

TOPSCRIPTIE UVA

CATASTROFE DERIVATEN: EEN ALTERNATIEF VOOR TRADITIONELE HERVERZEKERING?

DE GRENZEN TUSSEN VERZEKERINGSMARKT EN FINANCIËLE MARKT VERVAGEN. WAAR VOORHEEN VERZEKERINGSRISICO'S LOUWER EN ALLEEN DOOR VERZEKERAARS EN HERVERZEKERAARS WERDEN GEDRAGEN, WORDT TEGENWOORDIG STEEDS MEER GEBRUIK GEMAAKT VAN DE FINANCIËLE MARKT OM VERZEKERINGSRISICO'S IN ONDER TE BRENGEN. OVER HET ALGEMEEN BETREFT HET DE VERZEKERAARS ZELF EN DAN MET NAME DE HERVERZEKERAARS - DIE EEN DEEL VAN HUN VERZEKERINGSPORTEFEUILLE OVERDRAGEN NAAR DE FINANCIËLE MARKTEN OM ZODOENDE DE EIGEN PORTEFEUILLE TE HERVERZEKEREN OF TE DIVERSIFICEREN. HET OVERDRAGEN VAN VERZEKERINGSRISICO'S AAN DE FINANCIËLE MARKT EN HET VERHANDELEN ERVAN IN DE VORM VAN GESTANDAARDISEERDE EFFECTEN WORDT OOK WEL SECURITISATIE GENOEMD. ZO LANGZAMERHAND BESTAAT ER EEN VERSCHIEDENHEID AAN VERZEKERINGSGERELATEERDE FINANCIËLE INSTRUMENTEN, VARIËREND IN ONDERLIGGEND RISICO EN UITKERINGSPATROON.

Deze integratie van financiële en verzekeringsmarkt heeft gevolgen voor de waardering van verzekeringsproducten. Waar traditioneel verzekeringsproducten werden geprijsd tegen de verwachte schade plus min of meer exogene opslagen voor risico en kosten, zal in de geïntegreerde markt de prijs zich moeten gedragen volgens de regels van de financiële prijsvorming (marktwaarde). In het bijzonder doel ik hier op het gegeven dat in de financiële markt bepaalde consistentie relaties tussen de prijzen van verschillende effecten worden geacht te gelden. In de geïntegreerde markt zullen de risico-opslagen op verzekeringsproducten dan ook zodanig moeten worden gekozen dat ze voldoen aan deze consistentie relaties. In het eerste deel van mijn scriptie ga ik uitgebreid in op de vraag of, en zo ja hoe, het mogelijk is om op basis van financiële prijsvormingsprincipes een eenduidige marktprijs op te leggen aan verzekeringsgerelateerde financiële instrumenten.

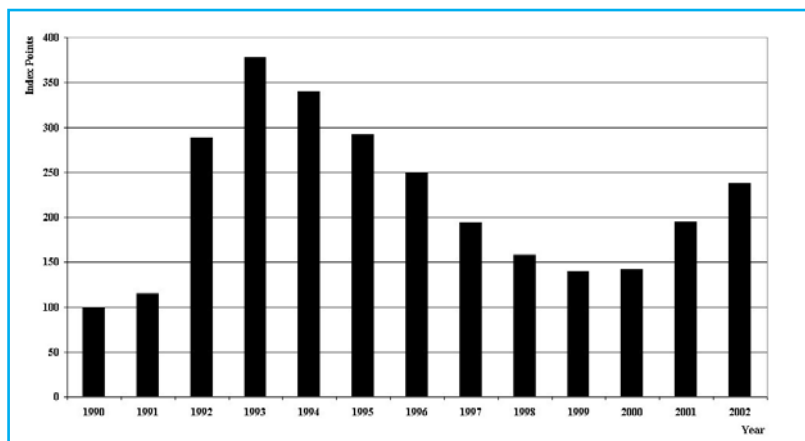
Een andere wezenlijke vraag met betrekking tot bovengenoemde integratie, is of, en onder welke voorwaarden, deze verzekeringsgerelateerde instrumenten een alternatief bieden (supplement of complement) voor traditionele herverzekering. In het tweede deel van mijn scriptie introduceer ik een methode om de prijs van herverzekering te vergelijken met de prijs van een overeenkomstig gesecuritiseerd

