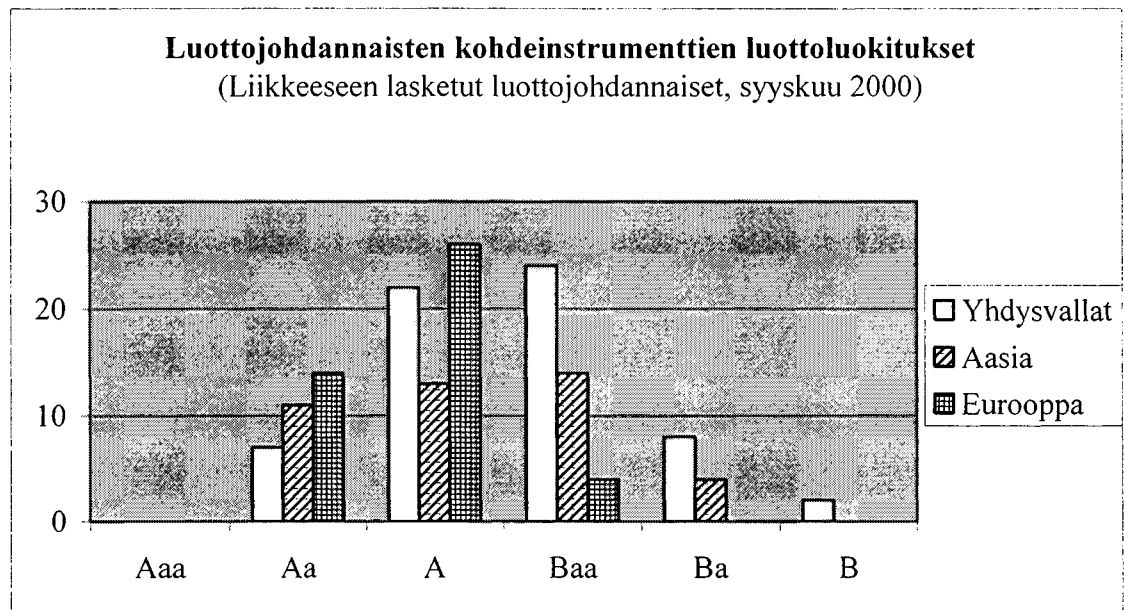
Japanissa luottojohdannaiset luokiteltiin lain mukaan rahoitusinstrumenteiksi vasta vuoden 1998 marraskuussa. Markkinoilla oli kuitenkin ollut jo aktiviteettia aikaisemminkin, koska Japanilaisilla lainoilla käytiin kauppaa sekä Lontoossa että New Yorkissa. Japanilaiset pankit ovat käyttäneet luottojohdannaisia pankkitakauksina ja markkinat pyörivät nykyään useissa miljardeissa dollareissa. Australian luottojohdannaismarkkinat ovat myös vielä hyvin pienet, vaikka niidenkin odotetaan kehittyvän nopeasti. Markkinat ovat siellä n. \$2-5 miljardia vuositasolla.

4.5.2 Markkinaosapuolet

Pankit ovat edelleen suurimpia turvan ostajia ja myyjiä luottojohdannaismarkkinoilla. Vuonna 1999 niiden osuus oli 63% ostopuolella ja 47% myyntipuolella. Prosenttiosuudet ovat laskeneet hieman aikaisemmista vuosista ja suunnan odotetaan pysyvän samana. Seuraavien vuosien aikana markkinoille odotetaan uusia toimijoita, jonka ansiosta luottojohdannaismarkkinat laajenevat ja likviditeetti paranee. Eritoten vakuutusyhtiöiden odotetaan tulevan markkinoille nimenomaan turvan myyjinä. Ne edustivat 23% myyntipuolelta vuonna 1999, jonka odotetaan kasvavan 26% vuoteen 2002 mennessä. Vuonna 1997 ja 1998 vakuutusyhtiöiden osuus oli vain 10%.

4.5.3 Luottojohdannaisten kohteiden luottoluokitukset

Suurin osa luottojohdannaisten kohteena olevista instrumenteista on yrityslainoja. Niiden osuus oli vuonna 1999 55% ja osuuden odotetaan kasvavan edelleen. Viimeisimmän aineiston mukaan luottojohdannaisten kohteena olevien instrumenttien luottoluokitukset ovat samansuuntaisia eri maanosissa. Maailmanlaajuisesti yleisin luottoluokka on Baa, vaikkakin Euroopassa luottoluokat pyrkivät olemaan korkeampia kuin muualla (kuvio 4.5). Kohteena olevien instrumenttien korkeampi laatu selittyy Euroopan pääomamarkkinoilla viimeaikoina myönnettyjen suurten lainojen keskimääräistä korkeammilla luottoluokituksilla (Bank for International Settlements, s.37).



Lähde: JP Morgan

Kuvio 4.5 Kohdeinstrumenttien luottoluokitukset

4.6 Luottojohdannaismarkkinoiden kehittyminen

Miten luottojohdannaismarkkinoiden odotetaan kehittyvän? Miten pankit muuttavat lainasalkkujensa luottoriskin hallintaa tai miten luottojohdannaiset muuttavat investointimalleja?

Seuraavien vuosien aikana riskien 'varastoinnin' odotetaan kasvavan samoin kuin odotetaan luottotuotteiden jakelukanavien muotoutuvan uudelleen. Luottojohdannaisten mahdollistama riskien uudelleen paketointi sallii luottoriskien yhteen liittämisen toissijaismarkkinoille. Pankkien odotetaan luottojohdannaismarkkinoiden kehityksen myötä omaksuvan paljon aktiivisemmän lähestymistavan päätettäessä luottoriskeistä ja samoin lainojen pitoaikojen odotetaan lyhenevän. Pankit tulevat tarkkailemaan sellaisilta asiakkailta ottamiaan riskejä, joiden kanssa heillä ei ole merkittävää asiakassuhdetta ja pyrkivät niistä eroon tehdäkseen tilaa niiden asiakkaiden riskeille, joiden kanssa heillä on merkittävä asiakassuhde. Lisäksi luottojohdannaisten tulevat osaksi pankkien luottoriskienhallintaa niiden lainanannossa. Pankit pystyvät kasvavassa määrin päättämään, että toimivatko he lainoja maturiteettiin pitävinä investoijina vai pääoman tuoton metsästäjinä, jotka kauppaavat, jakelevat ja uudelleenjärjestelivät lainojaan. Keskuspankit ja muut rahamarkkinoilla toimijat tulevat aktiivisesti hyödyntämään luotonvaihtosopimuksia samalla tavalla kuin käyttävät nykyään korkoinstrumentteja kassavarantojen riskienhallinnassa ja pankkikohtaisten riskien hallinnassa (Derivatives Strategy, s.6). Lainamarkkinat tulevat muistuttamaan enemmän velkakirjalainamarkkinoita. Luottojen hinta määräytyy täsmällisesti markkinoilla ja sekä luottomarkkinat että velkakirjalainamarkkinat tulevat likvideimmiksi.

Luottojohdannaisten mahdollistavat luottoriskien tehokkaamman hinnoittelun ja paremman likviditeetin. Tästä kehityksestä hyötyvät monet rahoitusalan yhtiöt, vakuutusyhtiöt, investointipankit, eläkerahastot, institutionaaliset sijoittajat ja isot yhtiöt, jotka harjoittavat antolainausta ja altistuvat suurille myyntisaataville. Sellaisten instituutioiden määrä kasvaa, jotka voivat ottaa luottoriskejä kantaakseen ja jotka voivat luottojohdannaisten ansiosta hallita riskejä yhä paremmin, joille ne ovat altistuneet (Derivatives Strategy, s.11). Erään näkemyksen mukaan luottojohdannaismarkkinoiden kasvu seuraa korkoswap -markkinoiden kehitystä. Nykyään useimmat luottojohdannaisten tarjoavat investoijille ylivoimaiset tuotot rahamarkkinoihin verrattuna ja riskit virtaavatkin pois välittäjiltä ja pankeilta erilaisille investoijayhteisöille. Tulevaisuudessa kehitys vaatii kassavirtaliikettä molempiin suuntiin (Derivatives Strategy, s.8).

Kansainväliset viranomaiset puolestaan ovat suuren haasteen edessä, kun luottoriskit ja luotot siirtyvät pois pankeilta. Tämä hankaloittaa huomattavasti luottotapahtumia seuraavien valvontajärjestelmien ylläpitoa. Jotta tapahtumien seuranta onnistuisi, vaatii se kasvavaa yhteistyötä pankki-, vakuutus- ja arvopaperimarkkina- viranomaisten välillä maailmanlaajuisesti.

Luottojohdannaismarkkinoiden kasvamisen kannalta on kaksi asiaa ylitse muiden. Ensinnäkin se, että pankkimaailman ulkopuoliset instituutiot tulevat mukaan markkinoille ja toisena tärkeänä tekijänä on elektroninen kaupankäynti. Markkinoilla onkin jo ainakin kaksi elektronista kauppapaikkaa luottojohdannaisille. Yritykset näiden takana ovat JP Morgan ja CreditEx. Tällaisten kauppapaikkojen kautta asiakkaat voivat käydä kauppaa sadoilla Amerikkalaisilla, Eurooppalaisilla ja Aasialaisilla lainoilla.

5. LUOTTOLUOKITUS JA LAIMINLYÖNTIRISKI

Vuonna 1909 John Moody otti käyttöön yksinkertaisen luokitusjärjestelmän luokitellakseen rautatievelkakirjojen luoton laatua, kuten taloudellista vahvuutta, laiminlyönnin mahdollisuutta ja tappion suuruutta. Tätä järjestelmää ryhdyttiin soveltamaan myös muille velkakirjamarkkinoille painottaen niitä ominaisuuksia, jotka olivat olennaisimmat kyseisille markkinoille. Tässä kappaleessa syvennyttään luottoluokitukseen eli reittaukseen sekä luottoluokituksen ja laiminlyöntiriskin väliseen yhteyteen.

5.1 Luottoluokitusjärjestelmä

Luottoluokitus on luokitusjärjestelmän ylläpitäjän näkemys, jonkin yhtiön tai velkakirjan kyvystä suorittaa taloudelliset velvoitteensa ajallaan, kuten korkomaksut, osingonjako tai pääoman takaisinmaksu. Investoijat käyttävät luottoluokituksia apuna arvioidessaan todennäköisyyksiä saavatko he rahansa takaisin sovittujen ehtojen mukaisesti. Luottoluokitukset eivät varsinaisesti kerro mistään muista riskeistä kuin luottoriskistä, eli ne eivät kerro mitään sellaisista tappiomahdollisuuksista, jotka voivat syntyä markkinakorkojen tai muiden markkinaolosuhteiden muutoksen seurauksena. Kansainvälisiä luottoluokituksia tehdään julkisen- ja yritysrahoituksen alueella. Niihin lukeutuvat rahoitus-, pankki-, vakuutus- ja muut yrityskokonaisuudet ja arvopaperit, joita nämä instituutiot laskevat liikkeelle. Yrityskokonaisuuden ollessa kyseessä luottoluokitus kuvastaa sen yleistä luottokelpoisuutta. Luottoluokitus tietyn liikkeeseenlaskun tai rahoitusohjelman kohdalla ottaa huomioon arvopaperin haltijan etuoikeusaseman ja kuvastaa arvopaperiin liittyviä ehtoja ja sopimuksia (Fitch IBCA, Duff & Phelps, s.2).

Suurin osa kaikista velkakirjoista voidaan arvioida Moody'sin ja Standard & Poor'sin luottoluokituksilla. Taulukossa 5.1 on molempien yhtiöiden luottoluokitukset. Moody'sin luokituksen mukaan kolmen A:n luokitus on kaikkein korkein, jonka jälkeen tulee kahden A:n jne. Velkakirjat, joiden luokitus on Baa tai sitä korkeampi tunnetaan ns. sijoitusluokan velkakirjoina. Käytännössä se kuvastaa suhteellisen

pientä laiminlyönnin todennäköisyyttä. Baa luokituksen alapuolella olevat luokitukset ovat ns. ”junk bondeja” ja kuvastavat korkeaa laiminlyönnin todennäköisyyttä tai sitä että laiminlyönti on jo sattunut. Liikepankit, useat eläkerahastot ja muut rahoituslaitokset eivät saa sijoittaa velkakirjoihin, jotka eivät ole vähintään luokkaa Baa (Brealey & Myers, s.690).

Taulukko 5.1 Luottoluokitukset

MOODY'S	STANDARD & POOR'S	
Aaa	AAA	
Aa	AA	Sijoitusluokan velkakirjat
A	A	
Baa	BBB	
Ba	BB	
B	B	“Junk bondit“
Caa	CCC	
Ca	CC	
C	C	

Lähde: Brealey & Myers, s.691

5.2 Luottoluokituksen määrittäminen ja käyttö

Luottoluokitukset ovat arvioita yhtiön taloudellisista tulevaisuuden näkymistä ja ne perustuvat tietoihin liikkeeseenlaskijoilta, heidän käyttämiltään asiantuntijoilta tai vakuutusenantajilta. Ei ole olemassa tiettyä kaavaa, jonka mukaan luokitukset lasketaan. Kuitenkin mm. investointipankkiireilla, salkunhoitajilla ja muilla, jotka seuraavat kiinteästi velkakirjamarkkinoita, on hyvä tuntuma siitä kuinka luokitus tulee antaa. Tämän he tekevät muutaman avaintunnusluvun, kuten oman pääoman tuottoasteen ja velkojen ja oman pääoman välisen suhdeluvun avulla (Brealey & Myers, s.691). Myös tarkempia analyysejä tehdään, jolloin tarkastellaan liikkeeseenlaskijan mennyttä ja tulevaa taloudellista tilaa, johdon tasoa ja liiketoiminnallista menestystä sekä kyseisen liikkeeseenlaskun olennaisia piirteitä, liikkeeseenlaskijan muita taloudellisia velvoitteita ja yleisiä poliittisia ja taloudellisia tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa liikkeeseenlaskijaan taloudelliseen suorituskyykyyn

ja lainan laatuun. Muun muassa pankkien kohdalla, jotka on aikaisemmin pelastettu suurten instituutioiden, valtion tai suurten osakkeenomistajien toimesta, mahdollinen ulkopuolinen apu otetaan huomioon luottoluokituksessa. (Fitch IBCA, Duff & Phelps, s.5).

