

SUOMEN AKTUAARIYHDISTYS

THE ACTUARIAL SOCIETY OF FINLAND

WORKING PAPERS ISSN 0781- 4410

SUOMEN AKTUAARIYHDISTYS
The Actuarial Society of Finland

105
Tienari, Matti

Luotto- ja vastapuoliriski Basel 2 ja Solvenssi 2 -
kehikoissa

(2010)

LUOTTO- JA VASTAPUOLIRISKI BASEL 2 JA SOLVENSSI 2 -KEHIKOISSA

Matti Tienari

SHV-työ (suppea)

2010-11-9

ABSTRACT

In this work the regulatory frameworks of Basel 2 and Solvency 2 related to credit and counterparty risk are presented. The aim is to provide the reader a general overview of the regulatory capital requirements for credit and counterparty risk in both frameworks. This presentation is based on the current Basel 2 standards as described in [1-9] and Solvency 2 QIS 5 Technical Specification document [10] which is to provide quantitative input to the EU Commission's Level 2 Implementation Measures [11-13] on Solvency 2. The Basel 2 regulations came into force in 2007 but the final Solvency 2 regulations in 2013 may still differ from the QIS 5 specifications.

After defining the basic terminology on credit and counterparty risk in Chapter 2, a comparative overview of both frameworks is presented in Chapter 3. Chapter 4 highlights the main differences in the solvency capital requirements related to bonds, securitizations, derivatives and reinsurance contracts, which is followed by a more theoretical comparison of the underlying models in Chapter 5. Chapter 6 brings together the main conclusions of this work.

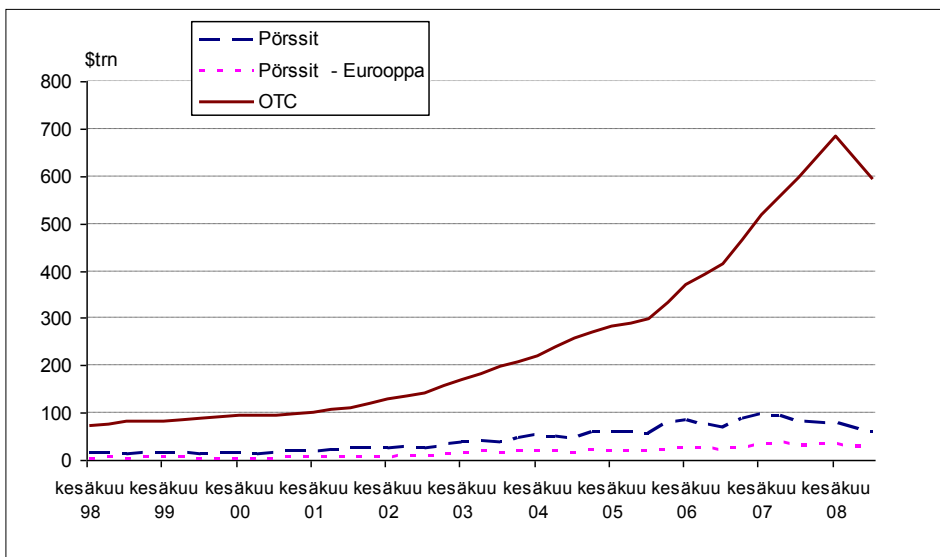
SISÄLLYSLUETTELO

ABSTRACT	2
SISÄLLYSLUETTELO.....	3
1 JOHDANTO.....	4
2 VASTAPUOLIRISKIN MITTAAMINEN	5
2.1 Maksukyvyttömyystodennäköisyys (PD: <i>probability of default</i>)	5
2.2 Luottokelpoisuus (rating)	5
2.3 Vastuun määrä maksukyvyttömyyshetkellä (EAD: <i>exposure at default</i>)	5
2.4 Tappio-osuus (LGD: <i>loss given default</i>)	5
2.5 Luottoriski.....	5
2.6 Vastapuoliriski	6
2.7 Spreadriski	6
3 VIRANOMAISVALVONTA.....	6
3.1 Tausta	6
3.2 Riskilajit.....	6
3.3 Pääomavaade	7
4 PÄÄOMAVAATIMUSTEN VERTAILU	7
4.1 Joukkovelkakirjat	8
4.2 Paketoituiden luottotuotteet	9
4.3 Johdannaiset.....	11
4.4 Jälleenvakuutus sopimukset.....	12
4.5 Keskittymäriski.....	13
4.6 Riskin vähentäminen	14
5 PORTFOLIOMALLIT	14
5.1 Basel 2 – yhden faktorin luottoriskimalli.....	14
5.2 Solvenssi 2-Bergin vastapuoliriskimalli.....	16
5.3 Portfoliomallien vertailu.....	16
6 YHTEENVETO	19
7 KIRJALLISUUSLUETTELO.....	20

1 JOHDANTO

Finanssialalle on luonteenomaista riskinotto ja siitä saatava tuotto. Pankit rahoittavat asiakkaitaan ja saavat korvauksena korkotuottoa mikäli vastapuoli ei joudu maksukyvyttömäksi, jolloin luottoriski toteutuu. Vakuutusyhtiöt puolestaan vakuuttavat asiakkaitaan epäsuotuisan vakuutustapahtuman varalta ja saavat korvauksena kertaluonteisen tai jatkuvan vakuutusmaksun. Mikäli vakuutusriski toteutuu eli vakuutustapahtuma sattuu, joutuu yhtiö maksamaan korvauksen asiakkaalle. Lisäksi vakuutusyhtiöt sijoittavat vastuuvelan katteena olevat varat mm. joukkovelkakirjoihin, jolloin ne altistuvat luottoriskille.

Moderneilla rahoitusmarkkinoilla on myös tarjolla monipuolinen kokoelma instrumentteja, joiden avulla markkinaosapuolet voivat muuttaa portfolionsa riskiprofiilia. Luotto-, korko- ja valuuttajohdannaisilla voidaan vähentää keskittymäriskiä sekä pienentää esimerkiksi kassavirtojen korko- ja valuuttariskiä. Vakuutusyhtiöt voivat puolestaan valita sopivan riskinkantokyvyn tekemällä jälleenvakuutussopimuksia tai laskemalla liikkeelle katastrofijoukkovelkakirjalainoja suurten luonnonkatastrofien varalle.



Kuva 1. OTC-johdannaisien volyymin kasvu suhteutettuna osakekauppaan ([14]).

Johdannaismarkkinat ovat kasvaneet huimasti viimeisen 10 vuoden aikana (kuva 1). Esimerkiksi luottojohdannaisien kokonaisvolyymi on kasvanut vuosina 2000-2007 800 mrd\$:sta 42000 mrd\$:iin ([15]). Johdannaisopimuksiin liittyy kuitenkin usein vastapuoliriski: toinen osapuoli ei kykenekään suoriutumaan velvoitteistaan, jolloin saajaosapuoli kärsii taloudellisen tappion.

Luotto- ja vastapuoliriskin hallintaan on useita keinoja. Pankit voivat vaatia vakuuksia, takauksia tai rajoittavia sopimusehtoja (kovenantteja) ehdoksi. Johdannaismarkkinoilla toimii lisäksi sopijaosapuolten välillä ns. keskusvastapuolia (*clearing house*), jotka vaativat asiakkailtaan vakuuksia mikäli vastapuolen avoin vastuu kasvaa markkinamuutosten seurauksena liian korkeaksi.

Valvovat viranomaiset vaativat luottolaitoksilta ja vakuutusyhtiöiltä tietyn pääomapuskurin riskien kattamiseen. Luottolaitosten luotto- ja vastapuoliriskin vakavaraisuuspääomavaadetta säädellään Basel 2 -kehikossa ja vuonna 2013 astuu voimaan vakuutusyhtiöiden Solvenssi 2 -vakavaraisuuskehikko, joka sisältää vaatimuksen spread- ja vastapuoliriskin kattamiseksi tarvittavasta solvenssipääomasta. Tässä työssä keskitytään luotto-, vastapuoli- ja spreadriskiin.

2 VASTAPUOLIRISKIN MITTAAMINEN

Vastapuoliriskin arvoimiseksi on kehittynyt vakiintunut terminologia, jota käytetään sekä viranomaisvalvonnassa että finanssialalla toimijoiden sisäisessä riskienhallinnassa.

