

Concept Leidraad Ervaringssterfte

Hoofdindeling: Leidraden
Opgesteld door: AG Werkgroep Prognosetafels
Vastgesteld door: Commissie Sterfte Onderzoek
Datum (laatste wijziging): 2 oktober 2012

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	1
1. Inleiding.....	2
2. Ervaringssterfte algemeen	3
2.1 Bedragensterfte.....	4
2.2 Vaste leeftijdsverschuivingen.....	5
3. Vaststellen van correctiefactoren ervaringssterfte.....	6
3.1 Correctiefactoren op basis van eigen gegevens.....	7
3.2 Correctiefactoren op basis van referentieportefeuilles	8
3.3 Correctiefactoren op basis van karakteristieken Nederlandse bevolking..	8
3.4 Gladstrijken van correctiefactoren	9
4. Modeleisen vaststelling ervaringssterfte	10
Bijlage A: Checklist voor vaststelling correctiefactoren.....	11
Bijlage B: Modelering en definities.....	14
Bijlage C: Betrouwbaarheidsintervallen	14

1. Inleiding

Op 14 september 2012 heeft De Nederlandsche Bank (DNB) de Good Practice Gebruik Fondsspecifieke Ervaringssterfte¹ naar buiten gebracht ten behoeve van het vaststellen van een grondslag voor de berekening van de technische voorziening door pensioenfondsen. In de Good Practice van DNB wordt verwezen naar de gerelateerde wet- en regelgeving.

In de Concept Leidraad Ervaringssterfte biedt het Actuarieel Genootschap (AG), rekening houdend met de Good Practice van DNB, een leidraad voor het bepalen van toekomstige fondsspecifieke sterfte (ervaringssterfte), zoals die bij het vaststellen van de grondslagen voor het berekenen van de technische voorzieningen door een pensioenfonds wordt gehanteerd.

In deze leidraad wordt niet één 'beste' methode voorgeschreven, maar worden aandachtspunten en nadere kwaliteitseisen gesteld. Het verdient aanbeveling bij een onderzoek naar ervaringssterfte bij pensioenfondsen kennis te nemen van deze Concept Leidraad Ervaringssterfte.

Binnen de regelgeving van het Actuarieel Genootschap heeft deze Concept Leidraad Ervaringssterfte als zodanig geen verplichtend karakter. Op basis van discussies die de komende tijd nog over de inhoud van deze Concept Leidraad Ervaringssterfte worden gevoerd en ervaringen die met het gebruik ervan worden opgedaan, kan de Concept Leidraad Ervaringssterfte nog worden aangepast en verbeterd.

1

http://www.toezicht.dnb.nl/binaries/Good%20Practice%20Gebruik%20Fondsspecifieke%20Ervaringssterfte_tcm50-226664.pdf

2. Ervaringssterfte algemeen

Overlevingstafels (waaronder prognosetafels en periodetafels) worden veelal gebaseerd op sterftcijfers van de gehele Nederlandse bevolking. De overlevingstafels van het Actuarieel Genootschap vormen hierop geen uitzondering. Een pensioenfondspopulatie is over het algemeen geen dwarsdoorsnede van de gehele Nederlandse bevolking. Om een bevolkingstafel te kunnen gebruiken bij de vaststelling van technische voorzieningen moet daarom aandacht worden geschonken aan het verschijnsel ervaringssterfte.

De term ervaringssterfte verwijst naar de verhouding in de verwachte sterfte tussen enerzijds de onderhavige pensioenfondspopulatie en anderzijds de gehele Nederlandse bevolking. Het is in feite een verzamelnaam voor alles wat een verschil in het sterfterisico tussen de beide groepen kan veroorzaken. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan kenmerken als opleiding, beroep, inkomen, medische historie en persoonlijke leefstijl.

Als gevolg van ervaringssterfte kan het noodzakelijk zijn dat er een correctie wordt toegepast op de bevolkingssterftetekansen in de overlevingstafels. In deze Concept Leidraad Ervaringssterfte wordt uitgegaan van een multiplicatieve correctie die met behulp van correctiefactoren kan worden toegepast.

