

Drs. H. J. J. Bronsema en Drs. J. N. Termeer**

Stochastiek in financiële plannings-systemen ten behoeve van verzekerings- en risk management-beslissingen

(Deel II: ASIR- en RM-systeem)

Inleiding

Dit artikel is het laatste uit een serie van twee, waarin aandacht besteed wordt aan twee modelleringssystemen, waarin op verschillende wijze inhoud aan het begrip 'onzekerheid' gegeven wordt. In het eerste deel is een Risk Management-systeem beschreven, dat ontwikkeld is in het kader van het onderzoekproject 'Risicomanagement, financieel management en verzekeringen'.

In dit artikel (deel II) wordt een financieel planningsmodel voor het (her-)verzekeringsbedrijf besproken, het zogeheten 'ASIR'-systeem, en vergeleken met het eerder beschreven RM-systeem.

Het 'ASIR'-systeem (Advanced Simulation Model of Insurance and Re-insurance Operations) wordt in par. 4 beknopt behandeld, en hier en daar van commentaar voorzien.

Aan het ASIR-systeem wordt daarbij minder ruimte besteed dan aan het RM-systeem is gedaan. De redenen hiervoor zijn (naast de beperkte beschikbare ruimte), dat het kan zijn dat bij de lezer ASIR bekend is, althans dat het bekend kan zijn, althans bekender dan het door ons ontwikkelde RM-systeem. En, ook indien dit niet het geval is, er zijn over het ASIR-systeem meer publikaties beschikbaar dan over het RM-systeem, zodat na lezing van dit tweede artikel deze bekendheid gemakkelijker 'extern' kan worden verkregen.

Tot slot worden (par. 5) een aantal overeenkomsten en, met name, verschillen tussen de beide systemen op een rijtje gezet.

4. Het 'Advanced Simulation Model of Insurance and Re-insurance Operations'

Het 'Advanced Simulation Model of Insurance and Re-insurance Operations' (kortweg: het ASIR-model) is ontwikkeld door het Institute of European Finance van de University of North Wales te Bangor. Deze ontwikkeling is gefinancierd door 'The Geneva Association' ('International Association for the Study of Insurance Economics'), gevestigd te Genève. De Geneva Association op haar beurt wordt gefinancierd vanuit de verzekeringsindustrie, en ze heeft als doel het stimuleren van onderzoek op het gebied van 'Insurance Economics'.

* Beiden werkzaam bij de Rijksuniversiteit Groningen.

Het model is ons in 1984 ter beschikking gesteld ten behoeve van onderwijs- en onderzoekdoeleinden.

Uit het bovenstaande kan een indruk worden verkregen van de achtergrond waartegen dit (tweede) model moet worden gezien, namelijk die van het verzekeringsbedrijf. ASIR is een computersimulatiemodel voor bedrijven werkzaam in de verzekerings- en herverzekeringsmarkt.

Een centraal punt in het financiële planningsproces in het verzekeringsbedrijf is het prognostiseren en analyseren van de jaarrekening. Een planning-model kan een hulpmiddel zijn bij:

- het inschatten van de gevolgen van voorgenomen beleidsbeslissingen;
- analyse van de gevoeligheden voor veranderingen in de omgeving;
- het toetsen van resultaten van planningsprocedures uitgevoerd op een lager niveau in de organisatie.

Het is nu met behulp van het ASIR-model mogelijk de volgtijdige financiële consequenties van alternatieve ontwikkelingen en beslissingen met betrekking tot verzekering en herverzekering voor dergelijke bedrijven door te rekenen. Deze consequenties worden samengebracht met de consequenties van investeringsbeslissingen en worden, opnieuw, uitgedrukt in termen van cash flow, balans en resultatenrekening. De simulatie eindigt wanneer:

- a. de door de gebruiker te specificeren horizon verstreken is; of
- b. een van de 'companies' insolvent wordt. Dit laatste geschiedt als deze 'company' een te lage solvabiliteit krijgt in verhouding tot een wettelijk vereiste solvabiliteit. Het is mogelijk het insolvent-worden te onder-
vangen door het nemen van een aantal verschillende maatregelen, waarop op deze plaats niet verder zal worden ingegaan.

