

DE ACTUARIS

JAARGANG 33
NUMMER 2
DEC 2025

MAGAZINE VAN HET KONINKLIJK ACTUARIEEL GENOOTSCHAP



#MODELLENWERK

THEO KOCKEN: STELT DAT DENKEN MET SCENARIO'S KANSLOOS IS
"FIT FOR USE" – EEN PRAGMATISCH AI-BEOORDELINGSKADER VOOR VERZEKERAARS
THEO BERG: BELEIDSMAKERS HECHTEN TE VEEL WAARDE AAN MODELLEN
SOLVENCY II STANDARD FORMULA: A MISALIGNED PERSPECTIVE
HOW AI IS TRANSFORMING PENSIONS AND INSURANCE



van de redactie

Elegante modellen
door Koos Gubbels

interviews

De opinie van Theo Kocken
door Paul Jurriëns – 4



Interview met Theo Berg
door André de Vos – 12

Interne modellen:
vier persoonlijke visies
Q&A door de redactie – 18

column

Can you also model swimwear?
door Loudina Erasmus – 21

artikelen

Insurers at a crossroads: turning
technology trends into tangible value
by Simon Stronkhorst
and Patrick Penzler – 8

Longevity risk and the Solvency II
standard formula: a misaligned
perspective
by Frank van Berkum – 10

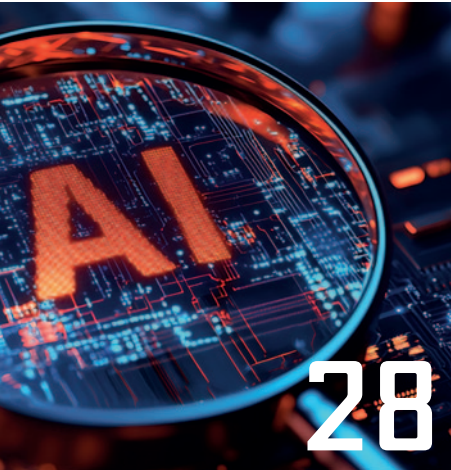
Van data naar daadkracht: hoe AI
verandermanagement fundamenteel
verandert
door Loes de Boer – 16



De modelomgeving wordt ingewikkelder
door Martijn Visser
en Ronald Castenmiller – 24

Global treatment of ENID for non-life
insurers
by Carien Swanepoel
and Sanne van Gellecom – 26

‘Fit for use’ – een pragmatisch AI-
beoordelingskader voor verzekeraars
door Raymond van Es
en Henny Verheugen – 28



Hoog-dimensionale dynamische copula's
voor financiële crises
door André Lucas
en Koos Gubbels – 32

Advanced applications of generative AI
in actuarial science: a practical guide
by Iris Nonneman and Simon
Hatzesberger – 34



Tussen scenario en simulatie: een
probabilistisch raamwerk voor
pensioenfondsen
door Michael Kurz – 36

Reinventing data quality: how AI is
transforming pensions and insurance
by Davood Rahmanifard and Robin
Cats – 38

Waardevolle modeldata
door Karlijn Vermeulen – 42

rubrieken

Op het web
AI Tools voor actuarissen
door Erwin Charlier – 22

Paspoorten
Het modelpaspoort van de actuaris – 30

Onder professoren
The short-term association between
environmental variables and mortality
by Katrien Antonio, Torsten Kleinow
and lens Robben – 40

Verenigingsnieuws
VSAE-congres maart 2026 – 43
AG Najaarscongres 2025 – 44
Nieuwe leden en diploma's – 46
Komende thema's en colofon – 47



VAN DE REDACTIE

Elegante modellen

Een elegant model. De meeste Nederlanders denken dan aan Doutzen Kroes. Maar dat geldt niet voor actuarissen. Zij denken aan Lee en Carter, of aan Bornhuetter en Ferguson. De elegantie van een model zit in haar eenvoud, waarbij de essentie van een probleem wordt gevangen in een toepasselijke techniek. Om Einstein te citeren: ‘alles moet zo eenvoudig mogelijk gemaakt worden, maar niet eenvoudiger’.

Mijn eigen eerste aanraking met modelleren was tijdens mijn masterscriptie-onderzoek theoretische natuurkunde aan het Max Planck-instituut in Berlijn. Daar hadden ze een experimentele techniek bedacht om moleculen af te remmen, waardoor deze afgekoeld konden worden tot vlak boven het absolute nulpunt. Er moest een verbeterd theoretisch model komen om de experimenten goed te kunnen beschrijven. Hier heeft het modelvirus me te pakken gekregen en nooit meer losgelaten. In de natuurkunde kan je zeer gedetailleerde voorspellingen doen van geïsoleerde fenomenen, die je vervolgens op reproduceerbare wijze kunt meten in experimenten. Het is een magisch gevoel als je met behulp van wiskundige vergelijkingen iets bedenkt, dat vervolgens daadwerkelijk in een laboratorium gemeten wordt. Voor je gevoel heb je dan een stukje modelmatige waarheid ontdekt.

In de financiële sector is waarheidsvinding en de betekenis van modellen een stuk complexer. Effecten zijn nooit in isolement te beschouwen en resultaten uit het verleden bieden nooit garanties voor de toekomst. Toch zijn ook in de financiële sector modellen onmisbaar. Immers, financiële beslissingen maken we op basis van getallen, en dergelijke getallen rollen uit modellen. Deze modellen zijn van groot maatschappelijk belang. Daar waar de stilgezette moleculen in het Berlijnse laboratorium waarschijnlijk nooit een praktische toepassing zullen krijgen, bepalen actuariële modellen de premie van een zorgverzekering of de hoogte van een pensioen. Zelf ben ik ondertussen gefascineerd geraakt door modellen voor systeemrisico's in financiële markten. Dit betreft de versterkte afhankelijkheid in extreme scenario's van een groot aantal marktvariabelen tegelijk: een zeer uitdagend probleem met grote maatschappelijke gevolgen. Ik heb deze editie daarom ook aangegrepen om iets te schrijven met André Lucas over een dynamisch systeemrisicomodel waar ik 's nachts van wakker lig.

Het nummer staat verder bol van innovatieve modellen en interessante visies op modelgebruik. In het openingsinterview geeft Theo Kocken zijn doorgewinterde blik op modellen in risicomanagement. Hij stelt dat je bij financiële markten niet moet denken in kansmodellen, maar juist in consequenties. Als je de kansen niet goed kan bepalen, dan moet je volgens hem 'kansloos' denken. Hij noemt dat 'kapotdenken', oftewel, richt als risicomanager je aandacht op datgene dat je bedrijf te gronde kan richten. In het andere interview deelt Theo Berg zijn carrièrelange ervaringen met interne kapitaalmodellen, die verzekeraars gebruiken om hun kapitaal te bepalen. Hij waarschuwt dat deze modellen aan zoveel vereisten moeten voldoen, dat ze steeds complexer worden en steeds minder goed te begrijpen zijn.

Door groeiende technologische mogelijkheden en grotere hoeveelheden data ontwikkelen de modellen van actuarissen zich alsmaar verder door. Iris Nonneman en Simon Hatzesberger schrijven over nieuwe mogelijkheden voor actuarissen met generatieve AI, Jens Robben en co-auteurs bespreken hoe granulaire klimaatdata gebruikt kunnen worden om sterftekansen beter te bepalen, Loes de Boer vertelt hoe AI toepasbaar is op verandermanagement binnen organisaties, en in een schriftelijke 'ronde tafel' vertellen drie verzekeraars en DNB over hun ervaringen met interne modellen.

Ter afronding: bij elk elegant model zit ware schoonheid vanbinnen. En dat geldt zeker voor dit nummer, waarin nog veel meer mooie artikelen zijn te vinden.

Koos Gubbels
Hoofdredacteur





DE OPINIE VAN THEO KOCKEN

'Kansloos denken met scenario's'

Scepsis en tegenwerking vielen hem vaak ten deel.

Niettemin hield hij een bloeiende onderneming over

aan zijn missie. Ondernemer, filmmaker en

hoogleraar risicomanagement Theo Kocken blijft dan

ook van leer trekken tegen het geloof in (vooral)

macro-economische modellen. Modellen die per

definitie zijn losgezongen van de werkelijkheid,

maar worden aangenomen als absolute waarheid.

Een eettafelgesprek in zijn Haagse woonkamer over

mean reversion, ambiguïteitsaversie, feedbackloops

en benepen professoren.

"Natuurlijk, je kunt niet zonder abstracties", begint Theo Kocken. Informeel, opgeruimde indruk, goed gehumeurd, schier onafgebroken woordenstroom. "Je kunt immers niet de gehele wereld met zeven miljard mensen modelleren. Voorwaarde is wél dat de allerbelangrijkste aannames niet faliekant fout mogen zijn. Ja, dat klinkt logisch. Maar lees de economieboeken in de wereld er maar op na. Die gaan nog steeds uit van rationeel menselijk gedrag. Mensen als individuen die niet op elkaar reageren.

Alle modellen missen de essentie van het complexiteitsdenken: de feedbackloops. Modelmatig gedraagt de mens zich altijd hetzelfde. Bijvoorbeeld: als de prijs stijgt, ga je minder kopen. Vervolgens tellen ze dat op voor alle mensen. Maar met name in de financiële economie – met aandelen, obligaties en huizen – gaat die vlieger niet op. Langdurig stijgende huizenprijzen bijvoorbeeld leiden vaak tot een toenemende koopdrang.

Onder het motto: 'Ik moet een huis kopen want dat wordt telkens meer waard. Daar kan ik geld mee verdienen.' Dat gedrag drijft de huizenprijzen weer verder omhoog. En dat ... Kortom, mensen

beïnvloeden de markt en de markt beïnvloedt de mensen. Dergelijke feedbackloops zitten overal, maar staan in bijna geen enkel economieboek of model.

Zo'n feedbackloop kan jaren doorgaan en sterker worden. Banken zien dat er door de stijgende huizenprijzen nauwelijks faillissementen zijn en concluderen dat mensen nog meer kunnen lenen. Olie op het vuur... Zo is de financiële crisis in 2007/2008 begonnen."

MEAN REVERSION

"Een belangrijke factor in de wereld van onder anderen actuarissen is dat alle economische tekstboeken vol staan met het principe dat als de rente daalt mensen minder gaan sparen en meer uitgeven. Dan gaat de inflatie weer omhoog, komt er spanning in de oververhitte economie en gaat de rente ook weer omhoog. De mean reversion, regressie naar het gemiddelde. Dat zit ook in de economische modellen. Maar we weten dit soort dingen helemaal niet.

Hier heb ik mijn bedrijf Cardano op gebouwd, want die modellen werden door pensioenfondsen gebruikt. Toen de rente op 5% stond, zeiden ze dat de kans dat deze onder de 3% zou komen erg klein was, beneden de 1% op de lange termijn. En onder de 2% was de kans 0%. Nul in de modellen van traditionele economen. Dus hoefden pensioenfondsen niks te doen.

Maar wat gebeurde er? De rente werd steeds lager en lager. Daardoor gingen onder andere pensioenfondsen meer sparen via hogere premies – om in de toekomst goede pensioenen uit te kunnen keren. Met andere woorden: de rente ging omlaag en de mensen gingen meer sparen. Dus de hele aanname over mean reversion kon naar de vuilnisbak. Mensen gingen nog meer sparen, centrale banken gingen nog meer obligaties opkopen. Er ontstond een feedbackloop tussen centrale banken en mensen die spaarden.

Dat is overigens niet de enige reden van de lagere rente. Onder andere demografische ontwikkelingen en andere kapitaalbehoeften vanuit de industrie speelden wereldwijd mee. Maar bottom-line is dat renteverlaging door de ECB alleen maar tot nog lagere rentes leidde: tot min 0,5%, hetgeen alle modellen en tekstboeken voor onmogelijk hielden. Ik heb bij pensioenfondsen gezeten die een jaar na de financiële crisis van 2007/2008 beweerden dat de kans dat hun dekkingsgraad onder 100 zou komen 0,3% was. Maar hun dekkingsgraad lag al onder de 100. Toch gingen ze nog modeluitkomsten van enkele maanden



Theo Kocken: "Een wereldbol is een model dat je kunt gebruiken om mee te varen of te reizen, net als een landkaart. Er is dus niks mis met een abstractie van de werkelijkheid. Maar je gaat niet met een kaart van Amsterdam keihard door Parijs scheuren. En ook niet met een evenwichtsmodel door de economie. Dat is net zo gevaarlijk."



daarvoor bespreken. Ze keken voortdurend naar modellen en wilden de werkelijkheid buiten niet onder ogen zien!”

Wat is jouw algehele conclusie uit dat renteverhaal?

“Dat je de kansen op langetermijnrenteniveaus niet kunt berekenen. Actuarissen weten natuurlijk dat je van sommige dingen de kansen wél kunt bepalen. Bijvoorbeeld van de gemiddelde levensverwachting van tienduizend 65-jarigen en de kansverdeling daaromheen. Of het kredietrisico of schaderisico van een persoon met bepaalde karakteristieken. Maar wat het renteniveau over vijf of tien jaar is, daar kun je helemaal niets over zeggen. Het gemiddelde van alle voorspellingen van economen in Europa en de VS tussen 2000 en 2020 was twintig jaar op rij, elk kwartaal, dat de rente ging stijgen. En twintig jaar lang ging de rente bijna alleen maar omlaag, een paar kwartalen daar-gelaten.”



Theo Kocken (1964) is sinds 2010 hoogleraar risicomanagement aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Hij studeerde Bedrijfskunde (Eindhoven) en Econometrie (Tilburg) en promoveerde aan de VU (Amsterdam). Hij was van 1990 tot 2000 verantwoordelijk voor risicomanagement bij onder andere ING en Rabobank International.

Vanuit de overtuiging dat in een onzekere wereld iedereen moet kunnen rekenen op een rechtvaardig pensioen, richtte Theo Kocken in 2000 het Engels-Nederlandse risicomanagementbedrijf Cardano Groep op. In 2021 nam hij afscheid van de onderneming. Deze was onder zijn leiding gegroeid naar 350 medewerkers in Nederland en het Verenigd Koninkrijk met circa vijftig pensioenfondsen en verzekeraars als klant, samen goed voor € 120 miljard aan beleggingen en verplichtingen.

Kocken is auteur van meerdere boeken en vele columns over risicomanagement en pensioenfondsen, die zijn speciale interesse krijgen, net als het ontwerp van pensioenstelsels, complexiteitseconomie en gedrag in de context van onzekerheid. Kocken wordt door velen gezien als een van de invloedrijkste denkers over pensioenen. Daarnaast is hij film/documentairemaker (o.a. Boom Bust Boom en Your Hundred Year Life) en ondernemer, momenteel met name in ontwikkelingsfinance.

Theo Kocken is medeoprichter van Stichting Cardano Development. Deze probeert bedrijven en instellingen in ontwikkelingslanden weerbaarder te maken tegen financiële risico's.

SCENARIO'S

Niet alle pensioenfondsen bedwelmden zich met de rente-euforie van de mean reversion op basis van onvolkomen modellen. Een aantal fondsen dekte het risico op rentedaling tijdig af. Daaronder ook veel klanten van Theo Kocken, die inmiddels zijn onderneming Cardano had opgericht. “Voor de financiële crisis hebben we samen met de Rabobank al een artikel geschreven waarin we stelden dat je niet moet denken in kansmodellen maar in consequenties. De modellen kunnen niet voorspellen en geen betrouwbare kansen geven. Als je de kansen niet weet, moet je kansloos denken. Denk daarom in scenario's.

Wat kan ons helemaal kapot maken? Stijgende aandelen en dalende rente? Dan is er weinig aan de hand. Andersom ook. Maar als ze allebei omlaaggaan, is het pensioenfonds helemaal kapot. Meerdere pensioenfondsen die in consequenties gingen denken, ofwel gingen ‘kapotdenken’, hebben dat risico afgedekt door een maatgesneden vorm van bescherming te kopen.”

DOOR EEN WEERZIN TEGEN ONZEKERHEID, KIEZEN WE VOOR ZEKERHEID, SCHIJNZEKERHEID

Wat is een goed scenario?

“Daar kan ik uren over vertellen. Kijk eerst wat jou kapot kan maken. En kan het gebeuren? De rente naar -5% en de aandelen 95% omlaag? Dan is de wereld afgebrand. Aan dat soort scenario's heb je niks. Maar 2% rentedaling en 50% aandelen omlaag, kan wél. Met die min 2% hadden we namelijk al jarenlang Japan als voorbeeld.

De financiële crisis kwam toevallig een jaar nadat we dit scenario hadden ontworpen, maar had ook tien jaar later kunnen komen. Het gaat erom dat je ertegen beschermd bent, zonder dat je alle risico's afdekt en daardoor geen rendement meer hebt. Scenario's moeten dus niet ‘heel waarschijnlijk’ zijn of erg plausibel klinken, maar vooral met wat moeite ‘indenikbaar’ zijn. Je hebt maar twee of drie narratives nodig, die wel breed uit elkaar moeten liggen én logisch zijn. Globalisatie bijvoorbeeld is niet te verenigen met sterke prijsstijgingen omdat er geen handel is tussen landen. Geopolitieke spanningen leiden vaak tot inflatie in sommige producten, maar kunnen ook deflatie geven door het stilvallen van de wereldeconomie.”

En dan, na het ontwerp?

“Schrijf op wat je gaat doen als zich een scenario voordoet. Bijvoorbeeld welke actie neem je als een rente op een bepaald percentage komt. Als dat moment daadwerkelijk aanbreekt, moet je natuurlijk wél de voorgenomen maatregelen uitvoeren. Pre-commitment heet dat. Door ze vast te leggen, bescherm je jezelf en je groep tegen het menselijke gedrag om toch geen actie te ondernemen.

Een deel van mijn vak risicomanagement, waarover ik als hoogleraar lesgeef, gaat over alle manieren om jezelf niet voor de gek te houden. Als je iets vastlegt, hebben je hersens die actie al ondernomen en vinden ze het niet meer zo moeilijk om de maatregel door te voeren als het moment daar is.”

Klinkt allemaal logisch. Ik zou zeggen: doen. Waarom wordt er nog aan modellen vastgehouden als de waarheid?

“Als een soort disclaimer, we zijn gedekt. En door psychologische weerzin tegen onzekerheid. Men noemt dat ambiguïteitsaversie. Hierdoor kiezen ze voor modellen met zekerheid, schijnzekerheid. We willen geen dingen waarop we geen grip hebben. Modellen met cijfertjes geven een gevoel van controle.

Neem de Amerikaanse staatsschuld. Er komt een moment dat mensen er geen vertrouwen meer in hebben en overstappen naar bijvoorbeeld de Chinese Yuan. Dan is het over met de VS. Een enorme crisis die je niet met wiskundige varianten in een model kunt voorspellen. Dan voelt het veilig om terug te vallen op bestaande data en een ‘normale’ verdeling.



Een aantal hoogleraren heeft tegen me gezegd dat scenariodenken geen wetenschap is. Wiskunde komt wetenschappelijker over dan narratives gevoed door kennis en logica. Maar het gaat erom dat als de kansverdelingen niet werken, je ze moet loslaten. Maar we laten ze niet los.

ZE WILDEN DE WERKELIJKHEID NIET ONDER OGEN ZIEN

Nobelprijswinnaar Robert Lucas zei in 2003, vóór de financiële crisis, dat macro-economische theorieën ervoor hadden gezorgd dat we nooit meer een diepe depressie zouden krijgen. In 2009 mocht hij verklaren waarom het toch fout was gegaan. Zijn antwoord: we hebben de modellen gemaakt onder de aanname dat er geen crisis zou voorkomen. Dat zei hij letterlijk. Maar dan zit je nooit fout! Die – wiskundige – modellen hadden niets met de werkelijkheid te maken. Maar daarmee gingen ze wél de economie besturen.”

BOOM BUST BOOM

Op de vraag of hij wel serieus wordt genomen door (bepaalde) collega's, antwoordt Kocken dat hij daar helemaal geen behoefte aan heeft. En dan volgt er een anekdote die doet denken aan de satirische roman ‘Onder professoren’ (1975) van W.F. Hermans. In 2014 verscheen de internationale documentaire Boom Bust Boom van Theo Kocken (<https://www.npodoc.nl/documentaires/2015/09/boom-bust-boom.html>). Economische hotshots uit onder meer de VS zetten daarin uiteen waarom de financiële crisis van 2007/2008 toch was ontstaan, in weerwil van alle modellen.

Kocken: “Vooral omdat we collectief euforisch irrationeel werden. Ook de allerarmsten konden in de VS een hypotheek krijgen, want de huizenprijzen gingen tóch wel omhoog. Collectief irrationeel? Dat kon volgens klassieke economen helemaal niet.

Wij mensen overschatten onszelf, met name wat betreft de economische wetenschap. Het wordt gezien als een soort religie: zo en zo werkt het. Daar gaan we vervolgens naar handelen. En dat heeft de financiële crisis alleen maar verergerd.

Toen ik Boom Bust Boom liet zien aan onder anderen studenten en docenten van de Vrije Universiteit, liep een aantal hoogleraren de zaal uit. Zij schreven een e-mail aan de rector magnificus dat ik studenten oncomfortabel maakte door de economische wetenschap belachelijk te maken. De rector antwoordde echter dat het oncomfortabel maken van studenten juist de essentie is van de wetenschap. Toen is hij daarna in

de debatten naast me komen zitten om mee te praten over de film. Het was allemaal erg ongemakkelijk voor conventionele economen.”

Hoe zit het met de actuariële modellen?

“Actuarissen gebruiken modellen vaak wél op de juiste manier. Ze begrijpen ook de beperking ervan. In de asset & liability, met projecties over termijnen van decennia, kun je echter kansmodellen niet klakkeloos gebruiken. Dan moet je je ambiguïteitsaversie overboord gooien en het lef hebben om in scenario's te gaan denken met feedback en aandacht voor de psyche.”

Kun je dat leren, denken in scenario's?