verzekeringsproduct. Daarnaast stel ik tien voorwaarden waaraan de markt(omstandigheden) zou(den) moeten voldoen willen de verzekeringsgerelateerde financiële producten een aantrekkelijk alternatief bieden voor traditionele vormen van herverzekering. De scriptie beperkt zich hoofdzakelijk tot één categorie verzekeringsgerelateerde instrumenten, te weten de catastrofe derivaten. Catastrofe derivaten waren pioniers op het gebied van gesecuritiseerde verzekeringsproducten. Ik zal hieronder kort ingaan op de aanleiding van de introductie van catastrofe derivaten. Daarna zal ik aan de hand van een eenvoudig voorbeeld de werking ervan illustreren. Eén en ander geldt algemener voor alle verzekeringsgerelateerde derivaten. Vervolgens zal ik ingaan op de bovengestelde vraag met betrekking tot de prijsvorming. Ten slotte zal ik enkele van de tien gestelde voorwaarden

bespreken waaronder catastrofe derivaten een alternatief bieden voor traditionele herverzekering.

AANLEIDING

Aanleiding voor de introductie van de catastrofe derivaten in 1992 op de Chicago Board of Trade (CBOT) was de krapte op de (her)verzekeringsmarkt na orkaan Andrew. Met zijn verzekerde schade van circa 28 miljard in 2002 U.S. dollars ², was dit de grootste catastrofe ooit binnen de verzekeringsindustrie tot 11 september 2001. Een dergelijke catastrofe leidt natuurlijkerwijs tot uitputting van de reserves van (her)verzekeraars. Figuur 1 illustreert dat catastrofe verzekeringsprijzen een duidelijk cyclisch karakter hebben: een explosieve prijsstijging direct volgend op een periode van hoge catastrofedichtheid en een geleidelijke prijs-daling in de periode daarna.



FIGUUR 1 **WORLD RATE-ON-LINE INDEX VOOR CATASTROFE HERVERZEKERING**
 Opmerkingen: De rate-on-line is gedefinieerd als de ratio van het premievolume en de maximale contractdekking. De index is genormaliseerd op de waarde 100 in het jaar 1990. De waarde voor het jaar 2002 is gebaseerd op de periode januari tot augustus. Bron: Guy Carpenter.

¹ drs. Roger Laeven is promovendus aan de Universiteit van Amsterdam en het Tinbergen Instituut en is daarnaast werkzaam bij Mercer Risk, Finance and Insurance Consulting.

² Bron: Property Claim Services.

Er zijn twee mogelijke verklaringen voor een dergelijke explosieve prijsstijging na een periode van veel catastrofes: enerzijds zou de vraag naar catastrofeverzekeringen kunnen toenemen als gevolg van zogenaamd probability updating, i.e. het naar boven bijstellen van de kans op catastrofes. Anderzijds zou het aanbod van catastrofeverzekeringen kunnen afnemen als gevolg van de uitgeputte reserves van (her)verzekeraars en de beperkte beschikbaarheid van additioneel risicodragend kapitaal. Ik onderschrijf de mening van Froot (1999) dat deze laatste verklaring aannemelijker is op grond van de volgende redenering: indien de explosieve prijsstijging het gevolg zou zijn van probability updating zou er verschil waarneembaar moeten zijn tussen prijsstijgingen per regio en per type catastrofe. Met andere woorden, het is niet waarschijnlijk dat een zware orkaan op de Caribische eilanden de kans op een aardbeving in Japan beïnvloedt. Gezien het feit dat gelijktijdig explosieve prijsstijgingen te zien zijn over de gehele linie van catastrofeverzekeringen, zal het met name de daling in het aanbod zijn dat de explosieve prijsstijging veroorzaakt.

