



**BoF Online**

**8 • 2010**

# **Rahoitusmarkkinoiden vakauden visualisointi**

**Ilkka Kaukoranta**

*Tässä julkaisussa esitetyt mielipiteet ovat kirjoittajan omia  
eivätkä välttämättä edusta Suomen Pankin kantaa.*



Suomen Pankki

Rahoitusmarkkina- ja tilasto-osasto

4.11.2010

## Sisällys

1 Johdanto	3
2 Kuvioilla selkeytetään vakausraportointia	3
3 Vakautta voidaan kuvata useilla eri ulottuvuuksilla	8
4 Tilastojen käyttö kuvioiden lähteenä lisää läpinäkyvyyttä	12
5 Tilastojen valinta	13
6 Muuttujat yhdenmukaistetaan tulkinnan helpottamiseksi	15
7 Vakauskuvat vuosille 2006–2009	19
8 Päätelmät	21
Liitteet	22
Lähdeluettelo	28

## Kuvioluettelo

Kuvio 1. Sveriges Riksbankin käyttämä viivakuvio	4
Kuvio 2. SNBn stressi-indeksi	4
Kuvio 3. Bank of Englandin käyttämä heatmap	5
Kuvio 4. IMF:n käyttämä heatmap	6
Kuvio 5. IMF:n cobweb	7
Kuvio 6. Reserve Bank of New Zealandin cobweb	7
Kuvio 7. Bank of Canadian cobweb	8
Kuvio 8. Makrotalouden, riskitekijöiden ja rahoitusmarkkinoiden stressin vuorovaikutus	11
Kuvio 9. AAA-BBB -yrityslainojen korkoerojen kehitys	16
Kuvio 10. BBB-AAA -yrityslainojen korkoerojen pistearvojen jakauma	16
Kuvio 11. Pankkien stressi-indeksi; alkuperäinen aikasarja skaalattuna prosenttijärjestyksen mukaan	17

## Taulukkoluetelo

Taulukko 1. Uuden-Seelannin, IMF:n ja Kanadan cobweb-kuvioiden dimensiot	9
Taulukko 2. Vaihtoehtoisia muuttujia dimensioiden taustalle	13
Taulukko 3. Vakauskuvat vuosille 2006–2009	19
Taulukko 4. Jarque–Bera- ja Shapiro–Wilk-normaaliustestien tulokset.	27

**BoF Online**  
**Päätoimittaja**

Mika Pösö

**ISSN**

1796-9123 (online)

Postiosoite  
PL 160  
00101 HELSINKI

Käyntiosoite Snellmaninaukio  
Puhelin 010 8311  
Faksi (09) 174 872

Sähköposti  
etunimi.sukunimi@bof.fi  
www.suomenpankki.fi

Swift SPFB FI HH  
Y-tunnus 0202248-1  
Kotipaikka Helsinki

# 1 Johdanto

Rahoitusmarkkinoiden vakaus on kasvanut tärkeäksi teemaksi keskuspankeissa. Jo usean vuoden ajan lähes kaikki keskuspankit ovat julkaisseet säännöllisesti rahoitusmarkkinoiden vakautta käsitteleviä raportteja (Cihák, 2006). Tästä huolimatta ei ole vielä muodostunut yksimielisyyttä siitä, miten rahoitusmarkkinoiden vakautta mitataan. Tämän vuoksi vakausraportit ovat perinteisesti tukeutuneet esittämään näkemyksiä tekstin kautta.

Ankkuroidakseen vakausraportin "proosan" useat keskuspankit ovat pyrkineet luomaan kvantitatiivisia mittareita vakaudesta tai siihen kohdistuvista uhkista, jotka voidaan visualisoida helposti lähestyttäväksi kuvioksi. Katsaus eri organisaatioiden tuottamiin vakausraportteihin kuitenkin paljastaa, että nämä kvantitatiiviset mittarit ja niiden esitystavat eroavat toisistaan hyvinkin paljon.

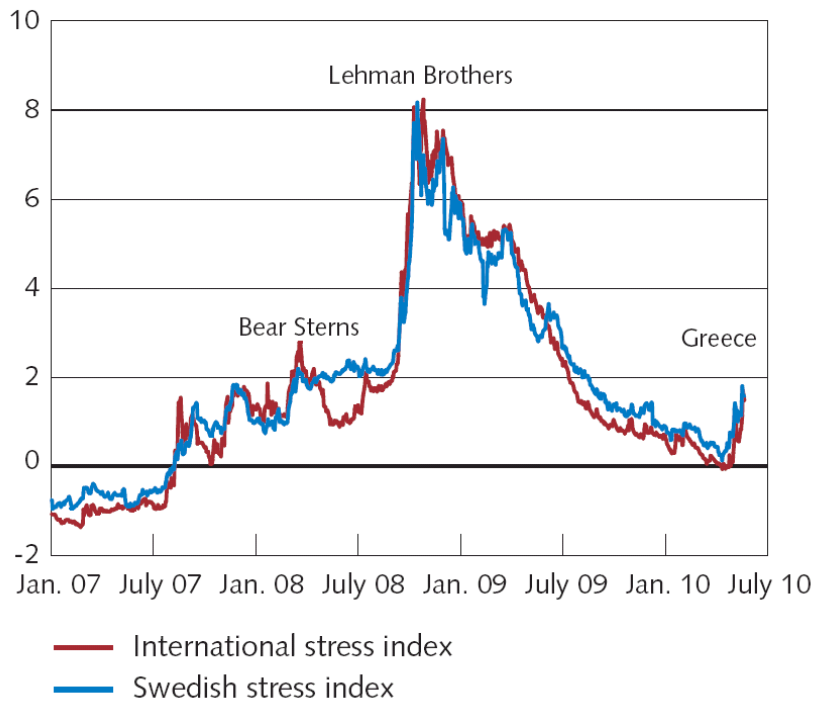
Tässä selvityksessä esitellään yksi mahdollinen tapa visualisoida vakaustilannearvio. Kuvion tarkoitus on tukea vakausanalyysiä ja helpottaa rahoitusmarkkinoiden vakaudesta raportointia.

## 2 Kuvioilla selkeytetään vakausraportointia

Rahoitusmarkkinoiden vakaudesta raportoivat organisaatiot käyttävät erilaisia kuvioita analyysinsä tukena. Osa kuvioista pyrkii tiivistämään kaiken oleellisen rahoitusmarkkinoiden vakaudesta yhteen numeroon. Tämä mahdollistaa vakauden kehittymisen kuvaamisen yksinkertaisella viiva- tai pylväsdiagrammilla. Esimerkkejä tästä lähestymistavasta ovat Ruotsin ja Sveitsin keskuspankkien julkaisemat stressi-indeksit (Kuvio 1 ja Kuvio 2). Myös Suomen Pankin käyttämät Distance-to-Default- ja pankkien stressi-indeksi -kuvio<sup>1</sup> kuuluvat tähän kategoriaan. Näiden kuvioiden avulla voidaan yksinkertaisesti nähdä, miten rahoitusmarkkinoiden stressi on kehittynyt. Yksinkertaisuus on tämän kuviotyyppin vahvuus, mutta se myös rajoittaa sen käytettävyyttä. Tällaisella kuvalla ei voida erotella kasaantuvia riskejä jo toteutuneesta stressistä.

<sup>1</sup> Menetelmät on kuvattu Rahoitusjärjestelmän vakaus -julkaisussa vuodelta 2006, sivut 44–46.

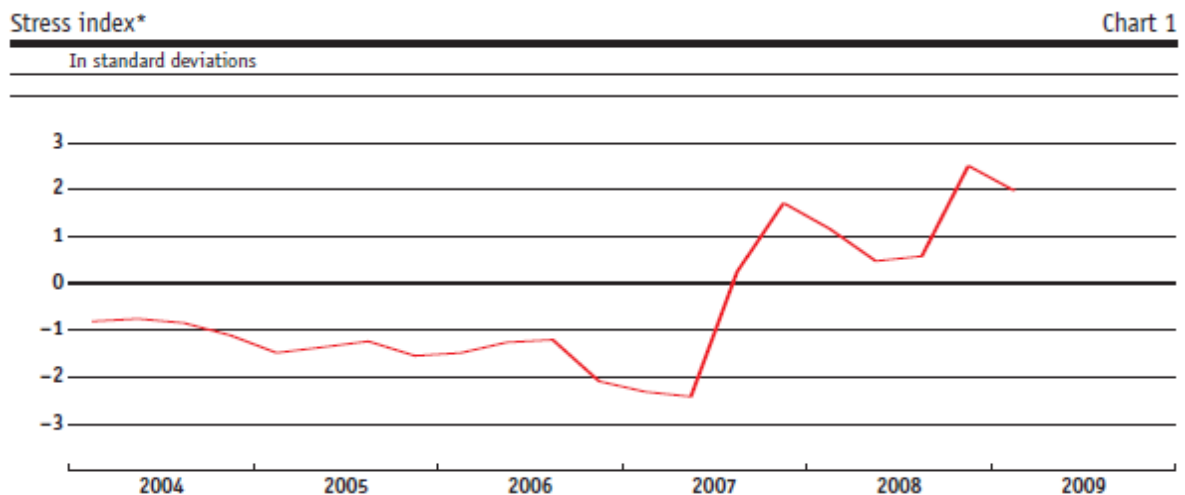
Kuvio 1. Sveriges Riksbankin käyttämä viivakuvio



Menetelmän kuvaus: ks. Holmfeldt, Rydén & Strömqvist (2009).