“Ja, ik geef er ook les in. De grootste problemen hierbij heb ik niet met actuarissen maar met macro-economen.”

Kun je de psychologie toevoegen aan economische modellen?

“Diverse universiteiten experimenteren ermee. Bij kleine groepen van enkele duizenden mensen – agents – wordt gekeken hoe ze zich gedragen als ze bijvoorbeeld geld verliezen of als ze de economie langdurig omhoog zien gaan. Wanneer worden ze gretig, wanneer angstig, wat gebeurt er met hun testosteron, cortisol, enzovoorts. Dat kun je daarna in een model brengen. Met zogenoemd ‘agent based modelling’ neem je mee hoe mensen langzaam veranderen in hun gedrag als de economie verandert, en simuleer je onder meer euforie en pessimisme. Een micro-experiment breng je dan in een macro-model. Je kunt met die modellen veel begrijpen, maar nog steeds niet voorspellen. Dat is de kern van complexiteitstheorie.”

Je zegt dat mensen zichzelf overschatten. Dat is tegelijkertijd een pleidooi voor een collectief pensioen.

“Ja, voor collectief sparen.”

Tevreden over het nieuwe pensioenstelsel?

“Ja en nee. Ik ben blij dat we af zijn van die eeuwenlange discussie over de rekenrente, en over welke leeftijdsgroep al dan niet meer moet krijgen. Het werd niet leuk meer en bij sommige mensen ook persoonlijk. Wrangheid onder ouderen, terwijl ze het beste pensioen ter wereld hebben.

Ik ben ook blij dat we naar een stelsel gaan waarin we geen dingen beloven die we niet waar kunnen maken. Nog steeds collectief, met solidariteitsreserves, een beetje aan de complexe kant, maar wél goed doordacht. Mijn grootste zorg is dat ZZP'ers te weinig sparen. In alle landen zonder collectieve voorzieningen zie je dat er bijna niets wordt gespaard. Dat creëert armoede op gepensioneerde leeftijd.” ■



Insurers at a crossroads: turning technology trends into tangible value

Insurers face mounting pressures: regulatory complexity, rising costs, and clients with growing digital expectations. As insurers modernise reporting and modelling, the challenge is to identify technologies that deliver lasting value, rather than following short-lived trends.

In this article, we examine six technology trends – automation, cloud, open source, GPUs, artificial intelligence, and emerging innovations – and their practical implications for insurers.

Recent years have seen technology hypes rise and fall. For example, while blockchain was once touted as a game-changer for trust and transparency, the insurance industry continues to rely on traditional systems and processes. This disconnect underscores a key theme: insurers must critically evaluate which technologies genuinely enhance their business, rather than chasing the latest buzzword.

The focus should be on technologies that solve real problems – those that improve operational efficiency, enhance governance, and deliver better outcomes for clients. The goal is not to be first to adopt, but to be the one who extracts the most value.

Drs. S.W. Stronkhorst AAG CFA (left) is Head of Insurance Consulting and Technology, Benelux at WTW.

Dr. P. Penzler FIA C.Act is Director at WTW based in London.

Both work within the Insurance Consulting and Technology business of WTW and have led various Finance Transformations.



AUTOMATION

Automation is particularly impactful in financial reporting and has enabled insurers to reduce effort by up to 95% in key processes.

Many insurers are slow to expand automation, sometimes expecting AI to solve all their problems. However, it is not cost-effective to use AI when automation is sufficient. More importantly, they serve different purposes: automation is robust and excels at reproducibility, whereas AI is creative, less robust, and particularly valuable in situations involving uncertainty – such as when data is incomplete, ambiguous or unpredictable.

We distinguish between two types of automation: *task automation*, such as a Python script performing a data transformation previously done manually in a spreadsheet, and *process orchestration*, which removes manual intervention and guides data through the process. Process orchestration delivers a lot of benefits for a moderate investment.

Both types can be applied to many processes. Actuarial, Finance and Capital processes are often tackled first – including end-to-end reporting, data validation, assumption set production, model runs, results aggregation, solvency capital calculations and report generation – but wider processes, such as producing KPIs, calculating deferred tax, liquidity reporting, reserving and pricing, to name a few, are also well suited for automation and see similar efficiency gains.

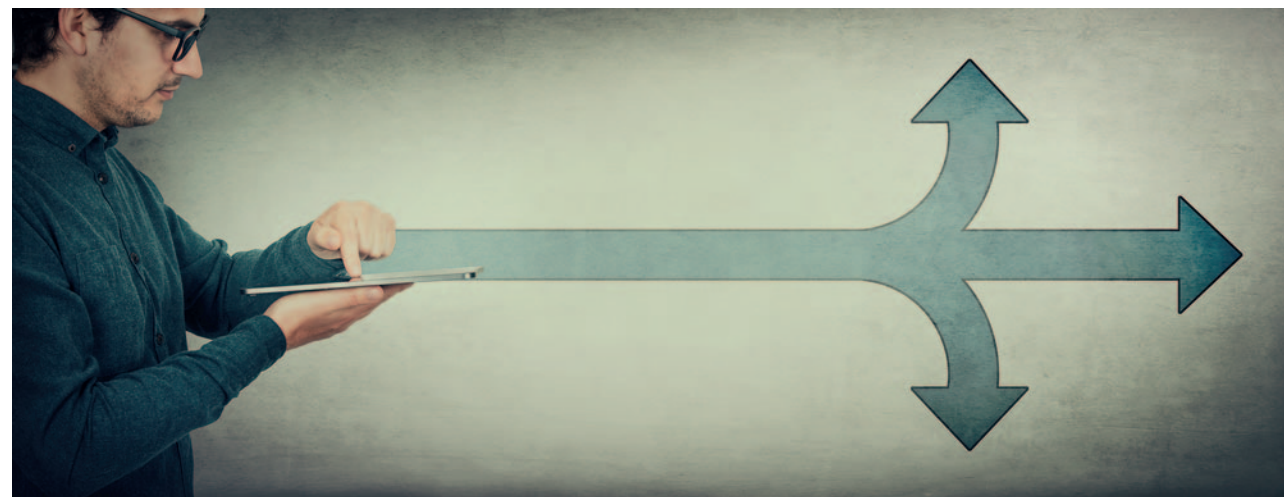
Automation is not just about speed – it's about governance, auditability, reduction of manual errors, effective reviews and freeing up time for analysis. A misconception is that automation is only appropriate after reaching a target state in processes. In reality, automation of suboptimal processes often frees up capacity to re-engineer the process.

CLOUD

Moving to the cloud offers tangible benefits: lower hardware and maintenance costs, improved disaster recovery, faster data access, and scalability. Providers now offer SaaS (Software as a Service) versions of their tools, further reducing the burden on internal teams by outsourcing software maintenance and the environment. Successful adoption of SaaS requires end users to clearly define requirements and work closely with IT to appreciate the change in cost of ownership and operational implications. Hybrid solutions that bridge on-premise and cloud environments, such as WTW's Unify Gateway, can provide a practical first step, delivering immediate benefits while easing the transition.

OPEN SOURCE

With scripting now part of university curricula and professional exams, and with help from AI chatbots, more actuaries can write code in languages like Python and R.



Building core actuarial systems on open platforms requires a conscious, well-resourced strategy. Open-source scripting languages can be very useful, particularly for prototyping and data transformation. However, for larger projects such as cashflow projections, companies should not underestimate the effort required to build, maintain and support complex software systems, along with associated staffing costs.

Governance and compliance requirements must also be addressed, and budgets should include ongoing development and maintenance to keep the software secure and up to date.

While open source can offer flexibility and the ability to tailor solutions to specific needs, insurers must weigh these benefits against the risks before committing to open source for critical actuarial systems.

GPUS

The use of GPU chips – originally designed for gaming – to accelerate financial modelling is gaining attention, driven by their widespread role in AI inference (running trained models to generate predictions). GPUs can deliver up to 500x speed improvements for specific models but show little benefit for others. Since a GPU-equipped virtual machine may cost 50 times more than a CPU core, it is critical to assess the run cost rather than elapsed time, and to focus on real models with full output – not synthetic benchmarks.

Because GPUs and CPUs have very different architectures, cost efficiency varies by model, making general predictions unreliable. Systems that allow users to toggle between CPU and GPU processing may offer the best of both worlds.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

AI, especially generative AI, is increasingly shaping how insurers interact with data and models. Key applications we currently see include:

- Coding assistance: AI tools act as intelligent coding companions, helping users write, optimise and interpret code. For example, WTW's RiskAgility FM financial modelling solution includes an AI assistant, making modellers more efficient.
- Content generation: Generative AI streamlines communication, from drafting reports to producing marketing materials. Tools such as WTW's ModelDocumenter can automatically generate actuarial model documentation, delivering substantial efficiency gains – while human review remains essential.
- Information retrieval: Retrieval-Augmented Generation (RAG) indexes complex information – such as model documentation, company policies, regulations and knowledge bases – and enables AI chatbots to provide accurate, source-grounded answers to complex queries, eliminating the need to manually sift through hundreds of pages.

- Unstructured data processing: AI excels at converting messy, unstructured inputs – such as handwritten notes, photos and free-text feedback – into structured, actionable data. This enables automation in claims handling, sentiment analysis, and operational reporting.

Building on generative AI, *agentic AI* refers to systems that can make decisions and take actions independently, moving beyond passive assistance. For instance, agentic workflows in WTW's Radar pricing engine have the capability to autonomously identify and address underperforming portfolio segments marking a shift towards active decision-making in actuarial work.

While agentic AI is still in its early stages, its potential to transform actuarial processes is significant. Of course, all use of AI requires careful consideration of its risks, such as bias and lack of explainability.

LOOKING AHEAD

Neuro-symbolic AI, which combines rule-based logic with statistical models, promises to reduce hallucinations and improve explainability – key for regulated industries like insurance.

Quantum computing, while still in the research phase, promises exponential speed gains by evaluating all possible states simultaneously. While the first practical applications are emerging, widespread use remains distant, with fundamental engineering and algorithmic challenges yet to be resolved.

CONCLUSION

Technological change is accelerating, and insurers who ignore these trends risk falling behind. To stay ahead, insurers should:

1. Leverage proven technologies – especially automation – to deliver measurable benefits today;
2. Critically assess new technologies, investing only in those that align with business goals and deliver real value; and
3. Foster a culture of experimentation, encouraging teams to pilot new tools and share findings, but always with robust governance.

The most successful insurers balance innovation with a clear focus on their core business, ensuring technology serves as an enabler, not a distraction. Embracing modern technologies and cultivating an innovative culture also make insurers more attractive to the next generation of experts – helping secure the talent needed for future success. ■



Longevity risk and the Solvency II standard formula: a misaligned perspective

EU insurers are required to assess the appropriateness of the Solvency II Standard Formula (SII SF) for their portfolios. For longevity risk, this presents a challenge: the SII SF shock is calibrated using multi-year uncertainty, while the SCR is defined as a one-year Value-at-Risk of the Own Funds. This mismatch makes a proper appropriateness assessment impossible, calling for a revision of the longevity shock. Moreover, insurers would benefit from using more precise modelling techniques rather than relying on a fixed 20% shock.

UNDERSTANDING THE SCR: SOLVENCY II'S RISK MEASURE
Article 101(3) of the Solvency II Directive defines the Solvency Capital Requirement (SCR) as the Value-at-Risk of an insurer's basic Own Funds over a one-year period, at a 99.5% confidence level. This means the SCR reflects potential changes in Own Funds due to adverse events within a one-year horizon. For longevity risk, the focus should therefore be on how changes in longevity assumptions or emerging experience over one year could impact Own Funds.

THE GENESIS OF THE SII SF LONGEVITY SHOCK
Before Solvency II's implementation, several Quantitative Impact Studies (QIS) informed the calibration of SCR shocks, though documentation was often incomplete. For example, the longevity shock was reduced from 25% in QIS4 to 20% in the final version, with little explanation.

Although the longevity shock is intended to capture trend, level, and volatility risk, its justification focuses solely on trend. The 2010 calibration paper¹ analysed cumulative improvement rates and simulated multi-year survival rates using unisex mortality data, while BE tables are typically sex-specific.



Dr. F. van Berkum is a senior manager in PwC's Risk Modelling Services team, a postdoctoral researcher at the Research Centre for Longevity Risk (RCLR) at the University of Amsterdam, and a member of the Committee Mortality Research (CSO) of the Royal Dutch Actuarial Association. This article is written in a personal capacity; the views expressed do not necessarily reflect those of PwC, RCLR/UvA, or the CSO.



Cumulative improvement rates were calculated for 1992–1999, 1999–2006, and 1992–2006, reflecting historical changes rather than future uncertainty. If these trends are already embedded in BE assumptions, they do not represent additional longevity risk.

Survival simulations were conducted for different ages over durations from 5 to 30 years and for whole life. For each age-duration combination, the 99.5th percentile was reverse-engineered into an instantaneous shock to BE mortality rates, ignoring discounting effects. These simulations reflect multi-year uncertainty, not the one-year horizon required for SCR. Moreover, the implied shocks for key ages were closer to 10–15%, significantly lower than the 20% used.

In 2017, EIOPA consulted insurers on the calibration of longevity and mortality stresses. Insurers favoured a time-dependent longevity shock to better reflect the nature of the risk, but EIOPA retained a time-independent approach.

Interestingly, the Insurance Capital Standard (ICS), published in December 2024 by the IAIS (which includes DNB and other EU supervisors), sets the longevity shock at 17.5%, 2.5 percentage points lower than the SII SF shock, resulting in 12.5% lower capital requirements. Yet, the Solvency II 2020 review (concluded in 2025) left the shock unchanged, raising questions about consistency.

These observations cast doubt on the appropriateness of the SII SF longevity shock. Insurers may benefit from conducting their own assessments to better reflect the full spectrum of longevity risk.

THE RISKS IN LONGEVITY RISK
Quantifying longevity risk involves assessing multiple sources of uncertainty. Best Estimate (BE) forecasts are typically derived from stochastic mortality models. As outlined in the table below, different dimensions of longevity risk affect liability values and are explicitly referenced in Solvency II texts under SCR Longevity and SCR Mortality.

Risk modules	Risk sources
• Level risk: misestimation of current mortality levels in the insured population. • Trend risk: uncertainty in future mortality developments. • Volatility risk: impact of individual mortality variation on liability values.	• Sampling risk: variability in observed mortality despite known mortality rates. • Process risk: uncertainty in how mortality evolves over time. • Parameter uncertainty: uncertainty in model parameters estimated from historical data. • Model risk: differences in outcomes due to choice of mortality model.

The listed risk modules are commonly used in internal models and economic capital frameworks. Each module represents a category of factors that can influence current mortality expectations. Risk sources describe how deviations from assumptions may statistically manifest. A single module may be affected by multiple sources—for example, trend risk can stem from both process risk (uncertainty in future developments) and model risk (variability across projection models).

Trend risk is generally more material than level or volatility risk and should therefore be the primary focus when comparing SCR Longevity calibrations.

COMMON APPROACHES TO MODELLING LONGEVITY TREND RISK

Academics and practitioners have explored various methods to quantify longevity trend risk. These approaches differ primarily in the risk horizon considered:

- **One-year risk horizon:** Reflects potential changes in Own Funds over a single year, aligning with Solvency II requirements.
- **Multi-year risk horizon:** Captures uncertainty across the full projection period (i.e., runoff uncertainty) but is not suitable for Solvency II PIM or SF appropriateness assessments due to its mismatch with the one-year SCR definition.

A common one-year approach involves mimicking the assumption update process: using next year's mortality observation to recalibrate the BE model. This method reflects one-year risk horizon / multi-year uncertainty, as it models a random realization over one year but also its impact on future assumptions. It differs from one-year uncertainty approaches, which only shock next year's mortality rates.

Implementing a recalibration-based approach raises several complex questions. Below are practical observations from experience:

- **Recalibration window:** Shorter periods increase sensitivity to new data and raise capital; longer periods may understate risk. Linking the length of the window with portfolio duration can reduce reliance on expert judgment.
- **Scenario selection:** Mortality rates vary by age and sex, making the definition of a 1-in-200-year worst-case scenario non-trivial. Stochastic valuation helps identifying which scenarios drive capital requirements.
- **Model risk:** Solvency II requires undertakings to assess model risk. Different models yield different BE paths and uncertainty estimates—especially relevant for longevity trend. Scenario testing helps explore how shocks may materialize.
- **Basis risk:** Longevity shocks are based on population-wide data, which may not reflect insured populations. Comparing historical improvements between the general population and your portfolio can support the use of population trends.

Longevity risk is inherently long-term, making one-year SCR modelling challenging. Nonetheless, Solvency II mandates a one-year risk horizon. In practice, internal model-based SCR Longevity shocks are often lower than the SII SF shock, the latter reflecting multi-year risk horizon and lacking diversification between sexes.

CONCLUSION

There is no strong justification for the current 20% longevity stress in the Standard Formula. If most insurers find that internal model-based SCR is significantly lower, it may be time to revisit this calibration. A more refined Standard Formula—one that better reflects how longevity risk affects liabilities—would be a welcome improvement. Duration-dependent shocks are already used for interest rate risk, so why not for longevity? ■

1 – CEIOPS. (2010, April 15). *Calibration paper: Solvency II*. Retrieved from <https://register.eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-Calibration-paper-Solvency-II.pdf>



Beleidsmakers hechten te veel waarde aan modellen

Theo Berg is met pensioen. En die vrijheid bevalt hem goed, na een leven lang in de modellen.

Het is even schakelen voor Theo Berg. Een interview de dag nadat hij is teruggekomen van een reis van twee maanden door Andalusië met zijn vrouw. Van de arabesken van het Alhambra naar de interne modellen van Solvency II, terwijl de waterdichte plunjezakken met tent en bagage nog in de hal liggen.

Formeel is actuaire Berg met pensioen. 'Retired' staat er op zijn LinkedIn-account. Op 1 juli 2025 is hij gestopt bij PwC. Om vervolgens de zomer in woonplaats Amsterdam door te brengen. 'Voor het eerst dat ik die zo bewust hier meemaakte.' En daarna dus Andalusië.

Maar de 59-jarige pensionado heeft weinig moeite om op stoom te komen. 'Ik heb mijn werk altijd hartstikke leuk gevonden. Mijn laatste werkdag was ik tot negen uur 's avonds bezig. Nu heb ik tijd voor andere dingen. Naar alle documentaires van de IDFA kijken, lekker skiën. Ik ben absoluut niet op zoek naar iets nieuws.'

Het gesprek gaat over modellen. Het toegenomen belang ervan en de groeiende complexiteit, die het moeilijker maakt om ze te doorgronden. "Een model is niet dé werkelijkheid. Het is een schematische weergave van de werkelijkheid. Bovendien een werkelijkheid gebaseerd op gebeurtenissen uit het verleden. Dus je moet oppassen: is het model wel een goede weergave van dat verleden en zijn de uitkomsten toepasbaar op de toekomst?"

Worden modellen steeds ingewikkelder?

"Modellen worden steeds beter, steeds exacter, door meer beschikbare data, toenemende rekenkracht van computers, AI. Vroeger rekende je één keer per jaar projecties door voor een subset polissen, nu kun je dat bijna per dag doen, per polis. De hoeveelheid data die je kunt gebruiken is spectaculair gegroeid.

Maar modellen zijn ook heel complex geworden. En een model is vaak weer onderdeel van een reeks modellen. Je kunt een perfect model aan het begin van een proces hebben, maar als dat later in het proces voor problematische uitkomsten zorgt, is het misschien toch niet het juiste model. Die complexe modellen moeten goed aansluiten. Een actuaire kan al die schakels overzien, maar voor de rest van de organisatie dreigt het een black box te worden."

DE NEIGING IS JE TE VERSCHUILEN ACHTER DE TECHNIEK. NIET DOEN!

Hoe ondervang je dat?

"De actuaire begrijpt wat er in een model gaat, wat de belangrijkste beslispunten zijn, welke gevoeligheden er zijn, welke risico's. Maar als een model van waarde wil zijn voor de organisatie, moet je er met z'n allen achterstaan. De bestuurders maken het beleid. Die moeten begrijpen hoe het model werkt. Daar ligt een taak voor de actuaire. Die moet uit zijn eigen belevingswereld treden en uitleggen dat de uitkomst van een model niet de waarheid is, maar dat er eerder sprake is van een uitkomstenwolk met verschillende interpretaties.

Daarbij moet de actuaire zich kwetsbaar durven opstellen, zijn emotie erin leggen. Zijn eigen expertise ter discussie durven stellen. De neiging is om je te verschuilen achter de techniek. Niet doen! Ga het gesprek





aan met je collega's van finance, met het bestuur. Vertellen wat er in die black box gebeurt en aangeven hoe je daarmee kunt omgaan. En luisteren wat de verwachtingen zijn."

Is dat niet het bekende verhaal dat er meer actuarissen op bestuursniveau moeten werken om die kennis ook op het hoogste niveau te kunnen benutten?

"Dat is de discussie omdraaien. Dat je een actuaar in het bestuur nodig hebt om de complexiteit te doorgronden. Je kunt je ook afvragen of dat complexe model wel bij de organisatie past als het zo moeilijk uitlegbaar is en niet de juiste informatie oplevert om op te sturen. Ga je door die complexiteit betere beslissingen nemen?"

GA JE DOOR DIE COMPLEXITEIT BETERE BESLISSINGEN NEMEN?

Iemand als Agnes Joseph zegt dat er te veel beslissingen worden genomen op basis van modellen, ook in de 'gewone' wereld. Terecht?

"Heel goed dat zij als actuaar haar mening geeft, ook al ben ik het niet altijd met haar eens. Ik geloof niet dat modellen te machtig zijn geworden. Ik denk wel dat beleidsmakers te veel waarde hechten aan modellen. De uitkomst van een model mag nooit de enige basis voor een beslissing zijn. Het probleem is dat het wetgevende kader vaak bepaalde modellen veronderstelt. Die doen niet altijd recht aan de werkelijkheid, maar zijn daarmee wel erg sturend."

