

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Kauppatieteellinen tiedekunta
Laskentatoimi

Ilkka Rinne

**TILIRAHAN ARVOSTAMINEN, KORKORISKIN HALLINTA JA SUOMEN
TALLETUSMARKKINAT**

Työn ohjaaja/tarkastaja: Professori Jaana Sandström
2. tarkastaja: Professori Eero Pätäri

TIIVISTELMÄ

Tekijä:	Ilkka Rinne
Tutkielman nimi:	Tilirahan arvostaminen, korkoriskin hallinta ja Suomen talletusmarkkinat
Tiedekunta:	Kauppätieteellinen tiedekunta
Pääaine:	Laskentatoimi
Vuosi:	2011
Pro gradu -tutkielma:	Lappeenrannan teknillinen yliopisto, 86 sivua ja 13 kuviota
Tarkastajat:	prof. Jaana Sandström prof. Eero Pätäri
Hakusanat:	Tiliraha, talletukset, arvostaminen, korkoriskin hallinta, suojaus
Keywords:	Non-maturity deposit, valuation, interest rate risk management, hedging

Tilirahalla tarkoitetaan matalan koron tilejä, joihin liittyy tallettajan optio nostaa talletus haluamanaan ajankohtana. Tästä huolimatta tilirahan on havaittu olevan pankille kohtalaisen pysyvää rahoitusta. Pitkä keskimääräinen elinikä yhdistettynä matalaan kustannukseen tekee tilirahasta yhden pankin merkittävimmistä tulonlähteistä. Suuri korkomarginaali ja talletuskoron jäykkyys suhteessa markkinakorkotasoon aiheuttavat puolestaan pankille suuren korkoriskin. Tutkielma vastaa kysymykseen mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon tilirahan arvostamisessa ja korkoriskin hallinnassa Suomen talletusmarkkinoilla. Kirjallisuuskatsauksessa esitettyjä tietoja ja niiden soveltuvuutta suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymien kehityksen ennustamisessa arvioidaan lopuksi Suomen Pankista, Eurostatista ja Tilastokeskuksesta saatavien lukujen pohjalta.

Virallisista tilastoista johdettujen arvioiden havaittiin osin poikkeavan kirjallisuuskatsauksessa esitetystä. Syynä tähän nähdään eri maiden väliset erot kotitalouksien säästämiskäyttäytymisessä. Suomessa kotitalouksien käyttäytymistä ei näytä ensisijaisesti ohjaavan taloudelliset vaan eitaloudelliset tekijät kuten parempi likviditeetti. Lisäksi bruttokansantuotteen ja tilirahavolyymien kehityksen välillä havaittiin Suomessa todennäköinen korrelaatio. Alueelliset erot tuleekin huomioida aikaisempia tutkimustuloksia hyödynnettäessä.

ABSTRACT

Author: Ilkka Rinne
Title: Non-maturity deposits valuation, interest rate risk management and Finnish deposit market
Faculty: LUT, School of Business
Major: **Accounting**
Year: 2011
Master's Theses Lappeenranta University of Technology, 86 pages and 13 figures
Examiners: prof. Jaana Sandstrom
prof. Eero Pätäri
Keywords: Non-maturity deposit, valuation, interest rate risk management, hedging

Non-maturity deposits (NMD) are accounts that have no stated contractual maturity but, in practice, they often remain stable for extended periods of time. The long average life time combined with low costs makes non-maturity deposits a major source of income for banks. Interest rate risk on non-maturity deposits is high owing to the high interest margins and to the deposit rate rigidity to market interest rate changes. This thesis answers the question on what factors should be taken into account in valuation and interest rate risk management of non-maturity deposits in the Finnish deposit market. The analysis of the methods is based on the statistics obtained from the Bank of Finland, Eurostat and the Statistics Finland.

The analysis showed some differences in the behavior of the depositors compared to the theory presented in the literature review. This is thought to reflect the national differences in the behavior of the depositors. For Finnish households the financial influences seem to be less important than the nonfinancial value elements such as better liquidity. In the literature the opposite is normally expected. In addition, potential correlation between the gross domestic product and the volume of the non-maturity deposits was found. The regional differences in the behavior of depositors should therefore be taken into account.

ALKUSANAT

Pitkä ja työläs urakka on nyt takana. Työskentely aiheen parissa tarjosi paljon haastetta. Tutkielman tekeminen osoittautuikin vaativammaksi kuin osasin etukäteen kuvitella. Haastavuutta lisäsi se, että kaikki materiaali oli julkaistu englanninkielellä joten käsitteiden kääntäminen suomenkielelle vaati paljon aikaa. Suuri kiitos tyttöystävälleni Tiialle, joka jaksoi kannustaa ja kuunnella minua koko pitkän prosessin ajan. Kiitos myös työn ohjaajalle Jaana Sandströmille saamistani neuvoista. Lisäksi haluan kiittää myös opiskelukaveriani Jussi Häkkistä antamastaan avusta tutkielmaan liittyen. Kiitos myös perheelteni kannustuksesta koko opintojeni ajan.

Kaikille Pro gradu -tutkielmani syntymiseen ja toteuttamiseen välillisesti ja välittömästi vaikuttaneille yhteisesti: "Kiitos".

Helsingissä 22.3.2011

Ilkka Rinne

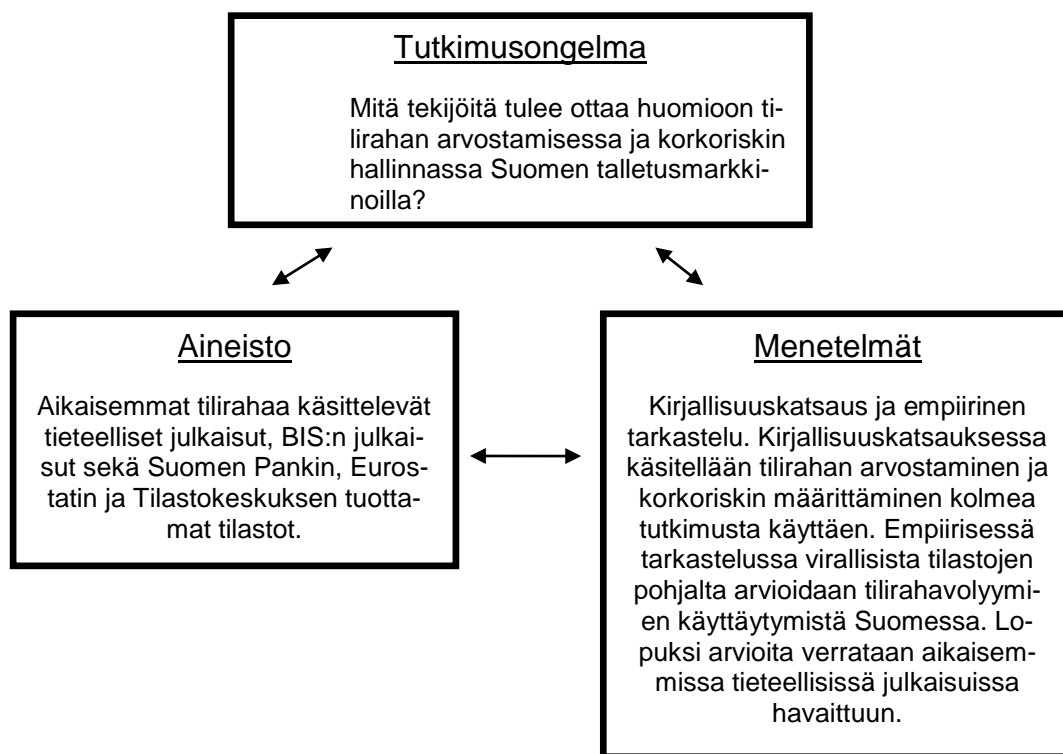
SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1. Taustaa	1
1.2. Tutkimusongelma, tavoitteet ja rajaukset	4
1.3. Tutkimusmenetelmä ja –aineisto	5
1.4. Tutkielman rakenne	7
2. BASEL II –VAKARAISUUSSÄÄNNÖKSET JA KORKORISKI	8
2.1. Yleistä.....	8
2.2. Rahoitustoiminnan korkoriski.....	12
2.2.1. Korkoriskin muodot	14
2.2.2. Korkoriskin vaikutukset	15
2.2.3. Korkoriskin mittaaminen.....	18
2.2.4. Korkoriskin hallinta.....	22
3. TILIRAHAN ARVOSTAMINEN JA KORKORISKIN HALLINTA	26
3.1. Yleistä.....	27
3.2. Yksinkertainen menetelmä	36
3.2.1. Markkinakoron määrittäminen.....	38
3.2.2. Talletuskoron määrittäminen.....	42
3.2.3. Talletusvolyymien määrittäminen.....	42
3.2.4. Tilirahan arvostaminen.....	43
3.3. Multifaktori menetelmä	46
3.3.1. Markkinakoron määrittäminen.....	48
3.3.2. Talletuskoron määrittäminen.....	50
3.3.3. Talletusvolyymien määrittäminen.....	51
3.3.4. Tilirahan arvostaminen.....	51
3.4. Vaihtoehtoinen menetelmä.....	52

3.4.1. Markkinakoron määrittäminen.....	53
3.4.2. Talletuskoron määrittäminen.....	54
3.4.3. Talletusvolyymien määrittäminen.....	55
3.4.4. Tilirahan arvostaminen.....	60
3.5. Korkoriskien hallinta	62
4. TILIRAHAN EMPIIRINEN TARKASTELU	67
4.1. Aineiston kuvaus	67
4.2. Tutkimustulosten analysointi.....	68
5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	76
LÄHDELUETTELO	83

1. JOHDANTO

Tilirahan käyttäytymisen ymmärtäminen ja sen korkoriskin hallinta on tärkeää pankin taseen korkoriskin hallinnan kannalta. Vuoden 2010 lopussa suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymi (talletusvolyymi – määräaikaistalletukset) oli noin 57,5 miljardia euroa muodostaen merkittävän osan pankin varoista. Tilirahan sopimusperusteinen juoksuaika on nolla ja sille maksettava korvaus on selvästi alle markkinakoron. Tästä huolimatta tilirahavolyymien on havaittu säilyvän pitkiä ajanjaksoja. Tässä luvussa kuvataan lyhyesti työn taustaa, tavoitteet, rajaukset ja tutkimusmenetelmä. Kuviossa 1 esitetään tutkimuksen kolmio, joka sisältää kuvauksen tutkimusongelmasta, aineistosta ja käytettävistä menetelmistä.



Kuvio 1: Tutkimuksen kolmio

1.1. Taustaa

“I can predict the motion of heavenly bodies, but not the madness of crowds,” kirjoitti sir Isaac Newton vuonna 1721. Suomen Pankin johtokun-

nan jäsenen Seppo Honkapohjan sanoin: ”on tullut tuskallisella tavalla selväksi, että rahoitusmarkkinoiden rajut nousut ja romahdukset ovat melko säännönmukaisia – eivät mitään harvinaisuuksia” (Suomen Pankki, 2010b).

Pankkitoimintaa karakterisoi neljä kategoriaa. Ensimmäinen, se on tarkasti säädeltyä. Toiseksi, pankit harjoittavat liiketoimintaa molemmilla puolilla tasettaan, aktiivisesti luoden tuottoja sekä lainaamalla että keräämällä pääomaa. Kolmanneksi, pankit ovat jatkuvasti alttiina luottoriskille, mutta myös aktiivisesti tavoittelevat sitä osana liikestrategiaansa. Neljänneksi, pankin tuotot ja varat ovat herkempiä korkoriskille kuin muilla toimialoilla keskimäärin. Pankkitoiminnan rakenteellinen korkoriski aiheutuu saamisten ja velkojen toisistaan poikkeavista korkosidonnaisuuksista ja maturiteeteista. Tilanne, jossa pankki systemaattisesti arvioi tai hinnoittelee riskinsä väärin, voi johtaa jopa pankin vakavaraisuuden vaarantumiseen. (Adams et al., 2010; Frauendorfer & Schürle, 2006)

Kotimaisen yleisön talletukset ovat tärkein rahoituksen lähde Suomen rahalaitoksille. Ne kattoivat vuonna 2009 noin 69 % rahalaitosten myöntämästä lainakannasta. Rahoitusrakenteen erot ovat Suomessa yksittäisten rahalaitosten välillä kuitenkin suuret. Pienten osuus- tai säästöpankkien kohdalla yleisötalletukset kattavat yleensä lähes koko varainhankinnan. Vastaavasti suurilla liikepankeilla yleisön talletukset kattavat keskimäärin noin 60–100 % myönnettyistä lainoista. Syynä suureen painoon on se, että talletukset ovat pankeille markkinarahoitusta halvempi ja vakaampi tapa kerätä rahoitusta. Anto- ja ottolainauksen keskikorkojen välisestä erosta muodostuva korkomarginaali on yksi pankkien merkittävimmistä tulonlähteistä. Talletusten merkitys korostui etenkin vuonna 2008 alkaneen kansainvälisen rahoituskriisin aikana. Samaan aikaan kun varainhankinta rahalaitosten välisiltä markkinoilta kiristyi, Suomessa oleviin rahalaitoksiin virtasi ennätysvauhtia pankille edullista talletusperäistä rahoitusta. Vuoden 2010 lopussa kotitalouksien euromääräinen lainakanta oli 102,2 mrd. eu-

roa ja talletuskanta 74,5 mrd. euroa. (Finanssivalvonta, 2010; Suomen Pankki, 2011a)

Tilirahalla (non-maturity deposits, core deposits) tarkoitetaan tilejä, joihin liittyy tallettajan optio nostaa talletus haluamanaan ajankohtana. Tällaisia ovat erilaiset yön yli -talletukset kuten avistatilit ja käyttelytilit (checking account) sekä muut irtisanomisehtoiset talletukset. Tyypillisesti tilirahalle maksetaan matalaa talletuskorkoa. Korkoriskin hallinnalla pyritään arvioimaan talletuskannan ja korkomarginaalin tulevaa kehitystä ja siten suojaamaan niiden mahdolliselta negatiiviselta kehitykseltä. Korkoriskin hallinta toteutetaan usein joko taseen rakenteen ja korkosidonnaisuuksien suunnittelulla tai korkojohdannaissopimusten avulla. Tilirahan korkoriskin hallinnan toteuttamiseksi tulee tilirahan arvo ja korkoriski määrittää. Tätä varten tarvitaan ennusteet markkina- ja talletuskorkojen sekä talletusvolyymien kehityksestä. Näiden pohjalta voidaan tehokkaasti hallita korkoriskiä. (Finanssivalvonta, 2010)

Tilirahan arvostamisesta ja korkoriskin määrittämisestä on vain pienehkö määrä tutkimuksia. Lisäksi suurin osa niistä käsittelee tilirahan arvostamista amerikkalaisessa pankkitoiminnassa. Nämä tutkimukset keskittyvät usein liaksi investointipankkitoimintaan (investment banking), jonka vuoksi vähittäispankkitoimintaa arvioitaessa (retail banking) tuloksiin tulee suhtautua varauksella. Vähittäispankkitoiminnassa tilirahan merkitys on suurempi. Lisäksi ongelmana on, ettei tutkijoiden keskuudessa ole yksimielisyyttä siitä, kuinka tilirahan arvostamisen ja korkoriskin määrittämisen kannalta keskeisten markkina- ja talletuskoron sekä tilinvolyymien kehityksen ennustaminen tulee toteuttaa. Käytettävän menetelmän tulee olla paitsi tehokas mutta riittävän yksinkertainen käyttää. Osa tutkijoista painottaa tehokkuutta, jolloin riskinä on, että menetelmästä tulee liian raskas käyttää tai se vaatii liikaa asiantuntemusta. Vastaavasti painotettaessa helppokäyttöisyyttä saattaa menetelmä jäädä liian yksinkertaiseksi, jolloin se ei täysin kykene vangitsemaan tilirahaan liittyvää kokonaisuutta.

1.2. Tutkimusongelma, tavoitteet ja rajaukset

Tutkielman aihe on saatu eräältä Suomessa toimivalta pankilta, jossa tilirahan arvostamista, korkoriskin määrittämistä ja korkoriskin hallintaa käsittelevä kirjallisuuskatsaus nähdään mielenkiintoiseksi ja ajankohtaiseksi. Nykyisin ongelmana on, että tilirahaa käsittelevät aikaisemmat tutkimukset eroavat monilta osin toisistaan jonka vuoksi kokonaisuuden hahmottaminen on usein hankalaa. Tutkielman tarkoituksena on tuottaa läpileikkaus tilirahan arvostamisesta, korkoriskin määrittämisestä ja korkoriskin hallinnasta. Lisäksi tutkielmassa toteutettavan empiirisen tarkastelun avulla pyritään selvittämään eroaako suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymien käyttäytyminen tieteellisissä teoksissa esitetystä. Tutkielman aiheesta ei ole aikaisemmin julkaistu suomenkielisiä teoksia. Tutkielman lopputuloksena syntyy alan ammattilaiselle helposti ymmärrettävä katsaus tilirahan arvostamisen, korkoriskin määrittämisen ja korkoriskin hallinnan kokonaisuudesta.

Tutkielma pyrkii vastaamaan kysymykseen, mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon tilirahan arvostamisessa ja korkoriskin hallinnassa Suomen talletusmarkkinoilla. Tutkimusongelma muodostuu alaongelmista, joihin pyritään vastaamaan kirjallisuuskatsauksen ja empiirisen tarkastelun avulla.

Kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Kuinka tilirahalle voidaan määrittää arvo?
2. Kuinka tilirahan korkoriski voidaan määrittää?
3. Kuinka tilirahan korkoriskin hallinta voidaan toteuttaa?

Empiirisen tarkastelun avulla pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Kuinka tilirahavolyymit ovat käyttäytyneet Suomessa?
2. Onko suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymien käyttäytymisessä eroavaisuuksia verrattuna kirjallisuudessa esitettyyn?
3. Mitkä tekijät vaikuttavat suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymien kehitykseen?

Tutkielma keskittyy vähittäispankkitoiminnassa keskeiseen ottolainaukseen ja siinä erityisesti kotitalouksien tiliraha talletuksiin. Yritysten säästämis- ja sijoituskäyttäytymiseen vaikuttaa muun muassa monet kirjanpidolliset ja verotukselliset tekijät, joten ne on pääsääntöisesti rajattu tutkielman ulkopuolelle. Yritysten tiliraha talletusten huomioiminen heikentäisikin tutkimuksen reliabiliteettia ja näin saatujen tutkimustulosten käytettävyyttä. Pankkitoiminnan antolainausta ei tutkielmassa tarkemmin käsitellä. On kuitenkin hyvä tiedostaa sen keskeinen merkitys pankkitoiminnassa. Markkinariskin muita muotoja kuten valuuttariskiä ei tutkielmassa huomioida.

Tilirahan arvostaminen ja korkoriskin määrittäminen pohjautuu pitkälti matemaattisen mallintamiseen. Matemaattisella mallintamisella pyritään luomaan todellisuutta jäljittelevä malli. Sen luotettavuus tarkistetaan validoinnilla. Ennustettaessa esimerkiksi talletusvolyymien käyttäytymistä tehdään perusjoukosta otanta, jonka perusteella voidaan matemaattisen mallin pohjalta määrittää tunnuslukuja, kuten keskiarvoja ja suhdelukuja tiettyjen virhemarginaalien rajoissa. Monimutkaisemmissa menetelmissä tilirahan arvostamisessa käytetään simulointia. Tutkielmassa esitellyt matemaattiset ja simulointimallit otetaan kirjallisuudesta annettuina.

1.3. Tutkimusmenetelmä ja -aineisto

Tutkielma on luonteeltaan kartoittava. Kirjallisuuskatsaukseen on valittu käsittelyyn kolme vaihtoehtoista menetelmää joiden avulla tilirahan arvo ja korkoriski voidaan määrittää. Lisäksi käsitellään muutama tapa suojautua tilirahan korkoriskiltä. Käsittelyssä huomioidaan Basel II -vakavaraisuussäännösten merkitys pankkitoiminnassa ja riskienhallinnassa. Rahoitus toiminnan korkoriskien käsittely pohjautuu Basel-komitean ohjeistukseen (Basel Committee on Banking Supervision, 2004): principles for the management and supervision of interest rate risk.

Tutkimusongelman kannalta tutkimuksen keskeisiä lähteitä ovat Jarrow & van Deventerin (1998), Vasiček, (1977), Neumark ja Sharpe (1992), Janosi et. al (1999). Jarrow & van Deventerin (1998) arvostamismenetelmä on kaikista keskeisin, sillä sen avulla saadaan arvostamisen monimutkaisuutta rajoitettua siten, että jäljelle jää ainoastaan tilirahan koron, lyhyen markkinakoron ja talletusvolyymin arvioiminen. Näiden määrittäminen voidaan toteuttaa monella vaihtoehtoisella tavalla. Asiaa lähestytään tutkielmassa kolmen keskenään hieman erilaisen menetelmän kautta. Tutkielmassa käsiteltävät menetelmät valittiin niissä saatujen tutkimustulosten ja käytettyjen lähestymistapojen perusteella. Pyrkimyksenä oli saada käsittelyyn kolme erilaista lähestymistapaa tilirahan arvostamisessa tarvittavien tilirahavolyymien, talletuskoron ja markkinakoron määrittämiseksi. Syynä tähän on se, että yhtä ja ainoaa oikeaa menetelmää niiden määrittämiseksi ei ole. Näiden julkaisujen avulla saadaan hyvin kuvattua tilirahan korkoriskin hallinnan kokonaisuus ja sen toteuttamiseen liittyvä epävarmuus.

Käsiteltävät menetelmät esitetään Eronen (2008), Dewachter et al. (2006) ja Nyström (2008) tutkielmien mukaisesti. Kussakin tutkielmassa käytetty menetelmä tilirahan koron, lyhyen markkinakoron ja talletusvolyymin määrittämiseksi esitetään tutkielmassa toisistaan erillään siten, että niiden muokkaaminen voidaan toteuttaa helposti. Esimerkiksi Erosen (2008) ja Nyströmin (2008) käyttämä yksinkertainen yhden faktorin korkojen aikarakennemalli voidaan halutessa vaihtaa esimerkiksi Dewachter et al. (2006) käyttämään multifaktori korkojen aikarakennemalliin. Erosen (2008) tutkielmassaan käyttämä yksinkertainen menetelmä käsitellään tässä tutkielmassa laajimmin. Menetelmän etuna on, että se on selkeä ja helposti käytäntöön sovellettavissa. Tutkielmassa esitetään tilirahan arvostamisessa käytetyt yhtälöt siten, että niiden keskeinen sisältö käy ilmi. Käsiteltävien menetelmien keskeinen tehtävä on antaa suunta riskienhallinnalle ja toteutettavalle suojausstrategialle.

Tutkielman empiirisessä tarkastelussa pyritään selvittämään onko suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymien käyttäytymisessä eroavaisuuksia

verrattuna kirjallisuudessa esitettyyn. Empiirisen tarkastelussa analysointi toteutetaan Suomen Pankin, Eurostatin ja Tilastokeskuksen keräämien virallisten lukujen pohjalta. Tutkielmassa arviointi toteutetaan kansantalouden tilaa sekä muun muassa markkinakorkojen, talletusmarginaalien, talletusvolyymien, raha-aggregaattien kehitystä kuvaavien lukujen pohjalta. Tämän jälkeen tarkasteluun valittuja lukuja sisältäviä tietokantoja muokataan sopivaan muotoon jonka pohjalta pyritään selvittämään mahdollinen korrelaatio niiden ja tilirahavolyymien välillä. Pyrkimyksenä on toteuttaa arviointi siten, että se kuvaa mahdollisimman hyvin yleistä kotitalouksien tilirahavolyymien käyttäytymistä suhteessa näihin tekijöihin. Arvioinnista mielenkiintoisen tekee se, että viimeisen kolmen vuoden aikana sekä markkinakoroissa että makrotalouden luvuissa on nähty voimakkaita liikkeitä. Tilanne tarjoaakin hyvän mahdollisuuden selvittää eri tekijöiden välisiä riippuvuussuhteita.

1.4. Tutkielman rakenne

Tutkielman alkuun luvussa 2 käsitellään Basel II – vakavaraisuussäännösten ja sitä tukevan Basel-komitean ohjeistuksen ((Basel Committee on Banking Supervision, 2004) mukaisesti rahoitustoiminnan korkoriski, muodot, vaikutukset ja hallinta. Luvun tarkoituksena on auttaa lukijaa ymmärtämään korkoriskin hallinnan merkitys pankkitoiminnassa. Luvussa 3 käsitellään alkuun yleistä tilirahan arvostamiseen ja korkoriskin määrittämiseen liittyen. Tarkoituksena auttaa lukijaa ymmärtämään tilirahaan liittyvä kokonaisuus. Tämän jälkeen käsitellään muutama tieteellinen julkaisu jotka tarjoavat muutaman vaihtoehdoisen tavan tilirahan arvostamiseen ja korkoriskin määrittämiseen. Luvun lopuksi esitetään muutama tapa toteuttaa tilirahan korkoriskin hallinta. Luvussa 4 arvioidaan suomalaisten kotitalouksien talletuskäyttäytymistä virallisten tilastojen pohjalta. Luvussa 5 esitetään yhteenveto ja jatkotutkimusehdotukset.

2. BASEL II –VAKARAIUUSSÄÄNNÖKSET JA KORKORISKI

Tässä luvussa käydään alkuun lyhyesti läpi yleisesti Basel II – vakavaraisuussäännöksiä ja Basel III – uudistuksen tuomia muutoksia. Käsittely pohjautuu pääsääntöisesti Euroopan parlamentin talous- ja raha-asioiden valiokunnan mietintöön (Basel Committee on Banking Supervision, 2010) ja Suomen Pankin Euro & talous lehtiartikkeliin ”Basel III -uudistus parantaa pankkien riskinkantokykyä” (Vauhkonen J. 2010). Tämän jälkeen käsitellään Baselin pankkivalvontakomitean ohjeistuksen ((Basel Committee on Banking Supervision, 2004) mukaisesti korkoriskin muodot, vaikutukset, mittaaminen ja hallinta.

2.1. Yleistä

Basel II -vakavaraisuussäätelyn kaksi päätavoitetta ovat rahoitusjärjestelmän vakaus ja yleisen edun turvaaminen sekä valvottavien riskienhallinnan edistäminen ja menetelmien kehittämisen tukeminen. Bank for International Settlements (BIS) sääti ensimmäisestä kansainvälisestä vakavaraisuussäädöksestään jo vuonna 1988. Ensimmäisen vakavaraisuussäännöksen Basel I korvannut Basel II julkaistiin vuonna 2007.

