

## Keskusteluaiheita - Discussion papers

No. 407

Olavi Rantala

**LUOTTOTAPPIORISKIN**

**HINNOITTELU**

This series consists of papers with limited circulation intended to stimulate discussion. The papers must not be referred to or quoted without the authors' permission.



**RANTALA, Olavi, LUOTTOTAPPIORISKIN HINNOITTELU.** Helsinki : ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1992. 30 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; no. 407).

**TIIVISTELMÄ:** Tutkimus käsittelee luottotappioriskin hinnoittelua ja tämän riskin mittaamiseen liittyviä kysymyksiä. Hinnoittelun perusmalli johdetaan tavanomaista oppikirjaesitystä suoraviivaisemmin. Teoriaosuudessa kiinnitetään myös tavallista enemmän huomiota luototettavan yrityksen kannattavuuden suhdanneluontoisten vaihteluiden merkitykseen luottotappioriskin hinnoittelussa. Tutkimuksen keskeisenä tavoitteena on esittää metodiset lähtökohdat luottotappioriskin hinnoittelumallin soveltamiselle käytäntöön. Käytännön sovelluksessa tarvitaan ennen muuta arvioita yritysten kannattavuusvaihteluiden hajonnasta. Tutkimuksessa hajontaa estimoidaan toimialoittain. Tulosten mukaan kannattavuusriski on ollut suurin talonrakennustoiminnassa.

**ASIASANAT:** Luottotappio, luottoriskipremio, kannattavuusvaihteluiden hajonta

## Sisältö

1	Johdanto	1
2	Riskiluoton tuottomahdollisuudet	2
3	Riskitön osakepääoman tuotto ja luottoriskin hinnoittelun perusteet	4
4	Lainan arvon määräytyminen perusmallissa	8
5	Luottoriskipreemio	11
6	Makrotalouden suhdannevaihteluiden vaikutus luottoriskin hinnoitteluun	15
7	Kannattavuusriskin toimialoittaiset estimointitulokset	17
8	Lisänäkökohtia luottotappioriskin hinnoitteluun	21
8.1	Velkojen etuoikeusjärjestys	21
8.2	Luoton takaisinmaksun viivästymisriski	22
8.3	Luototettavan yrityksen voitonjako	23
8.4	Kiinteäkorkoiset ja jaksollisesti kuoletettavat lainat	24
8.5	Korkoriskin hinnoittelu ja vaihtuvakorkoiset lainat	25
9	Yhteenveto	26
	Liite: Kannattavuuden vaihteluita selittävän mallin estimointitulokset	28

## 1 Johdanto

Tutkimuksessa käsitellään luottotappioriskin hinnoittelua ja tämän riskin mittaamiseen liittyviä kysymyksiä. Tarkasteltavat riskit liittyvät yritysten sijoitetun pääoman kannattavuusvaihteluihin ja yleisemmällä tasolla muihinkin pankkien luototuskohteiden arvomuutoksiin. Tutkimuksen pääpaino on kuitenkin yrityssektorin luottoriskien hinnoittelussa.

Teoreettisessa osuudessa tavoitteena on yleistää rahoitustutkimuksessa aiemmin kehitetyn luottoriskin hinnoittelumallin sovellutusaluetta kannattavuusvaihteluiden mallintamisen osalta. Oppikirjamalleissa tavallisesti oletetun yksinkertaisen satunnaiskulkuprosessin sijasta huomiota kiinnitetään käytännön kannalta relevantimpaan kannattavuuden suhdanneluontoisen vaihtelun merkitykseen luottoriskin hinnoittelussa.

Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena on pyrkiä havainnollistamaan, kuinka luottotappioriskin teoreettista hinnoittelumallia voidaan soveltaa käytäntöön. Keskeisin ongelma on luotonottajan velanhoitokykyyn, ennen kaikkea luototettavan investointikohteen arvon säilymiseen liittyvän riskin arviointi. Yritysten luottojen kohdalla on kysymys lähinnä sijoitetun pääoman kannattavuusvaihteluiden varianssin mittaamisesta.

Luottokorkoja mitoitettaessa on välttämätöntä käyttää yrityskohtaista aineistoa kannattavuusriskin mittaamiseen, mihin tässä tutkimuksessa ei ole mahdollista mennä. Sen sijaan tutkimuksessa tarkastellaan toimialatasolla yritysten kannattavuusvaihteluiden hajontaa. Tuloksia voidaan käyttää toimialojen vertailuun, vaikkakin ne ovat vain suuntaa-antavia eri toimialojen yksittäisten yritysten arvioinnissa.

Tarkastelukulma luottotappioriskin hinnoitteluun on kansantaloustieteen rahoitustutkimuksessa kehitetty johdannaisinstrumenttien hinnoittelun teoria (ks. esim. Ingersoll 1987). Vaikka luottotappioriski liittyykin läheisesti yritysten konkurssiriskiin, luottotappioriskin hinnoittelu poikkeaa kysymyksenasettelultaan olennaisesti liiketaloustieteellisestä konkurssin ennakointimahdollisuuksia käsittelevästä tutkimussuunnasta (esim. Prihti 1975, Altman, Haldeman ja Narayanan 1977, Laitinen 1990).

## 2 Riskiluoton tuottomahdollisuudet

Seuraavassa tarkastellaan yksinkertaisuuden vuoksi nollakuponkityyppisten luottojen hinnoittelua. Jäljempänä luvussa 8.4 todetaan, että korollisten ja jaksollisesti kuolettavien lainojen hinnoittelu voidaan helposti johtaa nollakuponkilainan hinnan perusteella, joten viimeksimainittuun lainatyyppiin rajoittuminen ei mitenkään heikennä tarkastelun yleispätevyyttä.

Luottotappiomahdollisuuden takia yrityksille myönnetyt luotot ovat luotonantajien näkökulmasta katsottuina riskeiltään epäsymmetrisiä siinä mielessä, että pahimmassa tapauksessa niistä voi aiheutua 100 prosentin pääomatappio, kun taas parhaassa tapauksessa nollakuponkilainasta saadaan takaisin vain alun perin myönnetty nimellinen lainapääoma. Odotusarvomielessä luottotappio on siis periaatteessa aina odotettavissa. Tätä odotettavissa olevaa luottotappiota on luoton hinnoittelussa kompensoitava primekoron päälle asetettavalla luototuskohteittaisella luottoriskipreemiolla.

Tarkastellaan aluksi luottotappioriskille alttiille yritykselle myönnetyn nollakuponkilainan tuottomahdollisuuksia yhtäältä hyvän ja toisaalta huonon kannattavuuskehityksen vallitessa. Käytetään keskeisille muuttujille symboleja:

$K(t)$  = yrityksen kokonaispääoman arvo hetkellä  $t$

$S(t) = P^S(t)E(t)$  = osakepääoman markkina-arvo

$D(t) = P^D(t)B(t)$  = lainapääoman markkina-arvo

$E(t)$  = osakepääoman nimellisarvo,  $P^S(t)$  = osakkeiden hinta

$B(t)$  = lainapääoman nimellisarvo,  $P^D(t)$  = lainan hinta

Yrityksen kokonaispääoman sekä markkina- ja nimellisarvoisen oman ja vieraan pääoman väliset riippuvuudet ovat määritelmällisesti

$$(1) \quad K(t) = S(t) + D(t) = P^S(t)E(t) + P^D(t)B(t)$$

Tarkastellaan tilannetta, jossa yritykselle myönnetään hetkellä  $t$  nollakuponkilaina  $B(t) = B$ , joka erääntyy ajankohtana  $T > t$ . Tuleva kannattavuus on epävarmalla pohjalla, eikä yrityksen kokonaispääoman arvoa lainan takaisinmaksuajankohtana,  $K(T)$ , voida varmuudella tietää.

Lainan ja osakepääoman arvon määrittämisen kannalta tulevaan kannattavuuteen liittyy kaksi keskeisesti toisistaan poikkeavaa mahdollisuutta. Kannattavuus ja yrityksen kokonaispääoma voi riittää lainan takaisinmaksuun  $K(T) \geq B$ . Toisaalta kannattavuus voi muodostua niin huonoksi, ettei pääoma riitä lainan takaisinmaksuun  $K(T) < B$ . Lainan ja osakepääoman hinnoittelulle tärkeät perusvaihtoehdot voidaan esittää seuraavan taulukon muodossa.

Taulukko 1: Lainan ja osakepääoman tuottomahdollisuudet

Ajankohta	Kokonaispääoma	Nollakuponkilaina	Osakepääoma
Nimellisarvot:			
t	$K(t)$	$B(t) = B$	$E(t)$
$T > t$	$K(T)$	$B(T) = B$	$E(T)$
Markkina-arvot:			
t	$K(t)$	$D(t)$	$S(t) = K(t) - D(t)$
$T > t$	$K(T) \geq B$ $K(T) < B$	$D(T) = B$ $D(T) = K(T)$	$S(T) = K(T) - B$ $S(T) = 0$
$T > t$	$K(T)$	$D(T) = \text{Min}(K(T), B)$	$S(T) = \text{Max}(K(T) - B, 0)$

Suotuisassa tapauksessa,  $K(T) \geq B$ , lainapääoma saadaan kokonaisuudessaan takaisin ja lainan markkina-arvo laina-ajan lopussa on siis  $D(T) = B$ . Epäsuotuisassa tapauksessa näin ei käy, koska  $K(T) < B$ . Lainanantaja on kuitenkin etuoikeutetussa asemassa suhteessa yrityksen omistajiin ja saa yrityksen jäljellä olevan pääoman, joten lainan markkina-arvo erääntymisajankohtana on tällöin  $D(T) = K(T)$ . Osakepääoma muuttuu sen sijaan arvottomaksi  $S(T) = 0$ . Vaihtoehtoiset tapaukset yhdistämällä saadaan lainan ja osakepääoman arvoiksi  $D(T) = \text{Min}(K(T), B)$  ja  $S(T) = \text{Max}(K(T) - B, 0)$ .

Havaitaan, että osakepääoman arvon määräytyminen muistuttaa läheisesti optiohinnoittelun perusasetelmaa. Juuri tähän analogiaan perustuu luottotappioriskin hinnoittelun tavanomainen oppikirjaesitys.

### 3 Riskitön osakepääoman tuotto ja luottoriskin hinnoittelun perusteet

Rahoituksen teoreettisen tutkimuksen yhteydessä havaittiin jo parikymmentä vuotta sitten, että tuolloin kehitettyä Black-Scholes-optiohinnoittelumallia voidaan soveltaa myös luottotappioriskille alttiin yrityksen luottojen hinnoitteluun. Luottoriskin hinnoittelun oppikirjaesitykset ovatkin sittemmin perustuneet juuri mainittuun optiohinnoitteluun pohjautuvaan lähestymistapaan (Black ja Scholes 1973, Merton 1974, Ingersoll 1987 ym.). Seuraavassa sovelletaan erilaista, suoraviivaisempaa mallittamista, joka tuo luottotappioriskin hinnoittelun arbitraasiperusteet hieman optiohintamallia selkeämmin esille, vaikka johtaakin samaan lopputulokseen.