De ontwikkelingen in de financiële wereld en de ICT gaan snel, al helemaal met de komst van AI. Verouderen modellen sneller?

"Er zijn steeds meer data beschikbaar en daarmee kun je ook betere voorspellingen doen. Maar die data zijn uit het verleden. En de geschiedenis herhaalt zich nooit. De wetgeving verandert, de toegang

tot data verandert, de manier waarop we met elkaar omgaan verandert. De effecten van ingrijpende gebeurtenissen laten zich moeilijk in een model vatten. Bij de financiële crisis bleek er toch een andere samenhang tussen variabelen dan werd verondersteld voor stresssituaties.

Die onzekerheden moet je in acht nemen bij het beoordelen van de uitkomst van modellen. Ook daarom is het belangrijk dat actuarissen continu in gesprek zijn met de rest van de organisatie. Sales, finance, juridisch. Die mensen zien soms eerder wat er in de buitenwereld gebeurt. Als er iets verandert in de keuringen voor arbeidsongeschiktheid, of het zorgstelsel wordt aangepast, moet je daar met je modellen tijdig op reageren."

Waar hebben modellen in de verzekeringswereld de meeste vooruitgang geboekt?

"Bij de pricing van schadeverzekeringen is veel bereikt doordat er veel meer data zijn die ook sneller worden verwerkt. Je kunt nu bijvoorbeeld dynamic pricing toepassen met verschillende prijzen voor polissen die 's ochtends en 's avonds worden afgesloten. Waarderingsmodellen voor levensverzekeringen zijn veel accurater geworden. Bovendien kun je ze vaker en sneller doorrekenen. En waar de actuaar vroeger de modellen maakte, past hij ze nu toe."

Je hebt bij verzekeraars gewerkt aan het interne model voor kapitaaleisen. Hoe goed zijn die modellen nu?

"Een goed intern model bevordert het risicomanagement van een verzekeraar. De standaardformule moet een goed beeld geven bij elke verzekeraar, maar houdt te weinig rekening met de specifieke kenmerken van individuele verzekeraars. Dus grote verzekeraars hebben hun eigen interne model. Hoe hoger de risico's, hoe meer

kapitaal. Maar je kunt daar dus als verzekeraar je eigen inschatting van maken. Op twee voorwaarden: je moet alle parameters kunnen bewijzen en het bestuur moet het interne model begrijpen.

Er zit veel techniek achter, en dat is sinds de start van Solvency II alleen maar meer geworden. Door de wetgeving is het ook steeds juridischer geworden. De toezichthouder kijkt naar die wetgevende kaders die bijvoorbeeld zeggen dat je niet 90% moet bewijzen, maar 100%. Of je moet heel precies een gebeurtenis gaan doorrekenen die één keer in de tweehonderd jaar kan plaatsvinden. Het is allemaal zo gedetailleerd geworden dat het amper nog is te begrijpen.

Er ontstaat een heel ingewikkeld model waarmee we weinig opschieten. Hartstikke leuk voor actuarissen, al die complexiteit, maar wat is de toegevoegde waarde ervan als het tot een fictieve werkelijkheid leidt die geen extra inzichten oplevert?"

Het moet eenvoudiger?

"We hebben hier al in 2019 een gesprek met EIOPA hierover gehad. Dat het te complex is geworden. Maar daarna zorgde Covid voor veel vertraging. En de herziening van Solvency II gaat sowieso al veel te traag."

Je hebt bij Delta Lloyd zelf slechte ervaringen met het interne model gehad. Het model dat je daar hebt ontwikkeld, werd door DNB afgekeurd.

"Niet afgekeurd, het is nooit ingediend. We kregen steeds weer extra vragen van de toezichthouder, het model werd steeds complexer, terwijl het geen extra inzichten bood. We zagen daar de meerwaarde niet van en dat leidde tot discussie binnen Delta Lloyd, en uiteindelijk tot afstel van de aanvraag.

Maar ik sta nog steeds achter de toen gekozen aanpak. Het werk aan dat interne model heeft veel inzichten opgeleverd, omdat we het met interne mensen deden, en niet geleid door consultants. Ik denk dat we veel beter begrip hebben gekregen van de risico's in het bedrijf. Alleen konden we dat niet onderbrengen in het model zoals wij dat zagen."

HET ZOU GOED ZIJN ALS HET TOEZICHT OP EUROPEES NIVEAU WORDT GEHARMONISEERD

Het toezicht op het interne model valt onder DNB, is dus nationaal. Hoe logisch is dat?

"De grote banken vallen onder het toezicht van de ECB. Ik ben er voorstander van dat het toezicht op de grote verzekeraars onder EIOPA valt. Nu is er veel variatie in toezicht tussen landen. Natuurlijk moet je rekening houden met nationale verschillen. Een hypotheekportefeuille van een Nederlandse verzekeraar heeft een ander profiel dan in andere landen. In Oost-Europa speelt de discussie over hoe je toekomstige winsten toerekent. Maar het zou goed zijn als het toezicht op Europees niveau wordt geharmoniseerd.

Daar speelt natuurlijk een competentiekwestie tussen DNB en EIOPA, maar het is ook een kwestie van financiering. Het toezicht van DNB op verzekeraars wordt betaald door de sector. Hoe werkt dat als je een deel van de taken naar EIOPA verplaatst? Ik vind het sowieso een slechte zaak dat toezicht door de sector zelf wordt betaald. Dat is echt een weeffout die niet automatisch tot efficiënt toezicht leidt. En die inefficiëntie betaalt de burger via polissen en pensioen. Ik zou het veel beter vinden als toezicht werd betaald met publiek geld."

Solvency II bestaat nu tien jaar. Hoe enthousiast ben jij erover?

"Ik heb alles bij elkaar een heel positief gevoel over Solvency II. Op het vlak van governance en transparantie is veel verbeterd. Er zijn nu aparte governanceregels voor verzekeraars. Door de transparantie zijn

verzekeraars veel beter vergelijkbaar. Maar op het gebied van kapitaaleisen, het interne model, zijn er te veel verschillen tussen nationale toezichthouders en in de standaardformule zitten te veel zaken die niet goed zijn uitgewerkt. Er moet meer tempo worden gemaakt met de herziening van Solvency II."

'Alleen hondjes hebben een baas' is een uitspraak van je. Wat bedoel je daarmee?

"Wat een leidinggevende zegt, is niet per se de waarheid. Dat moet je durven 'challengen'. Dat heb ik aangemoedigd bij mijn mensen. Wat niet wil zeggen dat ik altijd hun argumenten heb overgenomen, ook al waren ze goed. Soms moet je een compromis sluiten, een beslissing nemen, dat is je taak als leidinggevende.

Dat is ook de reden waarom ik altijd heb gepleit voor een Chief Risk Officer die géén zitting heeft in de Raad van Bestuur. Op bestuursniveau worden per definitie compromissen gesloten, terwijl de CRO altijd autonoom en onafhankelijk moet zijn. Hij moet geen onderdeel worden van dat compromis. Daarom ben ik zelf ook nooit bestuurder geworden." ■



Theo Berg (1966) studeerde actuariële wetenschappen en economie aan de Universiteit van Amsterdam. Hij begon zijn carrière als actuaar bij Tillinghast (nu WTW), waar hij zestien jaar werkte. Na een jaar bij Allianz in München ging hij in 2007 bij Delta Lloyd aan de slag als groepsdirecteur actuaariaat en risicomanagement. In 2016 werd hij partner bij PwC, waar hij zich bezighield met risicomanagement, Solvency II, actuariële waarderungen en fusies van verzekeringsmaatschappijen. Berg is sinds juli 2025 met pensioen. Hij woont met zijn vrouw in Amsterdam en heeft vier zoons, van wie er één ook actuaar is.



Van data naar daadkracht: hoe AI verandermanagement fundamenteel verandert

Organisaties bevinden zich in een permanente staat van verandering. Digitalisering, nieuwe technologieën, wet- en regelgeving, de behoefte aan productiviteitsgroei en maatschappelijke verwachtingen maken transformatie tot een vast onderdeel van de bedrijfsvoering. Veranderen is niet langer een project met een eindpunt, maar een doorlopend proces van aanpassing.

Toch blijft één factor bepalend voor het succes van die verandering: de mens. Strategieën, technologieën en processen kunnen nog zo goed ontworpen zijn, uiteindelijk bepaalt het gedrag van mensen of een transformatie slaagt of vastloopt. In de praktijk gaat succesvolle verandering niet alleen over de veranderbereidheid, maar ook over de onderliggende motivaties en mogelijkheden om gedrag aan te passen.

Drs. L. de Boer richtte vijf jaar geleden Qultify op: een SaaS-oplossing die verandermanagers helpt bij het vormgeven van interne veranderingen en organisatieontwikkeling.



In dit artikel wordt verkend hoe moderne AI-technieken verandermanagement veranderen. Deze technieken maken het mogelijk om de verschillende fasen van gedragsverandering, van bewustwording tot borging, in kaart te brengen en daar gericht op te sturen. Zo ontstaat een datagedreven én mensgerichte aanpak voor organisatieverandering, waarin besluitvorming niet langer gebaseerd is op intuïtie, maar ook op empirische onderbouwing.

DE UITDAGING: VAN DATA NAAR GEDRAGSVERANDERING

Veel verandertrajecten mislukken niet door een gebrek aan strategie, maar door een tekort aan draagvlak. Medewerkers voelen zich onvoldoende gehoord of betrokken bij de besluitvorming, waardoor intentie niet wordt omgezet in gedrag. Traditionele medewerkers-onderzoeken leveren wel data op, maar bieden zelden context of richting. De vertaalslag van ruwe data naar concrete, gedragen interventies blijft daardoor uit.

Daar ligt precies het terrein waar AI waarde toevoegt. Waar conventionele analysetools blijven steken in tellingen en gemiddelden, kan generatieve AI de inhoudelijke betekenis van medewerkersinput begrijpen en samenvatten, en daarbovenop suggesties doen voor effectieve interventies. Het combineert patroonherkenning met contextuele duiding: niet alleen wat mensen zeggen, maar ook *waarom* en *hoe* dat samenhangt met hun motivatie of weerstand.

AI HELPT JE TE BEGRIJPEN WAAROM IETS GEBEURT

Voor actuarissen is dit een herkenbaar spanningsveld: ook zij werken met complexe datasets waarin cijfers pas waarde krijgen binnen een goed gekozen model of gedragsveronderstelling. AI fungeert als een extra rekenlaag die helpt om patronen in menselijk gedrag zichtbaar te maken. Niet alleen om te voorspellen wat er zal gebeuren, maar vooral om te begrijpen waarom het gebeurt en waar gerichte interventie het meeste effect sorteert.

AI ALS CO-PILOOT VAN DE VERANDERMANAGER

Eén van de meest waardevolle toepassingen van AI binnen verandermanagement is Retrieval-Augmented Generation (RAG). Deze techniek combineert de kracht van generatieve AI met betrouwbare, organisatie-specifieke kennisbronnen. In plaats van algemene antwoorden te produceren, gebruikt het model gecontroleerde interne data, zoals data uit HR-systemen, feedback van medewerkers, enquêtes, proces-documentatie en strategische plannen.

RAG werkt in twee stappen. In de eerste fase, *retrieval*, haalt het systeem de meest relevante informatie op over het onderwerp waar de verandermanager naar vraagt: bijvoorbeeld leiderschap, productiviteitsgroei of cultuur. In de tweede fase, *generation*, gebruikt



het AI-model deze context om samenvattingen en aanbevelingen te genereren die aansluiten bij de realiteit van de organisatie.

Zo ontstaat een beslissingsondersteunend instrument dat ruwe feedback vertaalt naar betekenisvolle patronen en concrete acties. AI herkent niet alleen welke thema's leven, maar ook hoe die zich verhouden tot de verschillende fasen van gedragsverandering; van bewustwording en motivatie tot toepassing en borging.

HET IS DEZELFDE DENKWIJZE DIE ACTUARISSEN TOEPASSEN BIJ RISICOMODELLERING

De RAG-architectuur lijkt sterk op de manier waarop actuarissen voorspellende modellen gebruiken: inputdata worden eerst verrijkt met relevante context, waarna op basis van die informatie scenario's en waarschijnlijkheden worden gegenereerd. Het is dezelfde denkwijze die actuarissen toepassen bij risicomodellering: data combineren met domeinkennis, aannames continu toetsen, en besluiten nemen op basis van waarschijnlijkheden in plaats van aannames.

De verandermanager krijgt daarmee een analytische co-piloot aan zijn zijde: een systeem dat signalen uit de organisatie samenbrengt, verbanden zichtbaar maakt en suggesties doet voor interventies met de grootste kans op effect. De besluitvorming blijft bij de mens, maar wordt onderbouwd door een model dat leert, vergelijkt en nuanceert.

VAN INZICHT NAAR INVLOED

Het analyseren van wat medewerkers denken en voelen is één kant van de medaille. De andere kant is begrijpen hoe gedrag zich binnen een organisatie verspreidt. Zelfs de beste veranderstrategie heeft weinig effect als ze niet wordt gedragen door de juiste mensen, of als cruciale verbindingen in het netwerk onzichtbaar blijven.

In elke organisatie bestaan informele invloedspatronen: medewerkers die anderen inspireren, bruggen slaan tussen teams of juist weerstand versterken. Deze dynamiek is zelden zichtbaar in organogrammen, maar bepaalt in hoge mate of verandering tractie krijgt.

Daarom is de volgende stap in datagedreven verandermanagement het koppelen van inhoudelijke inzichten aan sociale structuur. Waar RAG helpt om te begrijpen *wat* er leeft, laat sociale netwerkanalyse zien *wie* bepalend is voor de verspreiding van gedrag en overtuigingen.

De inzichten uit netwerkanalyse maken het mogelijk om gedrag niet alleen te begrijpen, maar ook te beïnvloeden. Verandering verspreidt zich zelden lineair; ze volgt de paden van vertrouwen en interactie. Door gerichte interventies te koppelen aan de invloedrijke knooppunten in het netwerk, ontstaat een organisch veranderproces:

collega's beïnvloeden elkaar in plaats van dat verandering van bovenaf wordt opgelegd. In de praktijk betekent dit dat een relatief kleine groep medewerkers, mits strategisch gekozen, het verschil kan maken in adoptie en cultuurverschuiving. Daarmee wordt veranderkunde steeds meer een vorm van gedragsmodellering: data en dynamiek als hulpmiddel om menselijk gedrag te begrijpen en te sturen.

Daarmee verschuift de focus van het individu naar het netwerk als geheel: verandering als een sociaal systeem dat, net als een model, kan worden gemeten, gesimuleerd en geoptimaliseerd.

CONCLUSIE

De toepassing van AI in verandermanagement luidt een nieuwe fase in: verandering wordt meetbaar, voorspelbaar en tegelijkertijd mensgerichter. Retrieval-Augmented Generation maakt het mogelijk om medewerkersinput om te zetten in betekenisvolle inzichten, terwijl sociale netwerkanalyse laat zien wie binnen de organisatie de grootste invloed uitoefent op het verloop van verandering. Zo ontstaat een steeds actueler beeld van de organisatie als levend systeem.

De toekomst van verandering ligt daarom in de hybride aanpak: algoritmes die gedrag en invloed zichtbaar maken, en mensen die deze inzichten omzetten in betekenisvolle actie. Want uiteindelijk blijft échte verandering iets dat tussen mensen gebeurt, met modellen die ons helpen beter te begrijpen hoe dat werkt. ■



Interne modellen: vier persoonlijke visies

Verzekeraars mogen het vereiste kapitaal berekenen

op basis van een intern model. Er gelden hiervoor

strikte eisen en DNB moet het goedkeuren. We vragen

drie verzekeraars en DNB over hun persoonlijke

ervaringen met interne modellen.

■ F. Kratz Msc

Head of Methodology bij a.s.r; en

■ E. Hollegien Msc RC

CFO bij a.s.r.

Wat zou u vanuit uw rol willen veranderen aan de regels rond een IM?

We stellen de regels niet ter discussie. Wel zien we dat het heel veel vraagt van de organisatie op het gebied van modelleren, valideren, documenteren en rapporteren. We willen graag het gesprek voeren over het spanningsveld tussen de eisen aan interne modellen en de belemmeringen die ze veroorzaken om modellen aan te passen en actueel te houden. Hoewel de vereisten begrijpelijk zijn, kunnen ze in de praktijk leiden tot ongewenst uitstel van modelwijzigingen.



Fabian Kratz



Ewout Hollegien

Daarnaast vraagt Europa om grote investeringen in infrastructuur, energietransitie en defensie. Het zou goed zijn als verzekeraars hieraan kunnen bijdragen. Ook kost beleggen in aandelen onder zowel het standaardmodel als intern modellen veel kapitaal. Een kapitaalmodel zou meer stimulerend kunnen, en misschien wel moeten, werken teneinde Europese groei te stimuleren.

Welk dieper inzicht in risico's levert het IM op?

We zijn gewend de kapitaalrekening te berekenen volgens het standaard model. Daardoor moeten we soms kapitaal aanhouden dat niet past bij het werkelijke risico, wat kan leiden tot suboptimale besluiten. Het interne model biedt met zijn verfijnde risicoberekeningen en inzicht in onderlinge afhankelijkheden een beter beeld van de totale risicodynamiek. Deze inzichten versterken de sturing van de verzekeraar en maken risicomanagement tot een integraal onderdeel van de besluitvorming.

Worden de eisen van DNB zwaarder de laatste tijd?

Onze toezichthouder beschikt over veel expertise en toetst binnen het bestaande kader of we aan de Europese vereisten voor een PIM voldoen. We zien geen verzwaring van de eisen, behalve wanneer het regelgevend kader verandert. Wel leidt de groei in modelkennis, zowel bij ons als bij DNB tot nieuwe vragen. Dat zien we als een positieve ontwikkeling die bijdraagt aan verdere verbetering van onze interne modellen.

Welke afweging maakt u tussen conceptuele juistheid en uitlegbaarheid?

De financiële crisis leerde ons niet blind te vertrouwen op modellen, maar ook ons gezond verstand te gebruiken. Voor een CFO is het

belangrijk om te bewaken dat een uitkomst intuïtief hout snijdt en conceptueel uitlegbaar is. Conceptuele juistheid en uitlegbaarheid zijn beide belangrijk. Idealiter versterken ze elkaar. In de praktijk is vaak een vorm te vinden waarin een conceptueel juist model ook begrijpelijk blijft. Als een model niet goed uit te leggen is, moet men zich afvragen of het wel echt conceptueel klopt.

In sommige Europese landen zien we dat de implementatie van USPs/GSPs een commodity worden: ziet u dit als een kosten efficiënt alternatief voor een partiel intern model voor premie- en reserverisico?

In theorie zouden USPs inderdaad een kosten-efficiënt alternatief voor een PIM kunnen zijn voor bepaalde wat eenvoudigere lines of business. In praktijk zijn dit echter ook de segmenten waar een PIM relatief eenvoudiger ontwikkelt kan worden. Doordat verder de bestaande SF-structuren gebruikt blijven worden, zijn de verdere voordelen van een betere passende risicometing beperkt.

■ Drs. V.E. van Bergen

Senior Manager Financial Risk Management bij Achmea

Wat zou u vanuit uw rol willen veranderen aan de regels rond een IM?

De Solvency II wetgeving is in op principes gebaseerd en niet op harde regels. Er is dus interpretatie van de verzekeraar en de toezichthouder nodig. Dit spoort de verzekeraar aan om na te denken over de eigen risico's. In het kader van de harmonisatie tussen toezichthouders wordt gepoogd om de interpretaties in Europees verband naar elkaar toe te bewegen. De enhanced prudency principle bij de toepassing van de dynamische volatility adjustment is daar een voorbeeld van. Het streven naar een gelijk speelveld kan daarbij ten koste gaan van goed risicomanagement.

Welk dieper inzicht in risico's levert het IM op?

Verzekeraars staan bloot aan een grote diversiteit aan risico's. Op zichzelf staand zijn risico's voor mensen vaak nog wel te overzien, maar minder voorkomende risico's zijn vaak al lastiger in te schatten. Om bij besluiten een rationele afweging te kunnen maken met de combinatie van extreme gebeurtenissen is het beter om een model te hanteren. Zoals Daniel Kahneman uitlegt: het dwingt af om met de langzame hersensystemen te werken.



Vincent van Bergen

Worden de eisen van DNB zwaarder de laatste tijd?

Ik onderscheid eisen en verwachtingen van de toezichthouder. De eisen komen voort uit de wetgeving en zijn voor de toezichthouder een gegeven. De toezichthouder kan echter ook verwachtingen uitspreken. Daarbij speelt benchmarking een grote rol. Als een van de verzekeraars met een intern model een verbetering doorvoert, dan is de stap snel gezet om dit als verwachting bij de andere verzekeraars neer te leggen. Zo leggen we met zijn allen de lat steeds hoger voor elkaar.

Welke afweging maakt u tussen conceptuele juistheid en uitlegbaarheid?

Volgens de wiskundige von Neumann is de waarheid te ingewikkeld om iets anders dan benaderingen mogelijk te maken. Om een model geschikt te maken voor besluitvorming in een complexe omgeving moet de modelleur de belangrijkste risico's zien te vangen. Boven dat minimum aan complexiteit is het de kunst van het modelleren om zoveel mogelijk weg te laten.

In sommige Europese landen zien we dat de implementatie van USPs/GSPs een commodity worden: ziet u dit als een kostenefficiënt alternatief voor een partiel intern model voor premie- en reserverisico?

In Europees verband hanteren veel verzekeraars een partiel intern model voor premie- en reserverisico. De benodigde inspanning is voor een USP-benadering weliswaar beperkter. Daartegenover staat dat de ontwikkeling en het gebruik van een intern model meer diepgaand inzicht in het risico geeft.