Basel II - vakavaraisuussäännösten myötä pankkien riskienhallinnan merkitys on vahvistunut. Siinä vakavaraisuuskehikko muodostuu kolmesta, kiinteästi toisiinsa liittyvästä asiakokonaisuudesta eli pilarista. Pilari 1:n vähimmäisvakavaraisuusvaatimukset koskevat luotto-, markkina-, ja operatiivisia riskejä. Siinä määritellään, kuinka paljon pankilla tulee olla omia varoja kattamaan pankin luottoriskit, markkinariskit ja operatiiviset riskit. Vakavaraisuuskehikon pilari 2 puolestaan velvoittaa kansallisella tasolla valvovaa viranomaista tekemään kokonaisarvion pankkien vakavaraisuuden hallinnasta ja omien varojen riittävydestä suhteessa koko toiminnan riskiprofiiliin ja toimintaympäristön riskeihin. Näin vakavaraisuuden arviointiprosessissa tulee huomioida myös pilari 1:n pääomavaatimusten ulko-

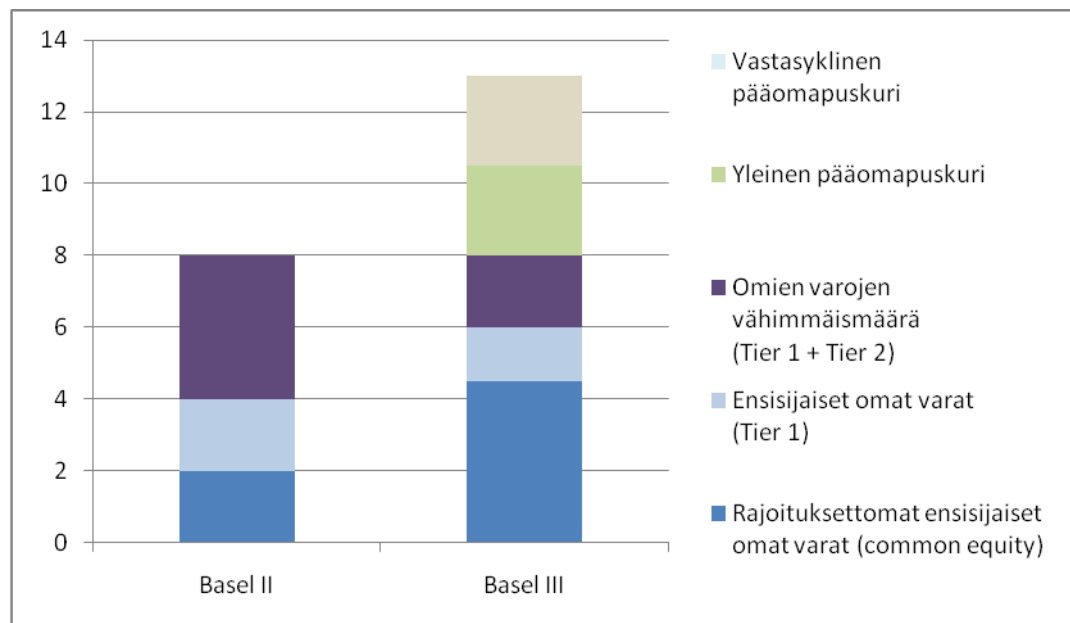
puolelle jäävät riskit. Pilari 3 täydentää kahta ensimmäistä pilaria määrittelemällä julkistamisperiaatteet vakavaraisuusprosessille. Sen keskeisenä tavoitteena on edistää markkinoiden läpinäkyvyyttä liittyen vakavaraisuuteen ja riskeihin. Tutkielman kannalta keskeisimpiä ovat pilarit 1 ja 2. (Basel Committee on Banking Supervision, 2010; Vauhkonen, J. 2010)

Pilari 1 mukaan luottoriskiä vastaan vaadittavien omien varojen vähimmäismäärään vaikuttavat pankin luottoriskillisten tase-erien suuruus ja riskipitoisuus sekä pankin käyttämät tekniikat riskien vähentämiseksi, kuten luottojohdannaiset. Tase-erien riskipitoisuuden määrittelemisessä pankki voi käyttää yksinkertaista luottoriskin standardimenetelmää tai kehittyneempää sisäisten luottoluokitusten menetelmää. Samankaltaisesti määräytyvät myös markkinariskiä ja toimintariskiä vastaan vaadittavat pääomavaatimukset eli näitä riskejä sisältävien tase-erien suuruuden ja riskipitoisuuden perusteella. Pankeilla on näidenkin riskien laskennassa käytettävissään eri laskentamenetelmiä. Pankin vakavaraisuussuhde saadaan jakamalla omat varat luottoriskipainotetuilla, markkinariskipainotetuilla ja toimintariskipainotetuilla saamisilla. Vakavaraisuussuhteen tulee olla yli 8 prosentin vähimmäistason. Pankkien edellytetään ylläpitävän riittävää pääomapuskuria yli pilarissa 1 asetetun vähimmäistason, jolla pankki kattaa pilariin 2 sisältyvät muut pankkitoiminnan riskit ja suhdannevaihteluihin liittyvän makrotaloudellisen riskin. Näin ollen pankin vakavaraisuussuhteen edellytetään käytännössä olevan suurempi kuin edellä mainittu 8 prosenttia. (Vauhkonen, J. 2010)

Vuonna 2007 Yhdysvalloista alkaneen maailmanlaajuisen finanssikriisin myötä Basel II – vakavaraisuussäännöksiä ollaan tarkistamassa. Kokonaisuudistuksen tavoite on korjata finanssikriisin paljastamia vakavia puutteita pankkien sääntelyssä. Pyrkimyksenä on vähentää pankkien riskinottoa ja näin estää vastaavanlaisen kriisin syntyminen jatkossa. Basel III – säännösten on määrä vahvistaa pankkien pääomarakennetta parantamalla pääoman laatua ja lisäämällä sen määrää. Basel III -uudistukset kohdistuvat siis pääasiassa ensimmäiseen pilariin. Basel III – säännösten

on tarkoitus nostaa pankkien ja rahalaitosten oman pääoman minimivaateita, pohjautuen pitkälti vähimmäisomavaraisuusasteen korostamiseen. Talous- ja raha-asioiden valiokunnan mietinnön mukaan: ”rahoitusjärjestelmän monimutkaisuuden vuoksi vähimmäisomavaraisuusasteen käyttäminen on yksinkertainen ja vaikeasti manipuloitava keino pysäyttää liiallisen vivutuksen muodostuminen ja liiallinen riskinotto”. Likviditeettinormien vahvistaminen on tarkistettujen Baselin säännösten olennainen osa. (Basel Committee on Banking Supervision, 2010; Vauhkonen, J. 2010)

Uusien säännösten on määrä astua voimaan siten, että siirtymäkausi alkaa vuonna 2013 ja ne on vietävä kokonaisuudessaan läpi vuoteen 2019 mennessä. Basel III -uudistuksen tavoitteena on parantaa pankkien kriisinsietokykyä ja pienentää järjestelmäriskkejä. Sen myötä kuviossa 2 alimpana olevan rajoituksettomien ensisijaisten omien varojen (common equity) määrä suhteessa riskipainotettuihin saamisiin nousee asteittain nykyisestä 2 prosentista 4,5 prosenttiin. Siihen sisältyy osakepääoma ja kertyneet voittovarot ja rahastot. Lisäksi pankeille tulee uutena vaateena velvollisuus rakentaa erillinen 2,5 prosenttiyksikön suuruinen pääomapuskuri. Lisäksi ensisijaisten omien varojen (ns. Tier 1.) minimivaade nousee asteittain nykyisestä 4 prosentista 6 prosenttiin suhteessa riskipainotettuihin saamisiin. Pääomapuskuri huomioituna tulee pankkien minimipääoma-vaade nousemaan 10,5 prosenttiin nykyisestä 8 prosentista. Kuviossa 2 on esitetty pankin taseen velkapuolen rakenne. Kuviota tulkitaan siten että alimpana olevat varat ovat pankin näkökulmasta parhaita ja pysyvimpiä. (Basel Committee on Banking Supervision, 2010; Vauhkonen, J. 2010)



Kuvio 2: Omien varojen vähimmäismäärät Basel II:ssa ja Basel III:ssa

Riskipainotetut pääomavaatimukset antoivat finanssikriisiä edeltäneinä vuosina liian suotuisan kuvan pankkien riskeistä. Riskiperusteisten pääomavaatimusten rinnalle ollaankin asettamassa uusi vaatimus bruttoperusteisesta vähimmäisomavaraisuusasteesta (leverage ratio), joka määrittelee pankkien omien varojen ja riskipainottamattomien saamisten suhteen vähimmäistason. Pankeilla täytyy vastaisuudessa olla riittävästi omia varoja täyttämään sekä riskiperusteinen vakavaraisuusvaatimus että vähimmäisomavaraisuusvaatimus. Vähimmäisomavaraisuusastetta koskeva vaatimuksen on siten tarkoitus toimia "hätäjarruna" sellaisia tilanteita varten, joissa riskiperusteiset pääomavaatimukset ovat keinotekoisesti pienet. (Vauhkonen, J. 2010)

Baselin III -uudistus asettaa pankkien likvideille varoille ja pankkien varainhankinnan rakenteelle määrälliset rajoitukset. Maksuvalmiusvaatimus (Liquidity Coverage Ratio, LCR) edellyttää pankkeja pitämään taseissaan nopeasti ja pienin kustannuksin käteiseksi muunnettavissa olevia varoja määrän, joka riittää kattamaan pankin lyhytaikaisten velkaerien voimakkaan ulosvirtauksen 30 päivän pituisessa likviditeettikriisitilanteessa. Likvidejä varoja tulee siis olla sitä enemmän, mitä enemmän pankilla on ly-

hytaikaisia velkaeriä, jotka voidaan vetää pois tai olla uusimatta 30 päivän aikana. (Vauhkonen, J. 2010)

Useita rahoituskriisejä edeltää pankkien ja muiden rahoitusyriytysten lyhytaikaisen velkarahoituksen liiallinen kasvu. Maturiteettitransformaatio, eli lyhytaikaisten talletusten ja muun lyhytaikaisen velkarahoituksen muuntaminen pitkäaikaisiksi lainoiksi, on yksi pankkien tärkeimmistä tehtävistä. Liiallinen ja liian nopeasti kasvava maturiteettitransformaatio voi kuitenkin johtaa liialliseen luotonantoon ja varallisuushintojen kestämättömän nopeaan kasvuun. Tällaisen kehityksen estämiseksi pankeille asetetaan uusi pysyvän varainhankinnan vaatimus (Net Stable Funding Ratio, NSFR). Sen tavoitteena on saada pankit rahoittamaan pitkäaikainen luotonantonsa keskimäärin riittävän pitkäaikaisella rahoituksella. Mitä vaikeammin pankin varat ovat kriisitilanteessa muunnettavissa käteiseksi tai käytettävissä lyhytaikaisen varainhankinnan vakuutena, ts. mitä epälikvidimmät varat ovat, sitä enemmän pankilta vaaditaan pitkäaikaista pysyvää rahoitusta. Mitä enemmän pankin taseessa on esimerkiksi varsin epälikvidejä kotitalousluottoja, sitä suuremman osan pankin rahoituksesta tulee olla pitkäaikaista, yli vuoden pituista rahoitusta. (Vauhkonen, J. 2010)

2.2. Rahoitustoiminnan korkoriski

Rahoitustoiminnan korkoriskillä tarkoitetaan pankin kaikkia muita kuin suoranaiseen kaupankäyntitoimintaan liittyviä korkotason muutoksista aiheutuvia riskejä. Rahoitustoiminnan korkoriski on pankkien kannalta yksi merkittävimmistä markkinariskien muodoista. Basel II mukaan pankin tulee itse tunnistaa, analysoida ja varata riittävästi pääomaa sen kattamiseksi. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Korkoriski on osa markkinariskiä, joka realisoituu, jos korkotason muutoksella on negatiivinen vaikutus pankin taseeseen tai tuottoihin. Korkoriski on siis epävarmuutta korkorakenteen tulevasta kehityksestä. (Hirvinen,

s.13). Korkoriskin ottaminen on osa pankkitoimintaa, mutta sen tulee olla hallittua. Pankit yleensä määrittävätkin limiitit joiden sisällä riskiä voidaan ottaa. Korkoriskin ottaminen voi olla jopa olennainen osa pankin kannattavuutta ja keskeinen tekijä osakkeenomistajien omituksen arvon lisäämisessä. Ilman korkosuojausta muutoksilla korkotasossa on vaikutusta sekä pankin korkotuloihin ja kuluihin että varoihin ja velkoihin. Tehokas riskienhallintamenetelmä, joka pitää korkoriskin halutulla tasolla on välttämätön pankkitoiminnan vakaudelle. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Basel-pankkivalvontakomitea (Basel Committee on Bankin Supervision) on laatinut vuonna 1997 listan suositeltavista korkoriskin hallinnan toimintaperiaatteista. Lista koostuu johdon korkoriskin valvonnan periaatteista, riittävästä riskienhallinnan periaatteista ja menetelmistä, riskien mittaamisesta, monitoroinnin ja hallinnan toimista, sisäisestä hallinnasta, tiedonannosta valvoville viranomaisille, pääoman riittävydestä, korkoriskin tiedottamisesta sekä suosituksista korkoriskin valvontamenetelmien ajantasaisuudesta. Listan mukaan pankin korkoriskinhallinnan periaatteet ja menetelmät tulee olla selkeästi määritelty ja yhteensopivia toiminnan luonteen ja monimutkaisuuden kanssa. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Basel-komitea nimeää neljä korkoriskin muotoa: uudelleenhinnoitteluriski (repricing risk), korkokäyräriski (yield curve risk), basis riski (basis risk) ja optionalisuusriski (optionality risk). Kaksi tyypillisintä pankin korkoriskille altistumisen arvioimisen näkökulmaa ovat nykyarvon näkökulma (the economic value perspective) ja tuottonäkökulma (the earnings perspective). Nykyarvon näkökulma keskittyy pankin nettokassavirtojen arvostamiseen ja tuottonäkökulma puolestaan markkinakorkotason muutosten vaikutukseen pankin lähitulevaisuuden tuotoissa. Basel-komitea määrittelee korkoriskin seuraavasti: "Korkoriski on pankin taseen altistumista korkotason vastakkaisille liikkeille". (Basel Committee on Banking Supervision, 2004; Finanssivalvonta, 2006)

2.2.1. Korkoriskin muodot

Huomattava markkinariski pankeille on rahoitustaseen korkoriski, joka syntyy ensisijaisesti henkilö- ja yritysasiakaslähtöisestä liiketoiminnasta. Rahoituksen välittäjinä pankit altistuvat korkoriskille monin tavoin. Seuraavaksi käsitellään neljä keskeisintä korkoriskin muotoa

Uudelleenhinnoitteluriski: Ensisijainen ja usein käsitelty korkoriskin muoto, joka aiheutuu jaksotuseroista maturiteeteissa (kiinteäkorkoisissa) ja uudelleenhinnoittelussa (vaihtuvakorkoiset) pankin varojen, velkojen ja taseen ulkopuolisten erien positioissa. Lyhykäisydessään kyse riskistä, ettei eräänntyviä sijoituksia voida sijoittaa uudelleen samalla tuotolla. Jaksotuserot ovat osa pankkitoimintaa, mutta hallitsemattomana ne altistavat pankin tuotot ja taloudellisen arvon (underlying economic value) ennakoimattomalle vaihtelulle korkotason muuttuessa. Esimerkiksi tilanne, jossa pankki rahoittaa pitkäaikaisen kiinteäkorkoisen lainan lyhytaikaisilla talletuksilla, voi johtaa sekä nykyisten positioiden tuottojen että sen perustana olevan arvon heikkenemiseen korkotason noustessa. Tämä johtuu siitä, että antolainauksesta saatavat tuotot ovat sidottu tiettyyn kohtalaisen kiinteään viitekorkoon, kun taas ottolainauksen vaihtuvakorkoinen kustannus on herkempi korkotason muutoksille. ((Nikkinen et al., 2002; Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Korkokäyräriski: uudelleenhinnoittelun yhteensopimattomuus voi altistaa pankin taseen tuottokäyrän (= korkokäyrän) kaltevuuden tai muodon vaihteluille. Kyseessä on siis riski siitä, että markkinakoron muutoksilla voi olla erilainen vaikutus samankaltaisiin instrumentteihin, joilla erilaiset maturiteetit. Korkokäyräriski toteutuu kun odottamattomilla tuottokäyrän muutoksilla on vastakkainen vaikutus pankin tuottoihin ja sen perustana oleviin nykyarvoihin. Esimerkiksi markkinakoron muutos voi heijastua 10 vuoden velkakirjan arvoon eritavoin kuin 5 vuoden velkakirjaan. Pitkään positioon perustuva nykyarvo 10 vuoden valtionvelkakirjasta, joka on suojattu lyhyen position 5 vuoden valtionvelkakirjalla, voi pudota voimakkaasti tuotto-

käyrän jyrkentyessä. Tämä siis vaikka positio olisi suojattu rinnakkaisilta tuottokäyrän liikkeiltä. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Korkoperusteriski: toiselta nimeltään basis riski, jolla tarkoitetaan suojattavan position ja suojausinstrumentin eri korkosidonnaisuutta. Riski siitä, että varojen ja velkojen korot muuttuvat samanaikaisesti, mutta eri määräisesti. Kyseessä on epätäydellinen korrelaatio eri instrumenttien saatavien ja maksettavien korkojen yhteensovittamisessa tilanteessa, jossa muutoin samat uudelleenhinnoitteluominaisuudet. Esimerkiksi tilanne, jos keskuspankin velkasitoumus (Treasury bill) rahoitetaan uudelleenhinnoitteluominaisuuksiltaan samanlaisella talletuksella. Talletusten korko ja velkasitoumuksen korko ei välttämättä kuitenkaan seuraa yhtenäisesti markkinakorkojen vaihtelua. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Optionalisuusriski: riski joka aiheutuu epäsuorista (implicit) ja suorista (explicit) optioista pankin varoissa ja veloissa. Pohjautuu muun muassa lainojen ennakkomaksuihin tai talletusten ennaikaisiin nostoihin. Optio tarjoaa haltijalleen oikeuden mutta ei velvollisuutta ostaa, myydä tai josain tilanteissa muuttaa instrumentin kassavirtaa. Tilirahaan liittyy tällaisia kytkettyjä johdannaisia (embedded options), jotka antavat tallettajalle mahdollisuuden nostaa rahat koska tahansa. Optionalisuusriskin huomiotta jättäminen voi olla omiaan aiheuttamaan merkittävää riskiä myyjäosapuolelle, sillä kyseinen optio käytetään yleensä kun ostaja pääsee myyjän kustannuksella hyötymään siitä. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

2.2.2. Korkoriskin vaikutukset

Muutoksilla korkotasossa voi olla haitallisia vaikutuksia sekä pankin varojen nykyarvoihin että tuottoihin. Yleisesti tuottotason ja velkakirjan hinnan välinen korrelaatio on negatiivinen. Basel-komitean mukaan pankin korko-

riskin arvioimiseksi on olemassa kaksi erillistä, mutta toisiaan täydentävää näkökulmaa. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Tuottonäkökulma: analyysi painottaa korkotason liikkeiden vaikutusta kertyneisiin ja raportoituihin tuottoihin. Tämä on tyypillinen tapa, jolla pankit arvioivat korkoriskiään. Tuottojen variaation määrittäminen on tärkeä osa korkoriskianalyysia, koska alentuneet tuotot ja aiheutuneet tappiot voivat olla uhka pankin taloudelliselle vakaudelle. Tilanne jossa markkinat menettävät luottamuksen pankkiin ja sen kykyyn hallita riskejään, voi johtaa pankin vakavaraisuuden vaarantumisen. Vuonna 2007 alkanut finanssikriisi antoi hyvän esimerkkiä siitä mihin tilanne, jossa pankkitoiminta menettää markkinoiden luottamuksen, voi johtaa. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Korkokate, eli korkotuottojen ja korkokulujen erotus, on tekijä joka on saanut perinteisesti paljon huomiota. Tämä johtuu korkokatteen merkityksestä pankkien ansainnassa. Todellista tuloa laskettaessa tulee huomioida myös tilien ylläpidosta aiheutuvat kustannukset. Yleisen markkinakoron ja tileille maksettavan talletuskoron erotuksesta muodostuu pankkien ja rahoituslaitosten ansaintalogiikan kannalta keskeinen korkomarginaali. Korkomarginaali ilmaistaan prosenttisyksikkönä. Korkomarginaalin merkitystä suomalaisten pankkien pankkitoiminnassa kuvastaa se, että viime vuosien aikana korkokate on muodostanut 50 – 70 prosenttia pankkien kaikista nettotuotoista ollen näin pankkien merkittävin tuottoerä. Pankit pyrkivätkin pitämään korkomarginaalinsa leveänä, jolloin luottojen ja talletusten kasvu lisää niiden korkokatetta. Usein kova kilpailu ja pyrkimys nopeaan kasvuun johtavat korkomarginaalin kaventumiseen.

Suomalaisten pankkien korkokate pohjautuu paljolti tyypilliseen pankkitoimintaan eli kotitalouksien, yritysten ja julkisyhteisöjen luottoihin sekä talletuksiin. Esimerkiksi vuonna 2009 korkotuotoista 77 % oli peräisin luotonannosta yleisölle ja julkisyhteisöille ja 44 % korkokuluista yleisölle ja julkisyhteisöille maksetuista talletusten koroista. Suomen erityispiirteitä

ovat kireän pankkikilpailun aiheuttamat matalat marginaalit ja lähes kaikkien asuntolainojen vaihtuvakorkoisuus. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004; Finanssivalvonta, 2010)

Nykyarvon näkökulma: nykyarvon näkökulma tarjoaa laajemman näkökulman korkotason muutoksista aiheutuviin pitkän aikavälin vaikutuksiin kuin tuottonäkökulma. Se huomioi korkotason vaihtelun mahdolliset vaikutukset kaikkien tulevien kassavirtojen nykyarvoissa ja näin osoittaa paremmin korkotason vaihtelun vaikutukset pankin kokonaispositioon. Markkinakorkojen vaihtelulla voi siis olla vaikutusta pankin taseeseen varojen ja velkojen sekä taseen ulkopuolisten erien nykyarvoihin. Pankin taseen nykyarvojen herkkyys korkotason heilahteluille on erityisen tärkeä näkökohta osakkeenomistajille, johdolle ja valvoville viranomaisille. Nykyarvo on tulevien kassavirtojen nykyarvo diskontattuna markkinakorolla. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Realisoitumattomat tappiot: arvioidessaan korkoriskin määrää, jolle pankki saa altistua, tulee laskelmissa ottaa huomioon myös menneen korkokehityksen mahdollinen vaikutus tulevaan suoriutumiseen. Erityisesti instrumentit, jotka eivät ole markkinaperusteisia, voivat aiheuttaa realisoitumattomia tuottoja tai tappioita riippuen menneestä korkotason kehityksestä. Näillä tuotoilla tai tappioilla voi olla vaikutusta pankin tuottoihin ajan myötä. Esimerkiksi matalan korkotason aikana ostettu kiinteäkorkoinen pitkäaikainen laina, jonka takaisinmaksu lähestyy tilanteessa, jossa lainarahan hinta on korkeampi, vähentää pankin resursseja. Tämä siksi, että pankki joutuu maksamaan nykyisestä lainarahastaan korkeampaa korkoa kuin mitä se tulee saamaan aikaisemmasta kiinteäkorkoisesta pitkäaikaisesta sijoituksestaan. Pankille siis aiheutuu korkotappiota velkakirjan erääntyessä. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

2.2.3. Korkoriskin mittaaminen

Tässä osiossa käsitellään keskeiset korkoriskin mittaamisen menetelmät. Menetelmät käsitellään ainoastaan keskeisten piirteiden osalta. Tarkempi määrittely on löydettävissä, muun muassa Nikkinen et al. (2002) tai Hull (2009) teoksista. Korkoriskin mittaamisessa tarkoituksena on selvittää kuinka yksittäisen velkakirjan tai koko salkun arvo muuttuu korkotason muuttuessa esimerkiksi yhdellä prosenttiyksiköllä. Basel II -säännösten mukaan pankin käyttämän mittausmenetelmän on huomioitava edellä mainitut uudelleenhinnoittelu-, korkokäyrä-, korkoperuste- ja optionalisuusriskit luotettavalla ja riittävän tarkalla tavalla. Velkakirjan maturiteetti on tärkein korkoriskin suuruuteen vaikuttava tekijä. Korkoriskin mittaamisen tekniikat vaihtelevat yksinkertaisista maturiteetti/uudelleenhinnoittelutaulukoinnista nykyisten tase ja taseen ulkopuolisten erien positioiden tilastollisiin simuloiteihin. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Korkoriskin mittaamisen menetelmistä osa soveltuu sekä tuottonäkökulmaan että nykyarvonäkökulmaan ja osa vain toiseen. Menetelmät myös eroavat korkoriskin arvioimisen syvyyden suhteen. Yksinkertaisimmat menetelmät on tarkoitettu pääasiassa maturiteetti-/uudelleenhinnoitteluriskin arvioimiseen. Monimuotoista liiketoimintaa harjoittaville pankeille yksinkertaiset lineaariset menetelmät eivät ole riittävän tarkkoja riskien kuvaamiseen. Tällöin pankin tulee käyttää monimutkaisempia menetelmiä, jotka kykenevät arvioimaan huomattavasti laajemmin korkoriskille altistumista. Seuraavassa käydään lyhyesti läpi muutama korkoriskin mittaamisen menetelmä. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

GAP –analyysi: yksi vanhimmista edelleen laajalti käytössä olevista menetelmistä pankin korkoriskin mittaamiseen. Kyseessä on yksinkertainen lineaarinen menetelmä, jossa käytetään maturiteetti/uudelleenhinnoittelutaulukotusta (maturity/repricing schedule) luomaan yksinkertaisia indikaatioita tuottojen, nykyarvojen ja taseen ulkopuolisten erien korkoriskiherkkydestä. Analyysissa käytetty arvio korkotason muutoksen voimak-

kuudesta voi pohjautua useisiin tekijöihin, kuten kokemukseen, simulaatioihin mahdollisista tulevista korkotason muutoksista tai pankin johdon arviioon. Lineaariset GAP-analyysit eivät ole riittävän tarkka menetelmä monimuotoista liiketoimintaa harrastavien pankkien riskien kuvaamiseen. Menetelmä huomioi korkoriskin muodoista ainoastaan uudelleenhinnoitteluriskin. Menetelmä ei myöskään kykene huomioimaan esimerkiksi tilirahaan liittyvää optioita. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Duraatio: suhdeluku, joka on lähellä lainan keskimääräistä juoksu-aikaa. Se mittaa koronmuutosten aiheuttamia riskejä. Duraatio on instrumentin markkina-arvon nykyarvon prosentuaalinen muutosherkkyys pienille korkotason muutoksille. Suurempi duraatio kuvaa suurempaa altistumista korkoriskille. Duraation suuruuteen vaikuttavat maturiteetti, aika uudelleenhinnoitteluhetkeen sekä ennen erääntymistä maksettavien kuponkimaksujen suuruus. Matemaattisesti ajatellen duraatio on joukkovelkakirjan hinnan ja maturiteettituoton välistä suhdetta kuvaavan funktion derivaatta. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Duraatio soveltuu huonosti riskienhallinnan välineeksi instrumenteille, jotka sisältävät kytkettyjä optioita (embedded options). Tällaisia ovat muun muassa velkakirjat, joihin sisältyy osto- tai myyntioptioita. Jotta kytkettyjä optioita sisältävä velkakirja voidaan hinnoitella, tulee velkakirjan arvo määrittää optiohinnoitteluteorian avulla. Näin saadaan laskettua velkakirjan delta, joka vastaa duraatiota. Delta käsitellään tarkemmin myöhempanä. Kytkettyjä optioita sisältävien velkakirjojen riskiä voidaan arvioida käyttäen efektiivistä duraatiota. Efektiivinen duraatio on diskreetti arvio velkakirjan arvon kaltevuudesta koron funktiona. Esimerkiksi 1000 € arvoisen velkakirjan, jonka haltija voi lunastaa nimellisarvoonsa milloin tahansa ennen maturiteettiaan (amerikkalainen myyntioptio), arvon herkkyys korkotason muutoksille on erilainen verrattuna tavalliseen velkakirjaan, jossa on muuten samantyyppiset kassavirrat. Tällaisen velkakirjan hinta ei missään vaiheessa laske alle 1000 € (vastapuoliriskiä ei huomioida), huolimatta siitä miten korkealle markkinakorkotaso nousee. Efektiivinen duraatio sopiiinkin

paremmin tiliraha tyyppisten talletusten arvioimiseen. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Efektiiivinen duraatio saadaan laskettua kaavan (2.1) mukaisesti:

$$\frac{V_{-\Delta y} - V_{+\Delta y}}{2(V_0)\Delta y}, \quad (2.1)$$

jossa Δy on korkotason muutos ja $V_{-\Delta y} - V_{+\Delta y}$ on arvonmuutos, joka aiheutuu korkotason noustessa tai laskiessa Δy :n verran. Tulee huomata, että tämä arvo vaihtelee käytettäessä eri Δy :n arvoja.