Luottoluokitusyhtiön toimesta tehtävä luottoluokituksen ennustaminen kertoo sen suunnan, johon luokitus on siirtymässä seuraavan vuoden tai kahden aikana. Ennusteet voivat olla positiivisia, vakaita tai negatiivisia. Positiivinen tai negatiivinen suuntaus ei välttämättä tarkoita merkittävää muutosta luokituksessa. Vastaavasti vakaan kehityksen ennusteen saaneiden yritystenkin luokitusta voidaan nostaa tai laskea ennen kuin uutta ennustetta on annettu. Taulukossa 5.2 näkyvät todennäköisyydet missä luokassa BBB -luokan luotto tulee olemaan vuoden kuluttua.

Taulukko 5.2 Todennäköisyydet BBB -luokituksen muuttumiselle

Luokitus vuoden lopussa	Luokituksen muuttumisen todennäköisyys
AAA	0.02
AA	0.33
A	5.95
BBB	86.93
BB	5.30
B	1.17
CCC	0.12
Default	0.18

Lähde; CreditMetrics, s.9

Todennäköisyys luokituksen säilymiselle samassa luokassa on korkea, lähes 87 prosenttia. Se, että luokitus hyppäisi luokkaan AAA tai alimpaan kategoriaan on hyvin pieni, 0.02 ja 0.18 prosenttia.

Taloudellisessa ympäristössä tapahtuvan muutoksen vaikutusta luottojen laadulle olisi mahdollista kuvastaa velkakirjaluokituksilla. Talouden ajautuessa taantumaan

odotetut tappioasteet kasvavat luokituskategorioittain, jos luokitukset pysyvät muuttumattomina. Jotta kuhunkin kategoriaan kuuluvat odotetut tappioasteet pysyisivät vakioina vaadittaisiin taantuma-aikoina yleistä luokitusten alentamista. Vaikkakin taloudessa tapahtuvien muutosten vaikutuksia luottoihin on hankalaa arvioida, on luottoluokitusyhtiöistä ainakin Moody's pyrkinyt muuttamaan luokituksia yleisten taloudellisten muutosten mukaisesti. Tällöin jollekin yrityskokonaisuudelle taantumana aikana tehty luokituksen alennus tulee todennäköisesti nousemaan nousukaudella (Moody's, s.7).

Luottoluokitukset tarjoavat pääomamarkkinoilla toimiville osapuolille mahdollisuuden vertailla laina-arvopapereiden luoton laatua. Luottoluokitusjärjestelmä puristaa paljon monenlaista tietoa yhteen ainoaan symboliin. Samassa luottoluokassa olevat ovat yleisesti vertailukelpoisia keskenään luoton laadun suhteen, mutta voivat poiketa toisistaan sen mukaan mikä on luonteenomaista kullekin luottotyypille, koska luokituskategoriat eivät täysin kuvasta pieniä eroja luottoriskin tasossa (Fitch IBCA, Duff & Phelps, s.3). Jotta tietyn sektorin luottojen laadulle saadaan johdonmukainen viitekehys täytyy luottoluokitusten korreloida läheisesti ainoastaan laiminlyönnin todennäköisyyden kanssa, koska tappion odotettu koko laiminlyönnin sattuessa, luottoluokitusten volatilitteetti ja riskin muuttuminen ovat yhdenmukaiset lainojen liikkeeseenlaskijoiden keskuudessa. Edellä mainittujen tekijöiden suhteelliset vaikutukset luoton laatuun vaihtelevat velkakirjamarkkinoiden eri osa-alueilla (Moody's, s.3.)

Monilla velkakirjamarkkinoiden osa-alueilla luottojen hyvä luokitus on usein epäsuorasti riippuvainen jonkin kolmannen osapuolen tuesta, esimerkiksi valtion tai suurten osakkeenomistajien. Vaikka tuki onkin hyvin todennäköinen ja ennustettavissa oleva, ei se kuitenkaan ole absoluuttisen varmaa. Näin ollen, jos tällaiseen osa-alueeseen liittyvä keskimääräinen odotettu tappio on alhainen, voivat yksittäiset lainat tulla laiminlyödyksi aika ajoin, jos odotettu tuki ei jostain syystä toteudukaan. Tätä epäsuoraa, ulkopuolista tukea ei useinkaan oteta huomioon ja näin ollen yksittäisen luoton taloudellinen vahvuus yliarvioidaan. Tällaisessa tapauksessa ulkopuolisen tuen poistuminen saattaa aiheuttaa suuren muutoksen luoton laadussa tai jopa luoton laiminlyönnin suoraan ilman siirtymää ensin huonompiin

luottoluokkiin. Tämä on johtanut siihen, että tällaisten osa-alueiden odotetut tappioasteet ovat luokituskategorian mukaan alhaisempia kuin niiden osa-alueiden, joissa taloudellinen vahvuus ja odotetut tappiot korreloivat voimakkaammin (Moody's, s.3). Tällaisen ulkopuolisen tuen huomioiminen mukaan luottoluokitukseen on saanut monet investoijat kritisoimaan sitä, koska heidän mukaansa luokitusten pitäisi heijastaa ainoastaan luoton todellista vahvuutta.

5.3 Luottoluokituksen ja laiminlyönnin välinen suhde

Luottoluokitukset heijastavat velkakirjan laiminlyönnin todennäköisyyttä. Velkakirjanluokituksen ja sen lupaaman tuoton välillä on myös olemassa yhteys. Esimerkiksi sotien jälkeisellä ajalla Moody'sin Baa luokituksen mukaisten yrityslainojen tuotto on ollut 0.9 prosenttia enemmän kuin luokassa Aaa olevien (Brealey & Myers, s.691).

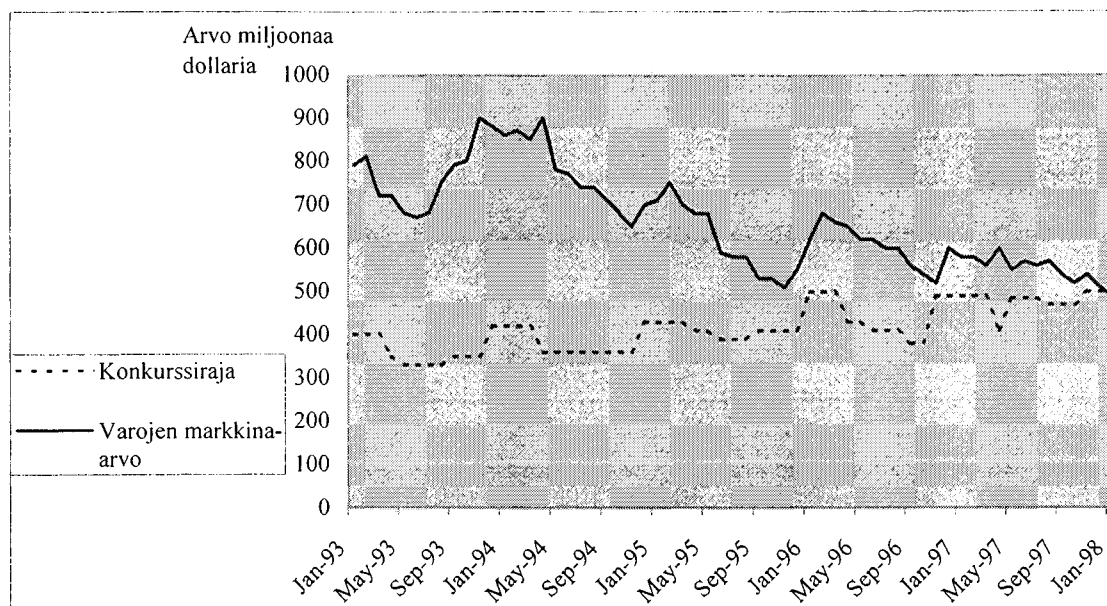
Taulukossa 5.3 näkyy miten velkakirjojen luokitukset kuvastavat laiminlyönnin todennäköisyyttä. Vuodesta 1971 lähtien yhtäkään velkakirjaa, joka on luokiteltu kolmen A:n tasoiseksi Standard & Poor'sin (S&P) toimesta, ei ole laiminlyöty seuraavana vuonna liikkeeseenlaskusta. Vielä 10 vuodenkin kuluttua liikkeeseenlaskusta on suhde pienempi kuin yksi tuhannesta. Vastaavasti kolmen C:n tasoista velkakirjoista yli 2 prosenttia on laiminlyöty vuoden kuluttua liikkeeseenlaskusta ja 10 vuoden kuluttua lähes puolet. Lainat eivät kuitenkaan kaadu aivan yhtäkkiä, vaan luokitusyhtiöt laskevat lainan luokitusta sitä mukaa kun sen laiminlyönnin todennäköisyys kasvaa.

Taulukko 5.3 Yrityselvelkakirjojen laiminlyöntiasteet ajalla 1971-1997 S&P:n luokitusten mukaan

Luokitus liikkeeseen- lasku hetkellä	Prosenttia laiminlyöty x vuoden kuluttua liikkeeseenlaskusta		
	1 vuoden kuluttua	5 vuoden kuluttua	10 vuoden kuluttua
AAA	.00	.06	.06
AA	.00	.67	.74
A	.00	.22	.64
BBB	.03	1.64	2.80
BB	.37	8.32	16.37
B	1.47	21.95	33.01
CCC	2.28	35.42	47.46

Lähde: Brealey & Myers, s.692

Pankit ja rahoituslaitokset eivät ainoastaan tahdo tietää lainojensa arvoa, joita he ovat myöntäneet vaan he haluavat tietää myös riskit, jotka he kohtaavat. Laskettaessa laiminlyönnin todennäköisyyttä tarvitaan tietoa mm. yrityksen varojen odotetusta markkina-arvon kehityksestä, lainojen nimellisarvoista ja maturiteeteista sekä luottojen arvojen vaihtelusta tulevaisuudessa (Brealey & Myers, s.697). Kuviossa 5.1 on erään yhdysvaltalaisen yhtiön varojen markkina-arvon ja konkurssirajan kehitys ajalla 1993-1998.

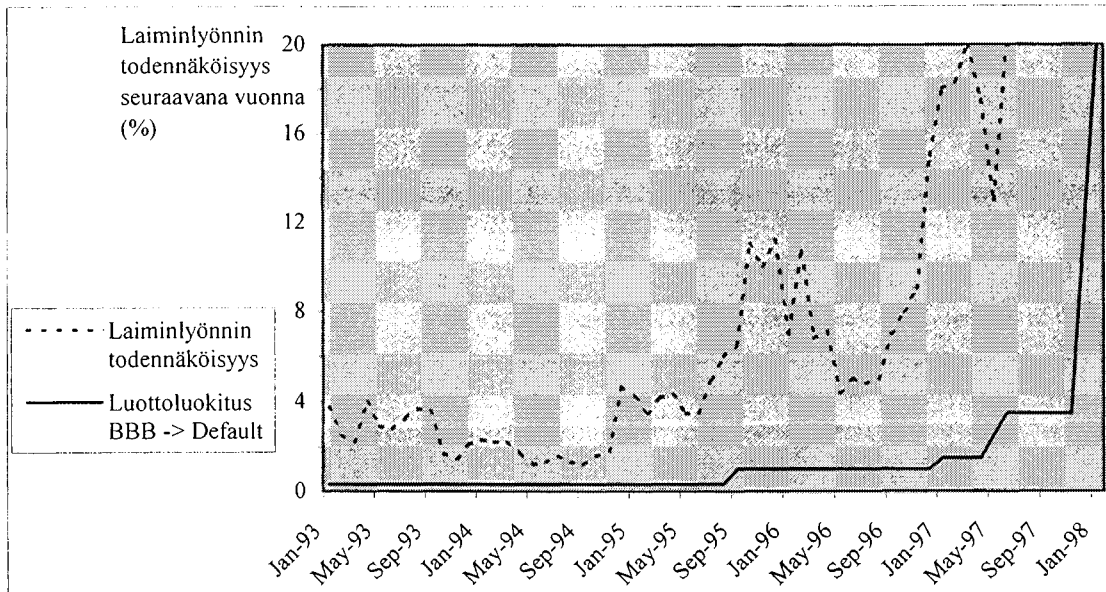


Lähde: Brealey & Myers, s. 698

Kuvio 5.1 Erään yhdysvaltalaisen yhtiön varojen markkina-arvon ja velan arvon kehitys ajalla 1993-1998

Kuviossa yhtenäinen viiva on yhtiön varojen markkina-arvo. Katkoviiva esittää sitä yhtiön varojen raja-arvoa, milloin se hakeutuu konkurssiin. Vuodesta 1993 alkaen yhtiön varojen markkina-arvo pieneni yhä lähemmäs sitä rajaa, milloin se ajautuu konkurssiin ja vuoden 1998 alussa varojen markkina-arvo kohtasi konkurssirajan.

Tällaista edellisen kaltaisen yhtiön konkurssia on hankala ennustaa, mutta kuviossa 5.2 on luottoriskin arviointiin erikoistuneen konsulttiyhtiön KMV:n arvio kunakin vuonna todennäköisyydestä, että edellä mainittu yhtiö ajautuu konkurssiin. Kuviossa katkoviiva kuvastaa KMV:n arviota konkurssin todennäköisyydestä seuraavan vuoden aikana annetusta arviosta. Alempi viiva näyttää, kuinka yhtiön luottoluokitus muuttui sen tulevaisuudennäkymien huonontuessa. Lähtötilanteessa luottoluokitus oli BBB ja aina vuoden 1997 loppuun asti B, kunnes seuraavan vuoden alussa muuttui D:ksi.



