

**ILMASTONMUUTOS JA LUONNONKATASTROFIRISKILTÄ
SUOJAUTUMINEN**

**Kansantaloustiede
Pro gradu -tutkielma
Taloustieteiden laitos
Tampereen yliopisto
Maaliskuu 2008
Marjo Huttunen**

Tiivistelmä

| | |
|-----------------------|--|
| Tampereen yliopisto | Taloustieteiden laitos; kansantaloustiede |
| Tekijä: | Huttunen, Marjo |
| Tutkielman nimi: | Ilmastonmuutos ja luonnonkatastrofiriskiltä suojautuminen |
| Pro gradu -tutkielma: | 51 sivua, 3 liitesivua |
| Aika: | Maaliskuu 2008 |
| Avainsanat: | ilmastonmuutos, luonnonkatastrofiriskin suojaus, jälleenvakuutus, katastrofibondi, katastrofioptio, captive-yhtiö, pooli |

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change eli IPCC) neljännen arviointiraportin mukaan ilmastonmuutoksen odotetaan lisäävän äärimmäisiä sääilmiöitä, kuten hurrikaaneja, tulvimista sekä talvimyrskyjä. ABI:n (Association of British Insurers) tutkimuksen mukaan vakuutusalan yritykset tarvitsevat ylimääräistä riskipääomaa, jotta ne selviävät ilmastonmuutoksen aiheuttamista haasteista. Ylimääräisen riskipääoman suuruus riippuu toteutuvasta maapallon lämpötilan noususta sekä äärimmäisten sääilmiöiden aiheuttamista taloudellisista tappioista.

Työssä perehdytään luonnonkatastrofiriskin suojaukseen sekä millä tavalla ensivakuutusyhtiö voi hakea suojausta joko jälleenvakuutus- tai pääomamarkkinoilta. Kuluneiden 20 vuoden aikana sattuneet lukuisat katastrofit sekä syyskuun 2001 terroristi-iskut ovat nostaneet jälleenvakuutussopimusten hintaa ja rajoittaneet jälleenvakuutussuojan saatavuutta katastrofiherkillä alueilla. Jälleenvakuutussopimuksen hinnan nousua on vauhdittanut myös jälleenvakuutussuojan kysynnän kasvu. Ensi- ja jälleenvakuutusalan yritykset ovat joutuneet etsimään pääomamarkkinoilta ylimääräistä pääomaa luonnonkatastrofiriskin suojaamiseksi. Vaihtoehtoisten riskinhallintamenetelmien, kuten katastrofibondien ja -optioiden, kehittyminen on ollut mahdollista tiedon laadun ja jakelun parantuessa. Katastrofeja mallintavilla yrityksillä on ollut suuri merkitys luonnonkatastrofiriskin arvopaperistamisessa, sillä ne pystyvät tuottamaan ja välittämään kaikille markkinoiden osapuolille luotettavaa tietoa.

Ensi- ja jälleenvakuutusyhtiöiden toiminnalle ilmastonmuutos asettaa haasteen, sillä niiden on osattava päättää, millä hinnalla ja millä ehdoilla ensi- ja jälleenvakuutussopimuksia tarjotaan katastrofiherkille alueille.

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO | 2 |
| 2 ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET LUONNONKATASTROFIRISKIIN | 3 |
| 2.1 Vahinkotapahtumien lisääntyminen..... | 3 |
| 2.2 Jälleenvakuutushinnan vaihtelu | 6 |
| 2.2 Luonnonkatastrofiriskin erityispiirteet | 7 |
| 2.3 Ilmastonmuutoksen globaalit vaikutukset..... | 8 |
| 2.4 Katastrofin mallintaminen | 12 |
| 2.5 Luonnonkatastrofiriskin arvopaperistaminen | 18 |
| 3 LUONNONKATASTROFIRISKIN JÄLLEENVAKUUTUS | 19 |
| 3.1 Riskin siirto vakuutusketjussa | 19 |
| 3.2 Jälleenvakuutus sopimuksen tarjontapäätöksen muodostuminen | 24 |
| 3.3 Preemion määräytyminen | 25 |
| 3.4 Moral hazard -ongelma jälleenvakuutuksessa | 26 |
| 3.5 Jälleenvakuutussojan rakentaminen pysty- ja vaakasuoraan | 29 |
| 3.6 Jälleenvakuutus sopimusten perusmuodot ja -tyypit..... | 31 |
| 4 KATASTROFIRISKIN ARVOPAPERISTAMINEN | 35 |
| 4.1 Katastrofibondit | 35 |
| 4.2 Katastrofioptiot | 39 |
| 4.3 Captive-yhtiöt | 41 |
| 4.4 Poolit | 44 |
| 4.5 Itsevakuuttaminen, osittainen vakuuttaminen ja rinnakkainvakuutus | 46 |
| 5 JOHTOPÄÄTÖKSET | 47 |
| LÄHTEET | 50 |
| LIITTEET | 52 |

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutoksen odotetaan lisäävän äärimmäisiä sääilmiöitä, kuten hurrikaaneja (Atlantilla ja Meksikonlahdella), taifuuneja (Tyynellä valtamerellä), tulvimista, raekuuroja sekä talvimyrskyjä. Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change eli IPCC) neljännen arviointiraportin mukaan maapallon lämpötilan nousu riippuu toteutuvista hiilidioksidipäästöistä. Koska poliittiset neuvottelut hiilidioksideikkausten suhteen ovat vielä kesken, mahdollisia ilmastonmuutoksen vaikutuksia ja äärimmäisten sääilmiöiden vaihtelua on vaikea ennustaa tarkasti. Tämä aiheuttaa epävarmuutta ensi- ja jälleenvakuutusyhtiöiden toiminnalle, jotka ovat alkaneet käyttää hyödyksi katastrofeja mallintavien yritysten palveluja.

Jälleenvakuutusala pystyi tarjoamaan riittävän suojauksen luonnonkatastrofiriskin varalle vielä 1980-luvun loppuun asti, mutta kuluneiden 20 vuoden aikana sattuneet lukuisat katastrofit sekä syyskuun 2001 terroristi-isku ovat nostaneet jälleenvakuutussopimusten hintaa ja rajoittaneet jälleenvakuutussopimusten tarjontaa katastrofiherkillä alueilla. Ensi- ja jälleenvakuutusala on joutunut etsimään pääomamarkkinoilta ylimääräistä pääomaa katastrofien suojaamiseksi, ja samalla uudet rahoitusinstrumentit, kuten katastrofibondit, ovat saaneet alkunsa 1990-luvulla.

Katastrofiriskin arvopaperistamiselle on ollut suotuisat edellytykset, eli katastrofiriskisuojan supistuva tarjonta ja vastaavasti kasvava kysyntä jälleenvakuutusmarkkinoilla. Lisäksi markkinoilla oli olemassa sekä uusien rahoitusinstrumenttien kehittämiseen tarvittava teknologia sekä kyky hinnoitella uudet rahoitusinstrumentit. Katastrofeja mallintavilla yrityksillä on ollut tärkeä vaikutus tiedon laadun, saatavuuden ja luotettavuuden parantumiseen, ja siten ne ovat omalta osaltaan olleet vaikuttamassa uusien rahoitusinstrumenttien ripeään kehittymiseen.

ABI:n (Association of British Insurers) tutkimuksen mukaan vakuutusala tarvitsee ylimääräistä riskipääomaa, jota varten sen on korotettava riskipreemioita. Tulos ei sinällään ole hämmästyttävä, sillä kuluneiden 20 vuoden aikana tapahtuneiden luonnonkatastrofien jälkeen vakuutusala on nostanut preemiota sekä supistanut tarjontaa katastrofiherkillä alueilla. Ilmastonmuutoksesta aiheutuvat katastrofiriskit aiheuttavat vakuutussektorin toiminnalle haasteen, sillä ensi- ja jälleenvakuutusyhtiöiden on osattava päättää, millä hinnalla ja millä ehdoilla ensi- ja jälleenvakuutusopimuksia tarjotaan katastrofiherkille alueille.

Tässä tutkielmassa perehdytään luonnonkatastrofiriskin suojaukseen. Työssä tarkastellaan, millä tavalla ensivakuutusyhtiö voi hakea suojausta joko jälleenvakuutus- tai pääomamarkkinoilta. Työ etenee siten, että ensimmäiseksi keskitytään luonnonkatastrofiriskin erityispiirteisiin, ilmastonmuutokseen ja ABI:n tutkimukseen. Samalla käsitellään vakuutusalan 40 kalleinta tapahtumaa kuluneiden 20 vuoden aikana sekä mahdollisia seikkoja, jotka ovat vaikuttaneet vakuutustappioiden kasvuun. Seuraavassa luvussa käsitellään jälleenvakuutusta ja sen erityispiirteitä luonnonkatastrofiriskin suojauksessa, minkä jälkeen on vuorossa katastrofiriskin suojaus pääomamarkkinoiden tarjomien rahoitusinstrumenttien avulla. Samassa luvussa katastrofiriskin arvopaperistamisen kanssa käsitellään myös muut suojauksen vaihtoehdot, kuten captive-yhtiöt.

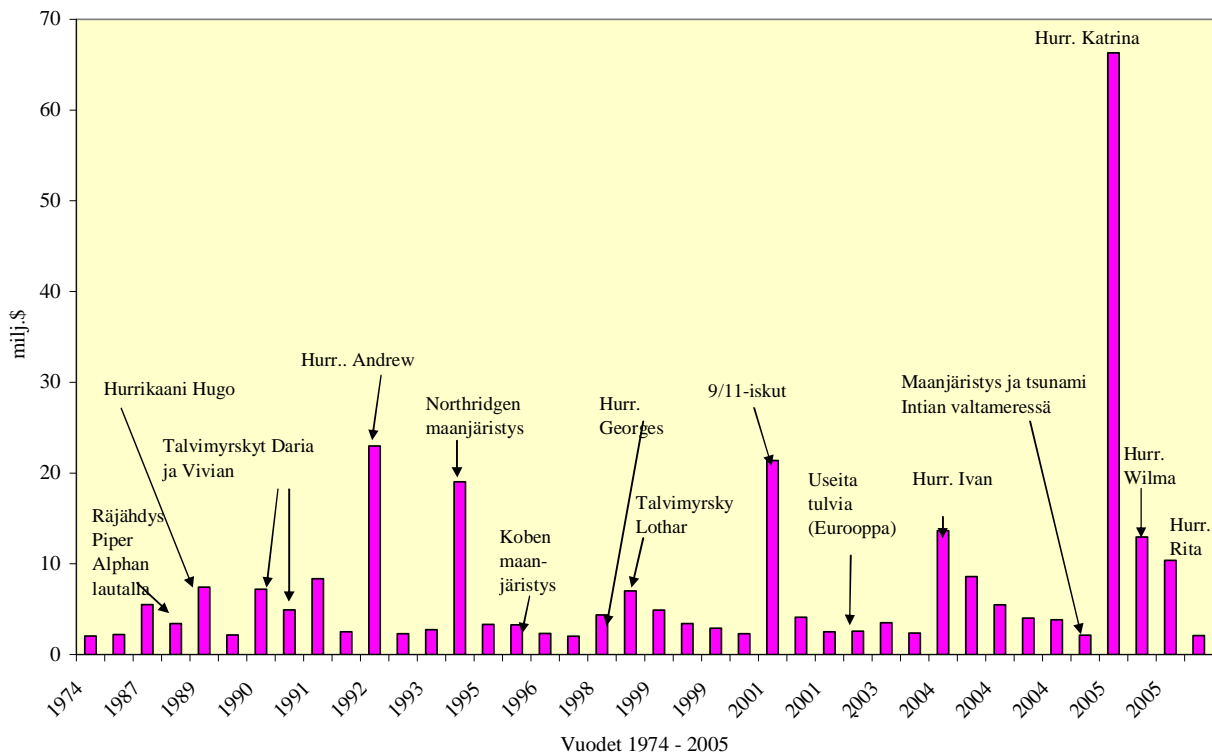
2 ILMASTONMUUTOKSEN VAIKUTUKSET LUONNONKATASTROFIRISKIIN

2.1 Vahinkotapahtumien lisääntyminen

Kunreuther ja Michel-Kerjan (2007) tarkastelee ilmastonmuutoksen vaikutusta suurten mittakaavan katastrofien vakuutuskelpoisuuteen. Työpaperi keskittyy *epävarmuuteen ja vakuutuskelpoisuuteen* (insurability), jotka liittyvät ilmastonmuutoksen riskeihin. Työpaperissa nostetaan esille sääilmiöihin liittyvien vakuutustappioiden kehitys kuluneiden vuosikymmenten aikana (1990- ja 2000-luvuilla), ja samalla kerrotaan, minkä vuoksi sekä taloudelliset että vakuutukselliset katastrofitappiot ovat kasvaneet viimeisimpien 20 vuoden aikana. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 2.)

Vahinkotapahtumat sisältävät sekä puhtaita onnettomuuksia, kuten räjähdys Piper Alphan lautalla sekä räjähdys öljyteollisuuslautalla, että luonnonkatastrofeja, kuten maanjäristykset ja hurrikaanit. Luonnonkatastrofit voidaan jakaa joko *ihmisten aiheuttamiin* (man-made) tai *luonnon omiin* (natural catastrophes). Ihmisten aiheuttamilla katastrofeilla on alettu ilmastonmuutoksen yhteydessä tarkoittaa säiden ääri-ilmiöiden aiheuttamia katastrofeja (kuten hurrikaanit, talvimyrskyt, pidentyneet hellejaksot ja kuivuusjaksot), kun taas luonnon omilla katastrofeilla tarkoitetaan esimerkiksi maanjäristyksiä.

Kuvassa 1 on vuosina 1970 – 2006 sattuneet kalleimmat vahinkotapahtumat, jotka on indeksoitu vuoden 2006 Yhdysvaltain dollarissa. Esityksen luvut on saatu Swiss Re:n julkaisemasta Sigma 2/2007 -lehdestä.



KUVA 1. Vuosina 1970 – 2006 sattuneet vakuutustapahtumat, jotka ovat maksaneet eniten vakuutusyhtiöille. Indeksivuosi on 2006. (Zanetti 2007, 35).

Liitteessä 1 on taulukko, jonka perusteella Kuvan 1 graafinen esitys on laadittu ja josta selviää kunkin tapahtuman yksityiskohtainen nimi, ajankohta ja vaikutusalue. Vahinkotapahtumien hinta on laskettu maksettujen vakuutuskorvausten mukaan, ja graafinen esitys voisi näyttää varsin toisenlaiselta, jos se laadittaisiin esimerkiksi menetettyjen ihmishenkien mukaan.

Tarkastellun ajanjakson 1970 – 2006 kallein vakuutustapahtuma oli Hurrikaani Katrina, joka aiheutti tuhoa Yhdysvalloissa, Meksikonlahdella, Bahamalla ja Pohjois-Atlantilla.

Vahinkotapahtumista peräti 85 % (34/40:sta) on aiheutunut luonnonkatastrofeista, joihin ihmisen toiminnalla katsotaan olevan vaikutusta (hurrikaanit ja talvimyrskyt). Vain 15 % (eli 6/40:sta) on aiheutunut joko onnettomuuksista, mukaanlukien 11.9.2001 tapahtuneet terroristi-iskut Yhdysvalloissa tai luonnollista (natural) luonnonkatastrofeista, kuten maanjäristykset. (Zanetti 2007, 35.)

Joka vuosi vuodesta 1990 lähtien on ollut vähintään 20 sellaista säätapahtumaa globaalisti, jotka ovat olleet jälleenvakuutusyhtiöiden mielestä riittävän vakavia, jotta ne voidaan luokitella luonnonkatastrofeiksi. Vuoteen 1990 mennessä luonnonkatastrofien esiintymistiheys oli taas 20 kpl kolmen vuoden aikana. (ABI 2007, 16.)

Millsin, Rothin ja Lecomten (2005, 10) mielestä vakuutustappioiden kasvun taustalla on sekä *sosio-ekonomisia* että *demograafisia* trendejä. Rannikkoalueiden sekä katastrofiherkkien alueiden väestönkasvu on tärkeä sosio-ekonominen tekijä myös Kunreutherin ja Michel-Kerjenin (2007, 11) mukaan.

Kaupungistuminen on tapahtunut varsin nopeasti, sillä vuonna 1950 vain 2,5 miljardia ihmistä (eli 30 % maapallon väestöstä) asui kaupungeissa. Vuonna 2000 kaupungeissa asui jo 5 miljardia ihmistä, mikä vastaa 50 %:a maapallon väestöstä. YK:n tekemien ennusteiden mukaan vuonna 2025 kaupungeissa asuu jo 8,3 miljardia ihmistä, mikä tekee 60 % maapallon väestöstä.

Kaupungistumisen suorana seurauksena voidaan pitää ns. mega-kaupunkien (väestön määrä enemmän kuin 10 miljoonaa) lisääntyminen. New York oli ainoa mega-kaupunki vuonna 1950, kun taas vuonna 1990 New Yorkin kaltaisia mega-kaupunkeja oli jo 12. Vuoteen 2015 mennessä mega-kaupunkeja odotetaan olevan peräti 26, joista usea sijaitsee riskialttiilla alueella. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 11.)

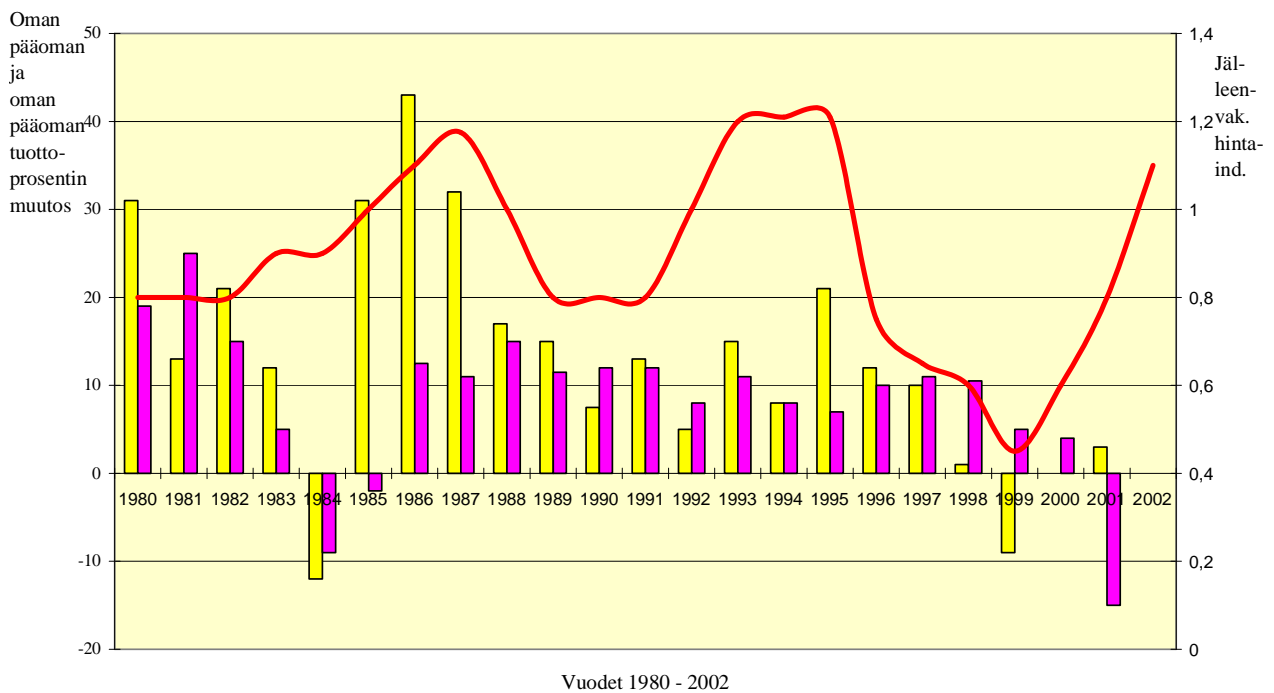
Riskialttiilla alueilla kaupungistuminen ja väestönkasvu merkitsevät sitä, että luonnonmullistukset pystyvät aiheuttamaan entistä suurempia aineellisia tuhoja. Esimerkiksi Floridassa väestö on kasvanut huomattavasti viimeisten 50 vuoden aikana; vuonna 1950 Floridassa oli 2,8 miljoonaa asukasta, vuonna 1970 asukasluku oli jo 6,8 miljoonaa, vuonna 1990 Floridassa asui lähes 13 miljoonaa ja vuoden 2010 ennustettu asukasluku on peräti 19,3 miljoonaa (melkein 700 %:n lisäys vuodesta 1950). (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 11.)

Vakuutustiheys on toinen tärkeä sosio-taloudellinen seikka, kun arvioidaan sääilmiöiden aiheuttamia vakuutustappioita. Esimerkiksi Floridassa on hyvin korkea vakuutussuoja, jossa melkein kaikille taloille on otettu yksityinen tuulisuojevakuutus ja jossa noin 33 % asukkaista on ottanut vakuutuksen tulvavahinkoja vastaan kansallisen tulvavahinkovakuutusohjelman kautta (U.S. National Flood Insurance Program, NFIP). On arvioitu, että lähes 80 % Floridan vakuutetusta varallisuudesta sijaitsee rannikon läheisyydessä, korkean riskin läheisyydessä, mikä merkitsee suurta altistusta mahdollisille vakuutustappioille. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 11 – 12.)

Millsin, Rothin ja Lecomten (2005, 10) mukaan myös kasvanut riippuvuus sähkö- ja teknisistä laitteista on osasyynä vakuutustappioiden kasvuun. Zimmerli (2003, 9) on samaa mieltä, että joidenkin uusien materiaalien ja teknologian haavoittuvuus on ollut omiaan lisäämään vakuutustappioita. Viimeiseksi voidaan mainita yleinen elintason kohoaminen, minkä vuoksi ihmisten varallisuus sekä materiaallinen vauraus on kasvanut. (Mills, Roth & Lecomte 2005, 10.)

2.2 Jälleenvakuutushinnan vaihtelu

Jälleenvakuutuksen hinta on vaihdellut kuluneiden 20 vuoden aikana. Kuvassa 2 on esitetty punaisella viivalla jälleenvakuutuksen hintaindeksi, jonka perusvuosi on 1996, violetilla värillä on merkitty oman pääoman tuotto-% ja keltaisella oman pääoman tuoton muutos.