Voor de simulatie is het dus niet voldoende enkel het bedrijf waar de simulatie voor wordt uitgevoerd, af te beelden. Er moeten relaties gespecificeerd worden met andere ondernemingen. Er kunnen in ASIR twee soorten ondernemingen onderscheiden worden:

- a. een zogeheten 'shadow company', die als voornaamste doel heeft naar wens ofwel op te treden als generator van claims m.b.t. een aantal onderling onafhankelijke, zogeheten 'risk classes', gekenmerkt door schadeomvang en schadefrequentie. Een voorbeeld van een 'risk class' is de categorie 'Brandverzekeringen'. Ofwel treedt de 'shadow company' als herverzekerder op en stelt daarbij meestal de 'rest van de markt' voor;
- b. andere 'companies' die dezelfde mogelijkheden bezitten als de 'shadow company', maar waarvoor daarenboven grootheden uit de jaarrekening (bijv. investeringen, een veranderlijke vermogensstructuur) als attribuut gespecificeerd kunnen worden.

Terzijde zij nog opgemerkt, dat het mogelijk is ten behoeve van de simulatie verschillende landen ('economic environments') te specificeren waarin de activiteiten plaatsvinden, zodat onder meer de wisselkoersproblematiek van belang wordt.

Wat de 'onzekerheid' betreft: het model is in beginsel stochastisch. Deze stochastiek vloeit voor een belangrijk deel voort uit de onzekerheid met betrekking tot de geclaimde schaden per 'risk class' en de te claimen herverzekeringsbedragen. Ook hier wordt (net zoals in het eerder besproken RM-systeem het geval is) gebruik gemaakt van waarschijnlijkheidsverdelingen, en een splitsing in schade-omvang ('claims amounts') en schadefrequentie ('number of claims'). In tegenstelling echter tot het vorige model bestaat in dit model een zeer beperkte keuze uit de te specificeren theoretische verdelingen. De 'claims amounts'-verdeling wordt samengesteld uit twee verdelingen, namelijk een voor 'small claims' (altijd negatief-exponentieel) en een voor 'large claims' (met een keuze uit negatief-exponentieel, Pareto- of lognormaal). De te gebruiken verdelingen en hun parameters moeten extern worden bepaald en ingevoerd: hiervoor bestaan geen 'fit'-faciliteiten.

Indien deze laatste twee stappen (bepaling van de theoretische verdeling en parameterisering) niet mogelijk of gewenst zijn kan een empirische verdeling in de vorm van een histogram opgegeven worden. Het blijkt volgens een van de ontwikkelaars van ASIR in de praktijk voor wat betreft de uitkomsten niet zoveel uit te maken welke methode wordt gevolgd (hetgeen met een beroep op de centrale limietstelling of met het aantonen van een goede 'fit' van de beschikbare theoretische verdelingen aan de historische gegevens in een aantal gevallen wellicht te verdedigen is).

De invoer kan dus stochastisch gespecificeerd worden; voor de uitvoer geldt dat uiteraard ook, zij het dat over het tussenliggende traject (de verwerking) wel wat te zeggen valt dat u wellicht zal interesseren. Per run wordt per periode namelijk slechts een 'single shot' op de invoerverdelingen gedaan, zodat hiermee de uitvoer van de run eenduidig vastligt: er komt per run een volledig te determineren waarde voor elke stochastische variabele uit. Van een 'echte' stochastische simulatie (met het woord 'echte' tussen aanhalingstekens), waarbij ook de uitvoer per run een maatstaf voor de onzekerheid biedt is dus geen sprake. Wil men toch dergelijke verdelingen krijgen, dan moeten veel runs gedaan worden (met verschillende startgetallen ('seeds') voor de 'pseudo random number generator') waarvan de resultaten met de hand moeten worden omgezet naar de gewenste overzichten.