Kuten edellisessä jaksossa määriteltiin, tarkastellaan yritystä, jonka kokonaispääoma  $K(t)$  koostuu omasta ja vieraasta pääomasta. Edellä havaittiin, että laina-ajan lopussa molempien pääomakomponenttien arvo riippuu yrityksen kokonaispääoman arvosta. Aivan ilmeisesti laina- ja osakepääoman arvot riippuvat koko laina-ajan yrityksen kokonaispääoman arvosta, joten voidaan kirjoittaa  $D(t) = D(K(t), t)$  ja  $S(t) = S(K(t), t)$ .

Otetaan aluksi tarkasteltavaksi oppikirjamalleissa tavanomaisesti oletettu miltei yksinkertaisin mahdollinen kannattavuuden satunnaisprosessi, jossa yrityksen kokonaispääoman arvo  $K(t)$  on log-normaalisti jakautunut ja pääoman kasvu eli kannattavuus noudattaa Ito-prosessia

$$(2) \quad dK(t)/K(t) = \alpha dt + \sigma dz(t)$$

Kannattavuuden odotusarvo  $\alpha$  ja hajonta  $\sigma$  oletetaan vakioiksi. Wiener-prosessin  $z(t)$  odotusarvo on nolla ja varianssi on suoraan verrannollinen havaintoaikaväliin  $h$  siten, että  $dz(t) = \epsilon(t) \sqrt{dt}$  on raja-arvo  $h \rightarrow 0$  prosessille  $z(t+h) - z(t) = \epsilon(t) \sqrt{h}$ , missä  $\epsilon(t)$  noudattaa normeerattua normaalijakaumaa.

Perusmallissa oletetaan siis, että kaikki voitot pidätetään yritykseen ja niillä kasvatetaan yrityksen pääomaa. Malliin voidaan sisällyttää myös osingonjako, mutta sillä ei ole välttämättä kovin olennaista merkitystä luottotappioriskin hinnoittelun kannalta kuten jaksossa 8.3 todetaan.



Kun yrityksen lainapääoman arvo on kokonaispääoman arvon ja ajan funktio,  $D = D(K(t), t)$ , lainapääoman arvon muutoksille pätee, kun funktion  $D(K, t)$  osittaisderivaattoja merkitään alaindekseihin

$$(3a) \quad dD = (\alpha K D_K + \sigma^2 K^2 D_{KK} / 2 + D_t) dt + \sigma K D_K dz$$

$$(3b) \quad = \beta D dt + \delta D dz$$

Osakepääoman arvo on samaan tapaan funktio kokonaispääoman arvosta ja ajasta,  $S = S(K(t), t)$ , joten sille pätee yhtälön (3a) kanssa analoginen muutosyhtälö, joka osoittaa, että osakepääoman arvon muutokset korreloivat lainapääoman lailla positiivisesti yrityksen kokonaispääoman arvon muutosten kanssa. Tästä johtuen osakepääoma on tietty velkaantumisaste valitsemalla mahdollista tehdä riskittömäksi kuten seuraavassa osoitetaan. Merkitään tätä toistaiseksi tuntematonta velkaantumisastetta

$$(4) \quad v = D' / K$$

Tämän riskittömään osakepääomaan johtavan velkaantumisasteen avulla tapahtuvan luottoriskin arbitraasihinnittelun osalta nyt käsiteltävä malli poikkeaa tavanomaisesta oppikirjamallista, jossa luottoriskin hinnoittelu johdetaan kiertoteitse. Riskittömään osakepääomaan  $S' = K - D'$  johtava velkaantumisaste  $v$  ratkaistaan seuraavasti

$$(5a) \quad dS' = dK - dD'$$

$$(5b) \quad = (\alpha - v\beta)K dt + (\sigma - v\delta)K dz$$

$$(5c) \quad = r(1 - v)K dt$$

kun

$$(6) \quad v = \sigma / \delta$$

Velkaantumisasteen ollessa ehdon (6) mukaisella tasolla yhtälön (5b) satunnaistermi häviää kokonaan. Kun osakepääoman tuotto tulee tällöin riskittömäksi, sen täytyy yhtälön (5c) mukaisesti vastata riskitöntä korkoa  $r$ .

Yhtälöistä (5b-c) ja (6) saadaan luottotappioriskin markkinahinnalle yhtälö

$$(7) \quad (\beta - r)/\delta = (\alpha - r)/\sigma$$

Lainan arvoon liittyvän riskin markkinahinta vastaa siis yrityksen kokonaispääomaan sisältyvän riskin markkinahintaa. Vastaavankaltainen perus- ja johdannaisinstrumentin riskien markkinahintojen riippuvuus on yleinen tulos kaikkien johdannaisinstrumenttien tehokkaassa arbitraasihinnoittelussa. Ensimmäisenä tämän perustuloksen johti Merton (1973) optiohinnoittelun yhteydessä.

Sijoittamalla yhtälöön (7) lainan arvonmuutoksen odotusarvotekijän  $\beta$  ja hajonnan  $\delta$  määritelmät yhtälöstä (3a) saadaan

$$(8a) \quad \beta D = \alpha K D_K + \sigma^2 K^2 D_{KK}/2 + D_t$$

$$(8b) \quad = rD + ((\alpha-r)/\sigma)\delta D$$

$$(8c) \quad = rD + (\alpha-r)K D_K$$

Yhtälöistä (8a) ja (8c) päästään lainan hinnoittelun kannalta keskeiseen osittaisdifferentiaaliyhtälöön (9a), joka loppuarvoehdon (9b) kanssa määrittelee lainan markkina-arvon laina-ajan kuluessa.

$$(9a) \quad D_t = rD - rK D_K - \sigma^2 K^2 D_{KK}/2$$

$$(9b) \quad D(T) = \text{Min}(K(T), B)$$

Hinnoitteluyhtälössä (9a) on erityisen merkillepantavaa, ettei siinä esiinny lainkaan yrityksen kannattavuusprosessin (2) odotusarvotekijää  $\alpha$ . Keskeistä roolia luottotappioriskin hinnoittelussa näyttelee vain odottamattomien kannattavuusvaihteluiden hajonta  $\sigma$ .

Odotettu kannattavuus vaikuttaa luonnollisesti yrityksen investointipäätöksiin. Investointipäätösten taustalla on optimaalinen portfoliovalinta, jonka keskeinen sisältö on sijoituskohteiden valinta niiden tuoton odotusarvon, epävarmuuden ja keskinäisen korrelaation perusteella.

Odotusarvotekijän supistuminen pois yhtälöä (9a) johdettaessa aiheutuu perimmältään siitä, että arbitraasihinnointelu tarkoittaa rahoitusmarkkinoilla vallitsevaa yhden hinnan lakia siinä mielessä, että ääritapauksessa yrityskohtaisen riskin hävitessä,  $\sigma = 0$ , yrityksen luoton koron täytyy vastata täsmälleen markkinoiden riskitöntä korkoa eikä siihen näin ollen voi vaikuttaa yrityksen odotettu kannattavuus  $\alpha$ . Jäljempänä havaitaan, että tällä tuloksella on keskeinen merkitys, koska odotetulle kannattavuudelle voidaan olettaa mitä monimuotoisempia suhdanneluontoisia systemaattisia vaihteluita eikä niistä tarvitse luottotappioriskin hinnoittelussa välittää. Poikkeuksen sääntöön voi muodostaa tässä käsiteltyä olenaisesti monimutkaisempi kannattavuusprosessi, jonka odotusarvo ja hajonta ovat toisistaan riippuvia. Tällaista tapausta on käsitelty optiohinnoittelun teoriassa, mutta hintafunktiolle ei tällöin useinkaan löydy analyttistä ratkaisua, vaan se joudutaan ratkaisemaan numeerisin menetelmin.

Kuten edellä mainittiin, yrityksen osakepääoman markkina-arvo  $S(t)$  riippuu yrityksen kokonaispääoman arvosta ja osakekannan markkina-arvon muutoksille voidaan johtaa yhtälö analogisesti yhtälön (3a) kanssa. Myös kaikki hinnoitteluun liittyvät arbitraasinäkökohdat pätevät yhtäläillä osakepääomaan kuin yrityksen lainapääomaankin. Näin ollen johtamista läpikäymättäkin on selvää, että osakepääoman hinnanmuodostusta voidaan kuvata yhtälön (9a) kanssa analogisella osittaisdifferentiaaliyhtälöllä (10a). Oman ja vieraan pääoman markkina-arvon erottaa vain se, että osakepääoman markkina-arvon laina-ajan lopussa määrittelee erilainen loppuarvoehto (10b).

$$(10a) \quad S_t = rS - rKS_K - \sigma^2 K^2 S_{KK} / 2$$

$$(10b) \quad S(T) = \text{Max}(K(T) - B, 0)$$

Yhtälöiden (10a-b) määrittelemä hinnanmuodostus on täysin analoginen Black-Scholes-optiohinnoittelumallin kanssa. Juuri tätä kautta tavanomaisissa oppikirjamalleissa johdetaan luottotappioriskin hinnoittelu. Kun ensin ratkaistaan osakkeiden markkina-arvo  $S(t)$  yhtälöistä (10a-b), luoton arvo saadaan yksinkertaisesti määritelmästä  $D(t) = K(t) - S(t)$ , mikä johtaa tietysti samaan lopputulokseen kuin malli (9a-b).

Tärkeintä on huomata, että velkaantuneen yrityksen osakkeet ovat luonteeltaan omistajien optioita yritykseen siinä mielessä, että oikeus yrityksen pääomaan lunastetaan lopulta vain velkojen takaisinmaksulla. Velkaantuneen yrityksen osakkeiden hinnanmuodostuksen tulisikin tehokkailla osakemarkkinoilla määräytyä yrityksen kokonaispääoman pohjalta optiohinnoittelun periaattein. Toisaalta velkaantuneen yrityksen osakkeille kirjoitetut optiot ovat itse asiassa optioita optioihin ja tämä tulisi ottaa huomioon niiden hinnoittelussa, johon ei kaavamainen Black-Scholes-mallin käyttö sovellu. Käytännössä edellä sanottu pätee useimpiin yrityksiin, koska täysin oman pääoman varassa toimivia yrityksiä on varsin vähän.