Efektiiivinen duraatio edellyttää binominalisen puun käyttöä optio-oikaistun spreadin (OAS) laskemiseksi. Menetelmässä simuloidaan instrumentin hinnanmuutokset suhteessa annettuihin korkotason muutoksiin. Siinä riskipainot mallinnetaan jokaiselle aikasidonnaisuudelle pohjautuen tiettyyn skenaarioon muuttuvista markkinoista ja sen vaikutuksista hypoteettisten instrumenttien todellisiin prosentuaalisiin markkina-arvojen muutoksiin. Efektiiivinen duraatio määrittää duraatiota paremmin hinnan muutosten epälineaarisuudet, jotka aiheutuvat suurista muutoksesta markkinakoroissa. Deltaa käyttäen efektiiivinen duraatio saadaan kaavan (2.2) mukaisesti:

$$D_{\text{efektiiivinen}} = \frac{1}{V} * \delta \quad (2.2)$$

Portfolion arvonmuutos voidaan laskea kaavan (2.3) pohjalta:

$$\Delta P = \sum_{i=1}^n S_i \delta_i * \Delta x_i, \quad (2.3)$$

jossa δ on position delta, S portfolion arvo ja Δx on markkinakorkotason prosentuaalinen muutos. Efektiiivinen duraatio siis mittaa muutosta kassavirroissa joka esiintyy instrumentissa. Keskimääräinen efektiiivinen duraatio on portfolion kiinteän tuoton sijoitusten duraatioiden painotettu keskiarvo. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Duraatiota käytetään tyypillisesti herkkyyssanalyseissa, joissa selvitetään esimerkiksi kuinka korkotason muutokset vaikuttavat varoihin tai velkoihin. Herkkyyssanalyysin tyyppejä ovat muun muassa osittaiserkkyyssanalyysi, parhaimman ja huonoimman tapauksen analyysi sekä Monte Carlon – herkkyyssanalyysi. Menetelmää voidaan käyttää korkotason muutoksen vaikutusten arvioimiseen pankin nykyarvoissa soveltamalla herkkyysspainotuksia jokaiselle aikasidonaisuudelle. Menetelmän luotettavuutta saadaan parannettua käyttämällä duraation sijasta efektiivistä duraatiota. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Delta: mittaa johdannaisen hinnan herkkyyttä korkotason (tuottovaatimuksen) muutoksille. Instrumentin delta δ on arvofunktion matemaattinen derivaatta suhteessa sen perustana olevaan hintaan kuvion (2.4) mukaisesti:

$$\delta = \frac{\Delta V}{\Delta y},$$

(2.4)

jossa ΔV on instrumentin arvon muutos ja Δy on korkotason/tuottovaatimuksen muutos. Delta on tyypillisesti epälineaarinen funktio. Usein käytetään kuitenkin lineaarista arviota deltasta.

Konveksisuus: viittaa epälineaariseen muutokseen instrumentin hinta/tuotto suhteessa ilman optioita tai optioiden kanssa. Yleisesti parhaiten sopiva paraabeli saa kaavan (2.5) mukaisen muodon:

$$\frac{dV}{V} = Ddy + \frac{1}{2} \frac{\Delta^2 V}{\Delta y^2} \frac{1}{V} dy^2,$$

(2.5)

jossa P on instrumentin hinta. Kaavan toinen termi mittaa konveksisuutta kertaa juoksuajan maturiteetin muutoksen neliö. Konveksisuus ilmaistaan tyypillisesti kaavan (2.6) mukaisesti:

$$\frac{\Delta^2 V}{\Delta y^2} \frac{1}{V}$$

(2.6)

Konveksisuus mittaa portfolion kaarevuutta ja sitä voidaan käyttää parantamaan tekijöiden suhdetta. Konveksisuus saadaan laskettua ottamalla hinnan ja maturiteettituoton välistä suhdetta kuvaavasta funktiosta toinen derivaatta. Yhteen sovittamalla konveksisuus ja duraatio, pankki voi immunisoida portfolionsa suhteellisen suuriltakin vastakkaisilta muutoksilta. Arvioitaessa hinnan kehitystä voimakkaiden kurssimuutosten aikana tulee konveksisuus ottaa huomioon. Käytettäviä arvoja tulee päivittää säännöllisesti, sillä ne muuttuvat ajan kuluessa ja velkakirjan tuottovaatimuksen muuttuessa.

2.2.4. Korkoriskin hallinta

Tilirahaan liittyvä tallettajan optio nostaa talletus aiheuttaa volyyimiriskin. Sen suojaaminen vaatii olettamusten tekemistä tulevien kassavirtojen määrästä ja ajoituksesta. (Frauendorfer & Schürle 2006) Korkoriskin hallintaa voidaan toteuttaa hajauttamalla lainat eri korkosidonnaisuuksiin tai käyttämällä johdannaisia. Esimerkiksi koronvaihtosopimusta käyttäen voidaan rahoitusvelvoitteiden luonnetta muuttaa. (Brealey et al., 2006) Tässä luvussa käydään läpi muutama korkoriskin hallinnan menetelmä.

Immunisointi: sen avulla rahoituslaitokset suojautuvat korkoriskiltä yhteen sovittamalla varojen ja velkojen keskimääräiset duraatiot. Immunisoinnin tarkoituksena on muodostaa sellainen velkakirjaportfolio, jonka nykyarvo reagoi koron muutoksiin samassa suhteessa kuin tulevat maksusitoumusten nykyarvo. Duraatioanalyysin avulla voidaan siis varmistaa, ettei pienillä vastakkaisilla muutoksilla korkotasossa ole suurta vaikutusta portfolion varojen tai velkojen arvoihin. Se ei kuitenkaan immunisoi portfoliota eirinnakkaisilta muutoksilta (non parallel shifts) lyhyissä koroissa (zero curve). Tämä onkin menetelmän heikkous. Käytännössä lyhyet korot ovat

volatilimpia ja ne eivät täysin korreloi pitkien korkojen kanssa. Lyhyet ja pitkät korot voivat liikkua myös eri suuntiin. Hyvän suojaustason varmistamiseksi immunisoinnin tulisikin olla vain yksi osa rahoituslaitosten korkoriskin hallintaa. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Value at Risk (VaR): työkalu riskien vaikutusten mittaamiseen. Se on suurin mahdollinen tappio, joka salkulle voi tietyllä luottamustasolla tietynä tarkastelujaksona aiheutua. VaR -analyysin etuna on se, että se on helpposti ymmärrettävissä. Esimerkiksi VaR luku 95 % luottamustasolla kuvaa 95 % todennäköisyydellä normaaliolosuhteissa suurinta mahdollista muutosta tarkasteluajanjaksolla. Se lasketaan muodostamalla portfolion arvonmuutoksen todennäköisyysjakauma ja valitsemalla haluttu kvantiili. Se on yleinen salkunhoitajien ja yritysten treasuryyn sekä valvovien viranomaisten riskienhallintamittari. VaR -luvun laskemisen lisäksi voidaan teettää stressitestejä, joilla selvitetään kuinka portfolio käyttäytyisi erittäin voimakkaiden markkinaliikkeiden tilanteissa. Testauksessa voidaan käyttää historiatietoja tai arviota tulevasta kehityksessä hyväksi. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Historiallinen simulointi on yksi suosituimmista menetelmistä VaR luvun määrittämiseksi. Siinä käytetään menneitä tapahtumia tulevaisuuden tapahtumien määrittämiseen. Ensimmäisessä vaiheessa valitaan tekijä, esimerkiksi markkinakorkotasoa, jonka oletetaan vaikuttavan portfolion arvoon. Esimerkiksi laskettaessa portfolion 1 päivän VaR 99 % luottamustasolla 500 päivän tietojen pohjalta, tulee kerätä tiedot markkinakorkojen muutoksesta viimeiseltä 500 päivältä. Näin saadaan 500 vaihtoehtoa päivittäisestä muutoksesta, jonka pohjalta laaditaan skenaariot. Jokaisessa skenaariossa lasketaan euromääräinen muutos portfoliossa kyseisen päivän ja seuraavan päivän suhteen. Näin saadaan määriteltyä todennäköisyysjakauma päivittäisestä muutoksesta portfolion arvossa. Viidenneksi huonoin päivittäinen muutos on jakauman ensimmäinen prosenttiyksikkö. Näin saadaan arvio siitä, että 99 % todennäköisyydellä päivittäinen tappio ei ole suurempi kuin VaR-estimaatti. Kyseessä on yksinkertainen estimoin-

timenetelmä tulevien arvojen määrittämiseksi. Menetelmä perustuu olettamukseen historiatietojen käytettävyydestä tulevien arvojen ennustamisessa.

VaR-luku voidaan määrittää myös käyttämällä monimutkaisempia lineaarisia menetelmiä. Monte Carlo-simulointia käytetään VaR:n laskennassa, kun salkussa on optioita, jotka tekevät sen tuottojakauman ei-normaaliksi. Siinä historiatietoja hyväksikäyttäen luodaan esimerkiksi markkinakorkojen kehitystä mahdollisimman hyvin jäljittelevä malli. Sen perusteella voidaan laskea esimerkiksi korko-option arvonmuutos VaR:n laskentaperiodin aikana.

Koronvaihtosopimus (korkoswap): kahden osapuolen välinen vakioimaton johdannaissopimus korkomaksujen vaihtamisesta keskenään, kiinteäkorkoisesta vaihtuvakorkoiseen tai toisin päin. Koronvaihtosopimuksen taustalla on osapuolten erilainen näkemys korkojen tulevasta kehityksestä. Koronvaihtosopimus voidaan mieltää sarjaksi osittain limittäisiä termiinisopimuksia, jonka vuoksi se luokitellaan termiinityyppisiin johdannaisiin. Pyrittäessä rakentamaan tehokas suojaus esimerkiksi tilirahan korkoriskiltä tulee koronvaihtosopimuksen parametrit sovittaa tileihin sopiviksi. Koronvaihtosopimuksilla on keskeinen riskienhallinnan merkitys korkoriskiltä suojauduttaessa. Sen avulla pankki voi parantaa rahoituskustannusten tai tuottojen ennustettavuutta. Koronvaihtosopimuksen arvo on sen sisältämien termiinisopimusten arvojen summa. Koronvaihtosopimuksen etuna on, että mitä tahansa etukäteen määriteltävissä olevaa kassavirtayhdistelmää voidaan käyttää sen perustana. (Alvarez, Koskinen 2007, 115; Brealey et al., 2006, sivut 735 – 739)

Korkokatto- ja korkolattiasopimus: Kyseessä on keino suojautua tietyn rajan ylittävältä koron nousulta tai laskulta. Korko-optioita ovat korkokatot, -lattiat ja -putket. Korkokatto voidaan jakaa peräkkäisiksi eurooppalaisiksi korko osto-optioiksi (caplets), ja korkolattia (floor-sopimus) puolestaan useaksi korko myyntioptioksi (floorlets). Tämän ominaisuuden takia ne

luetaan optiotyypisiin johdannaisiin. Korkokattosopimus (cap) on optio, jolla ostaja varmistaa, etteivät korkokustannukset nouse ennalta määritellyä tasoa suuremmaksi. Korkolattiasopimus (floor) on puolestaan optio, jolla ostaja varmistaa tietyn vähimmäiskorkotuoton. Ostaja maksaa suojasta preemion. Maksettavan preemion hintaa voidaan laskea korkoputken avulla. Korkoputki on korkokaton ja korkolattian yhdistelmä, jossa rajataan vaihtuvakorkoisen lainan viitekoron maksimi- ja minimitasot. Korkoputki voidaan rakentaa nollakustanteisena. Korkolattiasopimuksen ollessa in-the-money tasolla pankki vastaanottaa korkoa, joka on toteutushinta (esimerkiksi 2 %) - markkinakorko. Korkokatto ja -lattiasopimus voidaan hinnoitella optioiden hinnoittelumalleilla.

3. TILIRAHAN ARVOSTAMINEN JA KORKORISKIN HALLINTA

Rahoitusvakuuslain (20.1.2004/11) mukaan tilirahalla tarkoitetaan talletusta taikka muuta Suomen rahan tai ulkomaan valuutan määräistä rahasaatavaa, joka on merkitty yksilöidylle tilille. Tiliraha on merkittävä osa pankkien varainhankintaa, sillä se on yksi kustannuksiltaan halvimmista pankkitoiminnan rahoituskeinoista. Lisäksi tilirahatalletuksiin voidaan kytkeä maksullisia palveluita, joista pankki voi kerätä lisätuottoja. Tilirahatalletukset ovat merkittävä korkoriskin lähde, sillä niiden korkomarginaali on suuri markkinakorkojen ollessa korkealla. (Cipu & Udriste, 2009; McGuire 2006)

Tilirahaa käsittelevät aikaisemmat tutkimukset eroavat toisistaan monilta osin ja siksi kokonaisuuden hahmottaminen on usein hankalaa. Ongelmana on, ettei tutkijoiden keskuudessa ole olemassa yksimielisyyttä oikeasta tilirahan arvostamisen ja korkoriskin määrittämisen menetelmästä. Tässä luvussa käsitellään ensin läpi taustatietoja tilirahan arvostamisesta sekä markkinakoron, talletuskoron ja talletusvolyymiin määrittämisestä. Tämän jälkeen käsitellään kolme tilirahan arvostamisen ja korkoriskin määrittämisen menetelmää. Luvun loppuun käsitellään muutama vaihtoehtoinen tapa toteuttaa korkosuojaus. Basel II - vakavaraisuussäännösten mukaan pankilla tulee olla käytössä korkoriskinhallintamekanismit, jotka ottavat huomioon korkotason muutoksesta aiheutuvat vaikutukset tuotoissa ja taloudellisessa arvossa. Näiden järjestelmien tulee antaa järjeviä arvioita pankin altistumisesta korkoriskille. (Basel Committee on Banking Supervision, 2004)

Käsiteltävistä menetelmistä painotetaan ensimmäisenä käsiteltävää Erosen (2008) tutkimuksessa toteutettua menetelmää. Yhtenä syynä on, että siinä toteutettu tutkimus pohjautuu Suomen tilirahamarkkinoille. Sen pohjalta saadaankin selkeä kuva tilirahan arvostamisen ja korkoriskisuojausten toteuttamisesta Suomessa. Toinen syy on, että menetelmä on helposti ymmärrettävissä ja sovellettavissa käyttöön. Siinä markkinakorko määrite-

tään yksinkertaisella Vasicekin (1977) yhden faktorin mallilla. Erosen (2008) tutkimustulokset esitetään kyseisen kappaleen alussa. Muiden käsiteltävien menetelmien tarkoituksena on enemmänkin antaa vaihtoehtoinen näkemys tilirahan arvostamisen ja korkoriskin määrittämisen toteuttamiseksi. Toisena menetelmänä käsitellään multifaktori aikarakennemalli, joka vaatii jo huomattavasti enemmän asiantuntemusta. Kolmas menetelmä on valittu mukaan sen tarjoaman erilaisen näkökulman vuoksi. Siinä pankin tilien korko määritetään käytäntöfunktion avulla ja sen pohjalta luodaan keskimääräisen asiakkaan talletuskäyttäytymistä kuvaava käyttäytymisen malli. Kahdesta jälkimmäisestä menetelmästä käsitellään ainoastaan niiden keskeiset piirteet. Näiden kolmen menetelmän ideana on tuoda esille tilirahaan liittyvä laaja kokonaisuus. Lähtökohtaisesti yhtä ja oikeaa menetelmää ei ole vaan menetelmän valinta riippuu sen tehokkuudelle asetettavista vaatimuksista.

3.1. Yleistä

Tilirahan arvostamista ja korkoriskin määrittämistä käsittelevää kirjallisuutta on yllättävän vähän, vaikka tiliraha muodostaa usein keskeisen osan pankin rahoituksesta. Kiinnostus tilirahan arvostamiseen ja korkoriskin määrittämiseen on herännyt vasta viimeisen 15 vuoden aikana. Suurin osa tilirahaa koskevista tutkimuksista pohjautuu Yhdysvaltojen pankkisektorin tietoihin. Tilirahan arvostaminen ja suojaamisen merkitys on kuitenkin Euroopassa jopa tärkeämpää. Euroopassa pankkien rooli rahoituksen välittäjinä on keskeisempi kuin Yhdysvalloissa. (Nyström, 2008)

Merkittäviä tilirahaa käsitteleviä tutkimuksia ovat muun muassa Office of Thrift Supervision (1994, 2001), Selvaggio (1996), Hutchinson & Pennacchi (1996), Jarrow & van Deventter (1998) ja O'Brian (2000). Lisäksi on tehty useita niihin pohjautuvia jatkotutkimuksia. Niiden mukaan tilirahan mallintamisessa ja arvostamisessa neljä keskeisintä asiaa ovat a) valittu arvostamismenetelmä, b) tapa, jolla korkoriski määritetään c) menetelmä,

jolla määritetään tilirahan korko sekä d) menetelmä, jolla määritetään tilirahan volyyymi. Näiden lisäksi muun muassa Adams ja Rudolf (2010) tarjoaa hyvän läpileikkauksen tilirahan arvostamisen malleista tutkimukseensa: A new approach to the valuation of banks.

Tilirahaa käsittelevät tutkimukset pohjautuvat pääsääntöisesti tilirahan neljään keskeiseen piirteeseen. Ensiksi, tilirahalla ei ole täsmällistä maturiteettia. Toiseksi, tallettajalla on optio muuttaa talletustaan koska tahansa ilman kustannuksia. Kolmanneksi, tilirahan talletuskorko seuraa markkinakorkoa. Viimeiseksi, tilirahavolyymi reagoi muutoksiin markkinakorkotasossa. (Dewachter et al., 2006; Eronen, 2008; Nyström, 2008)

Markkinakoron määrittäminen: Rahoituksen teorian tarkasteluissa arvopapereiden hinnan mallina ylivoimaisesti sovelletuimmat stokastiset, eli satunnaisuutta sisältävät, prosessit ovat log-normaalisti jakautunut satunnaiskulku (geometrinen kasvu) ja sen jatkuva-aikainen vastine geometrisen Brownin liike (Wienerin prosessi). Stokastiset prosessit eivät kuitenkaan sovellu korkojen aikarakenteen (korkojakson ja maturiteetin välinen yhteys) kuvaamiseen. Vaihtoehtoisia malleja ovat keskiarvoon hakeutuvat (revertioivat) mallit, joista yksinkertaisin on niin sanottu Ornstein-Uhlenbeck-diffuusio, joka tunnetaan myös Vasičekin (1977) mallina. Se on erikoistapaus yleisestä Mertonin (1973) mallista hintojen kehityksen jatkuva-aikaisesta prosessista. Vasiček mallista on olemassa yhden faktorin malli sekä multifaktori malli. Menetelmät käsitellään tarkemmin luvussa 4. (Alvarez & Koskinen, 2007; Uhlenbeck & Ornstein 1930)

Vasičekin (1977) korkomalli pohjautuu olettamuksiin lyhyestä korkotasosta, aikakäyrästä ja markkinoiden tehokkuudesta. Ensimmäisen olettan mukaan spot-korkojen kehitys etenee intervallin $(t, T), t \leq T$ mukaisesti, sillä sen arvot ennen hetkeä t ovat riippuvaisia ainoastaan $r(t)$ nykyarvosta. Toinen olettan mukaan nollakuponkisten velkakirjojen hinta $P(t, T)$ on $r(t)$:n funktio, $P(t, T) = P(r(t), T, t)$. Spot-kurssin arvo on ainoa faktori koko aikarakennetta määritettäessä, joten hetkelliset velkakirja-

tuotot eri maturiteeteilta korreloivat täysin. Näin ollen lyhyt joukkovelkakirja ja ainoastaan yksi toinen joukkovelkakirja käsittävät koko korkorakenteen. Tulee kuitenkin huomioida, etteivät velkakirjojen tuotot määriteltynä aikana täysin korreloi. Sijoittajat, jotka eivät halua jatkuvasti tarkistaa salkun kokoonpanoa tarvitsevat kirjon erilaisia maturiteetteja täyttämään sijoitustavoitteensa. Kolmannen oletama mukaan markkinat ovat tehokkaat, eli riskittömiä arbitraasituottoja ei ole saatavilla. (Alvarez & Koskinen, 2007; Vasiček, 1977)

Vasičekin (1977) malli olettaa kaavan (3.1) mukaisen suhteen aikakäyrälle:

$$R(t, \tau) = -\frac{1}{\tau} \log P(t, t + \tau), \tau > 0, \quad (3.1)$$

ja käyttäen tulevaa korkoa $f(t, \tau)$ kaava (3.1) saa muodon:

$$R(t, \tau) = \frac{1}{\tau} \int_t^{t+\tau} f(t, \tau) d\tau, \quad (3.2)$$

tai eksplisiittisessä muodossa korkoterminille kaavan (3.3) mukaisesti:

$$f(t, T) = \frac{\partial}{\partial T} [(T - t)R(t, T - t)]. \quad (3.3)$$

lyhyt korkotaso on kuvattu ajan t hetkellisenä korkona seuraavasti:

$$\lim_{T \rightarrow 0} R(t, \tau) = R(t, 0)R(t, T - t). \quad (3.4)$$

Markkinakorko ja talletuskorko: Tiliraha talletuskoron määrittäminen tulee tehdä huolellisesti. Se on keskeisessä asemassa tilirahan arvostamisen ja korkosuojausstrategian tehokkuuden kannalta. Huonosti toteutettu talletuskoron määrittäminen johtaa väärään tilirahan arvoon. Tämä puolestaan näkyy toteutetun korkosuojauksen epätarkkuutena.

Tilirahan koron on havaittu yleensä seuraavan lyhyttä markkinakorkotasoa viiveellä. Lisäksi sen on havaittu olevan ylöspäin tahmea (upward sticky). Koron mukautumisen kohti markkinakorkotasoa on havaittu olevan epäsymmetristä (asymmetry) ja joidenkin tilien kohdalla diskreettiä, eli epäjatkuvaa. Tilirahan koron on havaittu seuraavan markkinakorkojen laskua lyhyemmällä viiveellä kuin niiden nousua. Tästä poikkeuksena ne tilit, joille pankki maksaa kiinteää korkoa. Tilirahan korkomarginaali kasvaa markkinakorkotason noustessa ja vastaavasti pienenee markkinakorkotason laskiessa. Tilirahan korkomarginaali siis elää korkotason mukana, joten riskienhallinnan kannalta on tärkeää, että se suojataan näiltä muutoksilta. (Janosi et al., 1999; Jarrow & van Deventer, 1998; Moore et al., 1988; Neumark & Sharpe 1992; Paraschiv & Schürle 2010)

Neumark ja Sharpe (1992) sekä Moore et al. (1988) esittivät mallin, jossa talletuskoron yhtälö huomioi sekä talletuskorkoihin liittyvän tahmeuden että mukautumisen epäsymmetrisyyden. Tilirahalla oletetaan olevan tasapainokorko, jota kohden ne pyrkivät mukautumaan. Mallissa tilirahan korot liikkuvat sitä voimakkaammin kohti tasapainokorkoa, mitä suurempi erotus on tasapainokoron ja tilien koron välillä. Mallissa tasapainokorko riippuu ainoastaan lyhyistä markkinakoroista. Epäsymmetrisyys huomioidaan asettamalla suurempi kerroin mukautumisnopeudelle tilirahan koron ollessa tasapainokorkoa suurempi. Toisaalta jos kerroin on pienempi, kun tilirahan korko on tasapainokorkoa pienempi. O'Brianin (2000) mukaan malli on käytännöllinen yksinkertaistus, jonka avulla voidaan esittää talletuskoron jäykkyys siten että mallin dynamiikka on edelleen mukautuva ja arvioitavissa. (Dewachter et al., 2006; Eronen, 2008)

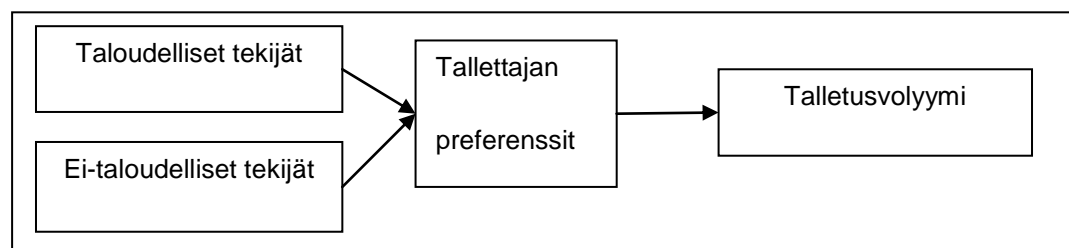
Janosi et al. (1999) virheenkorjausmallia käytetään ei-stationaaristen (eli niissä on trendi) ja yhteisintegroituneiden aikasarjojen kanssa. Mallia käytettäessä tulee viitekoron stationaarisuus testata esimerkiksi Dickey & Fuller (1979) testillä. Aikasarja on ei-stationaarinen jos sille on olemassa yksikköjuuri (unit root). DF-testissä nollahypoteesina on, että aikasarjalla on

yksikköjuuri. Vastahypoteesi puolestaan on, että aikasarjalla ei ole yksikköjuurta, eli että se on stationaarinen. DF-testit tunnetaan myös t-testeinä. Tämän jälkeen tulee testata ovatko kaksi aikasarjaa yhteisintegroituneita, eli onko niiden kehitys tilastollisesti samankaltainen, käyttäen esimerkiksi Engle & Granger (1987) testiä. Tällöin ne eivät siis voi pitkällä aikavälillä erota toisistaan. Sarjojen katsotaan olevan yhteisintegroituneita jos kaksi tai useampi sarja on ei-stationaarinen, mutta niiden lineaarinen yhdistelmä on stationaarinen.

Markkinakorko ja talletusvolyymi: Tilirahan arvostamisessa ja korkoriskin määrittämisessä yksi hankalimmista empiirisistä komponenteista on tilirahan keskimääräisen eliniän määrittäminen ja sen herkkyyden arvioiminen suhteessa markkinakorkotason muutoksiin. Vakiintuneen käytännön mukaan talletusvolyymien kehityksen ennustaminen pohjautuu usein markkinakorkotason kehitykseen. Tällöin tallettajien oletetaan käyttäytyvän täysin rationaalisesti, eli pohjaavan päätöksensä vaihtoehtoiskustannukseen. Näissä menetelmissä talletuskannan estimoinnissa käytetään regressiomalleja. Pienimmän neliösumman menetelmää (PNS-menetelmä) käytetään usein sovittamaan lineaarinen regressioyhtälö käsiteltävään tietoon. Pienimmän neliösumman menetelmässä minimoidaan sovituksen ja aineiston pisteiden erotuksen neliöiden summa. Empiirisissä arvioinneissa on havaittu tulojen osin selittävän tilirahan kannan kehitystä. Tämän vuoksi osassa tutkimuksia bruttokansantuotetta (Y) käytetään yhtenä selittäväenä muuttujana. (Paraschiv & Schürle 2010; Nystöm, 2008)

Osa tutkijoista painottaa tilirahavolyymien kehityksen määrittämisessä taloudellisten tekijöiden lisäksi myös ei-taloudellisia tekijöitä, kuten palvelua. Tällöin tallettajien rationaalisuuden oletetaan poikkeavan optiohinnoitteluteorian mukaisesta täydellisestä rationaalisuudesta. Kuvio 3 havainnollistaa tätä näkökulmaa. Taloudellisista tekijöistä tärkein on maksettava korko ja sen vaihtoehtoiskustannus. Ei-taloudellisia tekijöitä ovat puolestaan pankin tarjoamat palvelut, pääomaturva ja korkea likviditeetti. Tilirahatalletuskannan ei koeta tällöin korreloivan yhtä vahvasti markkinakorkotason

muutosten kanssa. Käytännössä on havaittu tilirahavolyymiin poikkeavan rationaalisen käyttäytymisen mukaisesta olettamasta markkinakorkojen ollessa historiallisesti alhaisella tasolla. Tämä ero tallettajien käyttäytymisessä verrattuna opitohinnoitteluteorian mukaiseen rationaaliseen käyttäytymiseen on pankin hyödynnettävissä. (McGuire, 2006; Nystöm, 2008; Paraschiv & Schürle, 2010)



Kuvio 3: tilirahavolyymiin vaikuttavat tekijät (McGuire, 2006)

Tilirahatalletukset ovat pankille luotettavaa rahan tarjontaa jossa korkokate on normaalia pitkäaikaista rahoitusta parempi. Tallettajien ei-rationaalista käyttäytymisestä aiheutuvien taloudellisten tekijöiden nykyarvo muodostaa tilirahasta saatavan taloudellisen hyödyn pankin näkökulmasta. Pankin kannalta ideaalinen on tilanne, jossa tilirahan kustannus on pieni, mutta keskimääräinen elinikä on pitkä. (McGuire, 2006)

Tilirahan arvostaminen: Tarjonnan käyttäytymisellä ja talletusten kiertokululla tai pysyvyydellä on keskeinen vaikutus tilirahasta saataviin tuottoihin. Tiliraha talletusten merkittävä hyöty pankille on niiden kohtalaisen vakaa tarjonta. Tämä johtaa matalampaan likviditeetin tarpeeseen ja kustannukseen. Tutkimuksissa on havaittu tilirahan käyttäytyvän monesti pitkäaikaisen rahoituksen tavoin. Kiinteä korkokulu ja korkea arvon muutos pitkin muuttuvia korkotasoja mahdollistaa niiden pitämisen korkeamman tuoton pitkäaikaisissa sijoituksissa ilman, että siitä aiheutuisi merkittävää korkoriskiä. Tästä saatavat tuotot ovat merkittävät. Tilirahasta saatava taloudellinen hyöty muodostuu sekä suorista, että epäsuorista hyödyistä. Nämä on esitetty kuviossa 4. (McGuire 2006)

Suorat katevaikutukset	Matala maksettava korko, veloitettavat palvelumaksut, ristiinmyynti sekä likviditeetti
Epäsuorat katevaikutukset	Tilirahan pitkäaikaisrahoituksen luonteen hyödyntäminen

Kuvio 4: tilirahasta saatava taloudellisen hyöty (McGuire, 2006)

Tilirahan arvonmääritys on tärkeää, jotta pankin altistuminen korkoriskille saadaan selvitettyä. Arvostamista vaikeuttaa tilirahaan liittyvä tallettajan optio nostaa rahat. Tilirahan arvonmääritys pohjautuu tehtyyn oletukseen tilirahan uudelleenhinnoittelusta ja maturiteetista. Tässä tutkielmassa painotetaan menetelmiä, joissa tilirahan ajatella sisältävän kytkettyjä optioita, joiden maturiteetti ja uudelleenhinnoittelu riippuvat asiakkaiden ja kilpailijoiden käyttäytymisestä sekä pankin hinnoitteluperiaatteista. (Dewachter et al., 2006; Frauendorfer & Schürle 2006; Eronen 2008; Sheehan 2004)

The Office of Thrift Supervision (1994, 2001) tutki laajalti keskimääräistä elinikää, mutta koska kyseessä on valvova viranomainen, siinä arvioidut arvostamismenetelmät ovat kohtalaisen konservatiivisia. OTS:n arvion mukaan yksi tilirahan arvostusmenetelmä soveltuu kaikille instituutioille. OTS:n arvio on ristiriidassa esimerkiksi Sheehanin (2004) tutkimuksen kanssa. Sheehan (2004) mukaan tilirahan keskimääräinen elinikä ja arvo vaihtelee eri instituutioiden ja talletustyyppien kesken. Lisäksi hän osoittaa, että tilirahan pysyvyyden asteet vaihtelevat merkittävästi eri instituutioissa. Mitä parempi on tilirahan pysyvyys instituutiossa, sitä arvokkaampia sen tilirahatalletukset ovat. Lisäksi suurimmassa osassa pankkeja tilirahan keskimääräinen elinikä on valvovien viranomaisten arviota pidempi. OTS:n menetelmin tilirahan tuottopotentiaali ei ole täysin hyödynnettävissä.