KUVA 2. Vakuutussykli ja siihen vaikuttavat tekijät (Enz 2002, 8).

Kuvasta 2 voidaan nähdä, että vuosina 1985 – 1998 vallitsi markkinoilla korkea hinta ja tuottoisat vuodet. Näitä vuosia seurasi jälleenvakuutushinnan lasku, mikä aiheutti vuosien 1989 – 1991 vallinneen alhaisen hintatason. Uusi korkea hintataso saavutettiin vuosina 1994 – 1995, mitä seurasi

äkillinen hintatason lasku. Vuonna 1999 jälleenvakuutushinta nousi maltillisesti, mitä seurasi vuonna 2001 reipas hinnankorotus. (Enz 2002, 8.)

Jälleenvakuutuksen hintatason heilahtelua voidaan kuvata termillä *jälleenvakuutusyksi* (insurance cycle). Jälleenvakuutushinnan muutos riippuu sekä oman pääoman että oman pääoman tuotto-%:n muutoksista. Osakemarkkinoilla on suora vaikutus vakuutusyhtiöiden varallisuusarvoihin taselukujen välityksellä siten, että osakkeiden hintojen laskiessa merkittävästi osakemarkkinoilla jälleenvakuutusmarkkinoita kohtaan kohdistuu entistä suurempi tuottovaatimus. Jälleenvakuutusyhtiöt nostavat preemiomaksujaan ja kiristävät vakuutusehtoja. Ensivakuutusyhtiöt reagoivat hinnankorotukseen ostamalla vähemmän suojaa, siirtämällä pienempiä vakuutuslinjoja tai lopettamalla kokonaan joidenkin vakuutuslinjojen jälleenvakuuttamisen. (Enz 2002, 8 – 9.)

Jälleenvakuutushinta on noussut, kun jälleenvakuutusalan oman pääoman tuotto on alhainen tai negatiivinen tai oma pääoma on kutistumassa. Luonnonkatastrofeilla on ollut oma vaikutuksensa jälleenvakuutusalan oman pääoman negatiivisiin muutoksiin. Esimerkiksi hurrikaani Andrew'n (1992) aiheuttamista vahingoista maksetut korvaukset laskivat tarjotun jälleenvakuutussuojan määrää ja nostivat sen hintaa. Vuoden 1999 aikana sattuneet lukuisat luonnonkatastrofit aiheuttivat oman pääoman tuoton negatiivisuuden ja nostivat jälleenvakuutuksen hintaa. Syyskuun 2001 terroristi-iskuilla sekä 2000-luvun luonnonkatastrofeilla on ollut oma vaikutuksensa jälleenvakuutuksen hintakehitykseen. (Enz 2002, 8.)

Jälleenvakuutusalan alhaista hintatasoa on edeltänyt usean vuoden hyvä oman pääoman tuotto, alhaiset vahingonkorvausvaatimukset (eli vähän vahinkotapahtumia) sekä investointien korkea tuotto, jolloin jälleenvakuutusmarkkinoille on päässyt muodostumaan ylikapasiteettia. Esimerkiksi vuosina 1989 – 1991 vallitsi alhainen hintataso, jonka katkasi Hurrikaani Andrew'n aiheuttamat vahingot. Seuraava alhainen hintataso ajoittuu vuosille 1997 – 2001, jossa alhaisin hinta on vuonna 1999. (Enz 2002, 8.)

2.2 Luonnonkatastrofiriskin erityispiirteet

Luonnonkatastrofiriskiin liitetään matala todennäköisyys ja suuret seuraukset -ominaisuus (low probability and high consequence), sillä jos luonnonkatastrofi toteutuu, pystyy se aiheuttamaan massiiviset vahingot maantieteellisesti rajatulla alueella. Taulukossa 1 on eritelty, millä tavalla

luonnonkatastrofiriski eroaa tavallisesta vakuutus sopimuksesta, kuten tulipalovakuutuksesta, jonka aiheuttamat tappiot pysyvät suhteellisen vakioina vuodesta toiseen. (Zimmerli 2003, 13.)

TAULUKKO 1. Yhteenveto tulipalo- ja luonnonkatastrofivakuutusten välisistä tärkeimmistä eroista ja tapahtumien seurauksista (Zimmerli 2003, 13).

| | Tavallinen vakuutus | Luonnonkatastrofivakuutus |
|--|---|---|
| Esiintymistiheys | korkea | matala |
| Tapahtuman koko | yksittäiset riskit vahingoittuvat | kokonainen riskiportfolio vahingoittuu |
| Sijainti | pieni merkitys | suuri merkitys |
| Hinnoittelu | pienet vaihtelut tappiotaakassa; esim. tulipalokustannusanalyysi sekä altistusarviointi riittävät | suuret vaihtelut tappiotaakassa; tarvitaan tieteellisiä malleja arviointiin |
| Yhden tapahtuman aiheuttama tappio-potentiaali | pienestä keskisuureen | hyvin suuri |
| Maantieteellinen jakauma | minimivaikutus menetyksiin; ei tarvita kertymäseurantaa | suuri vaikutus menetyksiin; kertymäseuranta tärkeä |

Taulukosta 1 voidaan nähdä, että luonnonkatastrofi pystyy aiheuttamaan suuria aineellisia ja aineettomia tappioita, jos se toteutuu. Luonnonkatastrofin aiheuttamat vahingot saattavat rajoittua maantieteellisesti suppeallekin alueelle, mutta vahingonkorvausvaateet voivat tulla useiden vakuutuskanavien kautta (esimerkiksi auto-, liike-elämän keskeytys- ja henkivakuutus) samanaikaisesti, jolloin ensi- ja vakuutusyhtiöillä saattaa olla vaikeuksia maksuvalmiudessa. (Zimmerli 2003, 13.)

2.3 Ilmastonmuutoksen globaalit vaikutukset

Seuraavat havainnot ilmastonmuutoksesta perustuvat Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change eli IPCC) julkaisemaan neljänteen arviointiraporttiin (AR4). Alkuperäinen englanninkielinen teksti on saatavilla IPCC:n kotisivuilta. Suomenkielisen

tekstin on laatinut Kimmo Ruosteenoja Suomen Ilmatieteen laitokselta, jonka kotisivuilta suomenkielinen teksti on saatavilla ja johon viittaukset kohdistuvat.

Maapallon alempi ilmakehä on lämminnyt teollisen vallankumouksen myötä fossiilisten polttoaineiden käytön yleistyttyä, ja lämpenemisprosessi on kiihtynyt varsinkin 1990- ja 2000-luvuilla. Pidetään erittäin todennäköisenä, että maapallon lämpötilan kohoaminen kiihdyttää hydrologista kiertoa, mikä tarkoittaa lisääntyntä kausittaista haihduntaa maapallon eri alueilla. Ilmastonmuutoksen negatiivisina puolina pidetään säiden ääri-ilmiöiden lisääntymistä, kuten entistä tiheämpinä ja vakavampina esiintyviä tulvatapahtumia, myrskyjen lisääntymistä sekä kuivuus- ja hellejaksojen yleistymistä. Taulukossa 2 on lueteltu IPCC:n tekemä yhteenveto ilmastonmuutoksen vaikutuksista.

TAULUKKO 2. Ilmastonmuutoksen vaikutukset vuoteen 2100 mennessä (Ruosteenoja 2007, 12).

| Ilmiö, trendin suunta | Trendiä 1900-luvun lopulla | Ihmisen vaikutus | Trendiä vuoteen 2100 |
|--|--|-----------------------|----------------------|
| Entistä vähemmän (ja entistä leudompia) kylmiä päiviä ja öitä useimmilla maa-alueilla | Hyvin todennäköistä | Todennäköistä | Käytännössä varmaa |
| Entistä useammin (ja entistä kuumempina) kuumia päiviä ja öitä useimmilla maa-alueilla | Hyvin todennäköistä | Todennäköistä (yö) | Käytännössä varmaa |
| Helleaallot yleistyvät useimmilla maa-alueilla | Todennäköistä | Todennäköisyys > 50 % | Hyvin todennäköistä |
| Kovat rankkasateet (tai niiden osuus kokonaissademäärästä) lisääntyvät useimmilla alueilla | Todennäköistä | Todennäköisyys > 50 % | Hyvin todennäköistä |
| Kuivuuden vaivaama alue laajenee | Todennäköistä (monilla alueilla 1970-luvulta alkaen) | Todennäköisyys > 50 % | Todennäköistä |
| Entistä enemmän voimakkaita trooppisia hirmumyrskyjä | Todennäköistä (monilla alueilla 1970-luvulta alkaen) | Todennäköisyys > 50 % | Todennäköistä |
| Meren pinta nousee hyvin korkealle useammin (muista syistä kuin maanjäristyksestä johtuen) | Todennäköistä | Todennäköisyys > 50 % | Todennäköistä |

Taulukosta käy ilmi ilmastonmuutoksen trendi sekä 1900-luvun lopulla että ennustetut vaikutukset vuoteen 2010 mennessä. IPCC:n arviontiraportissa käyttämille todennäköisyyslausumille vastaavat lukuarvot on Liitteessä 2. Sternin raportin toisessa osassa (2006, 7 – 8) on tarkasteltu, millä tavalla ilmastonmuutos vaikuttaa eri maanosissa. Taulukossa 1 luetellut ilmastonmuutoksen vaikutukset muuttuvat konkreettisiksi, kun eri maanosien tulevaisuutta tarkastellaan yksityiskohtaisesti.

Yhdysvalloissa ilmastonmuutoksen vaikutukset jakautuvat epätasaisesti siten, että pohjoisosa hyötyy pienentyneestä lämmitystarpeesta sekä pakkasten aiheuttamien kuolintapausten vähenemisestä. Ilmastonmuutoksen äärimmäiset tapahtumat, kuten entistä voimakkaammat hurrikaanit, koettelevat eteläosaa. Maatalouden tuottavuus pysyy kohtuullisena, mikäli lämpötilan ennustettu nousu on noin 2 – 3°C. Jotta tuottavuus pysyisi kohtuullisena, on tutkittava lajien soveltuvuutta ja istutusaikoja sekä veden saatavuudessa ei saa esiintyä ongelmia (etenkin kaakossa ja etelän preeriatasangolla). Maatalouden odotetaan siirtyvän yleensäkin pohjoisemmaksi. Mikäli lämpötilan nousu ylittää 3°C, maatalouden tuottavuuden voi laskea noin 5 – 20%:a tehokkaista sopeutumistoimista huolimatta kesän kuivuusjaksojen ja korkeiden lämpötilojen vuoksi. (Stern 2006, 7.)

Kanadan alueella ilmastonmuutoksen vaikutukset ulottuvat ikiroudan sulamisesta pohjoisen merenkulkualueen jääpeitteen pienemiseen. Ikiroudan sulamisen vuoksi öljy- ja kaasulaitokset ovat vaarassa vajota kesäisin, mikä puolestaan nostaa rakennusten korjauskustannuksia. Pienentynyt jääpeite ja lyhyemmät talvet hyödyttävät pohjoisen napaseudun merenkulkua ja parantavat pääsyä öljy- ja kaasukentille sekä mineraalilähteille. Kuitenkin pidemmät kesät ja pienenevä jääpeite vaikeuttavat jääkarhun, hylkeen ja muiden pohjoisen napapiirin nisäkkäiden elämää, joista syntyperäisten ihmisten elämä ja toimeentulo riippuvat. (Stern 2006, 7.)

Englannin infrastruktuurin odotetaan kokevan huomattavia tappioita tulvien ja myrskyjen vuoksi, erityisesti rannikkoseuduilla, tehokkaista tulvanhallintomenetelyistä huolimatta. Veden saatavuus aiheuttaa ongelmia kesäsateiden pienenemisen vuoksi, erityisesti Kaakkois-Englannissa, ja vaikeita kuivuusjaksoja esiintyy entistä säännöllisemmin. Hellejaksot lisäävät viilennykseen ja jäähdytykseen tarvittavan energian määrää, ja helleaaltoihin liittyvien kuolintapausten lukumäärän odotetaan kasvavan. Talvisin tarvitaan vähemmän energiaa lämmitykseen, ja pakkasten aiheuttamien kuolintapausten lukumäärä pienenee. Jotta maatalous hyötyisi pidentyneestä kasvukaudesta, tarvitaan viljelyskasvien ja kyntöaikojen sopeuttamista sekä vedensaannin turvaamista. (Stern 2006, 7.)

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset jakautuvat Manner-Euroopassa maantieteellisten alueiden mukaan. Välimeren aluetta koettelevat lisääntyvä vesistressi, helleaallot ja metsäpalot. Etenkin Italian, Espanjan ja Portugalin odotetaan kärsivän eniten, jonka seurauksena kesäturismi, maanviljelys ja ekosysteemit voivat siirtyä pohjoisemmaksi. Pohjois-Eurooppa saattaa hyötyä kasvavista sadoista (edellyttäen sopeuttamistoimia) ja pienentyneestä energiatarpeesta talvisin. Kuitenkin lämpimämmät kesät aiheuttavat energiantarpeen lisäyksen. Alppien sulamisvedet ja äärimmäiset sadetapaukset saattavat aiheuttaa entistä useammin tulvimista tärkeiden jokien syvänteissä, kuten Reinissä tai Rhonessa. Lisäksi monet rannikkovaltioista, kuten Alankonmaat, ovat alttiita meren pinnannousulle. (Stern 2006, 7.)

Venäjästä suuri vyöhyke on ikiroutaa lukuunottamatta lyhyttä, kuumaa kesää, jolloin pintakerros lämpiää soisiksi järviksi. Kohoavat lämpötilat työntävät ikiroudan kaistaletta pohjoisemmaksi ja syventävät pintakerroksen sulamista. Sulava ikirouta aiheuttaa maan vajoamista, mikä puolestaan vaikuttaa tulevaisuuden projekteihin, joita ovat mm. öljy- ja kaasuteollisuuden liittyvät hankkeet. Maan vajoamisen vuoksi rakennukset, jalostamot ja muut infrastruktuurit, kuten Baikal Amur-rautatie, on kiinnitettävä entistä tiukemmin ja rakennuskustannukset nousevat. Pohjoisen napapiirin jääpeitteen sulaminen pidentää pohjoisen meren ja Siperian jokien merenkulkukautta, mutta se saattaa johtaa myös äärimmäisten sääilmiöiden lisääntymiseen. Maanviljelys ja puiden kasvu Siperian mäntymetsissä hyötyy pidemmistä ja lämpimistä kasvukausista, mutta kaikkein hedelmällisimmät viljelysmaat etelässä ja Ukrainassa kärsivät lisääntyvästä kuivuudesta. Talviset lämmityskustannukset pienevät, kun taas kesäiset viilennyskustannukset nousevat. (Stern 2006, 8.)

IPCC:n mukaan ilmastonmuutos vähentää makean veden saatavuutta Aasian maissa vuoteen 2050 mennessä. Etelä-, Itä- ja Kaakkois-Aasian väkirikkaat jokisuistot ovat riskialtteimpia alueita ilmastonmuutoksen aiheuttamille muutoksille. Esimerkiksi Tokio sijaitsee matalalla rannikkotasangolla, joka on altis sekä taifuuneille että meren pinnannousulle. Japanissa suuret kaupungit kärsivät ns. kaupunkilämpösaarekeilmästä (urban heat island effect) nousevan lämpötilan myötä, ja varsinkin vanhat ihmiset ovat alttiita sekä kuumuudelle että infektioitautien, kuten malarian ja dengue-kuumeen, leviämislle. (Stern 2006, 8; IPCC 2007)

Australia on maapallon kolmanneksi kuivin maanosa, jonka itärannikko on kärsinyt kuivuudesta jo pitkään, sillä esimerkiksi vuoden 2002 kuivuus pienensi maanviljelijöiden tuotantoa noin 30%:a ja bruttokansantuotetta noin 1,6%:a. Myös metsäpalot ovat pienentäneet maa- ja metsätalouden

tuotantoa. Suurilla kaupungeilla tulee olemaan vaikeuksia vedensaannissa, sillä esimerkiksi lämpötilan noustessa 2°C Melbournen vedensaanti voisi pienentyä noin 7 – 35% ja samalla Murray-Darlingin syvänteen vedensaanti pienenesi noin 25%. Ilmastonmuutos vaikuttaa Australian luonnon monimuotoisuuteen, kuten Isolla Valliriutalla ja Queenslandin kosteassa tropiikissa. (Stern 2006, 8; IPCC 2007.)

Latinalaisen Amerikan trooppiset sademetsät korvautuvat savannilla Amazonin alueen itäosissa. Samalla kuiva kasvillisuustyyppi raivaa tilaa puolikuivalta. Luonnon monimuotoisuus on vaarassa, ja useiden trooppisen vyöhykkeen lajien sukupuutto saattaa toteutua. Ravinnon saatavuudessa esiintyy ongelmia, sillä eräiden viljelykasvien satojen ennakoitaan pienenevän yhdessä karjatalouden tuottavuuden kanssa. Jäätiköiden sulaminen sekä sadannassa tapahtuvat muutokset vaikeuttavat veden saantia. (IPCC 2007.)

Afriikkaa koettelee vesivarojen niukkeneminen, ja IPCC:n mukaan vuoteen 2020 mennessä sateista riippuva maataloustuotanto voi pienentyä merkittävästi. Vesivarantojen niukkuus yhdessä ruoantuotannon varmuuden heikkenemisen kanssa lisää aliravitsemusta. Kuivien ja puolikuivien maa-alueiden alan ennakoitaan kasvavan Afrikassa 5 – 8 %:a vuoteen 2080 mennessä. (IPCC 2007.)

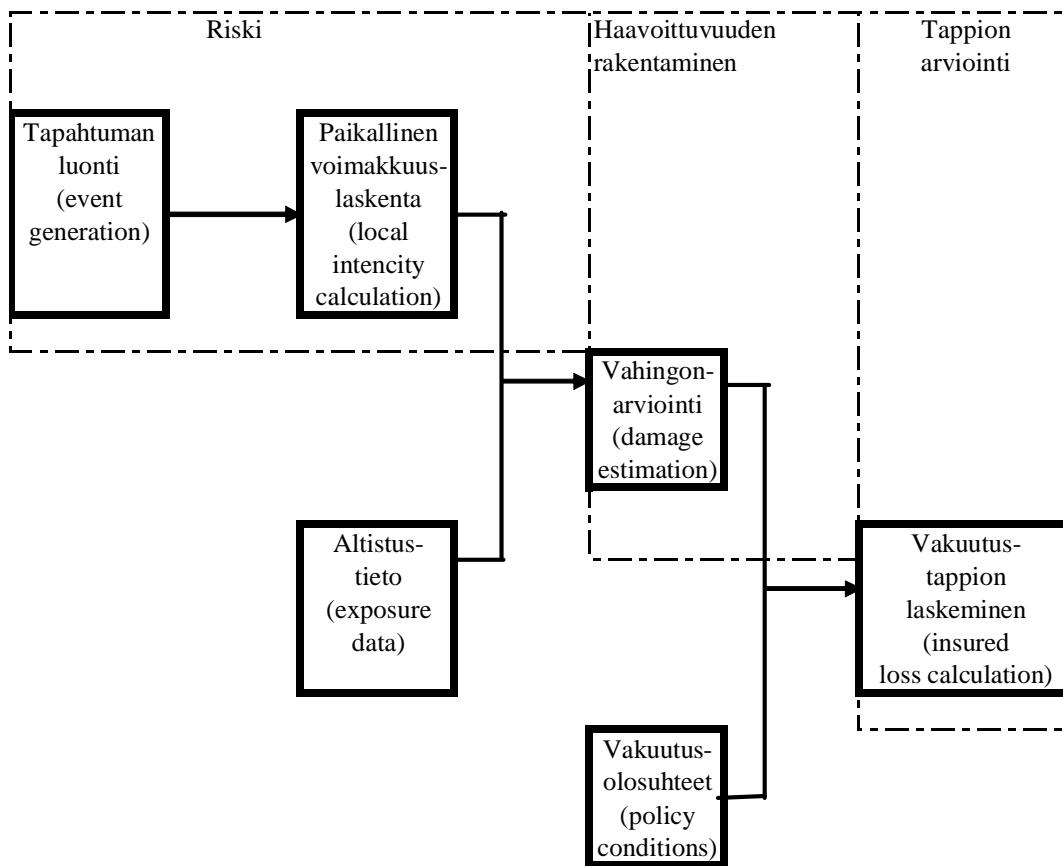
Pienet saaret ovat alttiita merenpinnan nousulle, jonka arvioidaan pahentavan mm. tulvia, hyökyaaltoja sekä eroosiota. IPCC:n mukaan ilmastonmuutos vaikeuttaa pienten saarten veden saantia vuosisadan puoliväliin mennessä esimerkiksi Karibiaalla ja Tyynellämerellä, ja siten on mahdollista, että vähäsateisten kausien aikana vesivarannot eivät riitä tyydyttämään veden tarvetta. (IPCC 2007.)

2.4 Katastrofin mallintaminen

Dohertyn mukaan (1997, 715) yritykset, jotka mallintavat katastrofeja, ovat vaikuttaneet omalta osaltaan ensi- ja jälleenvakuutusmarkkinoiden toimintaan. Markkinoiden osapuolten välillä aikaisemmin vallinnut tiedon epäsymmetrinen jakautuminen on muuttunut parempaan ja tasa-arvoisempaan tiedonkulkuun. Kunreuther & Michel-Kerjanin (2007, 18) mukaan vakuutusyhtiöt käyttävät katastrofimalleja, koska ne haluavat tunnistaa ja määrittellä tulevien tapahtumien aiheuttamat menetykset.

ABI:n (Association of British Insurers) tekemässä tutkimuksessa käytettiin AIR Worldwide-katastrofiteemien tekemään mallia (ABI 2005, 22). Myös Kunreutherin ja Michel-Kerjanin (2007, 18) käyttämä katastrofimalli on pääpiirteiltään samanlainen. Tässä otetaan esille ABI:n käyttämä malli, koska ABI:n saamiin tuloksiin viitataan jatkossa. ABI:n tutkimus käsitti kaksi osaa: (1) pääasiallinen stressitesti, jossa tarkasteltiin trooppisten myrskyjen ja tuulimyrskyjen esiintymistiheyden sekä voimakkuuden muutosta; (2) herkkyysanalyysi, käsittäen trooppisten myrskyjen esiintymistiheyden. (ABI 2005, 22 – 26.)