Met betrekking tot de 'pseudo random number generator' kan voorts worden opgemerkt, dat slechts een enkele generator voor alle verdelingen (maximaal enkele honderden) gebruikt wordt, waardoor het gevaar bestaat dat er een ongewenste correlatie tussen de geproduceerde reeksen geïntroduceerd wordt. Voorts is tijdens het werken met de computer het vermoeden gerezen dat de resultaten in bepaalde gevallen sterk afhankelijk van de keuze van de seed-waarde van de generator kunnen zijn.

5. Vergelijking van beide systemen

Tot slot worden in deze paragraaf een aantal overeenkomsten en, met name, verschillen tussen de beide systemen (ASIR en RM) op een rijtje gezet.

De bedoeling daarvan is, zoals reeds werd gesteld, niet om afbreuk te doen aan, c.q. de superioriteit te laten zien (indien aanwezig) van een van beide systemen, maar veeleer om te inventariseren:

- in hoeverre verschillen tot stand zijn gekomen vanuit een verschillende probleemstelling, bijv. ten gevolge van verschillende doelgroepen van de systemen (die volstrekt los van elkaar zijn ontwikkeld); we onderscheiden daarbij probleem afhankelijke en probleem onafhankelijke verschillen;
- in hoeverre over en weer geprofitteerd zou kunnen worden van de opgedane ervaringen, gekozen oplossingen, en sterke punten.

Het antwoord op deze (dubbele) vraagstelling is van veel factoren afhankelijk. Aangezien we in beide artikelen in deze (korte) reeks de probleemstelling met name hebben toegespitst op het aspect van de 'onzekerheid' ('stochastiek', 'risico') zullen we de vraag dan ook voornamelijk vanuit dit gezichtspunt trachten te beantwoorden.

Zoals u heeft kunnen constateren bestaan tussen de gevolgde aanpak in beide systemen veel overeenkomsten. Denk bijvoorbeeld aan de overeenkomst tussen het modelleren met behulp van waarschijnlijkheidsverdelingen, de splitsing van attributen van schade in frequentie en omvang, het uitdrukken in termen van grootheden van de jaarrekening, enzovoorts. Dit lijkt opmerkelijk gezien het bestaan van een duidelijk verschillende doelgroep, en het feit dat de systemen onderling onafhankelijk van elkaar ontwikkeld werden. Anderzijds is het misschien ook wel voor de hand liggend, omdat het RM-systeem voor een verzekeringsmakelaar als middel kan dienen ten behoeve van haar doelgroep, en aldus ook tegen de (gemeenschappelijke) achtergrond van het verzekeringswezen kan worden beschouwd. Er ligt, naar onze mening althans, een vruchtbaar terrein open in de vergelijking van de systemen en van de redeneringen die aan de ontwikkeling van deze systemen ten grondslag gelegen hebben, die kennelijk min of meer corresponderen.

Ten aanzien van de verschillen tussen de beide systemen merken we het volgende op.

Probleem afhankelijke verschillen

In het ASIR-systeem zijn voorzieningen opgenomen die specifiek van belang zijn voor de doelgroepen, te weten bedrijven uit de verzekerings- en herverzekeringsbranche. We noemen:

- Herverzekering:

Er bestaan vier 'reinsurance treaty classes', waaruit een keuze gemaakt dient te worden (voor zover herverzekering ten minste aan de orde is):

- a. Stop Loss

- b. Excess of Loss
- c. Surplus Treaty
- d. Quota Share

'Retrocession' (herverzekering van herverzekering) is overigens niet mogelijk.