Lähde: Brealey & Myers, s.699

Kuvio 5.2 Luottoriskiä ennustavan konsulttiyhtiön arvio edellä mainitun yhtiön ajautumisesta konkurssiin

6. VASTAPUOLIRISKIN HINNOITTELU

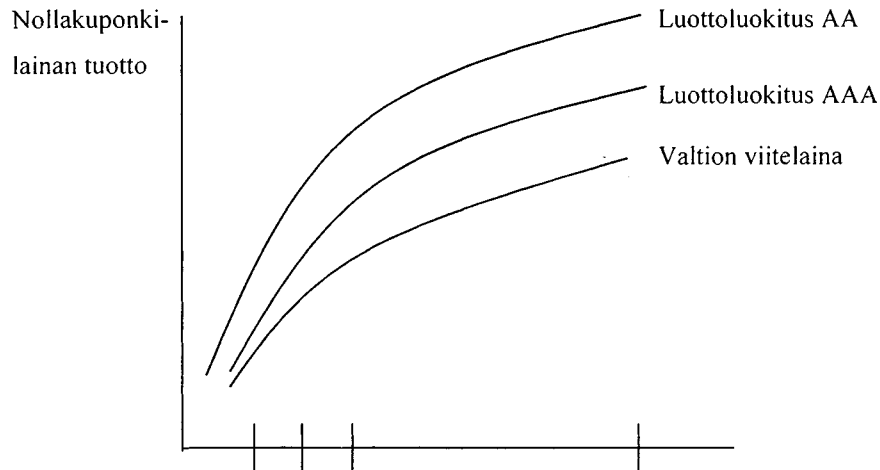
Tässä kappaleessa käydään läpi menetelmä, johon tutkielman estimointi perustuu. Menetelmä ja luvun 6 esitys perustuvat Robert Jarrow'n ja Stuart Turnbullin artikkeliin Credit Risk (Alexander s.237-254). Tutkielman aiheena on siis tutkia laiminlyöntiriskin (vastapuoliriskin) vaikutus luottotappioriskin vaihtosopimuksen (credit default swap) hinnoitteluun. Johdannaisten hinnoittelussa on olemassa kahdenlaista vastapuoliriskiä. Ensiksikin johdannaisen kohteena olevaan instrumenttiin kohdistuu laiminlyömis-/konkurssiriski eli sen liikkeeseenlaskija ei pysty lunastamaan sitä. Toisaalta johdannaissopimuksen vastapuoli voi olla kykenemätön suorittamaan velvoitteitaan. Eli ajatellaan vaikka OTC –markkinoilla tehtävä optio, jossa kohde-etuutena on valtion obligaatio. Kohteena olevaan instrumenttiin, eli obligaatioon, ei liity laiminlyömisriskiä. Siitä huolimatta siihen liittyy laiminlyömisriski option kirjoittajan puolelta, sillä voi olla ettei hän kykene lunastamaan kohde-etuutta, jos optio toteutetaan. Käytännössä edellä mainittu laiminlyömisriski tarkoittaa konkurssia.

6.1 Laiminlyömisriskin sisältävän lainan hinnoittelu

Yritykset luokitellaan eri luottoluokkiin nykyisen maksukyvyyn mukaan. AAA luottoluokituksen yrityksellä on pienin luottoriski. Alemmalla luokituksella olevat, kuten AA tai A, ovat suuremman riskin yrityksiä ja täten myös tuotto on suurempi. Tämä aikarakenne nähdään selvästi kuviossa 6.1.

Hinnoiteltaessa esimerkiksi luottoluokkaan A kuuluvan yrityksen liikkeeseen laskemaa nollakuponkilainaa täytyy siinä huomioida seuraavia asioita, joiden tulee olla johdonmukaisia suhteessa hinnoitteluun:

- markkinoille ei saa jäädä arbitrasimahdollisuutta
- hinnan tulee olla johdonmukainen suhteessa korkojen aikarakenteeseen
- hinnassa täytyy ottaa huomioon mahdollinen laiminlyönti/konkurssi



Lähde: Alexander, s.238

Kuvio 6.1 Aikarakenteet

Tämä voidaan esittää puumallilla, jolla mallitetaan riskittömien valtion viitelainojen aikarakennetta.

6.1.1 Laiminlyöntiriskittömien korkojen puumalli

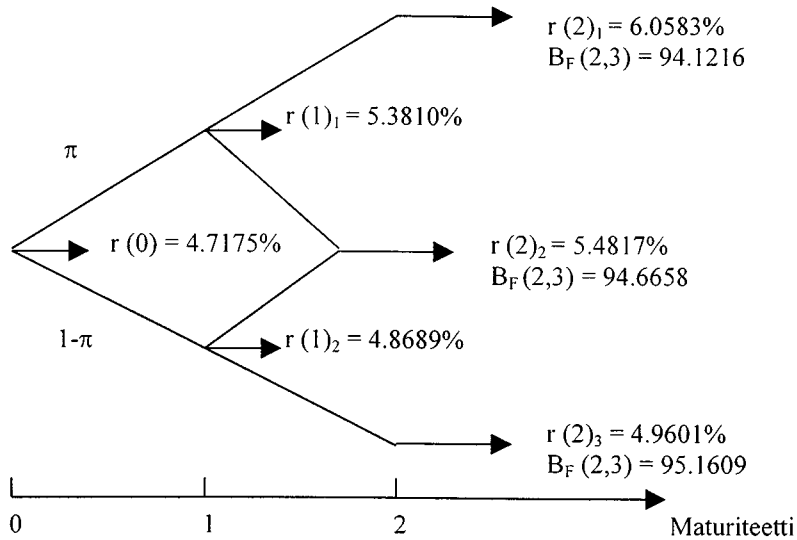
Taulukossa 6.1 on laiminlyöntiriskittömien nollakuponkilainojen hinnat.

Taulukko 6.1 Nollakuponkilainojen hinnat

Maturiteetti (vuosia) T	Konkurssiriskitön $B_F(0, T)$	Luottoluokitus A $v(0, t; D)$
1	95.3921	95.0486
2	90.6264	89.7056
3	85.7820	84.1008

Lähde: Alexander, s.238

Kuviossa 6.2 on edellä mainittu puumalli, joka kuvaa sitä, kuinka lainojen hinnat kehittyvät eri korkoasteilla sekä riippuen siitä toteutuuko laiminlyönti vai ei.



π on todennäköisyys, että korko kasvaa ($\pi = 0.5$).

$1-\pi$ on todennäköisyys, että korko laskee ($1-\pi = 0.5$). Volatiliteetti on 5%.

Lähde: Alexander, s.239

Kuvio 6.2 Riskittömät spot- korot

Nimellisarvoltaan 100 olevan yhden vuoden laiminlyöntiriskittömän nollakuponkilainan arvo on

$$B_F(0,1) = 100\exp(-0.047175) = 95.3921 \quad (3)$$

Nimellisarvoltaan 100 olevan kahden vuoden laiminlyöntiriskittömän nollakuponkilainan arvo vuonna yksi on

$$B_F(1,2) = 100\exp(-0.053810) = 94.7612, \quad (4)$$

jos spot -korko on 5.3810 prosenttia ja

$$B_F(1,2) = 100 \exp(-0.048689) = 95.2477, \quad (5)$$

jos spot- korko on 4.8689 prosenttia.

Yleisesti oletetaan, että puumallin vaihtoehtoiset todennäköisyydet spot- koroille on 0.5 (Alexander, s.238). Tästä seuraa, että

$$\begin{aligned} B_F(0,2) &= \exp(-0.047175)(0.5 \times 94.7612 + 0.5 \times 95.2477) \\ &= 90.6267, \end{aligned} \quad (6)$$

joka on sama kuin taulukossa 6.1 olevan kahden vuoden laiminlyöntiriskittömän nollakuponkilainan arvo, jos pyöristysvirheet jätetään huomiotta. Jatkettaessa analyysiä saadaan kolmen vuoden laiminlyöntiriskittömän nollakuponkilainan arvoksi $B_F(0,3) = 85.7820$ (Alexander, s.239).

6.1.2 Lainan riski

Lasketaan luottoluokkaan A kuuluvan yrityksen liikkeelle laskeman nollakuponkilainan hinta. Lainan arvo ajanhetkellä t on $v(t, T; DS_t)$. Laina erääntyy hetkellä T ja lainan haltijoille maksetaan lainan nimellisarvo sen erääntyessä. Lainan nimellisarvo on USD 100. Todennäköisyys, että yritys menee konkurssiin lainan voimassaolon aikana on positiivinen. Konkurssin sattuessa lainan haltijat saavat vähemmän kuin lainan nimellisarvon (Alexander, s.239). DS_t symboloi lainan tilaa hetkellä t eli onko laiminlyönti sattunut vai ei

$$DS_t \equiv \begin{cases} \bar{D}; & \text{Laiminlyönti ei ole tapahtunut hetkeen } t \text{ mennessä} \\ D; & \text{Laiminlyönti on tapahtunut hetkeen } t \text{ mennessä} \end{cases} \quad (7)$$

Kuten DS_t osoittaa, on olemassa kaksi mahdollisuutta. Laiminlyönti ei ole tapahtunut hetkeen t mennessä tai että laiminlyönti on tapahtunut päivään t mennessä. Riskin sisältävän lainan hinnoittelua voidaan havainnollistaa vertaamalla sitä jonkin maan valuuttakurssiin. Oletetaan kuvitteellinen valuutta A . Yrityksen liikkeeseen laskema laina voidaan esittää konkurssiriskittömänä ja valuuttamääräisenä A . Tällöin lainan erääntyessä lainan haltija saa nimellisarvon mukaisen määrän valuutassa A , mutta kyseinen valuutta on hyödytöntä lainan haltijalle, joten täytyy määritellä vaihtokurssi kuvitteellisen valuutan A ja dollarin välille. Lainan haltija on loppujen lopuksi kiinnostunut valuutan A dollari arvosta. Jos konkurssia ei ole tapahtunut päivään t mennessä, niin valuuttakurssi on silloin yksi. Jos konkurssi on sattunut, niin lainan haltija saa tietyn murto-osan, δ , jokaisesta valuuttayksiköstä. Tämä vastaa samaa kuin lainan nimellisarvosta maksettaisiin murto-osa δ , eli niin sanottu palautumisaste (Alexander, s.239-240). Määriteltäessä $e(t)$, joka kuvaa valuutan A vaihtokurssia hetkellä t , saadaan:

$$e(t) \equiv \begin{cases} 1; & \text{todennäköisyydellä } 1 - \mu(t)h, \text{ jos } DS_t = \bar{D} \\ \delta; & \text{todennäköisyydellä } \mu(t)h, \text{ jos } DS_t = D \end{cases} \quad (8)$$

missä $0 \leq \delta < 1$, h kuvastaa aikaintervalla ja $\mu(t)h$ on todennäköisyys laiminlyönnin sattumiselle, ehdollisena sille, ettei laiminlyöntiä ole sattunut ennen hetkeä $t - h$. Jos laiminlyönti on sattunut hetkeen $t - h$ mennessä, niin lainan oletetaan pysyvän samassa tilassa ja palautumisaste on vakio, δ dollaria;

$$e(t) \equiv \delta \quad (9)$$

Vaihtoehtoiset todennäköisyydet laiminlyönnille voidaan estimoida käyttämällä korkojen aikarakennetta. Yksinkertaisuuden vuoksi malli olettaa, että laiminlyöntiprosessi on riippumaton korkotasosta eli sillä ovatko korot korkeita vai alhaisia ei ole merkitystä laiminlyönnin todennäköisyyteen (Alexander, s.240).

6.1.3 Lainan vastapuoliriski

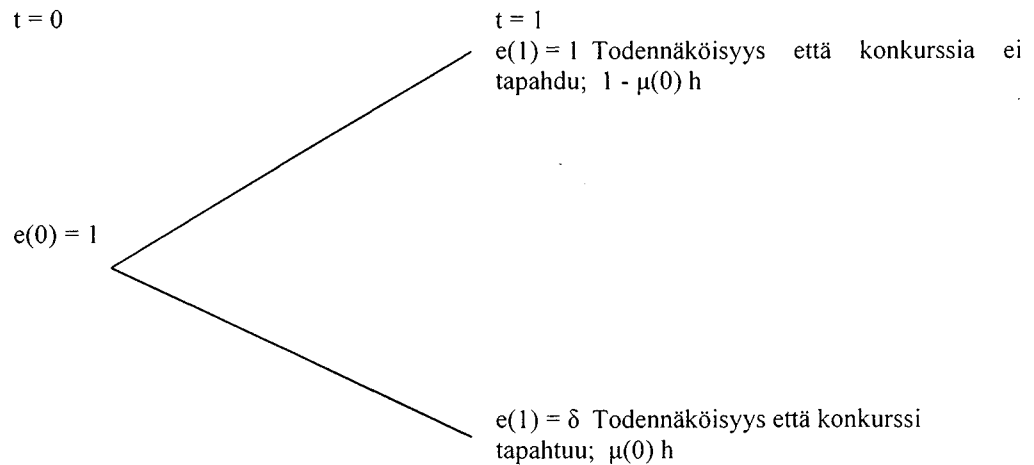
Taulukossa 6.1 on kaksi eri sarjaa nollakuponkilainoja. Konkurssiriskittömät lainat kullakin maturiteetilla ovat arvokkaampia kuin vastaavan maturiteetin lainat luottoluokkaan A kuuluvalla yrityksellä. Tämä ero kuvastaa konkurssin/laiminlyönnin todennäköisyyttä.

Estimoitaessa konkurssiriskin vaihtoehtoisia todennäköisyyksiä täytyy palautumisaste δ , laiminlyönnin sattuessa olla tiedossa. Tämä arvo on USD 0.40, eli konkurssin sattuessa jokaisesta dollarista, joka piti saada, saadaankin 0.40 dollaria¹. Ajatellaan ensin yhden vuoden lainaa. Maturiteetissa vastapuoliriskin omaavan lainan hinta on :

$$v(1,1,DS) = 100 \begin{cases} 1; \text{ todennäköisyydellä } 1 - \mu(0)h, \text{ jos } DS_1 = \bar{D} \text{ (ei laiminlyöntiä)} \\ \delta; \text{ todennäköisyydellä } \mu(0)h, \text{ jos } DS_1 = D \text{ (laiminlyönti)} \end{cases} \quad (10)$$

missä $h = 1$ ja $\delta = 0.40$. Lainan nimellisarvo on 100. Laiminlyöntiprosessi näkyy kuviossa 6.3. Tilanteessa, jossa konkurssia ei ole sattunut hetkeen $t = 0$ mennessä, vaihtoehtoista todennäköisyyttä, että konkurssi tapahtuu hetkellä $t = 1$ merkitään $\mu(0)h$, missä h on ajanhetkien välinen ero. Tässä esimerkissä $h = 1$.

