

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

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

(Deel I: RM-systeem)

1. Inleiding en samenvatting¹

In twee opeenvolgende artikelen wordt aandacht besteed aan een tweetal afzonderlijke modelleringssystemen, die onafhankelijk van elkaar werden ontwikkeld, en waarin op verschillende wijze inhoud aan het begrip 'onzekerheid' wordt gegeven.

Het betreft hier enerzijds het zogeheten 'ASIR'-systeem (Advanced Simulation Model of Insurance and Re-insurance Operations), waarin onzekerheid wordt beschouwd vanuit het gezichtspunt van een (her-)verzekeraar. Daarnaast geplaatst wordt een zogeheten 'Risk Management'-systeem, waarmee vanuit de optiek van een individuele organisatie naar, in beginsel dezelfde, door onzekerheid gekenmerkte verschijnselen wordt gekeken.

In elk van beide systemen wordt getracht de onzekerheidsaspecten te expliciteren ten behoeve van de financiële planning van de individuele organisatie en (her-)verzekeraar.

Beide benaderingen worden met elkaar geconfronteerd, waarbij overeenkomsten zowel als verschillen gesignaleerd en besproken worden. De nadruk ligt hierbij op een vergelijking van de stochastische modelleringssystemen (de behandeling van de stochastiek) van beide systemen.

Het karakter van dit tweetal artikelen is voornamelijk beschrijvend. In een volgend artikel hopen we meer aandacht te besteden aan de theoretische achtergronden van de concepten die werden gehanteerd bij het ontwikkelen van de systemen. We zullen daarbij met name ingaan op de volgende probleemstellingen:

- wat is risico?
- wat is risicomanagement?
- wat is de relatie tussen risicomanagement en financieel management?

De opbouw van de eerste twee artikelen is als volgt.

In het eerste artikel zal in het kort een indruk worden gegeven van de plaats van het onderzoek betreffende de beide genoemde systemen binnen het onderzoekprogramma ('aandachtsveldenonderzoek') van de vakgroep Bedrijfseconomie (en daarbinnen dat der sectie Financiering en Accounting) van de Economische Faculteit van de Rijksuniversiteit te Groningen (par. 2).

* Beiden werkzaam bij de Rijksuniversiteit Groningen.

Vervolgens wordt een van beide systemen, namelijk het Risk Management-systeem, behandeld (par. 3).

De behandeling van het RM-systeem zal in een aantal ronden plaatsvinden:

- ten eerste een globale beschrijving van de hoofdlijnen van het systeem (mede aan de hand van een structuur-/systeemstroomschema);
- vervolgens een nadere toelichting op een aantal zgn. modules, gehanteerde overwegingen en begrippen.

Tevens zal een illustratie worden gegeven aan de hand van een eenvoudig en gestileerd voorbeeld van een toepassing. Zoals gezegd zal het accent hierbij liggen op die aspecten die te maken hebben met de behandeling van onzekerheid/stochastiek.

In het tweede artikel wordt het ASIR-systeem beknopt behandeld (par. 4), en hier en daar van commentaar voorzien. Tot slot worden (par. 5) enkele overeenkomsten en, met name, verschillen tussen de beide systemen op een rijtje gezet.

De bedoeling daarvan is 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; we onderscheiden daarbij probleemafhankelijke en probleem-onafhankelijke verschillen;
- in hoeverre over en weer geprofiteerd zou kunnen worden van de opgedane ervaringen, gekozen oplossingen, en sterke punten.

Aan het eind van elk artikel is een lijst opgenomen met relevante publikaties ten aanzien van de te bespreken systemen.

2. Het onderzoek van de sectie Financiering en Accounting

De vakgroep Bedrijfseconomie van de Economische Faculteit van de Rijksuniversiteit te Groningen houdt zich met name bezig met onderzoek dat als volgt kan worden omschreven:

‘Het ontwikkelen van kwantitatieve methoden ter ondersteuning van besluitvorming en coördinatie in organisaties en ter beschrijving en analyse van het gedrag van vragers en aanbieders op markten van goederen, diensten en vermogen (kapitaal)’.

Binnen deze ruime probleemstelling is het onderzoek betreffende financiering-, accounting- en beleggingsproblemen geconcentreerd in een tweetal, onderling verweven, onderzoekthema's, die geconcretiseerd worden in een aantal onderzoekprojecten.

Deze onderzoeksthema's zijn:

- A. Het ontwikkelen van financiële ondernemingsmodellen ('modelbouwen' ten behoeve van het financiële management').
- B. Beschrijven van het gedrag van vragers en aanbieders op vermogensmarkten.

De in deze artikelen aan de orde zijnde systemen (RM en ASIR) vallen onder een tweetal (samenhangende) onderzoekprojecten die worden uitgevoerd als onderdeel van (voornamelijk) thema A.

Het gaat daarbij in de eerste plaats om het onderzoekproject: 'Risicomanagement, financieel management en verzekeringen'. Doel van dit onderzoek is het ontwikkelen en implementeren van een beslissingsondersteunend systeem ten behoeve van de financiële planning van individuele organisaties.

Het tweede onderzoekproject heeft betrekking op de volgende probleemstelling:

'Het ontwikkelen van een financieel planningmodel voor het (her-)verzekeringsbedrijf'.

Dit onderzoek wordt door ons uitgevoerd in samenwerking met enige leden van de werkgroep 'Financiële Planning en O.R.' van de Sectie Operationele Research van de Vereniging voor Statistiek.

3. Het onderzoekproject 'Risicomanagement, financieel management en verzekeringen'

3.1 De hoofdlijnen van het systeem

Doel van het onderzoek 'Risicomanagement, financieel management en verzekeringen' is, zoals gezegd, het ontwikkelen en implementeren van een beslissingsondersteunend systeem ten behoeve van individuele organisaties. Dit houdt in concreto in dat de mogelijkheden onderzocht worden om te komen tot in de praktijk bruikbare en wetenschappelijk verantwoorde beslissingsondersteunende systemen om risico's te leren onderkennen, evalueren en beheersen ('managen') die organisaties bedreigen bij het uitvoeren van haar activiteiten en het bereiken van haar doelstellingen.

Als onderdeel van dit onderzoekproject is, in samenwerking met een groep makelaars in assurantien en assuradeuren², een systeem ontwikkeld voor integrale beheersing van schaderisico's en commerciële risico's in financiële termen, d.w.z. als onderdeel van de financiële planning.

Hier is wel enige toelichting van deze begrippen op zijn plaats.

Het is in de verzekeringsbranche gebruikelijk onderscheid te maken tussen:

- 'schaderisico's' ('pure risks'): die risico's die uitsluitend in een verlies voor de onderneming kunnen resulteren, zoals het risico van brand en diefstal;
- 'commerciële risico's', die, naast de kans op een verlies, de mogelijkheid in zich bergen om winst op te leveren, zoals het valutarisico.

Hoewel het onderscheid slechts gradueel is en mogelijk zelfs betwistbaar, accepteren we de termen voor het moment, en concentreren we ons eerst op de schaderisico's.