In een verzekeringsmarkt met beperkte beschikbaarheid van additioneel risicodragend kapitaal kunnen de financiële markten een uitkomst bieden. Een verzekerde schade als die van orkaan Andrew komt ongeveer overeen met de dagelijkse fluctuatie in de waarde van de U.S. aandelenmarkt. In die omstandigheden zijn de CBoT catastrofe futures en later de catastrofe opties geïntroduceerd. Deze financiële instrumenten maken het mogelijk catastroferisico over te dragen naar de financiële markten en verschaffen zo de verzekeringsindustrie toegang tot een aanzienlijke hoeveelheid potentieel risicodragend kapitaal.

EEN VOORBEELD

Beschouw de portefeuille van een schadeverzekeraar, onder meer bestaande uit verzekeringscontracten op schade aan huizen, inclusief schade als gevolg van natuurgeweld. De schadeverzekeraar is van mening dat haar portefeuille te zeer is blootgesteld aan het risico van aardbevingen in Californië, waar een groot deel van haar cliënten is gehuisvest. Meer specifiek, de verzekeraar is van mening dat het deel van haar jaarlijkse schadelast als gevolg van catastrofes in Californië dat groter is dan honderd miljoen zou moeten worden herverzekerd tot een maximum van driehonderd miljoen. Deze herverzekering moet tot stand worden gebracht met behulp van catastrofe derivaten. Additionele informatie:

de verzekeraar schat haar blootstelling aan catastrofeschade in Californië op 1,25 keer zo groot als de blootstelling van de verzekeringsindustrie in zijn geheel. Verder wordt het marktaandeel van de verzekeraar in Californië geschat op 10%.

We maken gebruik van zogenaamde call-spreads op een index van Californisch catastroferisico. Deze index meet de geaggregeerde verzekerde catastrofeschade in Californië. Een call-spread is een combinatie van een gekochte call optie met een uitoefenprijs k en een geschreven call optie met een uitoefenprijs K , $K > k$. Zo wordt een uitkeringspatroon verkregen dat lijkt op het layerpatroon bij traditionele herverzekering. De uitoefenprijzen k resp. K kunnen nu als volgt worden bepaald:

$$k = \frac{1}{\text{marktaandeel}} \frac{1}{\text{blootstelling}} \text{retentie} = \frac{1}{0,1} \frac{1}{1,25} 100 = 800 \text{ miljoen \$}$$

$$K = \frac{1}{\text{marktaandeel}} \frac{1}{\text{blootstelling}} \text{bovengrens} = \frac{1}{0,1} \frac{1}{1,25} 300 = 2,40 \text{ miljard \$}$$

Dus de California 800/2400 annual call-spread geeft bij benadering de gewenste herverzekeringsdekking.

PRIJSVORMING

Hierboven heb ik gesteld dat de risico-opslagen van verzekeringsproducten in de geïntegreerde markt zodanig moeten zijn dat de overeenkomstige prijzen aan bepaalde consistentie relaties voldoen. Deze consistentie relaties worden verwoord in het concept van arbitragevrije financiële markten. In arbitragevrije financiële markten zijn de prijzen van financiële instrumenten zodanig dat het niet mogelijk is om met niets (zonder investering) iets met positieve kans te vergaren (positief rendement) en tegelijkertijd nooit iets met positieve kans te verliezen (negatief rendement). Als er wel een dergelijke mogelijkheid bestaat, spreken we van een arbitragemogelijkheid. De veronderstelling dat financiële markten arbitragevrij zijn zal zeker niet altijd opgaan. Wel kan worden gesteld dat in voldoende liquide markten arbitragemogelijkheden nooit lang kunnen bestaan omdat dan de prijzen van financiële producten door de werking van vraag en aanbod naar een arbitragevrije prijs zullen convergeren.

