



MODELLEREN VAN LANGLEVEN TRENDRISICO

Door Richard Plat¹

Eerder verschenen in De Actuaris, februari 2021

Eén van de grootste uitdagingen bij het modelleren van langlevensrisico ten behoeve van een intern model voor Solvency II is het adresseren van het trendrisico in de sterftekansen. In dit artikel beschrijft Richard Plat hiervoor een nieuwe praktische methode.

1. Achtergrond

Het adresseren van het trendrisico in de sterftekansen is onder meer lastig omdat Solvency II uitgaat van een eenjaars horizon. Het eenjaars trendrisico is het risico dat in het projectiejaar de verwachte ('best estimate') sterftekansen voor alle jaren daarna toe- of afneemt.

Een natuurlijke en daarom veel gebruikte methode om trendrisico te adresseren is om scenario's voor sterftekansen te genereren met een prognosemodel (zoals bijvoorbeeld het AG prognosemodel) voor het prognosejaar, en deze te zien als 'nieuwe' waarnemingen. Vervolgens wordt voor ieder scenario de best estimate voor de jaren 2, 3, ... opnieuw bepaald op basis van de nieuwe waarneming in dat scenario. Deze 'herkalibratie methode' sluit aan bij hoe updates van de best estimate sterftekansen in de praktijk gaan. Echter, de onzekerheid die hieruit voortkomt is laag. En omdat prognosemodellen zoals die van het AG veelal gebaseerd zijn op een periode waarin geen significante trendbreuk heeft

plaatsgevonden, produceert zo'n model ook geen toekomstige trendbreuken. Om deze reden wordt in de praktijk vaak een 'expert judgement' toegepast met als doel het uit het model voortkomende risico te verhogen. Behalve dat dit leidt tot een subjectieve uitkomst komt een dergelijke aanpak ook niet overeen met de algemene intuïtie van wat het trendrisico behelst: een kleine kans op een significante verandering in de toekomstige trend, bijvoorbeeld door de ontwikkeling van een medicijn ('cure of cancer scenario').

Om aan deze nadelen tegemoet te komen, wordt in dit artikel een alternatieve methode beschreven.

"Het adresseren van het trendrisico in de sterftekansen is onder meer lastig omdat Solvency II uitgaat van een eenjaars horizon."

2. Alternatieve methode: modelleren trendbreuk risico

Recente literatuur van Börger en Schupp (2018, 2019) geeft handvaten voor een meer intuïtieve en met data onderbouwde methode. Het idee van de methode is dat er met een kans p een trendbreuk plaatsvindt van grootte λ . Deze trendbreuk wordt toegepast op de huidige trend van het gehanteerde sterfteprognose model. De verdeling van de mogelijke trendbreuken is symmetrisch met een gemiddelde van 0, zodat hij eenvoudig kan worden toegevoegd aan het bestaande sterftemodel. Deze symmetrie wordt bereikt door in de kalibratie de absolute waarde van de trendveranderingen te bepalen. Vervolgens wordt in het model het teken van de trendverandering getrokken uit een Bernoulli verdeling met kans 50%. Hierbij wordt vanuit gegaan dat het teken voor de mannen en vrouwen gelijk is bij het optreden van een trendbreuk.

Dit idee is uiteraard niet nieuw, echter tot nog toe ontbrak het aan de data en methodes om de kans p en grootte λ te kalibreren:

- Veel trendbreuk detectie algoritmes kunnen niet goed omgaan met heteroskedasticiteit (ongelijke variatie over tijd) van de historische waarnemingen: hierdoor was het niet mogelijk om alle beschikbare historische data mee te nemen;
- Per definitie zijn er weinig trendbreuken waargenomen in de historie, wat het lastig maakte om een stochastisch trendbreuk model te kalibreren.

Börger en Schupp (2018, 2019) hebben een trendbreuk detectie methode geïntroduceerd die kan omgaan met heteroskedasticiteit, waardoor het mogelijk is om het model te kalibreren op alle beschikbare historische data. Ook andere technieken, zoals bijvoorbeeld van Matteson en James (2014), blijken hiervoor geschikt.

Echter, een probleem bij het toepassen van deze trendbreuk modellen op alleen Nederlandse data is dat ook met zoveel jaren data (vanaf 1850) er vaak maar 5 tot 10 trendbreuken gevonden worden, wat te weinig is voor het fitten van een verdeling. Een oplossing daarvoor kan zijn om alle trendbreuken van vergelijkbare landen te gebruiken voor het fitten van de verdeling. Europese landen bijvoorbeeld waarvoor ook meer dan 75 jaar data beschikbaar is, zijn: België (vanaf 1841), Denemarken (vanaf 1835), Engeland & Wales (vanaf 1841), Finland (vanaf 1878), Frankrijk (vanaf 1816), Italië (vanaf 1872), Noorwegen (vanaf 1846), Spanje (vanaf 1908), Zweden (vanaf 1751), en Zwitserland (vanaf 1876). Al deze landen kunnen gebruikt worden in de kalibratie van een trendbreuk model.