De omvang en de mate van onzekerheid van schaderisico's wordt als beïnvloedbaar beschouwd, zodat ze een (min of meer) beheersbare factor vormen binnen de financiële planning. Om nu een overzicht te krijgen van het relatief belang van de verschillende schaderisico's in termen van kosten voor de onderneming, wordt de analyse gestart met (zie figuur 1), onder meer, een inventarisatie van de schade die zich in het verleden voorgedaan hebben. Op deze schadecijfers wordt een aantal bewerkingen toegepast, met als doel het construeren van een waarschijnlijkheidsverdeling van de schade-omvang per schadegeval, en een voor de schade-frequentie. Deze waarschijnlijkheidsverdelingen kunnen worden gespecificeerd in de vorm van empirische verdelingen, of in de vorm van theoretische verdelingen. Voor dit laatste doel kunnen de data aan een vijftientigtal van dergelijke verdelingen worden aangepast ('gefit').

Voor zover geen 'objectieve' gegevens verkregen kunnen worden, kan worden getracht subjectieve waarschijnlijkheidsverdelingen op te stellen. Hiervoor kunnen verschillende technieken (of methoden) gebruikt worden, zoals de methode van Saaty of een intervaldelingmethode. Het construeren van subjectieve waarschijnlijkheidsverdelingen kan nodig zijn, bijvoorbeeld vanwege het ontbreken van een administratie die gegevens kan aanleveren die voor het uitvoeren van de analyse nodig zijn, of als gevolg van de (te) hoge kosten die met het verzamelen van deze gegevens gepaard gaan.

De waarschijnlijkheidsverdelingen van schadefrequentie en -omvang worden via stochastische simulatie gecombineerd tot een kansverdeling van de schade-omvang op jaarbasis voor het beschouwde schaderisico.

Zowel de schadefrequentie als de schade-omvang kan worden beïnvloed door het management. Hiertoe beschikt zij over een aantal instrumenten die deels technisch van aard zijn, deels juridisch, deels financieel, deels strategisch, etc.

Als alternatieven om o.a. schaderisico's te beïnvloeden noemen we:

- vermijden; bijvoorbeeld bepaalde riskante activiteiten na te laten, in bepaalde landen niet te investeren of te beleggen;
- spreiden; bijvoorbeeld geografisch (internationaal gediversificeerde portefeuilles);
- beperken (preventie); zoals het investeren in een Sprinkler-installatie;
- overdragen; bijvoorbeeld contractueel door te verzekeren of door in de vermogensbehoefte te voorzien door middel van eigen, ondernemend vermogen;
- aanvaarden (eigen risico); bijvoorbeeld niet verzekerbare risico's of risico's die niet ten volle worden verzekerd, en die men kan trachten op te vangen met behulp van maatregelen onder meer gelegen in de sfeer van het financiële management.

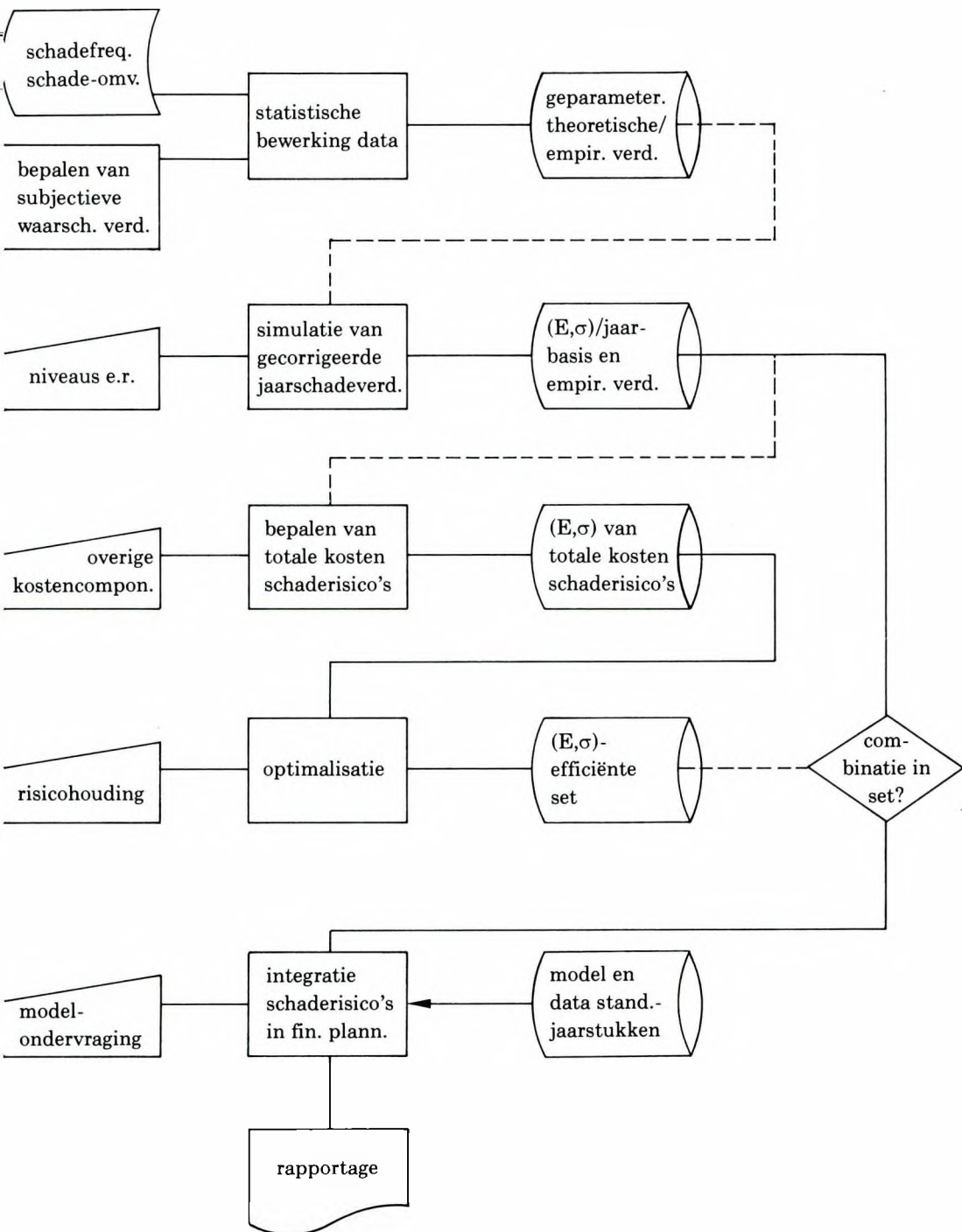
We zullen dergelijke alternatieven korthedshalve (maar niet geheel terecht) aanduiden met de term 'verzekeringstechnische alternatieven'. Verwezenlijking van elk alternatief brengt kosten met zich mee, die we de 'kosten van risico' (totale kosten van schaderisico's) zullen noemen.

U kunt zich voorstellen dat, wanneer alle onderscheiden schaderisico's simultaan worden beschouwd, het mogelijk is verschillende combinaties van deze alternatieven samen te stellen, bijvoorbeeld niet/wel verzekeren bij variërende premie- en eigen risiconiveaus. Hierdoor ontstaat een afwegings- en keuzeprobleem uit een in beginsel zeer groot aantal alternatieve combinatiemogelijkheden ('portefeuilles'), elk met mogelijke consequenties voor de toekomstige financiële situatie van de beschouwde onderneming.