2.1 Maksukyvyttömyystodennäköisyys (PD: *probability of default*)

Maksukyvyttömyystodennäköisyydellä tarkoitetaan todennäköisyyttä, että vastapuoli ei selviydykään taloudellisista velvoitteistaan. Yleensä tarkasteltava aikahorisontti on yksi vuosi. Baselin komitean määritelmän ([1]) mukaan vastapuoli on maksukyvytön mikäli ainakin toinen allamainituista ehdoista täyttyy:

- on epätodennäköistä, että vastapuoli kykenee suoriutumaan velvoitteistaan täysimääräisesti ilman erityisiä toimenpiteitä
- vastapuolen suoritus on yli 90 päivää myöhässä

2.2 Luottokelpoisuus (rating)

Luottokelpoisuuden arvioimiseksi markkinoilla toimii useita luottoluokittelijoita, joista tunnetuimmat ovat Moody's, Standard&Poor's ja Fitch. Lisäksi luottolaitoksilla on sisäisiä luottoluokitusmalleja. Yhteistä näille on se, että vastapuolet voidaan luottoluokan avulla järjestää maksukyvyttömyystodennäköisyyden mukaiseen järjestykseen. Luottoluokille voidaan myös arvioida maksukyvyttömyystodennäköisyys joko historia-aineiston tai mallin rakennusvaiheen kalibrointiaineiston perusteella. Taulukossa 1 on esitetty Standard & Poor'sin raportoimat toteutuneet maksukyvyttömyysosuudet yritysvastapuolille.

Taulukko 1. Standard & Poor's toteutuneet keskimääräiset yritysvastapuolten maksukyvyttömyysosuudet (%) vuosina 1981-2009 ([16]).

AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC
0 %	0,02 %	0,06 %	0,26 %	0,97 %	4,9 %	28,0 %

2.3 Vastuun määrä maksukyvyttömyyshetkellä (EAD: *exposure at default*)

Sopimuksen tyypistä riippuen mahdollisella maksukyvyttömyyshetkellä voi vastuun määrä vaihdella tilanteesta riippuen. Velkakirjalainalla se on tyypillisesti koko lainan pääoma kun taas esimerkiksi korkojohdannaisella sen määrä riippuu korkojen tasosta ja volatiliteetista maksukyvyttömyyshetkellä.

2.4 Tappio-osuus (LGD: *loss given default*)

Vastapuolen joutuessa maksukyvyttömäksi usein koko sopimuksen arvoa ei menetetä vaan osa saadaan takaisin esimerkiksi vakuuden realisoinnin tai perintäprosessin kautta. Toteutuneen lopullisen tappion osuutta vastuun määrään maksukyvyttömyyshetkellä kutsutaan tappio-osuudeksi.

2.5 Luottoriski

Luottoriskillä tarkoitetaan riskiä taloudellisista tappioista, jotka johtuvat arvopapereiden liikkeeseenlaskijoiden, vastapuolten tai velallisten luottokelpoisuuden heilahteluista sisältäen riskin maksukyvyttömyydestä. Se kohdistuu pankkeihin ja vakuutusyhtiöihin vastapuoliriskin ja spreadriskin muodossa.

2.6 Vastapuoliriski

Vastapuoliriskillä tarkoitetaan riskiä tappioista, jotka johtuvat pankkien ja vakuutusyhtiöiden vastapuolten ja velallisten odottamattomasta maksukyvyttömyydestä tai luottokelpoisuuden heikkenemisestä.

2.7 Spreadriski

Spreadriskillä tarkoitetaan riskiä tappioista, jotka johtuvat markkinoiden luottoriskimarginaalien (*spread*) heilahtelusta.

3 VIRANOMAISVALVONTA

3.1 Tausta

Pankki- ja vakuutuslalla toimijoiden vakavaraisuuden valvonta sisältää vaatimuksen omista pääomista riskien kattamiseksi. Pankkialaa säädellään Basel 2 -kehikossa ([1]) ja vakuutuslalla astuu 2013 voimaan Solvenssi 2 ([17]), jonka teknisiä laskusääntöjä parhaillaan hiotaan ja kalibroidaan. Lisäksi Basel 2 standardeihin on tulossa merkittäviä muutoksia, jotka astuvat voimaan vaiheittain 2013-2019 (ns. Basel 3 [18-21]).

Basel 2 -järjestelmän tavoitteena on varmistaa kansainvälisen pankkijärjestelmän vakaus ja toimintavarmuus kun taas Solvenssi 2 -valvontakehikko on tarkoitettu turvaamaan vakuutuksenottajien edut.

Molemmat kehikot rakentuvat 3 pilarin perustalle:

Basel 2

1. Vähimmäispääomavaatimus
2. Omien varojen riittävyyden arviointi
3. Julkistamisvaatimukset

Solvenssi 2

1. Kvantitatiiviset vaatimukset
2. Kvalitatiiviset vaatimukset ja valvonta
3. Valvontaraportointi ja tietojen julkistaminen

3.2 Riskilajit

Pankin vakavaraisuuden valvonnassa on eroteltu kaupankäyntivaraston (*trading book*) määräykset muusta rahoitustaseesta (*banking book*). Niinpä Basel 2 Pilari 1 -minimipääomavaatimukset on jaettu seuraaviin riskilajeihin:

- luotto- ja vastapuoliriski (*banking book*)
- markkinariski (*trading book*)
- operatiivinen riski

Kaupankäyntivaraston sopimukset ovat hankittu lyhytaikaista kaupankäyntiä varten. Sen vakavaraisuussääntelyn eriyttämisen taustalla on sopimusten tyypillisesti lyhyempi pitoaika sekä päivittäinen markkina-arvoistaminen. Sen sijaan muu rahoitustase sisältää tyypillisesti useiden vuosien mittaisia velkasitoumuksia, jotka kirjanpidossa arvostetaan jakotettuun hankintamenuon. Tällöin mahdolliset käyvän arvon muutokset johtuen esimerkiksi velallisen luottokelpoisuuden heikkenemisestä eivät välttämättä näy taseessa.

Solvenssi 2 on modulaarinen järjestelmä, jonka pilarin 1 vakavaraisuuspääomavaade lasketaan seuraaville riskilajeille:

- vakuutusriskit
- markkinariskit (sisältää spreadriskin)
- vastapuoliriski
- operatiivinen riski

Lisäksi kaikki varat ja velat pyritään markkina-arvoistamaan, jolloin kirjanpidolliset käytännöt eivät suoraan vaikuta kehikon rakenteeseen.

3.3 Pääomavaade

Basel 2:n luotto- ja vastapuoliriski lasketaan painottamalla sopimusten vastuuarvot vastapuoliin liittyvillä riskipainoilla, jolloin saadaan ns. riskipainotetut sitoumukset (*Risk Weighted Assets*). Niitä kattamaan tarvitaan 8% omia varoja, mikä vaatimus on peräisin jo Basel 1 –järjestelmästä vuodelta 1988. Luottoriskin pääomavaade on kalibroitu riskitasolle 99,9%, eikä riskilajien välisiä hajautushyötyjä huomioida. Basel 3 tuo muutoksia ja rajoituksia mm.

- omiin varoihin: jatkossa vaaditaan suhteessa enemmän omaa pääomaa
- vakavaraisuusrajaan: jatkossa se riippuu myös suhdannevaiheesta

Solvenssi 2 –järjestelmä pyrkii mallintamaan varojen ja velkojen erotuksen heiluntaan liittyvää riskiä riskitasolla 99,5%. Kehikossa huomioidaan hajautushyödyt sekä riskilajien sisällä että niiden välillä. Aiemman Solvenssi 2 QIS4-loppuraportin mukaan ([28])

- riskilajien väliset hajautushyödyt olivat 10%-35%
- markkinariskin sisäiset hajautushyödyt olivat noin 35%.

Molemmissa kehikoissa pääomavaadetta kattamaan hyväksyttävät omat varat luokitellaan niiden laadun mukaan kolmeen luokkaan (*Tier 1 –Tier 3*), joille sitten asetetaan tarkempia rajoituksia.