Ewa Jac

■ E. Jac FIA

Head of Risk Models and Analytics bij Nationale-Nederlanden

What would you like to change about the regulations around the IM, from the perspective of your role?

I think stability is key, so from this perspective limiting the amount of regulatory changes is preferred over too much change. A bit more personal perspective is that I am not a great fan of some conceptual components within the volatility adjustment calculation.

What deeper insights did the IM provide?

The IM is a powerful tool to effectively capture risks in our business profile by aligning the range of modelled risks with the company's



unique risk profile. For instance, an IM typically includes credit spread risks for EUR sovereigns. Additionally, the IM enables more sophisticated modelling of critical risks. The simulation-based approach employed by the IM allows us to capture the entire distribution of losses, making it invaluable for risks with loss distributions where rare events are more probable than a normal distribution. An example is CAT windstorm risk, where advanced models try to predict storm paths to derive loss distributions. Another example is reverse stress testing in the IM, enabling us to proactively identify specific scenarios that could severely impact the business. This provides critical foresight for strategic planning and risk mitigation. Moreover, the IM provides granular modelling of significant business aspects, ensuring that we have a comprehensive understanding of the risks we face.

Are the DNB requirements getting tighter the last years?

I don't necessarily see the DNB requirements tightening, though my perspective may be somewhat limited. What I have observed, however, is in general further convergence of models from EU perspective. For instance, there are numerous EIOPA studies, such as those on diversification or market and credit risk, that enable regulators to compare different models.

How do you weigh conceptual correctness with explainability?

Explainability is very important. However, pursuing explainability does not imply oversimplifying models at the cost of conceptual correctness. You can have conceptually sophisticated and complex models that provide results that are easy to explain. User perspective is a very important aspect of a good model, that is why checking reasonableness of the outcome is something that we look at very carefully. Materiality is also an important aspect, for example in terms of accepting model limitations depending on materiality.

■ **S.R. Altemühl MSc AAG**

DNB (op persoonlijke titel)

Wat zou u vanuit uw rol willen veranderen aan de regels rond een IM?

Solvency II schrijft geen specifieke methoden voor interne modellen voor. Dit in tegenstelling tot interne modellen bij banken, waar de wettelijke kaders aanzienlijk strakker zijn. Deze keuze heeft voor- en nadelen. Verzekeraars kunnen hun specifieke risicoprofiel hierdoor nauwkeurig modelleren, maar ook uitkomen op substantieel andere methoden, zelfs als hun risicoprofiel niet wezenlijk verschilt.

Welk dieper inzicht in risico's levert het IM op?

Met een intern model kunnen verzekeraars hun eigen risicoprofiel nauwkeurig modelleren, en inzicht krijgen in specifieke risico's. Door het interne model vervolgens breed te gebruiken, wordt het algehele risicomanagement naar een hoger niveau gebracht, en verbetert ook het interne model zelf. De gebruikstest (RL artikel 120) vereist dit ook.

Worden de eisen van DNB zwaarder de laatste tijd?

Net als verzekeraars hebben ook toezichthouders sinds de introductie van Solvency II nieuwe inzichten opgedaan. Bijvoorbeeld op basis van de 'comparative studies', die in Europees verband worden uitgevoerd. Deze nieuwe inzichten worden onderling gedeeld, en verankerd in het Europese toezicht. Als gevolg hiervan is het mogelijk dat tegen sommige aspecten momenteel anders wordt aangekeken.



Sjors Altemühl

Overigens moeten verzekeraars zelf ook rekening houden met vorderingen in de actuariële wetenschap en de vaste marktpraktijk (GV artikel 229(a)). Het is dus een misconceptie, dat een intern model permanent passend kan zijn.

Welke afweging maakt u tussen conceptuele juistheid en uitlegbaarheid?

Beide zijn belangrijk en vereist. Het risicoprofiel van de verzekeraar moet correct tot uiting komen in het interne model, maar tegelijk moet ook het bestuur van een verzekeraar inzicht in het interne model hebben (GV artikel 225). Dit laatste kan enkel als methoden en uitkomsten uitlegbaar zijn.

In sommige Europese landen zien we dat de implementatie van USPs/GSPs een commodity worden: ziet u dit als een kostenefficiënt alternatief voor een partieel intern model voor premie- en reserverisico?

Solvency II biedt de mogelijkheid om, onder voorwaarden, gebruik te maken van undertaking specific parameters (USPs). USPs kunnen een logische keuze zijn, zeker als alleen een specifiek onderdeel van de Standaardformule niet passend is. Verzekeraars die menen aan de voorwaarden te voldoen, kunnen hiervoor een aanvraag indienen. Het kostenplaatje kunnen verzekeraars meewegen. ■



COLUMN

Can you also model swimwear?



"Can you also model swimwear?" my friend asked after the Big Four consultants had confidently closed their *Solvency II implementation* pitch with, "We can model anything." Suffice to say, it was a tough crowd that day. He did not get fired, and we had something to laugh about for months – years, even.

We model based on what we see, observe and measure. Role models, fashion models, actuarial models, economic models, climate models. Increasingly abstract, like the imitations on the wall of Plato's cave.

Actuarial modelling sits at an odd intersection between mathematics, imagination and regulation. It's not art, but it is rarely pure science either. Every model is an approximation – an attempt to distil the chaos of life, death, and markets into something a regulator might sign off on, or a board might believe. These models serve serious purposes: determining how much capital an insurer must hold, how products should be priced, and where risk is concentrated. They underpin real money – billions in some cases. But they also reveal how profoundly our profession depends on the quality of our assumptions and the clarity of our communication. The mathematics may be impeccable, yet the result can still mislead if the input data or governance are weak. When a model works well, it supports decision-making without dictating it. It quantifies uncertainty, allowing management to see the range of possible outcomes.

Actuarial modelling is, increasingly, a social practice. Models are built not by isolated experts but by teams of coders, analysts, validators, and reviewers. The spreadsheet era – when one actuary might quietly tweak assumptions – has largely passed. Models are now subject to version control, independent review, and audit trails. This is healthy. Models embody choices: about which risks matter, which data to trust, which simplifications are tolerable. Making those

choices transparent and debatable improves outcomes. A well-governed model is not just accurate – it's *explainable*. Stakeholders can trace its logic, challenge its inputs, and understand why it behaves as it does. That, in turn, demands something actuaries are sometimes accused of lacking: narrative skill. Being able to *tell the story* of a model – to explain to non-specialists what it's doing and why – has become just as important as the underlying mathematics. Regulators, boards, and auditors all want to know the same thing: can you make sense of this machine you've built?

Perhaps that's why the 'we can model anything' line always feels a little hubristic. Of course we can't model *everything*. We can only model what can be represented – what can be counted, calibrated, or reasonably assumed. Swimwear, in that sense, might actually be easier: it obeys physical laws. Human behaviour under stress, market contagion, regulatory reaction – those are infinitely trickier fabrics. Still, the ambition matters. Modelling is an act of faith in the intelligibility of the world. We draw lines through data and hope those lines mean something. We build models not to predict perfectly but to prepare – so that when the unexpected happens, we're at least looking in roughly the right direction.

Every model is wrong, George Box famously said, but some are useful. The actuarial challenge is to keep them useful: updated, understood, and used for the right purposes. That means knowing when to trust the output, when to question it, and when to admit that the world has moved on. Because in the end, actuarial models are not about equations or algorithms. They're about judgment – about using mathematics to frame uncertainty, not to abolish it. The good modeller knows that the moment you start believing your own shadow, you stop seeing the light outside the cave.

And that's something no one, not even a Big Four consultant, can model for you.

Loudina Erasmus MSc AAG LLM

Bestuurslid internationale vertegenwoordiging en duurzaamheid



OP HET WEB



AI Tools voor actuarissen

Altijd al meer willen weten over het gebruik van AI in het actuariële werkveld? Dan geeft dit artikel je een (XG)Boost!

In september 2024 heeft de Actuarial Association of Europe (AAE) een strategienota gepubliceerd¹. Hierin wordt voorgesteld om de vaardigheden van actuarissen op het gebied van data science en Artificial Intelligence (AI) verder te verbeteren met behulp van een syllabus. Diverse auteurs² hebben deze handschoenen opgepakt en hebben recentelijk de site <https://aitools4actuaries.com/> opgezet met daarin een complete set van (les)materiaal over deze onderwerpen. Het volgende wordt aangeboden:

- Lecture Notes (Technisch document met de theoretische fundamenten);
- Notebooks met praktische toepassingen die volledig reproduceerbaar zijn;
- Code in R en/of Python, gebruikt in de Notebooks;
- Dia's voor het geven van colleges.

Ik had al een tijdje de behoefte om me wat verder te verdiepen in data science/AI en dan zowel in de theorie erachter, de programmatuur om het te kunnen toepassen, de keuze van de hyperparameters in de methoden en de interpretatie van de uitkomsten. Dit komt bij elkaar op voornoemde site, met toepassingen in de verzekeringswereld. Het heeft mijn vaardigheden op het vlak van data science/AI een flinke boost gegeven op een heel efficiënte manier.

Na bestudering van dit materiaal wil ik mijn ervaringen graag delen. Die zijn gebaseerd op de inhoud van de site medio aug 2025. Merk op dat het materiaal in ontwikkeling is, dus hou de website in de gaten voor toekomstige verbeteringen/aanvullingen.



Dr. Ir. G.W.P. Charlier is parttime als docent verbonden aan de Universiteit van Tilburg.

LECTURE NOTES

Na een gedegen introductie met onder andere de notatie worden de belangrijkste aspecten van regressiemodellen en Gegeneraliseerde Lineaire Modellen (GLM) herhaald in hoofdstukken 2 en 3. Hoofdstuk 4 is een intermezzo en daarvan geven de auteurs aan dat het in eerste instantie kan worden overgeslagen en dat advies heb ik opgevolgd. Vanaf hoofdstuk 5 komen dan de AI modellen aan bod:

- Hoofdstuk 5: *Feed-Forward Neural Networks*, gevolgd door *Regression Trees and Random Forests*;
- Voornoemde modellen worden vaak outperformed door de *Gradient Boosting Machines* (XGBoost en LightGBM) van hoofdstuk 7;
- Hoofdstuk 8 gaat in op *Deep-Learning* voor tijdreeksdata en *unsupervised learning* mbv *Convolutional Neural Networks (CNN)* en *Recurrent Neural Networks (RNN)*. *Unsupervised learning* komt ook terug in hoofdstuk 10;
- Om de modellen inzichtelijker te maken worden er verschillende *explainability* technieken zoals *partial dependence* plots en *SHapley Additive exPlanations (SHAP)* behandeld in hoofdstuk 9;
- Hoofdstukken 11 en 12 beschrijven recente methodieken als *Generative AI* en *Reinforcement Learning*;
- Tenslotte bevat hoofdstuk 13 een outlook met betrekking tot aanvullende onderwerpen.

Kortom: een breed spectrum van AI komt aan bod.

NOTEBOOKS EN CODE

Waar de lecture notes de theoretische achtergrond geven, komen de toepassingen aan bod in de Notebooks en de Code, vaak zowel in R als in Python. Hiermee ga je op basis van de beschikbare code stap-voor-stap door diverse toepassingen heen en kan je dus heel snel de vertaalslag maken van de theorie naar de bijbehorende programmatuur. De scope van de toepassingen is in het algemeen *non-life*, maar hoofdstuk 8 bevat ook een toepassing met betrekking tot sterftemodellen. Hoewel er al veel code beschikbaar is, geldt dat nog niet voor alle modellen en soms is de code alleen voor R of voor Python.

Persoonlijk heb ik de meeste ervaring met het gebruik van R, maar ik ondervond veel problemen in de combinatie van R met Keras 3 en heb besloten om over te stappen naar Python. Ik ben geen IT expert en wellicht dat er dan een andere keuze kan worden gemaakt.

DIA'S

Tenslotte zijn er voor alle hoofdstukken van de lecture notes samenvattingen beschikbaar in de vorm van presentaties. Dat kan een snelle manier zijn om door de onderwerpen van de lecture notes te gaan, of om het uit te leggen aan je collega's.

MIJN ERVARINGEN

De website geeft een mooi en grondig overzicht van de theorie achter beschikbare AI Tools en de bijbehorende notebooks/code en maakt de instap in dit domein een stuk makkelijker. Ik waardeer ook de degelijke theoretische achtergrond in de lecture notes³.

Het is omvangrijk materiaal, maar het is ook nog in ontwikkeling. Gaandeweg neemt de kwaliteit van de hoofdstukken iets af. Bijvoorbeeld de tekst bij afbeelding 8.6 is niet consistent met de notatie in de bijbehorende sectie. Daar zijn de auteurs van op de hoogte en dit zal vast worden aangepast in een volgende update.

Het materiaal is ook een mooie bron voor afstudeeropdrachten ten behoeve van de graad van Actuaris AG. En mensen met een AAG titel dan wel een Master Actuarial Science moeten er ook mee uit de voeten kunnen. ■

1 – Zie https://actuary.eu/wp-content/uploads/2024/09/2024-09-16_CPD-in-DS-FINAL.pdf

2 – Mario V. Wüthrich, Ronald Richman, Benjamin Avanzi, Mathias Lindholm, Marco Maggi, Michael Mayer, Jörg Schellendorfer, Salvatore Scognamiglio

3 – Op <https://people.math.ethz.ch/~wueth/Lecture/InternationalSummerSchool/ISSLausanne.html> kan je ook nog veel (aanvullend) materiaal vinden.



De modelomgeving wordt ingewikkelder

De vergaande digitalisering verandert de wereld in hoog tempo, ook onze actuariële wereld. Waar vroeger Excelsheets en handmatige controles de kern vormden van de rapportageketen, zorgen moderne technologie en samenwerking tussen actuarial en IT voor een nieuwe standaard. Door modellen slimmer te ontwerpen, processen te (her)structureren en softwarematige oplossingen te omarmen, kunnen verzekeraars en pensioen-uitvoerders voldoen aan de groeiende eisen van regelgeving, data en stakeholders. Toch vraagt deze transformatie meer dan techniek alleen: succes hangt af van visie, samenwerking en discipline. Daarmee wordt de modelomgeving moeilijker, maar wel beter en leuker, vinden wij.

MODELLEN ALS FUNDAMENT VAN DE ACTUARIËLE RAPPORTAGE

Modellen spelen een onmisbare rol in onze actuariële praktijk. Ze vormen de basis voor onze risicoboordelingen, analyses, adviezen en rapportages. Ingewikkeld werkende producten of complexe regelgeving als Solvency II, IFRS17 of de Wtp kunnen door middel van een model vertaald worden naar een praktisch uitvoerbaar proces. Modellen zijn hiermee op hun beurt cruciaal voor het aantonen van de juistheid van de financiële situatie van verzekeraars en pensioenfondsen.

Mede door deze regelgeving zijn actuariële modellen de laatste jaren steeds belangrijker geworden. Bij verzekeraars en pensioenuitvoerders zijn vaker aparte modelspecialisten, -validatoren, -teams of zelfs volledige modelleringsafdelingen actief. De technologische ontwikkelingen zorgen ervoor dat – naast de actueel rekenkundige kant – ook de softwarematige kant hierbij essentieel is geworden.

INEFFICIËNTIE IN DE RAPPORTAGEPROCESSEN: DE GRENZEN VAN EXCEL

Toch is de manier waarop actuariële modellen worden ingezet in de rapportagestraten van verzekeraars en pensioenfondsen nog verre van wat de meesten van ons de ideale situatie zouden noemen: processen rondom modellen zijn vaak nog versnipperd, bevatten veel handmatige tussenstappen en zijn hierdoor tijdrovend en foutgevoelig. Veel partijen werken nog met een mix van Excelsheets, scripts en handmatige controles, wat leidt tot inefficiëntie en risico's op inconsistentie.

De hoeveelheid Excelsheets in rapportageprocessen is natuurlijk niet onlogisch. Onder hoge druk moeten proceswijzigingen worden doorgevoerd en een Excelsheet biedt hierin vaak een goede en snelle oplossing: flexibel, inzichtelijk, laagdrempelig en via 'trial and error' snel in te passen in het proces. Alleen met alle uitdagingen rondom meer gewenst inzicht, snellere tijdslijnen, toename van beveiligings- en auditeseisen, toename van de hoeveelheid data en systeem-koppelingen is het voor partijen bijna niet meer te doen om te veel afhankelijk te zijn van Excelsheets in hun cruciale actuariële rapportageprocessen.

AUTOMATISERING ALS ANTWOORD OM DE VEELEISENDE OMGEVING AAN TE KUNNEN

Er vinden gelukkig steeds meer technologische ontwikkelingen plaats die procesautomatisering veel eenvoudiger maken dan vroeger, en daarnaast er ook voor zorgen dat performance steeds minder een bottleneck hoeft te zijn. De laatste tijd wordt hierbij vooral aan AI gedacht, maar er hebben al eerder ontwikkelingen plaatsgevonden die wellicht minder spannend klinken, en toch een grote impact hebben gehad. Zo zijn programmeertalen veel toegankelijker geworden, is het met samenwerkingsplatformen veel eenvoudiger om met veel mensen tegelijk aan code te werken en versiebeheer te doen, kunnen modellen eenvoudiger modulair opgebouwd worden, kunnen testen beter geautomatiseerd worden en is het makkelijker om fouten in programma's op te sporen of snel wijzigingen aan te brengen.

Tel hier de grote veranderingen als extra rekenkracht, dataopslag en de recente ontwikkelingen in AI bij op en het wordt al snel duidelijk dat



automatisering niet langer een luxe is, maar inmiddels hét antwoord om te voldoen aan toenemende eisen van toezichthouders én interne stakeholders.

ACTUARIAL EN IT: TWEE WERELDEN DIE ELKAAR VERSTERKEN

Daarbij is het samenspel tussen IT-ontwikkelingen en actuariële technieken essentieel. Domeinkennis hebben op actueel gebied gaat volgens ons hand in hand met het kunnen toepassen van IT best practices. De beste modelontwikkelaars zijn degenen die deze brug kunnen slaan. Want kun je zien wat de overeenkomsten zijn tussen het tegenpartijrisico, langlevensrisico bij Leven, en het zorgcatastroferisico wanneer je deze in één model zo generiek mogelijk wilt modelleren? En het is bijvoorbeeld één ding om de berekening van de impliciete spreads van obligaties in het interestrisico te versnellen met behulp van Newton-Raphson, het is iets anders om daarbij te bedenken hoe om te gaan met numeriek instabiele afgeleide functies. Tenslotte: welk softwaredesign pattern leent zich het beste voor de daadwerkelijke implementatie?

MAAK NIET DE FOUT OM DE EXCELJUNGLE TE VERVANGEN DOOR EEN JUNGLE VAN PYTHONSRIPTJES

Gelukkig zijn er meer en meer actuarissen te vinden die deze IT gedreven oplossingen omarmen en zich eigen maken. Meerdere partijen in de markt profiteren van deze ontwikkelingen en hebben hun rapportagestraat grondig onder handen genomen en verbeterd met behulp van de eerder genoemde technieken. We zien grote verzekeraars en pensioenuitvoerders die dit in eigen huis ontwikkelen, maar ook middelgrote en kleine partijen die dit (of onderdelen hiervan) uitbesteden via Software-as-a-Service oplossingen. Weer andere partijen nemen gerenommeerde actuariële softwarepakketten om de gewenste automatisering en versnelling te bereiken.

SUCCEFACTOREN VOOR DUURZAME MODELONTWIKKELING

Wel zien we een aantal belangrijke succes factoren in deze trajecten. Zo is een goed model meer dan alleen de keuze voor goede software of programmeertaal. Maak niet de fout om de Exceljungle te vervangen

voor een jungle van Pythonscriptjes. Of om vanwege tijd- of budget-druk vooral op de korte termijn te focussen en zaken als een goed ontwikkelproces en goede architectuurprincipes, focus op samenwerking, de benodigde cultuuromslag en voldoende aandacht voor kennisoverdracht, documentatie en testen achterwegen te laten. Hou jezelf te allen tijde voor dat een model een versimpelde weergave van de werkelijkheid is, dus: *keep it simple*.

Als dit verandertraject goed wordt toegepast, zijn de voordelen van deze automatisering evident: minder handwerk, snellere doorlooptijden, betere reproduceerbaarheid en minder kans op fouten. We hebben deze voordelen in de praktijk kunnen ervaren bij verzekeraars en pensioenuitvoerders. Bovendien ontstaat zo ruimte voor diepgaande analyses, begrip en een meer adviserende rol van de actuaar in de organisatie, zoals het antwoord op de vraag hoe de effecten van netto-profijsberekeningen bij de overgang van het FTK naar de SPR verklaard kunnen worden.

CONCLUSIE: TECHNOLOGIE VRAAGT OM VISIE

Alle technologische ontwikkelingen brengen ook nieuwe verantwoordelijkheden en uitdagingen met zich mee. Zonder duidelijke visie en governance kan een geautomatiseerde brei ontstaan die slechts een beperkt aantal mensen in de organisatie kunnen doorgronden. Na een aantal veranderslagen kan een gedrocht van een model ontstaan, dat bij de invoering van de eerstvolgende grote wijziging in regelgeving of portefeuille-integratie al piept en kraakt. Er is discipline nodig bij het ontwikkelproces, en mensen binnen de organisatie met visie op technisch en functioneel gebied die de architectuur van het model blijven bewaken. Daarnaast is de mensenkant van dergelijke grote automatiseringstrajecten minstens zo belangrijk als de technische kant.

Uiteindelijk wordt het werk er alleen maar moeilijker van: van uitvoerend en repetitief naar analytisch werken, van handmatig en operationeel naar strategisch en gedisciplineerd modelleren. Dat maakt het werk inhoudelijk uitdagender én interessanter, het eist ook wat van de organisatie en haar mensen. Wij vinden het alleen maar beter en leuker worden en op die manier blijven we als actuarissen kwaliteit toevoegen en worden we niet door AI vervangen. ■

M. Visser MSc AAG (links) is partner van de Business Line Actuarial Technology van Triple A Risk Finance.

R. Castenmiller is principal consultant bij de Business Line Actuarial Technology van Triple A Risk Finance.





Global treatment of ENID for non-life insurers

To ensure best estimate liabilities of non-life insurers represent a true best estimate, insurance professionals have debated if and how reserves should allow for Events Not in Data ('ENID'). Different Solvency II interpretations across Europe lead to varied methodologies. Most UK insurers explicitly allow for ENID following regulator guidance, while other countries have differing regulations and approaches. This article reviews global treatments of ENID and related regulatory requirements.