Uit dit zeer grote aantal alternatieven wordt een voorselectie gemaakt van een beperkt aantal 'efficiënte' alternatieven; efficiënt in termen van verwachtingswaarde (E) en standaarddeviatie (σ = Sigma) van de waarschijnlijkheidsverdelingen van de 'kosten van risico', waarbij we uitgaan van risicoafkeer van de beslisser. Deze op zich efficiënte alternatieven, zijn afkomstig uit de (E , Sigma)-efficiënte set (verkregen via achtereenvolgende optimalisaties bij variatie van de 'mate van risicoafkeer'). Ze verschillen in de mate van onzekerheid en kosten, en deze alternatieven kunnen vervolgens als 'scenario's' worden afgebeeld in hun consequenties voor de financiële planning, en worden geconfronteerd met de doelstellingen en de risicohouding van het (financieel) management, door ze te expliciteren in termen van de relevante financiële grootheden (bijvoorbeeld de jaarrekening: balans, resultatenrekening, liquiditeitsbegroting, SHBM, winstverdeling). Deze stochastische doorrekening en verslaggeving vindt plaats met behulp van Monte Carlo-technieken, zoals die zijn opgenomen in een door ons gebruikt financieel planningpakket³. Daarnaast wordt veelvuldig gebruik gemaakt van de instrumenten voor modelondervraging zoals die in het pakket beschikbaar zijn, bijvoorbeeld voor het uitvoeren van gevoeligheidsanalyses, in de vorm van 'what if' - of daarop lijkende constructies.

Dit alles kan gebruikt worden om te komen tot beslissingen die, naar wij (en, wat belangrijker is: onze onderzoekpartners) menen, beter onderbouwd zijn dan normaliter in de praktijk veelal het geval is. In het bijzonder kan gebruik van het systeem leiden tot een meer geïntegreerde benadering van schade- en commerciële risico's in organisaties.

Figuur 1: Structuurschema Risk Management-systeem



3.2 Nadere toelichting op een aantal modules

De geautomatiseerde delen van het Risk Management-systeem zoals dat in deze publikatie beschreven wordt, bestaan uit onderling gekoppelde modules, zoals in grote lijnen geschetst is in het overzichtsschema (zie fig. 1). In deze paragraaf geven we een nadere toelichting op een viertal van deze modules. Ter verduidelijking laten we de beschrijving van elke module steeds volgen door een aan een praktijksituatie ontleend vereenvoudigd en gestileerd voorbeeld. We lichten daarbij, ter illustratie, tevens een aantal 'tussenstappen' toe, die door het systeem overigens automatisch worden genomen.

Bij de ontwikkeling van het systeem werd de integratie van de modules als belangrijke factor onderkend voor de implementatie en praktische bruikbaarheid ervan. Uiteraard werd zoveel mogelijk van bestaande programmatuur gebruik gemaakt. In een aantal gevallen was dat echter niet mogelijk, hetzij doordat de programmatuur nog niet bestond, hetzij doordat het aanbrengen van koppelingen niet mogelijk was of onevenredig veel inspanning vereiste, hetzij doordat inpassing in het systeem van dergelijke programmatuur om contractuele redenen was uitgesloten.

3.2.1 Module 'Statistische bewerking data' ('FIT')

3.2.1.1 Beschrijving

Doel

Het doel van de module is om, uitgaande van waarnemingen van schadegevallen bij een organisatie, theoretische waarschijnlijkheidsverdelingen te vinden, die deze waarnemingen zo goed mogelijk weergeven. Dit wordt korthedshalve het 'fit'-proces genoemd.

Naast de beoordeling met behulp van niet-statistische technieken kunnen voor dit doel drie toetsgrootheden uit de statistiek gebruikt worden die een indicatie geven van de mate waarin de waarnemingen overeenkomen met elk van een aantal gespecificeerde theoretische waarschijnlijkheidsverdelingen. Deze mate van overeenstemming wordt de betrouwbaarheid/confidentie (fout van de 1e soort) genoemd: hoe hoger deze betrouwbaarheid, hoe beter. Deze betrouwbaarheid is begrensd door de waarden 0 en 1. Indien voor een bepaalde theoretische verdeling de betrouwbaarheid groter is dan een significante waarde, kan de hypothese niet verworpen worden dat de waarnemingen volgens die ene theoretische waarschijnlijkheidsverdeling verdeeld zijn (op het bijbehorende significantieniveau). Ingeval de hypothese voor alle in aanmerking komende verdelingen verworpen moet worden, bestaat de mogelijkheid de waarnemingen op een andere wijze te representeren, bijvoorbeeld middels een empirische verdeling.

Voor de hiervoor beschreven statistische bewerking van schadegegevens is een computerprogramma geschreven waarmee de parameters voor vijftieng verschillende waarschijnlijkheidsverdelingen geschat kunnen worden, waarna elk van de aldus gespecificeerde waarschijnlijkheidsverdelingen statistisch getoetst wordt onder gebruikmaking van drie mogelijke toets-

grootheden. Deze zijn de Chi-kwadraat-toets, de Kolmogorov-Smirnov-toets (KS) en de Cramer-Von Mises-toets (CM).

Om van het programma gebruik te kunnen maken is het nodig de waarnemingen aan het programma aan te leveren. Het is mogelijk om de parameters van de waarschijnlijkheidsverdelingen zelf een waarde te geven, maar deze waarden kunnen ook door het programma geschat worden. Voor dit schattingsproces is voor elke familie een methode vastgelegd. In tabel 1 is hiervan een overzicht afgedrukt.

Tabel 1: Overzicht beschikbare theoretische waarschijnlijkheidsverdelingen

<i>Waarschijnlijkheidsverdelingen</i>	<i>Fenomeen</i>	<i>Parameters</i>	<i>Schattingsmethode</i>
Poisson	discreet	lambda	MME=MLE=UMVUE
Exponentieel	continu	lambda	MME=MLE=UMVUE
Normaal	continu	mu, sigma	MME=MLE
Gamma	continu	alfa, beta	MME
Weibull	continu	phi, delta	LSE (Q-Q-plot)
Lognormaal	continu	mu, sigma	MME
Uniform	continu	a, b	DE=MLE
Erlang	continu	k, beta	MME
Chi-kwadraat	continu	k	MME
Driehoek	continu	a, c, b	DE(a,b), MME(c)
Uniform	discreet	a, b	DE=MLE
Binomiaal	discreet	n, p	MLE
Neg. binomiaal	discreet	s, p	MLE
Geometrisch	discreet	p	MLE
Beta-binomiaal	discreet	n, alfa, beta	DE(n), MME(alfa, beta)
Logarithmic	discreet	p	MME(gem. en var.)
Hypergeometrisch	discreet	n, k, m	DE(n), MME(k,m)
Pareto	continu	theta, xnul	DE(xnul), MME(theta)
Beta	continu	a, b, onder, boven	DE(onder, boven) MME(a,b)
Cauchy	continu	alfa, beta	KWANTIELEN-METHODE
Laplace	continu	alfa, beta	MME
Logistic	continu	alfa, beta	MME
Gumbel	continu	alfa, beta	MME
t	continu	k	MME(variantie)
F	continu	m, n	MME

Schattingmethoden:

MME = Matching Moments Estimator. Bij 1 te schatten parameter wordt gebruik gemaakt van het steekproefgemiddelde. Bij 2 te schatten parameters, van het steekproefgemiddelde en de steekproefvariantie, etc. Mocht hiervan afgeweken zijn, dan is dit in de tabel expliciet vermeld.