Deze trendbreuk methode kan gecombineerd worden met verschillende soorten sterfteprognose modellen, door het trendbreuk model toe te passen op de parameter die de algemene sterfteverandering representeert. Bijvoorbeeld in het geval van het bekende model van Lee en Carter (1992) worden de 'centrale' sterftekansen voor leeftijd en jaar als volgt gemodelleerd:

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x \kappa_t$$

waarbij a_x en b_x constante parameters per leeftijd zijn en κ_t een stochastische tijdsafhankelijke variabele. Deze κ_t representeert derhalve de algemene sterfteontwikkeling over tijd en wordt normaliter geprojecteerd met een ARIMA tijdreeksmodel, op basis van de historisch gekalibreerde waarden van κ_t . Deze gekalibreerde waarden van κ_t van kunnen echter ook gebruikt worden om het trendbreuk model te kalibreren. De uiteindelijk met het trendbreuk model gesimuleerde trendbreuken kunnen vervolgens toegepast worden op de door het sterfteprognose model gegenereerde scenario's voor κ_t (waarbij voor het sterfteprognose model de herkalibratie methode zoals beschreven in sectie 1 kan worden gebruikt).

De voordelen van deze methode zijn:

- Toepasbaar voor een eenjaars horizon;
- Onderbouwd met historische data, minder subjectieve elementen;
- Intuïtief en uitlegbaar: de modellering is in lijn met de algemene intuïtie van langlevens trend risico;
- Trendbreuk component eenvoudig toe te voegen aan bestaande sterfteprognose model.

Een nadeel van de methode is dat er een overlap zit in de historische data die gebruikt wordt voor het kalibreren van het sterfteprognose model en het trendbreuk model. Dit betekent ook dat er enige overlap zit in het risico als beiden risico's meegenomen worden zoals hierboven beschreven. Echter, de impact hiervan is niet groot, aangezien:

- De onzekerheid die uit de herkalibratie methode volgt relatief laag is;
- De historische periode die wordt gehanteerd voor de kalibratie van een prognosemodel vaak zodanig gekozen wordt dat er geen significante trendbreuken in zitten.

3. Voorbeeld kalibratie trendbreuk model

Op basis van de in de vorige sectie genoemde landen is een voorbeeld van de kalibratie van een stochastisch trend breuk model uitgewerkt. De volgende stappen zijn genomen in de kalibratie:

- a) Fitten Lee-Carter model voor ieder land;
- b) Bepalen aantal trendbreuken voor ieder genoemd land, mannen en vrouwen;
- c) Bepalen trends en trend veranderingen corresponderend met de trendbreuken;
- d) Samenvoegen alle trend veranderingen voor alle landen, voor mannen en vrouwen;
- e) Verdeling fitten aan absolute waarden van deze trend veranderingen.