Bij de correctiefactoren wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende drie begrippen:

Aantallensterfte	Het quotiënt in verwachte sterfte tussen de gehele bevolking en de onderzochte populatie, gemeten in aantallen deelnemers.
Bedragensterfte	Het quotiënt in verwachte sterfte gewogen middels opgebouwde rechten t.o.v. de verwachte sterfte gemeten in aantallen. Zie ook kader hierna.
Ervaringssterfte	De relatieve verhouding a tussen enerzijds de verwachte sterfte in de onderzochte populatie (gewogen middels opgebouwde rechten) en anderzijds de verwachte sterfte op basis van bevolkingssterftetekansen.

In bijlage B worden deze drie begrippen en hun onderlinge samenhang nader toegelicht op basis van een wiskundige modellering.

Ervaringssterfte heeft betrekking op de relatie tussen de sterftetekansen in de onderhanden pensioenportefeuille en de bevolkingssterftetekansen. Zonder verlies van algemeenheid kan de relatie tussen de eenjarige sterftetekansen in jaar t voor leeftijd x in de pensioenportefeuille ($q_{t,x}^f$) en de gemiddelde eenjarige kansen voor de gehele Nederlandse bevolking ($q_{t,x}^b$) als volgt worden gedefinieerd:

$$q_{t,x}^f = a_{t,x} \cdot q_{t,x}^b$$

De factoren a zullen doorgaans geslachts- en leeftijdsafhankelijk vastgesteld moeten worden. Tenzij de beschikbare sterftewaarnemingen dit duidelijk tegenspreken, mogen de factoren tijdsafhankelijk worden verondersteld.

2.1 Bedragensterfte

Een ervaringssterfte die uitsluitend is gebaseerd op aantallen (aantallensterfte) negeert de impact van bedragensterfte. Om inzicht te krijgen in de invloed van de opgebouwde rechten op de sterfte is het raadzaam om altijd zowel de aantallensterfte als bedragensterfte te onderzoeken. Pas wanneer kan worden aangetoond dat de onderzochte portefeuille niet of nauwelijks wordt beïnvloed door het effect van de bedragensterfte, kan worden gekozen voor een schatting op basis van waargenomen aantallen.

Mensen met hogere inkomens leven over het algemeen langer dan mensen met lagere inkomens. Dit fenomeen is bevestigd in een promotieonderzoek van Van Kippersluis², waarin wordt aangetoond dat mensen met een hoger inkomen doorgaans gezonder zijn. De hogere pensioenaanspraken moeten daardoor gemiddeld langer worden uitgekeerd dan op basis van de voor aantallensterfte gecorrigeerde bevolkingssterftetekans uit de prognosetafels verwacht mag worden. Ook verschillende studies van het CBS³ hebben aangetoond dat naarmate het inkomen hoger is, ook de levensverwachting hoger is.

Deze relatie tussen sterfterisico en opgebouwde rechten haakt aan bij de impact van bedragensterfte; bij de vaststelling van sterfterisico's in een portefeuille moet niet alleen gekeken worden naar waargenomen aantallen overlijdensgevallen, maar ook naar de financiële impact (op het fonds).

In het onderstaande kader wordt dit aan de hand van een voorbeeld voor een pensioenfonds toegelicht.

Kader bedragensterfte

Stel een pensioenfonds heeft 200 deelnemers, allemaal mannen van 75 jaar. 100 van hen hebben een aanspraak van 1.000 en 100 hebben een aanspraak van 5.000. Er overlijden 8 deelnemers, wat een gemiddelde sterftetekans (gemeten in aantallen) impliceert van $8 / 200 = 4,0\%$.

Stel echter dat van die 8 overleden deelnemers er 6 zijn met een aanspraak van 1.000 en 2 met een aanspraak van 5.000. Van de totale uitkering valt er dus 16.000 vrij. Uitgedrukt in uit te keren pensioenen heeft er dan een vrijval plaatsgevonden van $16.000 / 600.000 = 2,7\%$ in plaats van $4,0\%$ (zie ook onderstaand).