LEGISLATIVE BACKGROUND IN EUROPE

Before Solvency II, CEIOPS hinted at the need to account for ENID. In their 2009 paper¹ they advised: 'Regardless of whether a deterministic or simulation model is used, the resulting mean estimates will therefore be based on development similar to that seen in the history and not contain 'all possible future outcomes'. [...] Regardless of the technique, judgement is required in making additions or adjustments to the estimates to allow for circumstances not included in the history that need to be incorporated into best estimates.'

Later, the Solvency II Directive implicitly took over this advice in Article 77, stating that the technical provisions should correspond to the probability-weighted average of future cashflows, without directly referring to an ENID loading being required. However, the UK insurance industry and regulators have still interpreted the text to imply the existence of ENID. The Institute and Faculty of Actuaries ('IFoA') coined the term ENID in the context of insurance reserving² and the Prudential Regulation Authority ('PRA') explicitly required ENID to be included when calculating technical provisions³.

Currently, most insurers in the UK allow for ENID, with loadings generally ranging between 1% and 3% of the net best estimate

C. Swanepoel BCom ASSA (left) is a manager and qualified actuary at the Deloitte Financial Risk Management team.

S. van Gellekom MSc AAG is a manager and qualified actuary at the Deloitte Financial Risk Management team.



liabilities. In other European countries, the practice is not as established due to the lack of similar explicit interpretation by the actuarial societies and regulators. We elaborate on this later in the article.

DEFINITION AND EXAMPLES OF ENID

The ENID concept has also been referred to as 'binary events' given that it often concerns low frequency, high severity events. Lloyd's guidance⁴ lists meteor strikes, tsunamis, and volcanic eruptions as examples, all fitting that profile. However, that terminology is nowadays discouraged because ENID don't have to be extreme or rare, but can also be legislative, political, or economic changes.

Furthermore, it should be noted that ENID don't have to be one-sided. ENID should not only allow for negative events, but also potential positive outcomes, such as the successful implementation of a new claims process or beneficial legislative changes. In practice however, the total resulting ENID is generally a loading that increases the reserves.

During the high inflation in 2022, many Dutch non-life insurers expected the inflation to remain high in the following years, which was not reflected in the claim triangles. Therefore, they constructed separate excess inflation reserves. Although this was not called an ENID due to that term not being standard practice in the Netherlands, this can be interpreted as a type of ENID loading.

CALCULATION OF ENID LOADINGS

Following IFoA and Lloyd's publications, as well as the results of our analysis, we explain the most commonly applied approaches. Firstly, in a distribution-based approach, it is assumed that the insurer's empirical reserve distribution is truncated and that the true underlying distribution is wider. The ENID loading equals the percentage difference between the true mean and the truncated mean. This method requires assumptions about the form of the true underlying distribution and a selection of the truncation point (e.g. the 95th percentile).

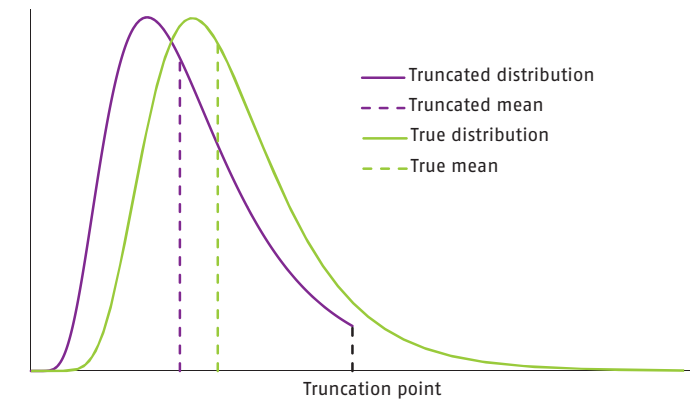


Figure 1: The distribution-based method. Note that this illustrates a one-sided truncation. A two-sided approach (also allowing for positive events) is also possible and actually preferred.

Secondly, in a scenario-based approach, a list of scenarios is produced, where each is given a likelihood and impact. The total probability-weighted impact is the ENID loading. Thirdly, one can adjust reserve parameters (e.g. loss ratios or development patterns) to make additional allowance for ENID. Alternatively, a % uplift based on expert judgment or benchmarking can be used, or a mixture of the aforementioned methodologies.

GLOBAL TREATMENT OF ENID

With the use of an informal survey, we have investigated which countries have specific regulations with regard to ENID, and how this is typically treated within their respective market.

In the **United Kingdom**, as mentioned previously, the PRA (SS5/14 Section 2.4 – 2.7) requires insurers to take ENID into account when calculating technical provisions. In **EU countries**, article 77 of the Solvency II Directive applies, which does not make specific mention of ENID.

In **Bermuda**, the Bermuda Solvency Capital Requirement (paragraph 34(11)) makes specific mention of ENID and requires insurers to allow for them.

In the **United States**, US GAAP (section 944-40-30-1) requires insurers to account for any factors that would modify past experience, which can be interpreted as allowance for ENID.

In **South Africa**, the Solvency Assessment and Management Framework (FSI 2.2. Section 6.1 and 6.2) has a similar requirement to Solvency II which does not specifically mention ENID but still requires insurers to account for all possible future outcomes.

Following our survey, it was our understanding that limited mention was made with regard to ENID in the **Australian** and **Canadian** insurance regulations.

The below table displays how each country in the survey typically makes allowance for ENID within their reserves:

Country	Treatment within the specific insurance market	Typical method to allow for ENID loadings
United Kingdom	Following the PRA requirement, most UK insurers make an explicit allowance for ENID.	• Distribution-based approach • Scenario-based approach • Percentage load based on benchmarks and expert judgement • Combination of the above
EU: Germany	Entities that form part of a group (German or international) typically apply ENID for SII reserves. In German GAAP it is not typically considered.	• Distribution-based approach, typically per line of business
EU: Netherlands	Typically, no explicit allowance for ENID, except when the insurer forms part of a UK insurance group.	• No explicit load
EU: France	Typically, no explicit allowance for ENID, except when the insurer forms part of a UK insurance group.	• No explicit load
Bermuda	Allowing for ENID is a specific requirement in the regulation, but explicit recognition is uncommon.	• No explicit load
United States	Explicit allowance varies across the market; some catastrophe events have led regulators to require reserves at defined return periods.	• Distribution-based approach • Percentage load based on benchmarks and expert judgement
South Africa	Typically, no explicit allowance for ENID, except when the insurer forms part of a UK insurance group.	• No explicit load
Australia	Typically, no explicit allowance for ENID, as insurers already allow for a risk margin calibrated at the 75th percentile.	• No explicit load
Canada	Allowance for ENID is common, either through the IELR or as part of the risk adjustment.	• Adjusted reserve parameters

CONCLUSION

Various methodologies have been adopted globally to allow for ENID and ensure that the reserves are sufficient and calibrated at a true best estimate level. We recommend insurers to consider whether their reserves are sufficiently allowing for unknown outlier events or whether a separate ENID allowance needs to be made. ■

1 – CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II, 2009
2 – IFoA Solvency II Technical Provisions for General Insurers, 2013
3 – PRA Supervisory Statement SS5/14, 2014
4 – Lloyd's Solvency II Technical Provisions Guidance, 2024



'Fit for use' – een pragmatisch AI-beoordelingskader voor verzekeraars

Kunstmatige intelligentie is allang geen vergezicht meer voor de verzekeringssector. Prijsstelling, schadebehandeling, fraudedetectie, kapitaalmodellering en zelfs klantinteractie maken steeds meer gebruik van Machine Learning (ML) en Large Language Models (LLM's).



Deze toepassingen brengen, naast nieuwe kansen en mogelijkheden, ook een aantal risico's met zich mee:

- Juridische claims, bijvoorbeeld door het overtreden van de AI-act of de AVG;
- Reputatieschade door een bevooroordeeld algoritme;
- Strategische, financiële en operationele risico's door foutieve voorspellingen;
- Technologische risico's door het lekken van informatie of het van buitenaf manipuleren van het algoritme.

Veel van de risico's van AI-modellen worden gelopen na de implementatie van de modellen en door onjuiste ontwikkeling en beheer van de AI-modellen. Denk aan falende systemen en onvoldoende beveiliging. Onjuist gebruik leidt ook zeker tot risico's die vooral gerelateerd zijn aan misinformatie en onjuiste beslissingen.

Om AI veilig en gecontroleerd in te blijven zetten is het daarmee noodzakelijk voor deze modellen, net als voor actuariële modellen, een validatiebeleid te ontwikkelen waarmee kan worden getoetst of een AI-model (nog steeds) doet wat het zou moeten doen en of het voldoet aan de wetgeving en eisen van de toezichthouders.

Om AI-modellen, of modelaanpassingen, gedurende hun levenscyclus te toetsen hebben wij een AI-validatie aanpak ontwikkeld. Deze kan worden toegepast op zowel Machine Learning modellen als op GenAI gebaseerde modellen en bestaat uit twee dimensies om te bepalen of een model 'fit for use' is:

- (1) Compliance; voldoet het model aan de wetgeving en de eisen van de toezichthouders? Door de diversiteit aan AI-modellen en de daaraan verbonden risico's, bestaat er geen one size fits all-set aan eisen. Afhankelijk van het type model en de risico's geldt een passende set aan eisen en toetsingscriteria.
- (2) Correct functioneren; werkt het model accuraat, betrouwbaar en verklaarbaar?

Om het functioneren van een AI-model te toetsen volgen we de ontwikkelcyclus van een AI-model. Daartoe gebruiken we een 9-stappenmodel. Per stap zijn er meerdere criteria waaraan moet zijn voldaan om uiteindelijk het label 'fit for use' te verkrijgen. Deze 9 stappen zijn:

1. *Businessvertaling* – is het doel helder en ethisch verdedigbaar?
2. *Datavoorbereiding* – zijn de databronnen relevant en betrouwbaar?
3. *Feature-engineering* – zijn de gebruikte features relevant?
4. *Data-analyse* – hoe zijn de train/test/validatie sets tot stand gekomen en is de mogelijke aanwezigheid van bias getoetst?
5. *Modellering* – past het algoritme bij de use-case en hoe is de modelkeuze tot stand gekomen?

6. *Evaluatie* – zijn performance, robuustheid en fairness gemeten ten opzichte van een baseline?
7. *Implementatie* – is de code veilig, is er adequaat versiebeheer en hoe is het model procesmatig ingebed?
8. *Gebruik* – begrijpen eindgebruikers de uitkomsten en beperkingen van het model en loggen zij incidenten?
9. *Hertraining & Review* – zijn er triggers voor data en model drift, wetswijziging of nieuwe data?

Net zoals bij de ontwikkeling en het gebruik van actuariële modellen wordt gesteund op adequate modelgovernance en documentatie.

Voor een goede validatie is het essentieel om kwalitatieve vereisten te vertalen naar kwantitatieve criteria. Termen als performance, robuustheid, fairness moeten getoetst kunnen worden aan objectieve en zoveel mogelijk kwantificeerbare normen. Bij het vaststellen van de normen wordt rekening gehouden met onder andere het type model, het gebruik en de risico's van het model. Statistische kennis en kennis van data science zijn daarvoor essentieel.

FAIRNESS EN ETHIEK

Speciale aandacht bij valideren dient te worden gegeven aan het begrip fairness. Zowel vanuit compliance oogpunt als reputatierisico is het essentieel om te toetsen of een AI-algoritme bepaalde groepen bevoordeeld of benadeeld. Eerlijkheid kent echter een verschillende definities. Gelijkheid behandelt bijvoorbeeld iedere polishouder identiek terwijl gelijkwaardigheid juist corrigeert voor achterstand. Bias sluimert meestal in data en kan veroorzaakt worden door onder- of overrepresentatie van bepaalde groepen, historische vooroordelen of proxy-variabelen die correleren met beschermde kenmerken. Dit kan door statistische testen als demographic parity (krijgen verschillende groepen dezelfde uitkomst), equalised odds (is de modelnauwkeurigheid hetzelfde voor verschillende groepen) of predictive parity (is de voorspelling even betrouwbaar voor verschillende groepen).

Het is van belang bij de ontwikkeling van een AI-toepassing vooraf te bepalen hoe eerlijkheid wordt gedefinieerd en tijdens de validatie te toetsen of aan deze definitie wordt voldaan. Het validatieraamwerk checkt ook of de model ontwikkelaars passende maatregelen tegen bias hebben genomen (bijvoorbeeld het balanceren van de data bij de preprocessing, of het aanpassen van de lossfunctie bij het trainen van het model, of het weergeven van de resultaten in de postprocessing) en deze goed hebben gedocumenteerd.

VALIDEREN VAN GENAI-MODELLEN

Hoewel het valideren van AI-toepassingen die op GenAI-modellen gebaseerd specifieke uitdagingen kent, kan dezelfde validatie-systeematiek worden gehanteerd. Ook voor deze toepassingen zijn de data waarmee het foundationmodel wordt bijgetraind essentieel, net als de keuze van het GenAI-model, de instellingen van de hyperparameters (bijvoorbeeld temperatuur) en het opbouwen van de prompt. Daarnaast zijn er specifieke criteria om te testen of een GenAI-model voldoende nauwkeurig is, bijvoorbeeld vergeleken met een door mensen gegenereerde tekst in geval van een Large Language Model. Hiervoor kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van een Bertscore (heeft de AI-gegenereerde tekst dezelfde betekenis als de door mensen gegenereerde tekst) of ROUGE (komen de gebruikte woorden in de AI-gegenereerde tekst en de door mensen gegenereerde tekst overeen).

MODELGOVERNANCE

Voor wat betreft de modelgovernance is het aan te raden zoveel mogelijk aan te sluiten bij de bestaande risicoraamwerken en organisatie, terwijl we ons tegelijkertijd ervan bewust moeten blijven dat AI-modellen een andere aanpak vereisen dan traditionele modellen. Gezien de benodigde ML en AI-kennis bij het valideren van AI-modellen is het wel wenselijk om de beoordeling van deze modellen te laten doen door experts op dit gebied die, net als bij actuariële modellen, onafhankelijk zijn van de ontwikkelafdeling en rapporteren aan het ARC (Audit & Risk Committee) of Model Committee onder verantwoordelijkheid van de CRO.

Het ontwikkelen van AI-modellen zal de komende jaren verder toenemen waarbij zowel de techniek als de regelgeving nog in ontwikkeling zijn. Hoewel het nog vroeg is om de meest voorkomende valkuilen, over het hoofd geziene risico's of het hoogste rendement te identificeren, blijkt uit onze eerste ervaringen dat belangrijke verbeterpunten in het ontwikkelen van AI-modellen zijn:

- Het verbeteren van de data(kwaliteit) waarmee een model is getraind. Hoogwaardige data—nauwkeurig, volledig, tijdig en representatief—stellen het model in staat om de werkelijke onderliggende patronen te leren.
- Het, vanwege het experimentele karakter van data science, documenteren van de stappen in het ontwikkelproces om de traceerbaarheid of reproduceerbaarheid te verbeteren.
- De business en strategie meer leidend maken ten opzichte van de technologie. Te veel focus op de technologie kan leiden tot te complexe modellen of verkeerd gebruik van AI.
- Het investeren in AI-geletterdheid en uitlegbaarheid van modellen. Een gebrek hieraan kan leiden tot een beperkt gebruik van en vertrouwen in AI binnen de organisatie.
- Meer balans aanbrengen in het risicomanagement. Hierin wordt vaak te veel de nadruk gelegd op compliance en minder op het functioneren van het model.

Onze eerste indicatie is dat het hoogste rendement bij validatie behaald kan worden door te focussen op de datavalidatie.

IMPLICATIES VOOR ACTUARISSEN

Actuarissen hebben een natuurlijke voorsprong door kennis van statistiek en het documenteren en valideren van actuariële modellen. Toch zijn ook voor een actuaire nieuwe vaardigheden van belang, zoals kennis van ML-architecturen, bias en fairness technieken en GenAI-technieken. Bedenk hierbij vooral dat AI geen statische technologie is, maar een snel ontwikkelend vakgebied.

CONCLUSIE

AI kan de waardeketen van een verzekeraar op veel vlakken verbeteren maar alleen als stakeholders de modellen kunnen vertrouwen. Een gestructureerd, proportioneel en transparant beoordelingskader maakt dat vertrouwen toetsbaar en audit-proof. Voor actuarissen is het beheersen van dit vakgebied geen optie, maar de volgende stap in professionele relevantie. ■

R. van Es (links) is Principal bij Milliman.

H. Verheugen is Principal & Consulting Actuary bij Milliman.





Het modelpaspoort van de actuaris

Voor onze rubriek 'paspoorten' vroegen we dit keer enkele actuarissen onder meer naar hun ervaringen met actuariële modellen en hun rolmodel.



naam **S.E.J.M. (Stephanie) Kistemaker-van Breda AAG**

functie **Senior pricing analist en Product owner**

bedrijf **Allianz Direct Nederland**

■ Met welk actuariële model houd jij je bezig?

■ Waaraan moet een goed model voldoen? Wat maakt een model slecht?

■ Wil je je hele carrière met modellen werken, of droom je ook van iets anders?

■ Wie is jouw rolmodel?

Ik houd me bezig met een breed scala aan actuariële modellen, variërend van risicomodellen tot commerciële modellen. Elk type model brengt zijn eigen uitdagingen met zich mee, dat maakt het boeiend en veelzijdig.

Een goed model moet een balans vinden tussen nauwkeurige voorspellingen en uitlegbaarheid, zodat zowel jijzelf als de stakeholders de resultaten kunnen begrijpen en vertrouwen. Er zijn steeds meer geavanceerde technieken beschikbaar die de voorspellingskracht verbeteren, maar de transparantie verminderen. Slechte modellen hebben te kampen met problemen zoals overfitting, onderfitting, multicollineariteit, of een gebrek aan robuustheid en voorspellende kracht. Daarom is het essentieel dat een model grondig wordt getraind en gevalideerd.

Het werken met modellen is een kerntaak van actuarissen. De voortdurende uitdaging om het doel van een model te balanceren met zijn complexiteit is iets waar ik momenteel energie uit haal. Ik verwacht in de toekomst betrokken te blijven bij modelwerk. De exacte vorm gaat de tijd uitwijzen.

Voor mij is een rolmodel niet één specifiek persoon, maar een combinatie van eigenschappen. Mijn ideale rolmodel is iemand die complexe materie helder kan uitleggen, gefocust blijft op het doel, en een goede balans weet te vinden tussen serieus werken en het maken van een slechte wiskundige grap op zijn tijd.



naam **Drs. B. (Björn) Rösler**

functie **Actuaris**

bedrijf **PGGM**

■ Met welk actuariële model houd jij je bezig?

■ Waaraan moet een goed model voldoen? Wat maakt een model slecht?

■ Wil je je hele carrière met modellen werken, of droom je ook van iets anders?

■ Wie is jouw rolmodel?

Ik houd me momenteel bezig met het invaarmodel. Dit model verdeelt het totale vermogen van een pensioenfonds op een evenwichtige manier over alle deelnemers. We hanteren hiervoor de standaardmethode en bepalen de bijbehorende invaarfactoren. Het is een uitdagend proces waarbij techniek, communicatie en maatschappelijke belangen samenkomen.

Een goed model is voor mij transparant, uitlegbaar en robuust: het moet wiskundig juist zijn, maar ook vertrouwen wekken voor wie het bedoeld is. Een slecht ontworpen model is te veel gericht op theoretische aannames, waardoor het onvoldoende aansluit bij de praktijk. Hierdoor blijkt het in de uitvoering niet effectief en is het moeilijk te begrijpen of uit te leggen.

Hoewel ik het werken met modellen erg interessant vind, lijkt het me op termijn mooi om mijn actuariële kennis breder in te zetten, bijvoorbeeld op het snijvlak van beleid en maatschappelijke impact.

Mijn rolmodel is Cristiano Ronaldo. Hij groeide op onder moeilijke omstandigheden, maar bereikte met discipline en toewijding de absolute top. Bovendien gebruikt hij zijn succes om goede doelen te steunen. Zijn gedrevenheid en maatschappelijke betrokkenheid inspireren mij om het beste uit mezelf te halen – ook binnen de actuariële wereld.



naam **J.J.M. (Jeroen) van Vlimmeren MSc AAG**

functie **Manager**

bedrijf **EY Actuarissen**

■ Met welk actuariële model houd jij je bezig?

■ Waaraan moet een goed model voldoen? Wat maakt een model slecht?

■ Wil je je hele carrière met modellen werken, of droom je ook van iets anders?

■ Wie is jouw rolmodel?

Mijn focus ligt voornamelijk op de pensioensector en ik bedien hierin zowel ondernemingen, pensioenfondsen als pensioenuitvoerders. Door de transitie naar de Wtp gaat het hier momenteel met name om invaarmodellen. Hierbij werk ik zelf zowel met ons eigen invaarmodel om projectieberekeningen te maken voor pensioenfondsklanten als het meekijken bij de modellen van pensioenuitvoerders.

Een goed model moet voldoende flexibel zijn om te kunnen voldoen aan veranderde omstandigheden, voldoen aan de regelgeving waarbinnen het gebruikt wordt, natuurlijk gevalideerd en getest zijn en als laatste moeten de uitkomsten begrijpelijk zijn: niet alleen voor andere actuarissen maar juist voor klanten: bestuurders van een pensioenfonds.