Basel 2 –kehikko säätelee luottolaitoksia, joiden ydinliiketoimintaa on luottoriskin ottaminen ja siitä saatava tuotto. Siksi Basel 2:ssa on kiinnitetty erityistä huomiota vastuuryhmiin. Lisäksi vastapuoleen liittyvien riskipainojen laskentaan on määritelty kaksi menetelmää:

- standardimenetelmä (STD)
- sisäisten luottoluokitusten menetelmä (IRB)

Solvenssi 2 –kehikko puolestaan säätelee vakuutusyhtiöitä, joissa vastapuoliriski liittyy lähinnä jälleenvakuuttajiin sekä sijoitussalkun korkosopimuksiin. Siksi myös vastuuryhmien luokittelu on karkeammalla tasolla.

4 PÄÄOMAVAATIMUSTEN VERTAILU

Tässä kappaleessa vertaillaan Basel 2 ja Solvenssi 2 pääomavaateita ilman riskilajien Solvenssi 2:n hajautushyötyjä. Sekä Basel 2:n että Solvenssi 2:n riskilaskenta riippuu sopimuksen tyypistä. Taulukossa 2 on esitetty tässä työssä tarkasteltavat sopimustyytit ja niille sovellettavat riskilajit. Solvenssi 2:ssa spread-

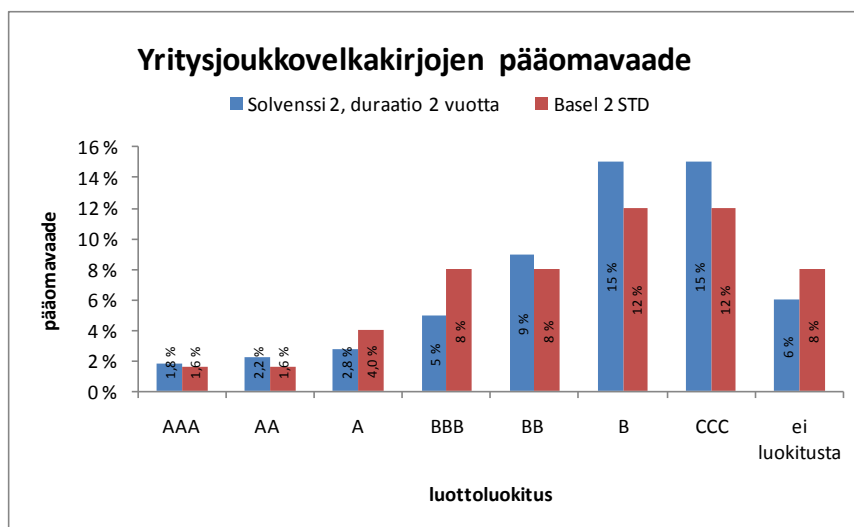
ja vastapuoliriskin laskenta poikkeavat olennaisesti toisistaan kun taas Basel 2:n luotto- ja vastapuoliriski poikkeavat toisistaan lähinnä vastuuarvon määrittämisen osalta. Sen sijaan Basel 2 –kehikon riskipaino riippuu pääsääntöisesti vain vastapuolesta eikä sopimustyyppistä. On huomattava, että molemmissa kehikoissa voidaan samalle sopimukselle laskea useiden riskilajien pääomavaadetta.

Sopimustyyppi	Solvenssi 2	Basel 2
Bondit	spreadriski	luottoriski
Paketoituiden luottotuotteet	spreadriski	luottoriski
Johdannaiset	vastapuoliriski	vastapuoliriski
Jälleenvakuutus sopimukset	vastapuoliriski	-

Taulukko 2. Sopimustyyppille sovellettava riskilaji.

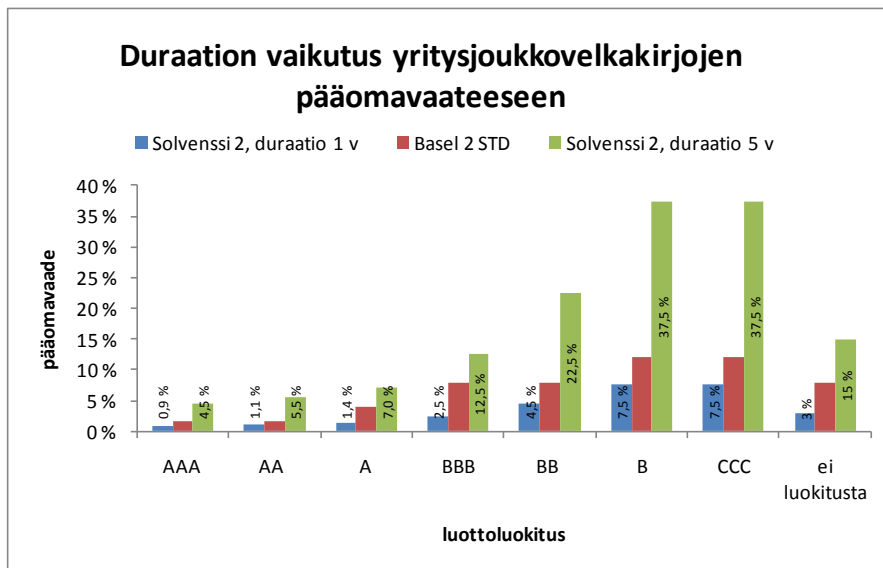
4.1 Joukkovelkakirjat

Joukkovelkakirjojen pääomavaateeseen vaikuttaa niiden luottoluokitus ja sektori. Duraatio vaikuttaa Solvenssi 2 –kehikossa spreadriskiin lineaarisesti sekä yritysten että valtioiden joukkovelkakirjalainoille kun taas Basel 2 –kehikossa duraatio ei vaikuta pääomavaateeseen luottoriskin standardimenetelmässä. Pääsyy lienee se, että Basel 2 –kehikko huomioi ainoastaan luottoriskin yhden vuoden aikahorisontilla eikä spreadien markkinamuutoksista aiheutuvaa arvomuutosriskiä. Sen sijaan Solvenssi 2 –kehikossa ajatellaan taseen varojen markkina-arvoa, johon spreadien taso vaikuttaa suoraan. Lisäksi duraation vaikutus sopimuksen spreadiherkkyyteen on lineaarinen. Kuvassa 2 on esitetty kahden vuoden duraation yritysjoukkovelkakirjojen pääomavaade, jotka ovat Solvenssi 2:ssa ja Basel 2:ssa suhteellisen lähellä toisiaan.



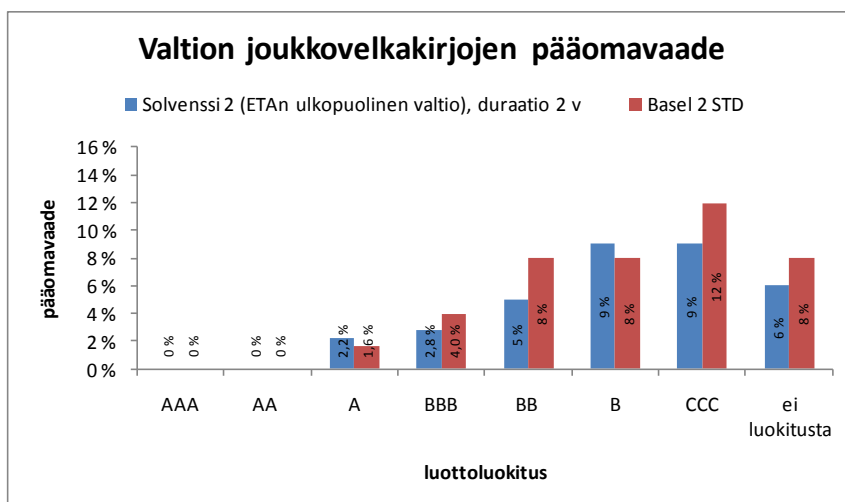
Kuva 2. Yritysjoukkovelkakirjojen pääomavaade, duraatio 2 vuotta.

Pankkien joukkovelkakirjojen pääomavaade on kummassakin kehikossa sama kuin yritysten lukuunottamatta luottoluokkaa B: sen Basel 2 standardimenetelmän pääomavaade on 8%. Joukkovelkakirjalainojen Basel 2 ja Solvenssi 2 -pääomavaateiden ero muuttuu merkittävästi mikäli duraatio kasvaa: Solvenssi 2 -spreadriski kasvaa samassa suhteessa duraation kanssa (kuva 3). Tämä voi johtaa yritysten pitkän maturiteetin joukkovelkakirjojen kysynnän heikkenemiseen.