Lähde: Sveriges Riksbank (2010).

Kuvio 2. SNBn stressi-indeksi



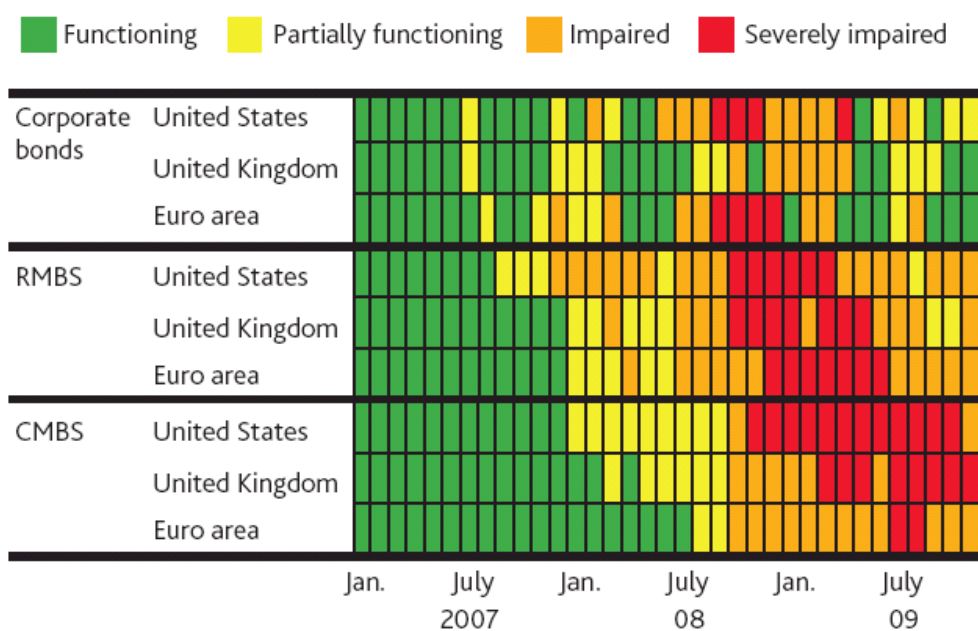
Menetelmän kuvaus: (SNB, 2006) ja (Hanchel & Monnin, 2005).

Lähde: SNB (2009).

Rahoitusjärjestelmän kokemaa stressiä voidaan kuvata myös useamman ulottuvuuden (dimensio) kautta. Yksi yleinen lähestymistapa on jaotella rahoitusmarkkinat arvopaperityypin perusteella eri markkinoihin, joiden toimivuutta kuvataan värikoodeilla (ns. heatmap-kuvio). Markkinan toimivuutta voidaan määrittellä esimerkiksi volatiliteetin, hintojen kehityksen tai osto- ja myyntikurssin erotuksen avulla. Tällaisesta kuviosta nähdään, mitkä osat rahoitusmarkkinoista kokevat stressiä. Esimerkiksi IMF, Sveriges Riksbank ja Bank of England julkaisevat tällaisia kuvioita (kts. Kuvio 3 ja Kuvio 4). Nämä kuviot ovat kriisin kehityksen seuraamisen kannalta hyödyllisiä, mutta nämäkään eivät auta ennakoimaan tulevia kriisejä tai kehittyviä riskejä. Tämän johdosta heatmap-kuviot ovat kiinnostavia lähinnä kriisien aikana.

Kuvio 3. Bank of Englandin käyttämä heatmap

### Primary market functioning<sup>(a)</sup>

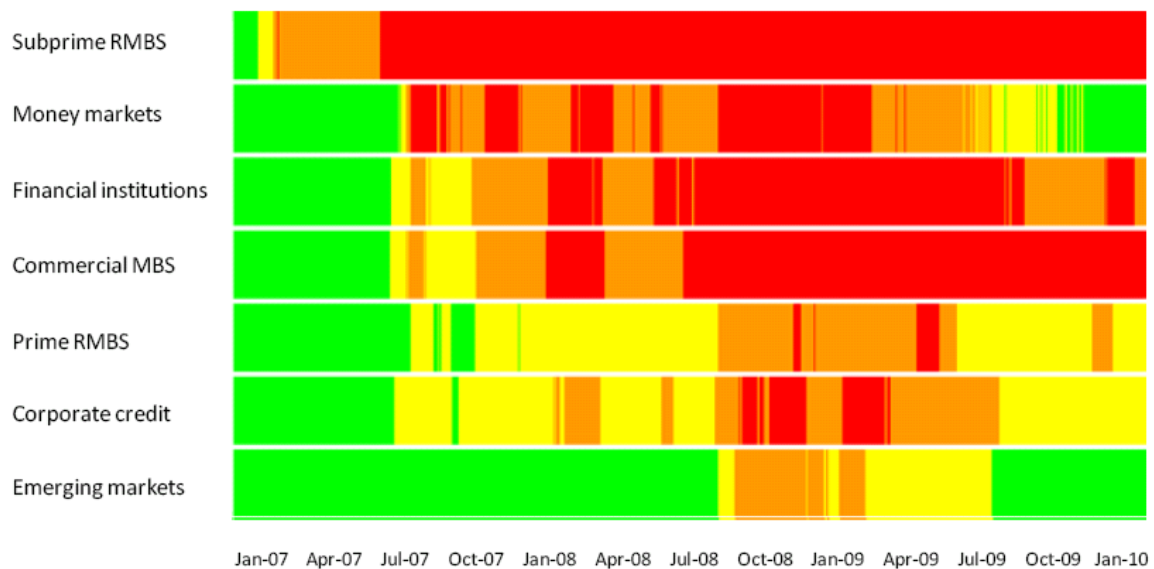


Sources: Bank of America Merrill Lynch, Dealogic, JPMorgan Chase & Co. and Bank calculations.  
 (a) Shading is based on a score that reflects primary issuance (relative to GDP) and spreads at issue, both expressed as a number of standard deviations from average, using available data from January 1998.

Lähde: Bank of England (2009).

## Kuvio 4. IMF:n käyttämä heatmap

Figure 1.3. The Crisis Remains in Some Markets as Others Return to Stability

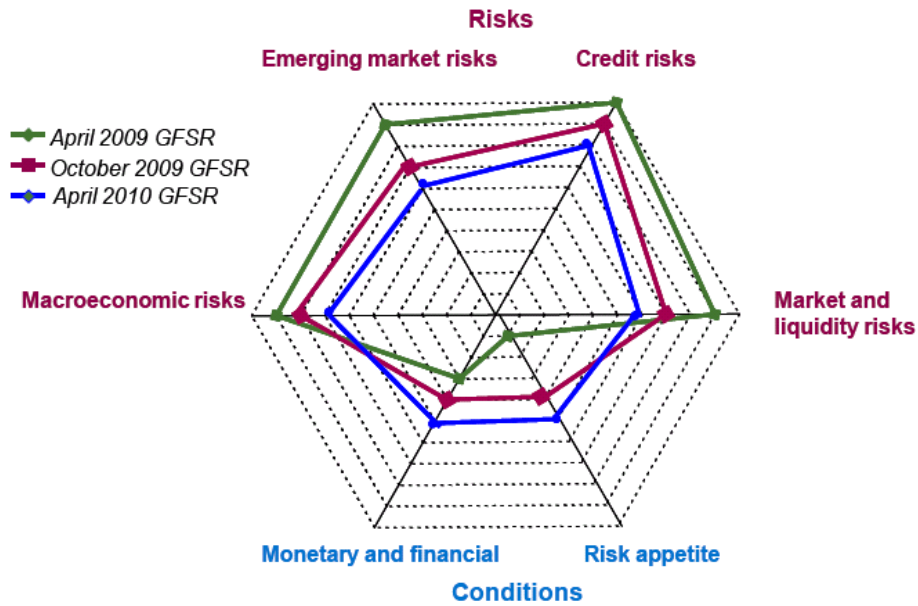


Lähde: IMF (2010).