#### 4 Lainan arvon määräytyminen perusmallissa

Yrityksen odotetun kannattavuuden jääminen pois hinnoitteluyhtälöistä (9a) ja (10a) ja korvautuminen riskittömän sijoituskohteen korolla johtuu siitä, että yritysten laina- ja osakepääoman hinnoittelu tapahtuu tehokkailla markkinoilla tavalla, jota rahoitusteorian kirjallisuudessa kutsutaan "riskineutraaliksi" tai "riskipreferensseistä riippumattomaksi" hinnoitteluksi. Rahoituksen teorian mukaan itse asiassa kaikkien johdannaisinstrumenttien hinnoittelusäännöt voidaan johtaa riskineutraalin hinnoittelun periaatteen pohjalta. Tässä tapauksessa se merkitsee, että hinnoittelu ei tapahdu alkuperäisen kannattavuuden (2) suhteen vaan sellaisen kannattavuusprosessin suhteen, missä alkuperäinen odotettu kannattavuus  $\alpha$  on korvattu riskittömällä korolla  $r$ . Näin muunnetun kokonaispääoman arvon  $V(t)$  muutoksia kuvaa siis yhtälö

$$(11) \quad dV(t)/V(t) = rdt + \sigma dz(t)$$

Käytetään tarkasteltavan nollakuponkilainan maturiteetista eli laina-ajasta merkintää  $M = T - t \geq 0$ . Tällöin yrityksen kokonaispääoman riskineutraloiduksi tulevaksi arvoksi hetkellä  $T \geq t$  eli yhtälön (11) ratkaisuksi laina-ajan lopussa alkuarvolla  $V(t) = K(t)$  saadaan merkitsemällä  $\sigma(z(T) - z(t)) = \sigma \epsilon(T) \sqrt{M}$

$$(12) \quad V(T) = K(t) e^{(r - \sigma^2/2)M + \sigma \epsilon(T) \sqrt{M}}$$

Riskineutraloitu kokonaispääoman tuleva arvo on siis log-normaalisti jakautunut. Tämä yrityksen tulevan arvon jakauma  $f(V(T))$  on piirretty oheiseen kuvioon 1.

Tiheysfunktion rajaama pinta-ala lainapääomaan  $B$  asti kuvaa todennäköisyyttä sille, ettei yrityksen tuleva arvo riitä lainan takaisinmaksuun  $P(V(T) \leq B)$ . Toisaalta tiheysfunktion rajaama pinta-ala lainapääomasta  $B$  eteenpäin mittaa lainapääoman takaisinmaksukykyyn todennäköisyyttä  $P(V(T) > B)$ .

Lainan arvon määrittämiseksi ei tarvitse ratkaista osittaisdifferentiaaliyhtälöä (9a-b). Riskineutraalin hinnoittelun mukainen ratkaisu on yksinkertaisesti erääntymishetkeen kohdistuva lainan mahdollisten loppuarvojen ehdollinen odotusarvo diskontattuna riskittömällä korolla  $r$ , eli

$$(13a) \quad D(t, M) = e^{-rM} E_t \text{Min}(V(T), B)$$

$$(13b) \quad = e^{-rM} \left( \int_0^B V(T) f(V(T)) dV(T) + B \int_B^\infty f(V(T)) dV(T) \right)$$

$$(13c) \quad = e^{-rM} \left( e^{rM} K(t) N(X(t)) + B N(Y(t)) \right)$$

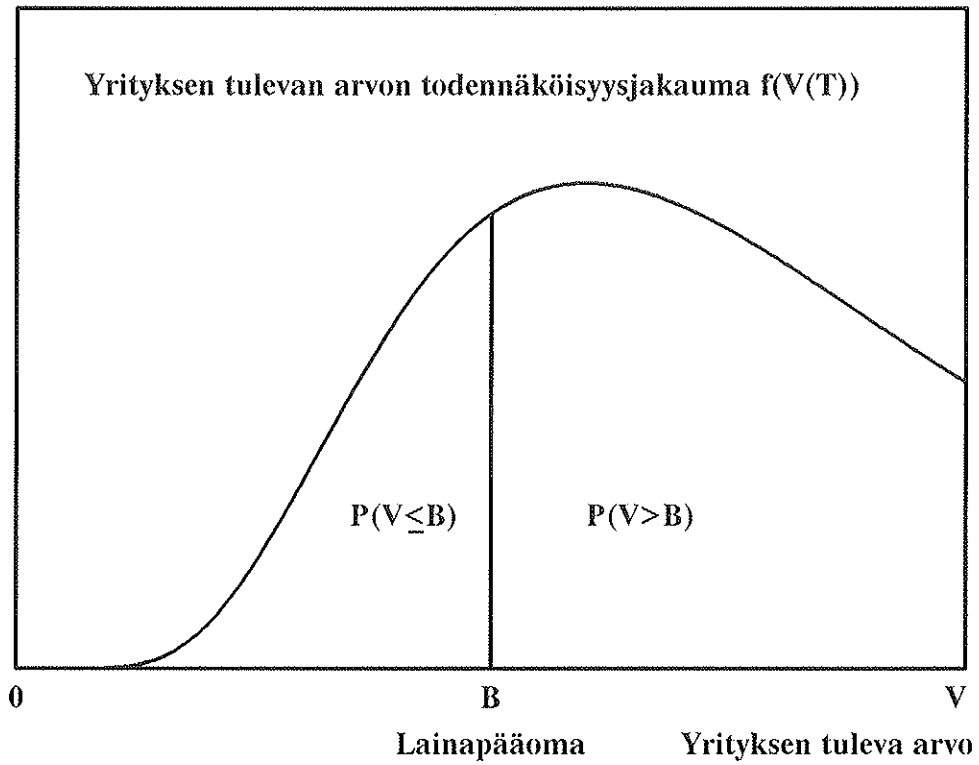
$$(13d) \quad = K(t) N(X(t)) + B e^{-rM} N(Y(t))$$

Ehdollisen odotusarvon  $E_t \text{Min}(V(T), B)$  ratkaiseminen merkitsee siis, että lainan arvon mahdolliset lopputulemat  $D(T) = V(T)$ , kun  $V(T) \leq B$ , ja  $D(T) = B$ , kun  $V(T) > B$ , painotetaan yhteen log-normaalien jakauman tiheysfunktion  $f(V(T))$  arvoilla, joita kuvio 1 esittää.  $N(X(t))$  ja  $N(Y(t))$  tarkoittavat normeeratun normaalijakauman kertymäfunktion arvoja siten, että

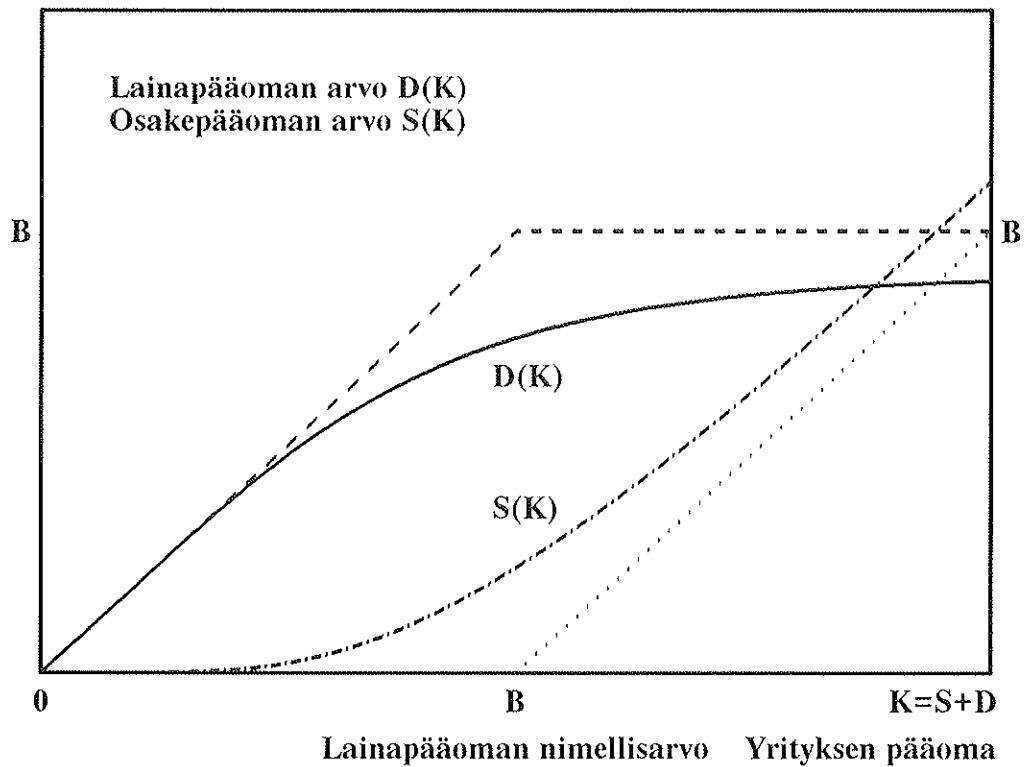
$$(14a) \quad X(t) = \left( \ln(B/K(t)) - (r + \sigma^2/2)M \right) / \sigma\sqrt{M}$$

$$(14b) \quad Y(t) = -X(t) - \sigma\sqrt{M}$$

**Kuvio 1: Luottotappion mahdollisuus**



**Kuvio 2: Luottotappioriskin hinnoittelu**



Näin ratkaistua nollakuponkilainan arvoa luoton myöntämishetken yrityksen kokonaispääoman  $K(t)$  funktiona esittää kuviossa 2 käyrä  $D(K(t))$ . Sen peilikuvana on yrityksen osakepääoman arvo  $S(K(t))$  siten, että käyrien summa muodostaa kuviossa 45 asteen suoran eli vastaa yritykseen sijoitetun kokonaispääoman arvoa  $K(t)$ . Lainan arvon  $D(K(t))$  raja-arvona pisteeseen  $K(t)=B$  asti on  $K(t)$  eli mainittu origosta lähtevä 45 asteen suora ja sen jälkeen raja-arvona on riskittömällä korolla diskontattu nimellisarvo  $e^{-rM}B$ . Vastaavasti osakepääoman arvon  $S(K(t))$  raja-arvona pisteeseen  $K(t)=e^{-rM}B$  asti on nolla ja sen jälkeen 45 asteen kulmassa nouseva suora. Näitä raja-arvoja lainan ja osakepääoman arvot lähestyvät, jos riskitekijä  $\sigma$  lähenee nollaa.