- Insolventie:

Uitvoer wordt geproduceerd voor de kortste van beide volgende perioden:

- a. de door de gebruiker te specificeren horizon;
- b. de tijd die er ligt tussen het basisjaar (= jaar 0) en het tijdstip waarop een van de 'companies' insolvent wordt. Dit laatste geschiedt als deze 'company' een te lage 'solvency ratio' krijgt (verhouding 'actual margin'/'required margin'). De 'required margin' kan worden gekozen uit een aantal mogelijkheden, zoals de (oude) UK-regels, een EEG-regeling of een eigen (theoretische) regeling.

Het is mogelijk het insolvent-worden te ondervangen door een aantal maatregelen te nemen. Er kan echter geen relatie tussen een voor de hand liggende manier om insolventie tegen te gaan, namelijk de aandelenuitgifte, en de daaropvolgende investeringspolitiek worden aangebracht.

In het *RM-systeem* zijn eveneens specifieke doelgroepgerichte voorzieningen opgenomen, bijvoorbeeld:

Een zeer gedetailleerde modellering van activa, passiva en grootheden uit de resultatenrekening vanwege de directe relatie die kan bestaan met het schadegebeuren.

Probleem onafhankelijke verschillen

- Flexibiliteit bij de modellering en datavoorziening:

Het aantal modelstructuren dat met ASIR kan worden opgebouwd is eindig. De op een bepaald moment prevalerende structuur wordt verkregen door een specifieke keuze van bepaalde invoerwaarden ('keys'). Een conditionele modelstructuur en waardetoewijzing kan slechts worden verkregen voor zover op bepaalde van tevoren vastgelegde plaatsen in het model (namelijk met betrekking tot dividendpolitiek, investeringen en 'solvency rules') een keuze uit een aantal gepredefinieerde mogelijkheden gemaakt kan worden (bijvoorbeeld: uitgekeerde dividenden als functie van de winst, of als vaststaande bedragen). Dit leidt er toe dat binnen deze keuzemogelijkheden relatief snel resultaten verkregen kunnen worden. Gewenste, maar niet aanwezige structuren kunnen niet worden gerealiseerd zonder in de ASIR-programmering zelf in te grijpen (Fortran-programmering). Dit in tegenstelling tot het RM-systeem waarbij aanpassingen van de modelstructuur relatief eenvoudig zijn aan te brengen.

Evenals dat bij het RM-systeem het geval is, moeten bij het ASIR-systeem relatief veel gegevens worden verzameld en ingevoerd, zodat de beschikbaarheid van de gegevens wel eens knellend kan worden voor het zinvol kunnen uitvoeren van een simulatie. Een zorgvuldige invoervoorbereiding is dan ook van zeer groot belang, temeer omdat de resulterende model-

structuur wordt bepaald door het invoeren van bepaalde waarden ('keys'). Om de datavoorziening te vereenvoudigen is voor gebruik bij het ASIR-model een zogenaamde 'List of Data Sheets' ontwikkeld, en is het aantal op te nemen 'risk classes' beperkt. Dit vergemakkelijkt weliswaar de inspanningen die men zich moet getroosten, maar verandert op zich uiteraard weinig aan het essentiële vraagstuk: waar haal ik de gegevens vandaan?

– Optimalisatie:

Het RM-systeem biedt de mogelijkheid om gebruik te maken van optimalisatiefaciliteiten bij de afweging van risico tegen kosten. Een dergelijke expliciete afweging is niet mogelijk in het ASIR-systeem.