¹ Jarrow'n ja Turnbullin mukaan 0.40 on hyvä arvio Yhdysvaltojen markkinoilta.



$\mu(0)$ on todennäköisyys, että konkurssi tapahtuu hetkellä $t = 1$, sillä ehdolla että konkurssia ei ole tapahtunut hetkellä $t = 0$.

Lähde: Alexander, s.241

Kuvio 6.3 Yhden vuoden pituisen lainan laiminlyömisriski

Vaihtoehtoinen todennäköisyys, että konkurssi ei tapahdu on $1 - \mu(0)$ h. $\mu(0)$ arvo saadaan johdettua laiminlyöntiriskittömien ja luottoluokkaan A kuuluvien korkojen aikarakenteen avulla (Alexander, s.240). Odotettu takaisinmaksuaste on

$$100\{1 \times [1 - \mu(0)] + \delta \times \mu(0)\} \quad (11)$$

Kertomalla yllä oleva kaava yhden vuoden riskittömän nollakuponkilainan arvolla (Taulukko 6.1), saadaan

$$v(0, 1, \bar{D}) = 0.9539 \times 100\{1 \times [1 - \mu(0)] + \delta \times \mu(0)\} \quad (12)$$

Taulukosta 6.1 nähdään, että $v(0, 1, \bar{D}) = 95.0486$. Täten

$$95.0486 = 0.9539 \times 100 \{ [1 - \mu(0)] + 0.40\mu(0) \} \quad (13)$$

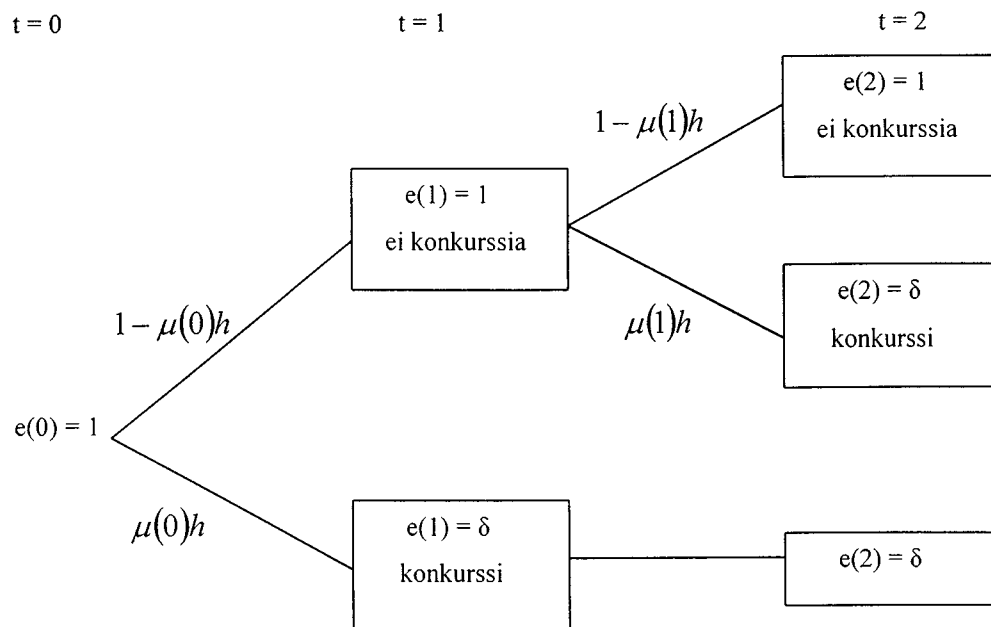
Tästä saadaan ratkaistua, että

$$(1 - 0.40) \times \mu(0) = 1 - (95.0486 / 0.9539) / 100 \quad (14)$$

tai

$$\mu(0) = 0.006. \quad (15)$$

Kahden vuoden pituisen nollakuponkilainan hinnoittelu on hieman monimutkaisempaa, koska ensimmäisen vuoden lopussa sekä korko että yrityksen konkurssiriski on epävarma. Kuviossa 6.4 on mahdolliset tapahtumaketjut.



Lähde: Alexander, s.242

Kuvio 6.4 Kahden vuoden pituisen lainan laiminlyömis-/konkurssiriski

Jos konkurssi on tapahtunut hetkellä $t = 1$, niin lainan oletetaan pysyvän samassa tilassa. Jos konkurssia ei ole sattunut hetkellä $t = 1$, niin hetkellä $t = 2$ konkurssi tapahtuu tai ei tapahdu. Todennäköisyys sille, että laiminlyönti tapahtuu hetkellä $t = 2$ on $\mu(1)$ h, kuitenkin sillä ehdolla, että laiminlyöntiä ei ole sattunut hetkellä $t = 1$. Vaihtoehtoinen todennäköisyys, eli että laiminlyöntiä ei tapahdu hetkellä $t = 2$ on $1 - \mu(1)$ h. Kuviossa 6.5 on täydennetty kuvio 6.4 kuviolla 6.2, missä $\mu(1)$ kuvaa laiminlyönnin/ konkurssin todennäköisyyttä (Alexander, s.241).

Tilanteessa A hetkellä $t = 1$, riskittömän, nimellisarvoltaan 1 olevan kahden (2) vuoden pituisen lainan arvo on,

$$B(1, 2)_d = \exp(-0.0487) \quad (16)$$

missä alaindeksi 'd' viittaa 'alempaan' riskittömään spot -korkoon (kts. edellä). Konkurssi on tapahtunut hetkellä $t = 1$, joten takaisinmaksuaste hetkellä $t = 2$ on

$$v(2, 2; D) = 100\delta \quad (17)$$

Tilanteessa A lainan arvo hetkellä $t = 1$ on

$$\begin{aligned} v_A(1, 2; D) &= \exp(-0.0487)(100\delta) \\ &= B(1, 2)_d(100\delta) \end{aligned} \quad (18)$$

Vastaavalla tavalla käydään läpi tilanne B,

$$\begin{aligned} v_B(1, 2; D) &= \exp(-0.0538)(100\delta) \\ &= B(1, 2)_u(100\delta) \end{aligned} \quad (19)$$

missä $B(1, 2)_u$ yhden vuoden riskittömän lainan arvo ja on yhtä kuin,

$$B(1, 2)_u = \exp(-0.0538) \quad (20)$$

missä yläindeksi 'u' viittaa 'korkeampaan' riskittömään spot -korkoon (kts. edellä).

Tilanteessa C hetkellä $t = 1$ laiminlyöntiä ei ole sattunut, joten lainan maturiteetissa, hetkellä $t = 2$, on kaksi mahdollista vaihtoehtoa:

$$v(2, 2, DS) = 100 \begin{cases} 1; \text{todennäköisyydellä } 1 - \mu(1)h, \text{ jos } DS_2 = \bar{D} \text{ (ei laiminlyöntiä)} \\ \delta; \text{todennäköisyydellä } \mu(1)h, \text{ jos } DS_2 = D \text{ (laiminlyönti)} \end{cases} \quad (21)$$

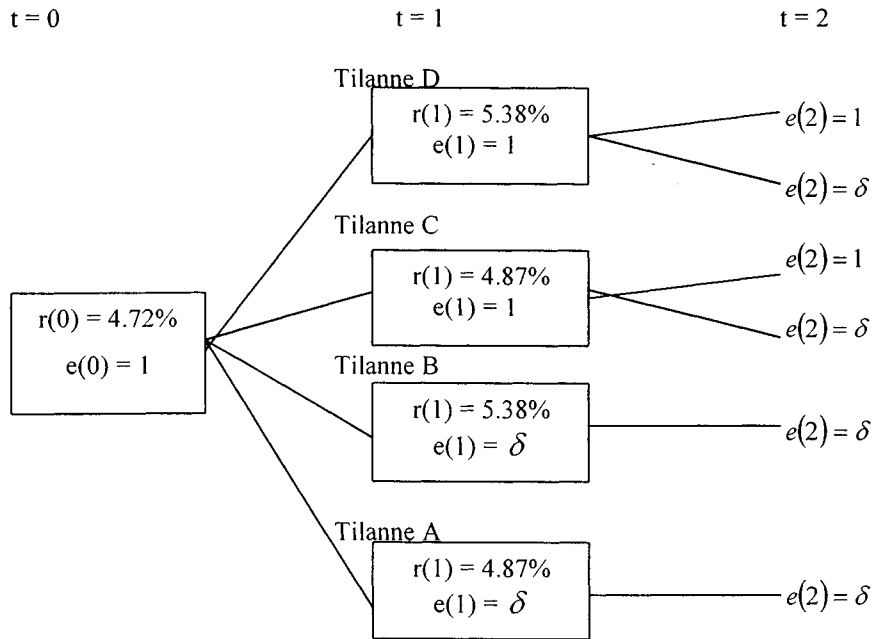
Täten tilanteessa C lainan arvo on

$$v_C(1, 2, \bar{D}) = B(1, 2)_d 100 \{ [1 - \mu(1)] + \delta\mu(1) \} \quad (22)$$

Tilanne D on vastaava

$$v_D(1, 2, \bar{D}) = B(1, 2)_u 100 \{ [1 - \mu(1)] + \delta\mu(1) \} \quad (23)$$

Vastapuoliriskillisen lainan nykyarvo, $v(0, 2, \bar{D})$ määräytyy laskemalla lainan odotusarvo hetkellä $t = 1$, käyttäen vaihtoehtoisten tulemien todennäköisyyksiä ja kertomalla riskittömällä korolla. Kuvioista 6.5 nähdään 4 mahdollista erilaista tilannetta (Alexander, s.242).



Tilanne	Tapahtuman todennäköisyys
A	$(1 - \pi) \mu(0)$
B	$\pi \mu(0)$
C	$(1 - \pi)[1 - \mu(0)]$
D	$\pi [1 - \mu(0)]$

Lähde: Alexander, s.243

Kuvio 6.5 Kahden vuoden pituisen riskillisen lainan eri tilanteet

Näin ollen saadaan seuraava yhtälö

$$v(0,2; \bar{D}) = 0.9539 \times \left[\begin{aligned} & (1 - \pi) \mu(0) v_A(1,2; D) + \pi \mu(0) v_B(1,2, D) \\ & + (1 - \pi) [1 - \mu(0)] v_C(1,2, \bar{D}) + \pi [1 - \mu(0)] v_D(1,2, \bar{D}) \end{aligned} \right] \quad (24)$$

Kun yhtälöön sijoitetaan lainojen hinnat neljässä eri tilanteessa saadaan

$$\begin{aligned} v(0,2; \bar{D}) = & 0.9539 \times [(1 - \pi) \exp(-0.0487) + \pi \exp(-0.0538)] \mu(0) (100\delta) \\ & + 0.9539 \times [(1 - \pi) \exp(-0.0487) + \pi \exp(-0.0538)] \\ & \times [1 - \mu(0)] 100 \{ [1 - \pi(1)] + \mu(1)\delta \} \end{aligned} \quad (25)$$

Yllä oleva laskelma voidaan yksinkertaistaa ajattelemalla kahden vuoden riskittömän nollakuponkilainan hinnoittelua. Olkoon riskittömän lainan hinta hetkellä $t = 1$

$$B(1,2) = \begin{cases} \exp(-0.0538); & \text{todennäköisyydellä } \pi \\ \exp(-0.0487); & \text{todennäköisyydellä } 1 - \pi \end{cases} \quad (26)$$

ja riskittömän nollakuponkilainan hinta hetkellä $t = 0$

$$B(0,2) = 0.9539 \times [(1 - \pi)\exp(-0.0487) + \pi \exp(-0.0538)] \quad (27)$$

Näin ollen

$$v(0,2; \bar{D}) = B(0,2) [\mu(0)(100\delta) + [1 - \mu(0)]100\{[1 - \mu(1)] + \mu(1)\delta\}] \quad (28)$$

Taulukon 6.1 perusteella $B_F(0,2) = 90.6264$, $v(0,2; \bar{D}) = 89.7056$ ja $\delta = 0.40$. $\mu(0)$:n arvoksi on aikaisemmin estimoitu $\mu(0) = 0.006$. Sieventämällä yhtälö ensin muotoon

$$(1 - \delta) \times \mu(1) = 1 - \left\{ \frac{v(0,2; \bar{D})}{B_F(0,2)} - \mu(0) \times 100\delta \right\} / [(1 - \mu(0)) \times 100] \quad (29)$$