Kuva 3. Yritysjoukkovelkakirjojen pääomavaade, duraatio 1v-5v.

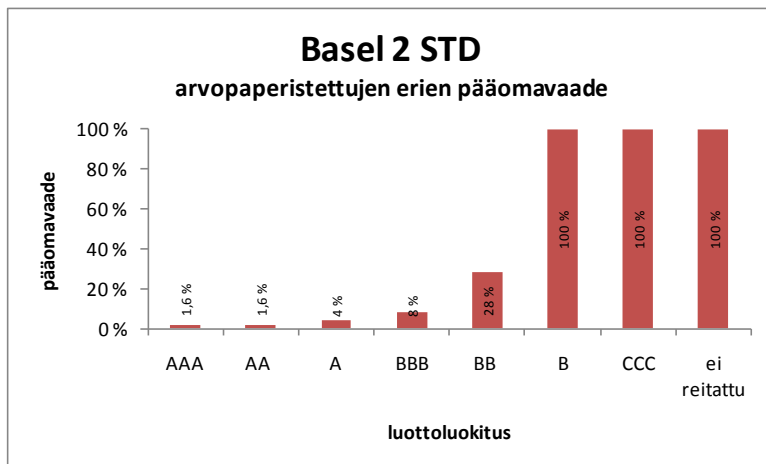
ETA-valtioiden joukkovelkakirjojen Solvenssi 2 -pääomavaade on nolla, mikä voi tehdä niistä houkuttelevan sijoituskohteen vakuutusyhtiöille. Sen sijaan Basel 2:ssa kaikki alle AA-luottoluokan valtionpaperit aiheuttavat pääomavaateen (kuva 4).



Kuva 4. Valtion joukkovelkakirjojen pääomavaade (duraatio 2 vuotta).

4.2 Paketoituiden luottotulotteet

Paketoidut luottotulotteet ovat instrumentteja, joissa allaolevien sopimuksiin liittyvä tuotto sekä luottoriski on jaettu etuoikeusluokkiin (ns. *tranche*). Etuoikeusluokkien järjestys määrää luottotappioiden jakautumisen sopimuksen juoksuaikana. Paketoitujen luottotulotteiden pääomavaateen laskenta poikkeaa oleellisesti Basel 2 ja Solvenssi 2:n välillä. Basel 2 –kehikossa käytetään pääsääntöisesti itse sopimuksen luottoluokkaa (kuva 5) - maturiteetti ei vaikuta.

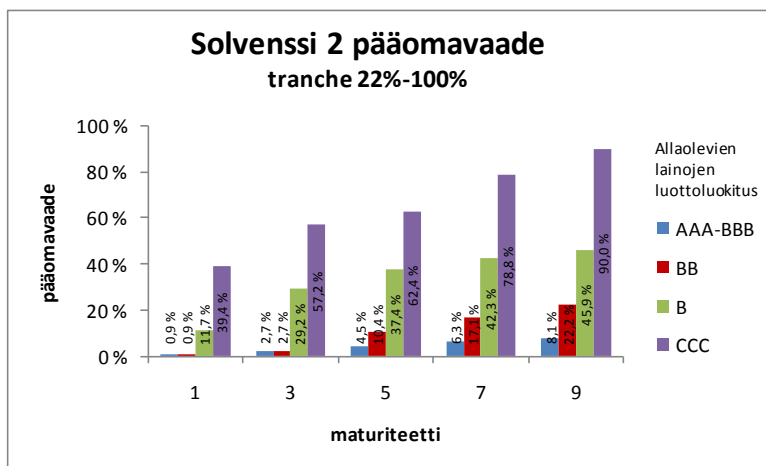


Kuva 5. Paketoitujen luottotuotteiden pääomavaade Basel 2 standardimenetelmässä.

Sen sijaan Solvenssi 2:ssa käytetään aina sekä itse luottotuotteen että allaolevien sopimusten luottokelpoisuusluokituksia. Lisäksi maturiteetti vaikuttaa pääomavaateeseen voimakkaasti. Tämä käytännössä rajoittaa vakuutusyhtiöiden mahdollisuutta sijoittaa paketoituihin luottotuotteisiin, mikäli allaolevista sopimuksista ei ole riittävästi tietoa saatavilla. Hyvän luottoluokan tuotteille ero pääomavaateessa voi olla merkittävä, mikäli alla olevien lainojen luottoluokitus on huono ja maturiteetti on pitkä. Kuvassa 6 on esitetty korkean etuoikeusluokan Solvenssi 2 pääomavaade. Ulkoinen luottoluokka oletetaan olevan AAA ([27]) paitsi jos alla olevien lainojen luottoluokka on CCC: tämän ulkoinen luottoluokitus oletetaan olevan B. Mikäli allaolevien lainojen luottoluokka olisi esimerkiksi

- 50% BB
- 50% BBB

ja maturiteetti 10 vuotta, olisi Solvenssi 2 pääomavaade 34,7%. Basel 2 pääomavaade on korkeintaan 1,6% riippuen menetelmästä, sillä tyypillisesti ulkoinen luottoluokka olisi AAA (kts. [13]).



Kuva 6. Etuoikeusluokan 22%-100% Solvenssi 2 pääomavaade allaolevien lainojen luottoluokan mukaan.

Huonon luottoluokituksen saaneen paketoitun luottotuotteen pääomavaade voi olla molemmissa kehikoissa 100%. Esimerkiksi etuoikeusluokat

- 6%-9%
- 9%-12%
- 12%-22% (yli 2v maturiteetti)

saavat kaikki 100% pääomavaateen Solvenssi 2:ssa mikäli allaolevien lainojen luottoluokka on huonompi kuin BBB. Solvenssi 2 -mallin taustalla on subprime-kriisistä johtuva epäluottamus paketoitujen luottotuotteiden ulkoisiin luottoluokituksiin.

4.3 Johdannaiset

Johdannaisten markkina-arvo ja siten niihin liittyvä vastapuoliriski riippuu allaolevan arvopaperin markkina-arvon muutoksista. Johdannaisten Basel 2 -vastuuarvon (EAD) määrittämiseen on sen vuoksi 4 eri menetelmää, joilla pyritään arvioimaan vastuun määrää tulevaisuudessa mahdollisen maksukyvyttömyyden tapahtuessa. Solvenssi 2 -kehikossa tämä epävarmuus huomioidaan epäsuorasti: vastapuolen vastuuarvoon lisätään markkina-arvon lisäksi johdannaisen ns. riskinpienennysvaikutus (*risk mitigation effect*). Tällä tarkoitetaan seuraavien pääomavaateiden erotusta:

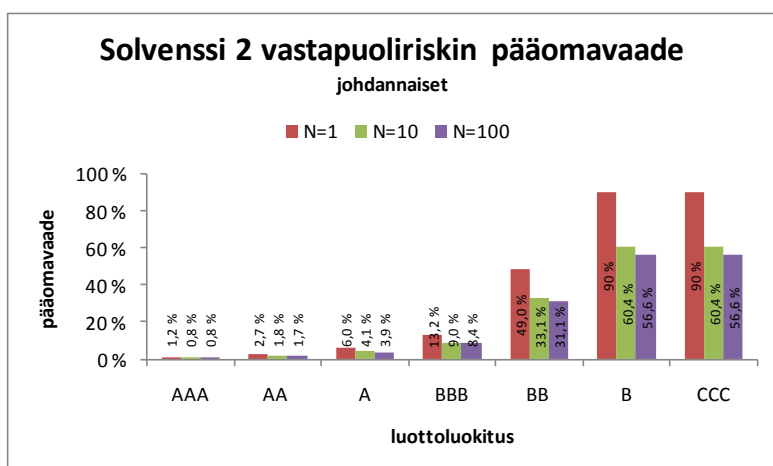
- Solvenssi 2 pääomavaateen määrä ilman johdannaista
- pääomavaade johdannaisen kanssa,

missä pääomavaade lasketaan kaikkien riskilajien hajautushyötyjen jälkeen.