## 5 Luottoriskipreemio

Nollakuponkilainan tapauksessa markkina-arvon  $D(t,M)$ , nimellisarvon  $B$ , ja efektiivisen koron  $R(t,M)$  välisen yhteyden määrittelee yhtälö

$$(15) \quad D(t,M) \equiv Be^{-R(t,M)M}$$

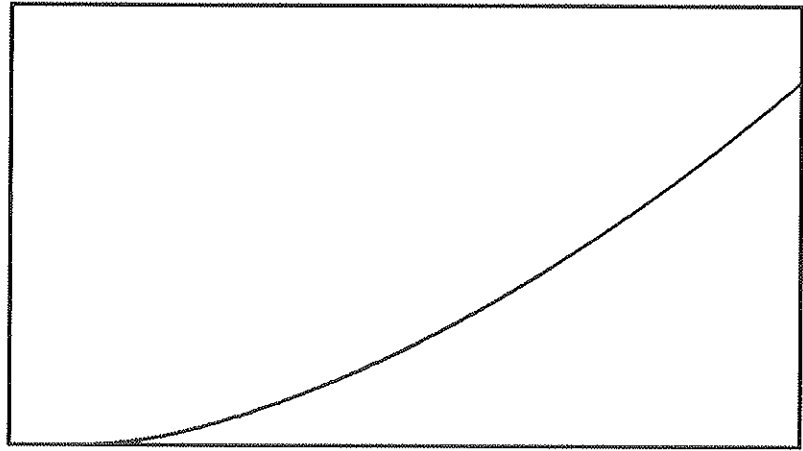
Näin ollen lainan korolle saadaan lauseke

$$(16) \quad R(t,M) \equiv - (1/M) \ln(D(t,M)/B) \\ = r - (1/M) \ln(N(Y(t)) + N(X(t))K(t)/(Be^{-rM}))$$

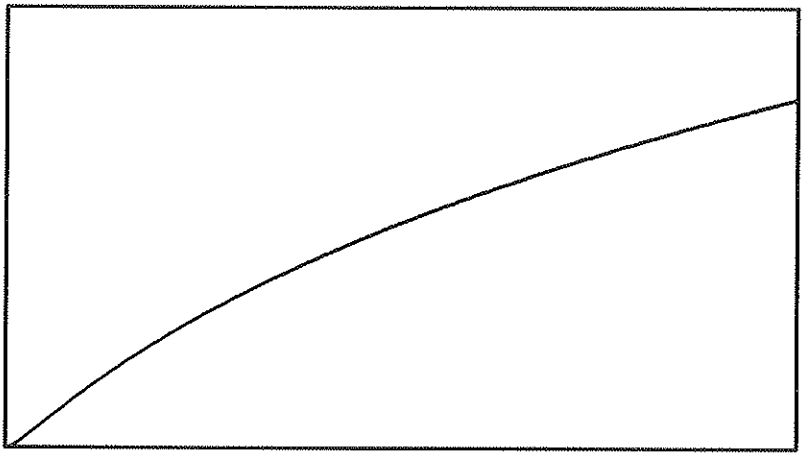
Luottoriskipreemioksi voidaan kutsua korkoeroa  $R(t,M) - r$ , eli yksittäiselle yritykselle myönnetyn riskiluoton koron  $R(t,M)$  poikkeamaa riskittömästä primekorosta  $r$ . Edellä johdetun hinnoittelumallin mukaan luottoriskipreemio riippuu keskeisesti kolmesta tekijästä eli yrityksen kannattavuusvaihteluiden hajonnasta  $\sigma$ , velkaantumisasteesta  $B/K$  ja luoton maturiteetista  $M$ . Kuvio 3 esittää näiden kolmen tekijän vaikutusta luottoriskipreemioon.

Taulukossa 2 on esitetty prosentuaalinen luottoriskipreemio laskettuna eräillä kannattavuusvaihteluiden hajonnan, velkaantumisasteen ja luoton maturiteetin arvoilla. Maturiteetin skaala on tässä ulotettu kolmen kuukauden vekseliluotosta tai yritystodistuksesta aina 10 vuoden pituiseen lainaan. Primekoroksi 100r on oletettu 10 prosenttia.

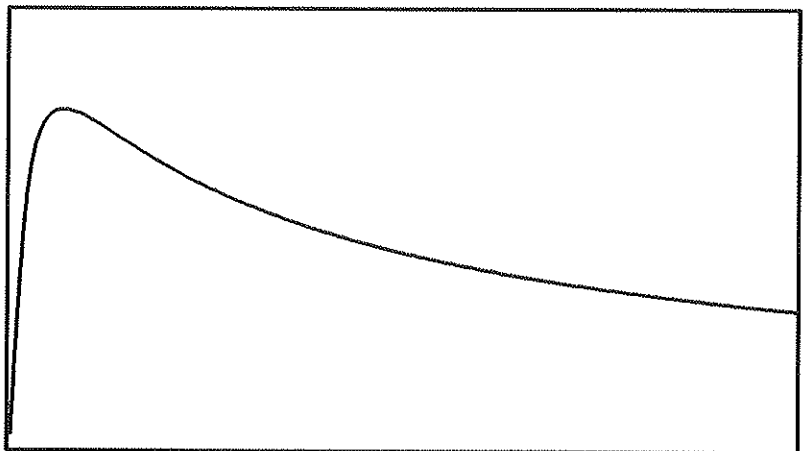
**Kuvio 3: Luottoriskipreemio**



0 Kannattavuusvaihteluiden hajonta



0 Velkaantumisaste



0 Maturiteetti



Luottoriskipreemio kasvaa kuvion 3 esittämällä tavalla kannattavuusvaihteluiden hajonnan kasvaessa. Jos  $\sigma \approx 0$  eli tulevaan kannattavuuteen kohdistuva epävarmuus ja samalla luottotappioriski on hyvin pieni, laina hinnoitellaan luonnollisesti osapuilleen primekoron tasolle  $R(t, M) \approx r$ . Jos kannattavuusriski kasvaa rajatta, lainan arvo lähenee nollaa ja korko ääretöntä, koska  $N(X(t))$  ja  $N(Y(t))$  menevät nolliin.

Luottoriskipreemio on kuvion esittämällä tavalla myös velkaantumisasteen  $B/K$  kasvava funktio. Hyvin alhaisella velkaantumisasteella,  $B/K \approx 0$ , luoton arvo vastaa likimain nimellisarvoa  $D(t, M) \approx e^{-rM} B$  ja korko primekorkoa  $R(t, M) \approx r$ , koska tällöin  $N(X(t)) \approx 0$  ja  $N(Y(t)) \approx 1$ . Jos velkaantumisaste on suurempi, todennäköisyys luoton takaisinmaksun mahdollisuuteen  $N(Y(t))$  pienenee ja toisaalta  $N(X(t))$  kasvaa. Näin velkaantumisasteen kasvu johtaa kasvavaan luottoriskipreemioon.

Edellä käsitellyn hinnoittelumallin mukaan riskiluottojen ominaispiirteenä on kuviossa 3 esitetty tuottokäyrän poikkeama primekorkojen tuottokäyrästä. Aivan lyhyillä maturiteeteilla,  $M \approx 0$ , luottotappio on epätodennäköinen ja luottoriskipreemio on pieni, sillä  $N(X(t)) \approx 0$  ja  $N(Y(t)) \approx 1$ . Maturiteetin pidentyessä luottotappion mahdollisuus ja vastaavasti luottoriskipreemio aluksi kasvaa. Toisaalta maturiteetin pidentyessä riittävästi vaadittava luottoriskipreemio vähitellen pienenee. Kuvitteelliseksi rajatapaukseksi voidaan ottaa äärettömän pitkäaikainen nollakuponkilaina, jolta vaadittava luottoriskipreemio on likimain nolla, koska tällaisesta lainasta ei voi koskaan realisoida luottotappiota.

Kuvion 3 esittämä luottoriskipreemion riippuvuus maturiteetista pätee tarkalleen ottaen vain tapaukseen, jossa velkaantumisaste on  $0 < B/K < e^{rM}$ . Jos velkaantumisaste on poikkeuksellisesti tätä suurempi, luottoriskipreemio on maturiteetin suhteen monotoonisesti aleneva siten, että se kasvaa rajatta maturiteetin lähestyessä nollaa. Tämä havaitaan oheisesta taulukosta, johon on laskettu luottoriskipreemion arvoja eri parametriarvoilla.

Taulukko 2: Luottoriskipreemio % p.a. kannattavuusvaihteluiden hajonnan, velkaantumisasasteen ja maturiteetin funktiona

Hajonta 100σ,%p.a.	Velkaantumisasaste B/K								
	0.5			1			1.5		
	Maturiteetti M, v			Maturiteetti M, v			Maturiteetti M, v		
	0.25	1	10	0.25	1	10	0.25	1	10
2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	152.2	30.6	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.41	0.01	0.00	152.2	30.6	0.00
6	0.00	0.00	0.00	1.38	0.13	0.00	152.2	30.6	0.00
8	0.00	0.00	0.00	2.63	0.43	0.00	152.2	30.6	0.01
10	0.00	0.00	0.00	4.02	0.88	0.00	152.2	30.6	0.05
15	0.00	0.00	0.00	7.80	2.41	0.05	152.2	30.7	0.32
20	0.00	0.00	0.02	11.76	4.24	0.25	152.2	31.2	0.80
25	0.00	0.01	0.10	15.83	6.22	0.62	152.2	32.1	1.43
30	0.00	0.06	0.31	19.98	8.31	1.16	152.3	33.4	2.16
35	0.00	0.21	0.65	24.18	10.48	1.81	152.6	34.9	2.97
40	0.00	0.52	1.14	28.44	12.71	2.57	153.3	36.6	3.85
45	0.02	1.03	1.75	32.75	15.00	3.42	154.2	38.5	4.80
50	0.08	1.76	2.47	37.10	17.35	4.35	155.6	40.5	5.80

Hinnoittelumallin mukaan luottoriskipreemio voi kasvaa rajatta. Käytännössä rahoitusmarkkinoilla tuskin kuitenkaan aletaan periä kymmenien tai satojen prosenttien tai vielä suurempia luottoriskipreemioita. Näin korkea korko luonnollisesti karsii riskialtteinnaat luottokohteet jo luottojen kysynnän puolella. Vaikkei näin kävisikään, niin riskipitoisimpia luottoja karsitaan tarjontapuolella luultavammin suoranaaisella säännöstelyllä kuin hinnanasetannalla, jolloin todella korkeita luottokorkoja ei käytännössä esiinny.

Taulukon 2 mukaan alhaisella velkaantumisasasteella luottoriskipreemio poikkeaa nollasta vasta verrattain korkealla kannattavuusriskin tasolla. Tähän vaikuttaa jonkin verran se, että edellä yrityksen ei ole oletettu jakavan lainkaan voittoa. Jäljempänä jaksossa 8.3 todetaan, että voitonjako alentaa lainapääoman arvoa ja johtaa luottoriskipreemion kasvuun. Tämä koskee käytännössä juuri omavaraisimpia yrityksiä.

## 6 Makrotalouden suhdannevaihteluiden vaikutus luottoriskin hinnoitteluun

Edellä tarkasteltiin luottotappioriskin hinnoittelua sellaisessa tapauksessa, jossa yritykseen sijoitetun pääoman tuotto noudattaa satunnaiskulkumallia siten, että odotettu kannattavuus on vakio. Havaittiin, että jos tällaiselle yritykselle myönnetyn luoton vaihtoehtona on sijoittaa riskittömällä korolla, yritykselle myönnetyn luoton hinnoitteluun ei tehokkailla markkinoilla vaikuta lainkaan odotettu kannattavuus  $\alpha$ , vaan se korvataan luottoa hinnoiteltaessa riskittömällä korolla  $r$ . Kannattavuusprosessin osatekijöistä luottoriskipreemioon vaikuttaa vain sen odottamattomien muutosten hajonta.