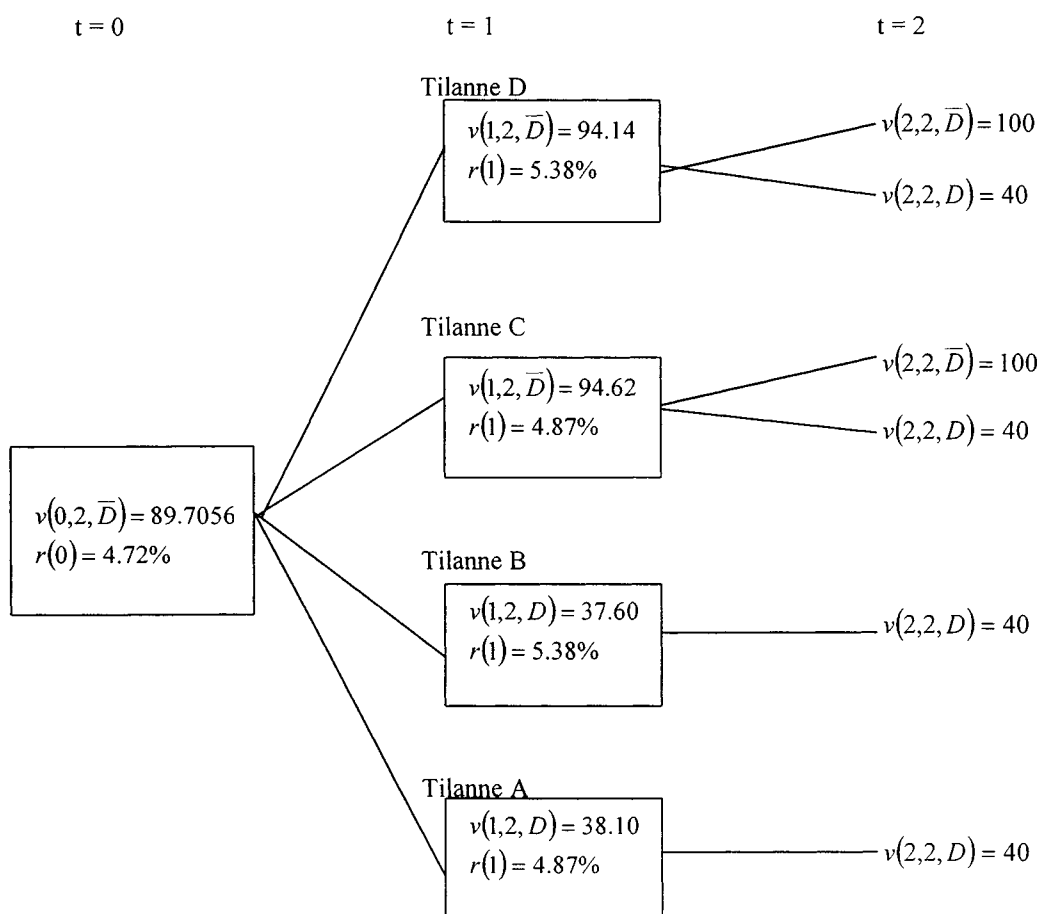
ja sijoittamalla edellä mainitut arvot yllä olevaan yhtälöön, saadaan

$$(1 - 0.40) \times \mu(1) = 1 - \left\{ \frac{89.7056}{90.6264} - 0.24 \right\} / 99.4, \quad (30)$$

josta saadaan ratkaistua $\mu(1)$

$$\mu(1) = 0.011 \quad (31)$$

Lainan hintojen perusteella todennäköisyys laiminlyöntiin/konkurssiin hetkellä $t = 1$ on lähes kaksinkertainen verrattuna hetkeen $t = 0$. Kuviossa 6.6 on tiivistetty kahden vuoden riskillisen lainan hinnoittelu arvoilla $\mu(0) = 0.006$ ja $\mu(1) = 0.011$.



Lähde: Alexander, s.244

6.6 Kahden vuoden riskillinen laina: Tiivistelmä tuloksista

Tulosten avulla voidaan myös johtaa kolmen vuoden riskillisen lainan laiminlyönnin/konkurssin todennäköisyys (Alexander, s.244), joka on

$$\mu(2) = 0.016 \quad (32)$$

Yhtälö (13) voidaan kirjoittaa muodossa

$$v(0,1;\bar{D}) = B_F(0,1)E_0^Q[e(1)], \quad (33)$$

missä odotettu takaisinmaksuaste on

$$\begin{aligned} E_0^Q[e(1)] &= 1 - \mu(0) + \delta\mu(0) \\ &= 0.9964 \end{aligned} \quad (34)$$

Näin ollen

$$\begin{aligned} B_F(0,1)E_0^Q[e(1)] &= 95.3921 \times 0.9964 \\ &= 95.0486 \end{aligned} \quad (35)$$

Mikä täsmää taulukon 6.1 kanssa. Yhtälö (28) voidaan kirjoittaa muodossa

$$v(0,2;\bar{D}) = B_F(0,2)E_0^Q[e(2)], \quad (36)$$

missä odotettu takaisinmaksuaste on

$$\begin{aligned} E_0^Q[e(2)] &= [1 - \mu(0)][1 - \mu(1) + \delta\mu(1)] + \delta\mu(0) \\ &= 0.989840 \end{aligned} \quad (37)$$

Näin ollen

$$\begin{aligned} B_F(0,2)E_0^Q[e(2)] &= 90.6264 \times 0.989840 \\ &= 89.7056 \end{aligned} \quad (38)$$

Mikä myös täsmää taulukon 6.1 kanssa.

Yhtälö voidaan kirjoittaa yleisessä muodossa

$$v(0, T; \bar{D}) = B_F(0, T) E_0^Q [e(T) / \bar{D}] \quad (39)$$

Yhtälö (39) antaa nollakuponkilainan hinnan, jos yritys ei ole konkurssissa (Alexander, s.245).

Yhtälö (39) on tärkeä tulos (Alexander, s.245), koska se:

- tarjoaa käytännöllisen tavan laskea laiminlyönnin/konkurssin todennäköisyyksiä käyttäen markkinainformaatiota
- sitä voidaan käyttää vastapuoliriskillisten johdannaisten kassavirtojen hinnoitteluun

Yhtälö (39) voidaan kirjoittaa muotoon

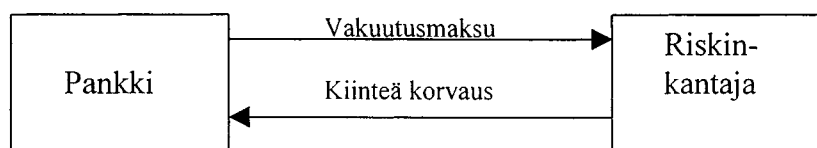
$$E_0^Q [e(T) / \bar{D}] = v(0, T, \bar{D}) / B_F(0, T), \quad (40)$$

missä yhtälön vasen puoli voidaan tulkita hetkellä $t = T$ luvatus takaisinmaksun nykyarvoksi ($t = 0$). Yhtälön oikea puoli puolestaan voidaan tulkita lainojen luottospreadiksi (Alexander, s.245).

Edellä on käyty läpi Jarrow'n & Turnbullin lähestymistapa luottoriskin eli vastapuoliriskin hinnoitteluun. Seuraavassa kappaleessa käydään läpi credit default swapin hinnoittelu, jolla suojaudutaan vastapuoliriskiltä laiminlyömis-/konkurssi tapauksessa.

6.2 Luottotappioriskin vaihtosopimuksen (credit default swap) hinnan määrittäminen

Seuraavassa esitellään malli, jolla hinnoitellaan credit default swap. Ajatellaan yhden vuoden pituinen sopimus liittyen kahteen luottoon. Perusajatus näkyy kuviossa 6.7. Pankki ostaa suojaa ulkopuoliselta osapuolelta (jatkossa riskinkantaja) siltä varalta, että jompikumpi luotoista laiminlyödään eli sitä ei makseta takaisin. Riskinkantajalla on siis velvollisuus maksaa pankille siinä tapauksessa, että toinen näistä swapin kohteena olevasta luotosta laiminlyödään. Riskinkantaja altistuu siis kahdelle luotolle ja riski rajoittuu jommankumman luoton laiminlyöntiin. Toisen luoton jäädessä maksamatta riskinkantaja maksaa pankille kiinteän korvauksen. Pankki on maksanut tästä 'vakuutuksesta' vakuutusmaksun riskinkantajalle (Alexander, s.251-252).



Nimellispääoma: \$60 miljoonaa
Riskinkantajan korvaus: $\text{Nimellispääoma} \times (1 - \text{palautumisaste})$
Palautumisaste: 30%

Lähde: Alexander, s.251

Kuvio 6.7 Yksinkertainen vastapuoliriskiltä suojaava swap

Swapin hinnoittelun johtamisessa käytetään aineistoa taulukosta 6.2. Esimerkissä oletetaan, että riskinkantaja kuuluu luottoluokkaan A ja edellä mainitut kaksi luottoa kuuluvat luottoluokkaan C. Sillä ehdolla, että hetkellä $t - 1$ kumpikaan luotoista ei ole vielä laiminlyöty, määräytyy riskinkantajan hetkellä t suorittama maksu jonkin seuraavasta neljästä olevan tapahtuman perusteella. Tapahtumat ovat yksilöllisiä ja toisistaan riippumattomia (Alexander, s.252).

1. Ensimmäinen luotto laiminlyödään, toista ei laiminlyödä.
2. Ensimmäistä luottoa ei laiminlyödä, toinen laiminlyödään.
3. Ensimmäinen luotto laiminlyödään, toinen laiminlyödään.
4. Ensimmäistä luottoa ei laiminlyödä, toista ei laiminlyödä.

Jos jokin kolmesta ensimmäisestä tilanteesta tapahtuu suorittaa riskinkantaja kiinteän maksun, F , pankille. Jos neljäs tilanne toteutuu, mitään maksua ei suoriteta. Todennäköisyys, että ensimmäistä (toista) luottoa ei laiminlyödä hetkellä t on $[1 - \mu_C(t-1)h]$, sillä ehdolla ettei laiminlyöntiä ole sattunut jo hetkellä $t-1$. Yhtälössä $\mu_C(t-1)$ on ehdollinen todennäköisyys luottoluokkaan C kuuluvan yrityksen laiminlyönnille hetkellä t , ehdolla ettei sitä ole jo sattunut hetkellä $t-1$ ja h on hetkien $t-1$ ja t välinen ero. Olettaen, että luottojen maksamatta jättämiset ovat täysin toisistaan riippumattomia tapahtumia, todennäköisyys tilanteen neljä tapahtumiselle on $[1 - \mu_C(t-1)h]^2$ (Alexander, s.252).

Seuraava yhtälö tiivistää ne tilanteet, milloin riskinkantaja joutuu suorittamaan maksun pankille. Ehtona siis on, ettei laiminlyöntiä ole tapahtunut hetkellä $t-1$.

$$e_1(t) \equiv \begin{cases} 0; & \text{todennäköisyydellä } [1 - \mu_C(t-1)h]^2 \\ 1; & \text{todennäköisyydellä } 1 - [1 - \mu_C(t-1)h]^2 \end{cases} \quad (41)$$

Jos hetkellä t , $e_1(t) = (0)$, niin tilanne neljä on tapahtunut ja riskinkantajan ei tarvitse suorittaa mitään maksua pankille. Jos puolestaan hetkellä t , $e_1(t) = (1)$, niin jokin kolmesta ensimmäisestä tilanteesta on tapahtunut ja riskinkantaja suorittaa maksun F pankille. Jos laiminlyönti on tapahtunut hetkeen $t-1$ mennessä, niin silloin

$$e_1(t) \equiv 0, \quad (42)$$

joka kuvastaa sitä ettei riskinkantaja altistu luottoriskille. Tässä esimerkissä swapin maturiteetti on yksi vuosi ja vuosi on jaettu kahteen puolen vuoden ajanjaksoon. Tämä kahden ajanjakson prosessi näkyy kuviossa 6.8.

$$V(0; \bar{D}) = B(0,2)q_0[0 \times q_1 + F \times (1 - q_1)] + B(0,1)(1 - q_0)F \quad (45)$$

Taulukko 6.2 Eri luottoluokkiin kuuluvien lainojen aikarakenne

Maturiteetti (vuosia)	Konkurssi- riskitön	Luottoluokitus A	Luottoluokitus B	Luottoluokitus C
0.5	97.7098	97.4460	97.4069	97.2334
1.0	95.3513	94.8364	94.7542	94.4131
1.5	92.9414	92.1883	92.0598	91.5571
2.0	90.4954	89.5169	89.3397	88.6816
2.5	88.0269	86.8356	86.6079	85.8011
3.0	85.5478	84.1563	83.8770	82.9279

Lähde: Alexander, s.250

Taulukko 6.3 Vaihtoehtoiset todennäköisyydet laiminlyönnille

Maturiteetti (vuosia)	Luottoluokitus A	Luottoluokitus C
0.5	0.01	0.0143
1.0	0.01	0.0147

$$q_0 = (1 - 0.0143 \times 0.5)^2 = 0.9858$$

$$q_1 = (1 - 0.0147 \times 0.5)^2 = 0.9854$$

Lähde: Alexander, s.253

Sijoitettaessa kaavaan arvot taulukoista 6.2 ja 6.3 saadaan

$$\begin{aligned} V(0; \bar{D}) &= F\{0.9535 \times 0.9858 \times (1 - 0.9854)\} + F\{0.9771 \times (1 - 0.9858)\} \\ &= F 0.0266 \end{aligned} \quad (46)$$

Tämä malli olettaa implisiittisesti, ettei riskinkantaja jätä suorittamatta velvoitteitaan eli jättäisi maksun F suorittamatta (Alexander, s.253).

7. LUOTTOTAPPIORISKIN VAIHTOSOPIMUKSEN (CREDIT DEFAULT SWAP) HINNOITTELU OMALLA AINEISTOLLA

Tässä kappaleessa tarkastellaan credit default swapin hinnanmuodostumista. Hinnanmuodostamisessa noudatetaan luvussa 6 esiteltyä mallia Jarrow'n & Turnbullin artikkelista. Tarkasteluun otetaan mukaan kolme luottoluokituksen pääluokkaa (Moody's) Aaa, Baa ja Caa. Mallin mukaan swap –sopimuksen kohteena on kaksi toisistaan riippumatonta luottoa, jotka ajatellaan yksinkertaisuuden vuoksi kuuluvan samaan luottoluokkaan. Kunkin luottoluokituksen mukaisen swapin hinnat lasketaan 1 vuoden maturiteetista 3 vuoteen, puolen vuoden aikavälein. Suurin ero tässä estimoinnissa on se ettei malli altistu koronvaihteluille, kuten on tilanne luvun 6 esimerkissä. Tämän ansiosta estimointi on suoraviivaisempi.