Kuva 3 esittää AIR-katastrofimallin komponentit.



KUVA 3. AIR –katastrofimallin komponentit (ABI 2005, 22; kts. myös Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 18; kts. myös AIR)

Katastrofimallin ensimmäinen osa muodostuu tapahtuman luonnista (event generation), jonka avulla päätetään alueella esiintyvien luonnonkatastrofien ominaisista tunnuspiirteistä, esiintymistiheydestä ja voimakkuudesta. Tässä tarvitaan historiallista analyysia menneistä

tapahtumista sekä perehtymistä alueen erikoislaatuisiin piirteisiin (kuten topograafisiin tai geologisiin piirteisiin). (AIR, 22.1.2008.)

Täsmällisen data-analyysin jälkeen AIR-tutkijat kehittävät todennäköisyysjakaumat jokaiselle muuttujalle ja testaavat niiden sopivuuden. Saatuja todennäköisyysjakaumia käytetään hyväksiten, että niiden avulla tuotetaan suuri valikoima simuloituja tapahtumia. Eli valitsemalla näiden jakaumien joukosta malli luo simuloituja aktiivisia tapausvuosia. Seuraavaksi valitaan näistä monesta tuhannesta skenaariovuodesta tuottamaan stokastinen valikoima, joka edustaa täydellistä ja vakaata mahdollista vaihteluväliä vuosittaiselle keskiarvo- ja katastrofitapahtumalle. (AIR, 23.1.2008.)

Seuraavaksi arvioidaan, kuinka voimakkaasti tapahtuma vaikuttaa alueella eli lasketaan paikallinen voimakkuus, joka on funktio tapauksen voimakkuudesta, tapahtuman etäisyydestä sekä paikallisista olosuhdetekijöistä. Vahingonarviointi perustuu tietoihin tapahtumalle altistuneiden määrästä ja se lasketaan rahayksiköissä. Luonnonriskin voimakkuus voidaan määrittellä esimerkiksi tuulen voimakkuuden, raekuuron sisältämän iskuvaikutuksen tai tulvaveden syvyyden mukaan. Viimeisessä mallin vaiheessa vakuutustappiot lasketaan soveltamalla erilaisia vakuutusehtoja kokonaisvahinkoarvioihin. Vakuutusehtoihin saattaa sisältyä omavastuu, suojausrajat (coverage limits) tai alarajat (sublimits) tai rinnakkaisvakuutus (coinsurance). (AIR, 23.1.2008.)

Tiivistetysti voidaan esittää, että katastrofimalli määrittelee sattumaan liittyvän riskin, johon esimerkiksi hurrikaaniin liittyvän riskin arvioinnissa vaikuttaa tuulen nopeus ja ennustettu kulkureitti. Seuraavaksi malli tekee yksityiskohtaisen arvion mahdollisista vahingoista. Tämä tehdään siten, että syötetään maantieteelliset koordinaatit ja arvioidaan vakuutetun riskialueella sijaitsevien rakennusten lukumäärä sekä mahdollisen muun omaisuuden olemassaolo, jonka jälkeen pystytään tekemään arvio siitä, millä tavalla vakuutetun omaisuus altistuu hurrikaanin aiheuttamalle riskille eri tuulennopeuksilla ja ennustetuilla kulkureiteillä. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 18)

Simuloidun ilmasto-stressitestin tuloksena ABI (2005, 38) sai selville, että korkean päästöskenaarion vallitessa keskimääräinen riskipreemio nousisi melkein 80 % USA:n hurrikaanien ja Japanin taifuunien vakuutusmarkkinoilla vuoteen 2080 mennessä. Euroopan talvimyrskyjen keskimääräisen riskipreemion lisäys jäisi noin 15 %:n korkean päästöskenaarion vallitessa. ABI:n saamat tulokset on esitetty Taulukossa 3. Liitteessä 3 on esitetty mallissa käytetyt alhaiset ja matalat päästöskenaariot. (ABI 2005, 28 ja 38.)

TAULUKKO 3. Mahdolliset muutokset keskiarvoriskipreemiossa hurrikaani-, taifuuni- ja Euroopan talvimyrskyvakuutuksissa alhaisten ja korkeiden päästöjen skenaariossa vuoteen 2080 mennessä (ABI 2005, 38).

| Myrsky- tyyppi | Nykyinen keskiarvo- riski- preemio | Lisäys riskipreemiossa alhaiset päästöt ^b | Lisäys riskipreemiossa korkeat päästöt ^b |
|-----------------------------------|---|---|--|
| USA:n hurrikaani ^a | \$17 bn | +20 % | +80 % |
| Japanin taifuuni ^a | \$5 bn | +20 % | +80 % |
| Euroopan talvimyrsky ^a | \$7 bn | ei muutosta | +15 % |

a. perustuu oletettuun pääoman kustannukseen 15 %

b. tulokset näytetty suhteellisina tappioiden lisäyksinä perusvuodesta (vuosi 2004 perusvuosi).

Taulukosta 3 selviää, että ilmastonmuutoksen odotetaan lisäävän sekä vuosittaisen keskiarvotappion määrää sekä vakuutusyhtiöiden riskipääoman kysyntää, jonka seurauksena riskipreemion oletetaan myös nousevan. (ABI 2005, 38.)

USA:n hurrikaanien, Japanin taifuunien ja Euroopan talvimyrskyjen odotettu esiintymistiheys on keskimäärin kerran 250 vuodessa (once in 250 years average). Taulukosta 4 selviää, että vakuutusyhtiöiden pitää kerätä riskipääomaa näiden vahinkojen kattamista varten siten, että USA:n hurrikaaneja varten tarvitaan noin 67 biljoonaa dollaria, Japanin taifuuneja varten 18 biljoonaa dollaria ja Euroopan talvimyrskyjä varten 33 biljoonaa dollaria.

TAULUKKO 4. Mahdolliset muutokset vakuutusriskipääomassa hurrikaanien, taifuunien ja Euroopan talvimyrskyjen suojausta varten alhaisten ja korkeiden päästöjen skenaariossa vuoteen 2080 mennessä (ABI 2005, 38).

| Myrsky- tyyppi | Arvioitu nykyinen riskipääoman tarve | Lisäpää- oman tarve alhaiset päästöt ^b | Lisäpää- oman tarve korkeat päästöt ^b |
|-----------------------------------|---|--|---|
| USA:n hurrikaani ^a | \$67 bn | +20 % | +90 % |
| Japanin taifuuni ^a | \$18 bn | +10 % | +80 % |
| Euroopan talvimyrsky ^a | \$33 bn | ei muutosta | +5 % |

- a. pääoman tarve kattaa 1/250-tappio
b. prosenttimuutos kantaluovusta (2004 hinnoin)

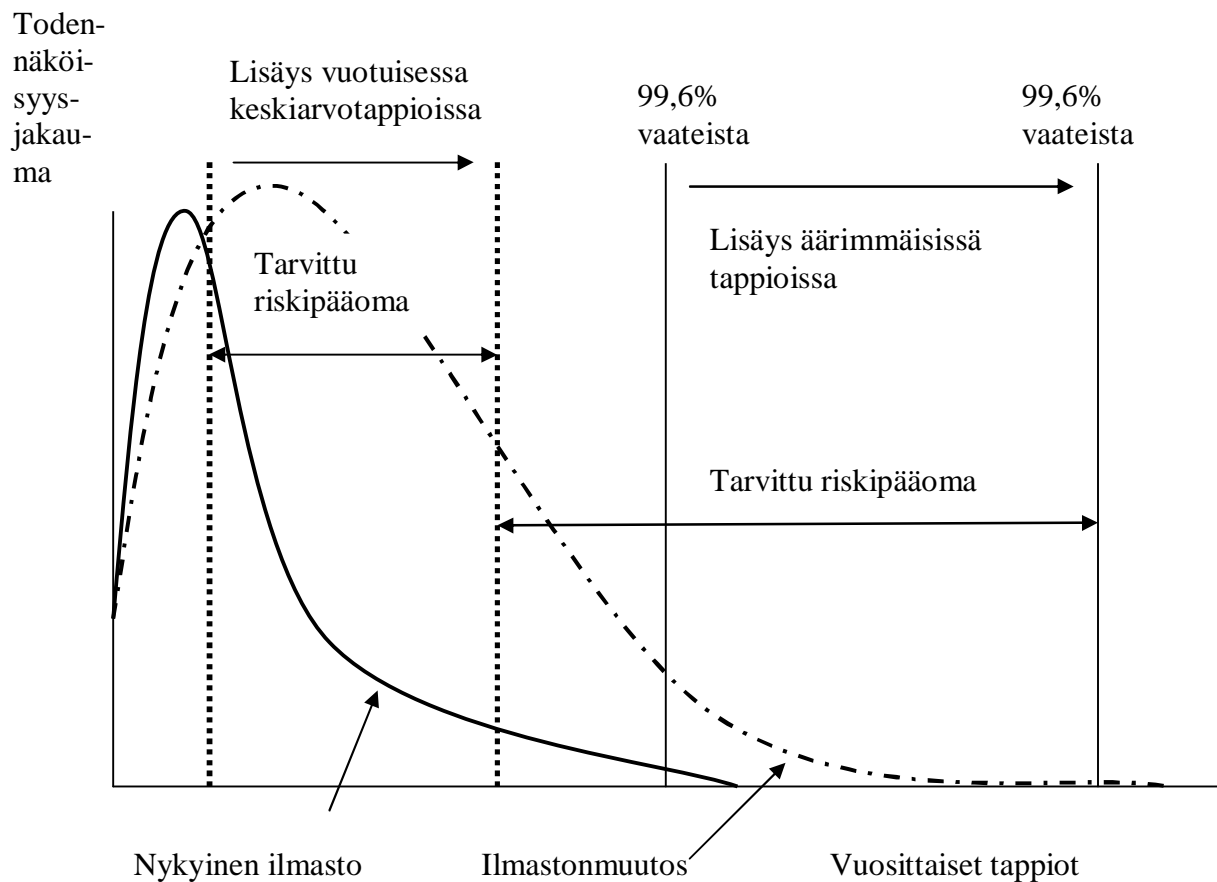
Taulukosta 4 selviää, että mikäli korkea päästöskenaario (hiilidioksidipäästöjen määrä kaksinkertaistuu vuosisadan loppuun mennessä) toteutuu, silloin riskipääoman tarve USA:n hurrikaaneja varten kasvaa yli 90 %:lla ja noin 80 %:lla Japanin taifuuneja varten. Yhteensä tarvittaisiin ylimääräinen 76 biljoonan dollarin lisäys kattamaan kuilu äärimmäisen ja odotetun tappion välillä, jotka johtuvat trooppisista sykloneista. (ABI 2005, 37.)

Euroopassa ilmastonmuutoksen vaikutusta vaikeisiin myrskyihin ei tutkittu ABI:n tutkimuksessa, joten ABI:n saama tulos pääoman lisäykselle on marginaalinen (5 %). Kuitenkin ilmastonmuutoksen aiheuttamalla tulvimisella voi olla merkittäviä seurauksia pääoman kysynnän suhteen Euroopan markkinoilla; varsinkin kun mukaan otetaan talvimyrskyt: (1) tämän päivän tulvimisen aiheuttamat keskiarvotappiot Euroopassa voi olla korkeammat kuin talvimyrskyjen (\$8-10 bn verrattuna \$3 bn) ja (2) ilmastonmuutoksen ennustetulla vaikutuksella tulvimiseen voi olla merkittäviä seurauksia (mahdollisesti 10 – 20 kertainen lisäys tulvatappioissa, jos korkea päästöskenaario toteutuu.) (ABI 2005, 37.)

Riskipääoman tarve on alhaisempi matalamman päästöskenaarion toteutuessa. Esimerkiksi siirtyminen korkeasta alhaiseen päästöskenaarioon säästäisi vakuutusyhtiön lisäpääoman tarvetta USA:n hurrikaanien kohdalla yli 80 %:lla (vastaten 50 biljoonaa dollaria riskipääomaa.) Jälleenvakuuttajat ja sijoittajat haluavat sijoittamalleen ylimääräiselle riskipääomalleen tuoton, joka

on vähintään yhtä korkea kuin toisesta saman riskitason sisältävästä sijoituskohteesta. Koska pääoman määrä on rajallinen, sijoittajat vaativat korkeampaa tuottoa sijoittaessaan pääomaa entistä riskisempiin kohteisiin. Jos ilmastonmuutos lisää riskipääoman tarvetta vakuutusosalalla, vakuutusyhtiön pääoman kustannus nousee myös. (ABI 2005, 37.)

Vakuutus- ja jälleenvakuutusala tarvitsee riittävästi pääomaa odotetun tappion ja äärimmäisen tappion välille. Kuva 4 näyttää, millä tavalla ilmastonmuutos vaikuttaa riskipääoman kysynnän kasvuun. Riskipääoma varmistaa, että vakuutusyhtiö selviytyy velvoitteistaan myös suurkatastrofin sattuessa.



KUVA 4. Ilmastonmuutoksen vaikutus tappiojakauman todennäköisyyteen ja johtopäätös riskipääomavaatimuksesta (ABI 2005, 37).

Kuvassa 4 on merkitty nykyisen ilmaston ja ilmastonmuutoksen aiheuttamat tappiotodennäköisyysjakaumat. Kuten Kuvasta 4 näkyy, ilmastonmuutos siirtää tappiotodennäköisyysjakaumaa sekä äärimmäisten tappioiden lukumäärää, ja siten lisää riskipääoman tarvetta. Lisäys vuosittaisissa keskiarvotappioissa ja äärimmäisissä tappioissa (1 kerran 100 vuodessa ja 1 kerran 250 vuodessa) siirtää tappiojakaumaa oikealle (trooppiset hurrikaanit ja syklonit) ja venyttää (Euroopan talvimyrskyt). Lisäys keskiarvotappioissa ja äärimmäisissä tappioissa lisää riskipääoman tarvetta, jotta vakuutusyhtiöiden riskipääomanalkä tai säännöstelijän vaatima määrä on täytetty. Varautuminen ilmastonmuutoksen aiheuttamiin tappioihin on osa tulevaisuuden riskien hallintaa, koska äärimmäiset sääilmiöt ja terroristi-iskut ovat aiheuttaneet vakuutusalan yrityksille vakuutustappioita, pääoman puutetta ja maksukyvyttömyttä. (ABI 2005, 36.)

2.5 Luonnonkatastrofiriskin arvopaperistaminen

Vakuutussektori on joutunut keksimään uusia tapoja saadakseen lisää pääomaa, jotta se selviäisi katastrofiriskien aiheuttamista tappioista. Viimeisten 20 vuoden aikana sattuneet äärimmäiset katastrofit ovat aiheuttaneet vakuutus- ja jälleenvakuutusyhtiöille vakavia rahoitushaasteita, joista selvittääkseen vakuutus- ja jälleenvakuutussektorin yritykset ovat lähteneet mukaan vaihtoehtoisten riskinhallintamenetelmien ja -strategioiden kehittelyyn. Kenties suurin muutos on ollut katastrofiriskin arvopaperistaminen (securitization of catastrophe risk), joita ovat muun muassa katastrofibondit. (Doherty 1997, 713.)

Dohertyn (1997, 713 – 718) mukaan katastrofiriskin suojauksen kehitykselle on ollut neljä suotuisaa edellytystä. Ensimmäiseksi suojauksen avulla voidaan lisätä arvoa verotuksen epälinearisuuden vuoksi eli riskin hinta riippuu riskin ja velkaisuuden välisestä suhteesta. Velkaisuuden hallinnalla pyritään löytämään sopiva suojauksen määrä. Toisena edellytyksenä on pidetty johdannaismarkkinoiden kasvua. Suojausta on tarjolla esimerkiksi tiettyä yritystä tai toimialaa varten, korko- tai valuuttariskiä varten. (Doherty 1997, 714.)

Kolmantena edellytyksenä mainitaan vakuutusmarkkinoiden sisäiset tekijät. Vakuutusmarkkinoiden perinteinen suojaustapa katastrofiriskiä varten on jälleenvakuutus, jonka heikkoutena pidetään sen kallista hintaa verrattuna muihin suojauskeinoihin. Jälleenvakuutussovimussuhteet ovat luonteeltaan pitkäikäisiä, koska siten pyritään hillitsemään moral hazard -ilmiöstä johtuvia valvontakustannuksia. Transaktio- eli liiketoimintakustannukset johtuvat myös luottotappioriskistä.

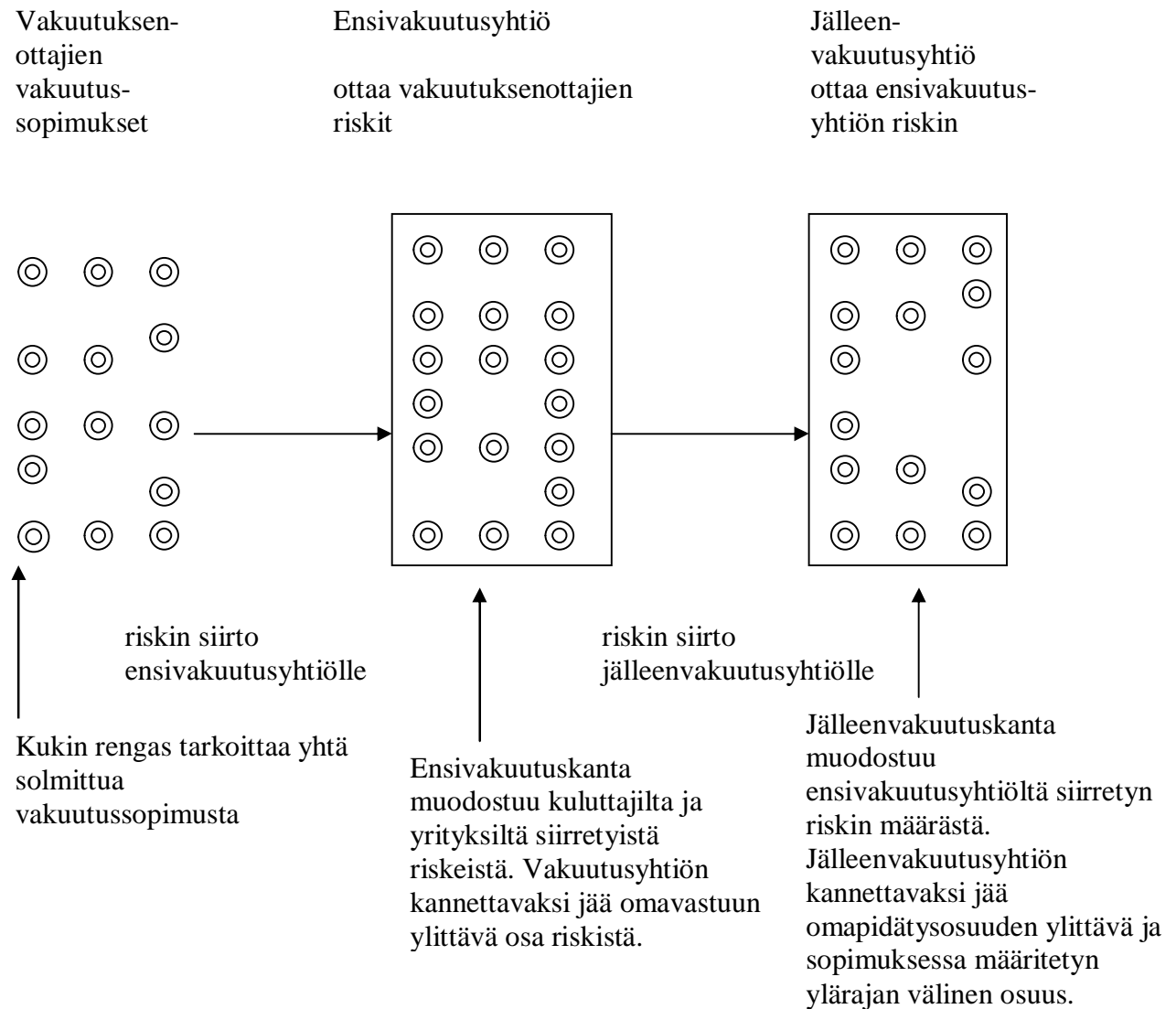
Esimerkiksi hurrikaani Andrew sekä Northridgen maanjäristys aiheuttivat monelle vakuutus- ja jälleenvakuutusyhtiölle maksukyvyttömyyttä. Mahdolliset maksukyvyttömyystilanteet rajoittavat puolestaan jälleenvakuutusyhtiön kykyä suojautua tehokkaasti. Viimeisenä edellytyksenä on pidetty tiedon laadun ja jakelun parantumista. Uusilla katastrofeja mallintavilla yrityksillä, kuten RMS, Eqecat sekä AIR, on ollut merkittävä vaikutus tiedon laadun parantumiseen sekä sen tasaiseen jakautumiseen kaikkien osapuolten kesken. (Doherty 1997, 714 – 715.)

3 LUONNONKATASTROFIRISKIN JÄLLEENVAKUUTUS

3.1 Riskin siirto vakuutusketjussa

Ensivakuutusyhtiön vakuutuskanta muodostuu kotitalouksien ja yritysten kanssa solmituista vakuutus sopimuksista, joissa ensivakuutusyhtiö myöntää vakuutussuojan sopimuksessa määritellylle kohteelle. Samalla vakuutus sopimuksissa määritellään suojasta maksettu hinta eli premio sekä vakuutuksenottajan omavastuuosuus. Tehdyn sopimuksen perusteella ensivakuutusyhtiö on korvausvelvollinen vahingon sattuessa. Vakuutus sopimuksessa määritelty suojauksen kohde voi olla esimerkiksi kuluttajan koti, joka muodostaa yhden altistusyksikön eli riskin ensivakuutusyhtiön vakuutuskannassa.

Ensivakuutusyhtiön vakuutuskanta eli portfolio koostuu useista vakuutus sopimuksista, kuten auto-, tulipalo-, liike-elämän keskeytymis- ja henkivakuutuksista. Ensivakuutusyhtiö pystyy siirtämään vain osan ensivakuutuskannastaan jälleenvakuutusyhtiölle, ja loppuosa ensivakuutuskannasta jää sille omapidätyksenä. Jälleenvakuutus sopimuksessa määritellään siirretyn riskin määrä (sekä samalla omapidätysaste) ja premiomaksut. Kuvassa 5 näytetään, millä tavalla riski siirtyy eteenpäin jälleenvakuutusketjussa. (Swiss Re 2002, 10.)