Vooralsnog lijkt het me leuk om altijd iets te blijven doen met de technische kant van het werk in de pensioensector, maar misschien verschuift dit in de toekomst naar een functie vanuit een meer bestuurlijke/leiderschapsrol.

Ik heb eigenlijk niet één specifieke persoon als rolmodel. Wel werk ik graag samen met mensen die kwaliteiten hebben waarvan ik zelf nog kan leren. De kunst is om niet per se alles over te nemen, maar je eigen vaardigheden te verrijken met hetgeen waar deze persoon in uitblinkt.



naam **P. (Petr) Vystropov**

functie **Consultant**

bedrijf **Risk at Work**

■ Met welk actuariële model houd jij je bezig?

■ Waaraan moet een goed model voldoen? Wat maakt een model slecht?

■ Wil je je hele carrière met modellen werken, of droom je ook van iets anders?

■ Wie is jouw rolmodel?

We support insurers and banks with the implementation of quantitative models of all kinds. I mainly work with actuarial models related to market, credit risk, and aggregation, also focusing on their application in risk management and ALM.

Good models are those that reasonably capture a specific aspect of reality. However, overly complex models that try to explain every detail often underperform and are more prone to misuse. People can become hostages of their own models. In contrast, models that are transparent about their assumptions, limitations, and intended use tend to serve better in the long run. A good model should perform as required but should also clearly indicate when and why it might fail.

So far, I've enjoyed both developing and applying models in my field. My work remains intellectually stimulating, and I continue to encounter new challenges and perspectives. With the pace of AI developments and ongoing market shifts, I believe the coming years will bring many opportunities to learn and develop (both the models and myself).

I've been fortunate to work with many inspiring individuals. My role model would be a blend of their best qualities rather than a single person.



naam **R. (Rianne) Sens**

functie **Consultant**

bedrijf **Triple A – Risk Finance**

■ Met welk actuariële model houd jij je bezig?

■ Waaraan moet een goed model voldoen? Wat maakt een model slecht?

■ Wil je je hele carrière met modellen werken, of droom je ook van iets anders?

■ Wie is jouw rolmodel?

Ik houd mezelf voornamelijk bezig met modellen voor de berekeningen die nodig zijn voor de Wet toekomst pensioenen. Daarnaast zijn er ook nog wel andere modellen waar ik gebruik van maak, maar in mindere mate.

Een goed model moet zowel goed geprogrammeerd zijn, dus zonder fouten. Verder moet het ook redelijk snel zijn. Een slecht model is naar mijn mening een model waar veel fouten inzitten. Als het model iets minder snel is, is het nog geen slecht model, maar de snelheid is wel handig en maakt het gebruiksvriendelijker.

We zullen zien hoe de toekomst loopt, maar ik denk dat ik wel met modellen blijf werken. Ik verwacht dat er in de toekomst nog meer met modellen wordt gewerkt.

Ik heb niet echt een rolmodel.

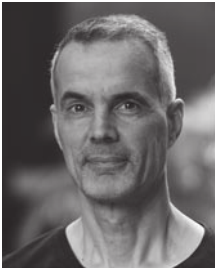


Hoog-dimensionale dynamische copula's voor financiële crises

Tijdens een financiële crisis gaat het merendeel van de financiële instrumenten tegelijk onderuit, waardoor de diversificatie in de markt tijdelijk afneemt. Het modelleren van tijdsafhankelijke, hoog-dimensionale, extreme gebeurtenissen is een complex onderwerp, aangezien elk van deze aspecten afzonderlijk al een uitdaging vormt, laat staan hun combinatie. In dit artikel ontwikkelen we een dynamisch copulamodel, waarbij we recente regularisatietechnieken toepassen om overfitting van de correlatiematrix te voorkomen in hoge dimensies. Als empirische toepassing bestuderen we de Noord-Amerikaanse aandelenmarkt op dagbasis. We stellen vast dat regularisatie en dynamica van de afhankelijkheidsstructuur tot een sterke verbetering leidt van de out-of-sample performance. Met ons dynamische model kunnen we visualiseren hoe de correlatiematrix van de financiële markt zich uitrekt in de gezamenlijke richting tijdens een crisis, wat het systeemrisico verhoogt.

Prof. dr. A. Lucas (links) is hoogleraar financiële econometrie aan de Vrije Universiteit Amsterdam en medebedenker van het Generalized Autoregressive Score model.

Dr. K. Gubbels AAG is actuaaris bij Achmea en academisch directeur van de Executive Master of Actuarial Science van het Actuariel Instituut.



'HONEY, I SHRUNK THE SAMPLE COVARIANCE MATRIX'
Dit is de gevatte titel van een veelgeciteerd artikel door Ledoit en Wolf. Elke actuaaris heeft weleens een correlatiematrix of covariantiematrix geschat op echte data. Als er voldoende datapunten T beschikbaar zijn, en als het aantal variabelen d voldoende klein is (bijvoorbeeld $d/T < 0.1$), dan levert de standaard steekproef-covariantiematrix een goede weergave op van de werkelijke matrix. Echter, als het aantal dimensies toeneemt, dan groeit het aantal parameters in de covariantiematrix kwadratisch, zodat de standaard steekproefschatter onbetrouwbaar wordt. Ledoit en Wolf hebben hun academische levenswerk van dit relevante probleem gemaakt, waarbij ze steeds betere oplossingen hebben ontwikkeld.

Hun meest geavanceerde technieken baseren zich op Random Matrix Theory (RMT). Door middel van RMT is het mogelijk om een asymptotisch exacte relatie vast te stellen tussen het werkelijke eigenwaarden-spectrum en het geschatte spectrum van de steekproef-covariantiematrix. De beroemde wetmatigheid van Marcenko en Pastur stelt bijvoorbeeld dat: als de werkelijke covariantiematrix een eenheidsmatrix is, dan variëren de steekproefeigenwaarden tussen $\lambda_{\pm} = (1 \pm \sqrt{d/T})^2$. Dus stel dat $d/T = 0.5$, dan variëren de steekproef-eigenwaarden van 0.09 tot 2.9, wat zeer grote afwijkingen oplevert van de werkelijke eigenwaarden, die immers gelijk zijn aan 1. Maar we kunnen de relatie ook omdraaien. Stel dat we de geschatte eigenwaarden hebben bepaald: dan kunnen we proberen om de theoretische relatie tussen de steekproefeigenwaarden en de echte eigenwaarden te inverteren om zo het werkelijke onderliggende spectrum terug te vinden. Ledoit en Wolf hebben deze aanpak doorontwikkeld tot hun meest geperfectioneerde variant (aldus Ledoit) die 'quadratic shrinkage' wordt genoemd. Het leidt tot een elegante analytische formule [1], die weliswaar iets te lang is om hier volledig weer te geven, maar die direct toepasbaar is om een robuustere schatting van de covariantiematrix te krijgen in hoge dimensies.

Om de kracht van niet-lineaire shrinkage te illustreren, simuleren we een willekeurige steekproef van 180 observaties (denk aan 15 jaar aan maandelijkse data) voor 100 variabelen (denk aan een intern kapitaalmodel). We nemen voor het gemak aan dat de data multivariaat verdeeld is conform een t -copula met $\nu = 10$ vrijheidsgraden, zodat er sprake is van staartafhankelijkheid. Daarnaast beschouwen we een eenvoudige correlatiestructuur, zoals $\rho_{i,j} = \frac{3}{4} e^{-|i-j|/d}$ voor $i \neq j$. We simuleren twee datasets: 1 om het model (in-sample) te schatten en 1 om de performance van het model (out-of-sample) te meten. In Tabel 1 geven we de in-sample en out-of-sample loglikelihood weer van zowel het echte copulamodel, als het met Maximum Likelihood (ML) geschatte model. We passen ook 'quadratic shrinkage' toe op de geschatte eigenwaarden van de copula-correlatiematrix. In Tabel 1 zien we dat de ML schatter de hoogste in-sample loglikelihood geeft. Dit betreft echter een ernstige vorm van overfitting, wat we kunnen zien aan de out-of-sample performance.

Het toepassen van shrinkage lost de overfitting grotendeels op, wat een enorme out-of-sample performance-winst oplevert.

Loglikelihood	Echt model	ML	Shrinkage
In-sample	10,863	13,926	11,826
Out-of-sample	10,867	6,523	10,396

Tabel 1: In-sample en out-of-sample performance van Maximum Likelihood en Shrinkage schatters voor het gesimuleerde voorbeeld.

GENERALIZED AUTOREGRESSIVE SCORE MODELLEN

Tot dusverre is onze bespreking van de covariantiematrix statisch geweest, terwijl financiële markten in werkelijkheid dynamisch zijn. Een bekend voorbeeld van een dynamisch effect is volatility clustering, wat erop neerkomt dat rustige perioden en volatiele perioden in financiële markten elkaar afwisselen. Het meest gebruikte model om volatility clustering te beschrijven is het GARCH-model, wat de actuaaris bekend voorkomt uit de colleges tijdreeksanalyse. In dit model zorgt een onverwachte schok in het aandelenrendement voor een hogere volatiliteit in navolgende perioden. Iets minder bekende tijdreeksmodellen voor actuarissen zijn de zogenoemde Generalized Autoregressive Score (GAS)-modellen, die een generalisatie vormen van het GARCH-model.

Deze modelfamilie werd geïntroduceerd door Creal, Koopman en Lucas [2], waarbij de afgeleide van de loglikelihood (oftewel, de score) wordt gebruikt om nieuwe informatie uit de markt te verwerken in de parameter-updates. De loglikelihood meet hoe onverwacht de laatste observatie was, gegeven de actuele parameterwaarden. Wanneer de observatie afwijkt van wat het model had verwacht, dan bepaalt de score in welke richting de parameter moet worden aangepast. Door de likelihood-gebaseerde aanpak presteren GAS-modellen vaak beter dan GARCH-modellen. De dynamica van de tijdsafhankelijke modelparameter(s) f_t wordt beschreven door:

$$f_{t+1} = \omega + Af_t + Bs_t.$$

Hierbij geeft s_t de score weer, beschrijft ω het lange-termijn gemiddelde, geeft A de snelheid aan waarmee de parameter terugkeert naar het gemiddelde, en bepaalt B in welke mate de informatie uit de vorige periode wordt meegenomen.

GEREGULARISEERDE DYNAMICA VOOR HOOG-DIMENSIONALE COPULA'S

Nu we hebben vastgesteld hoe we correlatiematrices kunnen verbeteren door deze te regulariseren en dynamisch te maken, passen we deze technieken toe op een hoog-dimensionale copula voor de aandelenmarkt. Het centrale idee achter een dynamische copula is om de totale tijdsafhankelijke verdelingsfunctie te ontbinden in univariate tijdreeksen en marginale verdelingsfuncties voor de individuele variabelen en in de dynamische copula die uitsluitend de samenhang beschrijft.

In onze empirische studie bekijken we dagelijkse logrendementen $r_{i,t}$ voor 100 Noord-Amerikaanse aandelen over een periode van 10 jaar, namelijk van januari 2015 tot 31 december 2024. We passen eerst het standaard GARCH-model toe op elke aandelenreeks en verkrijgen zo de dynamische volatiliteiten $\sigma_{i,t}$. We vervolgen de analyse met de gecorrigeerde rendementen, $\varepsilon_{i,t} = r_{i,t} / \sigma_{i,t}$. Deze hebben univariate verdelingen zonder tijdsafhankelijkheid. De multivariate copula zou echter nog steeds dynamisch kunnen zijn. Om dit te onderzoeken bekijken we de empirische copula-observaties $u_{i,t}$, die we direct kunnen baseren op de rangen van $\varepsilon_{i,t}$. We starten met het schatten

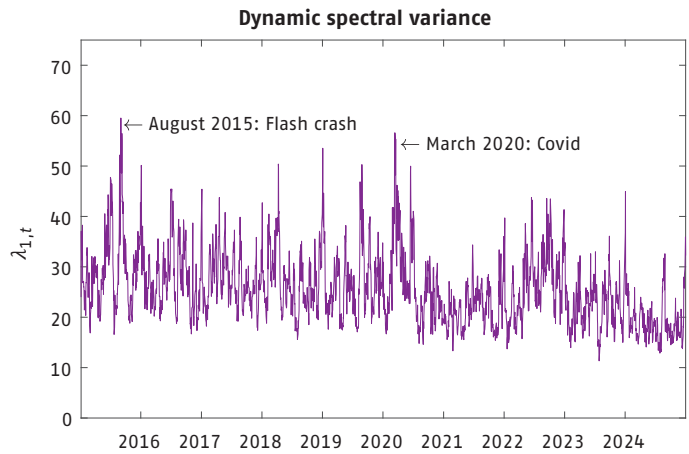
van een standaard t -copula op basis van ML. Dit is een veelgebruikt model voor de samenhang van aandelenrendementen. Tabel 2 toont dat het toepassen van shrinkage op de eigenwaarden van de copula-correlatiematrix de effecten van overfitting reduceert en de out-of-sample performance van het model sterk verbetert.

Loglikelihood	ML	Shrinkage	GAS en shrinkage
In-sample	38,683	38,125	38,604
Out-of-sample	37,376	38,166	38,656

Tabel 2: In-sample en out-of-sample performance van Maximum Likelihood en Shrinkage shatters voor het empirische voorbeeld.

Wanneer we de eigenwaarden van de copula-correlatiematrix vervolgens dynamisch maken met behulp van het GAS-model zien we een verdere verbetering. De eerste dynamische eigenwaarde van deze matrix verklaart de meeste variantie, waarbij de bijbehorende eigenvector de parallelle beweging in de aandelenmarkt weerspiegelt, wanneer alle aandelen tegelijk stijgen of dalen. De resultaten in Tabel 2 laten zien dat het GAS-model met dynamische eigenwaarden tot de beste out-of-sample performance leidt. In Figuur 1 laten we de geschatte dynamica van de eerste eigenwaarde van de correlatiematrix zien. De eigenwaarde ligt onder normale omstandigheden rond de 20, zodat de parallelle richting 20% van de totale variatie in correlatie bepaalt. Echter, in tijden van crisis kan deze waarde toenemen tot wel 60%, wat een navenante toename in systeemrisico en een reductie in diversificatiemogelijkheden tot gevolg heeft.

We eindigen daarom met de conclusie dat zowel regularisatie als dynamica een belangrijke rol spelen bij het modelleren van hoog-dimensionale afhankelijkheden in financiële markten.



Figuur 1: de evolutie van de eerste eigenwaarde van de copula-correlatiematrix over de tijd.

Referenties:

- [1] O. Ledoit, M. Wolf (2022), Quadratic shrinkage for large covariance matrices, Bernoulli
- [2] D. Creal, S. J. Koopman, A. Lucas (2012), Generalized autoregressive score Models with applications, Journal of Applied Econometrics



Advanced applications of generative AI in actuarial science: a practical guide

The rapid advancement of artificial intelligence (AI) has led to significant changes in many industries, with actuarial science and insurance among those beginning to experience substantial transformation. Through our research, we have explored the transformative impact of Generative AI (GenAI) on actuarial science through four implemented case studies that move beyond conversational applications such as ChatGPT. Our work illustrates how GenAI offers opportunities to improve predictive accuracy, streamline operational processes, and unlock valuable insights from unstructured data sources throughout the entire insurance value chain.

As Charles Cowling, past president of the International Actuarial Association, has repeatedly emphasized: "AI will not replace actuaries, but actuaries with AI will replace actuaries without AI." This perspective underscores the critical importance of understanding and integrating these emerging technologies into actuarial practice.

S. Hatzesberger PhD (left) is a Manager at Deloitte and actuary dedicated to applying data and artificial intelligence to enhance actuarial and insurance practices.

I. Nonneman MSc AAG is a Senior Data Scientist at Achmea. She is an active member of the Dutch Actuarial Association and leads the subworkstream on developing AI case studies within the AI Task Force of the International Actuarial Association.



IMPROVING CLAIM COST PREDICTION WITH LLM-EXTRACTED FEATURES FROM UNSTRUCTURED DATA

In our first case study, we demonstrated how Large Language Models (LLMs) can transform unstructured textual data into structured, actionable information for claim cost prediction. Using a dataset of 3,000 workers' compensation claims, we showed how LLMs can extract key information from claim descriptions.

Our approach involved employing an LLM to analyze claim descriptions and extract structured information, in particular primary body parts injured, injury causes, and number of body parts injured. We found that the enhanced model incorporating GenAI-extracted features significantly outperformed the baseline model, achieving an 18.1% reduction in RMSE and increasing the R^2 value from 0.267 to 0.508. The feature importance analysis revealed that the most influential predictors included traditional factors like weekly wage and age, alongside several LLM-extracted features such as the main body part injured and the cause of injury.

GENAI-DRIVEN MARKET COMPARISON

Our second case study explored the application of Generative AI to conduct market comparisons, specifically addressing financial and insurance data within annual reports of insurance companies. The process of extracting and harmonizing data for comparative analysis is typically challenging due to varying and non-standardized structures in reports.

We demonstrated how advanced GenAI techniques, specifically Retrieval-Augmented Generation (RAG) and Structured Outputs, can streamline this process. Our methodology involved a three-stage approach examining regulatory capital ratios, discount rates, and cyber risk mitigation strategies from major European insurance groups. We found that multiple runs of the system produced identical results for quantitative fields, demonstrating stability and reproducibility of outputs.

CAR DAMAGE CLASSIFICATION AND LOCALIZATION WITH FINE-TUNED VISION-ENABLED LLMs

Our third case study explored how Large Language Models can improve both classification and contextual understanding of car damage from images – an important task in automotive insurance. We employed



OpenAI's GPT-4o, a vision-enabled LLM that combines image recognition with natural language understanding.

By fine-tuning this model on a domain-specific dataset of labeled car damage images, we achieved classification performance comparable to traditional Convolutional Neural Network (CNN) models while providing richer contextual insights. The fine-tuned GPT-4o achieved 0.880 for both accuracy and weighted F1 score, outperforming the non-fine-tuned version as well as a CNN. Beyond classification accuracy, our model demonstrated remarkable contextual capabilities, correctly identifying damage locations such as windshield glass shatter or rear bumper dents.

DATA ANALYSIS MULTI-AGENT SYSTEM

Our fourth case study presented a multi-agent system that autonomously analyzes data from a given dataset and generates corresponding reports. The system consists of three specialized agents: a data analysis agent responsible for calculating descriptive statistics and generating visualizations, a report generation agent tasked with synthesizing analytical insights into coherent narratives, and a supervisor agent coordinating the workflow.

We found that this modular design illustrates how complex tasks can be effectively distributed, solved cooperatively, and scaled through agentic AI. Our multi-agent system successfully completed full analytical pipelines within minutes, generating well-structured reports that adhered to predefined formatting requirements. The multi-agent concept offers a modular and adaptable approach for structuring complex workflows, enabling seamless substitution or upgrading of individual agents without disrupting entire systems.

BROADER APPLICATIONS AND FUTURE POTENTIAL

Beyond these specific case studies, Generative AI offers further applications in actuarial and insurance fields, including automated reporting for regulatory documents like Solvency and Financial Condition Reports, enhanced customer interaction through sophisticated chatbots, streamlined claims processing, advanced fraud detection using multimodal analysis, and optimized underwriting assistance.

The potential extends to product development and pricing, where LLMs can design innovative insurance products and perform advanced pricing analyses. Policy renewal optimization, sales enhancement, strategic scenario modeling, and employee training represent additional areas where GenAI can drive significant value.

CHALLENGES AND CONSIDERATIONS

The implementation of GenAI solutions requires careful consideration of multiple challenges. Regulatory compliance with frameworks like the EU AI Act and Digital Operational Resilience Act is crucial, particularly given that LLMs may produce non-replicable or uncertain outputs. Ethics and trustworthiness concerns, including bias mitigation and maintaining transparency, must be proactively addressed.

Privacy, security, and confidentiality represent fundamental considerations when handling sensitive actuarial data. Technical challenges include addressing current limitations such as restricted context windows, output variability, and the propensity of LLMs to hallucinate. Energy efficiency, financial considerations, and the need for interdisciplinary collaboration between actuaries, data scientists, and AI engineers also require careful planning.

SUMMARY

This research demonstrates that Generative AI can enhance predictive accuracy, reduce manual effort, and provide richer contextual insights for diverse actuarial applications. The four case studies collectively show how advanced GenAI approaches – from Large Language Models to multi-agent systems – can effectively improve actuarial practice across risk assessment, underwriting, and claims processing.

The results indicate that responsible adoption is essential as AI becomes increasingly embedded in actuarial workflows. Success requires thoughtful integration that addresses technical robustness, regulatory compliance, cost efficiency, data privacy, and ethical considerations.

With this article, we aim to provide actuaries with a clearer understanding of where Generative AI delivers value, where it may not, and how to critically assess its use.

To enable actuaries to experiment with and adapt these case studies to their specific contexts, we provide practical implementation guides through publicly available Jupyter notebooks (Go to the Github page of the IAA-AITF, select the folder Actuarial-AI-Case-Studies/2025).

Our research paper can be found on arXiv.org: [2506.18942] Advanced Applications of Generative AI in Actuarial Science: Case Studies Beyond ChatGPT. ■



Tussen scenario en simulatie: een probabilistisch raamwerk voor pensioenfondsen

"We moeten onze rendementsverwachting naar beneden bijstellen. De huidige waarderingen zijn historisch hoog." Een bestuurslid opent de ALM-discussie. Een ander countert: "Juist niet. Structurele tekorten op de arbeidsmarkt zullen de productiviteit aanjagen."

Dit debat speelt zich dagelijks af in bestuurskamers. De Wet toekomst pensioenen formaliseert een verschuiving naar langetermijnvermogensopbouw met meer beleggingsrisico voor jongere deelnemers. Solidaire premiereregeling en invaren vereisen expliciete rendementsverwachtingen die de basis vormen voor ambitieniveaus en risicobereidheid. Besturen dragen fiduciaire verantwoordelijkheid maar worstelen met fundamentele onzekerheid.