Muita keskeisiä tilirahan arvostamiseen liittyviä tutkimuksia ovat tehneet O'Brian (1994, 2000), Hutvhison ja Penacchi (1996), Janosi et al (1998), Lee ja Stock (2000), Ellis ja Jordan (2001). Yhteistä näissä kaikissa aikai-

semmissä tutkimuksissa on niissä tehty johtopäätös siitä, että tilirahan merkitys pankin tuottoihin on suuri. Ellis ja Jordan (2001) menetelmä edustaa tyypillistä oppikirjamaista lähestymistapaa tilirahan arvostamiseen. Siinä tiliraha arvotetaan keskuspankin määrittämään vastaavaan keskimääräiseen eliniän korkokannan, r^{T1} , mukaisesti. Menetelmässä oletetaan, ettei velkakirjoihin tai talletuksiin liity luottotappioriskiä. Varat arvotetaan vastaavalla riskittömällä korolla, r^{T2} , mahdollisesti sisältäen riskipreemion. Tyypillisesti oletetaan veloilla olevan lyhyempi elinikä, kuin varoilla ja että $r^{T2} > r^{T1}$. Antolainauksen ja ottolainauksen korkojen erotus (spread) voidaan ilmaista $r^A - i^O$. Olettaen että pankille aiheutunut palvelukustannus per euro on c^O ja lainojen huollosta on c^A per euro. Tällöin eurotalletuksen arvo on $r^{T1} - i^O - c^O$ ja lainan puolestaan $r^A - c^A - r^{T2}$. Jäljelle jäävä anto- ja ottolainauksen korkojen erotus $r^{T1} - r^{T2}$ voidaan nähdä hyvityksenä siitä, että rahoituslaitos muuttaa lyhytaikaisen ottolainauksen (talletukset) pitkäaikaiseksi antolainaukseksi. Eli erotus anto ja ottolainauksessa voidaan ilmaista seuraavalla kaavan mukaisesti $r^A - i^O = (r^A - r^{T2}) - (i^O - r^{T1}) + (r^{T2} - r^{T1})$. (Ellis & Jordan, 2001; Sheehan, 2004)

Laajalti ja tässä tutkielmassa käytetty menetelmä tilirahan arvostamiseen pohjautuu Jarrow & van Deventer (1998) malliin. Siinä tilirahan matala talletuskorke perustuu tilirahamarkkinoiden voimakkaaseen sääntelyyn. Malli pohjautuu olettamaan markkinoiden segmentaation ja valtion velkasitoumus markkinoiden (Treasury markets) toimivuudesta. Mallin mukaan tilirahamarkkinat jakautuvat pankkien, rahalaitosten ja yksityisten kesken. Markkinat on säädeltyjä ja niille tulemiselle on olemassa merkittäviä esteitä. Ainoastaan rajoitetulla määrällä pankkeja on mahdollisuus toimia tilirahamarkkinoilla. Valtion velkasitoumus markkinoille on pääsy sekä yksityisillä että pankeilla. Menetelmä on helppokäyttöisyydestään huolimatta havaittu antavan kohtalaisen luotettavia arvioita. Jarrow & van Deventer (1998) mukaan tilirahan voidaan katsoa vastaavat eksoottista koronvaihtosopimusta. (Eronen 2008; Sheehan 2004)

Markkinoilta oletetaan olevan saatavilla eri maturiteettien nollakuponkivelkakirjoja ja rahamarkkinatilejä. Rahamarkkinatilien korko pohjautuu valtion velkakirjojen lyhyimpään maturiteettiin. Spot-korko on se korko, joka lainatulle pääomalle kertyy tästä hetkestä hetkeen t . Maturiteetin T nollakuponkivelkakirja, joka maksaa yhden rahayksikön hetkellä t , hinta merkitään $P(t, T)$. Riskitön spot-korko hetkellä t merkitään $r(t)$ ja se voidaan laskea kaavan (3.5) mukaisesti:

$$r(t) = \frac{1}{P(t, t+1)} - 1 \quad (3.5)$$

Rahamarkkinatilin arvo saadaan lyhyimmän maturiteetin nollakuponkivelkakirjasta seuraavasti:

$$B(t) = B(t-1)(1+r(t-1)), \text{ jossa } B(0) = 1. \quad (3.6)$$

Mallissa oletetaan, että on olemassa vastaava todennäköisyyden mittari \tilde{E}_t , jolloin ehdolliset odotukset ovat sopusoinnussa seuraavan kanssa:

$$P(t, T) = \frac{\tilde{E}_t[P(t+1, T)]}{1+r(t)} = \tilde{E}_t \left[\frac{1}{B(T)} \right] B(t), \text{ jossa pätee } 0 \leq t \leq T \quad (3.7)$$

Tämä indikoi, että valtion velkakirjamarkkinat ovat arbitraasivapaat. Tämä pätee sekä pankeille että yksityisille. Kaavan johtaminen esitetään Jarrow & van Deventer vuoden 1998 julkaisussa. (Jarrow & van Deventer, 1998)

Mallin toisen oletaman mukaan ainoastaan rajoitettu määrä pankkeja voi toimia tilirahamarkkinoilla korolla $i(t)$. Kaikki pankille aiheutuvat kulut on sisällytetty korkoon $i(t)$, joten se esitetään kuluilla oikaistuna. Tiliraha on vaihtuvakorkoinen instrumentti, joka maksaa korkoa $i(t)$, miinus palvelukustannukset. Ainoastaan pankit voivat lyhyeksi myydä tilirahatalletuksia. Malli mahdollistaa rajoitetulle määrälle pankkeja mahdollisuuden arbitraasituottoihin. Tämä pohjautuu markkinasegmentaatio hypoteesiin. Jos $i(t) < r(t)$ hetkellä t , on markkinoilla olemassa arbitraasimahdollisuus. Ne, joilla on pääsy tilirahamarkkinoille voivat hankkia tilirahatalletuksia ko-

rolla $i(t)$ ja sijoittaa nämä varat korolla $r(t)$. Mallissa arbitraasimahdollisuudet eivät poistu, sillä markkinoille ei ole vapaata pääsyä. (Eronen, 2008; Jarrow & van Deventer, 1998; Sheehan, 2004)

Kritiikkiä Jarrow & van Deventerin (1998) mallia kohtaan on esitetty siitä, että se olettaa täydellistä kilpailua lainamarkkinoille, mutta epätäydellistä kilpailua talletusmarkkinoille. Lisäksi malli olettaa arvon määrityksen pohjautuvan keskuspankin korkotasoon samalta maturiteetilta. Malli ei siis toimi sellaisenaan, jos sekä talletus että lainamarkkinat ovat molemmat epätäydelliset. Tällöin tuloksia tulee modifioida. Tällaiseen tilanteeseen tarjoaa ratkaisun Sheehanin (2004) malli. Se mahdollistaa epätäydellisen kilpailun molemmille markkinoille. Mallia ei kuitenkaan käsitellä tässä tarkemmin. (Eronen 2008; Sheehan 2004)

3.2. Yksinkertainen menetelmä

Eronen (2008) tutkielmassa käytetty menetelmä tilirahan arvostamiseen ja korkoriskin määrittämiseen käsitellään tässä luvussa. Tutkimus pohjautuu Nordeasta saatuihin hieman muokattuihin tietoihin. Tilirahaa arvostettaessa ja korkoriskiä määritettäessä tulee alkuun määrittää markkinakorko ja keksimääräinen talletuskorko. Tämän jälkeen voidaan tilirahavolyymi määrittää käyttäen logaritmista regressiomallia. Näiden pohjalta määritetään tilirahan arvo ja riskiparametrit.

Eronen (2008) sai laskelmissaan pitkän aikavälin 1 kuukauden Euriborin keskiarvoksi (μ) 2,482 prosenttia ja volatiliteetiksi 0,367 prosenttia. Keskiarvoon palautuvuuden (mean reverting) tasoksi ρ saatiin 0.31253, joka indikoi, että 1 kuukauden Euribor on hieman autokorreloitunut. Markkinakoron määrittämisessä käytettiin 1 kuukauden Euriborin päivän päätöskursseja aikaväliltä 01/1999-06/2007. Regressiokaavan estimoinnissa käytettiin pienimmän neliösumman menetelmää. Estimoidut kertoimet ja niiden p-arvot ovat $a = 0,00002$, p-arvo 0,18132, $b = 0,99914$, p-arvo 0,0000,

$(\varepsilon) = 0,00019$. Näiden pohjalta laskettiin parametrit yhtälöihin (4.9). Aika askeleena δ käytettiin $1/252$, jossa nimittäjä on vuoden kaupankäyntipäivien lukumäärä.

Eronen (2008) tutkimuksen mukaan tilirahan korolta kestää noin 32 päivää mukautua tasapainokorkoon. Tämä on sopusoinnussa aikaisempien tutkimusten kanssa. Laskelmissa Eronen (2008) käyttää pienimmän neliösumman menetelmään estimoidessaan regression parametreja. Viitekorona käytettiin 1 kuukauden Euriborin historiallisia arvoja. Tilirahan tietokannan ja markkinakorkotason ei-stationaarisuus ja yhteisintegraatio todennettiin tasolla $p=0,05$.

Talletusvolyymiä määritettäessä Jarrow van Deventer -mallilla havaittiin markkinakorkotason ja talletuskannan suhteen olevan heikko. Lisäksi kannalla havaittiin olevan vahva positiivinen trendi. O'Brian -mallia käyttäen Jarrow van Deventer -mallilla havaittu positiivinen trendi näyttäisi mahdollisesti johtuvan bruttokansantuotteen kasvusta. Mallien antama estimaatit ovat lähellä toisiaan. Tilirahan volyymiksi saatiin melkein 18 miljoonaa euroa ja korkomarginaaliksi selkeästi yli 2,5 prosenttia. Tarkastelujakso on kuitenkin kohtalaisen lyhyt ja muuttujien lukumäärä suppea. (Eronen, 2008)

Reservivaatimukset huomioivalla Jarrow van Deventer -mallilla (1998) laskettiin 10 vuoden arvo tilirahalle. Laskelmissa käytettiin 2 % minimireservivaatimusta. Reservivaatimusten käyttö on keskuspankin rahapoliittinen väline ohjata rahan tarjontaa kansantaloudessa. Tilirahan arvoksi $V(0)$ Eronen (2008) sai noin 5,5 miljoonaa euroa ja korkomarginaaliksi yli 2,5 %. Todellisen arvo voi jopa suurempi, sillä tarkasteluajanjakso on suppea. Duraatioksi saatiin hieman yli 20 vuotta. Duraation rajoitteet käytön suhteen tulee huomioida, mutta sen antama arvo antaa hyvä estimaatin korakoriskistä. Keskimääräiseksi eliniäksi arvioitiin yli 5 vuotta, eli yksi euro pysyy keskimäärin 5 vuotta tilillä. Keskimääräinen elinikä kuvastaa lisäksi sopivaa suojausperiodia tilirahalle. (Eronen, 2008)

3.2.1. Markkinakoron määrittäminen

Vasičekin korkomalli (1977), eli niin sanottu Ornstein-Uhlenbeck-diffuusio pohjautuu keskiarvoon hakeutuvuuteen (mean reversion). Sillä tarkoitetaan ilmiötä, jossa muuttujalla on pitkällä aikavälillä taipumus hakeutua entiselle tasolleen tai kasvukäyrälleen. On olemassa pakottavia taloudellisia argumentteja korkojen keskiarvoon hakeutuvuuden puolesta. Kun korot ovat korkealla, on taloudellisella toimeliaisuudella taipumusta hidastua, jonka myötä myös lainarahan kysyntä vähenee. Lopulta korot laskevat takaisin tasapainoarvoonsa. Vastaavasti kun korot ovat alhaalla, taloudellinen toimeliaisuus voimistuu, jolloin myös rahan kysyntä kasvaa. Koroilla on tällöin taipumusta nousta. Ilman tätä talouden toimeliaisuuden kytköstä korkotasoon olisi sillä taipumusta jatkuvasti nousta osakemarkkinoiden tavoin ylöspäin. Tällaista ei ole havaittu tapahtuneen.

Simulointimallit jaetaan jatkuviin (continuous) ja diskreetteihin (discrete) malleihin. Vasičekin korkomallissa korkotason $r(t)$ diffuusioprosessi noudattaa stokastista, eli tilastollista, prosessia ja on ajan jatkuva-aikainen funktio seuraten Markovin prosessia. Tämä merkitsee sitä, että lyhyen korkotason kehitys on täysin määriteltävissä spot-korkojen nykyisen arvon ja $r(t^*)$, $t^* \geq t$ todennäköisyysjakauman mukaan. Todennäköisyysjakauman segmentti $\{r(t^*), t^* \geq t\}$ määräytyy siis täysin $r(t)$:n mukaan.

Tuleva lyhyen koron kehitys oletetaan olevan riippumaton sen menneestä kehityksestä. Vasiček olettaa, että välitön spot-kurssi kehittyy Ornstein-Uhlenbeck prosessin mukaisesti:

$$dr(t) = \alpha(\gamma - r(t))dt + sdz(t), \quad r(0) = r_0,$$

(3.8)

jossa $\alpha, \gamma \in \mathbb{R}$ ja $s \in \mathbb{R}_+$ ja $z(t)$ on Wiener prosessi kasvuvarianssilla (incremental variance) d . Hetkellinen poikkeama $\alpha(\gamma - r)$ kuvaa voimaa, joka vetää prosessia kohti pitkän aikavälin keskiarvoa γ suuruudella, joka on suhteessa poikkeamaan prosessin keskiarvosta. Funktiossa $\alpha (> 0)$ on

korkotason sopeutumisen kerroin kohti sen pitkän aikavälin tasoa. (Vasiček, 1977; Eronen 2008; Nyström 2008)

Mallissa stokastinen elementti, jolla on jatkuva hetkellinen varianssi s^2 , aiheuttaa kyseisen heiluntaprosessin r :n ympärillä arvaamattomalla, mutta jatkuvalla trendillä. Vastaavasti $f(t, r) = \alpha(\gamma - r)$, $p(t, r) = \rho$. Tämä on Mertonin (1971) esittämä versio spot-korkojen muodostumisesta. Ornstein-Uhlenbeck prosessia, jossa $\alpha > 0$ kutsutaan myös elastiseksi satunnaiskuluksi (elastic random walk). Kyseessä on Markovin prosessi normaalijakautunein välein. Toisin kuin Wiener prosessi Ornstein-Uhlenbeck prosessi omaa stationaarisen jakauman, eli sen tilastolliset ominaisuudet eivät muutu ajan funktiona. Psykologisen mittarin Q_0 vallitessa, malli saa kaavan (3.9) mukaisen muodon:

$$dr(t) = [\alpha\gamma - (\alpha - \lambda s)r(t)]dt + sdz^\circ(t), \quad r(0) = r_0,$$

(3.9)

jossa λ on markkinahinta riski (market price of risk). Se on laskettavissa seuraavasti:

$$q(r, t) = \frac{\mu(t, T) - r(t)}{\sigma(t, T)}, \quad T \geq t,$$

(3.10)

jossa $\mu(t, T)$ ja $\sigma^2(t, T)$ rinnastetaan ajan t keskiarvoon ja ajan t varianssiin hetkelliseen tuottoon T maturiteetin nollakuponkibondista. Lisäksi $\lambda(r, t)$ on riippumaton T :sta ja se mittaa velkakirjan hetkellisen tuoton kasvua riskin kasvaessa yhdellä yksiköllä. Erityistapauksessa $\lambda = 0$ nämä kaksi dynamiikkaa ovat samat, jolloin ei ole eroa riskineutraalin maailman ja subjektiivisen maailman välillä. Vasiček olettaa mallissaan, että markkinahinta riski $\lambda(t, r)$ on vakio, eli $\lambda(t, r) = \lambda$, riippumatta ajan hetkestä tai spot-korkotasosta. (Vasiček, 1977)

Malli tarjoaa myös selkeän muodon $r(t)$:lle, joka on saatu integroimalla riskineutraali yhtälö. Funktion johtaminen on löydettävissä Jarrow & van Deventer (1998) artikkelista. Mallin ratkaisu jokaiselle $s \leq t$ on:

$$r(T) = r(t)e^{-\lambda(T-t)} + \alpha(1 - e^{-\lambda(T-t)}) + s \int_t^T e^{-\lambda(T-\tau)} dz(\tau). \quad (3.11)$$

Korkotasot ovat normaalijakautuneet ja odotukset sekä varianssi on saatu seuraavasta:

$$E\{r(T) | r(t)\} = r(t)e^{-\lambda(T-t)} + \alpha(1 - e^{-\lambda(T-t)}),$$

$$\text{Var}\{r(T) | r(t)\} = \frac{s^2}{2\lambda} (1 - e^{-2\lambda(T-t)}). \quad (3.12)$$

Edellä käsitellyn lisäksi Vasiček mallin hyvänä puolena on että sen avulla saadaan velkakirjan hinnalle kohtalaisen yksinkertainen kaava:

$$B(t, T) = \frac{1}{\alpha} (1 - e^{-\alpha(T-t)}),$$

$$P(r, t, T) = \exp \left[\left(\gamma + \frac{sq}{\alpha} - \frac{s^2}{2\alpha^2} \right) \left(\frac{1}{\alpha} (1 - e^{-\alpha(T-t)}) - (T-t) \right) - \frac{s^2}{4\alpha^3} (1 - e^{-\alpha(T-t)}) - \frac{r}{\alpha} (1 - e^{-\alpha(T-t)}) \right] \quad (3.13)$$

Vasiček mallissa käytetyn normaalijakautuneen koron huonona puolena on, että korko voi tällöin olla myös negatiivinen. (Eronen, 2008; Alvarez & Koskinen, 2007; Jarrow & van Deventer, 1998; Vasiček, 1977)

Hyödyntäminen käytännössä: Käyttämällä yhtälön (3.12) odotetun arvon yhtälöä ja varianssia voidaan simuloida spot-korkojen kulku huomioituna satunnaisilla aika-askeleilla (time-steps). Tällöin se saadaan kaavan (3.14) mukaiseen muotoon:

$$S_t = S_{t-1}e^{-\rho\delta} + \mu(1 - e^{-\rho\delta}) + \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2\rho\delta}}{2\rho}} N(0,1).$$

(3.14)

Kaavassa S_{t-1} on aikaisempi hinta, S_t on satunnainen hinta skenaario hinnalle jonakin hetkenä t ja $N(0,1)$ on satunnaisotos standardoidusta normaalijakaumasta. Käytettävä tieto voi olla esimerkiksi päiväkohtaista tai viikkokohtaista. δ on aika-askel regressiokaavassa (3.15), joka on ilmaistu vuosina, tässä $1 / 252$. μ, ρ ja σ ovat vakioita. μ on pitkän aikavälin keskiarvo, ρ on keskiarvoon hakeutuvuuden taso ja σ on koron aikasarjan volatilitteetti. Ornstein-Uhlenbeck mallin parametrien estimointi historiatietojen pohjalta voidaan tehdä sovittamalla lineaarinen regressio pienimmän neliösumman metodilla peräkkäisiin arvoihin. Suhde peräkkäisten havainto arvojen välillä S_t, S_{t+1} on lineaarinen $a:n$ ja $b:n$ sekä normaali satunnaisen termin ε kanssa, eli:

$$S_{t+1} = aS_t + b + \varepsilon$$

(3.15)

Suhde lineaarisen sovituksen ja mallin parametrien otetaan annettuna, eli

$$a = e^{-\rho\delta}, b = \mu(1 + e^{-\rho\delta}), (\varepsilon) = \sigma \sqrt{\frac{1 - e^{-2\rho\delta}}{2\rho}}.$$

daan:

$$\rho = -\frac{\ln a}{\delta},$$

$$\mu = \frac{b}{1 - a}$$

$$\sigma = Sd(\varepsilon) \sqrt{\frac{-2 \ln a}{\delta (1 - a^2)}}$$

(3.16)

Sijoittamalla nämä yhtälöön (3.14) saadaan luotua Ornstein-Uhlenbeck prosessin mukainen otospolku. (Eronen, 2008)

3.2.2. Talletuskoron määrittäminen

Tilirahan koron on havaittu seuraavan lyhyttä markkinakorkoa viiveellä ja adjustoitumisen on havaittu olevan epäsymmetristä. Eronen (2008) havaitsi tutkimuksessaan vertailemistaan regressiomalleista epäsymmetrisen virheenkorjausmallin kuvaavan parhaiten tilirahan koron määräytymistä. Kyseessä on Janosi, Jarrow and Zullo (1999) virheenkorjausmallin (error correction model) ja Neumark & Sharpen (1992) osittaisen sopeutuksen mallin (asymmetric partial adjustment model) yhdistelmä. Malli esitetään kaavan (3.17) mukaisesti:

$$\Delta i(t) = \beta_1 \Delta r(t) + \beta_2 (R^e(t-1) - i(t-1)) + \varepsilon(t),$$

jossa

$$\beta_2 = \beta_2^+ I(t) + \beta_2^- I(t),$$

$$R^e(t) = \mu_1 + \mu_2 r(t),$$

$$I(t) = 0 \text{ jos } R^e(t-1) \geq i(t-1)$$

$$I(t) = 1 \text{ jos } R^e(t-1) < i(t-1),$$

(3.17)

jossa $r(t)$ on markkinakorko hetkellä t ja todellinen talletuskorko mukautuu ehdollisen tasapainokoron $R^e(t)$ mukaisesti. $I(t)$ on osoitinmuuttuja (1 jos $R^e(t-1) < i(t-1)$, muutoin 0). $\alpha, \mu, \lambda, \beta^+$ ja β^- ovat vakioita. (Eronen, 2008)

3.2.3. Talletusvolyymien määrittäminen

Tässä käsitellään kaksi logaritmista regressiomallia tiliraha kannan määrittämiseksi, eli Jarrow & van Deventerin (1998) malli ja O'Brianin (2000) malli. O'Brianin -mallissa käytetään markkinakorkotason muutoksen lisäksi selittäjänä bruttokansatuotteen kasvua.

Jarrow & van Deventerin (1998) malli: Mallissa selittävinä tekijöinä ovat markkinakoron muutos ja aikatrendi. Sen mukaan tilirahavolyymi voidaan esittää kaavan (3.18) mukaisesti:

$$\log(D(t)) = \log(D(t-1)) + \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 r(t) + \alpha_3 (r(t) - r(t-1)),$$

(3.18)

jossa α_1 , α_2 ja α_3 kuvaavat kannan herkkyyttä ajalle, korkotasolle ja korkotason muutoksille. α_0 on leikkauspiste. Kaava mallintaa tilirahavolyymien prosentuaalista muutosta ajan saatossa, eli talletuskannan logaritmista muutosta suhteessa aikatrendiin, markkinakorkoon $r(t)$ ja sen muutokseen. Jarrow & van Deventer (1998) esittävät, että aikatrendi on approksimaatio kaikista muista relevanteista kaavasta puuttuvista makrotaloudellisista parametreista.

O'Brianin (2000) malli: mallissa selittäjinä käytetään markkinakorkotason ja bruttokansantuotteen muutosta. Tällöin tilirahavolyymi määritetään siis rahan kysyntäfunktion tavoin:

$$\log(D(t)) = \log(D(t-1)) + \alpha_0 + \alpha_1 (r(t) - i(t)) + \alpha_2 \log(Y(t)) + \varepsilon(t),$$

(3.19)

jossa tallettajien haluttu määrä $D(t)$ riippuu jäljellä olevista taseista, vaihtoehtoiskustannuksesta $r(t) - i(t)$ ja bruttokansantuotteesta $Y(t)$. Virhetermi $\varepsilon(t)$ kuvaa nollakeskiarvoista satunnaishäiriötä.

3.2.4. Tilirahan arvostaminen

Tilirahan nykyarvo voi olla positiivinen johtuen pankkitoiminnan epätäydellisestä kilpailusta. Jarrow & van Deventerin (1998) mallia voidaan käyttää tämän positiivisen nykyarvon määrittämisessä. Malli pohjautuu arbitraasivapaaseen metodologiaan. Mallissa oletetaan epätäydellistä kilpailua talletusmarkkinoille ja vastaavasti täydellistä kilpailua antolainausmarkkinoille. Tämä oletus johtaa siihen, että talletusten arvostamisen tulisi pohjautua saman maturiteetin velkakirjojen korkotasoon. (Sheehan 2004)

Jarrow & van Deventerin (1998) malli on arbitraasivapaa menetelmä tilirahan arvon määrittämiseksi. Jarrow & van Deventerin (1998) mallin mukaan tiliraha on verrattavissa eksoottiseen koronvaihtosopimukseen, jossa pääoma on riippuvainen markkinakorkojen historiallisesta muutoksesta. Talletusten oletetaan olevan luottotappioriskittömiä (default-free). Tilirahan nettonykyarvo saadaan laskettua kaavan (3.20) mukaisesti:

$$V(0) = \tilde{E}_0 \left(\sum_{t=0}^{\tau-1} \frac{D(t)(r(t) - i(t))}{B(t-1)} \right). \quad (3.20)$$

Kaavan mukaan tilirahan arvo saadaan diskontatuista kassavirroista kaupankäyntistrategiasta, jossa investoidaan $D(t)$ määrä euroja lyhyisiin instrumentteihin joista saadaan korkoa $r(t)$. Tästä aiheutuva kustannus on tilirahan korko $i(t)$. Siten ajanhetkellä $t + 1$ saadaan $D(t)[r(t) - i(t)]$ suuruisen maksu. Kaavan johtaminen esitetään Jarrow & van Deventerin (1998) julkaisussa.