Een tamelijk eenvoudig bewijs (zie Duffie (2001)) toont aan dat onder de veronderstelling van arbitragevrije financiële markten, de prijzen van alle financiële instrumenten gegeven

worden door hun verwachte uitkering verdisconteerd tegen de risicovrije rentevoet, waarbij de verwachting wordt bepaald op basis van een alternatieve kansverdeling. Intuïtief kan één en ander als volgt worden geïnterpreteerd: de alternatieve kansverdeling kent hogere kansen toe aan gebeurtenissen met een hogere uitkering en kent lagere kansen toe aan gebeurtenissen met een lagere uitkering. Per saldo is de verwachte uitkering onder de alternatieve kansverdeling hoger dan onder de oorspronkelijke kansverdeling. Het verschil in verwachting is precies de risico-opslag. De vraag is nu nog: hoe ziet die alternatieve kansverdeling eruit? Om deze vraag te kunnen beantwoorden onderscheiden we twee gevallen: de financiële markt is compleet en de financiële markt is incompleet. Een financiële markt is compleet

als de uitkering van elk verhandeld instrument kan worden gerepliceerd met behulp van andere verhandelde instrumenten. Een eenvoudig bewijs (zie wederom Duffie (2001)) toont aan dat in arbitragevrije, complete markten de bedoelde alternatieve kansverdeling uniek is. In arbitragevrije maar incomplete financiële markten bestaan er over het algemeen oneindig veel van dergelijke alternatieve kansverdelingen. In het laatste geval - hetgeen typisch van toepassing is op in de financiële markt verhandelde verzekeringsproducten - zullen er additionele veronderstellingen moeten worden gemaakt om een unieke alternatieve kansverdeling te bepalen.

Een welbekende aanpak is dan om een nutsfunctie te introduceren die de risicoperceptie van een representatieve investeerder beschrijft. In mijn scriptie heb ik voor één stochastisch proces dat veelvuldig wordt gebruikt om de accumulatie van (catastrofe)schades te modelleren, te weten het compound Poisson proces, de alternatieve kansverdeling onderzocht die resulteert bij het opleggen van de (additionele) veronderstelling van exponentieel nut. De alternatieve kansverdeling laat zich in dit specifieke geval als volgt karakteriseren: de frequentieparameter van het Poisson proces wordt opgeblazen met een zekere constante die geïnterpreteerd kan worden als de marktprijs van frequentierisico. Daarnaast wordt de verdelingsfunctie van de schadegrootte ver-

vangen door een specifieke alternatieve kansverdeling met een hogere verwachting. Per saldo resulteert er een alternatief Poisson proces met voor elk tijdstip hogere kansen op een waarneming (een schade) en tevens, conditioneel op een waarneming, een hogere kans op grote waarnemingen.

Op basis van een mooie reeks van historische catastrofedata heb ik de theoretische marktprijs van frequentierisico geschat onder bovengenoemde veronderstelling van exponentieel nut. Er wordt een interessant resultaat gevonden. Het bleek dat vanwege het dikke staart karakter van catastrofeschades, deze marktprijs van frequentierisico oneindig is. Dit resultaat kan als volgt geïnterpreteerd worden: in een financiële markt waarin de risicoperceptie van een representatieve investeerder beschreven kan worden door een exponentiële nutsfunctie zou een oneindige prijs tot stand komen voor alle catastrofe derivaten die mogelijk een oneindige uitkering hebben, zoals de call-optie. Voor afgekapte catastrofe derivaten, zoals de call-spread, zou een prijs tot stand komen gelijk aan de maximale uitkering verdisconteerd tegen de risicovrije rentevoet. Echter, in de praktijk komen er wel degelijk eindige, respectievelijk submaximale prijzen tot stand, hetgeen impliceert dat de veronderstelling van exponentieel nut niet realistisch is.