On helppoa todeta, että tämä tulos pätee yleisemminkin. Kannattavuuden voidaan olettaa sisältävän mitä monimuotoisempia odotettuja suhdannevaihteluja, mutta luottotappioriskin hinnoittelussa niistä ei tarvitse yleensä välittää. Ennustettavissa olevat kannattavuusvaihtelut eivät tehokkailla markkinoilla vaikuta luottoriskipreemioon, joka määräytyy odottamattomien kannattavuusvaihteluiden perusteella.

Tämän osoittamiseksi oletetaan, ettei kannattavuuden odotusarvotekijä ole enää vakio, vaan riippuvainen yritykseen sijoitetun pääoman arvosta  $K(t)$ . Tuntuu luonnolliselta olettaa, että yrityksen kannattavuuteen heijastuu myös makrotalouden tila. Merkitään tätä makrotalouden suhdannetilaa muuttujalla  $F(t)$ , joka voidaan itse asiassa tulkita kaikkien yrityksen kannattavuuteen vaikuttavien makrotalouden fundamentaalien vektoriksi. Kannattavuudelle voidaan olettaa myös mahdollista trendinomaista riippuvuutta ajasta  $t$ . Yrityksen sijoitetun pääoman tuoton muutoksia edellä mainittujen tekijöiden funktiona ja yrityksen kannattavuuteen vaikuttavia makrotalouden suhdannevaihteluita voidaan tällöin yleisluontoisesti kuvata vaikkapa yhtälöryhmällä

$$(17a) \quad dK(t)/K(t) = \alpha(K, F, t)dt + \sigma dz(t)$$

$$(17b) \quad dF(t) = \theta(F, t)dt + \sigma_F(F, t)dz_F(t)$$

Edelleen pätee luonnollisesti, että yritykselle myönnetty luotto on luonteeltaan johdannaisinstrumentti, jonka arvo riippuu yrityksen arvosta ja ajasta eli  $D(t) = D(K(t), t)$ . Luoton arvo ei sen sijaan ole suoraan riippuvainen makrotalouden suhdannetilanteesta  $F(t)$ , vaikka tämä vaikuttaakin yrityksen kannattavuuskehitykseen. Näin ollen yhtälöitä (3a-b) vastaavasti voidaan kirjoittaa

$$(18a) \quad dD = (\alpha(K, F, t)KD_K + \sigma^2 K^2 D_{KK}/2 + D_t)dt + \sigma KD_K dz$$

$$(18b) \quad \equiv \beta D dt + \delta D dz$$

On ilmeistä, että kaikki edellä yhtälöissä (4) - (7) johdettu pätee nyt määrittelyssä yleisemmässä tapauksessakin, joten myös yhtälöt (8a-c) ovat edelleen voimassa. Näin ollen markkinoiden hintatasapainossa kannattavuuden odotusarvotekijä  $\alpha = \alpha(K, F, t)$  supistuu aiempaan tapaan pois. Lainapääoman hinnoittelu tapahtuu siis edelleen yhtälöiden (9a-b) määrittelemällä tavalla ja osakepääoman hinnoittelu yhtälöiden (10a-b) mukaisesti. Myös kaikki edellä luvuissa 4 ja 5 lainapääoman arvoon ja luottoriskipreemioon vaikuttavista tekijöistä sanottu pätee sellaisenaan edelleen, vaikka yrityksen odotetut kannattavuusvaihtelut on mallitettu olennaisesti aiemmasta poikkeavalla tavalla.

Yksi ja sama luottotappioriskin hinnoittelumalli soveltuu siis kannattavuuden suhdannedynamiikaltaan hyvinkin erilaisten yritysten luottojen hinnoitteluun. Ainoa asia kannattavuusvaihteluissa, johon hinnoitteluteoriaa käytäntöön sovellettaessa tarvitsee suoranaisesti kiinnittää huomiota on niiden hajonta. Sen mittauksessa tarvitaan kylläkin arviota myös odotetuista kannattavuusvaihteluista.

Hajonnan ekonometrisessä mittaamisessa on luonnollisesti kiinnitettävä paljonkin huomiota kannattavuuden vaihteluita selittävän mallin täsmennykseen. Kannattavuusriskin mittaamisessa ei riitä kannattavuuden vaihteluiden kokonaisvarianssin laskeminen, vaan siinä vaaditaan edellä kuvattujen odotettujen eli ekonometrisella mallilla ennustettavissa olevien vaihteluiden erottamista kokonaisvaihtelusta. Näin saatava kannattavuusvaihteluiden jäännöstermin hajonta on luottotappioriskin hinnoittelun kannalta keskeinen parametri.

## 7 Kannattavuusriskin toimialoittaiset estimointitulokset

Keskeinen tekijä luottoriskin hinnoittelussa on odottamattomista kannattavuusvaihteluista johtuva yrityksen tulevaan arvoon liittyvä epävarmuus. Kuten edellä todettiin, kannattavuusvaihteluista on mahdollista mitata ekonometrisesti siten, että niiden kokonaisvarianssista voidaan erottaa hinnoittelun kannalta keskeinen jäännösvarianssi.

Seuraavassa esitetään tuloksia kansantalouden tilinpidon aikasarjojen avulla estimoidusta toimialoittaisesta kannattavuusvaihteluiden hajonnasta Suomessa. Toimialojen välillä on huomattavia eroavaisuuksia kannattavuuden suhdannevaihtelussa ja sitä selittävässä tekijöissä.

Tässä yhteydessä ei ole ollut mahdollista eritellä toimialoittaisia erityispiirteitä, vaan kaikkien toimialojen kannattavuuskehitystä on selitetty samalla yksinkertaisella mallilla. Kannattavuusvaihteluiden selittämiseen ja niiden jäännöshajonnan laskemiseen on sovellettu mallia

$$(19) \quad Y_t = a + bT_t + cY_{t-1} + dY_{t-2} + \sigma\epsilon_t$$

Estimoinnissa käytetty kannattavuusmuuttuja  $Y_t = 100PR_t/K_{t-1}$  on laskettu siten, että kullakin toimialalla käypähintaisesta vuotuisesta arvonlisäyksestä on vähennetty palkat ja sosiaalivakuutusmaksut ja tämä "bruttotoimintaylijäämä"  $PR_t$  on suhteutettu toimialan käypähintaiseen vuoden alun nettopääomakantaan  $K_{t-1}$ . Yhtälön (19) mukaisesti kannattavuutta on selitetty vakion  $a$  ohella trenditekijällä  $T_t$  ja kannattavuuden suhdanneluontoisen autoregressiivisyyden huomioonottavilla viivästetyillä kannattavuusmuuttujilla. Kaksi edeltävää vuotta käsittävä viiverakenne perustuu lähinnä estimointikokeilujen antamiin tuloksiin. Jäännöstermi  $\sigma\epsilon_t$  koostuu normaalijakautuneeksi oletetusta satunnaiskomponentista  $\epsilon_t$  ja estimoitavasta hajontaparametrasta  $\sigma$ , joka hinnoittelumallin sovellutuksen kannalta on suurimman mielenkiinnon kohteena. Yksinkertaista mallittamista puoltaa lähinnä se, että tässä yhteydessä on tarkoitus tuoda esiin vain esimerkinomaisesti metodiset lähtökohdat luottotappioriskin hinnoittelun kannalta keskeisen kannattavuusvaihteluiden hajontaparametrin mittaukselle.

Samana yksinkertaisen mallin soveltaminen eri toimialojen kannattavuuden muutosten selittämiseen saattaa tuottaa liian korkeita estimaatteja eri toimialojen odottamattomien kannattavuusvaihteluiden hajontaparametrille. Toisaalta on korostettava, että luottotappioriskin hinnoitteluteorian käytäntöön soveltaminen edellyttää kyseessä olevan parametrin arviointia jokaisen luototettavan yrityksen osalta erikseen. Nämä yrityskohtaiset vaihtelut ovat yleensä huomattavasti toimialataso- vaihteluita suurempia, koska aggregointi yritystasolta toimialatasolle miltei väistämättä tasoittaa kannattavuusvaihteluita. Tältä kannalta arvioiden oheisessa taulukossa 3 esitetyt toimialoittaiset kannattavuusvaihteluiden hajontaparametrin estimaatit ovat pikemmin liian pieniä kuin liian suuria sovellettaviksi eri toimialojen yksittäisten yritysten luottokelpoisuuden arviointiin. Tältä osin oheisia laskelmia on pidettävä vain suuntaa-antavina arvioina, vaikka ne ovatkin käyttökelpoisia eri toimialojen vertailussa.

Yhtälön (19) estimointitulokset on esitetty liitteessä siten, että liitetaulukossa on toimialoittain kertoimien a, b, c ja d estimaatit, niiden keskihajonnat ja yhtälön selityskertoimet. Oheisessa taulukossa 3 on esitetty kunkin toimialan osalta estimoidun yhtälön (19) mukainen jäännöstermin keskihajonta  $\sigma$ , kannattavuusprosentin  $Y_t$  kokonaishajonta sekä toimialan keskimääräinen kannattavuus tarkasteluajanjaksona.

Estimointituloksen mukaan suurin toimialoittainen vuotuisten kannattavuusvaihtelujen kokonaishajonta on ollut 25 prosentin suuruusluokkaa ja mallin (19) virhetermistä laskettu suurin jäännöshajonta vajaan 15 prosenttia. Vertailu taulukossa 2 esitettyihin hajontaparametrin eri arvoilla laskettuihin luottoriskipreemioihin saattaa ensivaikutelmana johtaa päätelmään, etteivät kannattavuusriskit olisi yleensä edellyttäneet merkittävää lisäkorkoa. Taulukosta 2 havaitaan kuitenkin, että luottoriskipreemio riippuu olennaisesti velkaantumisasteesta ja luoton maturiteetista. Korkeammilla velkaantumisasteilla erityisesti lyhytaikaisten luottojen riskipreemio nousee varsin suureksi jo pienehköilläkin hajontaparametrin arvoilla. Toisaalta alemmilla velkaantumisasteilla voittonjakovo voi nostaa luottoriskipreemiota taulukossa 2 esitetystä. Lisäksi on vieläkin korostettava, että yksittäisten yritysten kannattavuusvaihteluiden hajonta voi olla merkittävästi suurempi kuin vastaavan toimialan kannattavuusvaihteluiden hajonta.

Taulukko 3. Kannattavuuden hajonta ja keskiarvo toimialoittain, % p.a.