Traditionele puntschattingen schieten tekort. Scenarioanalyse blijft vaak kwalitatief. Hoe combineer je de intuïtieve kracht van scenariodenken met kwantitatieve methodologische degelijkheid? In dit artikel beschrijf ik een probabilistisch raamwerk dat beide werelden verbindt via een tweelagen-structuur: plausibiliteitsgewichten voor scenario's en statistische kansen binnen scenario's. Deze aanpak helpt besturen strategische robuustheid te beoordelen en rendementsverwachtingen proactief te monitoren.

Dr. M.W.D. Kurz CQF is Senior Thematic Research Specialist bij MN en docent Risicomanagement aan het Delft Institute for Applied Mathematics (DIAM) van de TU Delft.



HET PROBLEEM MET PUNTSCHATTINGEN

Pensioenfondsen werken traditioneel met enkelvoudige punt-schattingen: zeven procent verwacht rendement voor aandelen. Deze aanpak suggereert zekerheid die niet bestaat en maakt het moeilijk verschillende toekomstbeelden te verwerken. Gevoeligheidsanalyses testen één variabele tegelijk maar missen interacties tussen inflatie, rentes en waarderingen (Janssen, de Wit, & Zweers, 2019). Scenarioanalyse wordt als alternatief genoemd, maar de vertaalslag naar kwantitatieve verwachtingen blijft subjectief.

KNIGHTIAANSE ONZEKERHEID: TWEE LAGEN VAN ONWETENDHEID

Het fundamentele onderscheid tussen risico en onzekerheid wordt urgenter door mondiale megatrends. Fragmentatie van de naoorlogse orde, klimaatverandering, opkomst van AI en demografische verschuivingen creëren structurele breuken (MN, 2024). Historische data worden minder voorspellend. De verdeling van mogelijke toekomst wordt fundamenteel anders dan historische frequenties suggereren.

DIT IS EEN ECHTE KNIGHTIAANSE ONZEKERHEID

Welke economische wereld ontstaat? Dit is echte Knightiaanse onzekerheid: situaties waarin we geen frequentistische waarschijnlijkheden kunnen toekennen, omdat de onderliggende verdeling onbekend is en niet empirisch kan worden afgeleid (Dizikes, 2010). Binnen een specifiek scenariowereldbeeld kunnen we echter wel statistische uitspraken doen via historische relaties en simulatie. Scenarioplanning bakent grenzen van plausibele toekomst af. Binnen die grenzen helpt kwantitatieve analyse robuuste strategieën te identificeren.

EEN TWEEDELIG RAAMWERK: VAN NARRATIEF NAAR KANS

Wat is nieuw aan deze aanpak? Bestaande scenariomethodes blijven vaak kwalitatief of gebruiken eenvoudige stresstests. Dit raamwerk operationaliseert de tweelagenstructuur systematisch: expert judgement bepaalt scenarioplusibiliteit, copulagebaseerde simulatie kwantificeert onzekerheid binnen elk scenario. De innovatie ligt in het expliciet combineren van beide onzekerheidslagen met praktische governancetools.

DEEL A: SCENARIONARRATIEVEN EN PLAUSIBILITEIT

We construeren drie tot vijf kwalitatieve scenarionnarratieven die coherent toekomstbeelden beschrijven. Elk scenario is intern consistent maar niet noodzakelijk waarschijnlijk. Via gestructureerd expert judgement met externe of interne experts bepalen we plausibiliteits-gewichten. Van der Heijden (2005) benadrukt dat scenario's strategische conversatie structureren. We combineren kwantitatieve en kwalitatieve indicatoren per scenario om expert judgement te ondersteunen en verschuivingen te volgen.

DEEL B: SIMULATIE BINNEN SCENARIOWERELDEN

Langetermijnrendementen worden gedreven door economische fundamenteën en waarderingen. Voor aandelen bepalen winstgroei en dividenden het prijsrendement, terwijl waarderingsniveaus de verwachting kleuren. Voor obligaties decomponeren we rendementen in carry via rentes en spreads, en kredietrisico dat countercyclisch beweegt met groei.

Deze drivers zijn onderling afhankelijk. We schatten langetermijn-correlaties uit historische tijdreeksen. Lineaire correlaties vangen echter niet alle afhankelijkheden. In extremen kunnen relaties niet-lineair worden. Copula's modelleren deze complexere structuren. Een t-copula legt tail dependencies vast, cruciaal voor downside risico's.

We kalibreren de marginale verdelingen aan elk scenarionnarratief. Een hogeinflatiescenario krijgt andere parameters dan een deflatiescenario. Zo verankeren we simulaties in specifieke economische wereldbeelden. Monte Carlo-simulaties genereren duizenden realisaties binnen scenarioparameters. Voor elke realisatie construeren we verwachte rendementen via semi-structurele relaties, waarbij mean reversion simulatie-uitkomsten relateert aan recente waarderingsniveaus. De resulterende verdelingen per scenario gebruiken we om te schatten welke kans bestaat op het behalen van streefrendementen. We plotten deze kansen tegen scenariowaarschijnlijkheden om robuustheid visueel te beoordelen.

INTERPRETATIE: PRAKTISCHE RICHTLIJNEN VOOR BESTUREN

Het raamwerk produceert twee waarschijnlijkheden. Stel een fonds definieert drie scenario's met kansen van dertig, vijftig en twintig procent. Voor elk scenario berekent de simulatie de kans op het behalen van een vijf procent rendement: scenario A zeventig procent, scenario B vijftig procent, scenario C dertig procent.

De zeventig procent in scenario A is een statistische uitspraak binnen dat wereldbeeld. De dertig procent kans dat scenario A zich voordoet is een plausibiliteitsgewicht gebaseerd op expert judgement, geen frequentistische waarschijnlijkheid. Wat betekenen deze kansen? Voor lange horizons van tien jaar zijn kansen tussen veertig en zestig procent normaal, zelfs voor goed ontworpen strategieën (Merton, 2014). Dit reflecteert inherente marktonvoorspelbaarheid. Besturen moeten vijftig procent niet interpreteren als ontoereikend maar als evenwichtig binnen dat scenario.

Kansen onder dertig tot veertig procent signaleren bedreigde doelbereiking. Dit triggert discussie over strategieaanpassing. Kansen boven zestig tot zeventig procent kunnen ruimte indiceren voor ambitieuzer doelen. De spreiding tussen scenario's is informatief voor robuustheid. Een strategie met vijftig tot zestig procent in alle scenario's is robuuster dan tachtig procent in één scenario maar twintig procent in andere (Peterson et al., 2003).

Voor monitoring zijn periodieke updates cruciaal. Verdelingen en kalibraties worden regelmatig herzien. Scherpe verschuivingen in kansen signaleren veranderende levensvatbaarheid. Een daling van vijftig naar dertig procent binnen één jaar vereist bestuurlijke aandacht, ook als de overall gewogen kans stabiel blijft. Parallel monitoren we scenariokansen via kwantitatieve en kwalitatieve indicatoren.

PRAKTISCHE TOEPASSING

In de praktijk kan dit raamwerk eenvoudig worden ingebed in de bestaande besluitvormingscyclus. Tijdens de jaarlijkse ALM-ronde bepaalt het bestuur welke scenario's nog plausibel zijn en hoe de kans op het streefrendement zich ontwikkelt. Wanneer die kans in meerdere plausibele scenario's onder een drempel van bijvoorbeeld 40 % zakt, is dat een signaal om of het beleggingsbeleid of de ambitie te heroverwegen. Zo wordt onzekerheidsanalyse een vast onderdeel van bestuurlijke monitoring, in plaats van een incidentele exercitie bij grote herzieningen.

CONCLUSIE

Pensioenfondsen worstelen met twee onzekerheidslagen: welke economische wereld ontstaat en welke uitkomsten zich binnen die wereld realiseren. Structurele megatrends vergroten de eerste onzekerheid. Dit raamwerk honoreert beide lagen door scenario-narratieven met plausibiliteitsgewichten te combineren met copulagebaseerde simulatie binnen scenario's. De innovatie ligt in de systematische operationalisatie: van kwalitatief scenariodenken naar kwantitatieve probabilistische uitspraken die governance ondersteunen. Dit faciliteert transparante besluitvorming, proactieve monitoring en eerlijke communicatie over onzekerheid. De uitdaging is implementatie in bestuurspraktijk. ■

Referenties

- Dizikes, P. (2010). Explained: Knightian Uncertainty. MIT News. <https://news.mit.edu/2010/explained-knightian-0602>
- Heijden, K. van der (2005). Scenarios: The Art of Strategic Conversation. Wiley.
- Janssen, R., de Wit, R., & Zweers, I. (2019). A Goal Based Plan Deserves More Than A Standard 'Monte Carlo'. Ortec Finance.
- MN (2024). Megatrends in een YOYO-wereld. <https://www.megatrends.mn.nl>
- Merton, R.C. (2014). The Crisis in Retirement Planning. Harvard Business Review, 92(7), 43-50.
- Peterson, G.D., Cumming, G.S., & Carpenter, S.R. (2003). Scenario Planning. Ecology and Society, 8(1), 3.



Reinventing data quality: how AI is transforming pensions and insurance

Machine Learning: securing actuarial integrity and trust through smarter data transformation

Actuarial and financial models are built upon one **fundamental assumption: that the underlying data is reliable. We call this the data challenge behind every model. Even the most advanced model is only as reliable as its data – especially in pensions and insurance. Over time, organizations have accumulated millions of records on policies, benefits, claims etc. collected from various systems, mergers, and migrations, creating a complex mix of formats, codes, and inconsistencies.**

Regulatory expectations are rising. Frameworks like Solvency II, IFRS 17, and the WTP demand transparent, traceable, and trustworthy data so every decision can be explained and aligned with long-term commitments to policyholders and participants.

Manual checks can't keep up – fixing errors after they appear is too late, adding cost and delay to reporting. Artificial Intelligence (AI) is emerging not as a replacement for actuaries, but as an intelligent assistant. Its role is to secure data integrity before it reaches the model. By learning from historical patterns, AI can detect, explain, and even correct anomalies in real time – shifting data control from rule-based checks to intelligent assurance¹.

D. Rahmanifard MSc AAG (left works as a senior actuary at Actuarial Reporting, Assumptions & Data at a.s.r.

R. Cats MSc AAG works as a senior financial risk manager at Asset Risk Modelling at a.s.r.



FROM GOVERNANCE TO INTELLIGENCE – THE RISE OF AI-DRIVEN DATA QUALITY

Data quality management traditionally relied on rule-based checks – *for example, date of birth < date of retirement or sum of contributions = total premium* – to ensure accuracy, completeness, and consistency. These rules formed the backbone of traditional governance.

Static rules can't keep up with today's complexity. Pension and insurance data now come from payrolls, medical systems, and investment platforms – far too diverse for fixed checks to catch every anomaly. AI changes this. Instead of following preset rules, machine learning learns what 'normal' looks like and flags deviations automatically, adapting as data and patterns evolve.

A mature AI-driven framework typically includes:

1. **Data profiling:** incoming datasets are scanned for structure, missing values, and outliers.
2. **Pattern learning:** unsupervised models detect unusual behaviour without relying on preset limits.
3. **Semantic mapping:** natural-language tools link technical fields to business meaning.
4. **Automated correction:** AI proposes or applies fixes, sometimes retrieving accurate data automatically.
5. **Continuous feedback:** human validation refines the model, improving accuracy over time.

Together, these capabilities turn data quality from a compliance task into an intelligent, self-learning process – giving actuaries cleaner data and the confidence to focus on insight instead of error checking.

PUTTING AI TO WORK – FROM PENSION DATA TO ACTUARIAL MODELS

Imagine a large pension administrator managing millions of participant records – with recurring issues like inconsistent statuses, duplicates, and missing partner details. Despite regular reconciliations, legacy databases and data marts make these errors hard to trace and correct.

To resolve this, the organization can introduce an AI-driven data-quality layer between its administration systems and actuarial models. The organization will go through the following phases:

Phase 1 – Profiling and discovery: historical datasets are scanned for missing fields, uncommon transitions, mapping inconsistencies, and structural anomalies.



Phase 2 – Learning normal behaviour: by analysing several years of historical data, the system will learn typical transition paths (such as active → deferred → pensioner) and flagged anomalies like reactivated retirees or contribution gaps.

Phase 3 – Prediction and correction: using machine learning, the system learns patterns to predict missing data and estimate likely values. It also detects contribution gaps from upload errors. Each prediction includes an explainability score, helping data stewards verify the reasoning.

AI-driven data quality tools integrated into actuarial pipelines – in R, Python, or commercial platforms – automatically check data before each model run. If results fall outside set limits, the model pauses, alerts are triggered, and dashboards display the affected records, all fully logged for audit.

The outcome: fewer manual fixes, faster reporting, and greater trust in model inputs. Each run gets a data-quality score, ensuring reliability, traceability, and speed.

In this way, AI becomes part of the actuarial ecosystem – scaling human expertise across millions of records while strengthening transparency and governance.

CONQUERING THE INHERITED CHALLENGES

Legacy systems are a major barrier to modern data management. Pension and insurance providers often rely on old mainframes or custom tools that don't connect easily with new analytics platforms and replacing them is costly and risky.

AI offers a smarter alternative: it adds intelligence around existing systems. Middleware² extracts data, applies machine-learning checks and corrections, and returns clean outputs – without changing the legacy core.

Through APIs³ and data connectors⁴, AI can work in near real time across diverse systems. This 'non-invasive modernization' boosts data reliability while reducing disruption and cost – enabling organizations to upgrade data quality without a full IT overhaul.

GOVERNANCE, ETHICS, AND THE HUMAN IN THE LOOP

Regulators require pension and insurance providers to base their calculations on accurate, complete, and traceable data. AI-driven quality systems support this with automated audit trails, explainable dashboards, and full data-lineage tracking – logging every anomaly, correction, and decision for transparent audits.

Automation, however, doesn't replace human judgment – it strengthens it. AI spots anomalies but can't always read context, such as whether a surge in lump-sum withdrawals reflects an error or a real policy change. Human experts review and refine these findings, feeding insights back into the system. This 'human-in-the-loop' model blends machine efficiency with professional accountability.

Ethical governance is crucial. Because pension and insurance data are highly sensitive, AI must meet strict standards of privacy, fairness, and bias control. Above all, transparency ensures users understand how and why decisions are made – building trust in AI as a responsible partner in actuarial work.

FUTURE OUTLOOK – TOWARDS PREDICTIVE GOVERNANCE

As AI matures, data quality management is shifting from reactive to predictive. Instead of fixing issues after they occur, systems can now forecast where and when they're likely to arise. Using metadata such as system logs, transaction volumes, and user activity, predictive governance anticipates risks – for example, flagging a likely rise in missing partner data after a system migration so checks can be done early.

At the same time, self-healing data pipelines are emerging. Using reinforcement learning, they test and correct data automatically, improving with every cycle. Combined with blockchain-based lineage tracking, they could soon provide fully auditable, tamper-proof data environments.

For actuaries, this means fewer surprises during model reviews. The question shifts from '*Is our data correct?*' to '*How confident are we it will stay correct?*'

Predictive governance transforms data quality from a defensive duty into a strategic advantage.

CONCLUSION – THE SILENT GUARDIAN OF ACTUARIAL RELIABILITY

In actuarial work, models get most of the attention – their design, assumptions, and outputs are rigorously tested. Yet every model depends on one thing: its data. AI is becoming the quiet guardian of that foundation. By continuously learning, monitoring, and improving data quality, it lets actuaries focus on insight and strategy instead of data cleaning. Machine learning can operate within strict governance, transparency, and ethical standards, turning data quality from a periodic check into a continuous, intelligent process. Ultimately, securing data integrity is more than a technical task – it's a commitment to accuracy and trust. Every pension payment, insurance claim, and solvency figure depends on it. In this way, AI not only improves efficiency but also protects the trust that underpins the entire financial system. ■

1 – <https://actuary.org/article/model-behavior-applications-of-artificial-intelligence-in-actuarial-science-2/>
https://actuaries.org/app/uploads/2025/05/AITF2024_C2_Data-and-control-cycle_DRAFT.pdf

2 – software that acts as a bridge between different systems, applications, or databases – helping them communicate and share data smoothly

3 – API (Application Programming Interface) is a digital gateway that lets two systems communicate directly.

4 – Data Connector is the practical link that uses an API to move or sync data between systems



BY KATRIEN ANTONIO, TORSTEN KLEINOW
AND JENS ROBBER

ONDER PROFESSOREN

The short-term association between environmental variables and mortality



Dr. J. Robben is postdoctoral researcher at the Research Centre for Longevity Risk of the University of Amsterdam. His current research explores diverse aspects of mortality and longevity modelling, with a focus on the impact of environmental and epidemiological variables on mortality, old-age mortality patterns, and the use of machine learning techniques in mortality modelling.



Prof. dr. K. Antonio is full professor in actuarial science at KU Leuven (Belgium) and part-time professor in actuarial data science with the University of Amsterdam (the Netherlands). Currently, she serves as vice-dean for education and students at the Faculty of Economics and Business (FEB), KU Leuven.



Prof. dr. T. Kleinow is Professor for Longevity Risk at the University of Amsterdam. His primary research interests include mortality modelling and the analysis of socio-economic disparities in life expectancy. He has published in international peer-reviewed journals and contributed to several international research projects on mortality and longevity.

Traditionally, stochastic mortality models used for actuarial purposes are built at the national level and on an annual time scale. While useful for long-term projections, these models provide little insight into how mortality fluctuates within a year. It is well known that mortality has a seasonal structure, where rates often peak in winter and are lowest during summer. Deviations from this seasonal structure may occur for several reasons, for example, due to extreme environmental conditions, such as heat waves, cold spells, and high air pollution. From a public health perspective, it is important to understand what drives such excess mortality and how we can properly quantify its extent, especially in the context of climate change. From an actuarial perspective, understanding these short-term mortality dynamics is essential in a life insurance context for the estimation of incurred-but-not-reported death benefit payments, pricing short-term life-contingent insurance products, and accurately assessing short-term fluctuations in mortality risk. Using machine learning techniques, we examine the drivers of short-term excess mortality among older adults and shed light on the impact of extreme weather conditions and air pollution.

DATA

We make use of several publicly available datasets. First, we extract Eurostat's weekly death counts and population exposures for the 65+ female age group in more than 550 European regions for the period 2013–2019. Second, we download daily weather data, i.e., maximum temperature, minimum temperature, relative humidity, total precipitation, and average wind speed from the Copernicus Climate Data Store. Third, we retrieve hourly average concentration levels for ozone, nitrogen dioxide, and particulate matter (PM10 and PM2.5) from the Copernicus Atmosphere Monitoring Service. Since our weekly mortality data does not align in temporal and geographical scale with the daily (or hourly) environmental data that is defined on a fine spatial grid, we perform an extensive feature engineering process to harmonise these datasets. More specifically, we construct features that reflect the severity and frequency of the environmental conditions within a week. For instance, for temperature, we construct features that measure the frequency of hot days in a week (hot-week index) by looking at the number of days a preselected high threshold is exceeded, as well as features that measure the severity of hot days within a week by looking at the average daily temperature anomalies in that week.

WE IDENTIFY THE KEY ENVIRONMENTAL DRIVERS OF DEVIATIONS FROM THE MORTALITY BASELINE

MODELLING APPROACH

We develop a two-stage modelling framework to identify short-term associations between environmental factors and weekly mortality fluctuations across the entire set of European regions. In the first stage, a regional baseline model estimates the expected number of weekly deaths in each region using a classical Poisson regression with Fourier terms to capture seasonal patterns. In the second stage, deviations from this baseline (excess or deficit mortality) are modelled using a machine learning algorithm, i.e., extreme gradient boosting or XGBoost. The model incorporates engineered features describing the severity and frequency of extreme environmental conditions within a week, their lagged values, geographic coordinates, and seasonal indicators. This approach automatically captures the complex, non-linear relationships and interactions between the different weather and air pollution features and their combined impact on weekly mortality. Using machine learning interpretation tools such as feature importance and accumulated local effects, we identify the key environmental drivers of deviations from the mortality baseline and quantify their marginal effects.

RESULTS AND INSIGHTS

After calibrating the two-stage model on the outlined mortality and environmental data, we find that short-term deviations from baseline mortality are primarily driven by temperature. XGBoost identifies the lagged weekly average of the daily minimum temperature anomalies, the hot-week index, and the lagged cold-week index as the most important features to explain these deviations, while wind speed and precipitation play only a minor role. Air pollution features have a smaller but statistically significant marginal impact.

We also find clear evidence of a heat-related harvesting effect: a hot week causes immediate excess mortality, followed by a mortality deficit in the subsequent week with normal temperatures. No harvesting effect is observed for cold weeks. In addition, we find that mortality increases when both PM10 levels and temperatures are high.

Regionally, we observe that environmental effects on mortality are stronger in southern Europe than in northern regions. To illustrate this, we compute the relative risk of mortality compared to the baseline for each considered European region. As an example, we focus on a typical week at the start of July and assume average air pollution

concentrations, humidity, rainfall, and wind speed for that week in each region. We consider two heat scenarios. In the moderate heat scenario, the weekly average of the daily minimum and maximum temperature anomalies is 6°C, and half of the days surpass the preselected hot temperature threshold. In the severe heat scenario, the anomalies rise to 12°C (the maximum observed in our sample), and all days exceed the threshold. Using the calibrated XGBoost model, we then predict the relative risk, expressed as an amplification of baseline mortality under each scenario.

Figure 1 shows these results across European regions, highlighting clear differences between north and south. Under the severe heat scenario, mortality can increase by up to 25% in southern regions such as Spain, Portugal, and Italy, while the increase remains below 10% in northern regions.