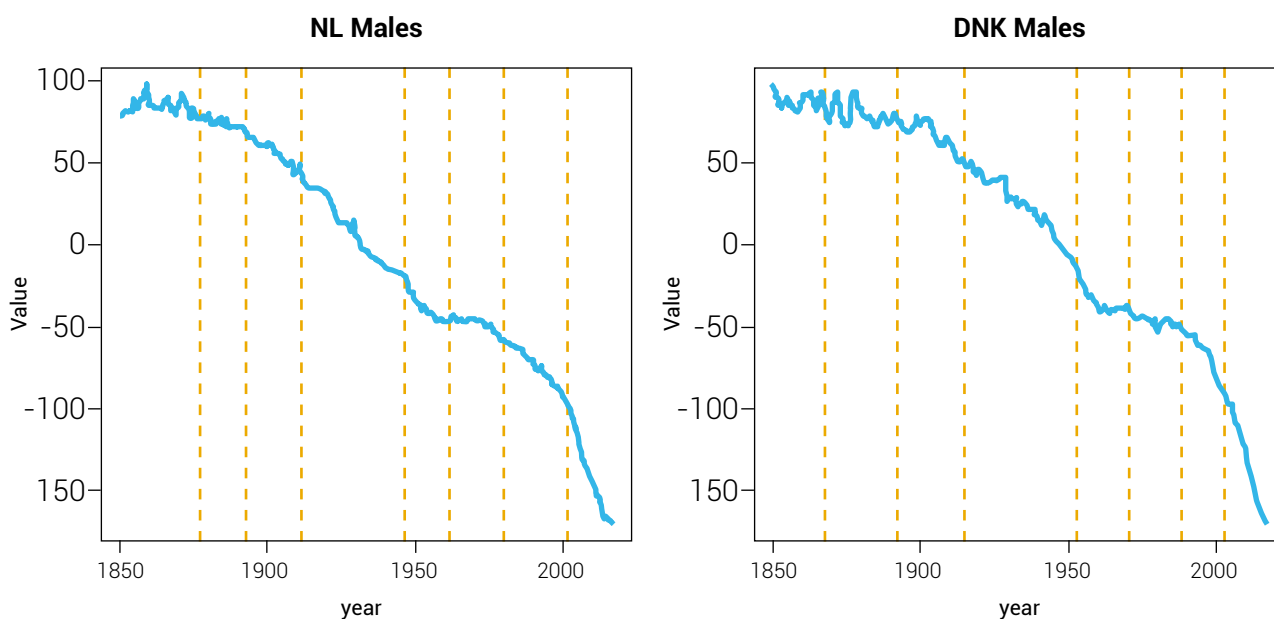
3.1 Bepalen aantal trendbreuken

De trendbreuk detectie methode van Matteson en James (2014) is toegepast op de historisch gekalibreerde κ_t 's voor alle in sectie 2 genoemde Europese landen, voor zowel mannen als vrouwen.

Bij het bepalen van de trendbreuken zijn twee aannames gedaan:

- De jaren waarin beide wereldoorlogen en de Spaanse griep plaatsvonden, zijn niet meegenomen. Dit betekent dat de jaren 1914-1919 en 1940-1946 uit de dataset gehaald zijn. De reden hiervoor is dat deze observaties impact hebben op de plaats van de trendbreuken, maar vooral ook op de veranderingen in de trends. Aangezien een wereldoorlog en een pandemie geen risico's zijn die beoogt worden mee te nemen onder langlevens trend risico, is het daarom beter om deze datapunten achterwege te laten. Merk op dat 1919 en 1946 ook uit de dataset gehaald zijn omdat in die jaren een sterke correctie in de sterfte plaatsvond.
- De minimale lengte van een trendbreuk is 15 jaar verondersteld. De reden hiervoor is dat we geïnteresseerd zijn in de risico's van een aanhoudende trendverandering. Bij een minimale lengte van 5 jaar zou er veel impact zijn van bijvoorbeeld 2 extremere observaties, terwijl het doel is om een verandering in trend te detecteren. Daarnaast geeft een minimale lengte van 15 jaar de mogelijkheid om naar de toekomst toe ook trendveranderingen te modelleren die minimaal 15 jaar duren.

Figuur 1 laat twee voorbeelden zien van de resultaten van het toepassen van de trendbreuk detectie methode.



Figuur 1: voorbeeld trendbreuk analyse – Nederlandse mannen en Deense mannen

De figuur laat zien dat de methode de verschillende trends in de dataset goed weet te identificeren. Uiteraard zijn er ook landen waarbij de trend minder zichtbaar is, maar ook daar weet de methode trendbreuken te detecteren, waarbij opgemerkt dient te worden dat de methode zich alleen beperkt tot statistisch significante trendbreuken (met significantie niveau van 1%).

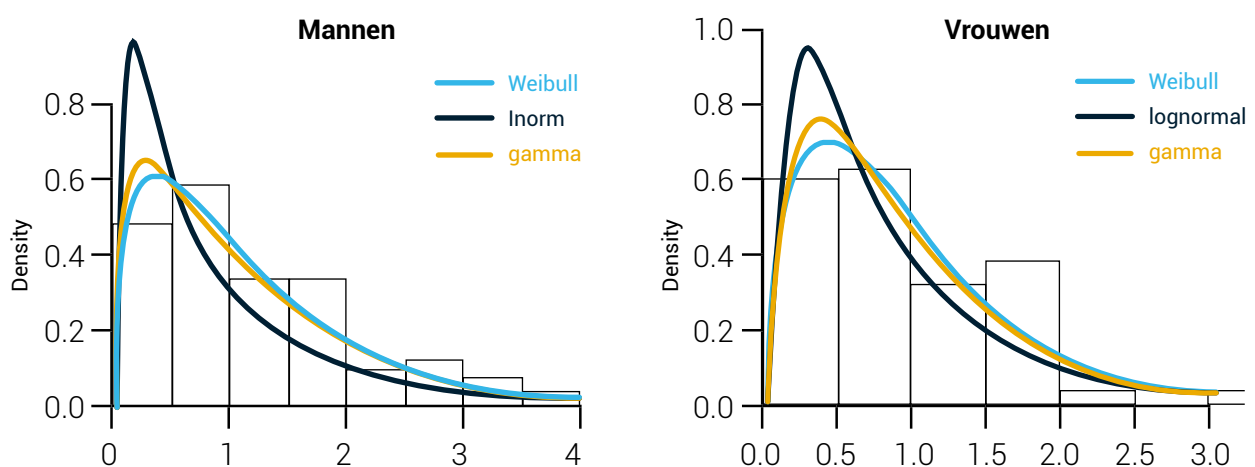
Het aantal gevonden trendbreuken gedeeld door het aantal observaties leidt tot een kans p op een trendbreuk van 3,97%, waarbij dezelfde kans wordt gehanteerd voor mannen en vrouwen. De reden hiervoor is dat mogelijke oorzaken die een trendbreuk kunnen veroorzaken