Toimiala	Jäännös- hajonta	Kokonais- hajonta	Keski- arvo
1 Maa- ja metsätalous	1.6	3.5	30.6
11 Maatalous	1.9	3.7	22.8
12 Metsätalous	4.5	5.8	48.6
13 Kalatalous ja metsästys	5.6	9.3	105.3
2 Kaivannaistoiminta	10.3	17.3	27.7
3 Tehdasteollisuus	3.0	3.9	24.5
31 Elintarviketeollisuus	2.2	5.4	26.5
32 Tevanake-teollisuus	4.6	7.1	30.6
331 Puutavaran valmistus	10.5	12.8	21.3
332 Huonekaluteollisuus	5.8	8.5	32.9
341 Paperiteollisuus	4.4	6.0	15.0
342 Graafinen teollisuus	5.8	9.3	40.2
35 Kemian teollisuus	4.3	4.6	27.6
36 Savi-, lasi- ja kiviteollisuus	4.8	6.6	30.5
37 Metallien perusteollisuus	6.0	7.6	16.8
381 Metallituote- ja koneteollisuus	4.6	5.8	39.6
383 Sähkötekniinen ja instrumenttiteollisuus	7.3	9.9	40.8
384 Kulkuneuvojen valmistus	7.5	8.3	15.5
39 Muu valmistus	8.8	13.5	49.0
4 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	0.9	1.2	11.3
5 Rakennustoiminta	8.2	14.8	73.2
51 Talonrakennustoiminta	14.5	24.5	113.6
52 Maa- ja vesirakennustoiminta	2.4	8.5	35.5
6 Kauppa, ravitsemus- ja majoitustoiminta	1.6	1.9	17.1
611 Tukkukauppa ja agentuuritoiminta	2.3	4.1	21.7
612 Vähittäiskauppa	0.7	2.6	12.6
63 Ravitsemus- ja majoitustoiminta	2.2	6.5	20.5
7 Kuljetus, varastointi ja tietoliikenne	0.5	2.9	16.2
71 Kuljetus ja varastointi	0.8	3.3	16.8
72 Tietoliikenne	0.8	3.0	14.4
8 Rah.-, vak.-, kiint.- ja liike-el.palv.toiminta	0.2	0.3	8.4
811 Rahoitustoiminta	5.1	11.7	37.1
812 Vakuutustoiminta	1.9	7.1	17.8
83 Asuntojen omistus	0.1	0.7	5.7
84 Muu kiinteistötoiminta	1.2	2.2	13.7
85 Liike-elämää palveleva toiminta	4.4	7.0	54.8
9 Yhteiskunnalliset ja henkilökoht.palvelukset	0.8	3.5	23.4
92 Puhtaanapito	0.2	1.1	6.7
931 Opetus- ja tutkimustoiminta	1.7	2.4	31.5
933 Lääkintä- ja eläinlääkintäpalvelu	7.6	15.0	298.4
935 Elinkeino- ja ammattijärjestöt	5.3	18.4	28.7
94 Virkistys- ja kulttuuripalvelutoiminta	1.4	2.7	33.3
95 Kotitalouksia palveleva toiminta	2.8	10.7	56.6
Yrittäjätoiminta yhteensä	1.0	2.9	17.5

Toimialat 2, 3, 4 ja koko yrittäjätoiminta 1960-90, muut toimialat 1975-90.

Taulukossa 3 esitettyjen laskelmien mukaan talonrakennustoiminnan kannattavuusvaihtelut ovat toimialoittain vertaillen olleet kaikkein suurimmat sekä kokonaishajonnalla että estimoidun mallin jäännöshajonnalla mitattuna. Tulos vastaa ennakko-odotuksia, koska asuntotuotannossa on ollut rajuja suhdannevaihteluita. Yllättävämpää on, että ero muihin toimialoihin on tässä mittauksessa näinkin suuri, vaikka kansantalouden tilinpidon mukaiseen talonrakennustoiminnan kannattavuuteen eivät ole heijastuneet kaikki asunto-markkinoilla näkyneet hintojen vaihtelut.

Muita suurten kannattavuusvaihteluiden toimialoja ovat olleet kaivannais-toiminta ja puutavaran valmistus. Vakaimman kannattavuuskehityksen toimi-aloja ovat puolestaan olleet sähkö-, kaasu- ja vesihuolto, puhtaanapito ja asuntojen omistus. Kansantalouden tilinpidon mukaiseen asuntojen omistus-sektorin arvonlisäyksen hintaan on estimointiperiodilla tosin vaikuttanut vuokrien sääntely, mikä selittää kannattavuusvaihteluiden hajonnan pienuutta taulukon 3 laskelmassa. Asuntoinvestointien riskeistä saadaan oikeampi kuva tarkastelemalla asuntovarallisuuden arvon muutoksia.

Asuntovarallisuuden arvon muutoksiin liittyvää riskiä voidaan arvioida samalla tavoin kuin edellä estimoitiin yrityssektorin toimialoittaista kannattavuusvaihteluiden hajontaa. Kansantalouden tilinpidon kiinteähintaisen asuntokannan ja Tilastokeskuksen laskeman asuntojen markkinahintaindeksin avulla voidaan laskea asuntovarallisuuden arvo. Kun sen muutoksiin sovelletaan mallia (19) siten, että  $Y_t$  tarkoittaa nyt asuntovarallisuuden arvon vuotuista prosenttimuutosta, jäännöshajonnalle  $\sigma$  saadaan periodilta 1970-1990 estimaatiksi 7.6 % p.a. Kokonaishajonnan estimaatiksi saadaan 10.6 % p.a. ja keskimääräiseksi asuntovarallisuuden arvon kasvuksi 16.5 % vuodessa.

Mallin estimointitulokset on esitetty liitteessä toimialoittaisia kannattavuusvaihteluita koskevien estimointitulosten ohessa. Malliin kokeiltiin lisäselittäjäksi kotitalouksien käytettävissä olevien tulojen kasvua, mutta se ei osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi.



Jos asuntovarallisuuden arvon muutosten hajontaa verrataan taulukossa 3 esitettyihin yritystoiminnan toimialoittaisten kannattavuusvaihteluiden hajontaestimaatteihin havaitaan, että asunto-omaisuus on itse asiassa ollut melko riskipitoinen sijoituskohde. Vertailussa yritystoimintaan on tosin edelleen muistettava ero toimialatason ja yksittäisen yrityksen kannattavuusriskin välillä.

Todettakoon vielä lopuksi, että taulukon 3 laskelmiin sovelletun yritysten kannattavuusmuuttujan ohella kansantalouden tilinpidon luvuista voidaan laskea toimialoittaiseen toimintaylijäämään perustuvaa kannattavuutta. Tällöin erona taulukon 3 laskelmissa käytettyyn kannattavuusmuuttujaan olisivat vain poistot, jotka pysyvät likimain vakioisina suhteessa pääomakannan arvoon. Näin ollen brutto- tai nettotuottoasteen soveltaminen ei vaikuta kannattavuusvaihteluiden hajonta-arvioihin, jotka tässä yhteydessä ovat ensi sijassa mielenkiinnon kohteina. Muuttujien eroavaisuus näkyy vain kannattavuusprosentin keskiarvossa, joka mittaustapojen osalta poikkeaa poistoprosentin verran.

## **8 Lisänäkökohtia luottotappioriskin hinnoitteluun**

### **8.1 Velkojen etuoikeusjärjestys**

Edellä teoreettista hinnoittelumallia käsiteltäessä oletettiin, että yrityksen lainapääoma koostuu yhdestä nollakuponkityyppisestä tai useammasta tällaisesta lainasta, joilla on saman verran jäljellä olevaa laina-aikaa. Tarkasteltu malli sopii jälkimmäiseen tapaukseen sillä lisäoletuksella, että eri luotonantajien myöntämillä lainoilla on sama oikeus yrityksen pääomaan.

Käytännössä yksittäisen luotonantajan asema suhteessa muihin luotonantajiin on yleensä kuitenkin huomattavasti monimutkaisempi. Yrityksillä on tavallisesti lukuisia eri aikoina, eri pituisina ja erilaisin vakuuksin saatuja luottoja. Etuoikeusnäkökohdat voidaan kuitenkin ottaa huomioon edellä käsitellyn luottotappioriskin hinnoittelumallin sovellutuksissa.

Oletetaan esimerkiksi, että edellä tarkasteltu laina, jonka nimellisarvoksi oletettiin  $B$ , on etuoikeutetussa asemassa suhteessa yrityksen ottamaan toiseen lainaan, jonka nimellisarvo on  $b$ , ja että kummankin lainan maturiteetti on  $M$ . Riskipitoisemman lainan loppuarvo on  $\text{Min}(V(T), B+b) - \text{Min}(V(T), B)$  eli koko velkakannan loppuarvo vähennettynä etuoikeutetun lainan loppuarvolla. Etuoikeutetun lainan arvo luoton myöntämishetkellä  $D(V, M; B)$  on ratkaistu edellä kohdassa (13a-d). Toisen lainan arvoksi saadaan nyt siis

$$(20) \quad D(V, M; b) = D(V, M; B+b) - D(V, M; B)$$

Tästä voidaan puolestaan ratkaista lainan korko ja luottoriskipreemio aiemmin käsitellyllä tavalla.

Jos etuoikeutettu laina tulee maksuun viimeistään samaan aikaan kuin toinen laina, etuoikeus on ehdoton. Jos maturiteettijärjestys on päinvastainen, hinnoitteluongelma on huomattavasti monimutkaisempi (ks. Ingersoll 1987). Tällöin etuoikeus edellyttää lisäehtona lainasopimukseen, että etuoikeutettu laina tulee konkurssitilanteessa heti maksuun. Käytännössä yleisempi keino taata lainan etuoikeus on vaatia sille vakuus, esimerkiksi kiinnitys yrityksen omaisuuteen.

## 8.2 Luoton takaisinmaksun viivästymisriski

Edellä on käsitelty yksinomaan sellaista luottotappioriskiä, jossa yrityksen konkurssin yhteydessä luotosta saattaa koitua sen antajalle yhtäkkäinen pääomatappio. Toinen luottoriskin tyyppi on riski luoton takaisinmaksun viivästymisestä. Tämä liittyy ennen kaikkea kotitalouksien asunto- ja kulutusluottoihin. Talouden lamasta johtunut työttömien määrän kasvu ja näiden tulotason putoaminen on nopeasti lisännyt ongelmavelallisten kotitalouksien määrää Suomessa. Ennen kuin mahdollinen velkasaneerausjärjestelmä toteutetaan kotitaloudet eivät pääse irti veloistaan, vaan voivat korkeintaan siirtää niiden maksua ajassa eteenpäin.

Aiemmin todettiin, että luottotappioriskin hinnoittelu voidaan perustaa optiohinnoitteluun. Sama pätee myös luoton takaisinmaksun viivästymisriskin hinnoitteluun. Uusimmassa rahoituksen teorian kirjallisuudessa on tarkasteltu sellaisten optioiden hinnoittelua, joiden maturiteettiin liittyy pidentämismahdollisuus. Tätä mallia voidaan periaatteessa soveltaa sellaisten luottojen hinnoitteluun, joihin liittyy riski takaisinmaksuajan pidentymisestä.

Keskeinen tulos optiohinnoittelun osalta on, että mahdollisuus option maturiteetin pidentämiseen nostaa option arvoa verrattuna tavalliseen optioon (ks. Longstaff 1990). Kun luotonottajan oma pääoma voidaan aiemmin kuvatulla tavalla rinnastaa optioon ja velan arvo on tämän peilikuva, optiohinnoittelun puolella johdettu tulos merkitsee, että luoton takaisinmaksun viivästymismahdollisuus alentaa luoton arvoa.