7.1 Aineisto

Estimoinnissa käytettävä aineisto on RiskMetrics Groupin aineistokokoelmista ja se kuvaa joulukuun 2000 markkinatilannetta. Tarvittavaa aineistoa ovat laiminlyöntiriskittömän (valtion viitelainan) nollakuponkilainan tuotto prosentit maturiteeteilla 1-3 vuotta ja sen lisäksi tarvitaan kunkin luottoluokituksen osalta nollakuponkilainan korkojakauma suhteessa riskittömään lainaan, kullakin maturiteetilla. Valuutta-alueeksi valitaan USA ja kaikki osapuolet valitaan samasta valuutta-alueesta, ettei estimointi altistu myös valuuttakurssimuutosten todennäköisyyksien mallittamiselle. Swapin kohteena oleviksi lainoiksi valitaan teollisuudenalan lainat, jonka mukaan valitaan käytettävät korkojakaumat. Estimointi voitaisiin tehdä myös käyttäen esimerkiksi pankki- tai rahoitusalan lainoja.

7.2 Joukkovelkakirjojen hinnat

Credit default swapin hinnan laskemiseksi tarvitaan seuraavaa informaatiota:

- Laiminlyöntiriskittömien- ja eri luottoluokitusten nollakuponkilainojen hinnat

- Swapin kohteena olevien lainojen laiminlyönnin todennäköisyydet

Lasketaan ensin nollakuponkilainojen hinnat. Taulukossa 7.1 on laiminlyöntiriskittömien ja eri luottoluokitusten nollakuponkilainojen tuotto prosentit eri maturiteeteilla. Alkuperäisessä aineistossa korot ovat vuosikorkoja, mutta estimointia varten ne on muutettu jatkuva-aikaisiksi (Hull, s.47-48).

Taulukko 7.1 Nollakuponkilainojen tuotto prosentit

Maturiteetti (vuosia) T	Konkurssiriskiton	Luottoluokitus Aaa	Luottoluokitus Baa	Luottoluokitus Caa
1	0.0573	0.0623	0.0670	0.1057
2	0.0545	0.0606	0.0660	0.1076
3	0.0542	0.0610	0.0669	0.1117

Nimellisarvoltaan 100 olevan yhden vuoden pituisen laiminlyöntiriskittömän nollakuponkilainan nykyarvo on

$$P_D(0,1) = 100 e^{(-0.0573 \times 1)} = 94.4323. \quad (47)$$

Nimellisarvoltaan 100 olevan 1.5 vuoden riskittömän nollakuponkilainan arvo vuonna yksi on

$$P_D(1,1.5) = 100 e^{(-0.0545 \times 0.5)} = 97.3096 \quad (48)$$

ja nimellisarvoltaan 100 olevan kahden vuoden riskittömän nollakuponkilainan arvo vuonna yksi on

$$P_D(1,2) = 100 e^{(-0.0545 \times 1)} = 94.6916. \quad (49)$$

Tästä seuraa, että 1.5 vuoden lainan nykyarvo on

$$P_D(0,1.5) = e^{(-0.0573 \times 1)} (97.3096) = 91.8917 \quad (50)$$

ja kahden vuoden lainan nykyarvo on

$$P_D(0,2) = e^{(-0.0573 \times 1)} (94.6916) = 89.4195. \quad (51)$$

Jatkettaessa analyysiä saadaan kolmen vuoden riskittömän lainan arvoksi 84.7042. Vastaavalla tavalla saadaan laskettua myös eri luottoluokkien lainojen nykyarvot. Taulukkoon 7.2 on laskettu kaikkien eri luottoluokkien lainojen hinnat eri maturiteeteilla.

Taulukko 7.2 Nollakuponkilainojen hinnat

Maturiteetti (vuosia) T	Konkurssiriskitön P_D	Luottoluokitus Aaa P_A	Luottoluokitus Baa P_B	Luottoluokitus Caa P_C
0.5	97.1763	96.9339	96.7069	94.8537
1.0	94.4323	93.9619	93.5223	89.9722
1.5	91.8917	91.1581	90.4851	85.2613
2.0	89.4195	88.4379	87.5465	80.7970
2.5	87.0299	85.7825	84.6674	76.4086
3.0	84.7042	83.2069	81.8829	72.2585

7.3 Laiminlyönnin todennäköisyydet

Johonkin luottoluokkaan kuuluvan nollakuponkilainan arvo hetkellä t on $v(t,T;DS_t)$. Laina erääntyy hetkellä T ja lainan haltijat saavat sen nimellisarvon, USD 100, lainan erääntyessä. Todennäköisyys lainan laiminlyönnille on positiivinen eli konkurssin sattuessa lainan haltijat saavat vähemmän kuin oli luvattu summa. DS_t puolestaan symboloi lainan tilaa hetkellä t eli onko laiminlyönti sattunut vai ei.

$$DS_t \equiv \begin{cases} \bar{D}; & \text{Laiminlyönti ei ole tapahtunut hetkeen t mennessä} \\ D; & \text{Laiminlyönti on tapahtunut hetkeen t mennessä} \end{cases} \quad (52)$$

On siis olemassa kaksi mahdollisuutta, eli laiminlyönti ei ole (tai on) tapahtunut hetkeen t mennessä. Jos laiminlyöntiä ei ole sattunut hetkeen t mennessä saavat lainan haltijat sen nimellisarvon USD 100, mutta jos laiminlyönti on sattunut saavat he tietyn murto-osan, δ , lainan nimellisarvosta. Tämä murto-osa on ns. palautumisaste ja tässä työssä palautumisasteena käytetään arvoa 0.40 (Alexander, s.240). Luvussa 6 (s.50) määritelty termi $e(t)$ kuvaa sen tilanteen mikä vallitsee hetkellä t

$$e(t) \equiv \begin{cases} 1; & \text{todennäköisyydellä } 1 - \mu(t)h, \text{ jos } DS_t = \bar{D} \\ \delta; & \text{todennäköisyydellä } \mu(t)h, \text{ jos } DS_t = D \end{cases} \quad (53)$$

missä $0 \leq \delta < 1$, h on ajanhetkien ero ja $\mu(t)h$ on todennäköisyys laiminlyönnin sattumiselle. Jos laiminlyönti on sattunut ennen hetkeä t - h, niin lainan oletetaan pysyvän samassa tilassa ja koska palautumisaste pysyy vakiona on kassavirta $e(t) \equiv \delta$.

Taulukossa 7.2 on nollakuponkilainojen hintoja, sekä laiminlyöntiriskittömän että eri luottoluokkaan kuuluvien. Konkurssi-/laiminlyöntiriskittömät lainat kullakin maturiteetilla ovat arvokkaampia kuin vastaavan maturiteetin laina luottoluokassa Aaa, joka on puolestaan arvokkaampi kuin laina luottoluokassa Baa jne. Tämä hintaero kuvastaa laiminlyönnin todennäköisyyttä. Estimoitaessa konkurssiriskin vaihtoehtoisia todennäköisyyksiä täytyy palautumisaste laiminlyönnin sattuessa olla tiedossa. Tässä käytettävä arvo on siis 0.40, eli konkurssin sattuessa jokaisesta dollarista, joka piti saada, saadaankin 0.40 dollaria. Tilanteeseen liittyvä laiminlyöntiprosessi on kuvattu kuviossa 6.3 (s.52). Todennäköisyys sille, että laiminlyönti sattuu on $\mu(0)h$ ja todennäköisyys ettei laiminlyöntiä satu on puolestaan $1 - \mu(0)h$.

Tässä kappaleessa selvitetään siis eripituisten ja eri luottoluokkiin kuuluvien nollakuponkilainojen laiminlyönnin todennäköisyyksiä. Laiminlyönnin todennäköisyys puolen vuoden pituiselle Aaa –luottoluokan lainalle saadaan laskettua kaavoja (12) ja (13) (s.52-53) apuna käyttäen. Laiminlyönnin todennäköisyys saadaan sijoittamalla kaavaan (13) puolen vuoden laiminlyöntiriskittömän nollakuponkilainan (nimellisarvo 1) ja puolen vuoden Aaa –luokan lainan (nimellisarvo 100) arvo.

$$v(0, 0.5, \bar{D}) = P_D(0, 0.5) \times 100 \{1 \times [1 - \mu(0.5)] + \delta \times \mu(0.5)\} \quad (54)$$

$$96.9339 = 0.9718 \times 100 \{[1 - \mu(0.5)] + 0.40\mu(0.5)\} \quad (55)$$

Tästä saadaan ratkaistua,

$$(1 - 0.40) \times \mu(0.5) = 1 - (96.9339 / 0.9718) / 100 \quad (56)$$

eli

$$\mu(0.5) = 0.0042. \quad (57)$$

Seuraavan periodin eli yhden vuoden pituisen nollakuponkilainan laiminlyömisriskin tapahtumaketju on kuvattu ja selitetty kuviossa 7.1. Koska nyt tilanteessa $t=0.5$ laiminlyöntiä ei ole sattunut, on lainan maturiteetissa, hetkellä $t=1$, kaksi mahdollisuutta

$$v(1,1,DS) = 100 \begin{cases} 1; \text{ todennäköisyydellä } 1 - \mu(1)h, \text{ jos } DS_1 = \bar{D} \text{ (ei laiminlyöntiä)} \\ \delta; \text{ todennäköisyydellä } \mu(1)h, \text{ jos } DS_1 = D \text{ (laiminlyönti)} \end{cases} \quad (58)$$

Yhden vuoden pituisen nollakuponkilainan laiminlyönnin todennäköisyys saadaan laskettua kaavan (28) (s.57) avulla.

$$v(0,1;\bar{D}) = P(0,1)[\mu(0.5)(100\delta) + [1 - \mu(0.5)]100\{[1 - \mu(1)] + \mu(1)\delta}] \quad (59)$$

Taulukon 7.2 perusteella tiedetään, että $P_D(0,1) = 94.4323$, $v(0,1,\bar{D}) = 93.9619$. $\mu(0.5)$:n arvoksi on aikaisemmin estimoitu $\mu(0.5) = 0.0042$. Sieventämällä yhtälö ensin muotoon

$$(1 - \delta) \times \mu(1) = 1 - \left\{ \left[v(0,1,\bar{D}) / P_D(0,1) \right] - \mu(0.5) \times 100\delta \right\} / \left[(1 - \mu(0.5)) \times 100 \right] \quad (60)$$

ja sijoittamalla edellä mainitut arvot yllä olevaan yhtälöön, saadaan

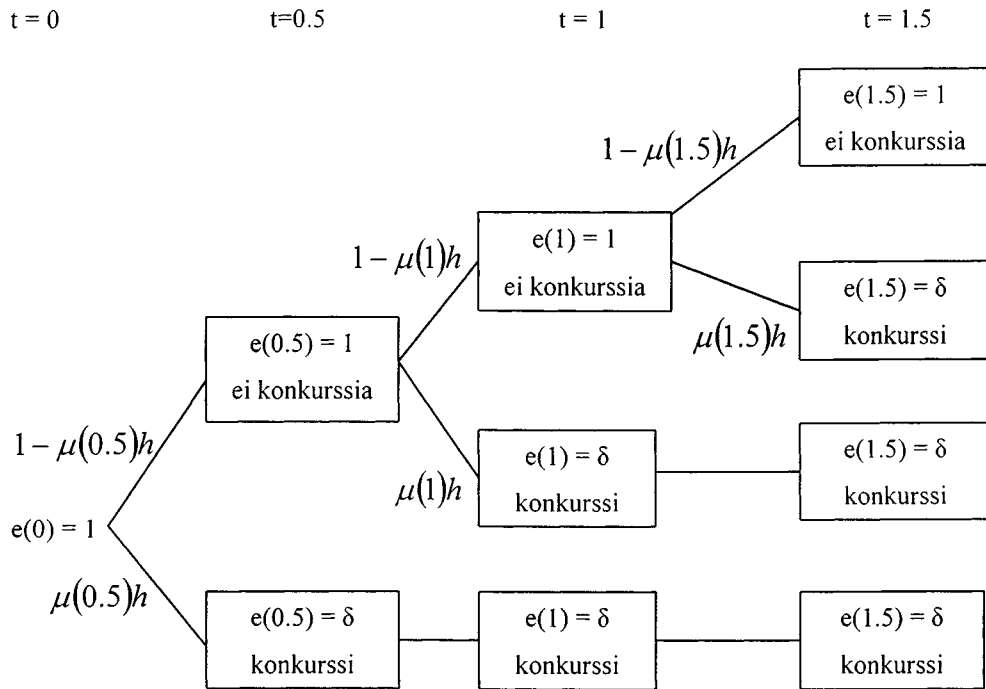
$$(1 - 0.40) \times \mu(1) = 1 - \left\{ \left[(93.9619 / 0.9443) - 0.168 \right] / 99.58 \right\}, \quad (61)$$

josta saadaan ratkaistua $\mu(1)$

$$\mu(1) = 0.0043. \quad (62)$$

Laiminlyönnin todennäköisyys kasvaa siis jo hieman puolen vuoden aikavälillä. Seuraavalle periodille siirryttäessä tulee malliin mukaan jälleen uusi vaihtoehtotilanne

hetkellä $t=1.5$. Tämä näkyy kuviossa 7.1. Laskettaessa 1.5 vuoden lainan laiminlyönnin todennäköisyyttä hetkellä $t=1.5$ on jälleen kaksi mahdollisuutta. Laiminlyönti tapahtuu todennäköisyydellä $\mu(1.5)h$ tai ei tapahdu todennäköisyydellä $1 - \mu(1.5)h$. Jos laiminlyönti on sattunut ennen hetkeä $t=1.5$, oletetaan lainan pysyvän samassa tilassa, eli laiminlyötynä.