– Elke 'risk class' in het ASIR-systeem wordt gekarakteriseerd door een verdeling voor 'claims amounts' en een voor 'number of claims'. De 'claims amounts'-verdeling wordt samengesteld uit twee verdelingen, namelijk een voor 'small claims' (altijd negatief-exponentieel) en een voor 'large claims' (met een keuze uit negatief-exponentieel, Pareto- of lognormaal). Het is echter niet altijd duidelijk bij welk gedeelte van de claims 'small' ophoudt en 'large' begint, noch hoe beide verdelingen op elkaar aansluiten. In het Risk Management-systeem bestaat dit probleem niet, aangezien het onderscheid tussen schaden van verschillende omvang niet op deze manier wordt gemaakt. Extreem grote schaden ('total losses') kunnen in dit laatste systeem 'afgedwongen' worden, zodat de mogelijke consequenties van het optreden van een dergelijke schade via een gevoeligheidsanalyse (bijvoorbeeld in de vorm van een 'what if'-vraagstelling) onderzocht kunnen worden. Dit is te vergelijken met de wijze waarop in het ASIR-systeem zogeheten 'Very Large Risks' gemodelleerd kunnen worden.

– Statistische bewerking van invoergegevens:

In het RM-systeem wordt in een aparte module voorzien in de mogelijkheid om invoergegevens op verschillende manieren weer te geven en de beste 'fit' aan een groot aantal theoretische verdelingen op statistische gronden te beoordelen. Het ASIR-systeem biedt (zie hiervoor) veel minder theoretische verdelingen. Daarenboven dient buiten het systeem om gekozen te worden uit deze verdelingen.

– Onafhankelijkheid:

Een ander punt van aandacht betreft de onafhankelijkheid. In beide systemen is aangenomen dat er volstrekte onafhankelijkheid tussen de waarschijnlijkheidsverdelingen van de kosten van de onderscheiden schaderisico's bij de verschillende alternatieven bestaat.

Deze aanname zal in veel gevallen plausibel zijn. In enkele gevallen echter zal de hypothese van onafhankelijkheid verworpen dienen te worden. Dit betekent, binnen het hiervoor omschreven optimalisatie-algoritme in het RM-systeem, dat de afzonderlijke varianties vervangen worden door een covariantiematrix met tevens elementen buiten de hoofddiagonaal (waarvan er ten minste een ongelijk nul is). Dit betekent dat er een aangepaste oplossingstechniek moet worden toegepast, bijvoorbeeld die van de kwa-

dratische programmering. Hiermee is ook daadwerkelijk geëxperimenteerd. Helaas blijken de afmetingen van dergelijke matrices voor een probleem op 'praktijkgrootte' dermate groot te zijn dat het probleem zelfs met de naar huidige maatstaven grote computers niet, of niet anders dan tegen veel hogere bewerkingskosten kan worden opgelost. Een andere mogelijkheid is om gebruik te maken van de bijzondere structuur van het probleem (namelijk 0,1-variabelen) c.q. van (stuksgewijs lineaire) benaderingen om het lineair programmeringskarakter van het probleem te handhaven.

– Meer-perioden modellering:

Met name uit overwegingen ontleend aan de praktijk hebben de componenten van de kosten van risico binnen het RM-systeem momenteel slechts betrekking op een enkele toekomstige periode. Het optimalisatieprobleem is derhalve eveneens gespecificeerd als een een-periode-probleem. De huidige aanpak zal moeten worden aangepast indien men er toe wenst over te gaan met langere-termijn-effecten rekening te houden. Dit kan het geval zijn in een situatie waarbij een uitspraak gedaan moet worden over de relatieve aantrekkelijkheid van het nemen van schadepreventie-maatregelen met langere-termijn-effecten, in vergelijking tot andere mogelijkheden. Tevens dient de modellering met behulp van de standaardjaarstukken tot meer perioden uitgebreid te worden, hetgeen ook specifieke schattingsproblemen (bijvoorbeeld ten aanzien van toekomstige premies) met zich meebrengt.

Het ASIR-systeem is een meer-perioden systeem (met een aantal beperkingen). Het disconteren van alle toekomstige uitvoerbedragen moet met de hand geschieden. Er is een limiet gesteld aan de 'claims settlement'-tussentijd van 15 toekomstige jaren, hetgeen voor de praktijk te kort zou kunnen zijn.