	Op basis van aantallen			Op basis van pensioenaanspraken			
	Aantal	Overlijden	Kans	Per dlnr	Totaal	Vrijval	Kans
Deelnemers A	100	6		1.000	100.000	6.000	
Deelnemers B	100	2		5.000	500.000	10.000	
Totaal	200	8	4,0%		600.000	16.000	2,7%

Wanneer bij de vaststelling van de voorziening rekening wordt gehouden met een sterftetekans van $4,0\%$ (op basis van aantallen), terwijl er slechts $2,7\%$ pensioen door overlijden vrijvalt, zal de voorziening van het fonds te laag worden vastgesteld.

² Gememoreerd in het FD van 20 april 2010 ("Lager opgeleiden sneller ziek").

"Inkomen alleen maakt niet gezond", ESB 94 (4551), Kippersluis, J.L.W. van, Doorslaer, E.K.A. van, Ourti, T.G.M. van, 9 januari 2009

³ "De gezonde levensverwachting naar sociaaleconomische status" Kardal, M. (CBS), Lodder, B. (CBS), 17 november 2008;

"Gezonde levensverwachting korter bij de lage inkomens", Knoops, K., Van den Brakel, M., CBS Bevolkingstrends 3e kwartaal 2010;

"Gezonde levensverwachting: zijn er verschillen naar sociaaleconomische status", Bruggink, J.W. (CBS), Knoops, K. (CBS), Nusselder, W.J. (Erasmus MC), 14 juni 2012;

Hierbij kan overigens opgemerkt worden dat het effect van bedragensterfte alleen een rol speelt als de verzekerde bedragen voldoende spreiding vertonen. De factor voor bedragensterfte is immers per definitie gelijk aan een waarde 1 wanneer alle betrokken deelnemers een gelijk verzekerd bedrag hebben.

Verder is het aan te bevelen om het onderscheid naar aantallensterfte en bedragensterfte expliciet te maken en beiden afzonderlijk te analyseren. Vooral de waargenomen factoren voor de bedragensterfte kunnen uitschieters vertonen die niet altijd zonder meer naar de toekomst kunnen worden geprojecteerd.

2.2 Vaste leeftijdsverschuivingen

Het gebruik van vaste leeftijdsverschuivingen wordt voor de toepassing van correcties op de prognosetafels sterk afgeraden. Bijvoorbeeld bij de Prognosetafel AG2012-2062 worden de sterftekansen in verschillende jaren dan verschillend gecorrigeerd, aangezien bij een gegeven leeftijdsverschuiving c over het algemeen geldt (voor $k \neq 0$ en $c \neq 0$):

$$\frac{q_{t,x+c}^b}{q_{t,x}^b} \neq \frac{q_{t+k,x+c}^b}{q_{t+k,x}^b}$$

3. Vaststellen van correctiefactoren ervaringssterfte

Indien sprake is van een pensioenfonds met duidelijk verschillende groepen deelnemers met duidelijk verschillend sterfterisico, is het van belang om ervaringssterfte te modelleren per 'homogene' risicogroep. Dat kan ook gelden voor het onderscheid tussen deelnemers en partners (nabestaanden).

Het is mogelijk om de ervaringssterfte voor verschillende risicogroepen van een populatie uit praktisch oogpunt uiteindelijk samen te voegen tot één ervaringssterfte voor de gehele populatie. Dit samenvoegen dient dan op een dusdanige manier plaats te vinden, dat het recht doet aan de onderscheiden risicogroepen.

Voor het vaststellen van correctiefactoren voor ervaringssterfte per risicogroep zijn gegevens nodig, die aan verschillende bronnen kunnen worden ontleend:

A. Eigen gegevens

Op basis van eigen data kunnen, indien deze voldoende omvangrijk zijn, betrouwbare factoren voor de ervaringssterfte worden vastgesteld. Bij voldoende sterftewaarnemingen zullen de geschatte correcties een goede schatting leveren voor de ervaringssterfte in de onderzochte populatie.