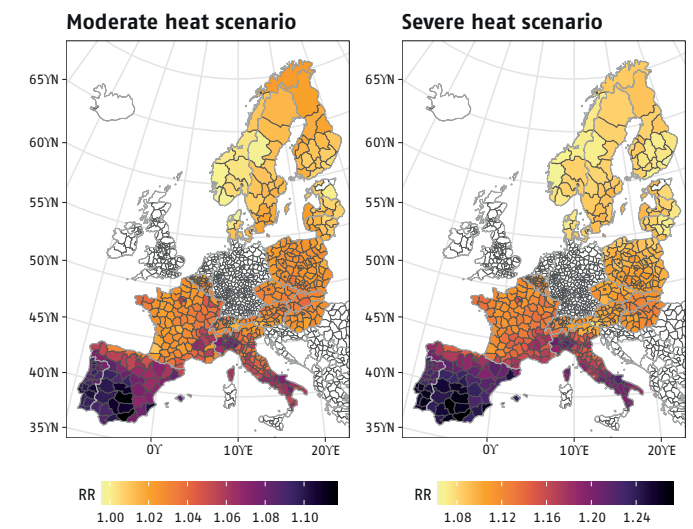


Figure 1: Relative risk by region and scenario

CONCLUSION

This study develops a two-stage modelling framework integrating environmental factors into weekly mortality models across 550+ European regions. Using a regional baseline and machine learning, we find that temperature extremes are the strongest drivers of short-term excess deaths, with clear regional disparities and evidence of harvesting effects. Some air pollution features also contribute, while other weather variables, such as rainfall and wind speed, are less important. The framework provides a useful tool to assess and quantify the environmental drivers of excess mortality, and hence, finds its use in both insurance and public health. ■

This article is based on the paper *Robben, J., Antonio, K., & Kleinow, T. (2025). The short-term association between environmental variables and mortality: evidence from Europe. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society), qnaf052.* (<https://academic.oup.com/jrssa/advance-article/doi/10.1093/jrssa/qnaf052/8142302>)



Waardevolle modeldata

Voor mij is de actuaris het type collega dat geen genoegen neemt met onverklaarde afwijkingen, hoe klein ook. Elk resultaat wordt vanuit meerdere perspectieven geobserveerd en iedere waarde moet aantoonbaar in de brondata terug te vinden zijn. Als data engineer ben ik verantwoordelijk voor de aanlevering van data, zodat actuarissen daar hun analyses en wiskundige modellen op kunnen baseren. Hoewel hun scherpe oog angst kan inboezemen bij de partij die de data op een presenteerblaadje moet opdienen, is de fascinatie voor data ook onze gemene deler. De vraag is dan, wat is de exacte rol van business intelligence bij het creëren van waardevolle modeldata?

De bron van alle data is in de meeste gevallen een myriade aan applicaties, verspreid over de organisatie. De bronapplicaties produceren *data*, ook wel: 'een verzameling van ruwe feiten' (Introhive, 2024). Gedurende businessprocessen die plaatsvinden in deze applicaties, wordt data verwijderd, aangemaakt of gewijzigd. Voor ieder gegeven is slechts één applicatie leidend, ook al komt het gegeven in meerdere applicaties voor. Zo kan in meerdere applicaties vastliggen wat de echtelijke staat van een deelnemer is, maar moet er één applicatie worden aangewezen die als leidend geldt. De betekenis en waarde van een gegeven zijn dus niet dubbelzinnig. Het is belangrijk om dit te onderkennen, omdat er dan zekerheid is over de herkomst en juistheid van een data-element.

De output van actuariële modellen daarentegen bevat *informatie*, waarbij 'data is verwerkt, georganiseerd en in een betekenisvolle context is geplaatst' (Introhive, 2024). Dit kan verduidelijkt worden met behulp van een voorbeeld. Zo is de betekenisvolle context van de beoordeling 'negen' voor een examen belangrijk: in Nederland zou men zeer tevreden zijn met dit resultaat, maar op een Franse universiteit betekent het een onvoldoende.

Het nodigt uit om inzichten uit de filosofie te betrekken op het verband tussen (bron)data en informatie. David Hume (geboren in Edinburgh, 1711) was een belangrijk filosoof uit de tijd van de Verlichting en hoorde bij de stroming van het empirisme: kennis kan alleen ontstaan door ervaring (Hume, 1739). Hij werd onder andere bekend door zijn *is-ought* stelling. Volgens deze stelling kunnen normatieve conclusies nooit uit alleen feitelijkheden volgen. Een voorbeeld hiervan is de conclusie dat er in een bepaald jaar zo'n lage dekkingsgraad geldt dat er een aanvullende premie geheven mag worden. Deze conclusie kan niet alleen worden getrokken uit het feit 'de dekkingsgraad is 98

K. Vermeulen MSc is data engineer bij PGGM.



procent'. Hierbij is nog een normatieve premisse nodig: namelijk 'een dekkingsgraad van minder dan 100 procent is onvoldoende; het is nodig om aanvullende premie te heffen'.

Als we dit inzicht toepassen op data en informatie zal informatie niet uit louter feiten kunnen ontstaan, maar is er altijd een waardeoordeel bij betrokken. Het is interessant om na te gaan of dit ook het geval is bij de inputdata van actuariële modellen: hebben we het daar daadwerkelijk over een verzameling van ruwe feiten, of is er al sprake van een normatieve premisse?

Daarom vervult de afdeling business intelligence een essentiële rol tussen bronapplicaties enerzijds en actuariële modellen anderzijds. Data uit de verschillende bronapplicaties wordt door business intelligence verzameld en gecombineerd tot één datamodel en waar nodig aangevuld met statische data of data van buiten de organisatie. Het is het datamodel dat business value heeft en gebruikt kan worden door bijvoorbeeld actuariaat.

In het datamodel wordt de betekenis van de feiten en de relaties tussen de feiten vastgelegd. Zo kan een persoon worden gedefinieerd aan de hand van een persoonsnummer. Een persoon heeft een relatie tot een arbeidsverhouding waarbij het persoonsnummer gerelateerd kan worden aan de attributen die een arbeidsverhouding uniek maken. Het is van belang dat in de breedte van de hele organisatie voor ieder inzicht dezelfde definitie van het feit en de relatie wordt gebruikt. Hieraan gelieerd is de term *single version of the truth* (King, 2003): dit principe zorgt ervoor dat analyses op basis van dezelfde data altijd tot consistente inzichten leiden. In de datamodellen van business intelligence wordt data geordend volgens de geldende business logica. Er vindt tevens filtering plaats op de gegevens die ertoe doen voor de organisatie: alleen gegevens die voor enig doel interessant zijn, worden bewaard. Bij een pensioenuitvoeringsorganisatie (PUO) zullen alleen de gegevens over een persoon worden vastgehouden die betrekking hebben op diens pensioenkeuzes, arbeidsverhouding, et cetera. Een modellenbureau zal deze interesse niet delen met de PUO en zal eerder attributen opnemen als lengte, of haar- en oogkleur. Het datamodel past dus bij de interesse van de organisatie en ontleent daaraan zijn waarde en business value.

De ordening en filtering worden in het datamodel expliciet gemaakt ten opzichte van hoe het in de bronapplicaties staat. Er is geen sprake meer van losse tabellen, maar van nauw verweven entiteiten met onderlinge relaties. Dit is een logische tussenstap gezien de enorme hoeveelheden data die in businessprocessen worden voortgebracht; er is behoefte aan vaststelling en samenhang.

De *is-ought* stelling lijkt daarmee ook van toepassing op de data input voor de actuariële modellen. De informatie die door actuariële modellen wordt voortgebracht, is niet alleen afgeleid van ruwe feiten, maar ook van normatieve premissen, die opgeslagen zijn in het datamodel van de (business intelligence) organisatie. Zo blijkt dat business intelligence niet alleen data ordent, maar ook betekenis toevoegt aan de modeldata van de actuaris. ■

Referenties

- Hume, D. (1739). *A Treatise of Human Nature: Being an Attempt to Introduce the Experimental Method of Reasoning into Moral Subjects*. Oxford University Press (2nd ed. revised by P. H. Nidditch, 1975). <https://www.gutenberg.org/ebooks/4705>
- Introhive. (2024, July 1). *The Difference Between Data, Information & Intelligence*. <https://www.introhive.com/blog/difference-between-data-information-intelligence/>
- King, J. (2003, December 22). *Business Intelligence: One Version of the Truth*. *Computerworld*. <https://www.computerworld.com/article/1323267/business-intelligence-one-version-of-the-truth.html>



bestuur VSAE 2025

VSAE-congres maart 2026: AI under pressure? Call in the Actuaries!

Ieder voorjaar wordt een commissie samengesteld

die, gecoördineerd door de VSAE (Vereniging

Studenten Actuariaat en Econometrie), de taak op

zich neemt het volgende congres te organiseren. Dit

wordt in nauw overleg en met ondersteuning van

het Koninklijk Actuarieel Genootschap (AG) gedaan.

Daarnaast wordt er bij de voorbereiding voor het

congres samengewerkt met Angela van

Heerwaarden, die helpt met het vinden van de

meest relevante sprekers voor de onderwerpen

gerelateerd aan het thema.

Het eerstvolgende Actuarieelcongres zal plaatsvinden op dinsdag 3 maart 2026, in het Koninklijk Instituut voor de Tropen (KIT), in Amsterdam. Er wordt naar gestreefd een interessant en progressief congres neer te zetten, dat tevens stevig gegrond is op basis van kennis die kwalitatief van zeer hoog niveau is. Als onderdeel van dit streven geeft het congres ook jaarlijks een magazine uit met actuele artikelen over het thema (waarvan het overgrote deel speciaal voor het congres geschreven wordt). Dit streven naar kwaliteit heeft zich vrijwel altijd vertaald naar het behalen van 6 PE-punten en tegenwoordig ook 6 CPD-punten.

Het thema voor de aankomende editie van het Actuarieelcongres zal zijn: AI under pressure? Call in the Actuaries!

In een wereld die steeds meer wordt gedreven door kunstmatige intelligentie, zijn onze financiële systemen sneller en slimmer geworden, maar ook kwetsbaarder. Weet jij wat er gebeurt wanneer jouw modellen uitvallen midden in een wereldwijde cyberaanval? Zijn jouw systemen bestand tegen een crisis als deze?

Tijdens het Actuarieelcongres van de VSAE verkennen we de kruising tussen AI-afhankelijkheid, digitale oorlogsvoering en mondiale spanningen. Nu AI-tools een steeds grotere rol spelen in besluitvorming, is de vraag niet óf een aanval zal plaatsvinden, maar wanneer. Wat gebeurt er binnen bedrijven tijdens zo'n aanval? Hoe reageren actuarissen? Is de actuariswereld eigenlijk wel veerkrachtig genoeg om zo'n verstoring te doorstaan?

Het congres zal zich richten op de AI-veerkracht en biedt handvatten om chaos te overleven. De nadruk ligt op de verborgen gevaren binnen AI-toepassingen, maar ook op het risico van te grote afhankelijkheid ervan. Kunnen we nog zonder AI functioneren? Of hebben we inmiddels alle deskundige experts al vervangen?

De focus zal niet alleen op de acute impact liggen, maar ook op strategisch advies, bestuurlijke overwegingen en communicatie. Als actuaris ben je niet alleen de analist, de veerkracht van jouw organisatie kan weleens van jou afhangen!

Gedurende de dag zullen er vele verschillende sessies gehouden worden gerelateerd aan dit thema, verzorgd door relevante sprekers. Bij interesse in het verzorgen van een sessie als spreker, kunt u de commissie of Angela van Heerwaarden te allen tijde bereiken, via e-mail: actuariaatcongres@vsae.nl.

Wij hopen u allen te mogen ontvangen in het Koninklijk Instituut voor de Tropen (KIT), op 3 maart 2026!



Lars Struik MSc wint Johan de Witt prijs 2025

Dinsdag 2 december 2025 ontving Lars Struik MSc de Johan de Witt prijs 2025 voor zijn scriptie '*Welfare losses of Near-Optimal Investment Strategies in Incomplete Markets*'. Met deze scriptie is Lars Struik afgestudeerd voor de Master of Science in Quantitative Finance and Actuarial Science aan Tilburg University.

Lars adresseert een maatschappelijk zeer relevant vraagstuk in het kader van de Wet Toekomst Pensioenen (Wtp). Hij stelt de problematiek centraal van modelmatige welvaartsverliezen die optreden door suboptimale beleggingsstrategieën, met name wanneer deze gebaseerd zijn op te simpele modellen of onzekere schattingen van de risicoaversieparameter (γ).

Lars combineert in zijn scriptie martingaal- en dualiteitstechnieken voor de portefeuille-optimalisatie in incomplete markten. Deze aanpak wordt door de jury als een vernieuwende en voor een masterscriptie methodologisch bijzonder geavanceerde aanpak bestempeld.

De analyse, waarin onder meer statische investeerders en investeerders die de welvaart afdekbehoefte negeren worden vergeleken, toont overtuigend aan dat welvaartsverliezen toenemen in volatiele markten, waardoor het risico directer bij de deelnemers komt te liggen.

De scriptie is helder gestructureerd en academisch van aard, met een duidelijke link naar de actuariële praktijk. De jury prijst Lars voor zijn zorgvuldige uitwerking, de toepassing van geavanceerde technieken en de maatschappelijke relevantie van zijn onderzoek binnen het kader van de nieuwe Pensioenwet. De scriptie biedt nieuwe inzichten in het modelleren van risicoaversie en de impact van marktonzekerheid op deelnemers.

AG Najaarscongres 2025

Dinsdag 2 december 2025 werd het AG Najaarscongres in theater Spant! in Bussum. Het congres begon met de uitreiking van de Johan de Witt prijs 2025. Sabijn Timmers-Janssen MBA (Pensioenfonds Rail & Openbaar Vervoer) was dagvoorzitter, dr. Gerrit Jan van den Brink RA (Risk Sigma GmbH), Joyce Delsing AAG en Job van Wassenberg MSc AAG CERA (beiden AG-werkgroep Baz) verzorgden de presentaties die in het teken stonden van het thema *Global actuary: trends die grenzen verleggen*.



Johan de Witt prijs

Elk studiejaar stelt het Koninklijk Actuarieel Genootschap één prijs, ter waarde van € 5.000, beschikbaar voor de beste wetenschappelijke scriptie. Naast dit geldbedrag ontvangt de winnaar een beeldje van Johan de Witt en een juryrapport. Bovendien presenteert de winnaar zijn scriptie tijdens het AG Najaarscongres. Voor de prijs komen in aanmerking wetenschappelijke scripties, geschreven en gepubliceerd in de periode van 1 september van een studiejaar tot met de deadline in het daaropvolgende studiejaar. De jury beoordeelt de scripties aan de hand van de criteria originaliteit, relevantie, methodologie en presentatie.

per 1 oktober

NIEUWE LEDEN

N. Lukic MSc AAG (Nenad)	Lid AAG
T. Dam AAG (Teie)	Lid AAG
S.R. Bruinsma AAG (Symen)	Lid AAG
mr. G.I. Lapchev AAG (Goran)	Lid AAG
J.P. Sprakel AAG (Jasper)	Lid AAG
E.J. Vos MSc AAG (Ewoud)	Lid AAG
drs. G.A. de Vries AAG (Anne)	Lid AAG
drs. L.E. van den Berge – Vogelaar AAG (Elise)	Lid AAG
M.H.H. Aarts MSc AAG (Mike)	Lid AAG
M. Galas AAG (Marcin)	Lid AAG
M.J.M. Tuijl MSc AAG (Marleen)	Lid AAG
ing. T.J. Croes Actuarieel Analist AG (Tania)	Lid Actuarieel Analist AG
M. van der Valk MSc (Michiel)	Lid student

12 STUDENTEN ONTVANGEN DIPLOMA ACTUARIAL MATHEMATICS & RISK MANAGEMENT

Vrijdag 31 oktober 2025 ontvingen 12 studenten het diploma Actuarial Mathematics & Risk Management. Tijdens de feestelijke bijeenkomst in Kasteel Woerden reikte Muriël van den Berg, directeur van het Actuarieel Instituut, de diploma's uit. Hartelijk gefeliciteerd allemaal!



Op de foto (v.l.n.r.): Amresh Sardjoe Mishre, Ton Peper (docent Actuarieel Instituut), Karima Attrach (Opleidingscoördinator Actuarieel Instituut), Kim Tol, Nahshon Nsiah, Roos Mastwijk, Noud Marquinie (docent Actuarieel Instituut), Jurriaan Zaat, Marc Oostendorp, Muriël van den Berg, Sietse Tissing, Wilma Venmans (voorzitter Centrale Examencommissie), Thijs Sturkenboom, Ingrid van Riel (bestuurslid) en Myrthe Dijk. Ricardo Nooitmeer, Tim Riegman en Michael Wattel zijn ook geslaagd, maar staan niet op de foto.

WINTER

SCHOOL 2026

online

29 JANUARI 2026 // VAN 12.30 TOT 17.00 UUR // KOSTEN € 495 // 4 PE-PUNTEN



VAN DE REDACTIE

Bijdragen aan de komende thema's van De Actuaris?

Beste lezer,

Hierbij presenteren wij de thema's voor de komende nummers. Mocht je een bijdrage overwegen, of bepaalde suggesties of wensen hebben, dan horen wij deze graag! Aarzel dus niet om contact op te nemen met de redactie. Wij zijn erg benieuwd naar je reactie!

Februari 2026: Health

De gezondheidszorg en arbeidsongeschiktheidsvoorzieningen in Nederland zijn volop in beweging. Stijgende zorgkosten, een toenemend aantal WIA-aanvragen en geplande wijzigingen in wet- en regelgeving – zoals de mogelijke invoering van een verplichte AOV voor zelfstandigen – zorgen voor druk op het stelsel. Tegelijkertijd woedt een maatschappelijk debat over de houdbaarheid, toegankelijkheid en betaalbaarheid van zorg en inkomensbescherming. Deze ontwikkelingen vragen om een scherp actuarieel perspectief. In dit themanummer verkennen we de actuele ontwikkelingen en hun implicaties voor het actuarieel werkveld. Thematrekkers: Salima El Khababi en Anne Joosten

April 2026: Pensioen

Inmiddels zijn de eerste pensioenfondsen over naar het nieuwe pensioenstelsel en volgen er steeds meer. Alle oude pensioenen, van niet alleen pensioenfondsen maar ook pensioenverzekeraars, moeten worden omgezet naar nieuwe pensioenen. In deze editie krijgt elke actuariële topper de kans om haar haarscherpe visie omtrent de invoering van het nieuwe pensioenstelsel tentoon te spreiden. Thematrekkers: Sanne van Helvert en Koos Gubbels

Juni 2026: Herverzekering en andere risico-overdracht

Ook een verzekeraar wil niet alle risico's zelf dragen. Maar op welke manier kan er risico overdracht plaatsvinden? Voor de risicomanager een cruciale vraag waarbij herverzekering voor de hand ligt, maar wat zijn de mogelijkheden? Genoeg ontwikkelingen en dus genoeg keuze. In juni 2026 kan je hier meer over lezen in De Actuaris. Thematrekkers: Pieter Bouwknecht en Rens Garssen



De redactie:

Pieter Bouwknecht (pieter.bouwknecht@nn.nl)
Robin Cats (robincats@gmail.com)
Bart Custers (bart.custers@allianzdirect.nl)
Salima El Khababi (salima.elkhababi@milliman.com)
Rens Garssen (rens.garssen@oliverwyman.com)
Koos Gubbels (Koos.Gubbels@achmea.nl)
Lars Janssen (lars.janssen@pwc.com)
Anne Joosten (anne.joosten@nl.ey.com)
Wouter Mertens (wwbomertens@gmail.com)
Sanne Schelfhout-van Helvert (sanne.van.helvert@aaa-riskfinance.nl)

colofon de actuaris – jaargang 33 – nr 2 – magazine van het Koninklijk Actuarieel Genootschap – ISSN 0929-4562

redactie

Pieter Bouwknecht
Robin Cats
Bart Custers
Salima El Khababi
Rens Garssen
Koos Gubbels, hoofdredacteur
Lars Janssen
Anne Joosten
Wouter Mertens
Sanne Schelfhout-van Helvert
Frank Thooft

bladmanager

Frank Thooft

gemandateerd uitgever

Koninklijk Actuarieel Genootschap

contact

Koninklijk Actuarieel Genootschap
Groenewoudsedijk 80
Pascale Mandjes-Heese
3528 BK Utrecht
E redactie@actuarieelgenootschap.nl
T 030 – 686 61 50

vormgeving

Stahl Ontwerp

druk

Print Power Media

kopij

Voor het volgende nummer (februari 2026) dient de kopij uiterlijk **dinsdag 6 januari** digitaal ingeleverd te worden bij de redactie: redactie@actuarieelgenootschap.nl.

Auteursinstructies staan op <https://www.actuarieelgenootschap.nl/over-het-koninklijk-actuarieel-genootschap/magazine-de-actuaris>

De redactie behoudt zich het recht voor artikelen te weigeren.

achtergrond

De Actuaris verschijnt vijf keer per verenigingsjaar met interviews, nieuws, informatie en opinievormende artikelen die van belang kunnen zijn voor de actuariële beroepsgroep en degenen die door opleiding en of interesse het actuaariaat na staan. Het overnemen en vermenigvuldigen van artikelen met bronvermelding is toegestaan na toestemming van de redactie. Alle artikelen uit deze uitgave worden online beschikbaar gesteld in de Kennisbank op de website van het AG.

disclaimer

Hoewel aan de totstandkoming van 'De Actuaris' de uiterste zorg is besteed, aanvaarden de auteur(s), redacteur(en) (Redactie) en het bestuur AG, alsmede de uitgever(s), geen enkele aansprakelijkheid voor eventuele fouten en of onvolkomenheden, noch voor de gevolgen daarvan.

'De Actuaris' wordt uitgegeven in opdracht van het bestuur AG. De in het tijdschrift voorkomende meningsuitingen mogen echter niet worden gezien als de officiële zienswijzen van de Redactiecommissie en/of het bestuur AG, tenzij zulks uitdrukkelijk is vermeld.





Kijk voor opleidingen op
www.actuarieelinstituut.nl