Is dit een interessant resultaat? Ik denk het wel, zeker wanneer we bedenken dat de veronderstelling van exponentieel nut veelvuldig wordt gebruikt in de financiële en actuariële literatuur. Een mogelijke verklaring voor het feit dat de exponentiële nutsfunctie onbruikbaar is, is de volgende: de risico-aversiteit van een investeerder wiens risicoperceptie beschreven wordt door een exponentiële nutsfunctie is onafhankelijk van de hoeveelheid kapitaal die de investeerder bezit. Echter, het is realistischer dat de risico-aversiteit van de investeerder afneemt naar mate zijn kapitaal groeit, zeker wat betreft het aangaan van

catastrofeverzekeringen. Catastroferisico is immers voor een groot deel diversificeerbaar. Voor een grote investeerder of (her)verzekeraar met een zodanig kapitaal dat een eventuele catastrofeschade goed kan worden gedragen, kan het zeker lucratief zijn om een goed gediversificeerde portefeuille van catastrofeverzekeringen aan te houden. Voor schadeverdelingen met een minder dikke staart, blijkt de veronderstelling van exponentieel nut wel bruikbaar te zijn. De resulterende theoretische prijzen blijken dan behoorlijk goed overeen te komen met waargenomen marktprijzen. De kapitaal onafhankelijke risico-aversiteit lijkt voor dergelijke gevallen niet zo een grote belemmering.

EEN ALTERNATIEF?

Ten slotte wil ik enkele randvoorwaarden stellen aan de markt(omstandigheden) waaronder catastrofe derivaten een reëel alternatief bieden voor traditionele herverzekering. Vanzelfsprekend is een concurrerende prijs van catastrofe derivaten in vergelijking met de prijs van traditionele herverzekering de allereerste vereiste. Een concurrerende prijs is het meest waarschijnlijk in het geval van krapte op de (her)verzekeringsmarkt. De achterliggende gedachte is dat het aanbod van potentieel risicodragend kapitaal in de financiële markten groter en stabiel is dan binnen de traditionele (her)verzekeringsmarkt, met name na een periode van hoge catastrofedichtheid. In dergelijke omstandigheden is het waarschijnlijk dat risicopremies in de financiële markten lager zullen zijn dan de overeenkomstige risicopremies in de traditionele verzekeringsmarkt.

Een tweede wezenlijke voorwaarde is dat de catastrofe-indices op basis waarvan de catastrofe derivaten uitkeren zodanig moeten zijn geconstrueerd dat ze het effectief afdekken van een individuele verzekeringsportefeuille mogelijk maken. Hiervoor moet het zogenaamde basisrisico, i.e. het risico dat de

schadelast van de individuele verzekeraar afwijkt van de gemiddelde schadelast van de verzekeringsindustrie waarop de index is gebaseerd, beperkt zijn. Hoewel in de huidige markt aan beide voorwaarden voldaan lijkt te zijn (zie onder andere figuur 1), komt de markt van catastrofe derivaten maar zeer moeizaam op gang. In een onderzoek (Bouzouita e.a. [1998]) naar het gebruik van catastrofe derivaten door verzekeringsmaatschappijen, lieten slechts negen van de 177 ondervraagde maatschappijen weten gebruik te maken van catastrofe derivaten. Als belangrijkste reden voor het niet opnemen van catastrofe derivaten in het risicomanagement programma, noemde men met name het gebrek aan informatie en kennis met betrekking tot de omgang, de waardering en de regulering van catastrofe derivaten. Kortom, kennisuitbreiding en -verspreiding is gewenst. Ik hoop dat mijn scriptie hier een heel bescheiden bijdrage aan mag leveren.

REFERENTIES

- 1 Bouzouita, R., Young, A.J.: Catastrophe insurance options: insurance company management's perceptions, *Journal of Insurance Regulation*, Vol. 16, No. 3, 1998
- 2 Duffie, D.: *Dynamic asset pricing theory*, New Jersey: Princeton University Press, 2001
- 3 Froot, K.A.: *The financing of catastrophe risk*, Chicago: The University of Chicago Press, 1999
- 4 Laeven, R.J.A.: *Issues around catastrophe derivatives*, Master's thesis Universiteit van Amsterdam, 2002