Kuvio 7.1 Yhden ja 1.5 vuoden pituisen lainan laiminlyömis-/konkurssiriski

Jatkamalla analyysiä saadaan laskettua laiminlyönnin todennäköisyys 1.5 vuoden pituiselle lainalle. Laiminlyönnin todennäköisyys saadaan, kun kaavaan (59) lisätään hetken $t=1.5$ kahden vaihtoehdon vaikutus.

$$v(0,1.5, \bar{D}) = P_D(0,1.5) \left[\mu(0.5)(100\delta) + [1 - \mu(0.5)] \left[\mu(0.5)100\delta + [1 - \mu(0.5)] \right] \times [1 - \mu(1)]100\{[1 - \mu(1.5)] + \mu(1.5)\delta\} \right] \quad (63)$$

Taulukon 7.2 perusteella tiedetään, että $P_D(0,1.5) = 91.8917$ ja $v(0,1.5, \bar{D}) = 91.1581$. $\mu(0.5)$:n arvoksi on aikaisemmin estimoitu $\mu(0.5) = 0.0042$ ja $\mu(1)$:n arvoksi $\mu(1) = 0.0043$. Sieventämällä yhtälö ensin muotoon

$$(1-\delta) \times \mu(1.5) = 1 - \left\{ \frac{[(v(0,1.5, \bar{D})/ P_D(0,1.5)) - [\mu(0.5)100\delta] - [1 - \mu(0.5)][\mu(1)100\delta]]}{[(1 - \mu(0.5))(1 - \mu(1)) \times 100]} \right\} \quad (64)$$

ja sijoittamalla edellä mainitut arvot yllä olevaan yhtälöön, saadaan

$$(1-0.40) \times \mu(1.5) = 1 - \left\{ \frac{[(91.1581/0.9189) - 0.168 - 0.171]}{99.15} \right\}, \quad (65)$$

josta saadaan ratkaistua $\mu(1.5)$

$$\mu(1.5) = 0.0049. \quad (66)$$

Jälleen havaitaan kasvua laiminlyönnin todennäköisyydessä. Laiminlyönnin todennäköisyydet saadaan laskettua tällä menetelmällä eri maturiteeteille ja myös muille luottoluokituksille. Menetelmässä jatketaan kuviossa 7.1 esiteltyä puumallia niin pitkälle, kuin on tarpeellista. Vastaavasti kaavaan (63) lisätään tarvittava määrä termejä. Taulukossa 7.3 on laskettu valittujen luottoluokitusten nollakuponkilainojen laiminlyöntien todennäköisyydet eri maturiteeteille, puolen vuoden aikaväleillä.

Taulukko 7.3 Nollakuponkilainojen laiminlyönnin todennäköisyydet

Maturiteetti (vuosia) T	Luottoluokitus Aaa μ_A	Luottoluokitus Baa μ_B	Luottoluokitus Caa μ_C
0.5	0.0042	0.0080	0.040
1.0	0.0043	0.0081	0.041
1.5	0.0049	0.0095	0.045
2.0	0.0050	0.0096	0.046
2.5	0.0057	0.0107	0.051
3.0	0.0058	0.0108	0.052

7.3.1 Laiminlyönnin todennäköisyyksien tulkinta

Taulukossa 7.3 on laskettu kaikkien kolmen käytetyn luottoluokituksen mukaiset laiminlyönnin todennäköisyydet eri maturiteeteille. Puolen vuoden pituisen Aaa luokituksen nollakuponkilainan laiminlyönnin todennäköisyys on $\mu(0.5) = 0.0042$, joka kertoo sen, että lainanottaja ei suorita velvoitteitaan 0.42 prosentin todennäköisyydellä. Puolen vuoden Baa luokituksen laiminlyönnin todennäköisyys on $\mu(0.5) = 0.0080$ ja Caa luokituksen $\mu(0.5) = 0.040$. Baa luokituksen laina laiminlyödään siis 0.80 prosentin ja Caa luokituksen laina 4 prosentin todennäköisyydellä. Itse luvut sinällään ovat pieniä, mutta niiden tarkempi tutkiminen antaa mielenkiintoisia tuloksia.

Verrattaessa kunkin luottoluokituksen puolen vuoden pituista lainaa toisiinsa nähdään, että luokitukseen Baa kuuluvan lainan laiminlyönnin todennäköisyys Aaa luokituksen lainaan verrattuna on kaksinkertainen. Luokitukseen Caa kuuluvan lainan laiminlyönnin todennäköisyys puolestaan on jo kymmenkertainen Aaa luokitukseen verrattuna. Tulosten mukaan laiminlyönnin todennäköisyydelle on selvästi merkitystä, mihin luottoluokkaan laina kuuluu.

Kuten luvussa 5 todetaan (s.38-39), että velkakirjat, joiden luokitus on Baa tai sitä korkeampi tunnetaan ns. sijoitusluokan velkakirjoina. Käytännössä se kuvastaa suhteellisen pientä laiminlyönnin todennäköisyyttä. Baa luokituksen alapuolella olevat luokitukset ovat ns. ”junk bondeja” ja kuvastavat korkeaa laiminlyönnin

todennäköisyyttä tai sitä, että laiminlyönti on jo sattunut. Saadut tulokset tukevat tätä toteamusta, sillä laiminlyönnin todennäköisyys ainoastaan kaksinkertaistuu siirryttäessä luokitukselta Aaa luokitukseen Baa. Caa luokitukseen siirryttäessä laiminlyönnin todennäköisyys kasvaa jo kymmenkertaiseksi.

Vertailtaessa laiminlyönnin todennäköisyyden kasvua kunkin luottoluokituksen sisällä havaitaan mielenkiintoinen tulos. Luokituksessa Aaa laiminlyönnin todennäköisyys kasvaa puolen vuoden arvosta $\mu(0.5) = 0.0042$ kolmannen vuoden arvoon $\mu(3) = 0.0058$. Näin ollen todennäköisyys velvoitteiden toteuttamatta jättämiselle Aaa luokituksessa kasvaa noin 38 prosenttia. Baa luokituksessa vastaava todennäköisyyden kasvu on noin 35 prosenttia ja Caa luokituksessa noin 30 prosenttia. Suhteellisesti laiminlyönnin todennäköisyys kasvaa siis nopeammin mitä parempi on luottoluokitus. Caa luokituksessa laiminlyönnin todennäköisyys on jo kuitenkin valmiiksi huomattavasti korkeampi kuin paremmilla luokituksilla.

7.4 Luottotappioriskin vaihtosopimuksen (credit default swap) hinnan määrittäminen

Tutkimuksessa selvitetään luottotappioriskin vaihtosopimuksen eli credit default swapin hinnan määräytymistä. Hinnan määrittämisen malli on esitelty luvussa 6.2 (s.61-64). Mallin mukaan swap -sopimuksen kohteena on kaksi toisistaan riippumatonta luottoa, jotka ajatellaan yksinkertaisuuden vuoksi kuuluvan samaan luottoluokkaan. Kunkin luottoluokituksen mukaisen swapin hinnat lasketaan 1 vuoden maturiteetista 3 vuoteen, puolen vuoden aikavälein. Kuviossa 6.7 (s.61) näkyvät sopimuksen osapuolet ja mallin oletuksen mukaan riskinkantaja ei laiminlyönnin sattuessa jätä suorittamatta velvoitteitaan.

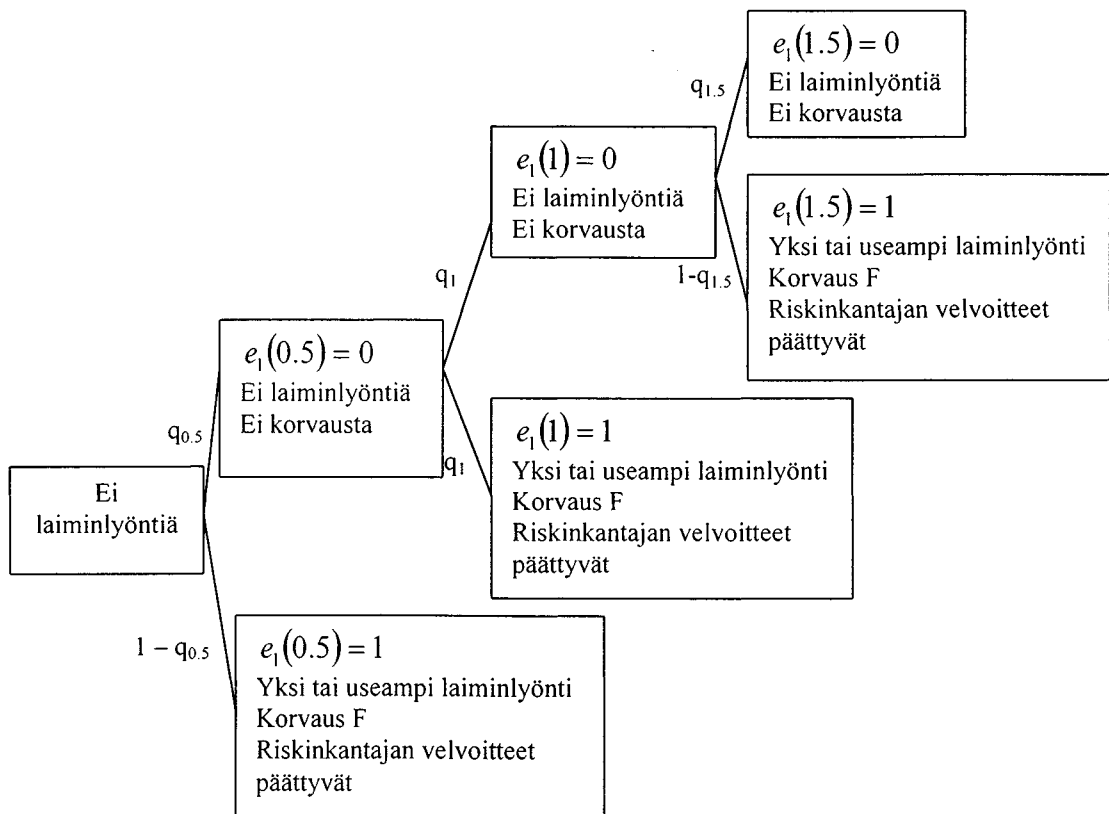
Kuviossa 7.2 on puumalli, johon malli perustuu. Kuvio on hetkeen $t=1.5$ asti, mutta sitä voidaan jatkaa vastaavasti tarvittavan pitkälle. Tässä estimointi on suoritettu hetkeen $t=3$ asti.

Nykyhetki

$t = 0.5$

$t = 1$

$t = 1.5$



$$q_{0.5} \equiv [1 - \mu_A(0.5)h]^P$$

$$q_{1.0} \equiv [1 - \mu_A(1)h]^P$$

$$q_{1.5} \equiv [1 - \mu_A(1.5)h]^P$$

Kuvio 7.2 Riskinkantajan suorittaman korvauksen määräytyminen

Laskettaessa vaihtosopimuksen hintaa, jonka pohjana on kaksi toisistaan riippumatonta luottoluokkaan Aaa kuuluvaa lainaa, ovat mallin oletukset seuraavat:

- Kumpikaan luotoista ei ole laiminlyöty ennen hetkeä $t-1$
- Todennäköisyys ettei kumpaakaan luottoa (puolen vuoden) laiminlyödä on $[1 - \mu_A(0.5)h]^P = q_{0.5}$ (h on aikaintervalli)
- Todennäköisyys, että toinen (tai kumpikin) luotoista laiminlyödään on $1 - q_{0.5}$

Credit default swapin hinnan määrittämiseksi täytyy laskea todennäköisyydet ettei kohdelainoja laiminlyödä q_x . Aaa luokituksen lainoille todennäköisyys ensimmäisen puolen vuoden osalta on $q_{0.5} = (1 - 0.0042 \times 0.5)^2 = 0.9958$. Vastaavalla tavalla lasketaan, taulukon 7.3 avulla, todennäköisyydet muille maturiteeteille ja toisille luottoluokituksille. Nämä todennäköisyydet on laskettu taulukkoon 7.4.

Taulukko 7.4 Todennäköisyydet ettei kohdelainoja laiminlyödä

Maturiteetti (vuosia) T	Luottoluokitus Aaa q_A	Luottoluokitus Baa q_B	Luottoluokitus Caa q_C
$q_{0.5}$	0.9958	0.9920	0.9604
$q_{1.0}$	0.9957	0.9919	0.9594
$q_{1.5}$	0.9951	0.9905	0.9555
$q_{2.0}$	0.9950	0.9904	0.9545
$q_{2.5}$	0.9943	0.9893	0.9497
$q_{3.0}$	0.9942	0.9892	0.9487

Kuvion 6.7 (s.61) mukaisesti riskinkantaja (riskin ostaja) suorittaa kiinteän korvauksen riskin myyjälle, jos toinen (tai molemmat) kohdelainoista laiminlyödään. Merkitään tätä korvausta kirjaimella F . Tämä korvaus määräytyy kaavasta, Nimellispääoma x (1-palautumisaste). Olkoon tässä palautumisaste 30% (Alexander, s.251). Yhden vuoden pituisen credit default swapin, jossa kohdelainoina on Aaa luokituksen lainat, hinta saadaan laskettua kaavan (45) (s.64) avulla

$$V(0; \bar{D}) = P_A(0,1)q_{0.5}[0 \times q_1 + F \times (1 - q_1)] + P_A(0,0.5)(1 - q_{0.5})F \quad (67)$$

Kaavassa P_A on riskittömän nollakuponkilainan (nimellisarvo 1) nykyarvo. Sieventämällä yhtälö ensin muotoon

$$V(0; \bar{D}) = F[P_A(0,1) \times q_{0.5} \times (1 - q_1)] + F[P_A(0,0.5) \times (1 - q_{0.5})] \quad (68)$$

ja sijoittamalla taulukoista 7.2 ja 7.4 tarvittavat arvot yllä olevaan yhtälöön saadaan

$$\begin{aligned} V(0; \bar{D}) &= F[0.9443 \times 0.9958 \times (1 - 0.9957)] + F[0.9718 \times (1 - 0.9958)] \\ &= F0.0081. \end{aligned} \quad (69)$$

Lisäämällä hetken $t=1.5$ vaihtoehdon vaikutus kaavaan (67) saadaan laskettua 1.5 vuoden pituisen credit default swappin hinta

$$V(0; \bar{D}) = P_A(0,1.5)q_1[0 \times q_{1.5} + F \times (1 - q_{1.5})] + P_A(0,1)q_{0.5}[0 \times q_1 + F \times (1 - q_1)] + P_A(0,0.5)(1 - q_{0.5})F, \quad (70)$$

josta sieventämällä saadaan

$$V(0; \bar{D}) = F[P_A(0,1.5) \times q_1 \times (1 - q_{1.5})] + F[P_A(0,1) \times q_{0.5} \times (1 - q_1)] + F[P_A(0,0.5) \times (1 - q_{0.5})] \quad (71)$$

ja sijoittamalla taulukoista 7.2 ja 7.4 tarvittavat arvot saadaan

$$\begin{aligned} V(0; \bar{D}) &= F[0.9189 \times 0.9957 \times (1 - 0.9951)] + F[0.9443 \times 0.9958 \times (1 - 0.9957)] \\ &\quad + F[0.9718 \times (1 - 0.9958)] \\ &= F0.0126 \end{aligned} \quad (72)$$

Tällä tavoin lisäämällä tarvittavat termit kaavaan (67) saadaan laskettua eri pituisten credit default swappien hinta. Taulukkoon 7.5 on laskettu credit default swappien hinnat yhden vuoden maturiteetista kolmen vuoden maturiteettiin, silloin kun molemmat kohdelainat kuuluvat samaan luottoluokitukseen.