Kaava (3.20) voidaan tulkita τ periodin jälkeen erääntyvän eksoottisen koronvaihtosopimuksen arvoksi, josta saadaan vaihtuvaa korkoa $r(t)$ ja maksetaan vaihtuvaa korkoa $i(t)$ johon liittyy kuoletus/jatkoehto pääomalle $D(t)$ hetkellä t . Tämä tulkinta mahdollistaa tilirahan suojauksen. Jarrow & van Deventerin (1998) mukaan suojaus tulee tehdä pitkänä ostamalla lyhyttä bondia $D(0)$ eurolla ja myymällä tätä eksoottista koronvaihtosopimusta. Jarrow & van Deventerin (1998) mallia muokkaamalla saadaan kaava (3.21) joka huomioi myös vähimmäisvarantotalletukset keskuspankkiin:

$$V(0) = E_0 \left(\sum_{t=0}^{\tau-1} \frac{D(t)(1-m)(r(t) - i(t))}{B(t-1)} \right). \quad (3.21)$$

Sen mukaan kassavirta saadaan laskettua kertomalla talletusvolyymi ($D(t)$) vähimmäisvarantotalletuksen ylittävän osan korkotuotolla. (Dewachter et al., 2006; Eronen, 2008)

Tilirahan arvon määrittämistä varten tarvitaan tieto odotetusta korosta. Ensiksi tulee laskea spot-korot lyhyiden korkojen ja koronvaihtosopimusten pohjalta. Tätä varten lineaarisesti interpoloidaan nollakorot spot-koroksi seuraavaa kaavaa (3.22) käyttäen:

$$i_t = i_{T_0} + \frac{i_{T_1} - i_{T_0}}{T_1 - T_0} (t - T_0). \quad (3.22)$$

Kaavassa (3.22) i_t on spot-korko hetkellä t ja T_0 sekä T_1 ovat se ajanhetki, jolloin spot-korko saadaan markkinakorosta. Aikaa mitataan vuosissa. Kuukauden termiinkorot voidaan laskea spot-koroista kaavan (3.23) mukaisesti:

$$f(t_1, t_2) = \left[\frac{1 + i_{t_2}}{1 + i_{t_1}} - 1 \right] * \frac{1}{(t_2 - t_1)}. \quad (3.23)$$

Kaavassa (3.23) $f(t_1, t_2)$ on termiinkorkokäyrä aikavälille t_1 ja t_2 . i_t on spot-korko hetkellä t . Modifioimalla luvussa 2.2.3 esitettyä alkuperäistä kaavaa saadaan Jarrow & van Deventerin (1998) malliin pohjautuen tilirahan duraatio laskettua kuvion (3.24) mukaisesti:

$$D_{NPV} = \lim_{\delta \rightarrow \infty} \left[\frac{V(0, f(0, \cdot) + \delta) - V(0, f(0, \cdot))}{\delta |V(0, f(0, \cdot))|} \right], \quad (3.24)$$

jossa $V(0, f(0, \cdot))$ on tilirahan nykyarvo hetkellä 0. Olettaen, että korkotermiinikäyrä hetkellä 0 on $f(0, \cdot)$. Duraatio vastaa prosentuaalista muutosta tilirahan nykyarvossa kun alkuperäinen korkotermiini käyrä tekee rinnakkaisen muutoksen, jota merkitään δ . Negatiiviset arvot on sisällytetty näihin määriin.

Todellisuudessa korkojen aikarakenteen kehitys ei rajoitu ainoastaan rinnakkaisiin muutoksiin. Tämän vuoksi tarvitaan myös tilirahan keskimääräinen elinikä. Keskimääräinen elinikä lasketaan tulevien kassavirtojen painotettuna keskiarvona Jarrow & van Deventerin (1998) mallin mukaisesti seuraavalla tavalla:

$$\eta_{NPV} = E \left[\frac{\sum_{t=0}^{t=T} t [(1-m)D(t)[r(t) - i(t)] / B(t)}{V(0)} \right]. \quad (3.25)$$

Keskimääräinen elinikä on siis keskiarvo aikapainotetuista kassavirroista $[(1-m)D(t)[r(t) - i(t)]$. Kaava huomioi sen, että euroalueella vähimmäisvarantotalletuksille m maksetaan euribor-korkoa. Tilirahan nykyarvon muutoksen hallinta on keskeistä riskienhallinnassa. Pankit ja rahalaitokset toteuttavat riskienhallintaa yleensä minimoimalla tilirahan kassavirtojen varianssin diskontattujen kassavirtojen sijasta. (Eronen, 2008)

3.3. Multifaktori menetelmä

Tutkimuksessaan Dewachter et al. (2006) kuvaavat markkina- ja talletuskoron dynamiikkaa multifaktori aikarakennemallilla. Mallissa tilirahan arvo määritellään Jarrow & van Deventer -mallilla (1998). Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi menetelmän keskeinen sisältö.

Dewachter et al. (2006) määrittävät tutkimuksessaan talletuspreemiot ja korkotason elastisuuden belgialaisista pankeista saatavien tilastojen perusteella aikaväliltä 1994:Q4-2005:Q2. Määrittely pohjautuu Monte Carlo -simulaatioon. Monte Carlo -simulointi on tietokoneavusteinen menetelmä, jonka tarkoituksena on luoda tutkittavalla asialle odotusarvojakauma. Lisäksi tutkielmassa vertaillaan yhden faktorin korkojen aikarakennemallien ja multifaktori korkojen aikarakennemallien tehokkuutta. Yhden faktorin korkojen aikarakennemallin havaittiin olevan kykenemätön antamaan luotettavia arvioita pitkien korkojen kehityksestä. Eroa toteutuneeseen havaittiin olevan jopa 100 korkopistettä. Tutkimustulosten mukaan yli 6 kk korkojen ennustamisessa tulisi käyttää kahteen tai kolmeen faktoriin perustuvia korkojen aikarakennemalleja. Ne kykenevät paremmin selittämään pitempien markkinakorkojen kehitystä.

Korkotason elastisuuden ja duraation havaittiin olevan merkittävästi nollan yläpuolella. Niiden havaittiin riippuvan oletetun tuottokäyrän shokin luonteesta ja talletusten vaimenemistasosta (decay rate). Duraation havaittiin liikkuvan 3,2 ja 3.8 välillä. Tilirahan preemioiden havaittiin olevan tilastollisesti merkittäviä ja herkkiä oletetulle keskimääräiselle talletusten vaimenemistasolle (decay rate). Käyttämällä 0 % palvelukustannusta ja 15 % (40 %) vaimenemistasoa he saivat estimoitua keskimääräiseksi preemioksi 23 % (10 %). Lisäksi tutkimuksessa havaittiin isojen pankkien saavan hieman parempaa preemiota tilirahatalletuksistaan verrattuna pienempiin pankkeihin. Talletusten arvon estimoidaan kasvavan 3,8 % (3,5 %) korkotason noustessa 1 %. Vertailun vuoksi tutkimuksessa laskettiin duraatiot käyttäen jäljittelevää portfolio mallia (RPM) jolloin duraatioksi saatiin 3,4 vuotta. Käyttäen keskihajonnan minimointia jäljittelevää portfolio mallilla päästään siis suurin piirtein samaan lopputulokseen.

Mallissa (The joint yield curve-deposit rate model) kuvataan riskittömän markkinakoron, talletuskoron ja talletusvolyymin dynamiikkaa. Markkinakoron dynamiikka määritetään käyttäen kaikkea tuottokäyrän sisältyvää tietoa. Tätä varten käytetään pääasiassa affiinia aikarakennemallia, joka koostuu N määrästä piileviä tekijöitä. Talletuskoron dynamiikka määritetään lisäämällä markkinakorkoon talletuskoron erotuksen faktori. Talletusvolyymin osalta dynamiikan ajatellaan olevan talletuskoron ja deterministisen talletusten nostotason funktio.

Mallin kolme keskeistä rakennuspalikkaa ovat:

1. Arbitraasivapaa (no-arbitrage) tuottokäyrämalli: lyhyt korkotaso $r(t)$ tulee arvioida ja simuloida Q :n vallitessa teoreettisesti järkevällä tavalla
2. Malli talletuskoron dynamiikalle $r^d(t)$
3. Malli talletusvolyymin dynamiikalle $D(t)$

Tämän lisäksi tulee tehdä oletus käytettävästä palvelukustannuksesta. Mallissa palvelukustannuksen oletetaan olevan tietty prosenttiosuus talle-

tuskannasta, toisin sanoen $r^c(t) = c$ kaikille t :n arvoille. Tyypillisesti 1 % talletuskannasta.

Korkotason elastisuuden ja duraation havaittiin olevan merkittävästi nollan yläpuolella. Niiden havaittiin riippuvan oletetun tuottokäyrän shokin luonteesta ja talletusten vaimenemistasosta (decay rate). Duraation arvon havaittiin liikkuvan 3,2 ja 3.8 välillä. Tilirahan preemioiden havaittiin olevan tilastollisesti merkittäviä ja herkkiä oletetulle keskimääräiselle talletusten vaimenemistasolle (decay rate). Käyttämällä 0 % palvelukustannusta ja 15 % (40 %) vaimenemistasoa he saivat estimoitua keskimääräiseksi preemioksi 23 % (10 %). Lisäksi tutkimuksessa havaittiin isojen pankkien saavan hieman parempaa preemiota tilirahatalletuksistaan verrattuna pienempiin pankkeihin. Talletusten arvon estimoidaan kasvavan 3,8 % (3,5 %) korkotason noustessa 1 %. Vertailun vuoksi tutkimuksessa laskettiin duraatiot käyttäen jäljittelevää portfolio mallia (RPM) jolloin duraatioksi saatiin 3,4 vuotta. Käyttäen keskihajonnan minimointia jäljittelevää portfolio mallilla päästään siis suurin piirtein samaan lopputulokseen.

3.3.1. Markkinakoron määrittäminen

Dewachter et al. (2006) olettavat arbitraasimahdollisuuksien oletetaan puuttuvan. Näin ollen hetkellä T erääntyvän nollakuponki luottotappioriskittömän (default-free) bondin hinta hetkellä t voidaan esittää kaavan (3.26) mukaisesti:

$$p(t, T) = E_t^Q \left[\exp \left(- \int_t^T r(s) ds \right) \right], \quad r(t) = f_1(t) + f_2(t) + f_3(t).$$

(3.26)

Yhtälössä käytetään affiini kuvausta, sillä se säilyttää geometriset ominaisuudet. Kolmen tekijän joustava affiini malli, jossa lyhyen koron oletetaan olevan kolmen piilevän tekijän summa. Yhtälössä $r(t)$ on välitön (instan-

taneous) korkotaso ja E_t^Q kuvaa odotustekijää ainutlaatuisen riskineutraalin todennäköisyys mittarin Q tilanteessa. Tämä todennäköisyysmittari on huomaamaton ja se voidaan määritellä vain olettamalla jokin määritelmä markkinahintariskille $\bar{\xi}(t) = (\bar{\xi}_1, \dots, \bar{\xi}_N(t))'$. Lyhyen koron oletetaan olevan summa N piilevästä korkokäyrän tekijästä $\bar{f}(t), \bar{f}(t) = (f_1(t), \dots, f_N(t))'$ kaavan (3.27) mukaisesti:

$$r(t) = \sum_{i=1}^N f_i(t) \quad (3.27)$$

Talletuskorkojen arvioimiseksi menetelmässä oletetaan, että on olemassa lisäpiilevä tekijä $f_{N+1}(t)$ joka nimetään talletusten riskilisen tekijäksi. Täydennetyn $(N + 1) \times 1$ piilevien tekijöiden vektorin $f(t) = (f_1(t), \dots, f_N(t), f_{N+1}(t))'$ dynamiikkaa esitetään kaavan (3.28) mukaan:

$$df(t) = K(\theta - f(t))dt + SdW(t), \quad (3.28)$$

jossa θ sisältää jokaisen faktorin ehdottomat keskiarvot, $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_N, \theta_{N+1})'$. Lisäksi $N + 1$ faktorin kovarianssi matriisi määritellään $(N + 1) \times (N + 1)$ lävistäjä matriisin (diagonal matrix) S neliönä, $S = \text{diag}(\sigma_1, \dots, \sigma_N, \sigma_{N+1})$. Kolmen itsenäistä keskiarvoon hakeutuvaa Gaussin tekijää ja affiini riskilistä voidaan määrittää kaavoja (3.29) ja (3.30) käyttämällä:

$$df(t) = K(\theta - f(t))dt + SdW(t), \quad (3.29)$$

$$\bar{\xi}(t) = S\Lambda + S^{-1}\Xi f(t), \quad (3.30)$$

jossa $\Lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_N, 0)'$ ja Ξ kuvaa $(N + 1) \times (N + 1)$ matriisia, joka sisältää hintariskin herkkyyden faktorien $\bar{f}(t)$ tason muutoksille (jossa nollat rivillä

ja sarake $N + 1$). Tämän seurauksena pitkät korot ovat tekijöiden affiineja funktioita kaavan (3.31) mukaisesti:

$$\psi(t, \tau) = -\frac{1}{\tau} \ln p(f(t), \tau) = \frac{a(\tau) b(\tau)'}{\tau} f(t), \quad (3.31)$$

jossa kertoimien tulee noudattaa kaavan (3.32) mukaisia ei-arbitraasi rajoituksia:

$$\begin{aligned} \frac{\partial a(\tau)}{\partial \tau} &= a_0 + (\tilde{K}\tilde{\psi})' b(\tau) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N b_i^2(\tau) S_{ii}^2 \\ \frac{\partial b(\tau)}{\partial \tau} &= b_0 - \tilde{K}' b(\tau). \end{aligned} \quad (3.32)$$

3.3.2. Talletuskoron määrittäminen

Suurimmassa osassa tutkimuksia lyhyt korkotaso nähdään ainoana riskitekijänä. Tämän vuoksi niissä ei myöskään mallinneta talletus korkojen riippuvuutta tuottokäyrän muodossa tapahtuvista muutoksista. Dewachter et al. (2006) mallintavat tilirahan talletuskoron yhtälön (3.33) mukaisesti:

$$r_j^d(t) = a_j^d + (b_j^d)' f(t) + \varepsilon_i^d(t), j = 1, \dots, J, \quad (3.33)$$

jossa a_j^d on skalaari, $b_1^d = (1, \dots, 1, -1)'$ pankille 1 ja $b_j^d = (1, \dots, 1, b_j)'$ muille pankeille, $j \neq 1$. Skalaari on suure, jolla on vain suuruus ja mitataan josakin mittayksikössä. Sitä merkitään reaalityylillä. Aineistosta valitaan yksi iso pankki, jota merkataan luvulla 1. Ideana on, että talletus faktorilla saadaan vangittua lyhyen korkotason ja ison pankin 1 välisen korkoerotuksen dynamiikan. Muille pankeille sallitaan joko suurempi tai matalampi herkkyys suhteessa tähän yksilölliseen, yleiseen, ison pankin korkoerotukseen. Tämän lisäksi Dewachter et. al (2006) määrittivät tutkimuksessaan sarjan vaihtoehtoisia talletuskoron määritelmiä. Yksikään niistä ei kyennyt päihit-

tämään edellä esitettyä talletuskoron dynamiikan yhtälöä (3.33). (Dewachter et al., 2006)

3.3.3. Talletusvolyymin määrittäminen

Dewachter et al. (2006) estimoivat tilirahan arvon ja sen herkkyyden markkinakoron muutoksille kaavan (3.34) mukaisesti:

$$dD(t) = (r^d(t) - r^w)D(t)dt. \quad (3.34)$$

Yhtälössä ei huomioida mahdollisia uusia talletuksia. Mallissa oletetaan, että tilirahan saldot (i) kasvavat talletuskoron $r^d(t)$ mukaisesti, eli tallettajat jättävät talletuskoron tilille. Talletussaldojen oletetaan puolestaan vähenevän vakionostotason r^w mukaisesti. Yksinkertaisuuden vuoksi talletussaldot oletetaan usein muuttumattomiksi. (Dewachter et al., 2006)

3.3.4. Tilirahan arvostaminen

Perinteinen arvostamisen lähtökohta on asettaa tiliraha talletuksen arvo L_0 vastaamaan diskontattujen saatavien kassavirtojen arvoa $C_t (= D_{t-1} + R_{t-1}^d D_{t-1} + R_{t-1}^c D_{t-1} - D_t)$. Dewachter et al. (2006) esittävät, riskineutraalin todennäköisyys mittarin Q vallitessa riskittömällä korolla R_j , diskontattujen kassavirtojen arvon kaavan (3.35) mukaisesti:

$$L_0 = D_0 - E_0^Q \left[\sum_{t=1}^{\infty} \frac{(R_t - R_{t-1}^d + R_{t-1}^c) D_{t-1}}{\prod_{j=1}^t (1 + R_j)} \right] = D_0 - P_0. \quad (3.35)$$

D_t on talletuksen suuruus hetkellä t , R_t^d on asetettu talletuskorko, joka maksetaan periodin lopuksi, R_t^c on tallettajalle tilistä aiheutuva palvelukustannus, joka ilmaistaan prosenttina talletetuista varoista. Kaavan mukaan

talletuksen nimellisarvo D_0 voidaan jakaa talletusten arvoon (economic rents) L_0 ja talletuspreemioon P_0 , joka on diskontattujen nettokassavirtojen summa. Pankin positiivinen nettokassavirta C_t saadaan, kun talletetut rahat sijoitetaan riskittömästi talletuskoron ja palvelukustannusten yhteenlaskettua kustannusta suuremmalla markkinakorolla. Todellisen riskittömän strategian luomiseksi tulee käyttää markkinakorolla kanssa välitöntä maturiteettia (an instantaneous time to maturity), sillä talletukset ovat koska tahansa lunastettavissa. Kaava (3.35) esitetään kaavassa (3.36) jatkuva-aikaisena:

$$L_0 = D_0 - P_0 = D_0 - E_0^Q \left[\int_0^{\infty} (r(s) - r^d(s) - r^c(s)) D(s) \left(e^{-\int_0^s r(u) du} \right) ds \right] \quad (3.36)$$

jossa $r(t), r^d(t), r^c(t)$ ja $D(t)$ ovat jatkuva-aikaisia vastikkeita $R_t - R_t^d + R_t^c$ ja D_t :ille. Tutkimuksessa oletetaan, että $r^c(t) = c$. Monte Carlon -simulaatiota käyttäen jäljelle jääville muuttujille lasketaan arvot tarpeeksi pitkältä horisontilta, kunnes konvergenssi saavutetaan. (Dewachter et al, 2006)

3.4. Vaihtoehtoinen menetelmä

Tilirahavolyymia koskevissa tutkimuksissa osa tutkijoista painottaa tilirahatallettajien käyttäytymisen arvioinnissa vaihtoehtoiskustannuksen lisäksi myös esimerkiksi pankin tarjoamaa palvelua. Tällöin tilirahalle maksettavan talletuskoron merkitys nähdään vähäisemmäksi, kuin mitä edellä käsitellyissä vaihtoehtoiskustannukseen pohjautuvat arvioissa. Ongelma arvostamisen ja riskienhallinnan näkökulmasta on, etteivät tallettajat käytädy optioteorian oletettaman rationaalisuuden mukaisesti. Suurin osa asiakkaista ei toimi täysin rationaalisesti, eli pyri maksimoimaan tuottoensa. (Paraschiv, Schürle 2010; Nystöm, 2008) Tässä käsiteltävä Nyströmin (2008) käyttäytymisen malli huomioi tämän poikkeaman optioteorian rationaalisuudesta.

Käyttäytymisen malli muodostuu markkinakoron, talletuskoron ja talletusvolyymin malleista. Markkinakorko määritetään Vasičekin korkomallin avulla. Talletuskorko puolestaan määritetään käytäntöfunktion (policy function) perusteella. Käytäntöfunktion oletetaan mallissa riippuvan markkinakorosta ja talletetusta rahamäärästä. Talletusvolyymin ennustamiseen käytetään Nyströmin kaksivaiheista käyttäytymisen mallia. Ensimmäisessä vaiheessa esitetään oletukset, joiden mukaan asiakkaan käyttäytymistä ennustetaan. Toisessa vaiheessa määritetään asiakkaiden käyttäytymisen homogeenisyys, ja sen pohjalta luodaan malli keskimääräisen asiakkaan käyttäytymisestä ja talletuksenvolyymista. Lopuksi tilirahalle lasketaan arvo käyttäen Jarrow van Deventer -mallia (1998). Kaikki tutkimuksessa mainitut tilit $j \in \{1, \dots, K - 1\}$ ovat osa pankin tilirahavolyymia. Huolimatta siis eroista korkotasossa ja ehdoissa, tilien oletetaan kuitenkin täyttävän tilirahalle ominaiset piirteet. Tilille j sijoittaneen asiakkaan oletetaan pohjaavan päätöksensä, pitää sijoitus ennallaan tai uudelleen sijoittaa se tilille K , pohjautuen $d_K(\cdot, \cdot) - d_j(\cdot, \cdot)$ eroihin. Tarkempi kaavojen johtaminen ja selittäminen löytyy Nyströmin (2008) tutkimuksesta. (Nyström, 2008)

3.4.1. Markkinakoron määrittäminen

Nyströmin (2008) tutkimuksesta käytetään jo ensimmäisessä menetelmässä esitettyä mallia markkinakoron määrittämiseksi. Tässä se esitetään kaavan (3.37) mukaisesti:

$$dr(t) = a[\bar{r}(t) - r(t)]dt + \sigma dW(t) \quad (3.37)$$

Vastatakseen alkuperäistä satunnaista forward-käyrää $\{f(0, t), 0 \leq t \leq T\}$, $\bar{r}(t)$ kaava saa seuraavanlaisen muodon:

$$r(t) = f(0, t) + \sigma^2 \left(1 - \frac{\exp(-at)}{2a^2}\right)^2 + \int_0^t \sigma \exp(-a(t-s)) dW(s). \quad (3.38)$$

Yhtälöön (3.43) pohjautuen saadaan diskonttotehtäjä $D(0,t)$ hetkellä $t \in \mathbf{R}_+$ saatavalle rahalle:

$$F(0, t) = \exp \left(\int_0^t r(s) ds \right)$$

(3.39)

3.4.2. Talletuskoron määrittäminen

Talletuskorko määritellään käyttäen käytäntöfunktioita $d(r, V)$, joka pohjautuu markkinakorkoon r ja talletettuun määrään V . Tilirahatalletukselle maksetaan korkoa aikavälillä $(t, t + dt)$ joka vastaa $d(r(t), V(t))V(t)dt$. Yhtälössä talletettua määrää merkitään $V(t)$ ja $r(t)$ on markkinakorko hetkellä t . Tilille sovellettava käytäntöä merkitään (\cdot) . Talletuskorko nähdään siis markkinakoron ja talletetun rahamäärän funktiona. Käytäntöfunktiot jakautuvat yksinkertaisista funktioihin monimutkaisempiin porrasfunktioihin. Tässä käsitellään lyhyesti läpi funktioiden keskeiset piirteet.

Yksinkertaisessa käytäntöfunktiossa $\alpha \geq 0$ on vakio sekä $\tilde{d}_1(r(t)) = \max\{r(t) - \alpha, 0\}$. Menettelytavan funktio κ_1 toteuttaa politiikkaa, että talletuskorko määritellään käyttäen kiinteää erotusta, joka on riippuvainen markkinakorosta. Funktio voidaan ilmaista kaavan (3.40) mukaisesti:

$$r(t) - \tilde{d}_1(r(t)) = \alpha \chi_{[\alpha, \infty]}(r(t)) + r(t) \chi_{[0, \alpha]}(r(t)),$$

(3.40)

jossa $\chi_{E(\cdot)}$ on asetetun E :n osoitinmuuttuja. Oletuksena on, että $\alpha(\cdot)$ on markkinakoron ei-kasvava funktio. Tämän oletamus luo pankille mahdollisuuden parempaan marginaaliin markkinakoron ollessa korkealla verrattuna matalan markkinakoron tilanteeseen. Yksinkertaisen käytäntöfunktioita muokkaamalla saadaan laajemmin käytetty käytäntöfunktio joka huomioi

myös talletetun volyymin. Merkitään $r(t) - i(t) = \beta$. Lisäksi $\beta_0 = 0 < \beta_1 < \beta_2 < \dots < \beta_m = \infty$, joka on järjestelmä todellisia numeroita ja $d_1(r) < d_2(r) < \dots < d_m(r)$ kaikilla $r \in \mathbf{R}$. Näiden pohjalta saadaan:

$$\hat{d}_1(r(t), V(t)) = \frac{1}{V(t)} \sum_{j=1}^m d_j(r(t)) \max\{\beta_j - \beta_{j-1}, V(t) - \beta_{j-1}\}. \quad (3.41)$$

Yhtälössä oletetaan, että $V(t) \in [\beta_{k-1}, \beta_k)$ ja $k \in \{1, \dots, m\}$. Tällöin summalle $\beta_0 - \beta_{j-1}$, jossa $j = 1, \dots, k - 1$ asiakas saa korkoa $d_j(r(t))$. Jäljelle jäävälle summalle $V(t) - \beta_{k-1}$ asiakas saa vastaavasti korkoa $d_k(r(t))$. Toinen niin sanottu porrasperusteinen käytäntöfunktio on seuraavanlainen:

$$\hat{d}_2(r(t), V(t)) = \sum_{j=1}^m d_j(r(t)) \chi_{(\beta_j, \beta_{j+1})}(V(t)). \quad (3.42)$$

Olettaen samoin kuin edellisessä käytäntöfunktiossa, että $V(t) \in [\beta_{k-1}, \beta_k)$ ja $k \in \{1, \dots, m\}$. Näin ollen asiakas saa korkoa $d_k(r(t))$ koko tallettamalleen rahamäärälle. (Nyström, 2008)

3.4.3. Talletusvolyymin määrittäminen

Nyström (2008) rakentaa tutkimuksessaan käyttäytymisen mallin, jolla pyritään ennustamaan tilirahan volyymin kehitystä. Käyttelytilille hetkellä t talletettua määrää $\hat{\pi}_T(t)$ merkitään 0. Tilirahavolyymiin kuuluvaksi lasketavalle säästötilille talletettua määrää hetkellä t on $\hat{\pi}_S(t)$ ja niitä merkitään $1, \dots, K$. Tällainen tili sisältää joitakin käyttörajoituksia ja sille maksetaan hieman parempaa korkoa. Nyström (2008) arvioi käyttäytymisen mallissaan tallettajien preferenssejä näiden painotusten välillä.