Kuva 5. Riskin siirto jälleenvakuutusketjussa (Swiss Re 2002, 9).

Kuvasta 5 voidaan nähdä, että osa riskistä jää riskiä siirtävälle taholle omavastuun tai -pidätyksen muodossa. Ensivakuutusyhtiö ei voi eikä halua tarjota täydellistä suojaa kuluttajan kaikille riskeille, samaten jälleenvakuutusyhtiö haluaa asettaa tarjoamalleen jälleenvakuutussuojalleen katon.

Luottoriskillä tarkoitetaan tilannetta, jossa jälleenvakuuttaja ei pysty maksamaan korvauksia ensivakuutusyhtiöille. **Perusriski** on riski, jossa suojauksesta saatu maksu ei vastaa tappiota. Jos kuluttaja ottaa täyden vakuutuksen kodilleen, niin silloin mitä tahansa tappiota L pitää seurata vakuutusyhtiön suorittama korvaus I , jolloin I on yhtäsuuri kuin L . Tämä on tilanne silloin, kun markkinoilla ei ole perusriskiä. (Doherty 2000, 597.)

Esimerkiksi oletetaan, että vakuutusyhtiö solmii kuluttajan kanssa vakuutus sopimuksen, jossa vakuutus korvaus maksetaan seuraavasti: jos myrsky tuhoaa kuluttajan kodin, vakuutusyhtiö maksaa kuluttajalle korvauksen kuluttajan ja naapurin tappioiden keskiarvon perusteella eli $I = (L_1 + L_2 / 2)$, missä 1 kuvaa kuluttajaa ja 2 edustaa naapuria. Jos sattumalta molempien kodit tuhoutuvat yhtä paljon, kuluttaja saa täsmälleen oikean suuruisen kompensaation menetyksestään.

Jos kuluttajan koti kokee enemmän vahinkoa kuin naapurin, kuluttaja saa liian vähän korvausta. Jos kuluttajan koti kokee puolestaan vähemmän vahinkoa kuin naapurin, kuluttaja saa liian paljon korvausta. Riski, että kompensaatio I ei vastaa kuluttajan kokemaa tappiota L , on perusriski. Perusriski voidaan kirjoittaa muotoon:

$$b = 1 - r_{L1}, \quad (1)$$

missä b on perusriski ja $r_{L1} = (L_1 + L_2 / 2)$. Mitä korkeampi b on, sitä alhaisempi on perusriski.

Vaikka luottoriski on läsnä jälleenvakuutuksessa, niin perusriski jaetaan. Jälleenvakuutus sopimukset kattavat yleensä ensivakuutusyhtiön tappiot eri vakuutuskannoissa (treaty reinsurance) tai tietyissä ensivakuutuskannoissa (fakultatiivinen jälleenvakuutus). Edelleen sopimukset jakavat riskin ensivakuuttajan ja jälleenvakuuttajan kesken ei-lineaarisuuden ja lineaarisuuden perusteella. Vaikka ensivakuuttaja säilyttääkin osan riskistä itsellään, ei ole määritelty mihin arvopaperiin jälleenvakuutuksen maksu kohdistuu ja mikä arvopaperi suojataan. Eli perusriskiä ei ole. (Doherty 2000, 597.)

Mutta jos ensivakuutusyhtiö ostaa jälleenvakuutus sopimuksen tietyn toimialan tappioita varten pikemmin kuin oman ensivakuutusyhtiön tappioita suojatakseen, niin silloin olisi olemassa perusriski. Perusriskin laajuus riippuu toimialan ja yrityksen tappioiden välisestä korrelaatiosta; mitä alhaisempi korrelaatio, sitä korkeampi on perusriski. (Doherty 2000, 597 – 598.)

Ydinriski (core risk) kuuluu olennaisena osana yrityksen ydinliiketoimintaan. Vakuutusyhtiön ydinriski liittyy niihin osa-alueisiin, joilta se odottaa saavansa voittoa. Vakuutusyhtiön ydinosaamista on kyky hajoittaa riskiä, solmia tuottavia vakuutus sopimuksia (esimerkiksi myöntämällä vakuutus suoja vain vähemmän riskialttiille ryhmälle) sekä hinnoitella riski oikein.

Vakuutusyhtiö pystyy sopimaan myös sitä kohtaan esitetyt vahingonkorvausvaatimukset tehokkaasti ja edullisesti. (Doherty 2000, 223 – 224.)

Vakuutustoimintaan sisältyy myös **satunnaisia riskejä** (incidental risks). Pieniltä vakuutusyhtiöiltä puuttuu usein kokonainen sijoitusosasto, jolloin ne joutuvat kohtaamaan sijoitusriskin, katastrofiriskin sekä riskin, että yrityksen työntekijöitä vastaan nostetaan oikeusjuttu. Ensivakuutusyhtiö tarvitsee näiden riskien hallinnassa jälleenvakuutusyhtiöiden palveluja. (Doherty 2000, 224.)

Tasapainoisella portfoliolla tarkoitetaan vakuutuskantaa, joka sisältää monta samanlaista tai samanarvoista riskiä, jolloin riskit voidaan tasapainottaa kollektiivisesti. Tällöin ensivakuutusyhtiö tarvitsee vähän tai ei ollenkaan jälleenvakuutusta, kuten esimerkiksi laajan ensivakuutusyhtiön autovakuutuskanta. (Swiss Re 2002, 10.)

Epätasapainoisella portfoliolla tarkoitetaan puolestaan vakuutusskantaa, jossa on mukana eriarvoisia riskejä. Esimerkiksi ydinvoimalan tai lentoliikenteen vakuuttamiseen tarvitaan usein useamman ensi- ja jälleenvakuutusyhtiön palveluja näiden liiketoiminnan luonteen vuoksi. Moniin vakuutus sopimukseen kohdistuu erittäin suuri altistus pienellä toiminta-alueella, ja onnettomuuden sattessa vahingonkorvausvaatimukset voivat tulla useiden vakuutus sopimusten kautta, kuten omaisuus-, kasko- ja vastuuvakuutus. Ensivakuutusyhtiö tarvitsee ehdottomasti jälleenvakuutusyhtiöiden palveluja näiden riskien vakuuttamisessa, kuten myös luonnonkatastrofiriskien vakuuttamisessa. (Swiss Re 2002, 11.)

Jokainen tehty vakuutus sopimus edustaa mahdollista vahingonkorvausvelvollisuutta vakuutusyhtiön kannalta. Vakuutus sopimusta solmittaessa lopullisen vahingonkorvausvelvollisuuden määrää ei vielä tunneta, vaan se paljastuu vasta ajan kuluessa. Useimpien vakuutus sopimusten tapauksessa lopullinen vahingonkorvausvelvollisuus osoittautuu nolllaksi, koska mitään tappiota ei tapahdu. Kuitenkin joidenkin vakuutus ten kohdalla tappioita esiintyy, joista vakuutusyhtiö joutuu maksamaan korvauksia. Maksettujen korvausten suuruus riippuu tapahtuman voimakkuudesta, laajuudesta ja muista vaikuttavista tekijöistä, kuten maantieteellisistä piirteistä sekä vakuutuskohteen ominaisuuksista.

Vakuutusyhtiön kokonaisvastuu voidaan esittää seuraavan yhtälön avulla:

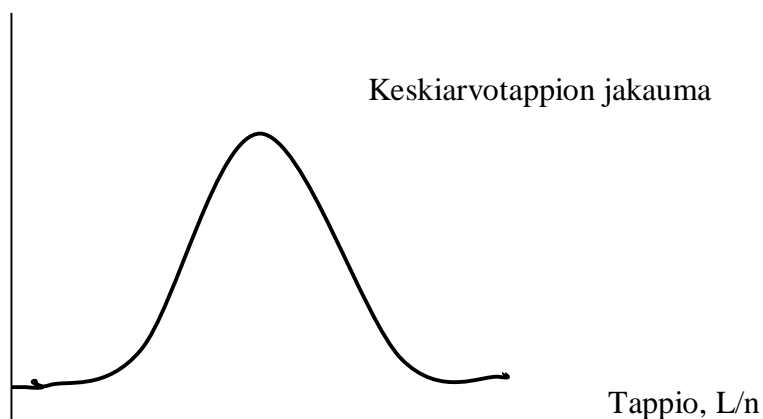
$$L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n = \sum_{i=1}^n L_i \quad ,$$

missä L_i näyttää vakuutusyhtiön vahingonkorvausvelvollisuuden. Alaindeksi i kertoo puolestaan vakuutussopimusten eli altistusyksiköiden lukumäärän ($i = 1, 2, \dots, n$). Vakuutusyhtiön vastuuvollisuus riskiä kohden saadaan seuraavasta yhtälöstä:

$$\frac{L}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad , \quad (2)$$

missä vakuutusyhtiön vastuuvollisuus jaetaan altistusyksiköiden lukumäärällä (n). Saatua tulosta sanotaan keskivertotappioksi (mean tai average loss). Useimmat vakuutussopimukset laaditaan noin vuoden mittaisiksi, mutta tappioiden arvot paljastuvat useimmiten vasta vuosien kuluessa vakuutussopimuksen umpeutumisen jälkeen. Koska vahingonkorvausvelvollisuutta tulevien tappioiden suhteen L_i ei voida tietää varmaksi sopimuksen tekohetkellä, muodostaa jokainen vahingonkorvausvelvollisuus satunnaismuuttujan, jonka voi olettaa saavan jonkun arvon annetulta alueelta. Vakuutusyhtiö on kiinnostunut tästä keskiarvotappiomuuttujasta ja sen ominaisuuksista, sillä sen taloudellinen tulos riippuu vahingonkorvausten keskiarvojakaumasta (distribution of average claim payment). (Doherty 2000, 90 – 91.) Kuvassa 6 on esitetty keskivertotappion jakauma.

Todennäköisyys



KUVA 6. Tappion keskivertojakauma (Doherty 2000, 91.)

Central Limit -teoreema on keskeinen teoreema, kun tarkastellaan, millä tavalla keskivertotappion jakauma riippuu yksittäisten tappioiden jakaumista. Oletetaan, että yksittäiset vakuutussopimukset

eli altistusyksiköt (exposure units) ovat tilastollisesti riippumattomia toisistaan, jolloin voidaan havaita, että keskiarvotappiojakauman arvot lähestyvät normaalijakaumaa. Saatua tulosta kutsutaan Central Limit -teoreemaksi. (Doherty 2000, 90 – 92.)

Soveltaessa Central Limit -teoreemaa vakuutukseen, saadaan riskille kaksi erilaista määritelmää, joista ensimmäinen on jakauman perinteinen mitta eli keskiarvotappiojakauman ($\sum L_i/n$) varianssi tai keskihajonta. Toisena riskin mittana pidetään maksukyvyttömyyden todennäköisyyttä (probability of ruin). Tämä voidaan esittää siten, että $\sum L_i/n$ ylittäessä jonkin kriittisen arvon, joka voi olla esimerkiksi vakuutusyhtiön kokonaisreservi plus ylijäämä keskiarvo kaikista vakuutus sopimuksista. Jos keskiarvotappiot ovat alle tämän arvon, vakuutusyhtiö selviää odotettavissa olevista vastuistaan. Jos taas keskiarvotappiot ylittävät tämän arvon, vakuutusyhtiö ei kykene maksamaan kaikkia velvollisuuksiaan ja joutuu vararikkoon. Maksukyvyttömyyden riskimitta on tärkeä mittari vakuutusyhtiön toiminnan kannalta. (Doherty 2000, 92 – 93.)

Tarkastellaan vielä toista tilastollista ominaisuutta (*law of large numbers*), joka on tärkeä vakuutusyhtiöille. Kun n (havaintoyksikköjen tai altistusyksikköjen määrä) kasvaa, jakaumasta tulee symmetrisempi ja se lähenee normaalijakaumaa. Ominaisuus on yhteydessä hajauttamisen tuomiin etuihin vakuutusyhtiön portfolioissa. Kun vakuutus sopimusten määrä (n) kasvaa riittävän suureksi, keskimääräinen tappio pienenee koko ajan ollen lopulta nolla. Riski myönnettyä vakuutus sopimusta kohden pienenee absoluuttisen dollarivastuun keskihajonnan kasvaessa. (Doherty 2000, 94 – 95.)

3.2 Jälleenvakuutus sopimuksen tarjontapäätöksen muodostuminen

Sääilmiöiden aiheuttama taloudellisten ja vakuutus tappiot ovat nousseet dramaattisesti kuluneiden 10 vuoden aikana. Hurrikaani Andrew 1992 ja Northridgen maanjäristys 1994 pakottivat vakuutusalan arvioimaan uudelleen katastrofin hallintakeinoja. Jälleenvakuutusyhtiöt joutuivat varsinaisen stressitestin eteen 2000-luvulla sattuneiden lukuisten hurrikaanien myötä, sillä varsinkin vuosien 2004 ja 2005 hurrikaanit aiheuttivat yli 90 biljoonan dollarin tappiot. Sattuneiden luonnonkatastrofien seurauksena jälleenvakuutusyhtiöt ovat joutuneet uudenlaisen haasteen eteen, sillä ne joutuvat tarkastelemaan (1) pystyvätkö ne tarjoamaan suojaa hurrikaanien aiheuttamia vahinkoja vastaan ja (2) ovatko nämä vahingot vakuutuskelpoisia sekä (3) mikä hinta tarjotusta jälleenvakuutus suojasta pitäisi periä. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 15.)

Riski on vakuutuskelpoinen, jos vakuutuksenottaja osaa arvioida ja määritellä mahdollisen vahingon tai tappion suuruuden sekä osaa tunnistaa tai ainakin arvioida tapahtuman todennäköisyyden. Toinen ehto riskin vakuutuskelpoisuudelle on, että vakuutusyhtiön on pystyttävä erottelemaan asiakasryhmät käyttäytymisen mukaisiin ryhmiin ja tarjoamaan kullekin asiakasryhmälle oman riskikäyttämisen mukaiset vakuutus sopimukset. Vakuutusyhtiön on osattava hinnoitella vakuutus sopimukset asiakasryhmien mukaisesti siten, että korkeamman riskiryhmän asiakkaalta veloitetaan korkeampi preemiomaksu kuin matalamman riskiryhmän asiakkaalta. (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 15.)

Kunreutherin & Michel-Kerjanin mukaan jälleenvakuutusyhtiöiden tarjontapäätöstä voidaan tarkastella seuraavan yhtälön avulla:

$$\text{Todennäköisyys}[Vaateet Maksut(L^*) > (n \times z + A)] < p_1, \quad (3)$$

missä L^* tarkoittaa vakuutusyhtiön etukäteen määrittelemää summaa tappioille. p_1 on jokin kynnystodennäköisyys, jonka arvo riippuu toisten vakuutus sopimusten odotettujen hyötyjen ja katastrofien aiheuttamien kustannusten välisestä vaihtokaupasta. Katastrofien aiheuttamat kustannukset puolestaan vähentävät vakuutusyhtiön ylijäämää joko L^* :n verran tai enemmän. L^* on pienempi kuin kynnystodennäköisyys p_1 , ja L^* :n arvo riippuu jälleenvakuutusyhtiön suhtautumisesta maksukyvyttömyyteen ja/tai riittävän suuresta ylijäämän menetyksestä, joka johtaa luottoreittauksen laskuun. Yhtälössä (3) n tarkoittaa solmittujen vakuutus sopimusten lukumäärää, z puolestaan vakuutuspreemion määrää ja A merkitsee vakuutusyhtiön ylijäämää.

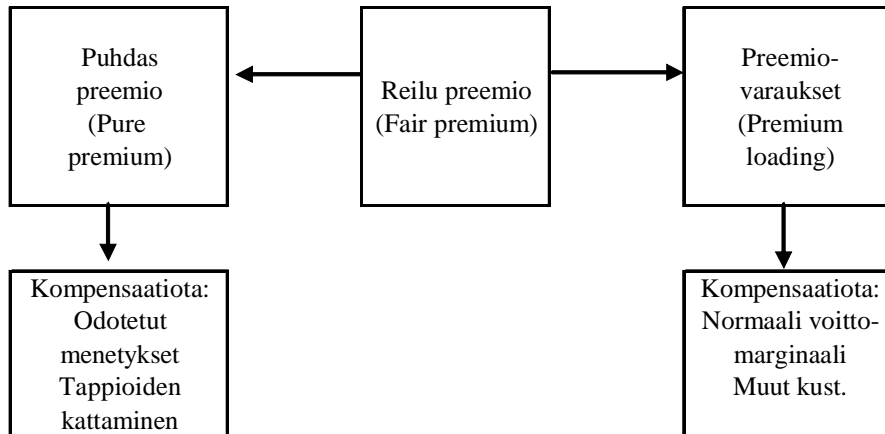
Yhtälöstä (3) käytetään nimitystä vakuutusyhtiön rajoitefunktio, sillä sen avulla vakuutusyhtiö voi päättää tarjotun vakuutus suojan maksimimäärän. Varsinkin kuluneiden 20 vuoden aikana rajoitefunktion käytöllä on ollut keskeinen asema, kun vakuutusyhtiöt ovat yrittäneet päättää tarjotun suojan määrästä ja hinnasta. Mikäli vakuutusyhtiö päättää tarjota vakuutus suojaa, sen on vielä tehtävä päätös preemiosta, joka tyydyttää yhtiön voittotavoitteen ja rajoitefunktion (3). (Kunreuther & Michel-Kerjan 2007, 24.)

3.3 Premion määräytyminen

Jälleenvakuutuksen hinta on yhteydessä varovaisuuden, huolenpidon sekä tappiohistorian kanssa, sillä ne muodostavat todennäköisyyksien riippuvuussuhteen (Doherty 2000, 71). Preemiot voidaan

laskea joko käyttämällä menneisyyden tappiotietoja hyväksi (experience-rated premium) tai arvioimalla seuraavan vuoden tappiot etukäteen. (retrospective premium).

Kuvassa 7 on näytetty, millä tavalla preemio muodostuu.



KUVA 7. Vakuutuspreemion komponentit (Banks 2004, 36).

Vakuutusyhtiön on asetettava vakuutukselle sellainen hinta, että se pystyy selviytymään odotetuista vahingonkorvausvaatimuksista, hallinnollisista kuluista ja tarjoamaan osakkeenomistajilleen reilun tuoton sijoittamalleen riskipitoiselle pääomalleen. Reilu preemio voidaan jakaa puhtaaseen preemioon ja preemiovarauksiin. (Banks 2004, 35-36.)

3.4 Moral hazard -ongelma jälleenvakuutuksessa

Jälleenvakuutuksen yhteydessä moral hazard -ongelmalla voi olla kaksi ilmenemismuotoa: *ex ante* ja *ex post*. *Ex ante* moral hazard -ongelma esiintyy jälleenvakuutuksen yhteydessä silloin, kun ensivakuutusyhtiö ei ole onnistunut vähentämään vakuutussaataviensa määrää tai sen toiminta on johtanut niiden määrän lisääntymiseen. Jälleenvakuutusyhtiöllä voi olla ongelmia ensivakuutusyhtiön valvomisessa tai ensivakuutusyhtiön toiminta voi muuttua siten, että se myöntää vakuutuksia entistä helpommin, se ei kiinnitä riittävää huomiota riskijakaumaan tai se epäonnistuu uusien vakuutusten riskiauditoinnissa. (Doherty 2000, 598.)

Ex post moral hazard -ongelma esiintyy, kun ensivakuutusyhtiö helpottaa vahingonkorvausten maksuehtoja jälleenvakuutus sopimuksen teon jälkeen. Ensivakuutusyhtiön on helpompi pitää yllä

hyvää mainetta omien asiakkaidensa keskuudessa, ja siirtää kulut jälleenvakuutusyhtiölle. (Doherty 2000, 598 – 599.)

Dohertyn mukaan moral hazard -ongelmaa voidaan tarkastella yhtälön (4) avulla. Vakuutusyhtiön oma pääoma vuoden alussa on E ja sen saamat preemiomaksut (nettona) on P . Alkuperäiset varat, $E + P$, sijoitetaan satunnaisella tuotolla r_i jonain vuonna. Vahingonkorvaukset, L , (myös sattumanvaraisia), maksetaan vuoden lopussa. Vakuutusyhtiö toimii yhden periodin ajan. Vakuutusyhtiön oman pääoman arvo T vuoden lopussa on:

$$T = \frac{(E + P)}{(1 + r_i)} - L \quad (4)$$

Otetaan mukaan jälleenvakuutus. Vuoden alussa vakuutusyhtiö maksaa jälleenvakuutuspremiota R verran. Vakuutussopimus oletetaan ”treaty stop loss” -sopimukseksi, jossa jälleenvakuutusyhtiö sitoutuu maksamaan ensivakuutusyhtiölle korvauksen, mikäli ensivakuutusyhtiön tappiot ylittävät omavastuurajan S (striking price). Jälleenvakuuttajalle suoritettava maksu voidaan esittää osto-optiona, josta käytetään merkintää $C(I:S)$. I tarkoittaa jotain tarkasteltavaa vakuutusportfoliota (joka joko on tai ei ole identtinen ensivakuutusyhtiön vakuutuskannan kanssa). Termi h on suojaussuhde; eli se osa portfoliosta, jolle ostetaan jälleenvakuutussuoja. (Doherty 2000, 600.)

Jälleenvakuutuspremio, R , riippuu myös I :stä ja S :stä. Jälleenvakuutuksen tarjoama suoja perustuu tavallisissa jälleenvakuutussopimuksissa siirtävän vakuutusyhtiön portfolioon tai joihinkin tiettyihin vakuutuslinjoihin, mikä tarkoittaa, että jälleenvakuutukseen liittyvä perusriski on sama kuin ensivakuutusyhtiön hyväksymä omavastuu. Joten jälleenvakuutuksen yhteydessä voidaan olettaa I :n ja L :n olevan identtisiä eli samansuuruisia. (Doherty 2000, 600.)