Tyypillisesti riskinpienennysvaikutus on paljon suurempi kuin markkina-arvo. Esimerkiksi 3 vuoden valuuttafutuuriin, jonka nimellisarvo on 10 M€, vastuuarvo on

- Basel 2: 0,5 M€ (käyvän arvon menetelmä)
- Solvenssi 2: 1 M€ (oletettu QIS4 keskimääräiset hajautushyödyt)

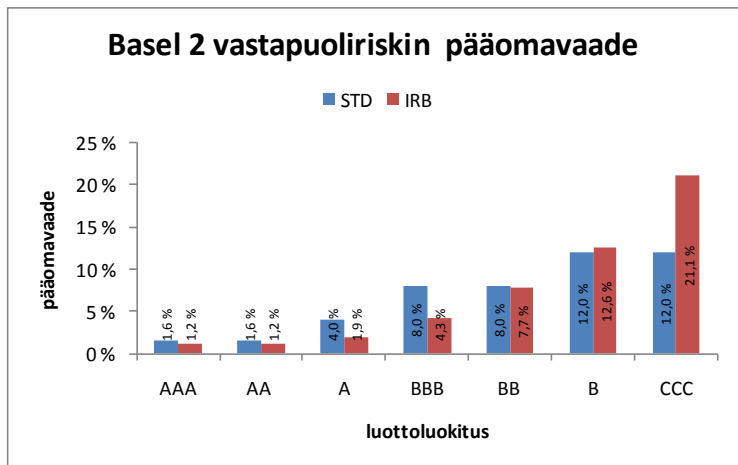
Vastuuarvot lasketaan yhteen vastapuolittain, joiden luottokelpoisuus vaikuttaa pääomavaateeseen.



Kuva 7. Johdannaisten Solvenssi 2 vastapuoliriskin pääomavaade, kun salkussa on N vastapuolta.

Kuvasta 7 nähdään, että Solvenssi 2 -vastapuoliriskin sisäinen hajautushyöty on 37% mikäli salkussa on riittävästi vastapuolia. Basel 2 -kehikossa ei tätä hajautushyötyä erikseen huomioida, koska riskipainokaavat

olettavat hyvin hajautetun salkun. Lisäksi Basel 2 sallii omien sisäisten luottoluokitusten (IRB-menetelmä) ja niihin liittyvien maksukyvyttömyystodennäköisyyksien käytön vakavaraisuuspääomavaadetta laskettaessa. Kuvassa 8 on esitetty sekä standardimenetelmän että IRB-menetelmän pääomavaateet, jotka on laskettu taulukon 1 (sivu 5) maksukyvyttömyystodennäköisyyksiä hyödyntäen.

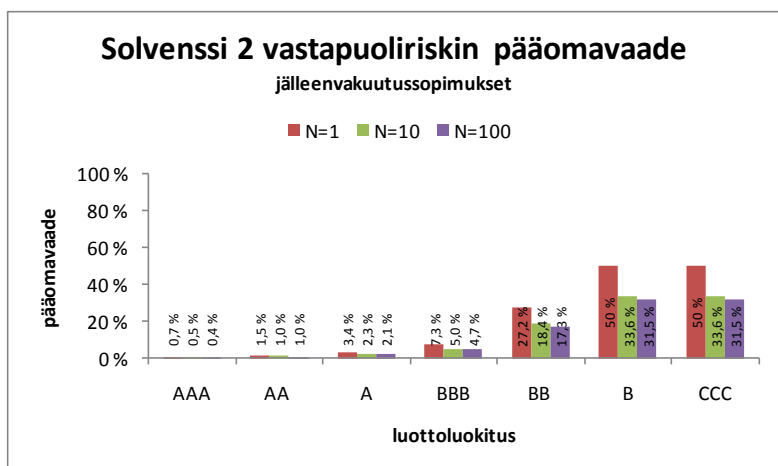


Kuva 8. Basel 2 vastapuoliriskin pääomavaade.

Solvenssi 2 ja Basel 2 vastapuoliriskin pääomavaateiden välillä on huomattava ero huonon luottoluokituksen saaneilla vastapuolilla, mikä johtuu eroista taustalla olevissa portfoliomalleissa (kts. kappale 5.3). Taustalla on erityisesti oletus siitä, että tyypillisesti pankin luottoportfolio on selvästi enemmän hajautettu kuin vakuutusyhtiön johtuen pankin vastapuolten lukumäärästä. Tämä käytännössä ohjaa vakuutusyhtiöitä kohti vastapuolia, joiden luottoluokitus on korkea. Sen sijaan pankkien ansaintalogiikka perustuu luottoriskin ottoon sekä sen oikeaan hinnoitteluun, eikä niinkään heikon luottoluokituksen saaneiden asiakkaiden välttämiseen.

4.4 Jälleenvakuutus sopimukset

Jälleenvakuutus sopimukseen liittyvä vastapuoliriski lasketaan kuten johdannaisten. Vastuuarvon määrittämiseksi arvioidaan ensin saatavat jälleenvakuuttajilta. Sitten arvioidaan kunkin jälleenvakuutus sopimuksen vakuutusriskin pienennysvaikutus, joka lisätään vastuuarvoon. Lopuksi arvioidaan pääomavaade kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9. Jälleenvakuutus sopimusten Solvenssi 2 pääomavaade, kun salkussa on N vastapuolta.

On huomattava, että samaan portfolioon huomioidaan sekä johdannaissopimusten vastapuolet että jälleenvakuuttajat. Ero johdannaisten ja jälleenvakuutus sopimusten Solvenssi 2 vastapuoliriskin pääomavaateesta johtuu erosta tappio-osuusparametrissa (LGD):

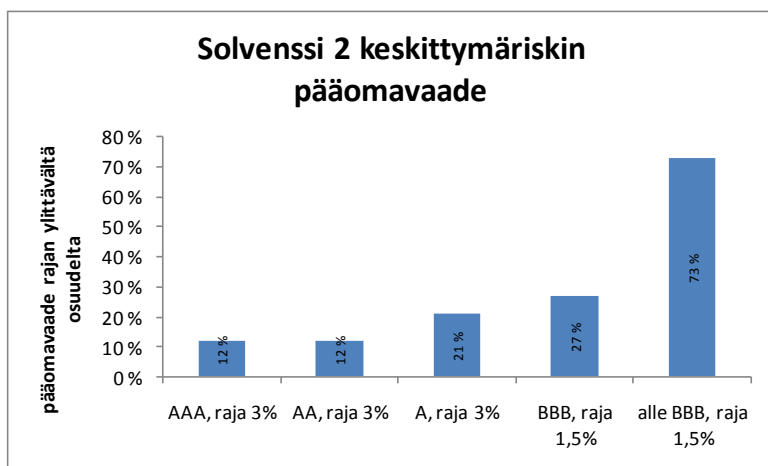
- johdannaisten tappio-osuus on 90%
- jälleenvakuutus sopimusten tappio-osuus on 50%

Basel 2 -määräyksissä puolestaan ei jälleenvakuutusta huomioida, koska määräykset käsittelevät vain pankkisektoria.

4.5 Keskittymäriski

Basel 2 Pilari 1-minimipääomavaateen laskentakaavat eivät huomioi keskittymäriskiä: pääomavaade kasvaa lineaarisesti vastapuolen vastuun kasvaessa. Sen sijaan Pilari 2 -määräyksiin liittyy suurten asiakasriskien raportointi ja seuranta, joka pyrkii paikkaamaan tätä aukkoa.

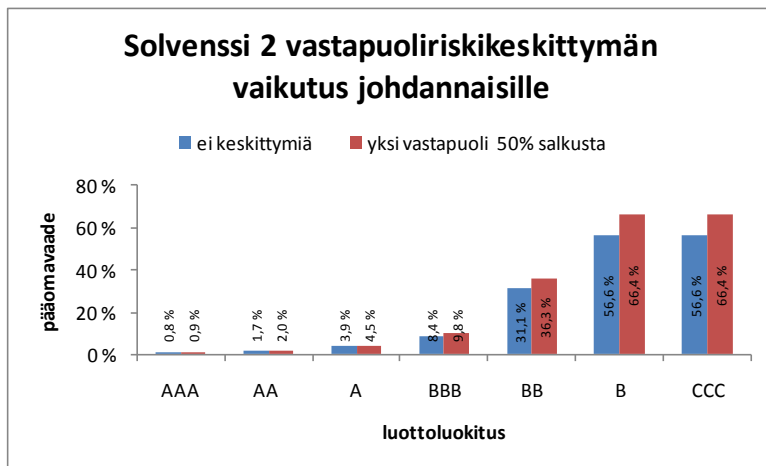
Myös Solvenssi 2 -kehikon spreadriski kasvaa vain lineaarisesti vastuun kasvaessa. Sen sijaan Solvenssi 2 -keskittymäriski lasketaan erikseen kiinteistö-, osake- ja spreadriskin piirissä oleville sopimuksille. Keskittymäriski lisää pääomavaadetta, mikäli nimikeskittymät ylittävät tietyn luottoluokasta riippuvan rajan suhteessa koko salkkuun (kuva 10).