Asiakkaiden toteuttamaa allokaatiota esittävässä yhtälössä keskimääräisen asiakkaan oletetaan muokkaavan tiliensä saldoa henkilökohtaisen mieltymyksensä $\gamma I(t)$ mukaan. Tämä on taso, jonka asiakas kokee tarvit-

sevansa likviditeettitarpeidensa täyttämiseksi. Mallissa E on asiakaskoh-
tainen korkotaso (strike level), jonka ylittyessä asiakas punnitsee tavoite-
tasonsa γ uudelleen. Summaa, jonka asiakas ohjaa toisiin sijoituksiin ta-
son E ylittyessä merkitään δ . Asiakkaan reagoitinopeutta mukautua tavoite-
tasoon γ merkitään λ . Mallissa oletetaan $\gamma, \lambda_T(0) \in [0,1]$ sekä λ, δ ja E
olevan ei-negatiivisia lukuja. Asiakkaan C käyttelytilitalletus 0 hetkellä t
vastaa $\hat{\pi}_T(t) = \lambda_T(t)I(t)$. Yhtälö esitetään kaavan (3.43) mukaisesti:

$$\lambda_T(t + t\Delta) - \lambda_T(t) = \lambda(\gamma - \lambda_T(t))\Delta t - \delta\chi_{(E,\infty)}(r(t))\Delta t. \quad (3.43)$$

Asiakkaiden säästämiskäyttäytymistä esittävässä yhtälössä oletetaan, että
asiakas muokkaa säästämiskäyttäytymistään jatkuvasti sääs-
tää λ^* tuloistaan $I(t)$. E^* on tässäkin kaavassa asiakaskohmainen korkota-
so, jonka ylittyessä asiakas pyrkii kasvattamaan säästämäänsä rahamää-
rää. Tämä oletuksen mukaan siis talletuskoroilla on taipumusta kasvaa
markkinakoron kasvaessa. Tämän säästämisen murtoluvun λ_S kasvun mit-
taria merkitään δ^* . Asiakkaan mukautumisen nopeutta kohti tavoitetasoa
 γ^* merkitään λ^* . Asiakkaan säästötilin $\bar{\pi}_S(t)$ kokonaisvolyymin kehitys
aikavälillä $[t, t + \Delta t]$, jossa $\bar{\pi}_S(t + \Delta t) - \bar{\pi}_S(t) = \lambda_S(t + t\Delta) - \lambda_S(t)I(t)\Delta t$
voidaan esittää:

$$\lambda_S(t + t\Delta) - \lambda_S(t) = \lambda^*(\gamma^* - \lambda_S(t))\Delta t - \delta^*\chi_{(E^*,\infty)}(r(t))\Delta t. \quad (3.44)$$

Merkitään C_1, \dots, C_N joukolla asiakkaita ja oletetaan, että asiakkaan kuu-
kauden keskimääräinen tulo on $C_i \in I(I_i(0), \rho)$ kunkin $i \in \{1, \dots, N\}$. Asiak-
kaan kuukausittaisen tulon kehitys aikavälillä $[t, t + \Delta t]$ saadaan kaavasta
 $I(t + t\Delta) - I(t) = \rho(t)I(t)\Delta t$, jonka lisäksi tehdään yksinkertaistus
 $\rho(t) = \rho$ jollakin vakiolla ρ . Joukko $\{C_i\}$ on homogeeninen suhteessa al-
kuperäiseen tulotasoon jos $I_i(0) = \bar{I}$, jossa $i \in \{1, 2, \dots, N\}$ tällöin
 $\{C_i\}_{i=1}^N \in I(\bar{I}, \rho)$. $C_i \in TM(\lambda_T, i(0), \lambda_i, \gamma_i, \delta_i, E_i)$, jossa $i \in \{1, \dots, N\}$. Joukko $\{C_i\}$
on lähes homogeeninen käyttelytilin toimintaperiaatteen kanssa jos
 $\lambda_T, i(0) = \bar{\pi}_T, \lambda_i = \lambda, \gamma_i = \gamma, \delta_i = \delta$. Lisäksi joukon $\{C_i\}$:n sanotaan ole

van heterogeeninen kertymäfunktio H :n kanssa. Tällöin $\{C_i\}_{i=1}^N \in TM^*(\bar{\lambda}_T, \lambda, \gamma, \delta, H)$. Sama pätee säästötilin volyymin kanssa, eli $\{C_i\}_{i=1}^N \in TS^*(\bar{\pi}_S, \bar{\lambda}_S, \lambda^*, \gamma^*, \delta^*, H^*)$. Jakaumat H ja H^* mittaavat heterogeenisyyden astetta asiakkaiden keskuudessa liittyen markkinakoron tasoon, jossa asiakas muuttaa toimintaperiaatettaan suhteessa käyttelytiliin ja säästötiliin.

Keskimääräisen asiakkaiden talletusvolyymit saadaan laskettua kaavoista (3.45) ja (3.46):

$$\frac{\bar{\pi}_T(t)}{\bar{I}} = f_T(t, \bar{\lambda}_T, \rho, \lambda, \gamma) - \delta \exp((\rho - \lambda)t) J(H, \lambda, t) \quad (3.45)$$

$$\frac{\bar{\pi}_S(t)}{\bar{I}} = \frac{\bar{\pi}_S}{\bar{I}} + f(t, \bar{\lambda}_S, \rho, \lambda^*, \gamma^*) + \frac{\delta^*}{\rho - \lambda^*} \exp((\rho - \lambda^*)t) [J(H^*, \lambda^*, t) - \exp(-(\rho - \lambda^*)t) J(H^*, \rho, t)]. \quad (3.46)$$

jossa

$$f_T(t, \bar{\lambda}_T, \rho, \lambda, \gamma) = \bar{\lambda}_T \exp((\rho - \lambda)t) + \gamma(1 - \exp(-\lambda t)) \exp(\rho t)$$

$$f(t, \bar{\lambda}_S, \rho, \lambda^*, \gamma^*) = \frac{(\bar{\lambda}_S - \gamma^*)}{\rho - \lambda^*} [\exp((\rho - \lambda^*)t) - 1] + \frac{\gamma^*}{\rho} [\exp(\rho t) - 1]$$

$$J(H^*, \lambda^*, t) = \int_0^t H^*(r(s)) \exp(\lambda s) ds \quad (3.47)$$

Käytännössä, tilirahan volyymia tai jakautumista eri tilien kesken mallinnettaessa, tulee ensimmäisessä vaiheessa empiirisesti tutkitusta joukosta asiakkaita $\{C_i^*\}_{i=1}^N$ tunnistaa joukko samanlaisia asiakkaita $\{C_i\}_{i=1}^N$ siten, että $\{C_i\}_{i=1}^N \in I(\bar{I}, \rho) \cap TM^*(\bar{\lambda}_T, \lambda, \gamma, \delta, H) \cap TS^*(\bar{\pi}_S, \bar{\lambda}_S, \lambda^*, \gamma^*, \delta^*, H^*)$. Toisessa vaiheessa arvioidaan arvot H ja H^* sekä määritetään arvot $\bar{I}, \rho, \bar{\lambda}_T, \lambda, \gamma, \delta, \bar{\pi}_S, \bar{\lambda}_S, \lambda^*, \gamma^*, \delta^*$. Määritettävänä on siis \bar{I} = keskimääräinen tulotaso, ρ = tulotason muutos, $\bar{\lambda}_T$ = nykyinen käyttelytilillä pidettävä osuus tuloista, $\bar{\lambda}_S$ = nykyinen säästötilillä pidettävä osuus tuloista, λ = käyttelytilin

muutosnopeus kohti tavoitetasoa, λ^* = säästötilin muutosnopeus kohti tavoitetasoa, γ = käyttelytilillä pidettävä osuus tuloista, γ^* = tavoitesäästämisvauhti, δ = muutoksen suuruus käyttelytilin volyyymissä jos markkinakorko ylittää tietyn tason, δ^* = muutoksen suuruus säästämisvolyyymissä jos markkinakorko ylittää tietyn tason, $\bar{\pi}_S$ = säästötilillä oleva kokonaissrah määrä.

Toistamalla nämä kaksi vaihetta saadaan luotua keskimääräistä asiakasta kuvaava malli. Lisäksi, käyttelytilitalletusten kokonaismäärä $\bar{\pi}_T(t)$ ja säästötilien kokonaisvolyyymi $\bar{\pi}_S(t)$ keskimääräiselle asiakkaalle oletetaan kehittyvän H ja H^* valinnan mukaisesti. Nyström on lisäksi määrittänyt yhtälön säästötilien välisten siirtojen määrittämiseksi. Sitä ei kuitenkaan käsitellä. Edellä esitetty antaa riittävän kuvan mallin keskeisestä sisällöstä.

Nyströmin (2008) tutkielman mallin mukainen arvo portfoliosta π joka muodostuu empiirisesti havainnoidusta joukosta asiakkaita $\{C_i^*\}_{i=1}^N$ aikavälillä $[0, T]$ saadaan:

$$N \int_0^T E^Q [[r(t) - d_0(r(t), \bar{\pi}_0(t))] \bar{\pi}_0(t) D(0, t)] dt + N \sum_{j=1}^K \int_0^T E^Q [[r(t) - d_j(r(t), \bar{\pi}_j^*(t))] \bar{\pi}_j^*(t) D(0, t)] dt, \quad (3.48)$$

jossa

$$\bar{\pi}_0(t) = \bar{\pi}_T(t) \text{ ja } \bar{\pi}_j(t) = w_j \bar{\pi}_S(t) \text{ eli}$$

$$\bar{\pi}_0(t) = \bar{I} [f_T(t, \bar{\lambda}_T, \rho, \lambda, \gamma) - \delta \exp((\rho - \lambda)t) J(H, \lambda, t)] \quad (3.49)$$

$$\bar{\pi}_S(t) = \bar{\pi}_S + \Gamma f_S(t, \bar{\lambda}_S, \rho, \lambda^*, \gamma^*) + (\Gamma \delta^*) / (\rho - \lambda^*) \exp [(\rho - \lambda^*)t] [J(H^*, \lambda^*, t) - \exp(-(\rho - \lambda^*)t) J(H^*, \rho, t)]. \quad (3.50)$$

$$\bar{\pi}_j^*(t) = (1 - H_j[A_{Kj}(t)]) \bar{\pi}_j(t), j \in \{1, 2, \dots, K-1\}$$

ja

$$\bar{\pi}_K^*(t) = \bar{\pi}_K(t) + \sum_{j=1}^{K-1} H_j[A_{Kj}(t)]\bar{\pi}_j(t) \quad (3.51)$$

Siinä $1 - H_j[A_{Kj}(t)]$ on murtoluku alussa talletukseen j sijoittaneiden asiakkaiden kokonaismäärästä, jotka eivät ole siirtäneet rahoja tilille K hetkeen t mennessä. $(\bar{\pi}_1^*(t), \dots, \bar{\pi}_K^*(t))$ on K -ulotteinen $\{F_t\}$ -mukautunut stokastinen prosessi. Edellä esitettyä arvonmäärityksen kaavaa käyttäen voidaan simuloida ja arvioida kulku kaikille esitetyille prosesseille.

Olettaen, että $d_j(r(t), V(t)) = \alpha_j(r(t))r(t), j \in \{0, \dots, K\}$ funktiolle $\alpha_j(\cdot)$ välillä $[0, 1]$ ja että $\alpha_0(r) \leq \alpha_1(r) \leq \dots, \alpha_K(r)$ jossa $r \in \mathbf{R}$ voidaan edellä esitetty arvo portfoliosta π esittää:

$$\begin{aligned} N \sum_{0=1}^K \int_0^1 E^Q \left[[1 - \alpha_j(r(t))]r(t)\bar{\pi}_j(t)D(0, t) \right] dt \\ - N \sum_{j=1}^{K-1} \int_0^T E^Q \left[[\alpha_K(r(t)) - \alpha_j(r(t))]r(t)H_j[A_{Kj}(t)]\bar{\pi}_j(t)D(0, t) \right] dt, \end{aligned} \quad (3.52)$$

Kaavassa (3.52) jälkimmäinen rivi kuvaa pankille aiheutuvaa arvonlaskua asiakkaan optiosta siirtää rahat matalankoron tiliraha tililtä korkeamman koron tilille. Tämän terminkoko riippuu funktiosta $H_j(\cdot), j \in \{1, \dots, K - 1\}$.

Jälkimmäinen osa kuvaa siis parasta tuottoa hakevan keskimääräisen asiakkaan herkkyyttä tai aktiivisuutta. Tämä yhtälö ei kuitenkaan ota huomioon tilirahalle saatavaa korkoa, joka myös osaltaan kasvattaa saldoa. Nyström (2008) on lisäksi jatkanut edellä esitettyä mallia siten, että se ottaa myös kertyvän korkotuoton huomioon. Sen käsittely ei anna lisäarvoa tämän tutkimuksen kannalta. (Nyström, 2008)

Käyttämällä asiakasportfolion arvon määrittämisen kaavaa (3.48) voidaan huomata, että tiliraha portfolion arvo vastaa rakenteellisesti eksoottista koronvaihtosopimusta. Prosessit (3.48-3.51) ovat $\{F_t\}$ -mukautettuja sto-

kastisia prosesseja ja markkinakoron skenaario määrittää talletuskorot, talletusvolyymit ja niiden allokaation sekä diskonttotekijän. Seuraava eittodennäköisyyspohjainen lähestymistapa riskienhallintaan pohjautuu herkkyysanalyysiin ja skenaarioanalyysiin. Tällöin kaava (3.48) mukainen arvonmuutos perustuu forward-käyrän häiriöön (perturbations). Merkitään $\{f(0, t)\}_{t \geq 0}$ forward markkinakorkoa hetkellä $t=0$ ja $\{\tilde{f}(0, t)\}_{t \geq 0}$ determinististä forward markkinakorkokäyrä skenaariota. Merkitään yhtälön (3.48) laskettavaa arvoa $\overline{PV}(0, s, f)$ ja $\overline{PV}(0, s, \tilde{f})$, joissa T korvataan s :llä pohjautuen forward-korkokäyriin $\{f(0, t)\}_{t \geq 0}$ ja $\{\tilde{f}(0, t)\}_{t \geq 0}$. Lisäksi $T > 0$, jolloin saadaan kaava:

$$C(0, T, f, \tilde{f}) = \overline{PV}(0, T, \tilde{f}) - \overline{PV}(0, T, f), \quad (3.53)$$

jossa $C(0, T, f, \tilde{f})$ kuvaa, kiinteällä T :llä, muutosta nettonykyarvossa PV kun $f \rightarrow \tilde{f}$. Jos $\overline{PV}(0, T, \tilde{f}) - \overline{PV}(0, T, f)$ kiinteällä t :n arvolla on positiivinen, pankki ei menetä rahaa tilanteessa $f \rightarrow \tilde{f}$. Tappiota tulee vain, jos $\overline{PV}(0, T, \tilde{f}) - \overline{PV}(0, T, f) < 0$. Merkitään $C(T_{k-1}, T_k, f, \tilde{f}) = C(0, T_k, f, \tilde{f}) - C(0, T_k, f, f)$. Tällöin $C(T_{k-1}, T_k, f, \tilde{f})$ kuvaa PV:n kokonaismuutoksen osuutta, joka aiheutuu aikavälillä (T_{k-1}, T_k) ja $[C(T_{k-1}, T_k, f, \tilde{f})]_k$ kuvaa aikakäyrää. Tätä aikakäyrää voidaan käyttää kehitettäessä suojausstrategioita tilanteen $f \rightarrow \tilde{f}$ varalle. (Nyström, 2008)

3.4.4. Tilirahan arvostaminen

Nyström (2008) rakentaa tutkimuksessaan käytäntöfunktion tilirahan arvon määrittämiseksi. Tutkimuksessa oletetaan, että pankki tarjoaa $K + 1$ erityyppistä tilirahatalletusta. Tilit luetellaan $0, 1, \dots, K$ ja käytäntöfunktio merkitään $d_j = d_j(\cdot, \cdot)$ jossa $j \in \{0, \dots, K\}$. Käytäntöfunktio määrittelee tilin tuotto-tason. Pankilla oletetaan olevan portfolio π joka muodostuu asiakkaasta C , joilla on puolestaan tilirahasalkku $\{\hat{\pi}_j\}$. Asiakasprosessi kuvataan $\pi(t) = \pi_C(t) = (\hat{\pi}_0(t), \hat{\pi}_1(t), \dots, \hat{\pi}_K(t))$. Siinä $\hat{\pi}_j(t)$ on asiakkaan C tiliraha

tilille j sijoittama summa hetkellä t . Asiakasprosessi on $(K+1)$ -ulotteinen $\{F_{t, (t \geq 0)}\}$ -mukautettu stokastinen prosessi. F_t on σ -algebra, joka on luotu satunnaismuuttujasta $r(s)$, jossa $s \leq t$. Tämä sisältää oletuksen, että asiakkaan sijoituspäätös pohjautuu ainoastaan markkinakoron kehityksen sisältämään informaatioon. Hetkellä t ja aikavälillä $(t, t + dt)$ asiakkaan sijoituspäätös pohjautuu markkinakorkoon $r(t)$, saldoihin ja nykyiseen allokaatioon $(\hat{\pi}_0(t), \hat{\pi}_1(t), \dots, \hat{\pi}_K(t))$. Lisäksi asiakas arvioi sijoituspäätöstä tehdessään pankin käytäntöfunktion mukaisia ehtoja $d_j = d_j(\cdot, \cdot)$.

Pankin maksama korko aikavälillä $(t, t + dt)$ tilille j hetkellä t talletetulle pääomalle $\hat{\pi}_j(t)$ on $d_j(r(t), \hat{\pi}_j(t)) \hat{\pi}_j(t) dt$. Kaavassa $d_j(r(t), \hat{\pi}_j(t))$ on tilille j talletetulle pääomalle talletuskorko hetkellä t aikavälillä $(t, t + dt)$. Hetkellä t pankki sijoittaa pankkien välisille interbank - markkinoille summan $\hat{\pi}(t) = \hat{\pi}_0(t) + \pi_1(t) + \dots + \hat{\pi}_K(t)$ ajaksi dt . Sieltä saatava summa vastaa $r(t) \hat{\pi}(t) dt$. Lisäksi oletetaan, että $r(t) \geq d_j(r(t), V(t))$ kaikille $r(t)$ ja $V(t)$ arvoilla kaikilla $j \in \{0, \dots, K\}$. Pankin tilistä j saama tuotto aikavälillä $(t, t + dt)$ on $[r(t) - d_j(r(t), \hat{\pi}_j(t))] \hat{\pi}_j(t) dt$. Pankin portfolioista π (asiakas C) saatavan kassavirran nykyarvo PV aikavälillä $(0, T)$ saadaan kaavan (3.54) mukaisesti:

$$\begin{aligned}
 PV(0, T, \pi) &:= \sum_{j=0}^K PV(0, T, \hat{\pi}_j) \\
 &:= \sum_{j=0}^K \int_0^T [r(t) - d_j(r(t), \hat{\pi}_j(t))] \hat{\pi}_j(t) dt D(0, t) dt,
 \end{aligned}
 \tag{3.54}$$

Tähän mennessä on käsitelty ainoastaan yhdestä asiakkaasta koostuvaa portfolioa π . Jatkossa pankin portfolio π oletetaan muodostuvan N asiakkaasta. Linearisuutta käyttäen nettonykyarvo PV voidaan ilmaista kaavan (3.55) mukaisesti:

$$PV(0, T, \pi) = \sum_{i=1}^N PV(0, T, \pi_i). \quad (3.55)$$

Kuvataan asiakasprosessia $\pi_i(t)$ ja portfolioprosessia $\pi(t)$ seuraavasti $\pi_i(t) = (\hat{\pi}_{i0}(t), \dots, \hat{\pi}_{iK}(t))$ ja $\pi(t) = \pi_1(t) + \dots + \pi_N(t)$. Pankin portfolion π arvoprosessi $PV(0, T, \pi)$ ja pitämisestä saatava arvo $\overline{PV}(0, T, \pi)$ aikavälillä $[0, T]$ T:n funktiona on:

$$PV(0, T, \pi) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=0}^K \int_0^T [r(t) - d_j(r(t), \hat{\pi}_j(t))] \hat{\pi}_{ij}(t) D(0, t) dt \quad (3.56)$$

$$\overline{PV}(0, T, \pi) := E^Q[PV(0, T, \pi)]$$

$$= \sum_{i=1}^N \sum_{j=0}^K \int_0^T E^Q[r(t) - d_j(r(t), \hat{\pi}_j(t))] \hat{\pi}_{ij}(t) D(0, t) dt, \quad (3.57)$$

jossa $E^Q[\cdot]$ on prosessi joka ottaa odotukset suhteessa Q :n huomioon.

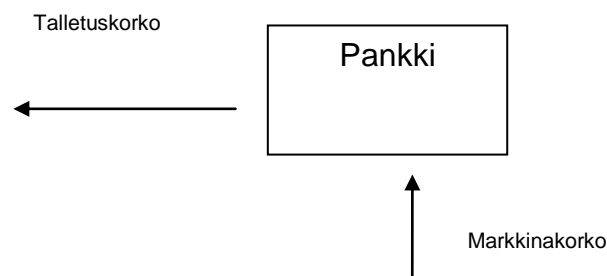
Mallissa todennäköisyysvaruutta merkitään (Ω, \mathcal{F}, Q) .

3.5. Korkoriskin hallinta

Tässä käsitellään muutama edellisten lukujen menetelmistä saatavien tulosten pohjalta toteutettava tilirahan korkoriskiltä suojautuminen. Käsiteltävät korkosuojaukset ovat koronvaihtosopimus, korkolattiasopimus ja eksoottinen koronvaihtosopimus. Tilirahan korkoriskiltä suojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi yhteen sovittamalla talletusten duraatio. Luvun 2 mukaisesti duraatio ei kuitenkaan ole paras korkoriskin mittari tilirahalle. Tässä korkoriskin hallinta esitetään Erosen (2008) tutkimuksen mukaisesti minimoimalla kassavirtojen varianssit. Tätä varten tulee simuloida kassavirrat eri korko skenaarioissa. Korkosuojaus toteutetaan 5 vuodelle, sillä Erosen (2008) laskelmissa keskimääräiseksi eliniäksi saatiin noin 5 vuotta.

Tilirahavolyymien oletetaan olevan 10 miljoonaa euroa koko 5 vuoden ajan jakson.

Markkinakoron simuloinnissa Erosen (2008) esimerkissä käytettiin luvussa 2.2 esitettyä Ornstein-Uhlenbeck prosessia. Pitkän aikavälin 1 kuukauden Euriborin keskiarvoksi (μ) saatiin 2,482 prosenttia ja volatilitteetiksi 0,367 prosenttia. Keskiarvoon palautuvuuden (mean reverting) tasoksi ρ saatiin 0.31253. Esimerkissä tilirahan koron oletetaan seuraavan epäsymmetrisen virheenkorjausmallin mukaista korkoa. Korkosuojausten toteuttamiseksi tulee laskea tilirahan odotettu tuottojakauma. Tuottojakauman noudattaa yleensä suurin piirtein normaalijakaumaa, kun suojausta ei käytetä. Ilman korkosuojausta Eronen (2008) sai tilirahan kassavirraksi viideltä vuodelta 1,23 miljoonaa euroa ja sen keksihajonnaksi 0,09 miljoonaa euroa. Kuvio 5 havainnollistaa tilirahaan liittyviä kassavirtoja kun suojausta ei käytetä.

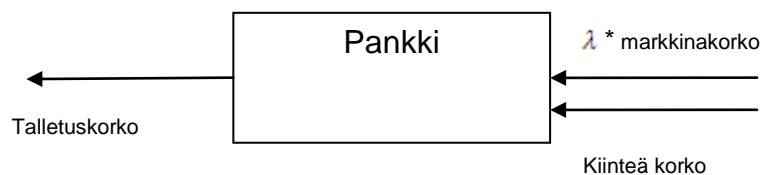


Kuvio 5: Kassavirrat ilman suojausta

Koronvaihtosopimus: Helpoin tapa suojautua tilirahan korkoriskiltä on käyttää tavallista koronvaihtosopimusta (plain vanilla swap). Sen positiivisena puolena on, että se antaa suojaa myös pieniltä korkotason muutoksilta. Siihen ei myöskään liity maksettavaa preemiota. Koronvaihtosopimuksen avulla odotetun tuoton varianssi on pienempi kuin seuraavaksi käsiteltävä korkolattiasopimusta käytettäessä. Sen negatiivisena puolena on, ettei pankki pääse hyötymään korkotason noususta.

Koronvaihtosopimus saadaan parhaiten yhteen sovitettua tilirahan tuotto-rakenteen kanssa asettamalla perustana oleva nimellinen pääoma vas-taamaan $1 - \lambda$, jossa λ on virheenkorjausmallia käyttäen määritetty tasa-painokorko. Tilirahan talletuskoron odotetaan siis mukautuvan tasapaino-korkoonsa. Suojaus tehdään pääoman $1 - \lambda$ mukaan koska talletuskoron ennustetaan olevan $\lambda * \text{markkinakorko} + \text{vakio}$. Vaikka saatu ennuste ei olekaan tarkka, johtuen talletuskoron mukautumisen tahmeudesta ja epä-symmetriasta, on se silti hyvä arvio. Eronen (2008) arvioi tutkimuksessaan sopivaksi suojaustasoksi 68,9 prosenttia. Tutkimuksen tekohetkellä viiden vuoden koronvaihtosopimuksen korko oli 3,86 prosenttia.

Pankki siis vastaanottaa sovittua kiinteää korkoa ja markkinakorkoa suo-jausasteen $1 - \lambda$ mukaisesti sekä maksaa talletuskorkoa. Koronvaihtoso-pimusta käyttämällä Eronen (2008) sai odotetuksi kassavirraksi 1.3 miljoo-naa ja varianssiksi 0,003 miljoonaa. Koronvaihtosopimuksen ongelmana on, ettei mallinnettu korko välttämättä kykene riittävästi huomioimaan markkinakilpailua ja siinä tapahtuvia muutoksia. Se ei kuitenkaan välttä-mättä tarkoita sitä, ettei suojaus olisi riittävän tehokas. Kuviossa 6 esite-tään tilirahaan liittyvät kassavirrat käytettäessä koronvaihtosopimusta.

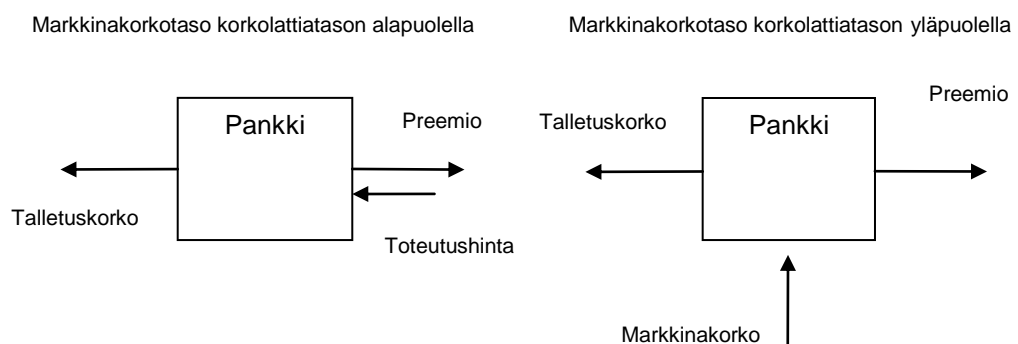


Kuvio 6: Nettoperusteiset kassavirrat koronvaihtosopimusta käytettäessä

Korkolattiasopimus: Suojausstrategia voidaan muodostaa käyttäen kor-kolattiasopimusta. Tällöin pankki suojautuu tietyn tason alittavilta korko-marginaaleilta. Korkotason alittaessa korkolattian sovitun tason, pankki maksaa talletuskorkoa sekä premion ja vastaanottaa korkoa, joka on to-teutushinta - markkinakorko. Maksettava preemio vastaa suuruudeltaan vastaavan tyyppisen sarjan osto-optioita. Tämän suojausmenetelmän

heikkoutena on se, että pankki ei saa suojaa korkolattiatason yläpuolella tapahtuville korkotason muutoksilta. Tällöin korkolattia sopimuksen arvo nousee, mutta pankki ei saa kassavirtoja purkamatta sopimusta. Positiivisena puolena korkolattia suojauksessa on, että se ei ole herkkä markkinamuutoksille, kuten esimerkiksi muutoksille kilpailuolosuhteissa. Sen etuna onkin, että siihen pohjautuva suojausstrategia vaatii vähemmän uudelleen muokkausta.

Tuottojakauman on havaittu olevan vino käytettäessä korkolattiasuojausta. Tällöin suojatun summan alittavat tuotot on kokonaan rajattu pois. Eronen (2008) käytti suojauksessa korkolattiasopimusta 3 prosentin toteutustasolla, jolloin sen hinnaksi saatiin 36 259 euroa. Eronen (2008) tutkimuksessa käytetyn otoksen odotettu kassavirta oli 1,2 miljoonaa (preemiota ei huomioitu) ja keskihajonta 0,08 miljoonaa. Keskihajonta ei kuitenkaan ole kovin luotettava mittari optiota käytettäessä, koska tällöin jakauma on vino. Kuvio 7 havainnollistaa tilirahaan liittyviä kassavirtoja korkolattiasopimuksen yhteydessä.

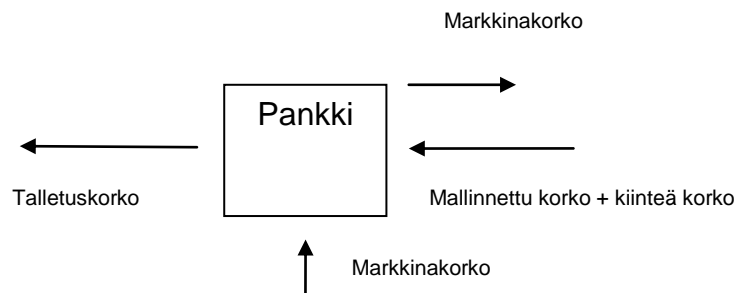


Kuvio 7: Kassavirrat korkolattiasopimusta käytettäessä

Eksoottinen koronvaihtosopimus: Kolmas käsiteltävä suojausstrategia perustuu eksoottiseen korkovaihtosopimukseen, eli eksoottiseen korkoswapiin. Siinä pankki vastaanottaa mallinnettua talletuskorkoa, joka on esitimoitu historiatietojen perusteella käyttäen esimerkiksi virheenkorjausmallia. Eksoottisen koronvaihtosopimuksessa kassavirrat siis sovitetaan pankin tilirahan kassavirtoihin sopivaksi. Siinä pankki vastaanottaa kiinteää

korkeaa + mallinnettua talletuskorkeaa ja maksaa markkinakorkeaa (ks. Kuvio 8).