MLE = Maximum Likelihood Estimator

DE = Domain Estimator

LSE = Least Squares Estimator

UMVUE = Uniformly Minimum Variance Unbiased Estimator

De schadefrequentie wordt in het Risk Management-systeem doorgaans op maandbasis gespecificeerd, daar in dit geval meestal voldoende waarnemin-

gen bestaan om het in het onderhavige hoofdstuk beschreven ‘fit’-proces met goed gevolg te kunnen uitvoeren. Daarnaast speelt de overweging een rol, dat een opsplitsing in schade-frequentie en schade-omvang per gebeurtenis wellicht in een eenvoudiger opsporing van en betere aanpassing aan theoretische waarschijnlijkheidsverdelingen resulteert, daar wellicht afzonderlijke verdelingen op theoretische basis gehypothetiseerd kunnen worden. In de volgende stap van de analyse worden deze verdelingen (op maandbasis en per gebeurtenis) omgezet in verdelingen op jaarbasis, waarbij daarenboven een correctie plaatsvindt voor een eventueel eigen risiconiveau per gebeurtenis of per jaar.

Relatie met andere modules

De uitvoer van deze module vormt de invoer voor de module ‘simulatie gecorrigeerde jaarschadebedragen’ welke hierna besproken zal worden.

3.2.1.2 Voorbeeld

Teneinde het bovenstaande toe te lichten zullen we een aan een praktijk-situatie ontleend, doch vereenvoudigd en gestileerd, voorbeeld geven. De behandeling van dit voorbeeld wordt steeds voortgezet aan het eind van de beschrijving van de volgende modules.

We gaan uit van een negental onderscheiden soorten schaderisico’s (verder ook wel te noemen: ‘risicodekkingen’ of ‘R.D.’). De eerste risicodekking betreft bijvoorbeeld schade aan het autopark van een onderneming.

Op basis van het schadeverloop over bijvoorbeeld de laatste 12 maanden blijkt het volgende:

- De frequentie (d.i. het aantal schadegevallen) per maand was:
gemiddeld: 4
standaarddeviatie: 2,6.

De theoretische waarschijnlijkheidsverdeling die het best aansluit (‘fit’) bij het verloop van de aantallen schaden per maand blijkt te zijn de (negatief) exponentiële verdeling met parameterwaarde 0,25.

- De omvang van de schade per schadegeval was:
gemiddeld: f 1800,—
standaarddeviatie: f 2200,—.

De theoretische verdeling die het best aansluit bij de verdeling van de omvang per schadegeval is de lognormale verdeling met parameterwaarden resp. 7,04 en 0,96.

Overeenkomstige analyses werden uitgevoerd voor de andere acht risicodekkingen. In enkele gevallen moest de verdeling subjectief geschat worden wegens het ontbreken van (voldoende) waarnemingen.

3.2.2 Module ‘Simulatie gecorrigeerde jaarschadebedragen’

3.2.2.1 Beschrijving

Doel

In deze module worden enige karakteristieken van verdelingen van jaarschadebedragen bepaald, bij (o.a. verzekeringstechnisch) verschillende al-

ternatieven om schaderisico's te beïnvloeden. Deze alternatieven zijn gezocht in:

- vermijden;
- spreiden;
- beperken (preventie);
- overdragen (o.a. verzekeren);
- aanvaarden (eigen risico).

De genoemde jaarschadeverdeling komt tot stand door simulatie. In de meeste gevallen resulteert zij uit de combinatie van:

- een verdeling voor het aantal schaden per maand;
- een verdeling voor de omvang per schadegebeurtenis;
- de hoogte van het eigen risiconiveau per jaar of per gebeurtenis.

Voor elk (o.a. verzekeringstechnisch) alternatief wordt ingevoerd:

- a. Van welke behandeling van het eigen risico voor het desbetreffende alternatief wordt uitgegaan:
 - eigen risico per gebeurtenis;
 - eigen risico op jaarbasis.
- b. Het eigen risiconiveau, d.w.z. de hoogte van het onder a gespecificeerde eigen risico.

Deze gegevens dienen door verzekeringsexperts te worden verstrekt.

De invloed van het niveau van het eigen risico is van eminent belang voor de bepaling van de schadebedragen die jaarlijks ten laste van de organisatie kunnen komen. Het in de beschouwing betrekken van eigen risico heeft echter tot gevolg dat een analytische techniek niet langer toegepast kan worden. Derhalve worden de verdelingen van de jaarschaden middels simulatie bepaald.

Bepaling van jaarschadeverdelingen middels simulatie

Deze bepaling, waarbij expliciet rekening gehouden wordt met de in het voorgaande gerecapituleerde nevenvoorwaarden, geschiedt door voor een groot aantal jaren:

1. een trekking uit de verdeling voor aantallen schaden per maand (frequentie) te verrichten;
2. voor elk schadegeval in de desbetreffende maand een trekking uit de verdeling voor de omvang te verrichten;
3. het getrokken schadebedrag zo nodig te corrigeren voor de hoogte van het eigen risico per geval;
4. de bovenstaande drie stappen te herhalen voor 12 maanden;
5. deze 12 maandschadebedragen op te tellen tot een resulterend jaarschadebedrag;
6. het bedrag bij 5 zo nodig te corrigeren voor de hoogte van het eigen risico per jaar.

Na afloop van het simulatieproces kan uit de verzamelde jaarschadebedragen een frequentieverdeling geconstrueerd worden, waarvan vervolgens een aantal karakteristieken bepaald worden. Zoals nog besproken zal worden

(par. 3.2.3) worden met name de verwachte waarde en standaarddeviatie in de volgende stappen van de analyse betrokken, hoewel er geen reden is waarom niet ook andere karakteristieken (zoals hogere momenten, gemiddeld verlies, etc.) bepaald zouden kunnen worden.

Van de resulterende verdeling van jaarschaden worden stuksgewijze lineaire benaderingen van de dichtheidsfunctie en van de verdelingsfunctie bepaald. Tevens worden alle afzonderlijke schadebedragen zoals die werden getrokken in een gegevensbestand bewaard ter eventuele verdere statistische analyse.

Tenslotte is voor de uit te voeren simulatie van belang:

- het aantal te simuleren jaren;
- een startgetal ('seed') voor de pseudo-randomgenerator.

Om het aantal te simuleren jaren (per replicatie) te kunnen bepalen kunnen eventueel 'stopping rules' opgesteld worden (automatische dan wel niet-automatische), als alternatief voor de meer heuristische procedures.

Ten behoeve van de stappen 1 en 2 (zie hiervoor) zijn twee afzonderlijke random-generatoren geconstrueerd (uiteraard met afzonderlijk in te stellen startgetallen), teneinde het optreden van correlatie tussen beide reeksen (ook over de replicaties) ten gevolge van het gebruik van dezelfde generator uit te sluiten. De aanvaardbaarheid van een startgetal is direct afhankelijk van de gevolgde methode van pseudo random number-generatie. Dikwijls wordt hiervoor desalniettemin als vuistregel gesteld dat het een niet te klein, oneven en niet door 2 of 5 deelbaar getal moet zijn. Zie voor een behandeling van dit probleem onder meer de noten 3 en 4.