Kolmas yleisessä käytössä oleva vakauskuviotyyppi on cobweb (hämähäkinseitti). Nämä kuviot kuvaavat vakautta usean eri dimension kautta, jolloin kuvioon voidaan sisällyttää sekä luonteeltaan nykytilannetta kuvaavia että eteenpäin katsovia mittareita. Monipuolisempi kuvio myös mahdollistaa syvemmän integroitumisen muuhun tekstiin. Tällaisia kuvioita käyttävät IMF, Bank of Canada ja Reserve Bank of New Zealand RBNZ (kts. Kuvio 5, Kuvio 6 ja Kuvio 7).

Kuvio 5. IMF:n cobweb

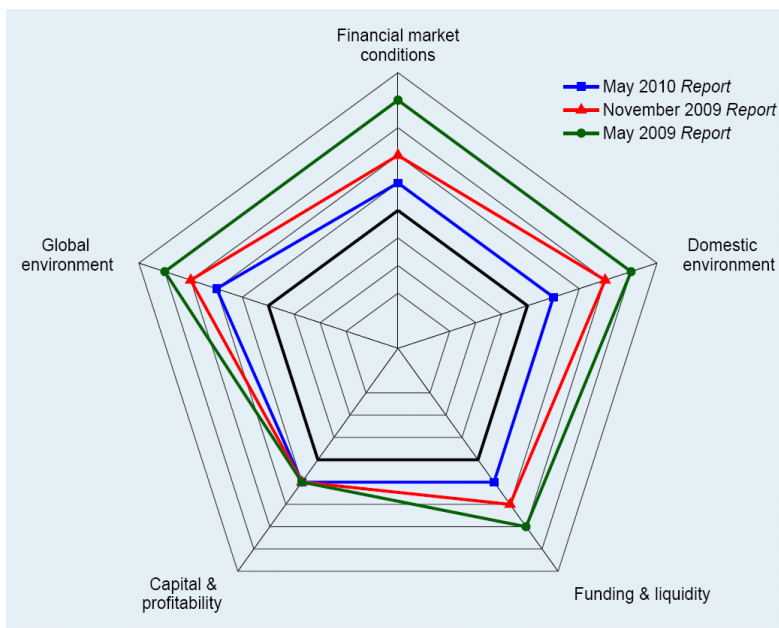
Figure 1.1. Global Financial Stability Map



Menetelmän kuvaus: IMF (2009).

Lähde: IMF (2010).

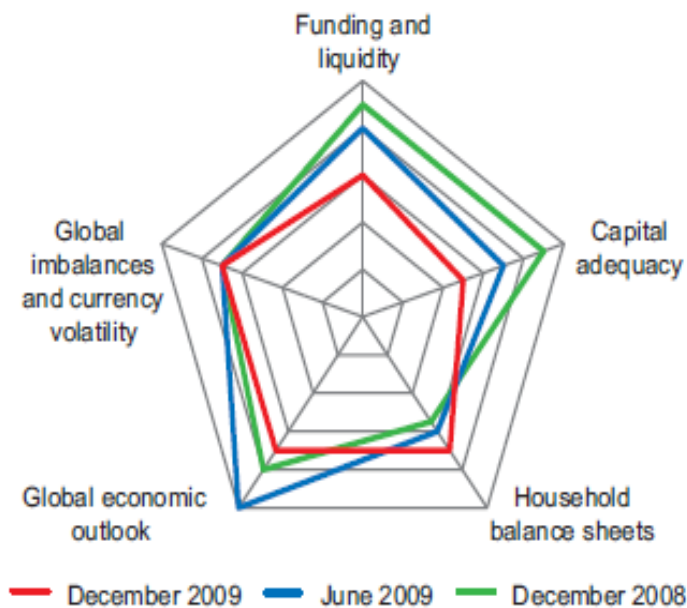
Kuvio 6. Reserve Bank of New Zealandin cobweb



Menetelmän kuvaus: ks. Bedford & Bloor (2009).

Lähde: Reserve Bank of New Zealand (2010).

Kuvio 7. Bank of Canadian cobweb



Lähde: Bank of Canada (2009).

Näistä kuviotyypeistä cobweb vaikuttaa lupaavimmalta. Sen avulla voidaan kuvastaa sekä samanaikaista stressiä että riskien kasautumista. Kuvion heikkous on tietysti vähäinen ajallinen ulottuvuus, koska yhdellä cobwebillä ei voida järkevästi kuvata enempää kuin muutaman ajanjakson tilannetta.

### 3 Vakautta voidaan kuvata useilla eri ulottuvuuksilla

Katsaus muiden vakausviranomaisten julkaisemiin cobweb-kuvioihin paljastaa, ettei konsensusta kuvioon sisällytettävistä dimensioista ole ainakaan vielä muodostunut. Kuvioissa on viidestä kuuteen eri dimensiota, joiden nimet vaihtelevat paljon (ks. Taulukko 1).



Taulukko 1. Uuden-Seelannin, IMF:n ja Kanadan cobweb-kuvioiden dimensiot

	RBNZ	IMF	Bank of Canada
Makrotilanne	Global economic environment Domestic environment	Macroeconomic risks Emerging market risks	Global economic outlook
Riskitekijät		Credit risks Risk appetite	Household balance sheets Global imbalances and currency volatility
Pankkien vakaus	Capital and profitability		Capital adequacy
Rahoitus ja likviditeetti	Funding and liquidity Financial market conditions	Market and liquidity risks Monetary and financial conditions	Funding and liquidity

Lähteet: Bedford & Bloor (2009), IMF (2010) ja Bank of Canada (2009).

Karkeasti voisi todeta, että kuvioissa kuvataan ainakin makrotaloudellista tilannetta, riskien kasaantumista ja likviditeettiongelmia. Uuden-Seelannin ja Kanadan kuvioissa on myös pankkien vakavaraisuutta kuvaava dimensio. Eri dimensioiden väliset rajat ovat kuitenkin hyvin häilyviä. Esimerkiksi Uuden-Seelannin käyttämät ympäristöön liittyvät ulottuvuudet (environment) kuvaavat samanaikaisesta velkaantumista ja makrotaloudellista kehitystä.

Yksiselitteisen kansainvälisen esimerkin puutteen vuoksi on tarpeen pohtia, mitkä dimensiot olisivat Suomen Pankin näkökulmasta kiinnostavia. Potentiaalisesti kiinnostavia dimensioita on hyvin paljon. Kuvion luettavuuden takia olisi kuitenkin tärkeätä, että niitä valittaisiin helposti hahmotettava määrä. Dimensioiden välisen korrelaation tulisi olla pieni (ortogonaalisuus). Jos kahden eri ulottuvuuden välinen korrelaatio on hyvin vahvaa, ne mittaavat tosiasiasa samaa ilmiötä. Tällaisessa tilanteessa nämä dimensiot voitaisiin yhdistää.

Vaihtoehtoisia dimensioita:

- **Makrotalous**
  - Makrotaloudellinen kehitys on selvästi linkittynyt rahoitusmarkkinoiden vakautteen. Makrotaloudelliset ongelmat voivat esimerkiksi työttömyyden alentaman velanhoitokyvyn kautta aiheuttaa ongelmia rahoitusmarkkinoille. Vastaavasti rahoitusmarkkinoiden ongelmat voivat heijastua makrotalouteen.
- **Riskipreemiot**
  - Riskipreemiot kuvastavat markkinoiden arviota luottoriskien toteutumisen todennäköisyydestä. Poikkeuksellisen alhaisia riskipreemioita voidaan pitää merkinä epäterveestä riskinottohalusta, kun taas kohonneet riskipreemiot ovat enne kasvavista luottotappioista ja merkki luotonsaannin hankaluudesta.
- **Riskinottohalukkuus**
  - Sijoittajien, yritysten ja kotitalouksien riskinottohalukkuus seuraa rahoitusmarkkinoiden syklejä. Epäterve riskinottohalukkuus voi johtaa ylivelkaantumiseen ja hintakupliin.
- **Velkaantuneisuus**
  - Ylivelkaantuminen voi pitkällä aikavälillä aiheuttaa velanhoito-ongelmia, ja sitä kautta rahoitusmarkkinoiden stressiä. Esim. Drehmann ja Borio (2009) ja Basel Committee on Banking Supervision (2010) havaitsivat, että trendiä nopeampi velkaantuminen ennustaa tulevia kriisejä.
- **Hintakuplat**
  - Hintakuplien puhkeaminen muodostaa usein stressiä rahoitusmarkkinoille, jonka vuoksi hintakuplien muodostuminen on riski. Drehmann ja Borio (2009) havaitsivat, että asuntojen ja arvopapereiden hintojen trendiä nopeampi kasvu ennustaa rahoitusmarkkinoiden kriisejä.
- **Luottoriskien toteutuminen**
  - Luottoriskien toteutuminen aiheuttaa stressiä pankkisektorille ja sitä kautta vaikuttaa luotonantoon.
- **Pankkien kestävyys**
  - Pankit ovat etenkin Suomen rahoitusmarkkinoilla avainasemassa, jolloin niiden kestävyys seuraaminen on tärkeää. Hyvin pääomitetut ja kannattavat pankit kestävät riskien toteutumista paremmin kuin heikommat pankit.
- **Likviditeetti**
  - Likviditeetti on tärkeää rahoitusmarkkinoiden toimivuuden kannalta. Jos luottamus likviditeetin saatavuuteen katoaa, rahoituslaitokset pyrkivät haalimaan rahaa eikä luotonanto toimi.