Tämä on tietenkin muutenkin ilmeistä, mutta olennaista on, että viivästymismahdollisuuden vaikutusta lainan arvoon voidaan arvioida mallin avulla. Näin ollen voidaan laskea myös takaisinmaksun viivästymiseen liittyvä riskipreemio samaan tapaan kuin edellä arvioitiin luottotappiomahdollisuudesta johtuvaa riskipreemiota.

### 8.3 Luototettavan yrityksen voitonjako

Perusmallia johdettaessa oletettiin, ettei luototettava yritys jaa voittoa, vaan kumuloi mahdolliset voitot ja tappiot kokonaispääomansa arvoon. Oletus on tavanomainen tämäntyyppisessä tutkimuksessa paljolti sen takia, että voitonjaolle on vaihtoehtoisia toteutustapoja niin paljon, että mikä tahansa malliin täsmennetty oletus osinkovirrasta on liian rajoittava. Toisaalta luottotappioriskin hinnoittelu on keskeinen ongelma erityisesti paljon velkaantuneiden yritysten osalta. Tällaiset yritykset luonnollisesti maksavat verrattain vähän osinkoa suhteessa kokonaispääomaan, joten käytännössä voitonjaolla ei ole ratkaisevaa vaikutusta luottoriskipreemioon. Voitonjako voidaan kuitenkin ottaa huomioon luottoriskin hinnoittelussa.

Voitonjaon vaikutusten osalta voidaan jälleen soveltaa optiohinnoittelun puolella johdettuja tuloksia. Sieltä tunnetaan tulos, että jos optiolle maksetaan "osinkoa", tämä voidaan ottaa option arvoa määritettäessä huomioon laskemalla odotusarvo tulevan osinkovirran nykyarvosta ja lisäämällä tämä option muuhun arvoon. Velkaantuneen yrityksen osakepääomalle maksettu osinko nostaa siis osakepääoman arvoa ja laskee vastaavasti lainapääoman arvoa. Vaikutus yrityksen luottoriskipreemioon riippuu luonnollisesti osinkojen määrästä suhteessa yrityksen kokonaispääomaan ja lainapääomaan. Tämä suhde voi olla varsin suuri vähän velkaantuneilla yrityksillä, joten niiden osalta voitonjakopolitiikalla voi periaatteessa olla merkittävä vaikutus luottokelpoisuuteen.

#### 8.4 Kiinteäkorkoiset ja jaksollisesti kuoletettavat lainat

Edellä käsiteltiin yksinomaan nollakuponkityyppisten luottojen hinnoittelua. Samalla todettiin, ettei tämä sinänsä rajoita tarkastelun yleispätevyyttä, koska kaikkien deterministisiä, jaksollisia korko- ja kuoletusmaksuja sisältävien lainasopimusten hinnoittelu voidaan helposti johtaa nollakuponkilainan hinnoittelusäännöstä.

Jaksollisten lainasuoritusten osalta jokainen yksittäinen korko- ja kuoletusmaksu voidaan tulkita nollakuponkityyppiseksi lainaksi, koska se erääntyy maksettavaksi kerralla ja ennalta tunnettuna ajankohtana. Tämän yksittäisen maksun suorittamiseen liittyvää luottoriskiä voidaan hinnoitella samoin periaattein, joita edellä sovellettiin nollakuponkilainan luottoriskin hinnoitteluun. Lainan kokonaisarvo saadaan yksittäisten maksuerien markkinaarvojen summana ja lainan efektiivinen korko voidaan ratkaista markkina- ja nimellisarvosta aiemmin esitetyllä tavalla.

## 8.5 Korkoriskin hinnoittelu ja vaihtuvakorkoiset lainat

Edellä on koko ajan oletettu, että riskiluottojen vertailukohtana ja luotonantajille vaihtoehtoisena sijoituskohteena ovat täysin riskittömät primeluotot, joiden korko on vakio. Reaalimaailman olosuhteita ajatellen oletus riskittömän koron olemassaolosta on ilman muuta melko rajoittava, joskin puolustettavissa pyrkimyksellä luottoriskin mallitarkastelun yksinkertaistamiseen ja sillä, että tietyllä viitekorkosidonnaisuudella korkoriski voidaan eliminoida siten, ettei siitä tarvitse luottoriskin hinnoittelussa välittää.

Rahoitusteorian kirjallisuudessa on varsin vähän käsitelty korkoriskin yhdistämistä luottoriskin hinnoittelumalliin ja näiden kummankin riskin samanaikaista hinnoittelua. Poikkeuksena on Ingersoll (1987), joka tarkastelee kuitenkin vain melko epärealistista tapausta, jossa lyhytaikainen korko noudattaa yksinkertaista satunnaiskulkuprosessia. Tällöin riskiluoton arvossa voidaan erottaa kaksi multiplikatiivista komponenttia, joista toinen ottaa korkojen aikarakenneteoriasta tunnetulla tavalla huomioon korkoriskin hintavaikutuksen ja toinen komponentti ottaa huomioon luottotappioriskin hintaefektin siten, että siihen sisältyy myös lyhytaikaisen koron ja luototettavan yrityksen kannattavuusvaihteluiden välisen korrelaation vaikutus.

Suurten korkovaihteluiden ja säännöstelykauden luottojen laajamittaisen peruskorkosidonnaisuuden takia on ymmärrettävää, että Suomessa valtaosa pankkien luottokannasta on vaihtuvakorkoista ja sidottua joihinkin keskeisiin viitekorkoihin. Tämä käytäntö itse asiassa puolustaa perusmallia johdettaessa tehtyä yksinkertaistavaa oletusta primekoron vakioisuudesta.

Sopimalla luoton koron vaihtuvaksi ja primekorkoon sidotuksi luotonantaja voi eliminoida korkoriskin suhteessa primeluottoon. Tällöin luottotappioriskiä hinnoiteltaessa ei tarvitse välittää korkotason tulevasta kehityksestä ja siihen liittyvästä epävarmuudesta. Näin voidaan perustella edellä tehtyä oletusta primekoron vakioisuudesta, vaikka yleisesti ottaen luottoriskin hinnoittelussa täytyy ottaa huomioon myös korkoriski.

## 9 Yhteenveto

Tutkimuksessa käsiteltiin luottotappioriskin hinnoittelun perusteoriaa tavanomaisesta oppikirjaesityksestä poikkeavalla tavalla. Hinnoittelun arbitraasiperusteet johdettiin riskittömään osakepääomaan johtavan yrityksen velkaantumisasteen avulla, eikä kiertoteitse optiohinnoittelusta kuten rahoitusteorian kirjallisuudessa yleensä tehdään. Perusteorian yhteydessä tarkasteltiin luottoriskipreemion riippuvuutta luototettavan yrityksen kannattavuusvaihteluiden hajonnasta, yrityksen velkaantumisasteesta ja luoton maturiteetista. Teoriaosuudessa myös osoitettiin, että malli soveltuu kannattavuuden suhdannevaihteluiltaan hyvinkin erilaisten yritysten luottojen hinnoitteluun, koska odotettuja kannattavuuden muutoksia ei tarvitse hinnoittelussa ottaa huomioon, vaan ainoastaan odottamattomien kannattavuusvaihteluiden hajonta.

Tutkimuksen keskeinen tavoite oli tuoda esiin metodiset lähtökohdat luottotappioriskin hinnoittelumallin soveltamiselle käytäntöön. Käytännön sovellutuksessa keskeinen lähtökohta on arvio yrityksen kannattavuusriskistä, jonka mittaamisen havainnollistamiseksi estimoitiin kannattavuusvaihteluiden hajonta toimialoittain. Tulosten mukaan kannattavuusriski on ollut suurin talonrakennustoiminnassa.

Lopuksi palattiin jälleen teoreettisiin kysymyksiin ja esitettiin lyhyesti eräitä lisänäkökohtia luottotappioriskin hinnoitteluun. Käsiteltiin muun muassa velkojen etuoikeusjärjestyksen ja yrityksen voitonjaon vaikutusta luottotappioriskin hinnoitteluun, luoton takaisinmaksun viivästymisriskin hinnoittelua sekä korkoriskin huomioonottamista luottotappioriskin hinnoittelun yhteydessä. Näihin seikkoihin ei tässä yhteydessä ollut mahdollista puuttua kuin pintapuolisesti ja niiden osalta tarvitaan lisää tutkimusta.

VIITTEET

Altman E.I., Haldeman R.G. ja Narayanan P. (1977): "ZETA Analysis, A New Model to Identify Bankruptcy Risk of Corporations", Journal of Banking and Finance 1, 29-54.

Black F. ja Scholes M. (1973): "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", Journal of Political Economy 81, 637-654.

Ingersoll J.E. (1987): Theory of Financial Decision Making, Rowman&Littlefield.

Laitinen E.K. (1990): Konkurssin ennustaminen, Vaasan Yritysinformaatio Oy.

Longstaff F.A. (1990): "Pricing Options with Extendible Maturities: Analysis and Applications", The Journal of Finance, Vol. XLV, No.3, July, 935-957.

Merton R.C. (1973): "Theory of Rational Option Pricing", Bell Journal of Economics and Management Science 4, 141-183.

Merton R.C. (1974): "On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates", Journal of Finance 29, 449-470.

Prihti A. (1975): Konkurssin ennustaminen taseinformaation avulla, Acta Academiae Oeconomicae Helsingiensis, Series A:13.

LIITE

Kannattavuuden vaihteluita selittävän mallin estimointitulokset

Päätoimialat	Kertoimien estimaatit				R <sup>2</sup>
	a	b	c	d	
1 Maa- ja metsätalous	44.6 (13.4)	-0.54 (0.20)	0.42 (0.26)	-0.46 (0.22)	.56
2 Kaivannaistoiminta	26.6 (10.1)	-0.74 (0.35)	0.80 (0.19)	-0.30 (0.20)	.82
3 Tehdasteollisuus	20.2 (5.1)	-0.02 (0.08)	0.58 (0.19)	-0.39 (0.18)	.49
4 Sähkö-, kaasu- ja vesihuolto	7.2 (2.9)	-0.05 (0.03)	0.50 (0.21)	-0.06 (0.22)	.65
5 Rakennustoiminta	47.6 (23.8)	0.96 (0.75)	0.91 (0.26)	-0.90 (0.36)	.84
6 Kauppa, ravitsemus- ja majoitustoiminta	9.7 (6.3)	-0.13 (0.14)	0.90 (0.40)	-0.28 (0.38)	.56
7 Kuljetus, varastointi ja tietoliikenne	0.6 (1.1)	0.35 (0.16)	0.57 (0.32)	-0.10 (0.37)	.86
8 Rahoitus-, vakuutus-, kiinteistö- ja liike-elämää palveleva toiminta	5.2 (2.0)	0.00 (0.01)	0.67 (0.38)	-0.30 (0.33)	.35
9 Yhteiskunnalliset ja henkilökohtaiset palvelukset	0.1 (2.6)	0.23 (0.15)	0.87 (0.32)	-0.08 (0.36)	.91
Yrittäjätoiminta yhteensä	12.6 (3.9)	-0.16 (0.06)	0.81 (0.19)	-0.38 (0.19)	.80

Toimialojen 2, 3, 4 ja koko yrittäjätoiminnan havainnot ovat vuosilta 1960-1990, muiden toimialojen havainnot vuosilta 1975-1990 ja asunto-varallisuuden havainnot vuosilta 1970-1990. R<sup>2</sup> tarkoittaa yhtälön selitysastetta. Kertoimien alla suluissa ovat niiden keskihajonnat.