Kuva 10. Solvenssi 2 -keskittymäriskin pääomavaade keskittymärajan ylittävältä osuudelta.

On huomattava, että ETA-valtioiden joukkovelkakirjoille ei tätä keskittymäriskin pääomavaadetta lasketa. Tämä voi johtaa suuriinkin valtionriskikeskittymiin isojen vakuutusyhtiöiden sijoitussalkuissa, mikä toisaalta voi edelleen heikentää yritysten mahdollisuuksia pitkän maturiteetin rahoitukseen.

Solvenssi 2 vastapuoliriskimodulin piirissä oleville sopimuksille tulee keskittymäriski huomioitua automaattisesti mallin rakenteesta johtuen. Kuvassa 11 on esitetty pääomavaateen kasvu luottoluokittain, kun yksi nimikeskittymä muodostaa puolet koko salkusta: pääomavaade nousee 17%.



Kuva 11. Johdannaisten Solvenssi 2 -vastapuoliriskin pääomavaade, kun yhden vastapuolen vastuut muodostavat 50% koko salkusta (N=100).

4.6 Riskin vähentäminen

Luotto- ja vastapuoliriskin vähentäminen Basel 2 -kehikossa on sallittua hyväksyttävien vakuuksien, takauksien, luottojohdannaisten tai nettoutuksen avulla. Ne huomioidaan joko vastuun määrää tai tappio-osuutta (LGD) pienentävänä tai sitten riskin siirtona, jolloin osaan vastuuta sovelletaan vakuuden antajan, takaajan tai luottosuojan myyjän alhaisempaa riskipainoa. Vakuuksien arvostamisessa käytetään markkina-arvojen volatiliteetista johtuvia korjauskertoimia. Nettoutusta voidaan soveltaa erityisesti johdannaisten vastuuarvon laskennassa: mitä kehittyneemmän menetelmän luottolaitos on valinnut, sitä tehokkaampaa on nettoutus.

Solvenssi 2 -kehikossa voidaan spreadriskiä vähentää luottojohdannaisilla. Vastapuoliriskissä huomioidaan automaattisesti vastapuolikohtainen nettoutus. Lisäksi vakuuksilla voidaan pienentää riskilaskennan piirissä olevaa vastuun määrää. Vakuuden arvostamisessa huomioidaan sen arvoon liittyvä markkinariski sekä mahdollinen vastapuolen tai vakuuden säilyttäjistä aiheutuva vakuuden myynnin viivästymisen riski.

Basel 2 -kehikko on huomattavasti tarkempi ja yksityiskohtaisempi vakuuksiin ja nettoutukseen liittyen kun taas Solvenssi 2 QIS 5 -laskentasäännöissä käsitellään vakuuksia yleisemmällä tasolla. Tämä kuvastaa luottoriskin merkitystä pankin ydinliiketoiminnalle, kun taas vakuutusyhtiöillä ei ole liiketoiminnallista intressiä panostaa vakuuksien käsittelyprosesseihin.

5 PORTFOLIOMALLIT

Portfolion luotto- ja vastapuoliriskiä määritettäessä on oleellista huomioida vastapuolten väliset korrelaatiot: tappiojakauman häntä on sitä pitempi mitä korkeammalla tasolla korrelaatiot ovat. Sekä Solvenssi 2 että Basel 2 -kehikon vastapuoliriskin taustalla on malli, joka huomioi vastapuolten väliset korrelaatiot. Mallien korrelaatioissa on kuitenkin selvä tasoero: Solvenssi 2 -mallissa korrelaatiot ovat merkittävästi korkeampia.

5.1 Basel 2 -yhden faktorin luottoriskimalli

Mallissa vastapuolen maksukyvyttömyystodennäköisyys riippuu satunnaismuuttujasta X_i

$$X_i = \sqrt{\rho_i} \cdot (-Z) + \sqrt{1 - \rho_i} \cdot \epsilon_i$$

missä Z ja ϵ_i ovat riippumattomia ja noudattavat standardinormaalijakaumaa sekä ρ_i vastapuolen korrelaatio systemaattisen riskin kanssa (*asset value correlation*). Muuttuja Z kuvaa systemaattista riskiä ja puolestaan ϵ_i kuvaa vastapuoleen liittyvää ns. *idiosynkraattista* riskiä, jota voidaan hajauttamalla pienentää. Vastapuoli joutuu maksukyvyttömäksi, mikäli muuttujan X_i arvo menee alle maksukyvyttömyysrajan c_i , joten

$$P(X_i < c_i) = pd_i$$

missä pd_i on vastapuolen i maksukyvyttömyystodennäköisyys.

Tästä seuraa, että maksukyvyttömyystodennäköisyys ehdolla $Z = z$ on

$$PD(z) = \Phi\left(\frac{\Phi^{-1}(pd_i) + z\sqrt{\rho_i}}{\sqrt{1 - \rho_i}}\right),$$

missä Φ on standardinormaalijakauman kertymäfunktio.

Merkitään vastapuoleen i liittyvää tappiota

$$L_i = DEF_i \cdot EAD_i \cdot LGD_i$$

missä EAD_i on vastuun määrä, LGD_i on tappio-osuus ja

$$DEF_i = \begin{cases} 1, & \text{jos vastapuoli } i \text{ joutuu maksukyvyttömäksi} \\ 0, & \text{muutoin} \end{cases}$$

Tällöin koko portfolion tappiojakauman kvantiilit jakauman hännässä (*Value-at-Risk*) voidaan arvioida kaavalla ([26])

$$\begin{aligned} VaR_{1-\alpha}\left(\sum_{i=1}^K L_i\right) &:= \min\left\{x \geq 0 \mid P\left(\sum_{i=1}^K L_i \geq x\right) \leq \alpha\right\} \\ &\approx \sum_{i=1}^K \Phi\left(\frac{\Phi^{-1}(pd_i) + \sqrt{\rho_i}\Phi^{-1}(\alpha)}{\sqrt{1 - \rho_i}}\right) \cdot EAD_i \cdot LGD_i \end{aligned}$$

missä α on valittu riskitaso ja K vastapuolten lukumäärä portfoliossa. Kaavassa oletetaan, että vastapuolia on paljon ja että yksittäisen vastapuolen vastuukeskittymät eivät ole merkitseviä, jolloin idiosynkraattinen riski hajautuu kokonaan pois. Kaavasta nähdään, että vastapuolen i riskikontribuutio portfolion häntäjakaumaan on

$$PD(\Phi^{-1}(\alpha)) \cdot EAD_i \cdot LGD_i$$

joka on odotettu tappio ehdolla $Z = \Phi^{-1}(\alpha)$.

Basel 2 IRB pääomavaade puolestaan lasketaan kaavalla

$$\text{pääomavaade} = \left(\Phi\left(\frac{\Phi^{-1}(pd_i) + \sqrt{\rho_i} \cdot \Phi^{-1}(0,999)}{\sqrt{1 - \rho_i}}\right) - pd_i \right) \cdot EAD_i \cdot LGD_i \cdot \text{skaalaustekijät}$$

josta nähdään, että kaavan taustalla on vastapuolen riskikontribuutio portfolion ns. odottamattomiin tappioihin riskitasolla 99,9%.