Näitä vaihtoehtoisia dimensioita voi jaotella ryhmiin sen mukaan, ovatko ne luonteeltaan ennustavia vai nykytilannetta kuvaavia. Velkaantuneisuus, hintakuplat ja riskinottohalukkuus ovat luonteeltaan ennustavia. Ne ovat riskitekijöitä, jotka voivat tulevaisuudessa aiheuttaa

stressiä rahoitusmarkkinoille. Luottoriskien toteutuminen, kasvaneet riskipreemiot, heikentynyt pankkien kestävyys ja likviditeetin saatavuuden väheneminen ovat taas oireita rahoitusmarkkinoiden stressistä.

Makrotaloudellinen tilanne muodostaa oman kategoriansa, joka mahtuu syklissä moneen eri kohtaan. Vahva makrotaloudellinen tilanne voi lisätä riskinottohalukkuutta ja velkaantumista ja sitä kautta johtaa hintakupliin. Tästä näkökulmasta makrotaloudellista tilannetta voidaan joissain tilanteissa pitää riskitekijänä. Toisaalta nopeasti heikkenevä makrotaloudellinen tilanne voi laukaista kasaantuneet riskit. Toteutunut rahoitusmarkkinoiden stressi puolestaan aiheuttaa usein ongelmia makrotaloudessa, jolloin heikko makrotaloudellinen kehitys voi olla oire rahoitusmarkkinoiden kokemasta stressistä. Näiden dimensioiden välistä vuorovaikutusta on kuvattu alla (ks. Kuvio 8).

Kuvio 8. Makrotalouden, riskitekijöiden ja rahoitusmarkkinoiden stressin vuorovaikutus



Lähde: Suomen Pankki.

Tämän jaottelun perusteella vaikuttaa loogiselta, että dimensioiksi valittaisiin muutama riskitekijä, muutama stressistä kertova ulottuvuus ja makrotaloudellinen tilanne.

Riskitekijöistä **velkaantuneisuus** ja **hintakuplat** vaikuttavat kiinnostavimmilta sekä intuitiivisesti että empiiristen tutkimusten valossa (esim. Drehmann ja Borio (2009) ja Basel Committee on Banking Supervision (2010)). Riskinottohalukkuus voi myös olla merkittävä

riskitekijä. Toisaalta lisääntynyt riskinottohalukkuus aiheuttaa myös velkaantumista ja hintakuplia, jonka vuoksi sille ei välttämättä tarvita omaa dimensiota.

Rahoitusmarkkinoiden stressin osalta **pankkien kestävyys** on kiinnostava. Koska pankkien rahoituksen saatavuus sekä pankkien kärsimät luottotappiot ovat osa pankkien kestävyyttä, ei tarvita erillistä dimensiota kuvaamaan likviditeettiä tai luottoriskien toteutumista. Näin jää tilaa **riskipreemioille**. Riskipreemiot kuvastavat yritysten rahoituksen saatavuutta, minkä vuoksi niiden reaalityöelöllinen merkitys on selvä.

Viidentenä dimensiona on **makrotaloudellinen tilanne**.

## 4 Tilastojen käyttö kuvioiden lähteenä lisää läpinäkyvyyttä

Dimensioiden valinnan jälkeen pitää päättää, miten dimensioiden pisteluvut määräytyvät.

Tämänkin suhteen kansainväliset esimerkit ovat ristiriitaisia. IMF ja Uusi-Seelanti tukeutuvat tilastoihin, kun taas Kanadan keskuspankin kuvio perustuu omiin asiantuntija-arvioihin.

IMF ja Uusi-Seelanti käyttävät hyvin suurta määrää muuttujia kuvioidensa perustana (lissaus liitteissä). Kuviot eivät kuitenkaan orjallisesti noudata taustalla olevien tilastojen saamia arvoja, vaan lopullisten kuvioiden muodot perustuvat viimekädessä asiantuntijoiden arvioihin. Tämä voidaan tulkita siten, että kuvio perustuu valittuihin tilastoihin vain silloin, kun tilastojen tuottamat tulokset ovat yhtäpitäviä asiantuntija-arvioiden kanssa. Tällainen harkinnanvarainen sääntö osoittaa luottamuksen puutetta valittuun tilastolliseen menetelmään.

Kanadan keskuspankki sen sijaan perustaa kuvionsa puhtaasti omien asiantuntijoidensa arvioihin. Tilastojen sijasta kuvio visualisoi yhteenvedossa esitetyt arviot eri riskien kehityksestä. Kuvion dimensioiden muutokset kuvastavat siis keskuspankin käsityksiä riskien kehityksestä. Näin ollen kuvio ei varsinaisesti tuo mitään uutta informaatiota raporttiin. Tästä huolimatta kuvio voi vaikuttaa tekstin sisältöön, jos sen olemassaolo pakottaa vakausraportin kirjoittajat ottamaan selvemmin kantaa riskien kehitykseen. Vakausraportin kirjoittajat eivät voi piiloutua ympäröivään proosan taakse, koska kuvion kautta arvio riskien kehityksestä tulee selvästi esille.

Vaikka Kanadan valitsema menetelmä on tavallaan houkutteleva, vaikuttaa tilastoihin pohjautuva kuvio kuitenkin loogisemmalta. Asiantuntija-arvioille on vakauseraportissa muutenkin runsaasti tilaa, jolloin niitä ei tarvitse välttämättä sisällyttää kuvioon. Vastakkainen lähestymistapa on tukeutua orjallisesti tilastoihin. Tämän menetelmän selkeä etu on läpinäkyvyys. Parhaimmillaan se myös ankkuroi vakauseraportin proosan pakottamalla kirjoittajat peilamaan omia näkemyksiään kuvion antamaan tilannekuvaan.

## 5 Tilastojen valinta

Vakauskuvion dimensioiden arvojen tulisi perustua tilastoihin. Dimension taustalla olevien muuttujien määrä vaikuttaa kuvion läpinäkyvyyteen. Pieni määrä muuttujia lisää läpinäkyvyyttä ja helpottaa lukijaa ymmärtämään, mistä kuvio koostuu. Tämän vuoksi olisi parasta, että jokainen dimensio perustuisi yhteen tai korkeintaan kahteen tarkasti valittuun muuttujaan.

Alla olevassa taulukossa on listattu vaihtoehtoisia muuttujia kullekin valitulle dimensiolle ja lihavoitu näistä lupaavimmat.

Taulukko 2. Vaihtoehtoisia muuttujia dimensioiden taustalle

Dimensio	Vaihtoehtoiset muuttujat
<b>Makrotalous</b>	<b>Suomen Pankin tuorein ennuste kuluvalle ja tulevalle vuodelle</b> <b>BKT</b>
	Työttömyys
	OECD Leading Indicators
	IMF ennuste
<b>Velkaantuneisuus</b>	<b>Yksityisen sektorin velka/BKT</b> <b>(Poikkeama trendistä)</b>
	(Sellaisenaan)
	Kotitalouksien velka/BKT
	(Poikkeama trendistä) (Sellaisenaan)
<b>Hintakuplat</b>	<b>Asuntojen reaalihintaa</b> <b>(Poikkeama trendistä)</b>
	(Sellaisenaan)
	Asuntojen hinta/ansiotasoindeksi
	(Poikkeama trendistä) (Sellaisenaan)
<b>Riskipreemiot</b>	<b>Osakekurssien poikkeama trendistä</b>
	<b>Yrityslainojen AAA-BBB spredi</b>
	Yrityslainojen AAA-CCC spredi
	Yritys- ja valtiolainojen spredi
<b>Pankkien kestävyys</b>	<b>Stressi-indeksi</b>
	Distance-to-Default

Lähde: Suomen Pankki.

Makrotalouden kehityksen ennustamisessa luontevinta on tukeutua Suomen Pankin viralliseen ennusteeseen. Kumulatiivinen BKT:n kasvuennuste kuluvalle ja seuraavalle vuodelle lienee tähän tarkoitukseen hyvä ratkaisu.

Velkaantuneisuuden mittariksi valitaan Drehmann ja Borio (2009) ja Basel Committee on Banking Supervision (2010) esimerkkiä noudattaen yksityisen sektorin velan ja BKT:n suhdetrendipoikkeama<sup>2</sup>. Vaihtoehtoisesti voitaisiin keskittyä vain kotitalouksien velkaan tai katsoa velka-BKT-suhdetta sellaisenaan, mutta tässä kansainvälisen esimerkin seuraaminen tuntuu perustellulta.