3.2.2.2 Voorbeeld

Voor de in par. 3.2.1.2 besproken eerste risicodekking (i.c. autoschaden) werden een drietal alternatieven gespecificeerd, bijvoorbeeld met de volgende kenmerken:

Tabel 2: Alternatievenspecificatie van risicodekking 1

<i>R.D. 1</i>	<i>Alternatief</i>		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Eigen risico	f 200,- per gebeurtenis	f 1000,- per gebeurtenis	f 50.000,- per jaar
Verzekeringspremie	f 170.000,-	f 130.000,-	f 100.000,-

Simulatie van de jaarschadebedragen voor deze alternatieven op basis van de eerder (par. 3.2.1.2) gevonden theoretische verdelingen van het aantal schaden per maand en van de omvang per schadegeval, en na correctie voor premie en eigen risico-niveau leverde als resultaat een waarschijnlijkheidsverdeling van de 'gecorrigeerde jaarschadebedragen' met de volgende karakteristieken per (verzekeringstechnisch) alternatief:

Tabel 3: Enkele karakteristieken van de waarschijnlijkheidsverdeling van gecorrigeerde jaarschadebedragen in guldens

Gecorrigeerde jaarschadebedragen voor R.D. 1	Alternatief		
	1	2	3
Verwachte waarde (E)	179577	168608	148655
Standaarddeviatie (Sigma)	3050	12482	4681

De overeenkomstige resultaten voor alle 9 risicodekkingen zijn samengevat in tabel 4 (par. 3.2.3.2).

3.2.3 Module 'Efficiënte set bepaling'

3.2.3.1 Beschrijving

Doel

Doel van de module is het bepalen van die combinatie van 'risico-dekkingen' (d.w.z. soorten schaderisico's als brand, etc.) en (o.a. verzekeringstechnische) alternatieven om die schaderisico's te beïnvloeden welke, gegeven de doelstellingen en een bepaalde risicohouding van de beslisser, optimaal genoemd kan worden. Naar analogie van het portefeuilleselectie-probleem bij beleggingsbeslissingen kan dit probleem worden gezien als een keuze-probleem uit alternatieve portefeuilles (= combinaties) die elk door een waarschijnlijkheidsverdeling van de bijbehorende uitkomsten (hier 'kosten van schaderisico's') worden gerepresenteerd. Uit de vele mogelijkheden een dergelijk keuze-probleem af te beelden en op te lossen is vooreerst gekozen voor de methode waarbij punten van de zogeheten E,Sigma- of Markowitz-'efficiënte set' bepaald worden. De genoemde efficiënte set is die verzameling van alternatievencombinaties die optimaal (in de zin van kosten/risico-efficiënt) genoemd mag worden, gegeven de uitgangspunten en aannamen (beperkingen) van de E,Sigma-benadering en, specifiek, de gekozen vorm van de doelstellingsfunctie.

Er van uitgaande dat de resulterende waarschijnlijkheidsverdelingen ('bij benadering') normaal zijn kunnen de efficiënte combinaties worden gevonden door minimalisatie van de volgende doelstellingsfunctie:

$$\min. E(K_c) + \lambda \cdot \text{Var}(K_c) \quad (1)$$

In deze doelstellingsfunctie wordt, uitgaande van de waarde van de zogeheten risicoafkeercoëfficiënt (λ), een zodanige afweging gemaakt tussen enerzijds de verwachte waarde van de totale kosten van risico ($E(K_c)$), en anderzijds het risico/de onzekerheid (uitgedrukt in de waarde van de variantie $\text{Var}(K_c)$, dat is de gekwadrateerde standaarddeviatie van de kosten van risico), dat, bij eenzelfde waarde van de risicoafkeercoëfficiënt, er geen 'betere' combinatie (van o.a. verzekeringstechnische alternatieven en risicodekkingen) gevonden kan worden.

Doelstellingsfunctie (1) kan geïnterpreteerd worden als maximalisatie van de verwachte waarde van het nut (uitgedrukt in termen van E en Var) verbonden aan de uitkomsten. De 'achterliggende nutsfunctie' is dan de exponentiële.

Daar het in dit geval gaat om kosten (en niet: opbrengsten of rendementen) die in de doelstellingsfunctie (1) zijn opgenomen, dient deze, uitgaande van negatief gewaardeerde doelvariabelen, geminimeerd te worden.

Is aan de vooronderstelling van normaliteit niet voldaan dan kan de doelstellingsfunctie bijvoorbeeld worden gespecificeerd als:

$$\min. E(K_c) + \lambda * (\{E(K_c)\}^2 + Var(K_c)) \quad (2)$$

De achterliggende nutsfunctie is in dat geval de kwadratische.⁵

Belangrijkste invoer

Als belangrijkste invoer worden genoemd:

- het aantal en de gespecificeerde karakteristieken van de risicodekkingen en alternatieven;
- de verwachte waarde ('E') van de kosten per alternatief per risicodekking;
- de standaarddeviaties ('Sigma') daarvan;
- de correlaties tussen de kosten van de verschillende risicodekkingen;
- een verzameling van relevante waarden van de risicoafkeercoëfficiënt.

In het RM-systeem kunnen maximaal 30 risicodekkingen en 5 alternatieven per dekking worden onderscheiden, een aantal dat door de praktijk is ingegeven.

Om oplossing mogelijk te maken moeten deze invoergegevens met een niet-geparameteriseerd programmeringsmodel worden gecombineerd, hetgeen voor de eerste drie gegevens op automatische wijze geschiedt. Daar de risicodekkingen zodanig zijn gespecificeerd dat de correlatiecoëfficiënten allen op nul kunnen worden gesteld, reduceert het kwadratisch programmeringsprobleem tot een lineair programmeringsprobleem, hetgeen aanmerkelijke rekentechnische voordelen heeft. De risicoafkeercoëfficiënt dient voor elke analyse afzonderlijk te worden aangepast (terwijl de overige gegevens gelijk blijven). Er wordt niet op voorhand getracht 'de' waarde van deze parameter te bepalen, maar er wordt de beslisser een aantal 'optimale' combinaties (de resultaten van verschillende bestaansbare efficiënte punten) voorgelegd welke door hem vervolgens beoordeeld kunnen worden.

Belangrijkste uitvoer

Het belangrijkste onderdeel van de uitvoer is in principe een lijstje met de nummers van de geselecteerde alternatieven, gegeven een bepaalde risicohouding.

Relatie met andere modules

Ter bepaling van de efficiënte set dienen de alternatieven uitgedrukt te zijn

in termen van verwachte waarde (E) en standaarddeviatie (Sigma) van de kosten van risico, welke bedragen gecorrigeerd moeten zijn voor het bij het desbetreffende alternatief horende eigen risicobedrag. De verzekeringstechnische alternatieven voor verschillende mogelijke risicodekkingen worden door verzekeringsdeskundigen gespecificeerd in deterministische bedragen. De jaarschadebedragen zijn afkomstig van de eerder besproken module ‘Simulatie gecorrigeerde jaarschadebedragen’.

3.2.3.2 Voorbeeld

In tabel 4 zijn negen risicodekkingen (waarvan de nummering is aangegeven met ‘R.D.’) tegen de bijbehorende alternatieven uitgezet. In de cellen staan tussen haakjes respectievelijk de verwachte waarde en de standaarddeviatie van de totale kosten van risico, zoals die eerder mede op basis van simulatie werden bepaald. Een ‘x’ betekent dat voor de desbetreffende risicodekking het desbetreffende alternatief niet gespecificeerd is.