Taulukko 7.5 Credit default swap -sopimusten hinnat

Maturiteetti (vuosia) T	Luottoluokitus Aaa V_A	Luottoluokitus Baa V_B	Luottoluokitus Caa V_C
1.0	F 0.0081	F 0.0153	F 0.0753
1.5	F 0.0126	F 0.0240	F 0.1145
2.0	F 0.0170	F 0.0325	F 0.1534
2.5	F 0.0220	F 0.0417	F 0.1952
3.0	F 0.0268	F 0.0507	F 0.2365

7.4.1 Tulosten tulkinta

Saadut tulokset eivät sinällään vielä kerro paljoo, mutta havainnollistetaan niitä seuraavin esimerkein. Oletetaan sopimuksen kohteena olevien lainojen nimellisarvoksi \$ 100 miljoonaa ja palautumisasteeksi edellä mainittu 0.30. Tällöin riskinkantajan suorittamaksi korvaukseksi, F , laiminlyöntitapauksessa tulee

$$F = \$ 100 \text{ milj.} \times (1-0.30) = \$ 70 \text{ milj.} \quad (73)$$

Tämän tuloksen avulla saadaan laskettua yhden vuoden pituisen credit default swapin hinta, kun kohteena on kaksi Aaa luokitukseen kuuluvaa lainaa.

$$\begin{aligned} V_A(0,1) &= \$70 \times 0.0081 \\ &= \$567.000 \end{aligned} \quad (74)$$

Tällainen vuoden mittainen sopimus tulee maksamaan riskin myyjälle 567.000 dollaria. Vastaavasti, kun kohteena on Baa luokituksen lainat tai Caa luokituksen lainat tulee sopimusten hinnoiksi

$$\begin{aligned}
 V_B(0,1) &= \$70 \times 0.0153 \\
 &= \$1.071.000
 \end{aligned}
 \tag{75}$$

$$\begin{aligned}
 V_C(0,1) &= \$70 \times 0.0753 \\
 &= \$5.271.000
 \end{aligned}
 \tag{76}$$

Sopimuksen hinta riskin myyjälle on siis reilu miljoona dollaria, kun kohteena on Baa luokituksen lainat ja noin 5.3 miljoonaa dollaria, kun lainat ovat Caa luokituksesta. Riskimaksu Caa luokassa on jo huomattavasti kalliimpaa kuin muissa luokissa. Tulokset ovat samaa luokkaa kuin laiminlyönnin todennäköisyyksien osaltakin, eli Baa luokituksen lainojen suojaaminen on noin kaksi kertaa kalliimpaa kuin Aaa luokan ja Caa luokan suojaaminen noin kymmenen kertaa kalliimpaa Aaa luokkaan nähden.

Tarkasteltaessa kunkin luokituksen sisällä tapahtuvaa suhteellista kasvua havaitaan, että suhteellinen kasvu sopimuksen hinnassa kunkin luokituksen sisällä on huomattavasti suurempaa kuin pelkkä laiminlyönnin todennäköisyyden kasvu (luku 7.3.1). Kolmen vuoden swap -sopimuksen hinta, kun kohteena on Aaa luokituksen lainat, on lähes 1.9 miljoonaa dollaria eli kasvua on noin 230% verrattuna yhden vuoden pituiseen sopimukseen. Kolmen vuoden sopimus, kun kohteena on Baa luokan lainat, maksaa yli 3.5 miljoonaa dollaria, eli kasvua on myös 230%. Kun kohteena on Caa luokan lainat on sopimuksen hinta noin 16.6 miljoonaa dollaria ja tässä luokassa kasvua on noin 210%. Suhteellinen kasvu on siis pienempää alemman luokituksen lainojen osalta. Yksi syy miksi sopimuksen hinta kasvaa suhteellisesti noinkin paljon on, että sopimusten pituus on yleensä huomattavasti lyhyempi kuin mitä tässä on laskettu. Sopimuksen kestonhan ei tarvitse olla maturiteetiltaan yhtä pitkä kuin kohteena olevat lainat (luku 4). Toinen ja merkittävämpi tekijä on maturiteetin voimakas epälineaarinen vaikutus swapin hintaan. Tästä seuraa se, että maksuhalukkuus pitkistä sopimuksista on matalahko.

Yhden vuoden pituisen credit default swapin hinta, kun kohteet ovat luokitusta Aaa, on vajaa 0.6 prosenttia sopimuksen nimellispääomasta (\$100 milj.). Riskin ostajan täytyy siis tehdä 125 sopimusta, jotta se kykenee maksamaan yhden vahingon (\$70 milj.). Kun kohteet ovat luokitusta Caa on sopimuksen hinta noin 5.3% nimellispääomasta ja yhden vahingon maksamiseksi riskinkantaja tarvitsee ainoastaan 14 tehtyä sopimusta. Kohteiden ollessaan puolestaan Baa luokkaa on sopimuksen hinta reilun prosentin nimellispääomasta ja yhden vahingon maksamiseksi riskinkantaja tarvitsee 66 sopimusta. Tämä havainnollistaa hyvin riskin kasvua, kun siirrytään alempiin luottoluokituksiin. Riskinkantaja saa onnistuessaan järjestettyä itselleen hyvät kassavirrat, jos hän ottaa riskejä tehden sopimuksia Caa luokituksen lainojen pohjalta, joita ei sitten laiminlyötäisikään. Tälläkin liiketoimintasektorilla pätee kuitenkin markkinoiden perussääntö riskin ja tuoton yhteydestä.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa ollaan edetty rahoitusmarkkinoiden riskien ja johdannaisinstrumenttien läpikäynnin kautta itse työn aiheeseen, eli luottojohdannaismarkkinoihin ja vastapuoliriskin hinnoitteluun. Viimeisessä luvussa on käyty läpi luottotappioriskin vaihtosopimuksen hinnoittelu omalla empiirisellä aineistolla.

Aineistona eli luottotappioriskin vaihtosopimuksen kohdelainoina olivat kolme luottoluokitusjärjestelmän pääluokan lainaa Aaa, Baa ja Caa. Laskettaessa kunkin lainan laiminlyönnin todennäköisyyttä havaittiin, että Baa luokituksen lainan laiminlyönnin todennäköisyys on kaksinkertainen Aaa luokituksen lainaan nähden ja Caa luokituksen lainalla se oli puolestaan jo kymmenkertainen Aaa lainaan nähden. Mielenkiintoinen tulos on se, että kunkin luokituksen sisällä, maturiteetin kasvaessa tapahtuva laiminlyönnin todennäköisyyden kasvu on suhteessa pienempää mitä huonompi on luottoluokitus.

Luottotappioriskin vaihtosopimuksen hintoja tarkasteltaessa havaittiin sama tulos kuin laiminlyönnin todennäköisyyden kohdalla, eli Baa luokituksen lainojen suojaaminen on noin kaksi kertaa kalliimpaa kuin Aaa luokan ja Caa luokan noin kymmenen kertaa kalliimpaa. Luokitusten sisällä ajan myötä tapahtuva suhteellinen kasvu on kuitenkin suurempaa kuin pelkkä laiminlyönnin todennäköisyyksien kasvu. Syynä tähän on maturiteetin erittäin voimakas epälineaarinen vaikutus sopimuksen hintaan ja todennäköisesti tämän seurauksena maksuhalukkuus pitkistä sopimuksista on matalahko.

Tässä on tiivistettynä raportti saaduista tuloksista. Estimointia voi laajentaa huomattavastikin, esimerkiksi valitsemalla toisen toimialan, kuten pankki- ja rahoitusalan tai palvelutuotannon. Myös erisuuruinen palautumisaste muuttaa huomattavasti saavutettuja tuloksia tai luottotappioriskin vaihtosopimuksen kohdelainojen valitseminen siten, että molemmat ovat eri luottoluokituksista.

Luottotappioriskin vaihtosopimus on tehokas ja suhteellisen edullinen tapa suojautua mahdolliselta vastapuolen konkurssilta. Tietysti suojautumiskustannukset nousevat sen mukaan mitä suurempi riski sisältyy vastapuoleen. Vielä toistaiseksi

luottotappioriskin vaihtosopimusten käyttö yhtenä riskienhallintavälineenä on suhteellisen vähäistä verrattuna muihin tapoihin. Kasvu on kuitenkin ollut viime vuosina huimaa ja käytön odotetaan lisääntyvän sitä mukaa, kun tietoisuus luottojohdannaisista kasvaa yritysten, pankkien ja vakuutusyhtiöiden keskuudessa.

9. LÄHDELUETTELO

Alexander, Carol (1998). Risk Management and analysis, Vol.1: Measuring and modelling financial risk. Chichester; Wiley.

Allens Artur Robinson Group (1998). Credit Derivatives What are they? (<http://www.aar.com.au/client-resources/ufi9801301.html>).

Astola, Tiina (1990). Arvopaperimarkkinoiden oikeussäännöt. Jyväskylä.

Bank for International Settlements (2000). Press Release – The Global OTC Derivatives Market at end June 2000. (<http://www.bis.org/publ/>).

Basel Committee on Banking Supervision (1997). Principles for the management of interest rate risk. Basel, September 1997.

Basel Committee on Banking Supervision (2000). Best practices for Credit Risk Disclosure. Basel, September 2000.

Brealey, Richard A. & Myers, Stewart C. (1998). Principles of Corporate Finance 6th edition. McGraw-Hill Higher Education.

British Bankers' Association (2001). Credit Derivatives Survey 2000. (<http://www.bankfacts.org.uk>).

CreditMetrics (1997). Technical Document. J.P.Morgan, New York.

Cyber Stock Market (2001). Credit Derivatives. (<http://stock.cau.ac.kr/finance/risk3.htm>).

Cyber Stock Market (2001). Credit Derivatives – The Models Grow Ever Sexier. (<http://stock.cau.ac.kr/finance/risk2.htm>).

- Derivatives Strategy (1997). Credit Derivatives – Five years out.
(<http://www.derivativesstrategy.com/magazine/archive/1997/0797rtbl.asp>).
- Duffee, Gregory & Zhou, Chungsheng (1999). Credit Derivatives in Banking - Useful Tools for Managing Risk.
(<http://netec.mimas.ac.uk/WoPEc/data/papers/ucbcalbrfRPF-289.html>).
- Fitch IBCA, Duff & Phelps (2001). Rating Definitions. (www.fitchratings.com).
- Hakkarainen, Antti, Kasanen, Eero & Puttonen, Vesa (1994). Exchange rate and interest rate risk management in major Finnish firms. Helsingin kauppakorkeakoulun julkaisu D-208, Helsinki.
- Hirvinen, Tuomas (1993). Kotimaisten joukkovelkakirjamarkkinoiden nykytila ja kehittäminen. Helsingin kauppakorkeakoulu, Helsinki.
- Hull, John (1993). Options, futures and other derivative securities. Englewood Cliffs (N.J.) Prentice-Hall International.
- Ihamuotila, Timo (1997). Interest rate risk management of a financial institution in a multicurrency environment. Helsingin kauppakorkeakoulun julkaisu B-2, Helsinki.
- International Treasurer - The Journal of Global Treasury and Financial Risk Management (1997). Corporate Uses for Credit Derivatives. March 1997.
(<http://www.intltreasurer.com/corpcder.htm>).
- Jeanne, Serge (2001). Bank for International Settlements - Quarterly Review 2000.
(<http://www.bis.org/publ/index.htm/quarterlyreview>).
- Jorion, Philippe (1997). Value at Risk: The new benchmark for controlling market risk. McGraw-Hill.
- Koch, Timothy W. (1988). Bank Management. The Dryden Press, a division of Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Kothari, Vinod - Credit Derivatives website by Vinod Kothari (2001). Credit Derivatives – Markets and Developments (<http://www.credit-deriv.com/cremarket.htm>).

Malkamäki, Markku (1996). Suomen rahoitusmarkkinat 1996. Suomen Pankki, Helsinki.

Martikainen, Teppo (1995). Arvopaperit. WSOY, Juva.

Moody's Investors Service (1999). Rating Methodology – The Evolving Meaning of Moody's Bond Ratings. New York, August 1999.

Murto, Risto & Väänänen, Teemu (1992). Linear and non-linear dependence in the Finnish forward rate agreements markets. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, Helsinki.
Pietilä, Antti-Pekka (1995). Pankkikirja.

Pullinen, Yrjö (1993). Joukkovelkakirjalainat ja niiden hintariski. Helsingin kauppakorkeakoulu, Helsinki.

Puttonen, Vesa & Valtonen, Erik (1996). Johdannaismarkkinat. WSOY:n graafiset laitokset. Porvoo.

RiskMetrics (1996). Technical Document 4th Edition. J.P.Morgan/Reuters, New York.

RiskMetrics Group (2000). CreditMetrics Standard Datasets. (<http://www.riskmetrics.com>).

Standard & Poor's (2001). Rating Definitions. (www.standardpoor.com).

Suomen Pankkiyhdistys (1999). Suomen rahoitusmarkkinat 17. painos.

Waring, Alan & Glendon, A. Ian (1998). Managing Risk. International Thomson Business Press.

Wilson, Thomas C. (1997). Measuring and Managing Credit Portfolio Risk. The Journal of lending & Credit risk management, July 1997.