5.2 Solvenssi 2-Bergin vastapuoliriskimalli

Malli voidaan kuvata yhteisen normaalijakautuneen suhdanneshokkifaktorin Z avulla käyttäen kappaleen 5.1. merkintöjä. Vastapuolen maksukyvyttömyystodennäköisyys ehdolla $Z = z$ on

$$PD(z) = b_i + (1 - b_i)\Phi(z)^{\gamma/b_i}$$

missä γ on mallin skaalausparametri ja

$$b_i = \frac{\gamma \cdot pd_i}{1 - pd_i + \gamma}$$

Portfolion tappiojakauman varianssi

$$\sigma^2 \left(\sum_{i=1}^K L_i \right) = \sum_{i,j=1}^K \omega_{ij} \cdot EAD_i \cdot LGD_i$$

missä kovarianssit saadaan kaavoista

$$\omega_{ii} = pd_i(1 - pd_i)$$

$$\omega_{ij} = \frac{(1 - b_i)(1 - b_j)}{1 + \gamma/b_i + \gamma/b_j} - (pd_i - b_i)(pd_j - b_j), \quad \text{kun } i \neq j$$

Pääomavaade lasketaan arvioimalla portfolion Value-at-Risk lukua riskitasolla 99,5% kaavalla

$$VaR_{99,5\%} \left(\sum_{i=1}^K L_i \right) \approx 5\sigma$$

missä skaalaustekijä pyrkii huomioimaan mallin tappiojakauman vinouden ja riskitason.

5.3 Portfoliomallien vertailu

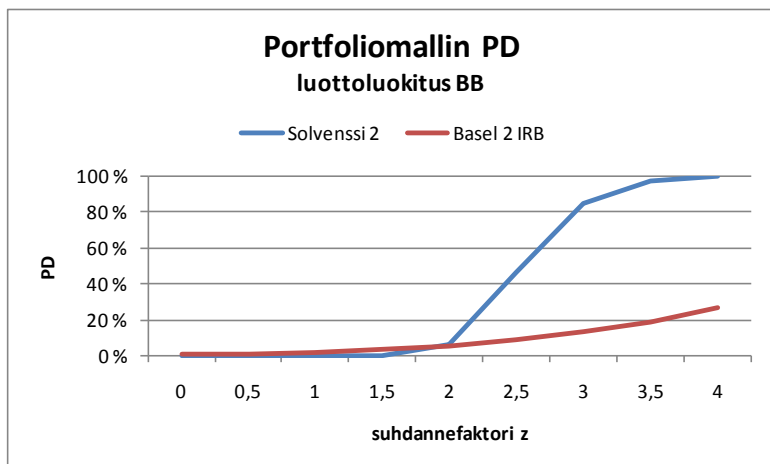
Molemmissa kehikoissa on luotto- ja vastapuoliriskin mittaamisen taustalla portfoliomalli, jossa vastapuolten välinen korrelaatio on seurausta kaikille vastapuolille yhteisestä suhdannefaktorista (systemaattinen riski). Ero mallien välillä seuraa stressatusta maksukyvyttömyystodennäköisyydestä:

$$PD(z) = \begin{cases} \Phi \left(\frac{\Phi^{-1}(pd_i) + z\sqrt{\rho_i}}{\sqrt{1 - \rho_i}} \right) & \text{Basel 2} \\ \frac{\gamma \cdot pd_i}{1 - pd_i + \gamma} + \left(1 - \frac{\gamma \cdot pd_i}{1 - pd_i + \gamma} \right) \Phi(z)^{\frac{1 - pd_i + \gamma}{pd_i}} & \text{Solvenssi 2} \end{cases}$$

sekä niiden parametrisoinnista

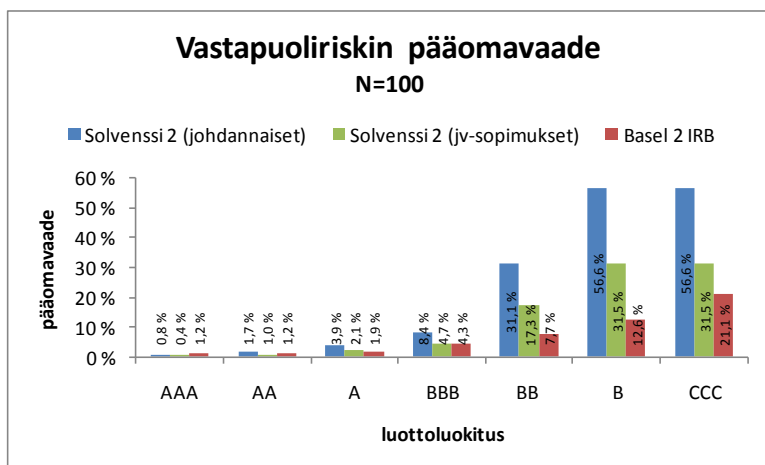
$$\begin{aligned} \rho_i &= 0,12 + 0,12 \cdot \exp(-50 \cdot pd_i) \\ \gamma &= 0,25 \end{aligned}$$

Kuvasta 12 nähdään selvästi, miten Solvenssi 2:n stressattu pd nousee huomattavasti nopeammin ja korkeammalle kuin vastaava Basel 2 -kehikon pd.



Kuva 12. Solvenssi 2 ja Basel 2 -vastapuoliriskin portfoliomallin pd suhdannefaktori funktiona, kun luottoluokka on BB mikä vastaa 1% maksukyvyttömyystodennäköisyyttä.

Tästä seuraa huomattavasti suurempi pääomavaade huonon luottoluokituksen salkulle (kuva 13):



Kuva 13. Vastapuoliriskin pääomavaade, kun portfoliossa on 100 vastapuolta.

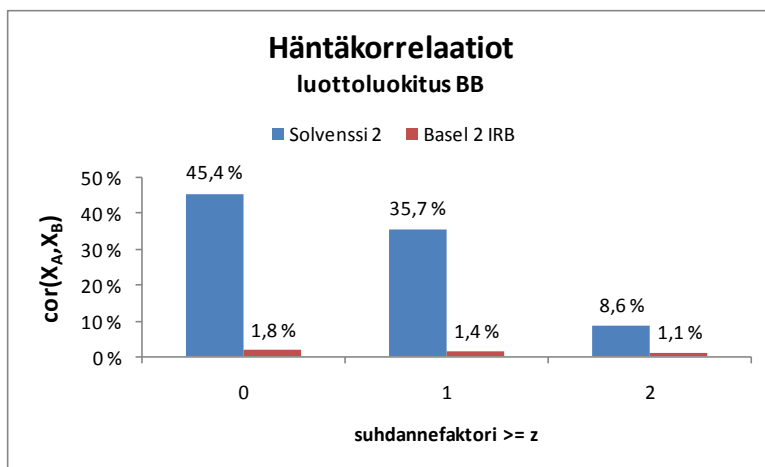
Mallien rakenteissa on myös implisiittisesti mukana vastapuolten väliset korrelaatiot maksukyvyttömyyksien välillä. Solvenssi 2 –mallissa on vastapuolten välinen maksukyvyttömyyskorrelaatio huomattavasti korkeammalla tasolla kuin Basel 2-mallissa, mikä myös osaltaan johtaa väistämättä selvästi korkeampaan vakavaraisuuspääomavaateeseen.

Korrelaation tason lisäksi tappiojakauman hännän pituuteen vaikuttaa ns. häntäkorrelaation suuruus, jota voidaan arvioida tarkastelemalla suhdannefaktoriella ehdollistettujen (indikaattori)satunnaismuuttujien

$$X_A: \text{vastapuoli A maksukyvytön ehdolla } Z \geq z$$

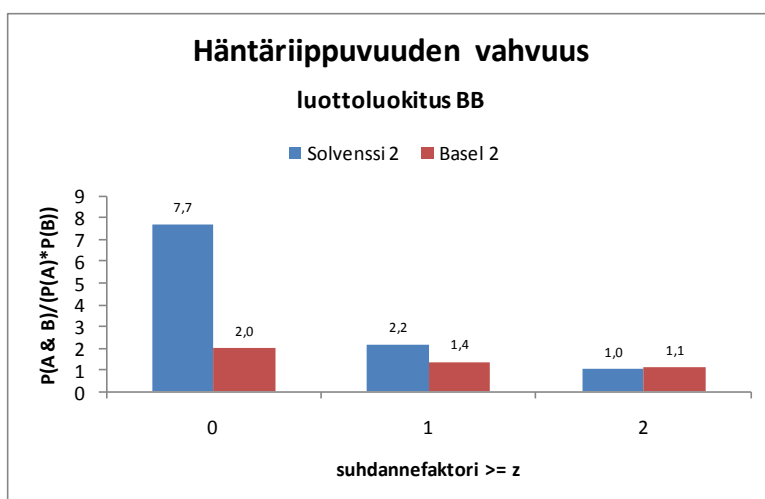
$$X_B: \text{vastapuoli B maksukyvytön ehdolla } Z \geq z$$

korrelaatiota ja riippuvuutta, kun z lähestyy ääretöntä. Kummassakin kehikossa korrelaatio heikkenee ja lähestyy nollaa, kun suhdannefaktori heikkenee (kuva 14), mikä saattaa aliarvioida riskiä yllättävän paljon erityisesti keskittyneelle luottosalkulle.