Alatoimialat	Kertoimien estimaatit				R <sup>2</sup>
	a	b	c	d	
11 Maatalous	32.5 (12.8)	-0.47 (0.25)	0.40 (0.29)	-0.34 (0.27)	.53
12 Metsätalous	51.8 (17.4)	-0.24 (0.35)	0.53 (0.27)	-0.48 (0.25)	.55
13 Kalatalous ja metsästys	63.1 (23.5)	0.27 (0.66)	0.53 (0.29)	-0.17 (0.30)	.44
31 Elintarviketeollisuus	15.3 (6.4)	-0.22 (0.11)	0.71 (0.20)	-0.16 (0.20)	.80
32 Tevanake-teollisuus	19.3 (8.8)	-0.26 (0.15)	0.53 (0.21)	-0.04 (0.21)	.63
331 Puutavaran valmistus	27.2 (7.4)	-0.28 (0.27)	0.44 (0.17)	-0.50 (0.17)	.56
332 Huonekaluteollisuus	8.5 (5.7)	0.23 (0.15)	0.59 (0.20)	0.02 (0.20)	.64
341 Paperiteollisuus	10.7 (2.9)	0.17 (0.12)	0.65 (0.17)	-0.56 (0.17)	.68
342 Graafinen teollisuus	19.5 (7.9)	-0.11 (0.15)	0.73 (0.20)	-0.19 (0.19)	.54
35 Kemia teollisuus	24.4 (7.4)	-0.13 (0.11)	0.38 (0.20)	-0.18 (0.20)	.42
36 Savi-, lasi- ja kiviteollisuus	9.4 (5.2)	0.14 (0.12)	0.63 (0.21)	-0.03 (0.21)	.66
37 Metallien perusteollisuus	12.6 (4.2)	0.04 (0.15)	0.72 (0.19)	-0.54 (0.20)	.64
381 Metallituote- ja koneteollisuus	19.5 (8.2)	0.04 (0.12)	0.46 (0.20)	0.02 (0.20)	.43
383 Sähkötekniinen ja instrumenttiteollisuus	11.9 (7.8)	0.16 (0.18)	0.56 (0.20)	0.07 (0.20)	.58
384 Kulkuneuvojen valmistus	20.4 (6.9)	-0.34 (0.21)	0.16 (0.20)	-0.13 (0.20)	.37
39 Muu valmistus	10.3 (10.4)	0.02 (0.24)	0.44 (0.19)	0.32 (0.19)	.68
51 Talonrakennustoiminta	119.4 (39.9)	-0.41 (1.19)	0.97 (0.22)	-0.95 (0.28)	.82
52 Maa- ja vesirakennustoiminta	-15.2 (6.2)	1.14 (0.35)	0.41 (0.30)	0.27 (0.28)	.96

Alatoimialat	Kertoimien estimaatit				R <sup>2</sup>
	a	b	c	d	
611 Tukkukauppa ja agentuuritoiminta	10.7 (4.6)	-0.25 (0.25)	1.03 (0.33)	-0.24 (0.33)	.67
612 Vähittäiskauppa	43.6 (11.2)	-0.83 (0.21)	-0.52 (0.38)	-0.36 (0.29)	.70
63 Ravitsemus- ja majoitustoiminta	-22.7 (7.3)	2.31 (0.56)	-0.09 (0.33)	-0.55 (0.23)	.91
71 Kuljetus ja varastointi	-1.4 (1.8)	0.42 (0.19)	0.39 (0.35)	0.11 (0.39)	.90
72 Tietoliikenne	2.8 (2.1)	0.21 (0.12)	0.73 (0.24)	-0.25 (0.13)	.47
811 Rahoitustoiminta	-18.7 (12.9)	0.87 (0.65)	0.93 (0.31)	0.08 (0.62)	.89
812 Vakuutustoiminta	71.5 (13.1)	-1.95 (0.36)	0.30 (0.19)	-0.63 (0.20)	.88
83 Asuntojen omistus	5.5 (2.7)	-0.09 (0.04)	0.48 (0.32)	-0.10 (0.28)	.74
84 Muu kiinteistötoiminta	2.9 (2.5)	0.28 (0.16)	0.66 (0.33)	-0.37 (0.32)	.82
85 Liike-elämää palveleva toiminta	39.2 (16.3)	-0.68 (0.35)	0.65 (0.30)	-0.06 (0.29)	.74
92 Puhtaanapito	-2.6 (0.8)	0.12 (0.03)	0.29 (0.24)	0.69 (0.27)	.98
931 Opetus- ja tutkimustoiminta	39.8 (9.3)	0.41 (0.17)	-0.03 (0.26)	-0.56 (0.23)	.65
933 Lääkintä- ja eläinlääkintäpalvelu	458.1 (119.8)	-2.60 (0.86)	0.31 (0.26)	-0.64 (0.26)	.68
935 Elinkeino- ja ammattijärjestöt	-24.8 (16.7)	1.59 (0.88)	0.98 (0.40)	-0.44 (0.45)	.90
94 Virkistys- ja kulttuuripalvelutoiminta	26.8 (6.6)	-0.04 (0.12)	0.35 (0.25)	-0.11 (0.22)	.23
95 Kotitalouksia palveleva toiminta	4.9 (5.6)	0.97 (0.61)	0.75 (0.30)	-0.22 (0.31)	.80
Asuntovarallisuuden arvon muutokset	24.2 (9.4)	-0.22 (0.38)	0.66 (0.23)	-0.83 (0.23)	.72



ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)  
THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY  
LÖNNROTINKATU 4 B, SF-00120 HELSINKI

---

Puh./Tel. (90) 609 900  
Int. 358-0-609 900

Telefax (90) 601 753  
Int. 358-0-601 753

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 380 TIMO TIAINEN, Viennin markkinaosuudet ja kilpailukyky Suomen teollisuuden eri toimialoilla 1970-1985. 21.10.1991. 148 s.
- No 381 JUSSI RAUMOLIN, Prospects for Logistics in Europe in the 1990s. 21.10.1991. 24 p.
- No 382 SYNNÖVE VUORI, Teknologiapanosten vaikutukset ja teknologian diffuusio: Kirjallisuuskatsaus. 21.10.1991. 29 s.
- No 383 PEKKA VALKONEN - RAIMO LOVIO: Suomalaiset patenttoijat Yhdysvalloissa 1980-luvulla: Menestyksen suhteellisuus. 21.10.1991. 19 s.
- No 384 ROBERT HAGFORS, Kulutusmenojen arviointia kotitaloustyypeittäin Suomessa vuosille 1960-1985. 04.11.1991. 30 s.
- No 385 GEORGE F. RAY, Innovations Diffused - A Random Walk in History. 15.11.1991. 46 p.
- No 386 HARRI LUUKKANEN, Diffusion of Numerically Controlled Machine Tools in Finnish Engineering Industry. 18.11.1991 37 p.
- No 387 JUHA KETTUNEN, A Programme for Estimating Nonlinear Maximum Likelihood Models with an Application to Duration Models of Unemployment. 27.11.1991. 25 p.
- No 388 JUKKA LASSILA, Tax Threats and Wage Formation. 10.12.1991. 23 p.
- No 389 WILLIAM C. BRAINARD - JAMES TOBIN, On the Internationalization of Portfolios. 10.12.1991. 39 p.
- No 390 RISTO MURTO, Duration, Immunization and Models of the Term Structure of Interest Rates. 27.12.1991. 31 p.
- No 391 VESA KANNIAINEN, Diffusion, R&D and Public Policy: Is it Better to be a First Mover or Fast Second? 14.01.1992. 25 p.
- No 392 RISTO MURTO, Testing Continuous Time Models of the Term Structure of Interest Rates in the Finnish Money Market. 22.01.1992. 42 p.
- No 393 RAIMO LOVIO, The Influence of Foreign Companies on the Birth and Development of the Finnish Electronics Industry. 29.01.1992. 9 p.

- No 394 JUHA KETTUNEN, Time-Dependent in Semi-Parametric Models of Unemployment Duration. 05.02.1992. 27 p.
- No 395 OLAVI LEHTORANTA, Estimating Stocks of Fixed Capital: Methods used in Different Countries. 13.02.1992. 73 p.
- No 396 HANNU JAAKKOLA, The Diffusion of Information Technology in Finnish Industry: State-of-the-art & Analysis. 14.02.1991. 33 p.
- No 397 Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1991. 25.02.1992.
- No 398 OLAVI RANTALA, An Econometric Diffusion Model of Exchange Rate Movements within a Band - Implications for Interest Rate Differential and Credibility of Exchange Rate Policy. 06.03.1992. 19 p.
- No 399 MARKKU KOTILAINEN, Exchange Rate Unions: A Comparison to Currency Basket and Floating Rate Regimes - A Three-Country Model. 09.03.1992. 120 p.
- No 400 VEIJO KAITALA - MATTI POHJOLA, Acid Rain and International Environmental Aid: A Case Study of Transboundary Air Pollution Between Finland, Russia and Estonia. 23.03.1992. 15 p.
- No 401 JUHANI TURKKILA, Tuloverotuksen reaalin kiristyminen Suomessa. 22.04.1992. 36 s.
- No 402 OLAVI RANTALA - PAAVO SUNI, The European Economy, Medium Term Perspectives. 24.04.1992. 26 p.
- No 403 RITA ASPLUND, Education, Experience and Earnings in Finland: Empirical Evidence from a Cross Section of Individuals. 05.05.1992. 33 p.
- No 404 RITA ASPLUND, Education, Experience and Earnings in Finland: Data Analysis and Complementary Estimation Results. 05.05.1992. 58 p.
- No 405 RITA ASPLUND, Human Capital Earnings Functions: A Theoretical Introduction. 05.05.1992. 33 p.
- No 406 MIKA WIDGRÉN, A Game Theoretic Analysis of the Nordic Coalition's Role in the Decision Making of the EC Council of Ministers. 07.05.1992. 21 p.
- No 407 OLAVI RANTALA, Luottotappioriskin hinnoittelu. 01.06.1992. 30 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on rajoitetusti saatavissa ETLAn kirjastosta tai ao. tutkijalta. Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress; they can be obtained, on request, by the author's permission.

E:\seka\DPjulk.chp\01.06.1992