Lievennys/huojennus (mitigation) -termiä käytetään yleensä kuvaamaan, kun ensivakuutusyhtiö pyrkii pienentämään mahdollisia tappioitaan. Ensivakuutusyhtiö voi tiukentaa myöntämiensä vakuutuksiensa ehtoja ja suorittamalla riskitarkastuksia. Se voi pyrkiä useilla tavoilla välttämään ylimääräisiä tappioita, kuten etukäteistarkastusten sekä henkilökunnan koulutuksen avulla. (Doherty 2000, 599 – 600.) Ensivakuutusyhtiö voi vähentää odotettujen vahingonkorvausvaatimusten määrää käyttämällä a verran rahaa lievennykseen (paremmat vakuutusehdot, tappiokontrolli jne.). Vaikka lievennykseen käytetyt rahat ovat suora kustannus vakuutusyhtiölle, tappiot laskevat sitä mukaa,

mitä enemmän rahaa on käytetty lievennykseen. Merkintä $L(a)$ tarkoittaa, että tappiot riippuvat lievennykseen käytetyistä rahoista. Vakuutusyhtiön oma pääoman vuoden lopussa on:

$$E(T) = (E - P - R(I; S))(1 + E(R_i)) - E(L(a)) + hC(I; S) - a \quad (5)$$

Lausekkeesta (5) saadaan optimiehto

$$-\frac{\partial E(L(a))}{\partial a} - 1 + h \frac{\partial C}{\partial I} \frac{\partial I}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial a} = 0, \quad (6)$$

jossa ensimmäinen termi yhtälön (6) vasemmalla puolella näyttää edun, jonka vakuutusyhtiö saa lievennyksestä eli käyttämällä yhden ylimääräisen dollarin suojeluun/huojennuskustannuksiin, odotettu tappiokustannus laskee. Toinen termi näyttää, että yhden ylimääräisen dollarin käyttäminen lievennykseen on vakuutusyhtiölle suora kustannus ja siten se on tappio. Kolmas termi osoittaa lisälievityksen vaikutuksen odotetutulle toipumiselle jälleenvakuutussopimuksen puitteissa. Lisälievityksen hankkiminen vähentää odotettua tappiota ja siten vähentää summaa, jota ensivakuutusyhtiö pystyy odottamaan saavansa jälleenvakuutusyhtiöltä. (Doherty 2000, 601.)

Jos jälleenvakuutusta ei olisi, ensivakuuttaja saisi kaikki lievityksen edut itselleen ja kolmas termi jäisi pois jättäen yhtälön kaksi ensimmäistä vaikutusta. Tämä voidaan tulkita siten, että ilman jälleenvakuutusta ensivakuutusyhtiö tasapainottaa lievityksen kustannukset ja hyödyt. Ensivakuuttaja käyttää lievitykseen rahaa, kunnes lievitykseen käytetty yksi ylimääräinen dollari tuo yhden dollarin vähennyksen odotetuissa kustannuksissa. (Doherty 2000, 601 – 602.)

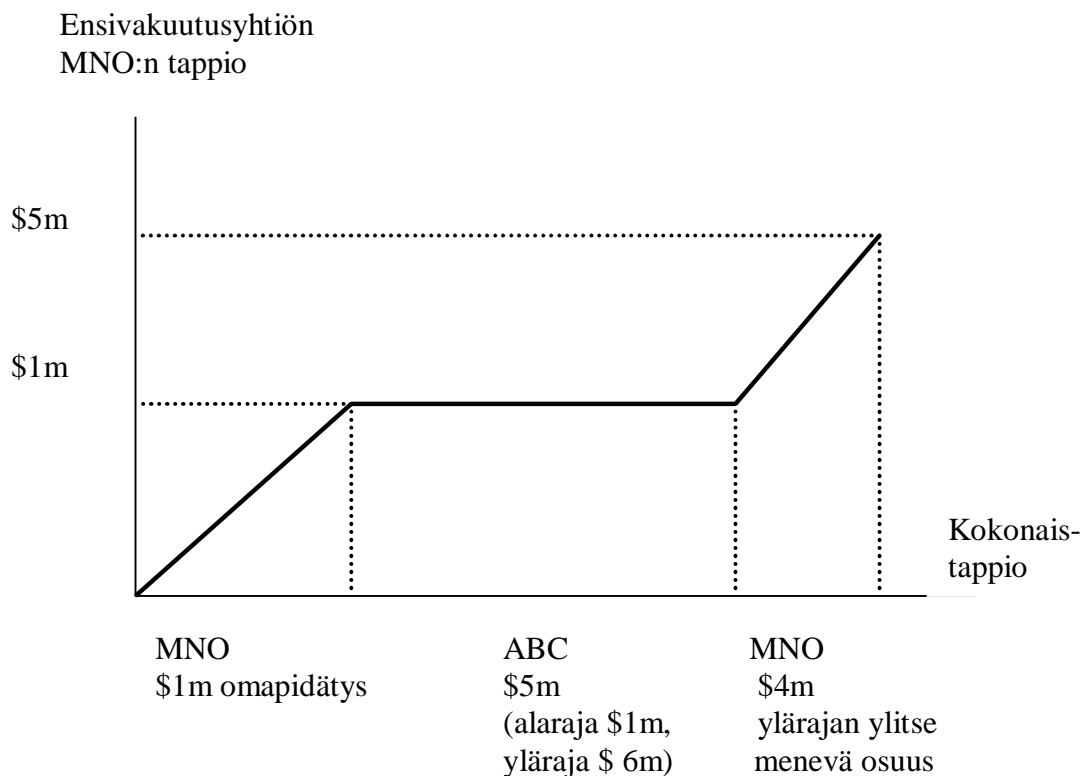
Jälleenvakuutus häiritsee tätä tasapainoa, koska kolmannesta termistä tulee tärkeä. Mikäli ensivakuutusyhtiö onnistuu pienentämään tappioitaan, se ei saa täyttä hyötyä lievitykseen käyttämistään rahoista, vaan osa hyödystä valuu jälleenvakuutusyhtiölle. Pienentyneet tappiokustannukset tarkoittavat ensivakuutusyhtiön toiminnan kannalta sitä, että vahingonkorvaukset jälleenvakuutusyhtiöltä pienenevät; varsinkin jos omavastuu pysyy ennallaan. Eli toisin sanoen mitä korkeampi omavastuu, sitä alhaisemman lievityksen tason ensivakuuttaja valitsee. (Doherty 2000, 602.)

Moral hazard -ongelma voidaan ratkaista esimerkiksi käyttämällä omavastuuta ja hyödyntämällä pitkäikäisten asiakassuhteiden tietoja. Koska moral hazard -ongelma lisää valvontakustannuksia,

monet jälleenvakuutusyhtiöt veloittavat ensivakuutusyhtiön valvontakulut lisäämällä ne komissio- ja preemioylijäämään. Yksi keino pienentää jälleenvakuutussopimusten hintaa, on pyrkiä pitkäaikaisiin asiakassuhteisiin, joissa käytetään hyväksi molempien osapuolien kokemuksia. Käyttämällä ensivakuuttajan aikaisempaa jälleenvakuutushistoriaa jälleenvakuutussopimusta laadittaessa, menneisyydessä tapahtuneilla tappioilla on vaikutusta saatavilla olevaan suojan määrään ja hintaan. (Doherty 2000, 598 – 602.)

3.5 Jälleenvakuutussuojan rakentaminen pysty- ja vaakasuoraan

Banksin (2004, 76) mukaan yksinkertainen kerrostettu rakenne antaa ensivakuutusyhtiölle mahdollisuuden suojata erilaisia riskejä ensivakuutusyhtiön oman riskinsietokyvyn, maksuhalukkuuden ja kokemuksen mukaan. Ensivakuutusyhtiö ja jälleenvakuutusyhtiö voivat valita suojauksessa käytetyt kosketuskohdat (attachment points), joiden avulla määritellään ensivakuutusyhtiön omapidätysosuus sekä jälleenvakuutusyhtiön maksimikorvausvelvollisuus. Kuvassa 8 on esitetty ensivakuutusyhtiön MNO:N ja jälleenvakuutusyhtiön ABC:n välinen jälleenvakuutussopimus.

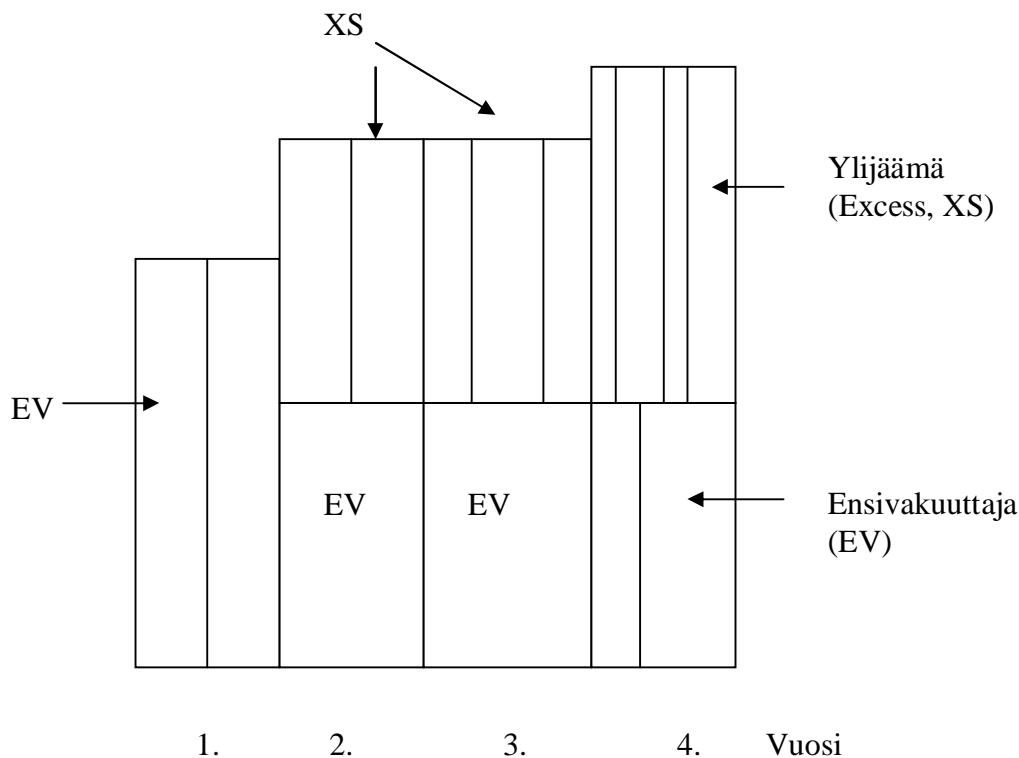


Kuva 8. Kerrostettu jälleenvakuutussuoja (Banks 2004, 77).

Sopimuksen mukaan MNO:n omapidätys on yksi miljoona dollaria. Jälleenvakuutusyhtiön maksimikorvausvelvollisuus muodostuu ylärajan ja alarajan välisestä erotuksesta. Jos tapahtuu 10 miljoonan dollarin arvoinen tappio, ensivakuutusyhtiön osuus tappiosta on 5 miljoonaa dollaria (omavastuun ja ylärajan ylittävän osuuden verran). Jälleenvakuutusyhtiön osuus tappiosta on myös 5 miljoonaa dollaria, ja se muodostuu ylärajan ja alarajan välisestä erotuksesta ($\$6 \text{ milj.} - \$1 \text{ milj.} = \$5 \text{ milj.}$). (Banks 2004, 76 – 77.)

Dohertyn (2000, 524) mukaan omavastuun käyttämisellä kuluttaja saadaan valitsemaan itselleen sopivin riskitaso. Kerrostetun vakuutussojan suunnittelussa on tärkeää havaita, että alempaan kerrokseen kannattaa sijoittaa säännöllisesti esiintyvät tappiot, joiden kustannukset voidaan ennustaa helposti (kuten tulipaloriskit). Tällaisen kerroksen omapidätys luo pienen rahoituksellisen volatiliteetin ensivakuutusyhtiölle. Ylempiin kerroksiin kannattaa sijoittaa harvemmin esiintyvät tappiot, joiden kustannusten ennustaminen tuottaa vaikeuksia (kuten katastrofiriskit). (Doherty 2000, 524.)

Toinen vaihtoehto on rakentaa ohjelma vaakasuoraan. Kuva 9 näyttää, millä tavalla pystysuorat ja vaakasuorat kerrostumat toimivat vakuuttamisessa.



KUVA 9. Vaakasuora ja pystysuora kerrostuminen (Doherty 2000, 544.)

Tarkastellaan ensimmäisen vuoden ohjelmaa kuvassa 9. Tämä kerros on jaettu kahden (tai useamman) vakuutusyhtiön kesken (näkyvät kuvassa pystysuorana viivana), ja suojaukset ovat rinnakkain tai horisontaalisesti. Ensivakuuttajan kerros on merkitty kirjaimilla EV. (Doherty 2000, 544.)

Myöhempien vuosien kohdalla voidaan huomata, että pystysuoria ja vaakasuoria kerrostumia voidaan yhdistellä. Toisen vuoden aikana ylijäämäinen kerros, joka on ensivakuuttajakerroksen yläpuolella ja on merkitty kirjaimilla XS, on jaettu kahden vakuutusyhtiön kesken, kun taas kolmannen vuoden aikana ylijäämäisen kerroksen vakuuttamisessa on käytetty kolmea vakuutusyhtiötä ja neljäntenä vuonna puolestaan neljää. Neljäntenä vuonna ensivakuuttajakerros on jaettu vielä kahden vakuuttajan kesken. Tällaiset vakuutusyhdistelmät eivät ole harvinaisia laajoissa vakuutussopimuksissa. (Doherty 2000, 545.)

Jälleenvakuutusohjelman rakentamiseen pysty- ja vaakasuoraan siten, että käytetään hyväksi useita jälleenvakuutusyhtiöitä, on vaikuttanut omalta osaltaan jälleenvakuutuksen hinnan ja vakuutettavan kerroksen välinen suhde. Dohertyn mukaan (2000, 537 – 538) jälleenvakuutuksen hinta nousee, mitä suuremmalle riskille yritetään saada suojausta eli mitä korkeampaa kerrosta yritetään suojata. Jälleenvakuutuksen korkeaa hintaa selitetään muun muassa sillä, että korkeiden kerrosten vakuuttamisessa tarvitaan erikoistunutta henkilökuntaa sekä isoja pääomamääriä. Toisaalta on hyvä muistaa, ettei yksikään vakuutusyhtiö pysty tarjoamaan rajoittamatonta suojausta.

3.6 Jälleenvakuutussopimusten perusmuodot ja -tyypit

Pakollinen jälleenvakuutussopimus (obligatory reinsurance) on kokonaisten portfolioiden sopimusluonteinen jälleenvakuutus. Ensivakuutusyhtiö on velvollinen siirtämään (cede) sopimuksessa määrätty osuus riskistä ja jälleenvakuutusyhtiön on hyväksyttävä tämä osuus (siitä termi pakollinen). Jälleenvakuutusyhtiö ei voi kieltäytyä tarjoamasta jälleenvakuutussuojaa yksittäiselle riskille, joka kuuluu sopimuksen piiriin tai ensivakuutusyhtiö ei voi kieltäytyä siirtämästä sellaista riskiä jälleenvakuutusyhtiölle. Pakolliset jälleenvakuutussopimukset tehdään vuoden mittaisiksi. (Swiss Re 2002, 18.)

Fakultatiivinen jälleenvakuutus on tarkoitettu yksittäisten riskien vakuuttamiseen. Fakultatiivista sopimusta käytetään täydentävänä elementtinä, missä kokonaisia portfolioita voidaan siirtää voimassa olevien sopimusten mukaan. Kuitenkin osa riskeistä joudutaan vakuuttamaan fakultatiivisesti. Ensivakuutusyhtiö tarvitsee fakultatiivista sopimusta kahdessa tapauksessa. Ensimmäiseksi ensivakuuttajalle on voinut jäädä summa, jolle tarvitaan jälleenvakuutus. Ensivakuutusyhtiö on jo käyttänyt hyväkseen omavastuun eikä summaa voida sisällyttää pakollisen jälleenvakuutuksen piiriin. Toisessa vaihtoehdossa ensivakuuttaja on myynyt vakuutuksen, joka sisältää riskejä, jotka eivät kuulu pakolliseen jälleenvakuutus sopimukseen. (Swiss Re 2002, 18.)

Fakultatiiviset jälleenvakuutus sopimukset ovat joko *suhteellisia* (proportional) tai *ei-suhteellisia* (non-proportional). *Suhteellisessa jälleenvakuutuksessa* ensivakuutusyhtiö ja jälleenvakuutusyhtiö jakavat preemiot ja tappiot sovituissa suhteissa. Sopimuksen luonteesta johtuen suhde voi olla joko kaikki riskit korvataan (all risks covered by the contract), jolloin kyseessä on osamäärä- eli kvoottijälleenvakuutus, tai se voi vaihdella riskin mukaan (kaikki muut proportionaaliset jälleenvakuutus tyyppit). Sopimuksen hinta ilmaistaan jälleenvakuutuksen komissiona. (Swiss Re 2000, 18 – 19.)

Suhteelliset jälleenvakuutus sopimusvaihtoehdot ovat *osamäärä- eli kvoottijälleenvakuutus* (quota share treaty reinsurance) ja *ylitejälleenvakuutus* (surplus reinsurance). Osamäärä- eli kvoottijälleenvakuutuksessa jälleenvakuutusyhtiö myöntää jälleenvakuutus suojan sovituille määrälle (tietty prosenttiosuus) ensivakuutusyhtiön ensivakuutus kannalle. Sopimuksen periaatteena on ensivakuutusyhtiölle annetun jälleenvakuutus suojan automaattisuus siten, että ensivakuutusyhtiön jälleenvakuuttaman vakuutuslajin jokainen vakuutus (tai riski) on jälleenvakuutettu ilman erillistä jälleenvakuutus suojan vahvistuspyyntöä. Toisaalta ensivakuuttajaa sitoo velvollisuus sijoittamaan jokainen riski kvoottisopimukseen, ellei sopimusehdoissa anneta oikeutta jälleenvakuuttaa jotain riskiä erillään kvoottisopimuksesta. Kvootti sopii suojaksi vakuutus kannalle, jossa on pääosin pienehköjä tai keskisuuria riskejä. (Järvinen & Ellola 2007, 52 – 54.)

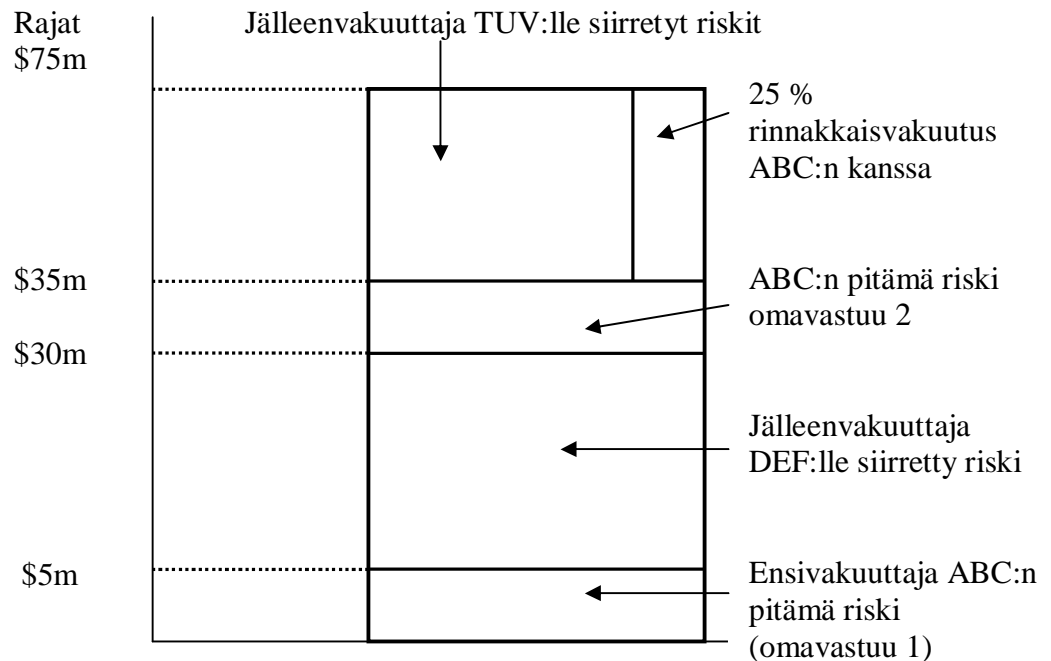
Ylitejälleenvakuutuksessa ensivakuutusyhtiö pitää itsellään riskit tiettyyn summaan asti (omapidätys), jonka jälkeen jälleenvakuuttaja kantaa omapidätyksen jälkeisen osuuden. Jälleenvakuuttajan kantamalla riskillä on myös ylärajansa. Ylitejälleenvakuutus on loistava tapa tasapainottaa ensivakuutusyhtiön portfolio, koska se tekee portfolioista entistä homogeenisemmän ja rajoittamalla ankarimpia altistuksia. Sopimus sallii riskin mukauttamisen vastaamaan yrityksen

taloudellista tilannetta. Sopimuksen haittana on, että se on kallis ja vaativa, jos ei ole tietokonetta apuna. (Swiss Re 2002, 23 – 24.)

Ei-suhteellisessa jälleenvakuutuksessa ei ole ennalta määrättyä suhdetta preemioiden ja tappioiden jakamisen suhteen ensivakuutusyhtiön ja jälleenvakuutusyhtiön välillä. Sopimuksessa määritellään omavastuu, mihin asti ensivakuuttaja pitää riskin itsellään. Sopimuksen hinta määräytyy tappiohistorian sekä odotettujen tappioiden perusteella. (Swiss Re 2002, 20.)

Ei-suhteelliset jälleenvakuutusvaihtoehdot ovat *yksittäisyli vahinkojälleenvakuutus* (excess of loss tai XL reinsurance) *per riskiä kohden* (WXL), *yksittäisyli vahinkojälleenvakuutus per katastrofiriskiä kohden* (CatXL) tai *kokonaisyli vahinkojälleenvakuutus* (stop-loss tai SL reinsurance) (Swiss Re 2002, 25.) Yksittäisyli vahinkojälleenvakuutuksessa (excess of loss tai XL reinsurance) tappio on avainasemassa. Summalla, joka on vakuutettu, ei ole merkitystä, vaan ensivakuutusyhtiö kantaa oman osuutensa tappioista sopimuksessa sovittujen vakuutuslinjojen mukaan tiettyyn summaan asti, joka tunnetaan omavastuuna (deductible). Jälleenvakuutusyhtiö maksaa sovittun ylärajan ja omavastuun väliin jäävän osuuden. On huomattava, että yksittäisyli vahinkosopimuksessa jälleenvakuutusyhtiö maksaa vain, jos tappio ylittää omavastuuosuuden. Kun näin tapahtuu, jälleenvakuutusyhtiö maksaa omavastuun ylittävän tappion ylärajaan asti. (Swiss Re 2002, 25 – 26.)