Hintakuplien osalta asuntojen reaalihintojen poikkeama trendistä tuntuu järkevältä vaihtoehdolta. Tämä on osittain sama mittari, jota Drehmann ja Borio (2009) käyttivät sillä erotuksella, että he sisällyttivät myös muiden kiinteistöjen hinnat kuplaindikaattoriinsa. Suomessa asuntolainakannan suuruudesta johtuen nimenomaan asuntojen hinnat ovat vakauden kannalta tärkeässä roolissa. Hinnat voitaisiin suhteuttaa myös ansiotasoindeksiin, mutta trendipoikkeamien osalta ero näiden variaatioiden välillä on suhteellisen pieni, jolloin ei ole syytä poiketa kansainvälisestä esimerkistä. Osakkeiden hintakuplat ovat Suomen eläkejärjestelmän takia ehkä vähemmän tärkeässä roolissa kuin esimerkiksi Yhdysvalloissa, minkä takia niiden sisällyttäminen ei vaikuta tarpeelliselta.

Riskipreemioiden osalta yrityslainojen AAA-BBB -spredi vaikuttaa hyvältä vaihtoehdolta. Vertailukohdiksi voitaisiin valita yhtä hyvin myös valtiolainat tai jonkun muun luottoluokituksen yrityslainat. Käytännön ero eri permutaatioiden välillä on kuitenkin hyvin pieni.

Pankkien kestävyiden mittariksi on oikeastaan vain kaksi järkevää vaihtoehtoa. Suomen Pankki on käyttänyt sekä itse kehittämänsä stressi-indeksiä että Distance-to-Default -indikaattoria kuvatakseen pankkien kestävyttä (ks. Rahoitusjärjestelmän vakaus -raportti (2006)). Näistä stressi-indeksi on läpinäkyvyytensä ja monipuolisuutensa takia houkuttelevampi vaihtoehto. Siihen sisältyy myös pankkien kärsimät luottotappiot sekä pankkien väliset talletukset, jolloin luottoriskien toteutuminen ja likviditeetti saadaan integroitua tähän dimensioon.

---

<sup>2</sup> Trendi määritellään yksisuuntaisella Hodrick–Prescott -filterillä, tasoitusarvolla lamda = 400 000.

## 6 Muuttujat yhdenmukaistetaan tulokinnan helpottamiseksi

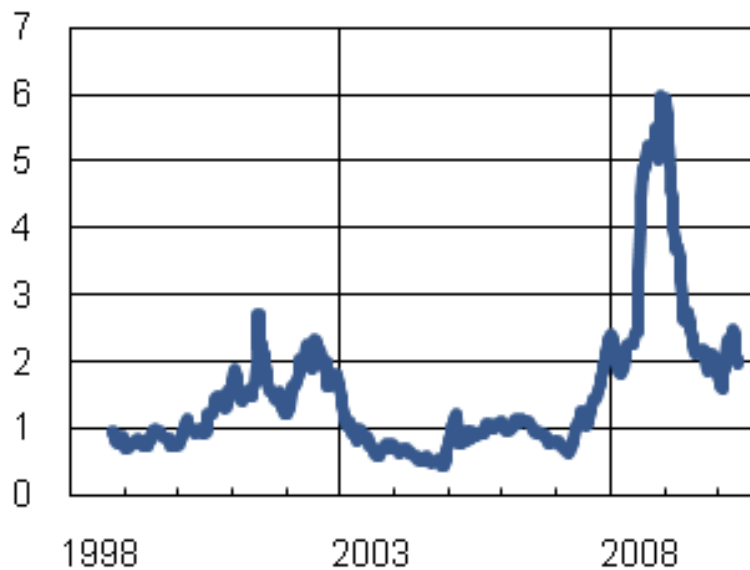
Dimensioiden ja muuttujien valinnan jälkeen on skaalausmetodin valinta viimeinen oleellinen päätös. Jotta kuvio olisi helppo tulkita, on tärkeää, että kaikki dimensiot voidaan kuvata yhtenevällä asteikolla siten, että suuremmat arvot kuvastavat kovempaa stressiä, suurempia riskipreemioita, huonompia makrotaloudellisia näkymiä sekä merkittävämpää velkaantumista ja hintakuplaa. Tämän vuoksi erilaisiin jakaumiin pohjautuvat muuttujat pitää skaalata jollain metodilla.

Tämänkin suhteen kansainväliset esimerkit ovat vaihtelevia. Uudessa-Seelannissa otetaan keskiarvo dimension taustalla olevien muuttujien standardoiduista arvoista. Tämä keskiarvo sovitetaan sopivaan tilastolliseen jakaumaan, jonka kumulatiivisesta todennäköisyysfunktioista saadaan laskettua dimension pisteluvut kullekin hetkelle.

IMF sen sijaan ei oleta muuttujien seuraavan mitään tunnettuja teoreettisia jakaumia, vaan muuttujien nykyarvoa verrataan sen saamiin aikaisempiin arvoihin. Näin saadaan dimension taustalla olevien muuttujien prosenttijärjestys. Dimension pisteluvuksi muodostuu näiden prosenttijärjestysten keskiarvon perusteella. Tarkemmat kuvaukset ja kaavat IMF:n ja RBNZ:n käyttämistä skaalausmenetelmistä ovat liitteinä.

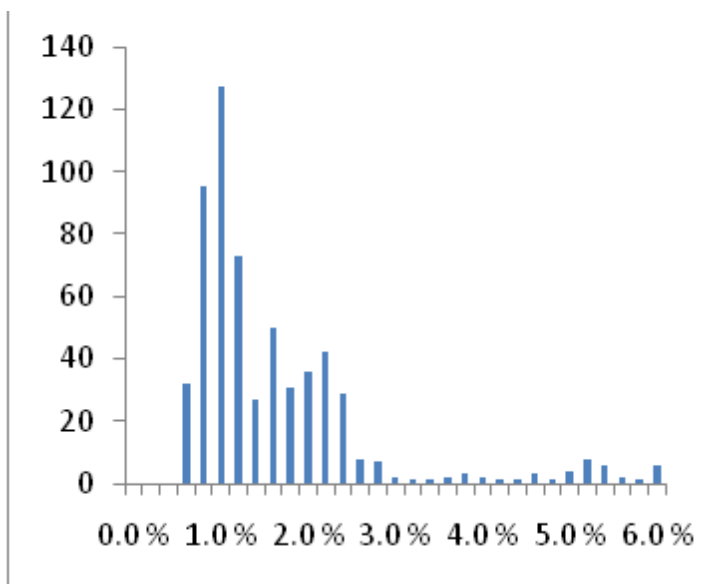
Kummallakin menetelmällä on omat heikkoutensa. Uuden-Seelannin käyttämän metodin hankaluus on sopivan tilastollisen jakauman valitseminen. Ei ole mitään teoreettista syytä uskoa, että nämä muuttujat perustuisivat johonkin yleisesti tunnettuun jakaumaan. Empiirinen tarkastelukaan ei tuo asiaan selvyyttä. Esimerkiksi BBB-AAA -yrityslainojen korkoerot eivät näytä sopivan mihinkään perinteiseen jakaumaan (ks. Kuvio 9).

Kuvio 9. AAA-BBB -yrityslainojen korkoerojen kehitys



Lähde: Merrill Lynch.

Kuvio 10. BBB-AAA -yrityslainojen korkoerojen pistearvojen jakauma



Lähde: Merrill Lynch.

Jakauma vaikuttaa hyvin vinolta sekä monihuippuiselta. Suurin huippu on 1prosentin kohdalla, mutta myös 2,2 ja 5,2 prosentin kohdalla on selvät huiput. On vaikea nähdä, mikä tilastollinen jakauma sopisi hyvin tähän. Myöskään muiden muuttujien osalta ei ole visuaalisen tarkastelun perusteella selvää, mitä jakaumaa ne noudattavat.

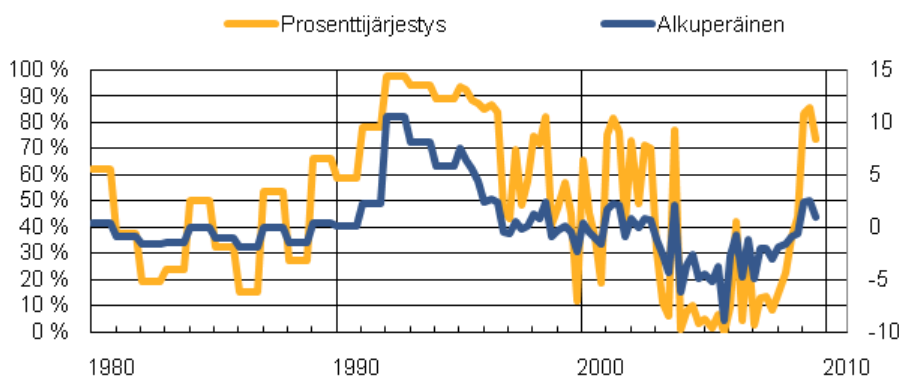


Muuttujien sopivuutta tiettyyn jakaumaan voidaan testata myös tilastollisilla testeillä. Liitteessä on testattu valittujen muuttujien sopivuutta normaalijakaumaan Shapiro–Wilk- ja Jarque–Bera-testeillä. Näiden testien perusteella valitut muuttujat eivät noudata ainakaan normaali- tai log-normaalijakaumaa.