Tabel 4: Verwachte waarde en standaarddeviatie bij combinaties van risicodekkingen en verzekeringstechnische alternatieven

R. D.	Verzekeringstechnisch Alternatief			
	1	2	3	4
1	(179577, 3050)	(168608,12482)	(148655, 4681)	x
2	(60513, 7200)	(47000, 0)	(62493,10934)	x
3	(89394, 10322)	(105771, 3691)	(99447,28947)	(255999,340494)
4	(46098, 11950)	(41345, 3032)	(105911,43283)	(325420,210634)
5	(180882,229159)	(24000, 0)	x	x
6	(41093, 45080)	x	x	x
7	(343069,305274)	x	x	x
8	(80095, 4935)	(89435, 2686)	(77536,14057)	x
9	(8124, 1544)	(14504, 7089)	(20875,12750)	(48052, 52441)

Per risicodekking dient een alternatief te worden gekozen. In totaal zijn er dus $3*3*4*4*2*1*1*3*4 = 3456$ te vormen combinaties (‘portefeuilles’) mogelijk.

Niet alle mogelijke combinaties zijn efficiënt. Bij een aantal van de risico-dekking-alternatief-combinaties kan men soms op voorhand al aangeven welk (verzekeringstechnisch) alternatief gekozen wordt, ongeacht de waarde van lambda. Dit kan men een dominant alternatief noemen.

Verder is het in bepaalde gevallen ook rechtstreeks mogelijk om aan te geven of een (verzekeringstechnisch) alternatief gedomineerd wordt door een ander alternatief (in de zin van de afweging tussen verwachte waarde en standaarddeviatie) of dat een alternatief juist een dominerend alternatief is.

Langs deze lijn van gedachte kan een eerste reductie van het aantal te vormen punten plaatsvinden door alleen naar die alternatieven, binnen een risicodekking, te kijken die niet gedomineerd worden. Deze eerste reductie kan plaatsvinden, omdat alle risicodekkingen en alternatieven (d.w.z. de waarschijnlijkheidsverdelingen van de kosten van de onderscheiden scha-

derisico's bij de verschillende alternatieven) onafhankelijk van elkaar verondersteld worden. In dit geval geldt namelijk, dat het minimum van de som gelijk is aan de som van de minima, waarbij gesommeerd wordt over de risicodekkingen.

Tabel 5: Een eerste vergelijking van verzekeringstechnische alternatieven binnen elke afzonderlijke risicodekking

<i>R. D.</i>	<i>Verzekeringstechnisch Alternatief</i>			
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	lambda hoog	gedom. door 3	lambda laag	x
2	gedom. door 2	dominant	gedom. door 1	x
3	lambda laag	lambda hoog	gedom. door 1	gedom. door 3
4	gedom. door 2	dominant	gedom. door 1	gedom. door 3
5	gedom. door 2	dominant	x	x
6	dominant	x	x	x
7	dominant	x	x	x
8	lambda medium	lambda hoog	lambda laag	x
9	dominant	gedom. door 1	gedom. door 2	gedom. door 3

De niet gedomineerde alternatieven zijn in de vakjes van tabel 5 met ‘dominant’ en met ‘lambda laag/medium/hoog’ aangeduid. ‘Lambda hoog’ betekent dat het desbetreffende alternatief ‘bij een voldoende hoge waarde van lambda’ (dat wil zeggen: mate van risicoafkeer) kan worden geprefereerd. Voor welke waarde precies is in dit stadium nog niet aan te geven. Enkel voor de 1e, de 3e en de 8e risicodekking zijn er (partieel gezien) meerdere optimale alternatieven mogelijk, afhankelijk van de waarde van lambda. Na deze eerste selectie zijn er dan nog 2*2*3 = 12 combinaties over waaruit de (in totaal gezien) E,Sigma-efficiënte combinaties dienen te worden gedestilleerd. In tabel 6 staan deze 12 combinaties gespecificeerd. De nummers in deze tabel geven het gekozen (o.a. verzekeringstechnisch) alternatief per risicodekking weer.

Om tot de bepaling van de E,Sigma-efficiënte combinaties hieruit te komen moet de risicoafkeercoëfficiënt (lambda) gevarieerd worden en steeds bovenstaand optimaliseringsprobleem opgelost worden. Dat levert de volgende uitkomsten op, in tabel 6 aangegeven met de letters A t/m E, en de waarde(n) van lambda waarvoor een dergelijke combinatie efficiënt is (de aangegeven waarden van lambda zijn indicatief, en geen grenswaarden van de desbetreffende intervallen):

Tabel 6: Resterende, mogelijk E,Sigma-efficiënte combinaties

Combinatie		Risicodekking									Lambda
Nr.	Eff.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1		1	2	1	2	2	1	1	1	1	
2	D	3	2	1	2	2	1	1	1	1	0.0001
3		1	2	2	2	2	1	1	1	1	
4	C	3	2	2	2	2	1	1	1	1	0.0005
5		1	2	1	2	2	1	1	2	1	
6		3	2	1	2	2	1	1	2	1	
7	A	1	2	2	2	2	1	1	2	1	> =0.01
8	B	3	2	2	2	2	1	1	2	1	0.001
9		1	2	1	2	2	1	1	3	1	
10	E	3	2	1	2	2	1	1	3	1	< =0.00001; > =0.0
11		1	2	2	2	2	1	1	3	1	
12		3	2	2	2	2	1	1	3	1	

Uiteindelijk resulteren er dus slechts 5 mogelijke efficiënte punten (A t/m E). Dat kan als volgt worden toegelicht. Voor de eerste gekozen waarde van lambda (bijv. 'heel groot') rolt uit het optimaliseringsprobleem een efficiënt punt (nl. A). Vervolgens gaan we het optimaliseringsprobleem achtereenvolgens oplossen met afnemende waarden van lambda. Elke verandering van alternatiefkeuze geeft dan een nieuw efficiënt punt. Het aantal veranderingen binnen een risicodekking is gelijk aan het aantal niet-gedomineerde alternatieven -1. D.w.z. voor de 1e, 3e en 8e risicodekking respectievelijk 1, 1 en 2. Het totaal aantal efficiënte punten bedraagt in dit geval dus 5.

Welke 5 dat zijn, uit de mogelijke 12, ligt op voorhand niet vast. Wel de efficiënte punten A (voor alle risicodekkingen die alternatieven met de hoogste lambda) en E (voor alle risicodekkingen die alternatieven met de laagste lambda), maar niet de punten B, C en D.