Kuva 14. Kahden vastapuolen maksukyvyttömyyskorrelaatio, kun suhdanne heikkenee.

Häntäkorrelaatio vaikuttaa mallissa suoraan vastapuolten yhtäaikaisen maksukyvyttömyyden todennäköisyyteen suhdanteen heiketessä. Kuvassa 15 nähdään, miten kahden vastapuolen maksukyvyttömyystapahtumat ovat käytännössä riippumattomia, kun suhdannefaktori on kahden hajonnan päässä normaalitilanteesta:



Kuva 15. Kahden vastapuolen yhtäaikaisen maksukyvyttömyyden todennäköisyys suhteessa molempien maksukyvyttömyystodennäköisyyden tuloon.

Solvensi 2:ssa tätä puutetta kompensoi osaltaan maksukyvyttömyystason jyrkkä nousu suhdannefaktoriin noustessa. Basel 2 –kehikon Pilari 2:ssa puolestaan kiinnitetään erityistä huomiota luottoportfolion nimi-, toimiala- ja maakeskittyymiin.

6 YHTEENVETO

Luotto- ja vastapuoliriskin käsittely Basel 2 ja Solvenssi 2 -määräyksissä poikkeavat monin tavoin toisistaan. Basel 2:ssa vastapuoliriskiä sisältävän sopimuksen käsittely riippuu sopimustyyppistä, vastuuryhmästä, luottoriskimenetelmästä sekä siitä, kuuluuko sopimus kaupankäyntivarastoon. Solvenssi 2 -kehikossa käsittely riippuu ensisijaisesti sopimuksen tyyppistä.

Solvenssi 2 -kehikon spreadriski aiheuttaa merkittävästi suuremman pääomavaateen pitkän duraation yritysjoukkovelkakirjoille kuin Basel 2, mikä voi johtaa pitkän maturiteetin yritysjoukkovelkakirjojen kysynnän heikkenemiseen. Lisäksi korkean luottoluokituksen saaneiden paketoitujen luottotuotteiden pääomavaade voi olla monikymmenkertainen Basel 2:een verrattuna, mikäli alla olevien sopimusten luottokelpoisuus on huono. Sen sijaan heikon luottoluokituksen saaneiden ETA-valtioiden joukkovelkakirjoille ei Solvenssi 2 -kehikossa ole lainkaan pääomavaadetta, mikä voi tehdä niistä houkuttelevan sijoituskohteen vakuutusyhtiöille.

Jälleenvakuuttajien ja johdannaisten Solvenssi 2 -vastapuoliriskimodulin asettama pääomavaade on selkeästi korkeampi huonon luottoluokituksen saaneille vastapuolille kuin vastaava pääomavaade Basel 2 -kehikossa. Syynä tähän on portfoliomallin selvästi korkeammat maksukyvyttömyystodennäköisyydet sekä korrelaatiot. Toisaalta jälleenvakuuttajien luottoluokitus on tyypillisesti hyvä, mikä pienentää käytännössä eron vaikutusta.

Basel 2 -määräykset on rakennettu siten, että yksittäisen sopimuksen vastapuoliriskin pääomavaade on mahdollista laskea ilman tietoa muista portfolion sopimuksista (poislukien nettoutus). Sen sijaan nykyinen Solvenssi 2 -malli vaatii tiedon kaikista sopimuksista, jotta vastapuoliriskin pääomavaade koko portfoliolle voidaan määrittää: yksittäiselle sopimukselle ei vastapuoliriskin pääomavaadetta voida laskea. Lisäksi Solvenssi 2:ssa sopimuksen vastuuarvon määrittäminen vaati markkina-arvon lisäksi arvion sen riskiä pienentävästä vaikutuksesta, mikä tekee laskennasta erityisen työlään.

Solvenssi 2 -määräykset voivat vielä muuttua ennen voimaantuloaan vuonna 2013. Lisäksi Basel 2 -kehikossa on käynnissä laaja päivitys (Basel 3), joka astuu vaiheittain voimaan 2013 alkaen.

7 KIRJALLISUUSLUETTELO

- [1] Basel Committee on Banking Supervision: *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*, Bank for International Settlement, June 2006.
- [2] Finanssivalvonta: *Omat varat ja niiden vähimmäismäärä (standardi 4.3a)*.
- [3] Finanssivalvonta: *Luottoriskin vakavaraisuusvaatimus standardimenetelmää käytettäessä (standardi 4.3c)*.
- [4] Finanssivalvonta: *Luottoriskin vakavaraisuusvaatimus sisäisten luottoluokitusten menetelmää käytettäessä (standardi 4.3d)*.
- [5] Finanssivalvonta: *Luottoriskin vähentämistekniikat luottoriskin standardimenetelmää käytettäessä (standardi 4.3e)*.
- [6] Finanssivalvonta: *Luottoriskin vähentämistekniikat sisäisten luottoluokitusten menetelmää käytettäessä (standardi 4.3f)*.
- [7] Finanssivalvonta: *Markkinariskin vakavaraisuusvaatimus (standardi 4.3g)*.
- [8] Finanssivalvonta: *Arvopaperistamisen vakavaraisuusvaatimus (standardi 4.3h)*.
- [9] Finanssivalvonta: *Vastapuoliriskin vakavaraisuusvaatimus (standardi 4.3k)*.
- [10] European Commission: *QIS5 Technical Specifications (Annex to Call for Advice from CEIOPS on QIS5)*, 5 July 2010.
- [11] CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: *SCR standard formula – Counterparty default risk module*, October 2009, CEIOPS-DOC-23/09.
- [12] CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: *SCR Standard Formula Article 109 - Structure and Design of Market Risk Module*, October 2009, CEIOPS-DOC-40/09.
- [13] CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: *SCR Standard Formula Article 111b Calibration of Market Risk Module*, January 2010, CEIOPS-DOC-66/10.
- [14] EU komissio: *Tehokkaiden, turvallisten ja vakaiden johdannaismarkkinoiden varmistaminen*, Bryssel 3.7.2009.
- [15] Hull, J.C.: *Options, Futures and Other Derivatives*, 7th edition, Pearson Prentice Hall, 2008.
- [16] Standard & Poor's: *2009 Annual Global Corporate Default Study And Rating Transitions*, www.standardandpoors.com/ratingsdirect, March 17, 2010.
- [17] Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/138/EY, annettu 25 päivänä marraskuuta 2009, vakuutus- ja jälleenvakuutustoiminnan aloittamisesta ja harjoittamisesta (Solvenssi II), Euroopan unionin virallinen lehti L335, 17.12.2009.

- [18] Basel Committee on Banking Supervision: *Revisions to the Basel II market risk framework*, Bank for International Settlement, July 2009.
- [19] Basel Committee on Banking Supervision: *Guidelines for computing capital for incremental risk in the trading book*, Bank for International Settlement, July 2009.
- [20] Basel Committee on Banking Supervision: *Strengthening the resilience of the banking sector*, Bank for International Settlement, July 2009.
- [21] Basel Committee on Banking Supervision: *International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring*, Bank for International Settlement, July 2009.
- [22] Berg, P. T.: *Portfolio modelling of counterparty reinsurance default risk*, Life&Pension Risk, April 1, 2008.
- [23] CEIOPS Consultation Paper 28: *SCR standard formula – Counterparty default risk module*, March 26, 2009.
- [24] CEIOPS Consultation Paper 51: *SCR Standard Formula – Further advice on the counterparty default risk module*, July 2, 2009.
- [25] Standard&Poor's: *Update to Global Methodologies And Assumptions For Corporate Cash Flow CDO and Synthetic CDO Ratings*, 17 September 2009.
- [26] McNeil, A. J., Frey, R., Embrechts, P.: *Quantitative Risk Management*, Princeton Series in Finance, 2005.
- [27] Nomura Fixed Income Research: *CDOs in Plain English*, Nomura, September 13, 2004.
- [28] CEIOPS' *Report on its fourth Quantitative Impact Study (QIS4) for Solvency II*, November 2008, CEIOPS-SEC-82/08.