Ilman kunnollista teoreettista tai empiiristä perustelua ei ole mielekäästä sovittaa näitä dimensioiden taustalla olevia muuttujia mihinkään tunnettuun jakaumaan. Tämän vuoksi Uuden-Seelannin käyttämä skaalausmetodi ei sovellu tämän vakauskuvion laatimiseen.

IMF:n käyttämä prosenttijärjestykseen perustuva menetelmä on sen sijaan toteutukseltaan helppo, koska ei tarvita hankalia oletuksia jakaumista. Menetelmän ongelmana on se, että se voi vääristää muuttujien muutoksia. Jos jakaumassa on korkea huippu, prosenttijärjestykseen perustuva skaalausmetodi ylikorostaa pieniä muutoksia tämän huipun lähellä (ks. Kuvio 10). Kuvio 11 havainnollistaa tätä ongelmaa pankkien stressi-indeksin osalta.

Kuvio 11. Pankkien stressi-indeksi; alkuperäinen aikasarja skaalattuna prosenttijärjestyksen mukaan



Lähteet: NASDAQ OMX Helsinki, pankit, Tilastokeskus ja Suomen Pankki.

Havaitaan, että prosenttijärjestykseen perustuvalla skaalausmetodilla dimension arvo (keltainen viiva) ylikorostaa pieniä muutoksia stressi-indeksin arvon ollessa lähellä nollaa. Tämä ilmiö näkyy erityisesti 80-luvulla ja vuosituhannen taitteessa.

Tämän ongelman voi välttää skaalaamalla muuttujat lineaarisesti minimi- ja maksimi-arvon välille. Näin dimension muutosten koko on aina suhteessa taustalla olevan tilaston muutoksiin, eivätkä pienet muutokset ylikorostu. Tämä skaalausmetodi voidaan kuvata yhtälöllä:

$$y_t = \frac{x_t - \min(X)}{\max(X) - \min(X)}$$

missä  $y_t$  on dimension arvo ja  $x_t$  on taustalla olevan muuttujan arvo hetkenä  $t$ . Muuttujan historian minimiarvo on  $\min(X)$  ja vastaavasti maksimiarvo on  $\max(X)$ .

Lineaarinen skaalaus minimin ja maksimin välille ei sekään ole täysin ongelmaton skaalausmetodi. Maksimin ja minimin keskiarvo ei useinkaan ole aikasarjan mediaani, jolloin saadut arvot eivät välttämättä painotu skaalan puoliväliin. Tämän vuoksi voi olla vaikeata hahmottaa, onko dimension arvo poikkeuksellisen suuri tai pieni. Tätä ongelmaa voidaan lieventää merkitsemällä kuvioon muuttujan normaalivaihteluväli. Kuvioon voidaan esimerkiksi merkitä harmaalla värillä se alue, jolle keskimmäiset 50 % dimension havainnoista osuu. Tämän avulla kuvioista nähdään helposti, miten nykyinen dimension arvo suhteutuu dimension aikaisempaan historiaan.

Jokaista menetelmää vaivaa revisioituminen. Uuden-Seelannin menetelmällä lasketut dimensioiden pistearvot riippuvat keskihajonnasta ja keskiarvosta, jotka voivat molemmat revisioitua merkittävästikin aikasarjan pidentyessä. Vastaavasti prosenttijärjestys muuttuu aikasarjan historian täydentyessä. Myös maksimi- ja minimiarvot voivat vaihtua, aiheuttaen aikaisempien arvojen revisioitumista. Tämä revisioituminen on voimakkainta lyhyissä aikasarjoissa erityisesti, jos niiden historiaan ei mahdu kokonaista suhdannekierrosta. Tämän vuoksi on tärkeää, että käytetyt aikasarjat olisivat mahdollisimman pitkiä sisältäen useamman luotto-syklin. Revisioituminen voi tosin vaivata myös pitkää aikasarjaa, jos viimeaikainen kehitys on poikkeuksellista. Revisioitumisen ongelmallisuutta lieventää se, ettei se vaikuta arvojen keskinäiseen järjestykseen, vaan pelkästään niiden absoluuttisiin arvoihin.

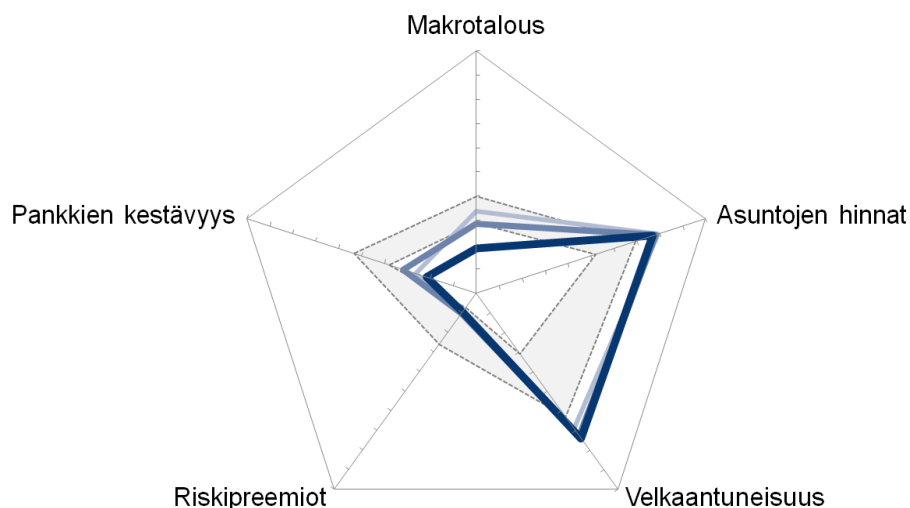
Tarkastelluista skaalausmetodeista minimin ja maksimin välille tehty lineaarinen muunnos vaikuttaa parhaalta. Tämä menetelmä on helppo toteuttaa ilman hankalia oletuksia tilastollisista jakaumista. Lisäksi tämä skaalausmetodi ei vääristä muutoksia taustalla olevissa muuttujissa. Tämä menetelmä kaipaa tosin tuekseen informaatiota dimension normaalista vaihteluvälistä. Tämä voidaan toteuttaa värityksellä alue jolle keskimmäiset 50 % havainnoista osuu.

## 7 Vakauskuviot vuosille 2006–2009

Yllä kuvatuiden dimensio-, muuttuja- ja skaalausmetodivalintojen lisäksi kuvion tuottamiseksi pitää tehdä ratkaisu sen visuaalisesta toteutuksesta. Kuvioon merkitään dimensioiden arvot nykyhetkellä, puoli vuotta sitten sekä vuosi sitten. Näin kuviosta näkee, mikä on stressi- tai riskitaso tällä hetkellä ja miten tilanne on viime aikoina kehittynyt. Näiden kolmen eri ajankohdan kuvaavan polygonin väritys pitäisi valita siten, että tuorein havainto erottuisi selvästi muista. Tämän voi toteuttaa esimerkiksi siten, että viivat väritettäisiin saman värin eri sävyillä niin, että tuorein havainto on tummin.

Alla näkyy tällä menetelmällä toteutetut kuviot vuodesta 2006 vuoteen 2009 (ks. Taulukko 3).