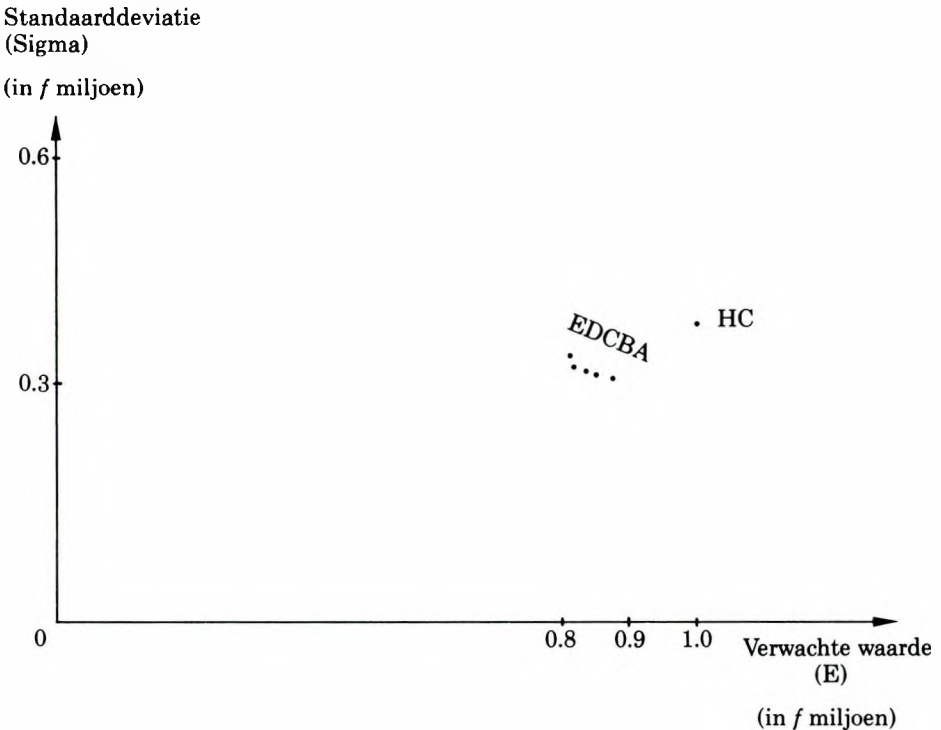
Men kan er bij de specificatie zorg voor dragen dat alle 1^e alternatieven in de specificatie de huidige gekozen alternatieven voorstellen. Het punt dat bestaat uit alle 1^e alternatieven is benoemd met 'huidige constellatie'. Als nu elk efficiënt punt niet enkel bestaat uit combinaties van risicodekkingen met de 1^e alternatieven, dan is het huidig beleid dus blijkbaar te verbeteren! Deze situatie doet zich ook in het geval van dit voorbeeld voor, in tabelvorm (tabel 7) en tevens grafisch (figuur 2) weergegeven:

Tabel 7: Verwachte waarde en standaarddeviatie van 5 efficiënte punten, alsmede van de huidige constellatie

Efficiënt punt	Verwachting	Standaarddeviatie
A	879413.83	308651.72
B	848490.94	308672.14
C	839151.20	308699.91
D	822774.37	308850.36
E	820215.31	309130.72
Huidige constellatie	1028844.42	384805.30

Wat opvalt is dat, afgezien van de combinatie die met HC ('huidige constellatie') wordt aangeduid, de verandering in de verwachte waarde veel groter is dan die in de standaarddeviatie. De efficiënte punten kenmerken zich door een vrijwel identiek risicobeeld.

Figuur 2: Verwachte waarde en standaarddeviatie van 5 efficiënte punten, alsmede van de huidige constellatie, grafisch afgebeeld



Vanuit deze uitvoer (de specificatie van de efficiënte combinaties in termen van E en Sigma) kan teruggegaan worden naar de bijbehorende, voor het eigen risico gecorrigeerde, waarschijnlijkheidsverdelingen. De karakteristieken van deze waarschijnlijkheidsverdelingen kunnen dan in een 'Financial statement simulator' worden ingebracht om de (financiële) consequenties van de keuze voor de alternatieven uit elk afzonderlijk punt van de efficiënte set te tonen.

3.2.4 Module 'Integratie schaderisico's in de financiële planning'

3.2.4.1 Beschrijving

Doel

Deze module dient een tweeledig doel.

Allereerst kan, in een beginstadium van de analyse, met behulp van deze

module een afbeelding in financiële termen van de organisatie worden gemaakt. Er wordt hierbij uitgegaan van een vorm van de financiële verslaggeving in balans en resultatenrekening die overeenkomt met de 4de-EEG-richtlijn (de zgn. 'standaardjaarstukken').

Met behulp van het gebruikte instrumentarium kunnen de gangbare en in het algemeen als nuttig beoordeelde exercities als gevoeligheidsanalyse, 'what if'-analyse, 'goal seeking', en simulatie uitgevoerd worden. Op deze wijze kan het financieel beleid van de organisatie geïllustreerd, ondersteund en verder ontwikkeld worden. Er hoeft daarbij geen specifieke nadruk op 'risk management' te liggen.

Daarenboven is de module bedoeld om, aansluitend op de eerder beschreven stappen van de analyse, in het bijzonder de verschillende strategieën t.a.v. de kosten van risico te illustreren in het licht van de financiële planning.

Van alle in het voorgaande geselecteerde efficiënte punten staat vast dat ze zonder uitzondering kosten-risico-efficiënt zijn in termen van E en Sigma. Dat echter wil niet zeggen dat ze in hun doorwerking in de financiële resultaten en structuur van de organisatie homogeen zijn. De consequenties voor deze resultaten en financiële structuur, welke voortvloeien uit de keuze voor een specifieke combinatie uit de efficiënte set kunnen voor de beslisser zeer wel zichtbaar gemaakt worden. Hiertoe worden de karakteristieken van de risicodekkingen en alternatieven uit telkens een punt van de efficiënte set ingevoerd in het model voor de financiële planning ('standaardjaarstukken').

Vervolgens kunnen, door stochastische simulatie op basis van de bij dit punt behorende (voor eigen risico gecorrigeerde) waarschijnlijkheidsverdelingen uit te voeren, de genoemde consequenties worden doorgerekend en geconfronteerd met de aspiraties van de beslisser ten aanzien van de voor hem relevante (financiële) grootheden. Op dit punt kan integratie met de 'commerciële' risico's plaatsvinden.

Door nu een dergelijke procedure te volgen voor alle (of een aantal) efficiënte punten (dat wil zeggen: voor elke (of een aantal) waarde(n) van de risicoafkeercoëfficiënt λ waarmee een nieuw efficiënt punt gevonden wordt) kunnen de verschillende strategieën t.a.v. de kosten van risico verwerkt worden in de financiële overzichten om de risicograad van de verschillende strategieën te illustreren.

De beslisser wordt aldus een keuzemogelijkheid geboden ten aanzien van de bereikbare efficiënte risicodekkingen-alternatieven-combinaties, en wel op basis van andere criteria dan uitsluitend kosten-risico-optimalisatie in termen van E en Sigma (c.q. 'maximalisatie van de verwachte waarde van het nut'). Hiermee wordt tevens het meetprobleem van de risicoafkeercoëfficiënt λ voorkomen: men zou kunnen zeggen dat de specifieke waarde van λ , hoewel die voor het keuzeprobleem feitelijk niet meer interessant is om te kennen, op een indirecte wijze vastgelegd wordt.

Belangrijkste invoer

Het rekenmodel moet gevoed worden met gegevens van een specifieke organisatie, welke gegevens betrekking hebben op balansposten, mutaties in balansposten, kosten en opbrengsten.