Koronvaihtosopimus, jossa käytetään suojaustasoa λ , voidaan esittää seuraavasti. Optimaalisessa tilanteessa, jossa mallinnettu korko vastaa täysin markkinakorkeaa, pankki saa aina kiinteää korkoa. Etuna on, ettei siihen liity aloituskustannuksia ja lisäksi sen tulon varianssi on pienempi kuin muissa käsitellyistä menetelmistä. Jaksotuseroista johtuen eksoottisen koronvaihtosopimuksen varianssi on kuitenkin selvästi nolaa suurempi. Siinä mallinnettu korko on päivän talletuskorko, mutta koron kiinnitys ja maksu tehdään kerran kuukaudessa. Se tarjoaisikin parempaa suojaa, jos koron kiinnitys tehtäisiin päivittäin tai mallinnettu talletuskorko estimoisi kuukauden keskiarvokorkeaa. Eksoottista koronvaihtosopimusta käyttäen Eronen (2008) sai odotetuiksi kassavirroiksi noin 1,3 miljoonaa euroa ja varianssiksi 0,0027 miljoonaa euroa. Eksoottisen koronvaihtosopimuksen huonona puolena on, että se on monimutkainen rakentaa ja hinnoitella.



Kuvio 8: Kassavirrat eksoottista koronvaihtosopimusta käytettäessä

4. TILIRAHAN EMPIIRINEN TARKASTELU

Tässä luvussa arvioidaan Suomen Pankin, Eurostatin ja Tilastokeskuksen keräämien lukujen pohjalta suomalaisten kotitalouksien talletusvolyymien käyttäytymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Tästä saatuja tuloksia verrataan edellisessä luvussa esitettyihin tutkimustuloksiin. Luvussa ei lasketa tilirahalle arvoa, määritetä sen korkoriskiä tai toteuteta suojausstrategiaa. Luvun tarkoituksena on vastata ensimmäisessä luvussa määriteltyjen kolmen alaongelman avulla tutkimusongelmaan ”mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon tilirahan arvostamisessa ja korkoriskin hallinnassa Suomen talletusmarkkinoilla”.

Kotitaloudet ovat suurin talletusryhmä Suomen rahalaitoksissa. Niiden osuus yleisön talletuksista on pitkän aikaa ollut 67 - 70 prosentin välillä. Vuoden 2007 jälkipuoliskolla alkanut markkinaepävarmuus ja pankkien korkokilpailu kasvattivat talletusten suosiota voimakkaasti. Vuoden 2008 aikana kotitalouksien talletuskanta kasvoi voimakkaasti talouden epävarmuuden kasvaessa ja hyvien korkotarjouksien houkuttelemana. Nopeimmillaan yleisön talletuskanta kasvoi huhtikuussa 2008, jolloin kasvua oli yli 18 prosenttia edelliseen vuoteen verrattuna. Rahoja virtasi talletuksiin korkeamman riskin sijoituskohteista, kuten osakkeista ja rahasto-osuuksista. Finanssikriisin voimistuminen laski talletusten korkoja jyrkästi ja katkaisi talletusten voimakkaan kasvun. Tämä johti muutoksiin talletuskannan allokaatiossa siten, että vuoden 2009 aikana rahaa virtasi määräaikaistalletuksista likvideihin talletuksiin. (Suomen Pankki, 2010b)

4.1. Aineiston kuvaus

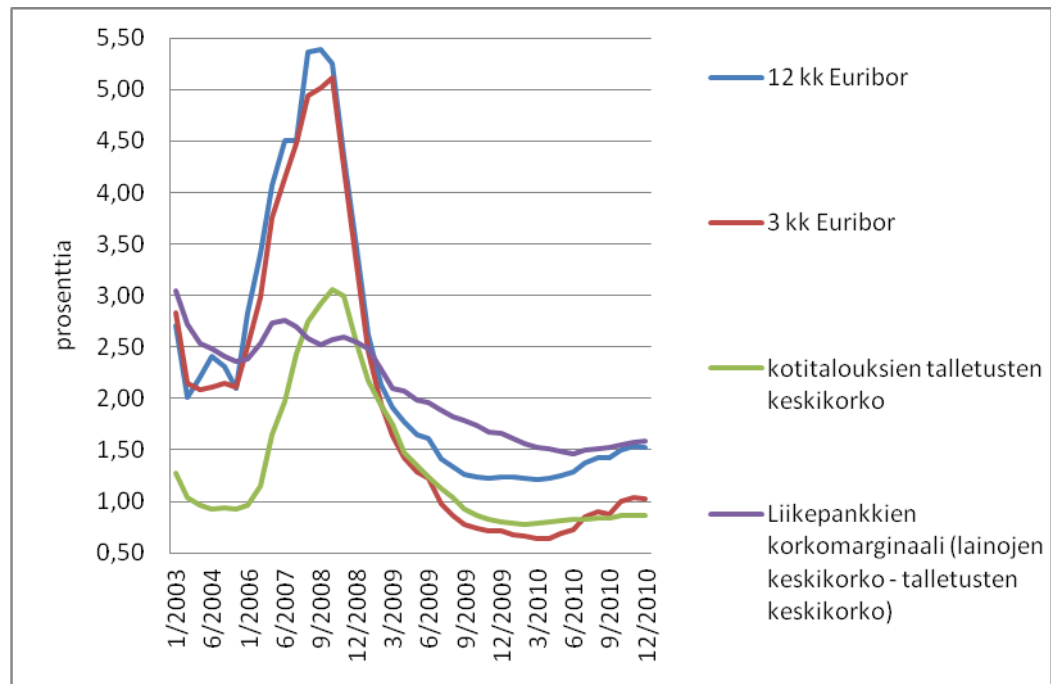
Suomen Pankki vastaa Euroopan keskuspankin neuvostossa määriteltyjen Suomea koskevien rahalaitos-, rahoitus- ja maksutasetilastojen tuottamisesta (Suomen Pankki, 2011). Eurostat (The Statistical Office of the European Communities) on Euroopan komission alainen yksikkö, jonka tehtä-

vänä on tuottaa tilastotietoa (Eurostat, 2011). Tilastokeskus tuottaa valtaosan Suomen virallisista tilastoista (Tilastokeskus, 2010). Käsiteltäväksi valittiin lukuja jotka luvussa 3 käsiteltyjen teorioiden mukaan vaikuttavat tilirahavolyymien ja talletuskorkojen käyttäytymiseen. Näitä ovat markkinakorkojen, talletuskorkojen ja bruttokansantuotteen kehitys. Lisäksi tilastoiitiin työttömyysasteen ja kuluttajahintaindeksin kehitys. Tämän jälkeen tilastoiitiin eri säästämismuotojen, korkomarginaalien, raha-aggregaattien ja rahalaitosten vastaanottamien talletusten kehitys. Näitä vertailtiin keskenään luvussa 3 väitetyjen riippuvuussuhteiden arvioimiseksi.

Käsiteltävät luvut kerättiin aikaväliltä 2003 - 2010. Kaikista tilastoista ei ollut saatavilla lukuja näin pitkältä ajanjaksolta, joten tällöin kyseisen tilaston osalta aikaväliä lyhennettiin. Tarkasteltava aikaväli haluttiin pitää pitkänä, jotta eri muuttujien, kuten esimerkiksi markkinakorkotason ja talletusvolyymien, välinen mahdollinen riippuvuussuhde saadaan selvitettyä.

4.2. Tutkimustulosten analysointi

Kuvioon 9 on kerätty markkinakorkojen, talletuskorkojen ja korkomarginaalien kehitys tammikuusta 2003 - joulukuuhun 2010. Euribor-korko on euroalueen rahamarkkinoiden viitekorko, joka lasketaan euroalueella toimivien parhaiksi luokiteltujen suurten pankkien (n. 50 kpl) antamien noteerausten pohjalta (Suomen Pankki, 2010a). Kuviossa 9 esitetty talletusten keksikorko sisältää yön yli –talletusten korkojen lisäksi myös osittaisia käyttörajoituksia sisältävien talletusten korkoja. Käyttörajoituksista huolimatta myös niissä tallettajalla on oikeus halutessaan nostaa talletus, joten ne ovat luonteeltaan lähellä tilirahaa. Niitä käsitelläänkin tässä kokonaisuudessaan tilirahana. Kuvioon 9 kerätty liikepankkien korkomarginaali saadaan antolainauksen ja ottolainauksen korkoerotuksesta.



Kuvio 9: Korkotasotja (lähde: Eurostat, 2011; Suomen Pankki, 2011)

Kuvioon 9 perusteella näyttää siltä, että talletuskoroilla on Suomessa keskimääräinen pohjataso jonka alle korko ei laske. Tiliraha talletuksen kohdalla taso näyttäisi olevan keskimäärin noin 0,8 prosenttia. Tällaisessa tilanteessa pankit siis tarjoavat normaalia korkeampaa talletuskorkoa, jolloin niiden korkomarginaali joustaa, eli heikkenee. Tämä havainto on yhteneväinen aikaisempien tutkimustulosten kanssa. Niiden mukaan markkinakorkojen ollessa keskimääräisesti alhaisella tasolla, pankin talletusten korkomarginaali on heikompi verrattuna korkean markkinakoron tilanteeseen. Suomessa pankkien korkomarginaali heikkeni euribor-korkojen laskun myötä kesäkuusta 2008 kesäkuuhun 2010 mennessä 2,6 prosentista 1,5 prosenttiin. Markkinakorkotason laskun myötä tiliraha tyyppisten talletusten keskikorko laski saman aikana 2,74 prosentista 0,83 prosenttiin. Kotitalouksien yön yli -talletusten, eli käyttelytilien keskimääräinen korko laski vuoden 2009 aikana 0,22 prosenttiyksikköä 0,39 prosenttiin.

Tilanteesta poikkeuksellisen tekee se, että 3 kuukauden euribor-korko oli pitkään alle talletusten keskikoron. Vasta viime kuukausina esimerkiksi 3 kuukauden euribor-korko on noussut yli talletusten keskimääräisen koron. Pankit siis maksoivat kotitalouksien talletuksille keskimäärin parempaa

korkea, kuin mikä on pankkien interbank - markkinoilla saman vakuudetoman rahan hinta. Yleensä pankit hinnoittelevat talletuksille maksettavan koron matalammaksi, kuin sen hetkinen markkinakorko. Syinä poikkeuksellisen korkeaan keskimääräiseen korkoon nähdään yleensä kireä pankkien välinen kilpailu ja pankkien tarve saada parannettua talletusten pysyvyyttä. Pankit pyrkivät pitämään talletuskorot riittävän korkealla tasolla kyetäkseen houkuttelemaan talletuksia osittaisia käyttörajoituksia sisältäville säästötileille. Tarkoituksena on ohjata rahoja tileille, joissa niiden pysyvyys on yön yli -talletuksia parempi.

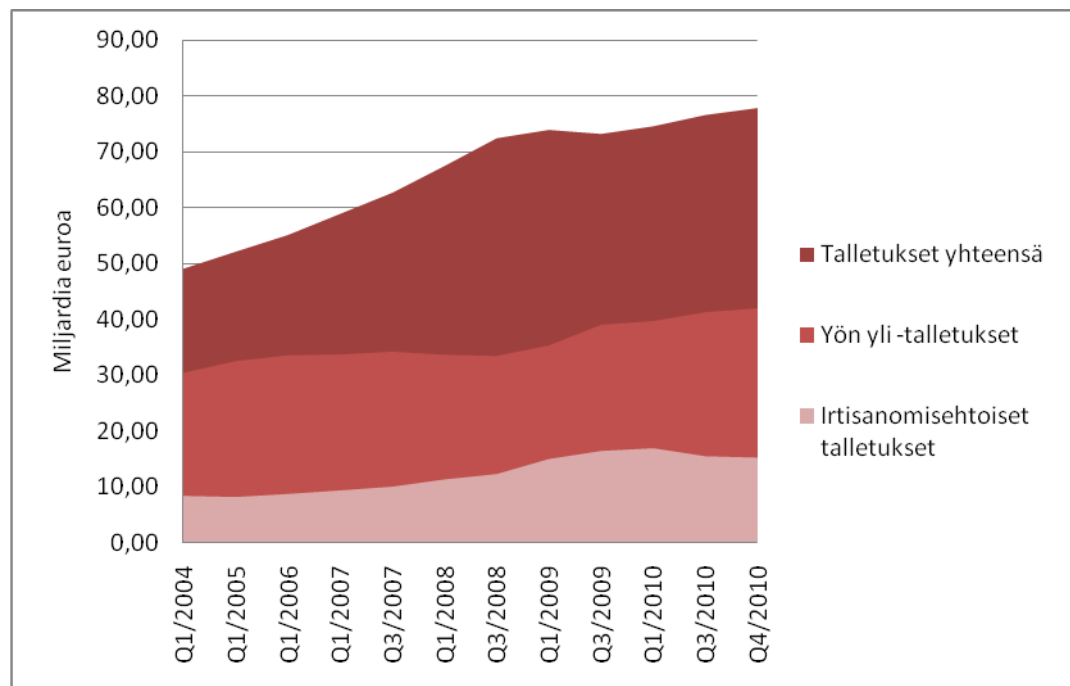
Kotitalouksien tilirahan talletuskoron käyttäytyminen on pitkälti linjassa aikaisempien tutkimustulosten kanssa. Vuonna 2006 markkinakorot lähtivät nopeaan nousuun, jota seurasi viiveellä myös talletuskorkojen nousu. Vastaavasti 2008 markkinakorkojen kääntynyt laskuun talletuskorot seurasivat niitä välittömästi. Talletusten keskikorot eivät myöskään ole reagoineet viimeaikaisiin markkinakorkojen maltillisiin nousuihin. Syynä ylöspäin tahmeuteen on talletuskorkojen määräytymiseen liittyvä korkokäytäntö. Usein niiden korko määräytyy siten, että markkinakorosta tai pankin primekorosta vähennetään tietty prosenttiyksikkö. Näin ollen markkinakoron tulee ensin nousta yli siitä vähennettävän prosenttiyksikön jotta nousulla on vaikutusta tilille maksettavaan korkoon. Tilirahan koron oletetaan olevan ylöspäin tahmea, joten merkittäviä muutoksia talletusten keskikoroissa ei pitäisi lähiaikoina tapahtua. Liikepankkien korkomarginaalin positiivinen kehitys johtuukin siitä, että antolainaus on saatu tehtyä aikaisempaa paremmalla korolla. Tosin kuviosta nähdään, ettei tämä positiivinen kehitys johdu paremmasta marginaalista vaan 12 kuukauden euribor -koron noususta.

Kuvioon 10 on kerätty kotitalouksien talletukset vaateittain Suomen rahalaitoksissa vuoden 2004 ensimmäisestä kvartaalista vuoden 2010 viimeiseen kvartaaliin. Yön yli -talletusten katsotaan yleensä parhaiten vastaavan tilirahaa. Lisäksi myös irtisanomisehtoiset talletukset voidaan laskea kuuluvan tilirahavolyymiin, koska myös niissä tallettajalla on optio nostaa

talletus. Kuviota 9 ja 10 vertailemalla voidaan huomata, että talletusvolyymien ja markkinakorkotason sekä talletusvolyymien ja tilirahan koron kehityksen välillä näyttää olevan korrelaatiota. Talletuskorkojen ollessa poikkeuksellisen korkealla talletusvolyymien kasvu voimistuu ja vastaavasti hidastuu korkotason ollessa matalalla tasolla. Markkinakorkotason ja talletuskorkojen kehityksestä riippumatta talletusvolyymi on Suomessa, hetkellisiä poikkeamia lukuun ottamatta, kasvanut koko tarkasteluajanjakson. Vuositasolla tarkasteltuna myös yön yli -talletusten määrä on kasvanut läpi tarkastelujakson. Nämä havainnot ovat yhteneväisiä luvussa 3 esitettyjen tutkimustulosten kanssa.

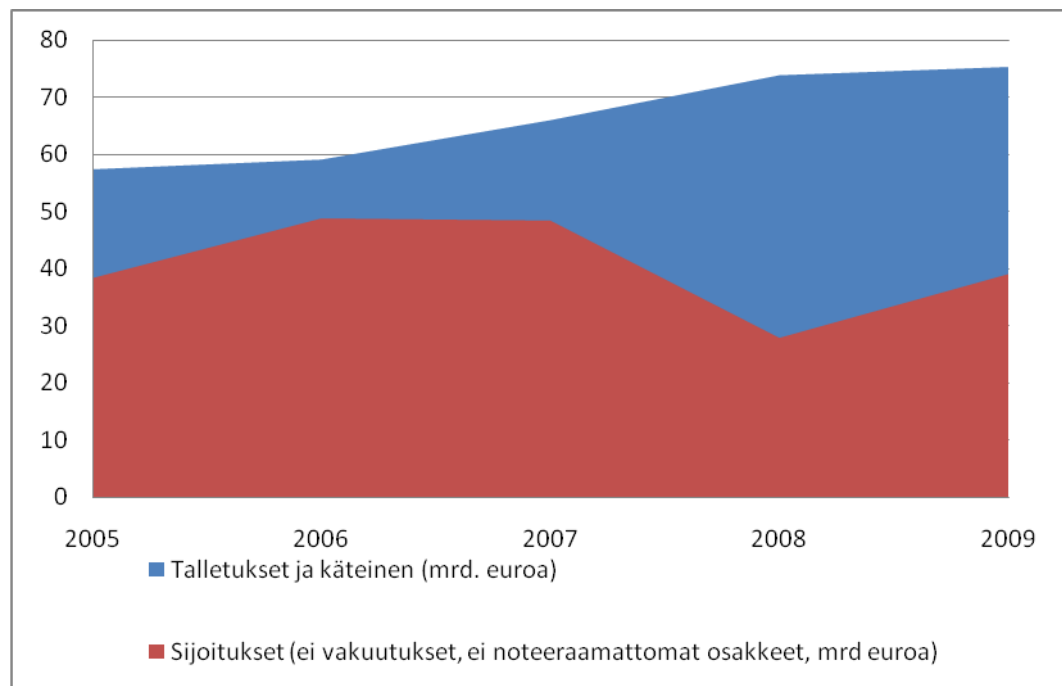
Markkinakorkotasolla näyttäisi olevan myös vaikutusta siihen kuinka talletusvarallisuus jakautuu määräaikaistalletusten ja muiden talletusten kesken. Markkinakorkotason ollessa korkealla kotitaloudet allokoivat uudet varat pääsääntöisesti määräaikaistalletuksiin. Vastaavasti markkinakorkojen laskun myötä kotitaloudet uudelleen allokoivat talletusvaroja takaisin likvidimpiin talletusmuotoihin. Näyttääkin siltä, että vuotta 2009, laskeneiden markkinakorkotasojen myötä, karakterisoi pyrkimys parempaan likviditeettiin tuoton merkitystä alipainottaen. Vaihtoehtoiskustannuksen laskun myötä tilirahavolyymien on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu kasvavan. Vuoden 2009 aikana likvidien talletusten osuus kaikista kotitalouksien talletuksista kasvoi 65 prosentista 77 prosenttiin.

Luvussa 3 käsitelty Nyströmin (2008) käyttäytymisen malli esittää mielenkiintoisen tulkinnan keskimääräisen asiakkaan talletusvolyymien käyttäytymiselle. Sen mukaan keskimääräisen asiakkaan oletetaan muokkaavan tiliensä saldoa henkilökohtaisen mieltymyksensä $\gamma I(t)$ mukaan. Vasta korkotason ylittyessä tietyn tason E^* asiakas punnitsee tavoitetasonsa γ uudelleen ja mahdollisesti kasvattaa säästämisen tavoitetasoa λ^* . Tallettajan siis oletetaan arvostavan likviditeettiä ja palvelua. Vasta vaihtoehtoiskustannuksen saavuttaessa tietyn tason asiakas allokoivat varansa uudelleen. (Nyström, 2008)



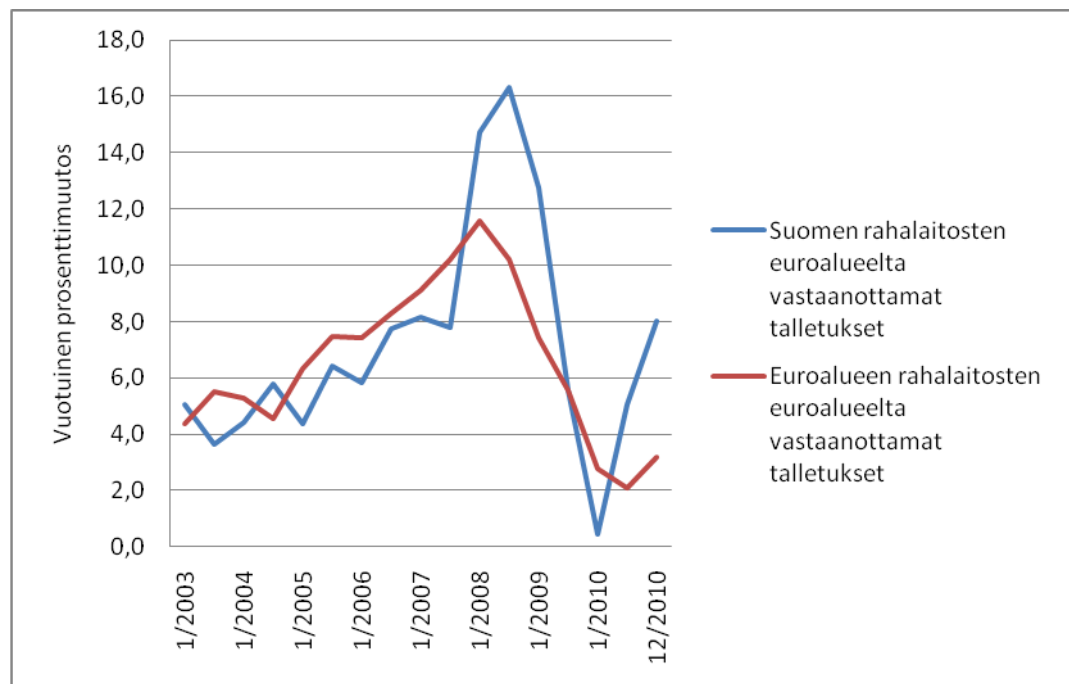
Kuvio 10: Kotitalouksien euromääräiset talletukset Suomen rahalaitoksissa (lähde: Suomen Pankki, 2011)

Kuvio 11 havainnollistaa kotitalouksien rahoitusvarallisuuden jakautumista riskittömien (käteinen ja talletukset) ja riskiä sisältävien sijoitusten (osakkeet, rahastot, joukkovelkakirjat) välillä. Kuviossa molemmat varat on merkitty erikseen, eli esimerkiksi vuonna 2006 kotitalouksilla oli talletuksia ja käteistä noin 10,1 miljardia euroa enemmän kuin muita sijoituksia. Finanssikriisin myötä kotitalouksien rahastosijoitusten määrä putosi vuonna 2007 mitatusta keskimääräisestä 18,056 miljardista eurosta 9,115 miljardiin euroon vuoteen 2008 mennessä (- 49,5 %). Noteerattujen osakesijoitusten määrä laski puolestaan 27,114 miljardista eurosta 15,021 miljardiin euroon (- 44,6 %). Samaan aikaan käteisen määrä kasvoi 299 miljoonalla eurolla (9,8 %), käteistalletusten määrä 2403 miljoonalla eurolla (5,6 %) ja muiden talletusten 5176 miljoonalla eurolla (25,8 %). Kotitaloudet talletuskannan voimakas kasvu näyttääkin johtuvan pääosin riskillisissä sijoituksissa olevien varojen uudelleen allokoinnista matala riskisiin talletuksiin. On myös hyvä huomata, että vaikka markkinat lähtivät 2009 uuteen nousuun, ei vastaavanlaista kehitystä toiseen suuntaan tapahtunut. Talletusten määrä kasvoi myös vuonna 2010.



Kuvio 11: Kotitalouksien varallisuuden jakautuminen (lähde: Tilastokeskus, 2010)

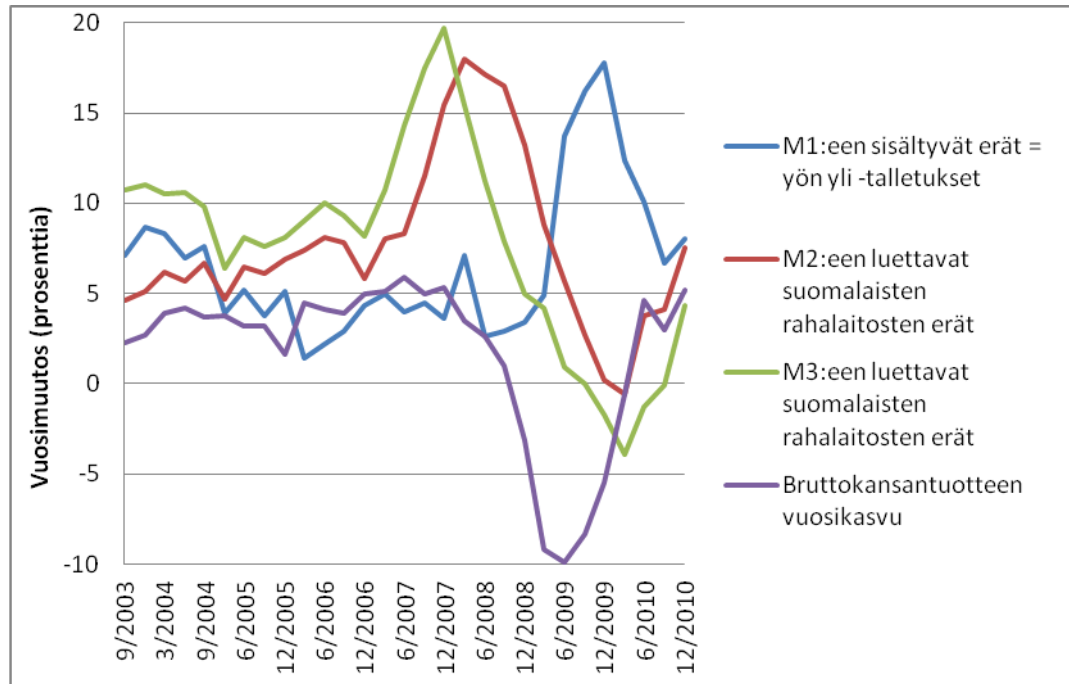
Kuvioon 12 on kerätty Suomen ja koko Euroalueen rahalaitosten vastaanottamat talletukset. Suomessa muiden euroalueen maiden osuus Suomen rahalaitosten vastaanottamista talletuksista on vähäinen. Kuviosta voidaan havaita, että Suomessa tallettajat reagoivat finanssikriisiin huomattavasti voimakkaammin kuin Euroalueella keskimäärin. Kesäkuussa 2008 vuotuisen prosenttimuutos oli 16,3 prosenttia, kun vastaava luku 2007 luku oli 7,8 prosenttia. Euroalueella keskimäärin vastaavat luvut olivat 10,2 prosenttia ja 10,2. Vastaavasti vuoden 2009 tammikuussa vuosikasvu oli Suomessa enää vain 0,5 prosenttia. Suomalaiset kotitaloudet siirsivät finanssikriisin myötä voimakkaasti säästöjään riskillisistä sijoituskohteista talletuksiin. Euroalueella keskimäärin vastaava kehitys oli huomattavasti maltillisempaa. Euromaiden väliset erot kotitalouksien säästämiskäyttäytymisessä on hyvä huomioida arvioitaessa toisen maan tilastojen pohjalta toteutettuja tutkimuksia tiliraha volyymin käyttäytymisestä.