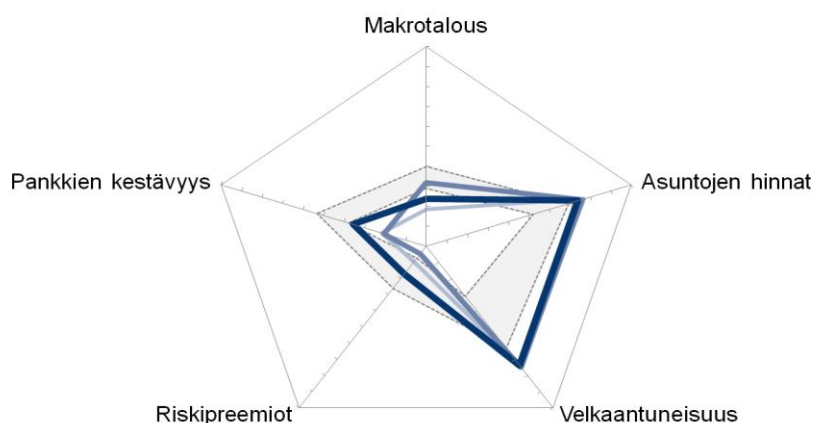
Taulukko 3. Vakauskuviot vuosille 2006–2009



□ Joulukuu 2005   □ Kesäkuu 2006   ■ Joulukuu 2006

### 2006

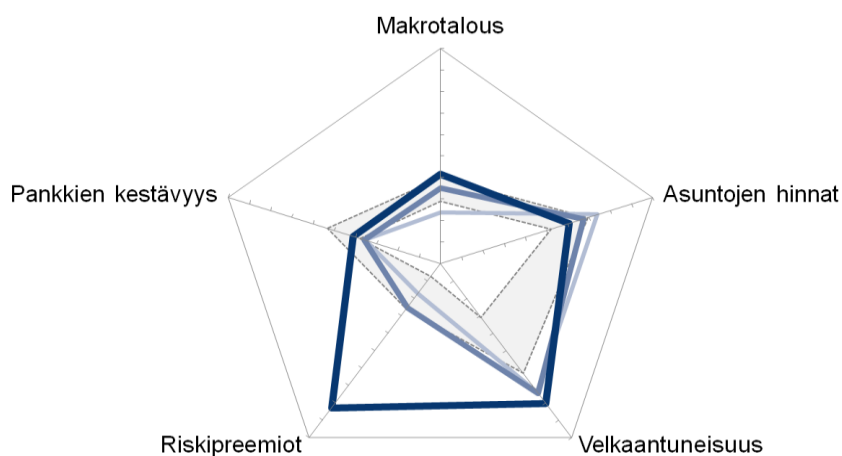
- Makrotaloudellinen tilanne parani hyvästä vielä parempaan.
- Asuntojen hinnat ja velkaantuminen on normaalia enemmän yli trendin.
- Riskipreemiot ovat poikkeuksellisen alhaisia ja pankkien kestävyys on hyvä.



□ Joulukuu 2006   □ Kesäkuu 2007   ■ Joulukuu 2007

## 2007

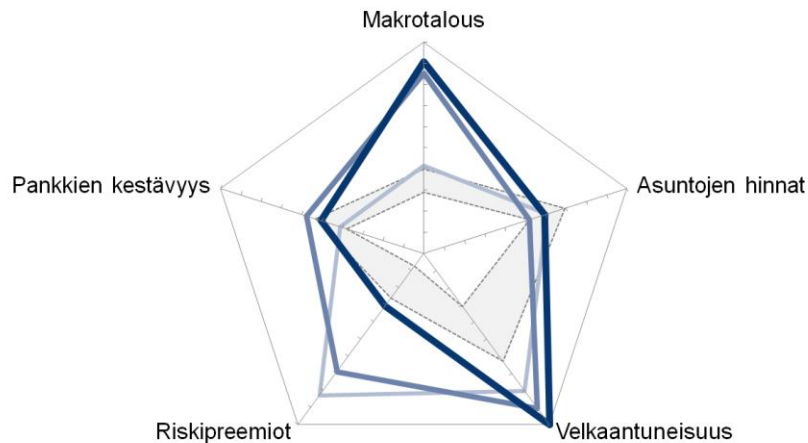
- Makrotaloudelliset näkymät heikkenevät hivenen, mutta ovat edelleen vahvat.
- Asuntojen hinnoissa ja velkaantumisessa ei tapahdu mitään merkittävää, mutta ollaan edelleen selvästi yli trendin.
- Riskipreemiot ja pankkien kokema stressi kasvavat vähän, mutta säilyvät edelleen hyvissä lukemissa



□ Joulukuu 2007   □ Kesäkuu 2008   ■ Joulukuu 2008

## 2008

- Makrotaloudellinen tilanne heikkenee edelleen, mutta säilyy edelleen normaalin rajoissa.
- Asuntojen hinnoissa tulee korjausliike alaspäin, mutta velka/BKT -suhteen trendipoikkeama kasvaa entisestään.
- Riskipreemiot räjähtävät ylöspäin, mutta pankkien kokema stressi kasvaa vain vähän.



□ Joulukuu 2008   ■ Kesäkuu 2009   ■ Joulukuu 2009

## 2009

- Makrotaloudellinen tilanne heikkenee voimakkaasti, lukemat lähentelevät jo ennätystä.
- Asuntojen hinnat säilyvät normaalilla tasolla, mutta velkaantuminen jatkuu nopeana.
- Riskipreemiot tippuvat alas, mutta säilyvät normaalia korkeampina.
- Pankkien stressi on kasvanut vuoden takaisesta, mutta laskenut kesän huippulukemista. Stressi säilyi selvästi alle 90-luvun laman tason.

Lähteet: Merrill Lynch, NASDAQ OMX Helsinki, pankit, Tilastokeskus ja Suomen Pankki.

## 8 Päätelmät

Edellä esitetyn cobweb-kuvion tarkoituksena on antaa helposti lähestyttävä yleiskuva Suomen rahoitusmarkkinoiden vakaudesta ja siihen kohdistuvista uhista. Kuvion tarkoitus on luoda helposti ymmärrettävä lähtökohta analyysille, mutta sen tarkoituksena ei ole kertoa lopullista totuutta vakaustilanteesta. Tämä olisikin mahdotonta, koska vakausanalyysi on sen verran monimutkainen kokonaisuus, ettei sitä voi kokonaisuudessaan puristaa mihinkään yhteen kuvaan. Sen sijaan kuvio toimii kiintopisteenä, johon vakauserittelyn proosa voi ankkuroitua.

Kuvion dimensiot ja niiden taustalla olevat muuttujat on valittu siten, että ne antaisivat mahdollisimman hyödyllisen kuvan rahoitusmarkkinoiden vakaudesta ja siihen kohdistuvista uhista. Jos vakausanalyysin painopisteet tai työkalut muuttuvat tulevaisuudessa, voidaan näitä muuttujia ja dimensioita tarvittaessa vaihtaa.

# Liitteet

## Liite 1: IMF:n käyttämät muuttujat

Dimensio	Mitattava osa-alue	Tilasto
<b>Monetary and Financial Conditions</b>	Monetary conditions	G-7 real short interest rates
		G-3 excess liquidity
		Growth in official reserves
	Financial Conditions	Financial conditions index
	Lending conditions	G-3 lending conditions
<b>Risk Appetite</b>	Investor Survey	Merill Lynch investor risk appetite survey
	Institutional allocations	State Street investor confidence index
	Emerging market assets	Emerging market fund flows
	Relative asset returns	Global risk appetite index
<b>Macroeconomic Risks</b>	Economic activity	World Economic Outlook global growth risks
		G-3 confidence indices
		OECD leading indicators
		Implied global trade growth
	Inflation/deflation	Global breakeven inflation rates
	Sovereign credit	Mature market sovereign CDS spreads
		Advanced country general government balance
<b>Emerging Market Risks</b>	Sovereigns	Fundamental EMBIG spread
		Sovereign credit quality
	Private sector credit growth	GDP-weighted credit growth
	Inflation	Median inflation volatility
	Corporate sector	Corporate spreads
<b>Credit Risks</b>	Corporate sector	Global corporate bond index spread
		Credit quality composition of corporate bond index
		Speculative-grade corporate default rate forecast
	Banking sector	Banking stability index
Household sector	Consumer and mortgage loan delinquencies	
	Household balance sheet stress	
<b>Market and Liquidity Risks</b>	Market positioning	Hedge fund estimated leverage
		Net noncommercial positions in futures markets
		Common component of asset returns
	Equity valuations	World implied equity risk premia
	Volatilities	Composite volatility measure
Funding and liquidity	Funding and market liquidity index	

## Liite 2: Uuden Seelannin käyttämät muuttujat

Dimensio	Mitattava osa-alue	Tilasto	
DOMESTIC ENVIRONMENT	AGGREGATE	Current output gap	
		Forecast output gap	
		External debt sustainability	
		External financing requirement	
		Terms of trade	
		Sovereign risk premium	
	HOUSEHOLD SECTOR	Aggregate household LVR	
		Aggregate household DSR	
		Forecast change in 90-day interest rate	
		Forecast change in residential property prices	
		Current unemployment rate	
		Forecast change in unemployment rate	
		Proportion of credit card debt bearing interest	
		Personal bankruptcies	
		BUSINESS SECTOR	Aggregate debt burden
			Related party debt
	Equity market capitalisation		
	Real interest rate		
	QSBO Expectations - Domestic trading activity		
	QSBO Expectations - Profitability		
	QSBO Expectations - Overdue debtors		
	Company liquidations		
	AGRICULTURAL SECTOR	Aggregate debt burden	
		Approximate aggregate farm LVR	
		Real NZD commodity prices	
		Forecast change in export price index	
		Farm sales	
	GOVERNMENT SECTOR	Soil moisture deficit	
		Crown debt sustainability	
		Crown financing requirement	
		Forecast change in OBEGAL/GDP ratio	
	GLOBAL ECONOMIC ENVIRONMENT	INTERNATIONAL	Forecast change in net Crown debt/GDP ratio
			Trading partner real GDP growth
Forecast trading partner real GDP growth			
OECD leading indicator			
Real international commodity prices			
G7 current account imbalance			
OECD unemployment rate			
Forecast global corporate default rate			
EMBI Global spread			
AUSTRALIA			Real GDP growth
		Forecast real GDP growth	
		External debt sustainability	
		Aggregate internal DSR	
		Sovereign risk premium	
		Unemployment rate	
		Benchmark credit spreads	
Terms of trade			