Slechts indien het model ook voor het tweede genoemde doel ingezet wordt, moeten daarnaast voor elke risicodekking de volgende gegevens worden ingevoerd:

- de premie behorende bij het te beschouwen alternatief dat hoort bij de desbetreffende risicodekking;
- de maximale premie die behoort bij deze risicodekking;
- de schade (op jaarbasis) behorende bij de risicodekking en bij het te beschouwen (verzekeringstechnisch) alternatief. Voor het invoeren van het schadebedrag kan gebruik gemaakt worden van de specifieke mogelijkheden van het gebruikte modelleringssysteem t.a.v. het invoeren van een waarschijnlijkheidsverdeling;
- de kosten van preventie die behoren bij de risicodekking en het te beschouwen alternatief;
- de kosten van administratie die behoren bij de risicodekking en het te beschouwen alternatief;
- de kosten van niet verzekerbare risico's die behoren bij de risicodekking en het te beschouwen alternatief;
- een code om weer te geven of de huidige onderneming voor deze risicodekking al dan niet reeds een voorziening heeft opgebouwd. Deze code is noodzakelijk om op een zo goed mogelijke wijze de huidige 'risk management'-strategie te kunnen benaderen.

Belangrijkste uitvoer

Door de gebruiker kan een bepaalde uitvoer van een rekenproces gewenst zijn. Hij heeft hiervoor de keuze uit een aantal voorgeprogrammeerde rapporteringsmogelijkheden:

- een al dan niet gedetailleerd overzicht van de balans conform de 4de EEG-richtlijn;
- een overzicht van de resultatenrekening conform de 4de EEG-richtlijn;
- een overzicht van de winstverdeling;
- een staat van herkomst en besteding van middelen na het eerste jaar;
- een overzicht van enkele actuele en gemiddelde ratios over de jaren;
- een overzicht van de belangrijkste componenten van de kosten van risico voor elke risicodekking.

Relatie met andere modules

Indien het model wordt ingezet voor het eerste hierboven omschreven doel bestaan er slechts in zoverre relaties met andere modules, dat uit het gebruik van de modelanalyse-technieken alternatievenspecificaties voortvloeien (bijvoorbeeld ten aanzien van het gebruik van schadereserves) welke in de analyse betrokken kunnen gaan worden. In het tweede geval bestaan relaties met de overige modules die eerder in de analyse gebruikt worden. Dit geldt met name ten aanzien van de, niet in dit artikel beschreven, module 'Administratie', waaruit veel van de voor de verwerking benodigde gegevens geput worden.

Na het doorrekenen van alternatieve kosten van risico in de financiële planning, kan de beslisser eventueel een keuze maken voor een van de

alternatieven, die zich onderscheiden door een verschillende risicograad. Desgewenst is het mogelijk een aantal additionele alternatieven door te rekenen teneinde de beleidsbeslissing zo goed mogelijk te ondersteunen. Hiermee wordt een nieuwe cyclus van het systeem ingezet. In het andere geval zijn we aan het einde gekomen van het systeem.

3.2.4.2 Voorbeeld

We illustreren bovenstaande door de consequenties door te rekenen van een van de eerder (zie par. 3.2.3.2, tabel 7) gevonden E,Sigma-efficiënte combinaties, nl. combinatie A, in vergelijking met combinatie HC ('Huidige constellatie'). We zagen reeds dat HC gedomineerd wordt door A in termen van E en Sigma van de 'Kosten van risico'. We nemen nu aan dat het management bijvoorbeeld geïnteresseerd is in de doorwerking van deze combinatiemogelijkheden op de volgende grootheden uit de jaarrekening:

- dekking rentelasten, waarmee wordt aangegeven het aantal malen dat de rentelasten zijn begrepen in het bedrijfsresultaat; deze kan als een der indicatoren worden gezien voor onder meer de liquiditeits- en solvabiliteitspositie;
- winstmarge, als fractie van de omzet.

Simulatie leverde het volgende resultaat (zie tabel 8):

Tabel 8: Simulatieresultaten m.b.t. dekking rentelasten

<i>Combinatie</i>	<i>Kans dat dekking rentelasten groter is dan aangegeven</i>								
	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
A	12	19	22	28	30	31	32	33	34
HC	3	14	20	25	27	28	29	31	32

Uit deze tabel blijkt dat bijvoorbeeld de kans 90% is dat de dekking rentelasten in het geval van de huidige constellatie groter is dan 3. Combinatie A blijkt HC wat betreft de dekking rentelasten 'op alle fronten' (dat wil zeggen voor alle aangegeven kansen) te domineren (zgn. 'Stochastische dominantie van de eerste orde'). A is ook E,Sigma-dominant met betrekking tot de dekking rentelasten ten opzichte van HC: resp. 26 (9) en 22 (13). De waarschijnlijkheidsverdeling wijkt wel wat af van de normale verdeling: de scheefheid en de kurtosis zijn te groot.

Voor de winstmarge leverde simulatie het volgende op (zie tabel 9):

Tabel 9: Simulatieresultaten m.b.t. winstmarge

Combinatie	Kans dat winstmarge groter is dan aangegeven								
	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
A	1.1	1.7	2.0	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
HC	0.3	1.2	1.8	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9

Ook wat betreft de consequenties voor de winstmarge domineert combinatie A de 'Huidige constellatie'.

Belangrijkste publikaties m.b.t. het Risk Management-systeem:

Alberti, O. E., H. J. J. Bronsema, J. N. Termeer en K. Ykema, 'Risk management in de financiële planning', in: A. C. C. Herst, e.a. (red.), *Financiering en Belegging, Stand van zaken anno 1982*, Leiden, 1982. Paper gepresenteerd op het Congres Financiering en Belegging, Rotterdam, mei, 1982.

Risico-Management: een nieuwe kijk op ondernemen, Bundel presentaties Euroforum studiedag (voorzitter: J. L. Bouma), Rotterdam (september 1983); hierin o.a.:

Lenterman, R. B., 'Algemene inleiding in Risico-Management - schade-risico's en speculatieve risico's'

Bouma, J. L. en H. J. J. Bronsema, 'Risico-Management in relatie tot de financiële structuur van de onderneming'

Alberti, O. E., 'Praktijkvoorbeeld van een Risico-Management model'.

Alberti, O. E., "'Risk profile" helps Dutch to plan ahead', *Lloyd's list*, 7 december 1983.

Op korte termijn verschijnt de volgende publikatie:

Bouma, J. L., H. J. J. Bronsema, R. Delleman, F. Docters, J. N. Termeer en K. Ykema, 'Risico-management, financieel management en verzekeringen', *Memorandum van het Instituut voor Economisch Onderzoek*, Groningen, 1985.

Overige literatuur

Bronsema, H. J. J., 'De zin en onzin van kwadratische nutsfuncties bij de besluitvorming in onzekerheid', in: J. L. Bouma, e.a. (red.), *1973 MAB 1983*, Purmerend, 1984.

Mize, J. H., J. G. Cox, *Essentials of Simulation*, Englewood Cliffs, 1968.

Shannon, R. E., *Systems Simulation: The Art and Science*, Englewood Cliffs, 1975.

Noten

1 De auteurs danken de heren O. E. Alberti, J. L. Bouma, R. W. Delleman, F. Docters, J. H. R. van der Poel en K. Ykema voor hun medewerking die de totstandkoming van dit artikel mede mogelijk maakte.

2 Bekouw Mendes Holding B.V. te Amsterdam.

3 Het hier bedoelde financieel planningpakket is het 'Interactic Financial Planning System' (IFPS) van Execucom Systems Corporation, Austin TX, USA.

4 Mize, J. H., Cox, J. G. (1968), Shannon, R. E. (1975).

5 Voor een uitgebreidere discussie, zie: Bronsema, H. J. J. (1984).