WXL/R- ja CatXL-sopimusten avulla ensivakuuttaja saa suojan suuria tappioita vastaan. Kuitenkin ensivakuutusyhtiöt kantavat myös suuremman riskin kuin suhteellisessa vakuutuksessa, sillä jälleenvakuutusyhtiö ei korvaa yhtään tappiota alle omavastuun. XL-vakuutukset yleistyivät vasta 1970-luvun lopussa, ja niillä on paljon lyhyempi historia kuin suhteellisilla vakuutusmuodoilla. Yhtenä syynä XL-vakuutusten kehityksen hidastumisessa pidetään vakuutussopimusehtojen määrittämistä koskien preemion jakamista ensivakuutusyhtiön ja jälleenvakuutusyhtiön kesken. Jälleenvakuutusyhtiön on alusta asti pitänyt arvioida ne tulevaisuuden tappiotaakat, joita se mahdollisesti kohtaa sopimuksen aikana. Jälleenvakuutusyhtiö voi käyttää joko kokemuspohjaista (experience rating) tai altistus pohjaista (exposure rating) laskentamenetelmää arvioidessaan preemiota. Kokemuspohjaisessa laskentamenetelmässä käytetään mennyttä tappioutilastoa hyväksi, kun taas altistus pohjaisessa laskentamenetelmässä odotettu tappio arvioidaan käyttämällä hyväksi tietoja samanlaisista portfolioista. (Swiss Re 2002, 25 – 26.)



KUVA 10. Katastrofi XL-sopimus, jossa omavastuu ja rinnakkaisvakuutus (Banks 2004, 86).

Kuvassa 10 on esimerkki katastrofi XL-sopimuksesta, jossa on mukana omavastuu ja rinnakkaisvakuutus. Katastrofi XL-suojaus on muodostettu käyttämällä hyväksi sekä pystysuoraa että vaakasuoraa kerrostusta. Ensimmäinen suojakerros on muodostettu pystyyn siten, että se kuuluu ensivakuutusyhtiön omavastuun piiriin. Omavastuun ylärajaksi on määritelty \$5 m. (Banks 2004, 83 – 84.)

Omavastuukerroksen päälle on muodostettu jälleenvakuutusuojakerros pystysuoraan siten, että alarajana on \$5 m (ensivakuutusyhtiön omavastuu) ja ylärajana on \$30 m. Jälleenvakuuttaja DEF on velvollinen korvaamaan vain ne tappiot, jotka ylittävät omavastuun, mutta jäävät alle ylärajan. Kolmantena suojakerroksena on ensivakuutusyhtiön muodostama toinen omavastuukerros. Ensivakuutusyhtiö pitää itsellään vahingot, jotka ylittävät \$30m, mutta ovat alle \$35 m. Seuraavaksi on vuorossa kerros, jossa pystysuorassa kerroksessa on käytetty hyväksi vaakasuoraa jakamista. Kerroksen ylärajana on \$75 m. Jälleenvakuuttaja TUV:lle on siirretty 75 prosenttia kerroksen riskeistä samalla, kun 25 prosentille riskeistä on hankittu rinnakkaisvakuutus. (Banks 2004, 83 – 84.)

Kokonaisylivahinkojälleenvakuutus (stop-loss tai SL reinsurance).

Kokonaisylivahinkojälleenvakuutus on tarkoitettu ensivakuutusyhtiölle, joka pyrkii tasaamaan vuosittaisten tappioiden vaihteluja tietyllä liiketoiminnan alalla. Jälleenvakuutusyhtiö on velvollinen antamaan jälleenvakuutussuojan mille tahansa osalle vuoden kokonaistappiotaakasta, joka ylittää sovitun omavastuuosuuden (deductible). Yleensä omavastuu määritellään prosenttiosuutena vuosittaisesta preemiotulosta, mutta se voi olla myös kiinteä summa. (Swiss Re 2002, 28.)

SL-sopimus on oikeastaan aika monipuolinen jälleenvakuutuksen muoto. Jälleenvakuuttajat suhtautuvat kuitenkin epäilevästi SL-vakuutukseen, koska jälleenvakuuttajalle siirtyy suuri osuus riskistä samalla, kun sen mahdollisuus vaikuttaa riskiin on rajoitettu. On olemassa vaara, että ensivakuutusyhtiö manipuloi jälleenvakuutusyhtiötä ja ensivakuutuskannan rakenteesta tulee vähemmän läpinäkyvä, jonka vuoksi jälleenvakuuttaja tarvitsee paljon tietoa markkinoista. SL-sopimuksia käytetään lähinnä myrsky- ja raevakuutuksissa. (Swiss Re 2002, 28.)

4 KATASTROFIRISKIN ARVOPAPERISTAMINEN

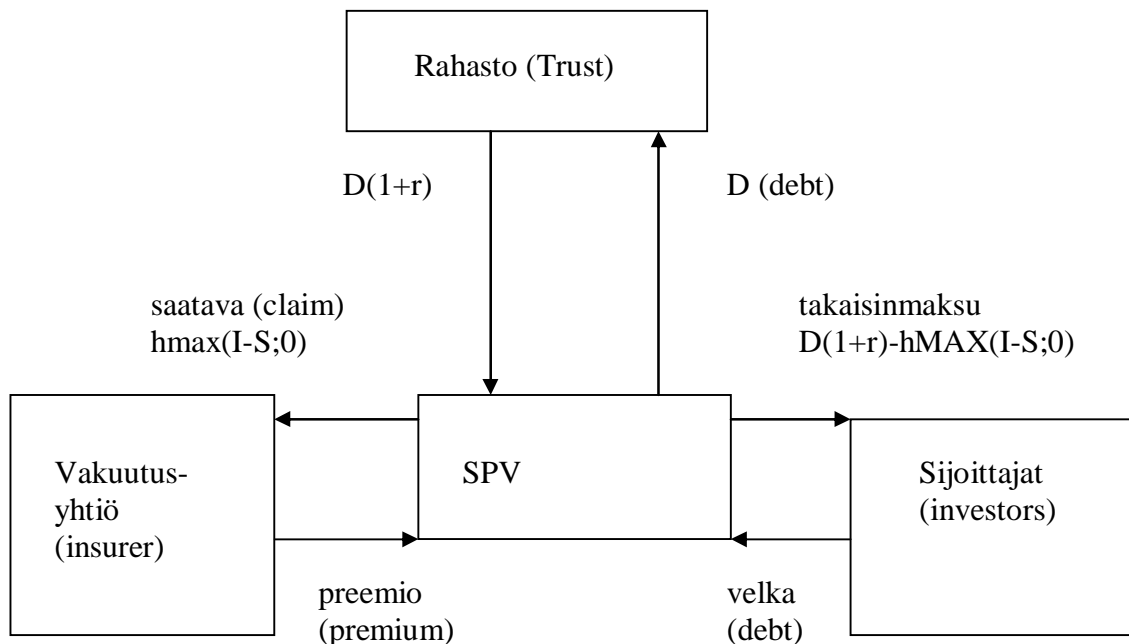
4.1 Katastrofibondit

Katastrofibondit ovat arvopapereita, joita tarjotaan joko kansainvälisille tai kotimaisille sijoittajille sijoitusmarkkinoilla. Sijoittajien sijoitukset ovat pitkäikäisiä, jotka erääntyvät keskimäärin 10 – 20 vuoden kuluessa. Jos sopimuksessa määriteltyä katastrofia ei tapahdu, sijoittajat saavat takaisin sijoittamansa pääoman sekä pääoman tuottamat korkotuotot. (Doherty 2000, 611 – 612.)

Banksin mukaan (2004, 119) katastrofibondien etuna pidetään sitä, että ensi- ja jälleenvakuutusyhtiöillä on mahdollisuus saada pääomaa edullisesti ja tehokkaasti silloin, kun jälleenvakuutussuojan hinta on korkea ja tarjotun suojan määrä rajoitettu. Katastrofibondeista on ollut apua myös silloin, kun vakuutussektori on tarvinnut ylimääräistä pääomaa luonnonkatastrofien suojaamista varten. Varsinkin ensivakuutusyhtiö hyötyy Kuvan 11 kaltaisesta järjestelystä, koska se ei ole enää yhtä riippuvainen jälleenvakuutusyhtiön toiminnasta.

Kuvassa 11 on esitetty katastrofibondin rakenne. SPV (Special Purpose Vehicle) tai SPE (Special Purpose Entity) toimii sijoittajien ja vakuutusyhtiön välillä siten, että se toimii talletuspaikkana

näiden tahojen välillä. Oletetaan, että vakuutusyhtiö (joko ensi- tai jälleenvakuutusyhtiö) haluaa suojauksen jotain tiettyä katastrofiriskiä vastaan. Se ostaa vakuutusta SPV:ltä, jolloin vakuutusyhtiön ja SPV:n välille muodostuu asiakassuhde. Vakuutusyhtiön on maksettava preemiomaksuja SPV:lle, kun taas SPV on velvollinen korvaamaan mahdolliset sopimuksessa määritellyt tappiot. (Doherty 2000, 611 – 612.)



KUVA 11. Katastrofibondin rakenne (Doherty 2000, 612.)

SPV kerää tarvittavat rahat sijoittajilta laskemalla liikkelle katastrofibondin. Kun merkintäaika on ohi, se tallettaa katastrofibondin pääoman rahastoon, missä ne tuottavat korkoa. Jos sopimuksessa määritelty katastrofi tapahtuu, SPV on velvollinen korvaamaan vakuutusyhtiön esittämät tappiovaatimukset. Samalla sijoittajat menettävät sijoittamastaan pääomastaan vähintään maksettujen vahingonkorvausten verran. Sijoittajilla on mahdollisuus saada osa sijoittamastaan pääomastaan takaisin tappion tapahtuessa, mikäli katastrofista aiheutuneet tappiot jäävät pienemmiksi kuin sijoitettu pääoma. (Doherty 2000, 611 – 612.)

Koska sijoittajilla on mahdollisuus menettää mahdollisuus sijoittamansa pääomaosuus, katastrofibondeihin liittyviä riskejä pidetään suurina, jonka vuoksi katastrofibondien korkotuotto on keskimääräistä parempi. Järvisen & Ellolan (2007, 123 – 125) katastrofibondin heikkoutena pidetään niiden liikkeellelaskun kalleutta; sijoittajille on maksettava vuotuiset korkotuotot, vaikka tappiota ei tapahtuisikaan.

Katastrofibondit voidaan suunnitella saavuttamaan tasapaino perusriskin ja moral hazardin välillä. Seuraavan yhtälön avulla saadaan vakuutusyhtiön pääoman lopullinen määrä katastrofibondin yhteydessä:

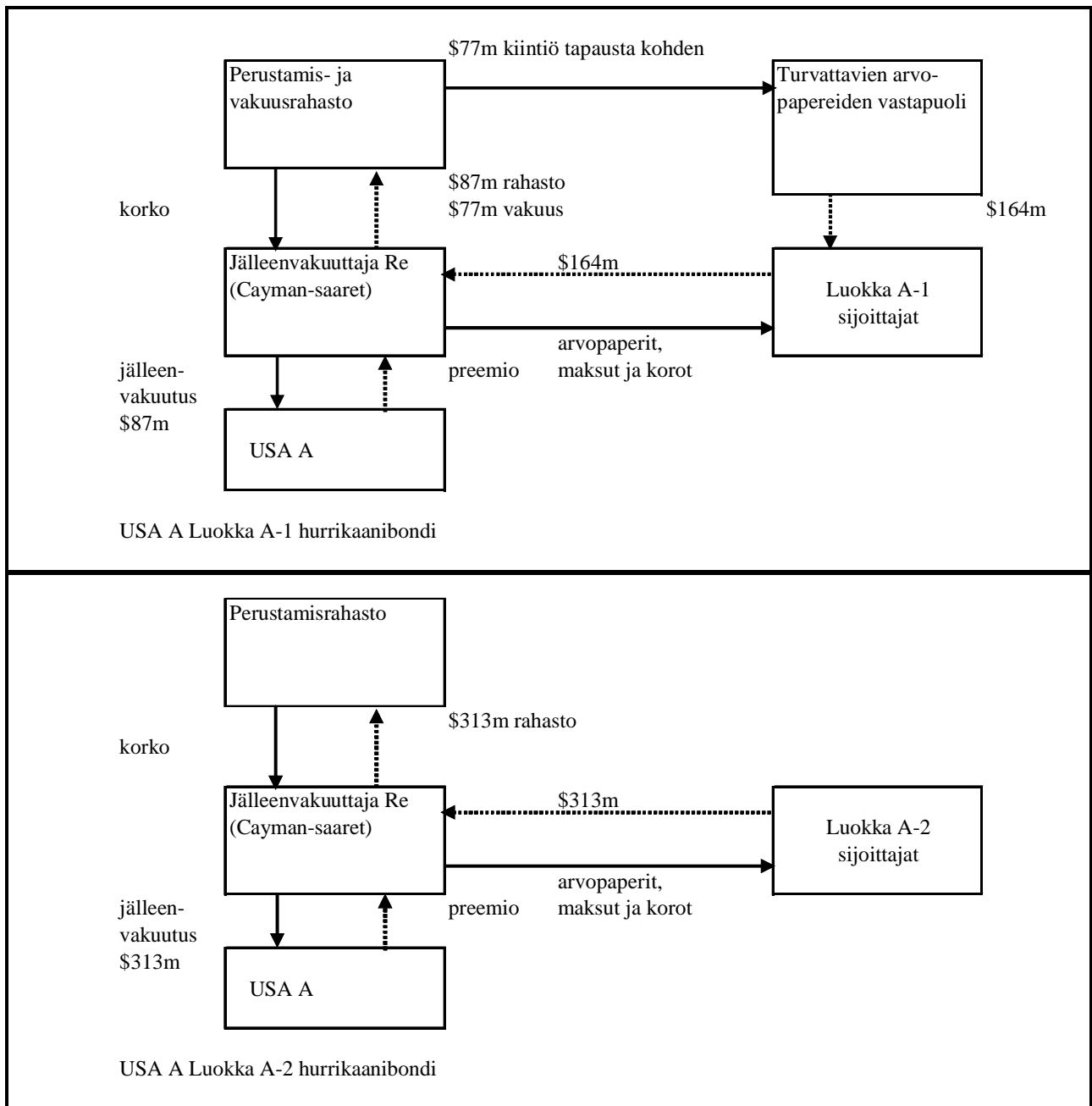
$$T = \{E + D\}(1 + E(r)) - E(L(a)) - D(1 + r) - h(C(I;S)) - a, \quad (7)$$

missä D tarkoittaa velkakirjan nimellisarvoa, jolle maksetaan korkoa r . Katastrofibondin velkakirjan nimellisarvoa ei tarvitse maksaa takaisin, mikäli sopimuksessa määritelty tappio tapahtuu. Termin $hC(I;S)$ mukaan katastrofibondi on sisäinen osto-optio, joka riippuu katastrofitappioindeksistä I sekä myyntihinnasta S . Mikäli indeksi I on suurempi kuin myyntihinta S , velka maksetaan takaisin. Termi h puolestaan tarkoittaa suojaussuhdetta, joka voidaan tulkita prosenttiosuutena I - S :stä, joka otetaan pääomasta.

Moral hazard-ilmion analyysi on samanlainen tässä yhteydessä kuin jälleenvakuutuksen ja katastrofibondin yhteydessäkin eli yhtälö (6) on voimassa. Yhtälön (6) tulkinta riippuu nyt siitä, onko perusriskiä olemassa (eli onko I yhtäsuuri kuin L). Oletetaan, että bondi annetaan anteeksi eli ensivakuutusyhtiön ei tarvitse maksaa takaisin velkakirjan nimellisarvoa, jolloin tappioindeksi on yhtä suuri kuin tappiot. Jos ensivakuutusyhtiön ei tarvitse maksaa takaisin katastrofibondin velkakirjan nimellisarvoa esittämiään katastrofitappiotaan vastaan, niin silloin vakuutusyhtiöllä ei ole mitään kannustinta kontrolloida tappioitaan. Tappioiden kontrollointi vain lisäisi takaisin maksettavan velan määrää (ensimmäinen ja kolmas termi jäisivät pois). Ilman katastrofibondia ensivakuutusyhtiö hyötyisi kaikista lievytyksen tuomista eduista ja valitsisi sellaisen lievytyksen tason, jossa rajahyöty on yhtäsuuri kuin rajakustannus. (Doherty 2000, 610.)

Jos vakuutusyhtiön ei tarvitse maksaa takaisin velkakirjan nimellisarvoa jonkin liiketoiminta-alan katastrofitappioindeksin perusteella (eli katastrofibondi annetaan anteeksi), $I \neq L$, moral hazard - ilmiö on samanlainen kuin katastrofioptioiden yhteydessä. Lievennykseen käytetyt rahat pienentävät vain ensivakuutusyhtiön tappiokustannuksia ja samalla pienentävät tappion todennäköisyyttä. Koska tappion todennäköisyys pienenee, ensivakuutusyhtiön mahdollisuus saada katastrofibondi anteeksi pienenee samalla, joten ensivakuutusyhtiö valitsee sellaisen tason lievytystä, joka vähentää velan anteeksiantoa indeksissä määrättyyn tasoon asti. (Doherty 2000, 610.)

USA A alkoi kehittämään katastrofiin liittyviä johdannaisia jo vuonna 1992, sillä varsinkin yhtiön kokemat vakuutustappiot Hurrikaani Andrew'n katastrofista olivat poikkeuksellisen suuret johtuen yrityksen riskien keskittymisestä korkeiden riskien osavaltioihin, kuten Kaliforniaan, Teksasiin, Floridaan sekä Pohjois-Carolinaan. Kuvassa 12 on USA A:n katastrofibondin rakenne.



Kuva 12. USA A Luokka A-1 ja A-2 katastrofibondit (Banks 2004, 126 – 127.)

Kuvan 12 ylemmässä osassa on luokka A-1 katastrofibondi, kun taas alemmassa osassa on luokka A-2 katastrofibondi. Sopimuksen katastrofiehdoiksi laitettiin katastrofin tapahtuminen, jonka

suuruus on katastrofiasteikolla mitattuna luokkaa 3, 4 tai 5 ja jonka aiheuttamat nettotappiot on määritelty USA A:n portfolion parametreissa. Jälleenvakuuttaja Re Cayman-saarilla toimi vakuutusyhtiön ja sijoittajien välisenä yhdyssiteenä. Jälleenvakuutusyhtiö laski liikkeelle arvopaperit, keräsi rahat sijoittajilta, talletti sijoittajilta saadut rahat rahastoon sekä maksoi sijoittajille korkotuotot. Jälleenvakuutusyhtiö myönsi USA A vakuutusyhtiölle jälleenvakuutussuojan (\$400 m). (Banks 2004, 126.)

Bondi rakennettiin antamaan vakuutusyhtiölle XOL (excess off loss) suojakerros, jonka alaraja on \$1 bn ja yläraja on \$500 m, josta 80 % kuuluu jälleenvakuutuksen piiriin ja 20% katetaan esimerkiksi rinnakkaisvakuutuksella. Jälleenvakuutuksen tarjoama suoja on \$400 m. Residential Re perustettiin itsenäisenä yhtiönä Caymansaarille, ja se toimii bondien liikkeellelaskijana. Arvopaperit on luokiteltu kahteen luokkaan, jotka koostuvat kolmesta osasta: luokka A-1, reitattu AAA, muodostuu \$77 m kiinteistä pääoma-arvopapereista ja \$87 vaihtuvista pääoma-arvopapereista sekä luokka A-2, reitattu BB, muodostuu \$313 vaihtuvista pääoma-arvopapereista. (Banks 2004, 126.)

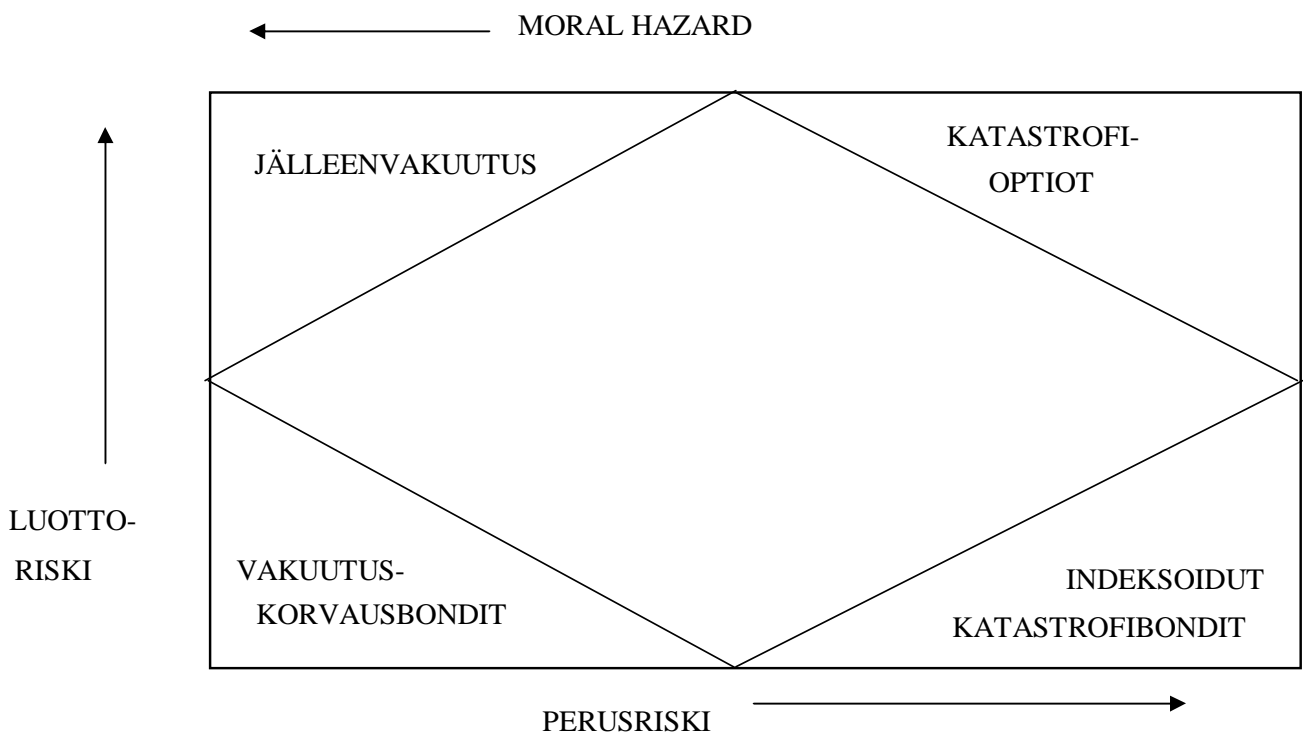
4.2 Katastrofioptiot

Katastrofioptioiden käyttö on yleistynyt, koska niiden avulla vakuutusyhtiöt voivat hallita moral hazard -ongelmaa sekä luottoriskiä. Katastrofioptioilla käydään kauppaa Chicagon kauppakamarilla. Katastrofi-optiot pohjautuvat vahinko-indeksin käyttöön siten, että vahinko-indeksin ylittäessä ennalta määrätyn tason on katastrofi-option ostajalla oikeus maksuun. Vahinko-indeksit perustuvat aluekohtaisiin laskelmiin siten, että ne kattavat Yhdysvaltojen osavaltiot. Sijoituksen riskitaso kannattaa hajauttaa ostamalla eri alueiden optioita, joiden riskitasot poikkeavat toisistaan ja riskien toteutuminen yhtä aikaa on harvinaista. (Järvinen & Ellola 2007, 126.)