– De problematiek met betrekking tot internationalisatie, wisselkoersen, buitenlandse beleggingen, inflatie, e.d. wordt in het RM-systeem niet expliciet beschouwd. Het ASIR-systeem beschouwt deze vraagstukken in haar module 'Environment'.

6. Afsluiting

U begrijpt dat we ons in onze bespreking hebben moeten beperken. We hebben slechts in grote lijnen kunnen schetsen op welke wijze 'onzekerheid' en 'risico' in een tweetal modelleringssystemen afgebeeld worden. We konden niet ingaan op enkele fundamentele vraagstukken, bijvoorbeeld met betrekking tot het bestaan van inhoudelijk verschillende omschrijvingen (en 'belevingen') van de begrippen 'risico' en 'onzekerheid', en de vraag bij welke opvatting(en) de invulling van deze begrippen in de behandelde systemen het beste aansluit.

Desalniettemin hopen wij een indruk gegeven te hebben (althans van enkele aspecten en mogelijkheden) van afbeelding van onzekerheid in de financiële planning, met name met het oog op verzekerings- en risk management-

beslissingen. Voor de geïnteresseerde lezer hebben wij aan het eind van deze beide afleveringen een korte literatuurlijst opgenomen. De daarin opgenomen publikaties zullen u in staat stellen dieper in te gaan op de vele interessante aspecten, dan ons in dit kort bestek mogelijk was.

Belangrijkste documentatie m.b.t. ASIR

Het onderstaande is een overzicht van de belangrijkste documentatie met betrekking tot het 'Advanced Simulation Model of Insurance and Re-insurance Operations' (ASIR):

1. Uit de door de Geneva Association uitgegeven serie onderzoekdocumenten 'Etudes et Dossiers':
 - Z. M. Brown and L. Galitz, 'ASIR, Two Simulation Examples', *Etudes et Dossiers* nr 47 (March 1981)
 - Z. M. Brown and L. Galitz, 'The ASIR system, User's Manual, 2nd edition', *Etudes et Dossiers* nr 52 (November 1981)
 - Z. M. Brown and L. Galitz, 'The ASIR system, User's Manual, Updating to Etudes et Dossiers nr 52', *Etudes et Dossiers* nr 57 (June 1982)
 - Z. M. Brown and L. Galitz, 'The ASIR system, User's Manual, Second Updating to Etudes et Dossiers nr 52', *Etudes et Dossiers* nr 66 (March 1983)
 - Z. M. Brown and L. Galitz, 'The ASIR system, User's Manual, Revision of Etudes et Dossiers nr 52', *Etudes et Dossiers* nr 76 (January 1984)
 - Z. M. Brown, 'A Guide to the ASIR model', *Etudes et Dossiers* nr 78 (March 1984)
2. *ASIR-Editor Reference Guide*, Bangor/Geneva (September 1983)
3. L. Galitz, 'The ASIR Model: Potential and Applications', *Information Letter* nr 79, The Geneva Association (December 4, 1981)
4. *The Geneva Papers on Risk and Insurance*, Vol. 7, nr 25 (October 1982) is geheel gewijd aan het ASIR model:
 - L. Galitz, 'The ASIR Model - An Introduction'
 - Z. M. Brown and L. Galitz, 'Inflation and Interest Rates: A Research Study Using the ASIR Model'
 - Z. M. Brown and L. Galitz, 'Fluctuating Exchange Rates: A Study Using the ASIR Model'
 - W. M. Abbott, 'ASIR - A User's View'

Tenslotte is beschikbaar de volgende publikatie, waarop de onderhavige artikelen mede werden gebaseerd:

5. H. J. J. Bronsema en J. N. Termeer, 'Evaluatie van het ASIR-model', in: *Verslag van het werkbezoek aan de University of North Wales, Bangor* (Rijksuniversiteit Groningen, april 1984)