Kuvio 12: Rahalaitosten vastaanottamien talletusten kehitys (lähde Suomen Pankki, 2011)

Kuviossa 13 on eri rahavaranto luokkiin luettavien suomalaisten rahalaitosten erien prosentuaalinen muutos. Erät sisältävät sekä yksityishenkilöiden että yritysten talletukset. Yritysten talletusten osuus on kuitenkin vähäinen, joten se ei merkittävästi heikennä arvioinnin luotettavuutta. Lisäksi kuvioon on kerätty bruttokansantuotteen kehitys. M1-rahamäärä, eli yleisön hallussa olevat setelit ja kolikot sekä yön yli pankkitalletukset, on viimeaikoina kasvanut normaalia nopeammin. Rahavarantoluokat jakautuvat siten, että vain M1-raha sisältää täysin likvidejä varoja. Rahavarantoluokka M2, saadaan laskemalla yhteen M1 ja alle kahden vuoden maturiteetin määräaikaistalletukset sekä kolmen kuukauden aikana irtisanottavissa olevat talletukset. Rahavarantoluokka M3 muodostuu M2:sta ja euroalueen rahalaitosten liikkeeseen laskemista instrumenteista ja enintään kahden vuoden maturiteettisista velkapapereista. M3-raha on keskeisin rahavarannon mittari. Kuvioista voi huomata, että finanssikriisin puhjettua rahaa virtasi ensisijaisesti M2-rahamukaisiin alle kahden vuoden mittaisiin määräaikaistalletuksiin. Finanssikriisin voimistuttua ja korkotason heikennyttyä rahat allokoitiin uudelleen joka johti M1-rahamukaisien likvidien tili- en määrän voimakkaaseen kasvuun. M1-rahamäärä kasvoi voimak-

kaimmillaan 16,1 prosenttia vuodessa. Mielenkiintoista on huomata, ettei M1-rahamäärä missään vaiheessa vähentynyt. Tämä havainto on yhteneväinen kuvioista 10 ja 11 tehtyjen havaintojen kanssa.



Kuvio 13: Suomalaisten rahalaitosten rahavaranto erät ja BKT (lähde: Suomen Pankki, 2011; Tilastokeskus, 2010)

Luvun 3 teorioiden mukaan tilirahavolyymille on tyypillistä, että sen määrä laskee markkinakorkojen noustessa ja vastaavasti kasvaa markkinakorkojen laskiessa. Tämän on arveltu johtuvan vaihtoehtoiskustannusten kasvusta. Kuvioista 13 voidaan huomata, että M1-rahamäärä on kasvanut vuodesta toiseen. M1-rahamäärän kasvu hidastui markkinakorkotason nousun myötä aikavälillä 1/2008-6/2008, mutta silti kasvua oli edelleen 2,6 prosenttia. Pienet erot kuvion 10 kanssa johtuvat pääosin siitä, että M1-rahahan myös yritysten talletukset. Ero ei kuitenkaan ole merkittävä joten kuvio 13 soveltuu hyvin kuvastamaan kotitalouksien eri rahavarantoerien määriä.

Kerättyjen tietojen pohjalta näyttää siltä, että Suomalaisille kotitalouksille tuotto ei ole yhtä merkittävä talletuskäyttäytymistä ohjaava tekijä kuin Euroopassa keskimäärin. Suurin muutos tapahtui riskisijoitusten ja määrääi-

kaistalletusten välillä. Samalla kun riskisijoitusten määrä romahti, kasvoi M2-rahamäärä 1/2008 15,3 prosenttia ja 1/2009 13,5 prosenttia. Kuvios-
ta 12 voidaan lisäksi huomata, että markkinatilanteen parannuttua suurin
osa riskisijoituksista siirtyneestä rahasta jäi edelleen talletuksiin. M3 määrä
putosi 1/2010 ainoastaan 2,9 prosenttia, jonka jälkeen se nopeasti lähti
taas uudelleen kasvuun. Markkinakorkotason laskun myötä kotitalouden
uudelleen allokoivat M2 ja M3-rahoja takaisin M1-rahaksi. Likvidin M1-
rahamäärä kasvoi 6/2009 13,7 prosenttia ja 6 /2010 10,1 prosenttia.

Kuvioista 13 ja 10 nähdään, että bruttokansantuotteen kehityksen kään-
nyttyä selvään laskuun tilirahavolyymien määrä lähti voimakkaaseen kas-
vuun. Epävarmuuden kasvaessa tallettajat arvostavat hyvää likviditeettiä
tuottoa enemmän. Toisaalta likvidien tilien suosiota vahvistaa myös se,
että matalan korkotason vuoksi niiden vaihtoehtoiskustannus on pieni.
Bruttokansantuotteen käännyttyä uudelleen kasvuun myös tilirahavolyymien
kasvun kovin vauhti hiipui. Tähän saattaa kuitenkin vaikuttaa myös muut
tekijät kuten voimistuva inflaatio. Joulukuussa 2010 inflaatio nimittäin kiih-
tyi 2,6 prosenttiin aikaisemmasta maltillisesta tasosta. Tästä huolimatta
bruttokansantuotteen ja tilirahavolyymien välillä näyttäisi olevan riippuvuut-
ta. Lisäksi näyttää siltä, että normaalitilanteessa bruttokansantuote ja tili-
rahavolyymi kasvat lähes samaa vauhtia.

Jarrow & van Deventerin (1998) mallin kanssa vaihtoehtoinen O'Brianin
(2000) mallin saattaa näiden tietojen perusteella antaa paremman lopputu-
loksen tilirahavolyymiä määritettäessä. Mallissa nimittäin käytetään selittä-
jinä markkinakorkotason lisäksi bruttokansantuotteen muutosta. Kuvioista
13 nähdään, tilirahavolyymien kehitys näyttäisi korreloivan kohtalaisen hy-
vin bruttokansantuotteen kehityksen kanssa. Markkinakoron muutoksiin ja
aikatrendiin perustuva Jarrow & van Deventerin (1998) mallin mukaan tili-
rahavolyymien tulisi kääntyä kasvuun markkinakorkotason laskun myötä.
Kuvioista 13 ja 10 voidaan kuitenkin nähdään, että tilirahavolyymit reagoi-
vat muutokseen viiveellä. Kuten aikaisemmin todettiin, rahaa virtasi ensin
määräaikaistalletuksiin ja vasta myöhemmin tiliraha talletuksiin.

5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkielman tarkoituksena oli tuottaa läpileikkaus tilirahan arvostamiseen, korkoriskin määrittämiseen ja korkoriskin hallintaan. Tutkielma vastaa kysymykseen mitä tekijöitä tulee ottaa huomioon tilirahan arvostamisessa ja korkoriskin hallinnassa Suomen talletusmarkkinoilla. Empiirisen tarkastelun avulla pyrittiin selvittämään eroaako suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymien käyttäytyminen kirjallisuuskatsauksessa esitetystä.

Tutkielmassa käsiteltiin koko tilirahan korkoriskin hallinnan kokonaisuus lähtien liikkeelle Basel II - vakavaraisuussäännösten asettamista reunaehdoista. Korkoriskin hallinnalla pyritään arvioimaan talletuskannan ja korkokatteen tulevaa kehitystä ja siten suojautumaan niiden mahdolliselta negatiiviselta kehitykseltä. Suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymi oli vuoden 2010 lopussa noin 57,5 miljardia euroa, joten se muodostaa merkittävän osan pankin varoista. Matalasta korosta ja tallettajan optiosta huolimatta tilirahan on havaittu olevan pankille kohtalaisen pysyvää rahoitusta. Pitkä keskimääräinen elinikä yhdistettynä matalaan korkokustannukseen tekee tilirahasta yhden pankkien merkittävimmistä tulonlähteistä. Suuresta korkomarginaalista ja tilirahan talletuskoron jäykkyydestä johtuen tilirahasta aiheutuu puolestaan pankille suuri korkoriski. Pankin korkoriskin hallinnalla onkin suurin merkitys tilirahasta saataviin tuottoihin. Tutkielman lopputuloksena syntyi kattava, mutta alan ammattilaiselle helposti ymmärrettävä katsaus tilirahan korkoriskin hallintaan.

Rahoitustoiminnan korkoriski on pankkien kannalta yksi merkittävimmistä markkinariskin muodoista. Se syntyy ensisijaisesti pankin henkilö- ja yrittäjäasiakaslähtöisestä liiketoiminnasta. Markkinariskeistä tutkielmassa keskityttiin siihen osaan mahdollista tappiota, joka aiheutuu pankin varojen ja velkojen käyvän arvon muutoksesta korkojen muuttuessa. Basel II - säännösten mukaan pankin tulee itse tunnistaa, analysoida ja varata riittävästi pääomaa sen kattamiseksi. Baselin pankkivalvontakomitea (2004) nimeää

neljä korkoriskin muotoa: uudelleenhinnoitteluriski, korkokäyräriski, korkoperusteriski ja optionalisuusriski. Tutkielmassa käsiteltävillä korkoriskin hallinta menetelmillä pyritään suojautumaan näiltä korkoriskin muodoilta.

Tulevilla Basel III -uudistuksilla tulee olemaan vaikutusta tilirahan korkoriskin hallintaan. Uuden maksuvalmiusvaatimuksen (Liquidity Coverage Ratio, LCR) mukaan pankilla tulee olla likvidejä varoja sitä enemmän, mitä enemmän sillä on lyhytaikaisia velkaeriä, jotka voidaan vetää pois tai olla uusimatta 30 päivän aikana. Tiliraha luetaan näihin velkaeriin. Toinen merkittävä uudistus on pysyvän varainhankinnan vaatimus (Net Stable Funding Ratio, NSFR). Sen tavoitteena on saada pankit rahoittamaan pitkäaikainen luotonantonsa keskimäärin riittävän pitkäaikaisella rahoituksella. On mielenkiintoista nähdä, kuinka uudistukset tulevat vaikuttamaan pankin tapaa rahoittaa toimintaansa. Nykyisin suurilla liikepankeilla yleisön talletukset kattavat keskimäärin noin 60–100 % myönnetystä lainoista.

Aikaisemmissa tutkimuksissa tilirahalla on havaittu olevan neljä keskeistä piirrettä. Ensinnäkin tilirahalla ei ole täsmällistä maturiteettia. Toiseksi tallettajalla on optio muuttaa talletustaan koska tahansa ilman kustannuksia. Kolmanneksi tilirahan talletuskorke on ylöspäin tahmea, eli korkojen noustessa se seuraa lyhyttä markkinakorkoa viiveellä. Lisäksi talletuskoron mukautumisen kohti markkinakorkotasoa on havaittu olevan epäsymmetristä ja joidenkin tilien kohdalla epäjatkuvaa. Neljänneksi tilirahavolyymi reagoi muutoksiin markkinakorkotasossa, eli tallettajan oletetaan siis pohjaavan päätöksensä vaihtoehtoiskustannukseen. (Dewachter et al., 2006; Eronen, 2008; Nyström, 2008)

Tilirahan arvonmääritys on keskeistä korkoriskin hallinnan kannalta, jotta pankin altistuminen korkoriskille saadaan selvitettyä. Arvonmääritystä vaikeuttaa tilirahaan liittyvä tallettajan optio nostaa rahat koska tahansa. Tilirahan ajatellaan sisältävän kytkettyjä optioita, joiden maturiteetti ja uudelleenhinnoittelu riippuvat asiakkaiden ja kilpailijoiden käyttäytymisestä sekä pankin hinnoitteluperiaatteista. Tilirahan arvonmääritys pohjautuu tehtyyn

oletukseen sen uudelleenhinnoittelusta ja maturiteetista. Keskeistä arvostamisessa on se, että tilirahan on havaittu käyttäytyvän pitkäaikaisen rahoituksen tavoin. Tilirahaa arvostettaessa ja korkoriskiä määritettäessä tulee alkuun määrittää markkinakorko ja keksimääräinen talletuskorko. Tämän jälkeen voidaan tilirahavolyymi määrittää käyttäen logaritmista regressiomallia. Näiden pohjalta määritetään tilirahan arvo ja riskiparametrit.

Tutkielmassa käsiteltiin kolme vaihtoehtoista menetelmää määrittää tilirahan arvo ja korkoriski. Tarkastelussa painotettiin ensimmäisenä käsiteltyä Erosen (2008) tutkimuksessaan käyttämää yksinkertaista menetelmää. Kaikissa malleissa tilirahan arvostamisessa käytettiin Jarrow & van Deventerin (1998) mallia. Erosen (2008) ja Nyströmin (2008) malleissa markkinakoron määrittämisessä käytetään Vasiček (1977) yhden faktorin mallia. Menetelmät on kuitenkin esitetty siten, että ne ovat tarvittaessa muokattavissa. Dewachterin et al. (2006) mallissa markkinakoko määritellään edellisistä poiketen korkojen multifaktori aikarakennemallilla. Tutkimuksessa havaittiin yhden faktorin aikarakennemallin antavan epäluotettavia arvioita pidempien korkojen kehityksestä. Eroa toteutuneeseen havaittiin olevan jopa 100 korkopistettä. Tutkimustulosten mukaan yli 6 kuukauden päähän korkoja ennustettaessa tulisi käyttää kahden tai kolmen faktorin mallia. Nyströmin (2010) esittämä menetelmä tarjoaa vaihtoehtoisen tavan määrittää talletuskorko ja talletusvolyymi. Talletuskorko määritetään siinä käytäntöfunktion perusteella, jonka oletetaan riippuvan markkinakorosta ja talletetusta rahamäärästä. Talletusvolyymien ennustamiseen käytetään puolestaan kaksivaiheista käyttäytymisen mallia. Ensimmäisessä vaiheessa esitetään oletukset, joiden mukaan tallettajan käyttäytymistä ennustetaan. Toisessa vaiheessa määritetään asiakkaiden käyttäytymisen homogeenisyys. Tämän pohjalta johdetaan malli keskimääräisen asiakkaan käyttäytymisestä ja tämän talletuksenvolyymille.

Tilirahan korkoriskiltä suojautuminen esitettiin toteutettavan minimoimalla kassavirtojen varianssit. Tätä varten tarvitaan kassavirrat eri korko skenaarioissa. Esimerkissä markkinakoron simuloinnissa käytettiin Vasičekin

(1977) yhden faktorin aikarakennemallia. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää, esimerkiksi Dewachter et al. (2006) käyttämää multifaktori mallia. Vertailu tapahtui korkolattiasopimuksen, koronvaihtosopimuksen ja eksoottisen koronvaihtosopimuksen välillä. Korkolattiasopimukseen pohjautuvan suojausmenetelmän heikkoutena on se, ettei pankki saa suojaa korkolattiatason yläpuolella tapahtuvilta korkotason muutoksilta. Koronvaihtosopimus antaa puolestaan suojaa myös pieniltä korkotason muutoksilta. Siihen ei myöskään liity maksettavaa preemiota toisin kuin korkolattiasopimukseen. Koronvaihtosopimuksen avulla odotetun tuoton varianssi on pienempi kuin korkolattiasopimusta käytettäessä. Eksoottisessa koronvaihtosopimuksessa pankki vastaanottaa mallinnettua talletuskorkoa, joka on arvioitu historiatietojen perusteella käyttäen talletuskoron määrittämisen menetelmää. Siinä tulon varianssi on näistä menetelmistä pienin. Eksoottisen koronvaihtosopimuksen huonona puolena on, että se on monimutkainen rakentaa ja hinnoitella.

Tutkielman loppuksi arvioitiin suomalaisten kotitalouksien tilivolyymien kehitystä suhteessa aikaisemmissa luvuissa käsiteltyihin tietoihin. Arviointi toteutettiin Suomen Pankin, Eurostatin ja Tilastokeskuksen keräämien lukujen pohjalta. Virallisista tilastoista johdettujen arvioiden havaittiin osin poikkeavan kirjallisuuskatsauksessa esitetystä.

Markkinakorkojen laskiessa historiallisesti matalalle tasolle korkomarginaalin havaittiin kääntyvän jopa negatiiviseksi. Pankkien tarjoamat talletuskorot eivät Suomessa näytä laskevan alle tietyn tasapainotason, jolloin pankin korkomarginaali joustaa. Tällaisessa tilanteessa pankki siis maksaa tileille keskimäärin korkeampaa korkoa, kuin mikä on pankkien interbank - markkinoilla saaman vakuudettoman rahan hinta. Näin toimimalla pankit oletettavasti pyrkivät pitämään likvidimpien tilien vaihtoehtoisuuskannuksen riittävän suurena houkutelakseen niihin varoja. Rahaagregaatteja tarkastelemalla havaittiin suomalaisten rahalaitosten M1-rahan määrän kasvaneen myös historiallisesti korkeiden markkinakorkojen aikana. Aikaisempien tutkimustulosten mukaan tilirahavolyymien tulisi tällöin

supistua. Suomessa tämä näkyi ainoastaan M1-raham kasvun hidastumisena. Aikaisempien tutkimusten kanssa sopusoinnussa on se, että korkotason laskettua historiallisesti matalalle tasolle, M1-raham määrän lähti Suomessa voimakkaaseen kasvuun. Tämä tosin tapahtui, kirjallisuuskatsauksessa käsitellyistä tiedoista poiketen, viiveellä. Suomalaisen kotitalouksien käyttäytymistä näyttää siis taloudellisten tekijöiden lisäksi vahvasti ohjaavan myös ei-taloudelliset tekijät kuten parempi likviditeetti. Tämän lisäksi bruttokansantuotteen ja tilirahavolyymien kehityksen välillä havaittiin Suomessa todennäköinen korrelaatio. Näyttää myös siltä, että markkinoiden ollessa rauhalliset bruttokansantuote ja tilirahavolyymi kasvat miltei samaa vauhtia. Vastaavasti bruttokansantuotteen kehityksen käännyttyä selvään laskuun tilirahavolyymien määrä lähti voimakkaaseen kasvuun. Epävarmuuden kasvaessa tallettajat näyttävätkin arvostavan hyvää likviditeettiä tuottoa enemmän. Tämän perusteella O'Brianin (2000) mallilla saatetaan päästä tilirahavolyymia määrittäessä Jarrow & van Denventerin (1998) mallia parempaan lopputulokseen.

Verrattaessa eri alueilla tehtyjen tutkimusten tuloksia toisiinsa on hyvä huomioida alueelliset erot tilirahavolyymien käyttäytymisessä. Esimerkiksi suomalaisten rahalaitosten vastaanottamien talletusten kasvuprosentti kaksinkertaistui normaalista muutamaksi vuodeksi. Euroalueella vastaava kehitys oli huomattavasti maltillisempaa. Suomessa nähtiinkin finanssikriisin myötä voimakas varojen uudelleen allokointi eri sijoitusmuotojen välillä. Euromaiden väliset erot säästämiskäyttäytymisessä on hyvä huomioida arvioitaessa toisen maan tilastojen pohjalta toteutettuja tutkimuksia tilirahavolyymien käyttäytymisestä.

Jatkotutkimusta ajatellen tutkimuskohteita on paljon. Tämä tutkielma antaa hyvät valmiudet toteuttaa empiirinen tutkimus, jossa kvantitatiivisin menetelmin arvioidaan suomalaisten kotitalouksien talletuskäyttäytymistä. Eriytyisen mielenkiintoista olisi tutkia Nyströmin (2008) mallin soveltuvuutta suomalaisten kotitalouksien tilirahavolyymien ennustamiseen. Kuten tässä tutkielmassa havaittiin, suomalaisten kotitalouksien talletuskäyttäytyminen

ei ole yhtä rationaalista kuin suurimmassa osassa tutkimuksia oletetaan. Toisin kuin valtaosa aikaisemmista tutkimuksista antaisi olettaa, M1 rahan määrä on kasvanut vuodesta 2003 alkaen kasvanut kokoajan. Suurin uudelleen allokointi näyttäisi tapahtuvan M2 ja M3 sekä muiden sijoitusten välillä. Nyströmin (2008) malli antaa yhtälön, jolla voidaan määritellä varojen jakautumista erityyppisten talletusten kesken. Talletusvolyymien ennustamiseen käytetään siinä kaksivaiheista mallia. Ensimmäisessä vaiheessa esitetään olettamukset, joiden mukaan asiakkaan käyttäytymistä ennustetaan. Toisessa vaiheessa määritetään asiakkaiden käyttäytymisen homogeenisyys, ja sen pohjalta luodaan malli keskimääräisen asiakkaan käyttäytymisestä ja talletuksenvolyymista.

Toinen mahdollinen jatkotutkimuksen aihe olisi verrata Jarrow & van Deventer (1998) mallista ja O'Brianin (2000) mallista saatavia tuloksia tilirahavolyymien käyttäytymisestä. Nykyinen taloudentilanne antaa mielenkiintoisen lähtökohdan toteuttaa tämän tyyppinen tutkimus, sillä se toisi hyvin esille menetelmän toimivuuden. Olisikin mielenkiintoista arvioida tarkemmin tässä havaittua bruttokansantuotteen ja tilirahavolyymien välistä korrelaatiota. Kolmas mahdollinen jatkotutkimusaihe olisi vertailla yhden faktorin korkojen aikarakennemallin ja multifaktori aikarakennemallien kykyä ennustaa viimeaikainen voimakas korkotason vaihtelu. Mielenkiintoista olisi nähdä kuinka paljon paremmin multifaktorimalli olisi pystynyt selittämään korkojen kehitystä tällaisessa markkinatilanteessa.

LÄHDELUETTELO

- Adam A., Houkari M., Laurent J-P.* 2005. Hedging Interest Rate Margins on Demand Deposits. Lyon, France: Universite de Lyon and BNP Paribas Financial Models Team.
- Adams M., Rudolf M.* 2010. A new approach to the valuation of banks. Frankfurt, Germany.
- Alvarez L., Koskinen L.* 2007. Rahoituksen teoriaa ja sovelluksia aktuaareille [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.9.2010]. Saatavilla http://www.finanssivalvonta.fi/fi/Tiedotteet/Analyysit_tutkimukset/Vakuutussektori/Documents/2007_Alvarez_Koskinen_RahoituksenTeoriaaJaSovelluksia.pdf
- Brealey, R., Meyers, S., Allen, F.* 2006, Corporate Finance, 8. Edition, McGraw-Hill Companies, New York, USA.
- Basel Committee on Banking Supervision,* 2004. Principles for the Management and Supervision of Interest Rate Risk, heinäkuu 2004. sivut, 2-7, 27-29, 170.
- Basel Committee on Banking Supervision,* 2010. Mietintö Basel II -sopimuksesta ja vakavaraisuusdirektiivien tarkistamisesta. Talous- ja raha-asioiden valiokunta.
- Cipu E., Udriste S.* 2009. Estimating non-maturity deposits. Budapest, Hungary: University Politehnica Bucharest. Faculty of Applied Sciences, Department of Mathematics, sivu 373.
- Dewachter H., Lyrio M., Maes S.* 2006. A multi-factor model for the valuation and risk management of demand deposits. National Bank of Belgium,
- Dickey, D. & W. Fuller* 1979, Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, Journal of the American Statistical Association, 74, sivut 427–431.
- Ellis, D. M. & Jordan, J. V.* 2001. The Evaluation of Credit Union Non-Maturity Deposits, *National Economic Research Associates*, prepared for National Credit Union Administration, working paper.

- Engle, R. and Granger, C.* 1987. Co-integration and error correction: representation, estimation and testing, *Econometrica*, Vol. 55, sivut 57-98.
- Eronen T.* 2008. Non-maturity deposits valuation and hedging. Diplomityö. Helsinki: Teknillinen korkeakoulu. Informaatio- ja luonnontieteiden tiedekunta.
- Eurostat* 2011. Statistics [verkkodokumentti]. [Viitattu 20.01.2011] Saatavilla http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/interest_rates/data/main_tables
- Jokivuolle E. & Launiainen P.* 2003. Pankkien vakavaraisuuden sääntely ja valvonta uudistuu. *Euro & Talous* 1/2003, sivut 15-20.
- Finanssivalvonta* 2006. Markkinariskien hallinta. Standardi 4.4c, sivut 31-32.
- Finanssivalvonta* 2010. Valvottavien taloudellinen tila ja riskit 1/2010, sivut 8-11, 26, 28-30.
- Frauendorfer K., Schürle M.* 2006. Dynamic modeling and optimization of non-maturing accounts. St. Gallen, Switzerland: University of St.Gallen. Institute for Operations Research and Computational Finance.
- Hirvinen, T.* 1993. Kotimaisten joukkovelkakirjamarkkinoiden nykytila ja kehittäminen. Helsingin kauppakorkeakoulu, Helsinki.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P.* 2000. Tutki ja kirjoita. 6. painos. Helsinki: Tammi.
- Hull, C. J.,* 2006, Options, Futures and Other Derivatives, Prentice-Hall, Inc.
- Hutchison, D. and Pennacchi, G.* 1996. Measuring Rents and Interest Rate Risk in Imperfect Financial Markets: The Case of Retail Deposits. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 31, sivut 399-417.
- Janosi, T., Jarrow, R. and Zullo, F.* 1999. An Empirical Analysis of the Jarrow-van Deventer Model for Valuing Non-Maturity Deposits. *Journal of Derivatives*, Vol. 7, sivut 8-31.

- Jarrow, R. and van Deventer, D.* 1998. The arbitrage-free valuation and hedging of demand deposits and credit card loans. *Journal of Banking and Finance*, Vol 22, sivut 249-272.
- Merton, R.* 1973. Theory of Rational Option Pricing, *Journal of Economics and Management Science*, Vol 4, sivut 141-183.
- McGuire W.* 2006. Core Deposits – Gathering models: what works best. CCH: Bank Accounting & Finance journal.
- Neumark, D. & Stephen S. 1992. Market Structure and the Nature of Price Rigidity, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 429, sivut 657-680.
- Nikkinen J., Rothovius T. & Sahlström P.,* 2002. Arvopaperisijoittaminen. Vantaa, WSOY.
- Nyström K.,* 2008. On deposit volumes and the valuation of non-maturing liabilities. Umeå. Sweden: Umeå University, Department of Mathematics.
- O'Brien, J. 2000. Estimating the Value and Interest Rate Risk of Interest-Bearing Transactions Deposits. Federal Reserve System.
- Office of Thrift Supervision* 1994. The OTS Net Portfolio Value Model, Department of the Treasury.
- Office of Thrift Supervision* 2001. Net Portfolio Value Model, Department of the Treasury.
- Paraschiv F., Schurle M.* 2010. Modeling client rate and volumes of non-maturing accounts. St Gallen, Switzerland: University of St. Gallen. Institute for Operations Research and Computational Finance.
- Remenyi, D., Williams, B., Money, A. & Swartz, E.* 1998. Doing Research in Business and Management. An Introduction to Process and Method. Great Britain: Sage Publications, The Cromwell Press Ltd.
- Selvaggio, R. 1996. Using the OAS Methodology to Value and Hedge Commercial Bank Retail Demand Deposit Premiums, *Handbook of Asset/liability Management*, Frank Fabbozi and Atsuo Knoishi, sivut 363-373.

- Sharpe S.* 1997. The effect of consumer switching costs on prices: a theory and its application to the bank deposit market. *Review of Industrial Organization*.
- Sheehan R.* 2004. Valuing core deposits. Norte Dame: University of Notre Dame. Department of Finance, sivut 2-6.
- Suomen Pankki* 2010a. Puheet [verkkodokumentti]. [Viitattu 25.11.2010] Saatavilla
http://www.suomenpankki.fi/fi/suomen_pankki/ajankohtaista/puheet/index.htm
- Suomen Pankki* 2010b. Rahoitustilastot, vuosikatsaus 2009. Rahoitusmarkkina- ja tilasto-osasto.
- Suomen Pankki* 2011. Tilastot [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.2.2011] Saatavilla
http://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/tase_ja_korko/Pages/kuviot.aspx
- Tilastokeskus*, 2010. Tilastot [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.12.2010] Saatavilla <http://www.stat.fi/til/rtp/tau.html>
- Uhlenbeck, G. and Ornstein, L.* 1930. "On the theory of Brownian motion," *Physical Review*, Vol. 36, sivut 823-841.
- Vauhkonen, J.* 2010. Basel III -uudistus parantaa pankkien riskinkantokykyä. *Euro & talous*, 3/2010, sivut 21-28.
- Vasiček, O.* 1977. An equilibrium Characterization of the Term Structure, *Journal of Financial Economics*, Vol. 5, sivut 177-188.

Lait

L 20.1.2004/11 Rahoitusvakuuslaki