Katastrofioption suojauksella on sama optimi kuin jälleenvakuutuksella eli yhtälö (6) on voimassa. Koska vakuutusyhtiö maksaa omat tappiot, L, mutta saa maksun valitusta indeksistä, I, optioihin liittyy perusriski (eli L ei ole yhtäsuuri kuin I). Perusriskin suuruus vaihtelee. Ensimmäiseksi vakuutusyhtiön omat tappiot vaikuttavat indeksiin, mutta monien vakuutusyhtiöiden kohdalla vaikutukset ovat pieniä. Toiseksi siinä laajuudessa kuin ensivakuuttajan portfolio on samanlainen/erilainen kuin muiden vakuutusyhtiöiden, jotka muodostavat indeksin, perusriski on pieni/suuri. (Doherty 2000, 607.)

Ensivakuutusyhtiö, joka pystyy harjoittamaan ex ante ja ex post lievytystä, hyötyy paljon tekemistään toimenpiteistään. Ensivakuutusyhtiön saamat vahingonkorvausvaatimukset laskevat, joten panostukset lievytstoimenpiteisiin kannattavat. Katastrofioptioiden käyttö pienentää näin moral hazard -ongelmaa. Katastrofioptiot sisältävät luottoriskiä aivan kuten jälleenvakuutuskin. Monien rahoitusinstrumenttien yhteydessä käytetään ”mark to market”-menetelmää, jonka avulla yritetään suojautua luottoriskiltä. Kun arvopaperit on laskettu liikkeelle, niistä saadut rahat talletetaan ns. turvarahastoon. Luottoriskin olemassaolo ja laajuus paljastuu vasta sitten, mikäli rahastoon kerätyt varat eivät riitä kattamaan katastrofista aiheutuneita kustannuksia katastrofin sattuessa. (Doherty 2000, 608-609.)

Kuvassa 13 on esitelty luonnonkatastrofiriskin suojautumista varten luotu suunnittelutila, johon on merkitty eri suojautumisvaihtoehdot; jälleenvakuutus, vakuutuskorvausbondit, indeksoidut katastrofibondit sekä katastrofioptiot. Eri vaihtoehdot sijoittuvat eri puolille neliöitä sen mukaan, miten ne sisältävät luotto- ja rahoitusriskiä sekä moral hazard -ongelmaa. (Doherty 2000, 616.)



Kuva 13. Katastrofiriskin turvaaminen (Doherty 2000, 616).

Jälleenvakuutus sijoittuu vasempaan yläkulmaan suunnittelutilassa, koska jälleenvakuutus sopimus on vahingonkorvaussopimus, johon ei liity perusriskiä, mutta joka altistuu moral hazard -

ongelmalle. Suunnittelutilan avulla voidaan osoittaa, että perusriskin ja moral hazard -ongelman välillä on negatiivinen riippuvuussuhde: mitä suurempi perusriski, sitä vähemmän moral hazardia ja vastaavasti mitä pienempi perusriski, sitä enemmän moral hazardia. Suunnittelutilan avulla voidaan tarkastella uusia rahoitusinstrumentteja, jotka sijoittuvat omiin lokeroihinsa suunnittelutilassa. Uudet rahoitusinstrumentit laajentavat valikoimaa, josta ensi- ja jälleenvakuutusyhtiöt voivat valita sopivimmat katastrofisuojauskeinot ja hallita samalla perus- ja luottoriskiä sekä moral hazard -ongelmaa. (Doherty 2000, 605 – 615.)

4.3 Captive-yhtiöt

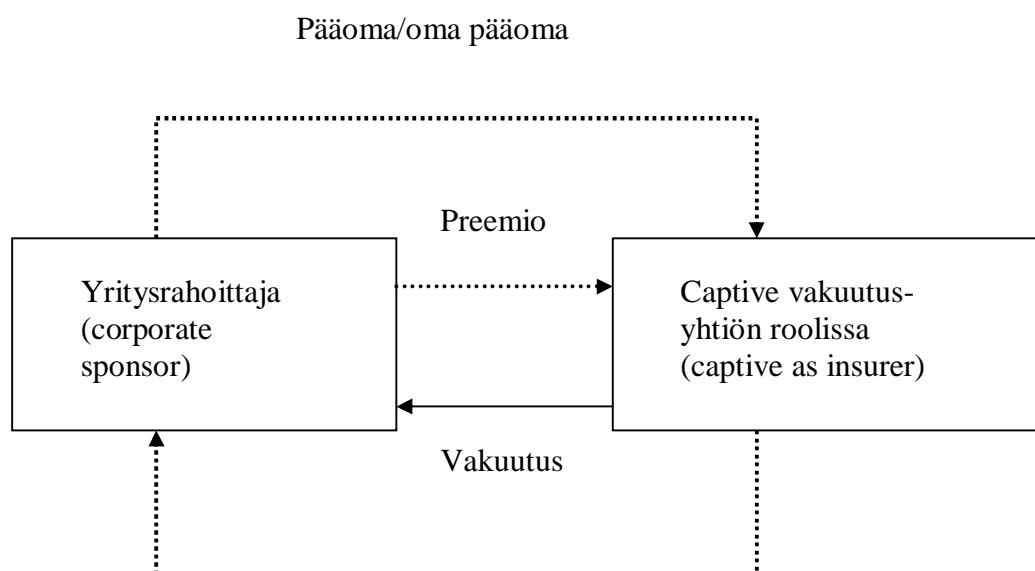
Captive-yhtiöt yleistyivät 1970-luvulla vakuutusmarkkinoiden kovan syklin aikaan. 1980-luvulla captive-yhtiöiden veroetuuksia poistettiin ja vakuutus- ja jälleenvakuutusmarkkinoiden sykli pehmeni, jonka vuoksi captive-yhtiöiden suosio laski. Uusi kukoistusvaihe koitti 1990- ja 2000-luvuilla, kun markkinasykli kääntyi kovaksi ja yritysten riskien hallintamenetelmät kehittyivät. (Banks 2004, 89 – 90.)

Vuonna 2003 maailmalla toimi noin 5000 captive-yhtiötä globaalisti, joiden hallussa olevat varat olivat noin \$130 biljoonaa (miljardia) dollaria ja niiden vastaanottamat bruttopreemiot olivat noin \$25 biljoonaa (miljardia) dollaria vastaten noin 10 % maailmanlaajuisesta kaupallisesta vakuutuspreemioista. (Banks 2004, 89 – 91.) Suurin osa captive-yhtiöistä on sijoittunut ns. veroparatiiseihin, joissa on joko alhaiset verot ja/tai vähän captive-toimintaa koskevaa lainsäädäntöä. Näitä ovat Bermuda, Caymansaaret, Guernsey, Vermont, Luxembourg, Barbados, Mansaaret ja Irlanti. (Järvinen & Ellola 2007, 118.)

Captive-yhtiöiden käyttö on lisääntynyt, koska ne tarjoavat sopivan ja joustavan riskisuojan varsinkin sellaisia riskejä vastaan, joita varten ei ole tarjolla vakuutusta tai tarjottu vakuutus on liian kallis. Captiven avulla yritys pystyy säästämään agentti- ja meklarikustannuksissa sekä muissa vakuutustoiminnan kiinteissä kustannuksissa. Captiven mukanaan tuomat sijoitustuottojen verohelpotukset riippuvat captiven yhtiörakenteesta sekä sijaintimaasta. Suojeluun ja tappion ennaltaehkäisyyn kannattaa panostaa, koska se vaikuttaa odotetun tappion suuruuteen. Captiven ja yrityksen välillä ei ole moral hazard -ongelmaa, koska molemmilla on samat taloudelliset tavoitteet. (Banks 2004, 91.)

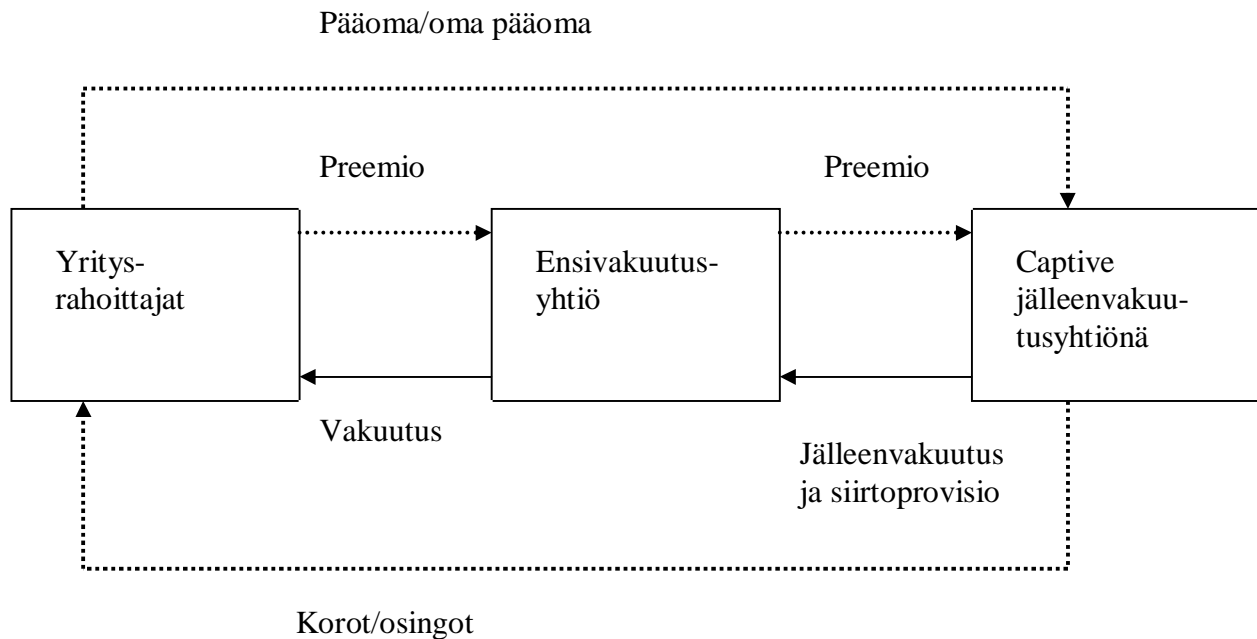
Captiven käytön yleistymistä puoltaa moni seikka. Ensinnäkin yritys pystyy pienentämään tuottojen vaihtelua captiven avulla, koska kustannukset pystytään ennakoimaan entistä tarkemmin. Yrityksen kulurakenne ei ole riippuvainen enää markkinoiden syklisyydestä (pehmeästä/kovasta vaiheesta) ja sitä myötäilevistä preemiomaksuista. Yritys pääsee helpommin captiven avulla ammattimaisille ja usein entistä kilpailukykyisemmille jälleenvakuutusmarkkinoille. Captive auttaa yritystä kasvattamaan rahaston tuottoa, joka voidaan käyttää mieluummin yrityksen kuin kolmannen osapuolen yrityksen hyväksi. Captiven perustamisen eduista tärkeimpiä on se, että sen avulla voidaan säilyttää ja hallita korkean frekvenssin riskejä kustannustehokkaalla tavalla. Captivea onkin sanottu sisäiseksi pidätysrahastoksi, koska sillä on oma sisäinen yritys rakenne ja organisaatio. (Banks 2004, 91 – 92.)

Järvisen ja Ellolan (2007, 117) mukaan captivet ovat yleensä suuren yrityksen tai konsernin omistamia vakuutusyhtiöitä, joiden tehtävänä on vakuuttaa omistajien riskejä ja jonka edunsaajana on vakuutuksenottajat. Captivet eivät ole määritelmän mukaan itsenäisiä yrityksiä, sillä ne perustetaan palvelemaan perustajiaan eli vakuutuksenottajiaan, joiden määrä on rajoitettu määriteltyyn intressipiiriin. Captiven ja keskinäisen vakuutusyhtiön keskeinen ero perustuu captiven rajoitettuun vakuutuksenottajamäärään sekä heidän osallistumisesta yrityksen ydintoimintoihin, joita ovat vakuutuspolitiikka, vahinkojen käsittely sekä sijoitustoiminta. Kuvassa 14 on tilanne, jossa captive on perustettu toimimaan ensivakuutusyhtiönä. (Järvinen & Ellola 2007, 117 – 118.)



KUVA 14. Captive ensivakuutusyhtiönä (Banks 2004, 90).

Captive voi toimia myös jälleenvakuuttajana. Captiven asema ensivakuutusyhtiönä on esitetty Kuvassa 14, kun taas Kuvassa 15 on esitetty captive jälleenvakuutusyhtiön roolissa. Captive voidaan perustaa myös vain erityisen suurten riskien vakuuttamista varten (kuten varautuminen katastrofitappioihin), jolloin se pyrkii toimimaan joko yhtenä ensi- tai jälleenvakuuttajana. Järvisen & Ellolan (2007, 118) mukaan yritykset, joiden keskimääräinen vahinkosuhte on alhaisempi, hyötyvät captiven perustamisesta, koska ne pystyvät säästämään vakuutusmaksuissa.

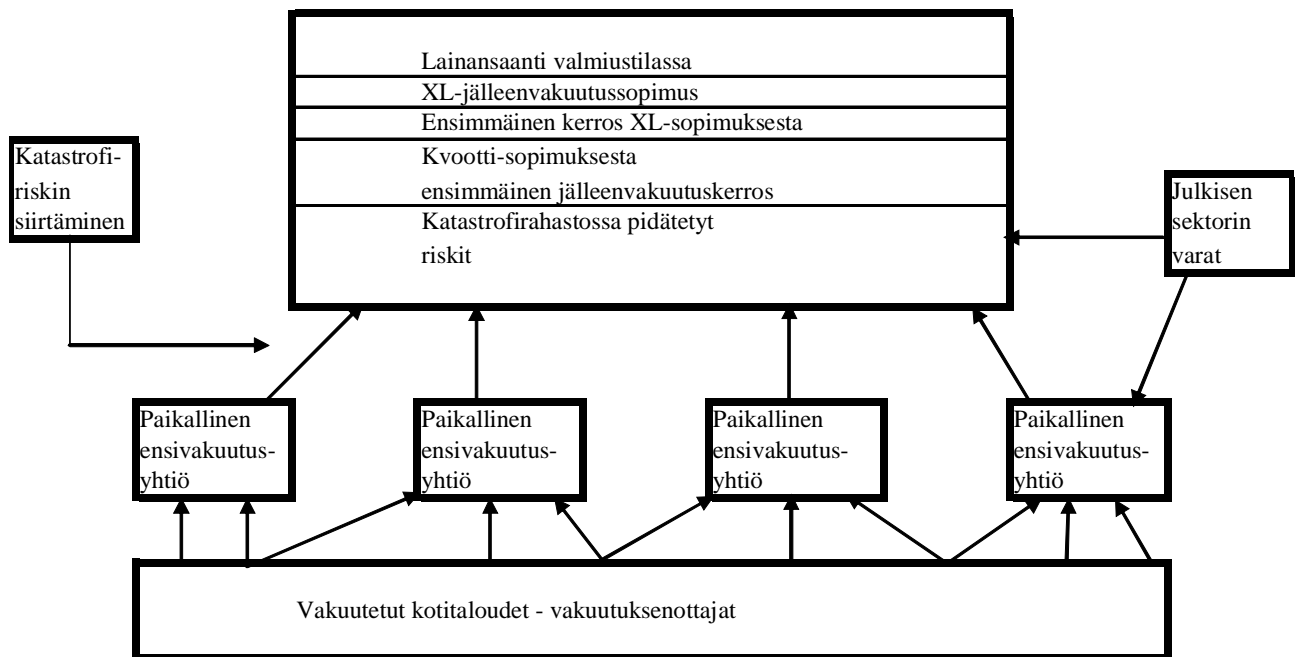


KUVA16. Captive jälleenvakuutusyhtiönä (Banks 2004, 90).

Jälkimmäisessä kuvassa captive toimii jälleenvakuutusyhtiönä. Kuvan 15 rakenne antaa captive-yhtiölle mahdollisuuden välttää monia ensivakuutusyhtiöitä koskevia säännöksiä ja antaa sille mahdollisuuden osallistua vapaasti jälleenvakuutusmarkkinoille, missä se voi saada paremmat jälleenvakuutushinnat ja -ehdot. (Banks 2004, 89.)

4.4 Poolit

Pooli perustetaan usein yksittäisten vakuutusyhtiöiden toimesta, jotka muodostavat yhdessä katastrofiriskiä varten kootun rahaston. Kuvan 16 mukaisesti katastrofiriskin suojautumISRakenne on muodostettu siten, että ensimmäinen osuus muodostuu omapidätysosuudesta.



KUVA16. Katastrofiriskin siirtorakenne (Pollner 2001, 81).

Seuraava kerros on kvootti-jälleenvakuutuskerros, ja nimensä mukaisesti se tarkoittaa riskejä, jotka on siirretty jälleenvakuutusyhtiön kannettavaksi. Kaksi seuraavaa kerrosta muodostuu XL-jälleenvakuutussopimuksista, joiden jälkeen ylimpänä kerroksena pooli on neuvotellut mahdollisuudesta saada lainaa, mikäli tappiot ylittävät aikaisemmat suojakerrokset. (Pollner 2001, 81.)

Järvisen & Ellolan (2007, 120 – 121) mukaan poolin ydinajatuksena on kerätä toisistaan riippumattomat riskit yhteen pooliin, jolloin poolin kokonaisriski jää alhaisemmaksi kuin yksittäisen riskin. Eli jos riskit ovat riippumattomia toisistaan, poolin riskitaso alenee merkittävästi; jos riskit puolestaan korreloivat keskenään, niin silloin poolin riskitalo ei alennu yhtä merkittävästi. Poolin valttina on sen käytännöllisyys ja edullisuus riskin hajauttamisessa (Järvinen & Ellola 2007, 120 – 121.)

Poolin hallinto pitäisi järjestää siten, että siitä huolehtii riippumaton taho, jolla on käytössään parhaimmat merkintä- sekä rahoitusperiaatteet ja joka pystyy luomaan suhteet paikallisiin ensivakuutusyhtiöihin. Poolin hallinnon on asetettava taktiset periaatteet, kuten maksimirajat siirretyille suojille (esimerkiksi rationaalinen minimi paikallinen pidätys) sekä minimipääomavaatimukset ja portfolion riskiarviointi, joka perustuu yleisesti hyväksytyille periaatteille (kuten omaisuusarviointi, riskikaavoitus, maankäytön rajoitukset). (Pollner 2001, 82.)

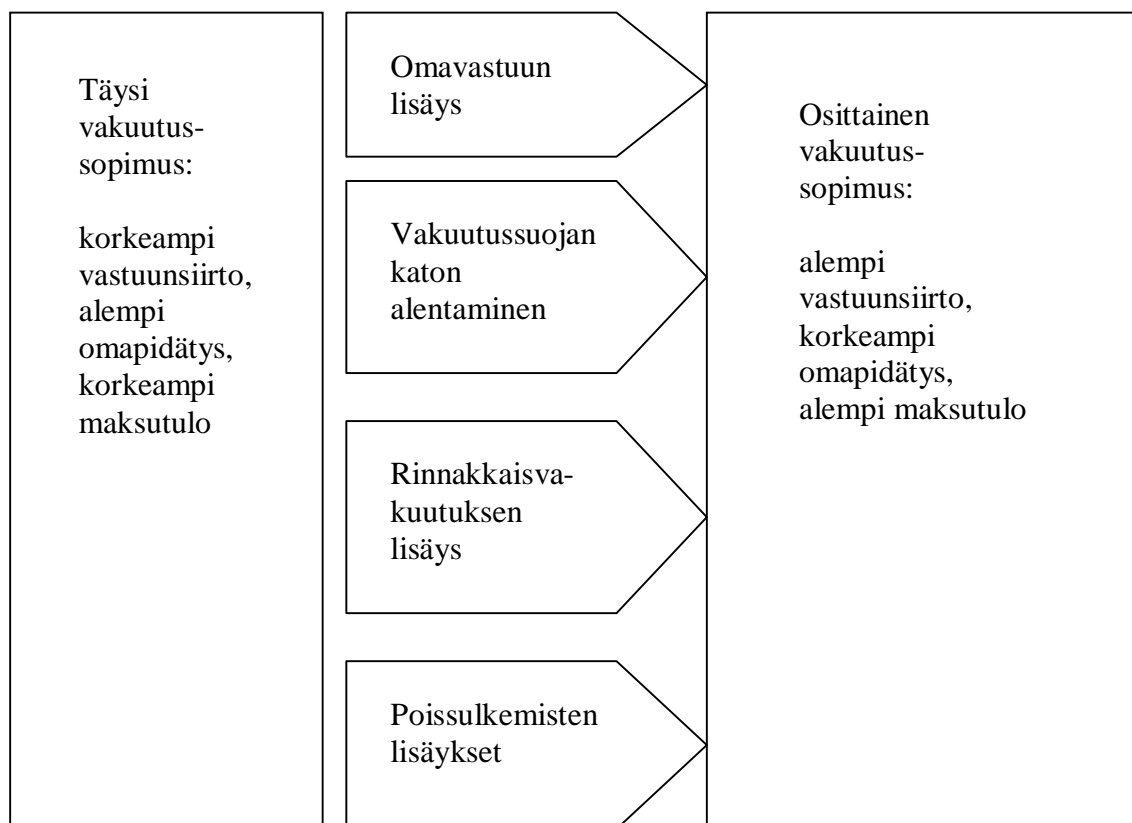
Poolin perustamisen syytä on muun muassa pyrkimys alentaa vakuutusmaksutasoa ja volatilitteettia. Näin pystytään saavuttamaan korkeampi suojaustaso kuin mitä olisi mahdollista saavuttaa yksittäisen vakuutusyhtiön kautta. Poolin avulla voidaan yrittää myös kehittää paikallisia finanssimarkkinoita ja uudenlaisia vakuutusmekanismeja, jotta markkinoille saataisiin uutta vakuutuskapasiteettia ja riskien hajatusta. (Järvinen & Ellola 2007, 120 – 121.) Pollnerin (2001, 81) mielestä on tärkeää havaita, että pystytäänkö poolin avulla luomaan ylimääräistä kapasiteettia (katso Kuva16) vai sekoitetaanko olemassa olevia pääomatasoja uudelleen poolijärjestelyn avulla.