(zoals nieuwe medicijnen) waarschijnlijk voor zowel mannen als vrouwen zullen gelden. Merk op dat deze aanname vrijwel geen impact heeft, omdat het aantal gemeten trendbreuken vrijwel gelijk is voor mannen als voor vrouwen.

Op basis van de gedetecteerde trendbreuken kunnen de trends en trend veranderingen bepaald worden, die als input dienen voor het fitten van de distributie.

3.2 Fitten distributie

De distributies worden gefit op de absolute waarde van de trend veranderingen voor alle landen. Omdat de waargenomen verdeling voor mannen en vrouwen verschilt, wordt voor mannen en vrouwen apart gefit². De geobserveerde verdelingen alsmede enkele gekalibreerde verdelingen zijn gegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2: geobserveerde absolute trend veranderingen en enkele gekalibreerde verdelingen

Beide geobserveerde verdelingen zijn weliswaar scheef, maar niet heel extreem. De figuur laat zien dat de fit van de lognormale verdeling onvoldoende is. De fit van de gamma en Weibull verdelingen is echter wel adequaat, dus één van deze verdelingen kan worden gebruikt voor het simuleren van trendbreuken.

“De methode is toepasbaar voor een eenjaars horizon, onderbouwd met historische data, intuïtief, en uitlegbaar”

4. Conclusie

In dit artikel is een nieuwe praktische methodiek beschreven voor het adresseren van trendrisico in sterftekansen, ten behoeve van bijvoorbeeld een intern model voor Solvency II. De methode is toepasbaar voor een eenjaars horizon, onderbouwd met historische data, intuïtief, en uitlegbaar.



Dr. Richard Plat

- Partner Risk At Work.

Richard holds a Master of Science degree (1999) and PhD (2011) in Actuarial Science at the University of Amsterdam and successfully finished postdoctoral studies for actuary of the Dutch actuarial society (AAG) and investment analyst (RBA / CEFA). He has 20 years of experience in actuarial and risk consultancy for insurers, pension funds and banks. Besides that, he published several scientific and practically oriented articles and has been speaker at several seminars and workshops on different topics.

Index

1. Dr. Richard Plat AAG RBA is partner van Risk at Work en geeft in die hoedanigheid advies aan verzekeraars, banken en pensioenfondsen op het gebied van waardering en risicomanagement.
2. Merk op dat indien gewenst trendbreuken van mannen en vrouwen ook met een gezamenlijke verdeling kunnen worden gemodelleerd.

Referenties

Börger en Schupp (2018), *Modeling trend processes in parametric mortality models*

Börger en Schupp (2019), *It Takes Two: Why Mortality Trend Modeling is more than modeling one Mortality Trend*

Matteson, James (2014), *A Nonparametric Approach for Multiple Change Point Analysis of Multivariate Data*



Who we are

At Risk-at-Work we specialize in making models and providing solutions for quantitative risk management, trading and ALM topics. We pride ourselves on cutting through complexity by providing creative and practical solutions for hard problems. We do this by having a wealth of practical experience, state-of-the-art technical knowledge but first and foremost by understanding our clients and their problems and co-creating solutions with them that work.

What we do

Our client list covers all major Dutch financial institutions. We help our clients to get better, to go further. We help on topics where we believe we can offer unsurpassable quality. This means that we often work on topics that are on the intersection of quantitative finance, risk management and ALM. On these topics, we can help with providing insight, develop and implement models, review and improve models or just analyze understand data.

 www.riskatwork.nl  info@riskatwork.nl