Dimensio	Mitattava osa-alue	Tilasto
<b>FINANCIAL MARKET CONDITIONS</b>	INTERNATIONAL	Global equity prices
		Equity market implied volatility
		FX market implied volatility
		TED spread
		US benchmark credit spread
		Europe benchmark credit spread
		Median LCFI 5-year senior CDS spread
	DOMESTIC	Net new commercial paper issuance
		New Zealand equity prices
		NZD implied volatility
		Bid/ask spread in FX market
		3-month Bank Bill-OIS spread
		Bid/ask spread in BB futures market
		Commercial paper benchmark spread
<b>CAPITAL AND PROFITABILITY</b>	Local banks' tier 1 capital ratio	
	Local banks' leverage ratio	
	Local banks' asset quality	
	Local banks' net interest margin	
	Australia tier 1 capital ratio	
	Australia leverage	
	Australia asset quality	
	Parent banks' equity prices	
<b>FUNDING AND LIQUIDITY</b>	Deposit/loans ratio	
	Retail deposit growth	
	Non-resident funding	
	Associate funding	
	Liquidity cover	
	Approximate core funding ratio	
	Uridashi/Eurokiwi coverage	
	Parent banks' median CDS spread	



### Liite 3: Uuden Seelannin käyttämä skaalausmetodi

Cobweb-kuvion dimensioiden pisteluvun määrittämiseksi RBNZ noudattaa seuraavanlaista prosessia. Koska jokaisen dimension taustalla on monta eri muuttujaa, pitää nämä ensin yhdistää yhteen numeroon. RBNZ tekee tämän ottamalla painotettu keskiarvo taustamuuttujien harkinnanvaraisesti korjatuista z-arvoista:

$$y_t = \sum_{i=1}^n w_i * \frac{x_{i,t} - \mu_i * \mu_i^{jud}}{\sigma_i * \sigma_i^{jud}}$$

$y_t$  = komposiittimuuttuja joka muodostetaan dimensioon kuuluvien taustamuuttujien arvojen perusteella

$n$  = dimensioon kuuluvien taustamuuttujien lukumäärä

$x_{i,t}$  = taustamuuttujan  $i$  arvo hetkellä  $t$

$\mu_i$  = taustamuuttujan  $i$  keskiarvo

$\sigma_i$  = taustamuuttujan  $i$  keskihajonta

$\mu_i^{jud}$  ja  $\sigma_i^{jud}$  = harkinnanvaraiset säädöt, joilla havaittua jakaumaa voidaan korjata jos kuvion laatijat uskovat ettei muuttujan historia vastaa muuttujan ”todellista” jakaumaa

$w_i$  = keskiarvon laskennassa käytetyt painot, siten että  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ .

Tämän jälkeen komposiittimuuttuja  $y_t$  sovitetaan johonkin jakaumaan. Tämän jakauman perusteella saadaan laskettua kertymäfunktion arvo jokaisella hetkellä  $t$ .

Nämä kertymäfunktion arvot muunnetaan diskreetille 1-9 skaalalle siten, että, että asteikon portaat ovat alla olevan taulukon mukaisia<sup>3</sup>:

<sup>3</sup> Raja-arvot perustuvat binomijakauman ( $n=9$  ja  $p=4/9$ ) ja Poissonin jakauman ( $\lambda=4$ ) keskiarvoon. Näiden jakaumien valintaan ei ole mitään teoreettista perustetta, jonka vuoksi raja-arvoja voidaan pitää käytännössä arbitraarisina.

Porras	Kertymäfunktion alaraja
1	0
2	0,067
3	0,199
4	0,406
5	0,634
6	0,817
7	0,925
8	0,974
9	0,993

Tämä mekaanisesti saatu pistearvo toimii lähtökohtana, mutta dimensioiden lopullinen pistearvo perustuu kuitenkin viimekädessä harkintaan.

#### Liite 4: IMF:n käyttämä skaalausmetodi

IMF muodostaa dimensioiden pisteluvut prosenttijärjestykseen perustuvalla menetelmällä. Dimension taustalla olevat muuttujat yhdistetään ottamalla muuttujien prosenttijärjestyksen keskiarvo:

$$y_t = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} * prosenttijärjestys(X_i; x_{i,t})$$

Näin saadaan numero väliltä [0, 1], joka skaalataan jollain menetelmällä Cobwebin ordinaaliselle 0-10 skaalalle.

Tämä mekaanisesti saatu pistearvo toimii lähtökohtana, mutta dimensioiden lopullinen pistearvo perustuu kuitenkin viimekädessä harkintaan.

## Liite 5: Normaalitestejä dimensioiden taustalla oleville tilastoille

Valittujen muuttujien sopivuutta normaalijakaumaan voidaan testata esimerkiksi Jarque–Bera- ja Shapiro–Wilk-testeillä. Näiden testien tulokset on taulukoitu alla (Taulukko 4).

### Taulukko 4. Jarque–Bera- ja Shapiro–Wilk-normaalitesti tulokset.

	Kahden vuoden kumulatiivinen BKT kasvu	BBB-AAA korkospredi	BBB-AAA korkospredi, log-muunnos	Velka/BKT trendipoikkeama	Asuntojen reaalihintaindeksin trendipoikkeama	Pankkien stressiindeksi (yhdistelmä)
Huipukkuus (kurtosis)	1,77	5,32	0,17	-0,27	0,45	1,74
Vinous (skew)	-1,42	2,25	0,72	-0,49	-0,98	1,04
Jarque–Bera-normaalitesti p-arvo	0,44 %	0,00 %	0,00 %	7,43 %	0,00 %	0,00 %
Shapiro–Wilk-normaalitesti p-arvo	0,04 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Shapiro–Wilk-normaalitestissä nollihypoteesi voidaan hylätä 1 % merkitsevyystasolla kaikkien muuttujien osalta. Tämän perusteella näyttää epätodennäköiseltä, että testattavat muuttujat noudattaisivat normaalijakaumaa.

Jarque–Bera-testissä tulokset ovat samansuuntaisia. Ainoana poikkeuksena on velka-BKT -suhdeluvun trendipoikkeama, jonka osalta normaaliusoletus voidaan hylätä vain 10 % merkitsevyystasolla.

BBB–AAA-korkospredin osalta vinoutta voidaan korjata ottamalla muuttujasta log-muunnos<sup>4</sup>. Näin voidaan testata muuttujan sopivuutta lognormaalijakaumaan. Tämänkin testin osalta nollihypoteesi voidaan hylätä 1% merkitsevyystasolla.

Normaalitesti perusteella vaikuttaa siis epätodennäköiseltä, että nämä muuttujat noudattaisivat normaalijakaumaa.

<sup>4</sup> Muiden muuttujien kohdalla tämä log-muunnos ei ole mahdollinen, koska ne saavat myös negatiivisia arvoja.

## Lähdeluettelo

- Bank of Canada. (2009). *Financial System Review December 2009*.
- Bank of England. (2009). *Financial Stability Review December 2009*.
- Basel Committee on Banking Supervision. (2010). Countercyclical capital buffer proposal. *Consultative document*.
- Bedford, P., & Bloor, C. (2009). A cobweb model of financial stability in New Zealand. *RBNZ Discussion Paper 2009/11*.
- Cihák, M. (2006). How do central banks write on financial stability? *IMF Working Paper 06/163*.
- Drehmann, M., & Borio, C. (2009). Towards an operational framework for financial stability: "fuzzy" measurement and its consequences. *BIS Working Papers No 284*.
- Hanchel, E., & Monnin, P. (2005). *Measuring and forecasting stress in the banking sector: evidence from Switzerland*. BIS Papers no. 22.
- Holmfeldt, M., Rydén, A., & Strömqvist, M. (2009). How has the stress on the financial markets developed? - An index-based discussion. *Sveriges Riksbank Economic Commentaries no. 13*.
- IMF. (2010). *Global Financial Stability Report April 2010*.
- IMF. (2009). *Global Financial Stability Report October 2009*.
- Reserve Bank of New Zealand. (2010). *Financial Stability Report, May 2010*.
- SNB. (2006). *Financial Stability Report*.
- SNB. (2009). *Financial Stability Report*.
- Suomen Pankki. (2006). *Rahoitusjärjestelmän vakaus 2006*.
- Sveriges Riksbank. (2010). *Financial Stability Report 2010:1*.