Poolille voidaan hankkia jälleenvakuutus sopimuksia markkinoilta, kuten Kuvasta 16 näkyy. Poolin maksama hinta jälleenvakuutuksesta on usein edullisempi kuin jos sen sisältämille yksittäisille riskeille hankittaisiin jälleenvakuutus erikseen. Järvisen ja Ellolan mukaan (2007, 122 – 123) poolin riskit toteutuvat harvoin yhtä aikaa, sillä vain osaan riskeistä kohdistuu samanaikaisuutta, jolloin jolloin odotettu maksimitappio (EML = expected maximum loss) jää poolin kokoa selvästi alhaisemmaksi. Esimerkiksi lentoyhtiön kaikki lentokoneet vakuutetaan lentopoolissa, koska yhden jälleenvakuutusyhtiön jälleenvakuutuskapasiteetti ei riitä yksinään tarjoamaan riittävää suojausta lentoyhtiön riskeille. Lentopooli muodostaa hyvän vaihtoehdon perinteiselle jälleenvakuutukselle, sillä lentoyhtiön koneet ovat todennäköisesti eri lentokentillä. Yhdellä lentokentällä sattuvalla onnettomuudella ei ole vaikutusta kuin kentällä oleviin koneisiin. (Järvinen & Ellola 2007, 122 – 123.)

Poolin toiminnan kannalta olennaista on myös sen kyky edelleenvakuuttaa joitain kansainvälisen kaupallisen jälleenvakuutuksen riskejä ja kyky toimia jälleenvakuuttajana katastrofiriskien kohdalla. Pooli tarvitsee riittävästi toimintapääomaa, jotta se pystyy varautumaan mahdollisten odotettujen tappioiden realisoitumiseen. (Pollner 2001, 81.)

4.5 Itsevakuuttaminen, osittainen vakuuttaminen ja rinnakkainvakuutus

Itsevakuuttaminen on eräs riskienhallintakeino, jossa ensivakuutusyhtiö ei siirrä ensivakuutuskantaansa sisältyviä riskejä eteenpäin vakuutusketjussa, vaan pitää riskit omalla vastuullaan ja varautuu maksamaan tapahtuvat vahingot. Ensivakuutusyhtiöltä vaaditaan korkeaa vakavaraisuusastetta ja likviditeettiä, jotta itsevakuuttaminen riskienhallintamenetelmänä onnistuisi. Itsevakuutustusta voidaan suositella ns. rutiiniriskeille, joiden aiheuttamat tappiot pystytään arvioimaan helposti ja luotettavasti vuositasolla (esimerkiksi paloriskistä aiheutuvat tappiot). Luonnonkatastrofin aiheuttamat riskit muodostavat toisen ääripään, sillä niiden suojaamiseksi ei välttämättä ole tarjolla jälleenvakuutusta tai tarjotun suojan hinta on liian korkea, jolloin ensivakuutusyhtiö ei pysty siirtämään riskejä eteenpäin. Kuvassa 17 on näytetty, millä keinoilla täysi vakuutus voidaan muuttaa osittaiseksi vakuutus sopimukseksi. (Järvinen & Ellola 2007, 128.)



KUVA18. Täyden vakuuttamisen muuttaminen osittaiseksi vakuutukseksi (Banks 2004, 68).

Osittaisessa vakuuttamisessa ensivakuutusyhtiö ostaa vain osalle riskistä jälleenvakuutusuojan ja pitää itsellään tavallista suuremman osuuden riskistä. Koska maksettu jälleenvakuutuspremio on yhteydessä siirretyn riskin määrään, pystyy ensivakuutusyhtiö säästämään vakuutusmaksuissaan siirtäessään vain pienen osan riskiä ja hyödyntämällä osittaisvakuutusta. (Järvinen & Ellola 2007, 129.)

Ensimmäiseksi ensivakuutusyhtiön omavastuuosuutta voidaan lisätä, jolloin siirretyn riskin määrä ja jälleenvakuutuspremio pienevät. Toisena vaihtoehtona on alentaa vakuutusuojan kattoa eli ensivakuutusyhtiön siirtämä riskin osuus jälleenvakuutusyhtiölle pienenee. (Banks 2004, 66.)

Rinnakkaisvakuutus (copay/coinsurance) toimii tilanteissa, joissa ensi- ja jälleenvakuutusyhtiö jakavat keskenään vahingot. Rinnakkaisvakuutuksessa on määritelty suhteellisia osuuksina ensivakuutusyhtiön osuus maksimivahingon määrästä, joka voidaan siirtää jälleenvakuutusyhtiön maksettavaksi. Viimeisenä on vakuutus sopimuksen kattavuuden rajoittaminen, mikä tarkoittaa yleensä poissulkemislausekkeita/-ehtoja, joita käytetään, kun halutaan sulkea osa riskeistä pois jälleenvakuutuksen piiristä. (Järvinen & Ellola 2007, 129 – 130.)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkielmassa perehdyttiin, millä tavalla ilmastonmuutos vaikuttaa äärimmäiseltä katastrofiriskiltä suojautumiseen. ABI:n (Association of British Insurers) tutkimuksen mukaan ilmastonmuutos lisää riskipääoman tarvetta vakuutusmarkkinoilla. Riskipääoman tarve riippuu huomattavasti toteutuvasta päästöskenaariosta. Mikäli korkea päästöskenario toteutuu, vakuutusala tarvitsee noin 90 % enemmän riskipääomaa Yhdysvaltojen hurrikaaneja varten, 80 % Japanin taifuuneja varten ja 5 % Euroopan talvimyrskyjä varten. Jos taas alhainen päästöskenario toteutuu, vakuutusalan tarvitsema riskipääoma on noin 20 % enemmän Yhdysvaltojen hurrikaaneja varten sekä 10 % Japanin taifuuneja varten, kun taas Euroopan talvimyrskyjen kohdalla riskipääoman muutos on vähäinen matalan päästöskenaarion toteutuessa.

Vakuutusalan pääoman tarpeen kasvu nostaa pääoman tuottoasteen vaatimusta ylöspäin. Vakuutussektorin pääomakustannukset nousevat, jonka vuoksi vakuutusalan yritysten (sekä ensi- että jälleenvakuutusyhtiöiden) on nostettava preemioita selvittääkseen kohonneista pääomakustannuksista. Vakuutusalan preemiotarve kasvaa siten, että matalan päästöskenaarion toteutuessa preemiota pitää korottaa 20 % USA:n hurrikaaneja varten, kuten myös Japanin taifuuneja varten. Euroopan talvimyrskyt vakuutusala pystyy kattamaan nykyisellä preemiotasolla.

Mikäli korkea päästöskaario toteutuu, on preemioita korotettava yli 80 % USA:n hurrikaanien ja Japanin taifuunien aiheuttamien tappioiden kattamiseksi, kun taas Euroopan talvimyrskyjä varten on preemiota korotettava yli 15 %.

ABI:n tutkimuksen tulokset ovat johdonmukaisia, kun tarkastellaan kuluneiden 20 vuoden aikana sattuneita katastrofeja. 1990-luvulla sattuneet luonnonkatastrofit, kuten talvimyrskyt Daria ja Vivian (1990), Hurrikaani Andrew (1992) sekä Norhtridgen maanjäristys (1994), vaikuttivat jälleenvakuutusmarkkinoiden tasapainoon. Samaten syyskuun 2001 terroristi-iskut ja vuoden 2005 hurrikaanit vähensivät tarjotun jälleenvakuutussuojan määrää katastrofiherkillä alueilla. Hurrikaani Katrina (2005) oli tarkastellun 1970 – 2006 ajanjakson kallein vakuutustapahtuma ja se aiheutti tuhoa Yhdysvalloissa, Meksikonlahdella, Bahamalla ja Pohjois-Atlantilla. Jälleenvakuutussuojan supistuva tarjonta ja vastaavasti kasvava kysyntä ovat nostaneet jälleenvakuutussopimusten hintaa. Vakuutustappioiden kasvua ei voida kokonaan selittää äärimmäisten sääilmiöiden yleistymisellä, vaan vakuutustappioiden kasvuun ovat vaikuttaneet muun muassa väestönkasvu katastrofiherkillä alueilla, vakuutustiheyden kasvu sekä yleinen elintason kohoaminen ja materiaalisen vaurauden lisääntyminen.

Luonnonkatastorifiriskin arvopaperistaminen sai alkunsa 1990-luvulla korkean jälleenvakuutushinnan vallitessa. Katastrofeja mallintavilla yrityksillä on ollut tärkeä asema tiedon laadun, luotettavuuden ja tasapuolisen saatavuuden parantumisessa, ja ne ovat omalta osaltaan vaikuttaneet uusien rahoitusinstrumenttien kehittymiseen. Katastorifibondit ja -optiot ovat luonnonkatastorifiriskin perinteisen suojauksen, jälleenvakuutuksen, vaihtoehto. Ensi- ja jälleenvakuutusyhtiö voi käyttää pääomamarkkinoiden tarjoamia suojausvaihtoehtoja silloin, kun se haluaa kontrolloida moral hazard -ongelmaa, luotto- tai perusriskiä. Katastrofibondien ja -optioiden käyttö on lisääntynyt myös kovan markkinasyklin aikaan, kun jälleenvakuutushinta on korkealla ja tarjotun jälleenvakuutussuojan määrää on rajoitettu.

Koska ilmastonmuutos lisää äärimmäisten katastrofien esiintymistiheyttä ja voimakkuutta, äärimmäisten katastrofien rahoitus muodostaa haasteen sekä yksityiselle että julkiselle sektorille. Vakuutussektori ei välttämättä halua tarjota enää vakuutusta alueille, jotka ovat herkimpiä katastrofeille (kuten Meksikonlahti ja Japani). Vakuutussopimusten kattavuuden säätely sekä preemioiden säätely vaikuttavat vaihtoehtoisten riskinhallintamenetelmien (alternative risk transfer eli ART) kehittymiseen jatkossakin. Myös yksityisen että julkisen sektorin yhteistyö

vakuutussektorilla tulee yleistymään, jotta vakuutusta olisi mahdollista tarjolla myös katastrofiherkillä alueilla.

Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (International Panel on Climate Change) neljännen arviointiraportin mukaan äärimmäisten sääilmiöiden voimakkuus ja esiintymistiheys lisääntyvät vuoteen 2080 mennessä. Ilmastonmuutoksen voimakkuus riippuu toteutuvista hiilidioksidipäästöistä. Poliittista yksimielisyyttä ei ole kuitenkaan vielä saavutettu hiilidioksidileikkausten suhteen, joten ilmastonmuutoksen voimakkuuden toteutumisen suhteen vallitsee epävarmuus. Kun tarkastellaan ilmastonmuutoksen aiheuttamia muutoksia eri maanosien välillä, voidaan havaita, että muutokset jakautuvat epätasaisesti. Afrikan, Latinalaisen Amerikan, Australian ja Etelä-Euroopan kokemat kuivuus- ja hellejaksot laskevat maa- ja metsätaloustuottavuutta, kun taas Pohjois-Euroopan, Pohjois-Amerikan ja Venäjän maa- ja metsätaloustuottavuus kasvaa pidentyneen kasvukauden vuoksi. Latinalaisessa Amerikan sekä Australian luonnon monimuotoisuus on uhattuna ilmastonmuutoksen myötä. Köyhillä kehitysmailla on rikkaita teollisuusmaita huonommat edellytykset mukautua ilmastonmuutokseen, joten poliittista yhteistyöhalukkuutta tarvitaan köyhien kehitysmaiden auttamiseksi.

LÄHTEET

AIR. (2003). *Catastrophe Loss Analysis Service for Corporate Risk Management*. Boston: AIR Worldwide Corporation Headquarters.

Association of British Insurers. ABI. (2005). *Financial Risks of Climate Change. Summary Report*. June 2005. Climate Risk Management. Metroeconomica. Economic and Environmental Consultants. London: Association of British Insurers.

Banks, Erik. (2004). *Alternative Risk Transfer. Integrated Risk Management through Insurance, Reinsurance and the Capital Markets*. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.

Doherty, Neil. A. (2000). *Integrated Risk Management. Techniques and Strategies for Reducing Risk*. USA: McGraw-Hill, Inc.

Doherty, Neil. A. (1997). *Innovations in Managing Catastrophe Risk*. The Journal of Risk and Insurance. Vol. 64, 714-718.

Enz, Rudolf. (2002). *The Insurance Cycle as an Entrepreneurial Challenge*. Zurich: Swiss Re.

International Panel on Climate Change. IPCC. (2007). *Fourth Assessment Report. Climate Change 2007. Synthesis Report*. (K.Ruosteenoja Käänt.) Valencia.

Järvinen, Raija & Ellola, Pertti. (2007). *Jälleenvakuutus*. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy.

Kunreuther, Howard C. & Michel-Kerjan, Erwann O. (2007). *Climate Change, Insurability of Large-Scale Disasters and the Emerging Liability Challenge*. Working Paper 12821. Cambridge: National Bureau of Economic Research.

Mills, Evan; Roth, Richard J. Jr & Lecomte, Eugene. (2005). *Availability and Affordability of Insurance Under Climate Change: A Growing Challenge for the U.S.* Boston: Investor Network on Climate Risk. Ceres, Inc.

Pollner, John D. (2001). *Managing Catastrophic Disaster Risks Using Alternative Risk Financing And Pooled Insurance Structures*. World Bank Technical Paper no. 495. Work in progress for public discussion. Washington: World Bank.

Stern, Nicholas. (2006). *Stern Review on the Economics of Climate Change. The Final Report. Part II: The Impacts of Climate Change on Growth and Development*. England: HM Treasury.

Swiss Re. 2002. *An Introduction to Reinsurance. Technical Publishing*. Swiss Reinsurance Company. Technical Training. Zurich: Swiss Re.

Zanetti, Aurelia. (2007). *Catastrophes and Man-Made Disasters in 2006: Low Insured Losses*. Sigma 2/2007. Zurich: Swiss Re.

Zimmerli, Peter.(2003). *Natural Catastrophes and Reinsurance*. Zurich: Swiss Re.

Elektroniset lähteet:

Air Worldwide Corporation. <http://www.air-worldwide.com/public/index.asp> (23.1.2008).

Hallitusten välinen ilmastopaneeli (IPCC). http://www.fmi.fi/kuvat/ipcc_ar4_spm_suomennos.pdf (15.6.2007).

International Panel on Climate Change (IPCC). <http://www.ipcc.ch>. (2.1.2008).

Ympäristöministeriö. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli. (IPCC). IPCC:n neljännen arviointiraportin synteesiraportin yhteenvedon suomennos.

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=81566&lan=fi> (12.3.2008).

LIITTEET

Liite 1. Suurimmat vakuutustappiot vuosina 1970 – 2006. Indeksivuosi on 2006. (Zanetti 2007, 35).

Suurimmat vakuutustappiot 1970-2006

| Tapaus- nro | Vuosi | U.S.\$ miljoonaa | U.S.\$ miljardia | Tapahtuma | Vaikutus- alue |
|----------------|-------|---------------------|---------------------|---|--|
| 1 | 1974 | 2044 | 2,044 | Trooppinen syklooni Fifi | Honduras |
| 2 | 1979 | 2217 | 2,217 | Hurrikaani Frederic | USA |
| 3 | 1987 | 5500 | 5,5 | Myrskyt ja tulvat | Ranska, Englanti, Hollanti, jne. |
| 4 | 1988 | 3409 | 3,409 | Räjähdykset Piper Aphan lautalla | Englanti |
| 5 | 1989 | 7434 | 7,434 | Hurrikaani Hugo | USA, Puerto Rico |
| 6 | | 2155 | 2,155 | Räjähdykset öljyteollisuuslautalla | USA |
| 7 | 1990 | 7204 | 7,204 | Talvimyrsky Daria | Ranska, Englanti, Hollanti, jne. |
| 8 | | 4923 | 4,923 | Talvimyrsky Vivian | Eurooppa |
| 9 | 1991 | 8357 | 8,357 | Taifuuni Mirelle | Japani |
| 10 | | 2516 | 2,516 | Metsäpalot (myös kaupunkialueille) | USA |
| 11 | 1992 | 22987 | 22,987 | Hurrikaani Andrew | USA, Bahamat |
| 12 | | 2299 | 2,299 | Hurrikaani Iniki | USA, Pohjois-Tyynivaltameri |
| 13 | 1993 | 2736 | 2,736 | Lumimyrskyt, tornadot, tulvat | USA, Kanada, Meksiko, Kuuba |
| 14 | 1994 | 19040 | 19,04 | Northridgen maanjäristys | USA |
| 15 | 1995 | 3315 | 3,315 | Hurrikaani Opal | USA, Meksiko, Meksikon lahti |
| 16 | | 3270 | 3,27 | Koben maanjäristys | Japani |
| 17 | 1996 | 2331 | 2,331 | Hurrikaani Fran | USA |
| 18 | 1997 | 2009 | 2,009 | Rankat sateet ja tulvat | Puola, Tsekki, jne. |
| 19 | 1998 | 4366 | 4,366 | Hurrikaani Georges | USA, Karibia |
| 20 | 1999 | 7019 | 7,019 | Talvimyrsky Lothar | Sveitsi, Englanti, Ranska, jne. |
| 21 | | 4889 | 4,889 | Taifuuni Bart | Japani |
| 22 | | 3415 | 3,415 | Hurrikaani Floyd | USA, Bahamat, Kolumbia |
| 23 | | 2905 | 2,905 | Talvimyrsky Martin | Espanja, Sveitsi, Ranska |
| 24 | | 2305 | 2,305 | Talvimyrsky Anatol | Tanska, Ruotsi, Englanti, jne. |
| 25 | 2001 | 21379 | 21,379 | 9/11-iskut | USA |
| 26 | | 4100 | 4,1 | Trooppinen myrsky Allison | USA |
| 27 | | 2505 | 2,505 | Rakeet, tulvat, tornadot | USA |
| 28 | 2002 | 2587 | 2,587 | Useita tulvia | Englanti, Espanja, Saksa, Itävalta, jne. |
| 29 | 2003 | 3512 | 3,512 | Ukkosmyrskyt, tornadot, rakeet | USA |
| 30 | | 2364 | 2,364 | Hurrikaani Isabel | USA, Kanada |
| 31 | 2004 | 13651 | 13,651 | Hurrikaani Ivan | USA, Karibia, Barbados, jne. |
| 32 | | 8590 | 8,59 | Hurrikaani Charley | USA, Kuuba, Jamaika, jne. |
| 33 | | 5485 | 5,485 | Hurrikaani Frances | USA, Bahamas |
| 34 | | 4022 | 4,022 | Hurrikaani Jeanne | USA, Karibia, Haiti, jne. |
| 35 | | 3826 | 3,826 | Taifuuni Songda/No 18 | Japani, Etelä-Korea |
| 36 | | 2134 | 2,134 | Maanjäristys; tsunami Intian valtameressä | Indonesia, Thaimaa, jne. |
| 37 | 2005 | 66311 | 66,311 | Hurrikaani Katrina | USA, Meksikon lahti, Bahamat, jne. |
| 38 | | 12953 | 12,953 | Hurrikaani Wilma | USA, Meksiko, Jamaika, Haiti, jne. |
| 39 | | 10382 | 10,382 | Hurrikaani Rita | USA, Meksikon lahti, Kuuba |
| 40 | | 2091 | 2,091 | Sateet, tulvat ja maanvyörymät | Sveitsi, Saksa, jne. |

Liite 2. IPCC:n käyttämän todennäköisyyden kuvausta vastaavat lukuarvot (Ruosteenoja 2007, 22).

| Ilmaisu | Esiintymisen todennäköisyys |
|--|-----------------------------|
| <i>Lähes varma</i> | <i>yli 99 %</i> |
| <i>Hyvin todennäköinen</i> | <i>90-99 %</i> |
| <i>Todennäköinen</i> | <i>66-90 %</i> |
| <i>Vaihtoehdot lähes samantarvoiset</i> | <i>33-66 %</i> |
| <i>Epätodennäköinen</i> | <i>10-33 %</i> |
| <i>Hyvin epätodennäköinen</i> | <i>1-10 %</i> |
| <i>Poikkeuksellisen epätodennäköinen</i> | <i>alle 1 %</i> |

Liite 3. Eri hiilidioksidipäästöskenaariot vuoteen 2080 mennessä (ABI 2007, 28).

| Päästö- skenaario | IPCC vastaavuus | Lisäys globaali- lämpötilassa °c | Ilmakehän CO ₂ pitoisuus (ppmv) |
|----------------------|--------------------|---|---|
| Korkea | A1F1 | 3,9 | 810 |
| Keski-korkea | A2 | 3,3 | 715 |
| Keski-matala | B2 | 2,3 | 562 |
| Matala | B1 | 2 | 525 |