B. Referentiepopulaties

Het is mogelijk aan te sluiten bij correctiefactoren die zijn vastgesteld ten behoeve van een referentiepopulatie. Een relatief klein ondernemingspensioenfonds kan bijvoorbeeld aansluiten bij correcties die zijn vastgesteld voor de bedrijfstak waarin de aangesloten onderneming opereert.

C. Karakteristieken van de Nederlandse bevolking

Verschillende instanties publiceren uiteenlopende statistieken van dwarsdoorsnedes van de Nederlandse bevolking. Op basis van deze karakteristieken kunnen correcties worden vastgesteld die aansluiten bij de verwachte sterfte in de eigen portefeuille of populatie.

Het is mogelijk voor verschillende risicogroepen verschillende bronnen te gebruiken. Dit kan bijvoorbeeld nodig zijn indien voor een bepaalde risicogroep onvoldoende eigen gegevens voorhanden zijn, maar wel een referentiepopulatie. Het is aan het pensioenfonds om aannemelijk te maken dat de resultaten van die verschillende deelonderzoeken onderling logisch en consistent zijn.

Onderstaand wordt nader ingegaan op de vaststelling van correctiefactoren voor ervaringssterfte op basis van de verschillende informatiebronnen. In appendix C wordt een methode aangereikt voor de toetsing van de nulhypothese dat er geen verschil is tussen de sterftekans in de eigen portefeuille en de sterftekans op bevolkingsniveau. Deze methode is illustratief, ook andere methodes kunnen bruikbaar zijn.

3.1 Correctiefactoren op basis van eigen gegevens

Om een uitspraak te kunnen doen over de ervaringssterfte binnen een populatie, gebaseerd op eigen gegevens, is een groot aantal sterftewaarnemingen nodig. Dit is een randvoorwaarde voor het gebruik van eigen data. Wanneer niet aan deze randvoorwaarde wordt voldaan, wordt het gebruik van referentiepopulaties of karakteristieken van de Nederlandse bevolking aangeraden.

Om de eigen gegevens te kunnen hanteren, dient de administratie van voldoende kwaliteit te zijn, in het bijzonder of het wel of niet in leven zijn actief wordt bijgehouden. Het is daarom gewenst dat aan de hand van een assurance rapport bij de basisgegevens wordt bevestigd, dat naast de standsverklaringen ook de mutaties – in het bijzonder overlijden – gedurende het jaar op een juiste wijze worden verwerkt. Zonder een dergelijke bevestiging kunnen de data niet zonder meer worden gebruikt voor de vaststelling van ervaringssterfte.

Het benodigde aantal gegevens (overlijdensgevallen) is in belangrijke mate afhankelijk van:

- De gewenste betrouwbaarheid van de schattingen; en
- De heterogeniteit van de risico's in de populatie.

Dit laatste punt van heterogeniteit raakt het gegeven dat schatters voor de factoren voor ervaringssterfte doorgaans een grotere variantie laten zien dan de schatters voor de factoren voor aantallensterfte. Met andere woorden, de schatting van de ervaringssterfte vraagt om meer waarnemingen dan schatting op basis van aantallen.

Om voldoende datavolume te krijgen, is het doorgaans noodzakelijk het aantal beschikbare sterftewaarnemingen te vergroten door gebruik te maken van gegevens uit meerdere waarnemingsjaren. Er dient dan wel te worden onderzocht of de gebruikte data nog representatief zijn voor de toekomstige portefeuille.

Voor de onderbouwing dat er voldoende data beschikbaar zijn, kan bijvoorbeeld worden aangesloten bij de betrouwbaarheidsintervallen zoals in bijlage C zijn opgesteld. In deze bijlage C wordt dieper ingegaan op de constructie en de interpretatie van deze betrouwbaarheidsintervallen. Volledigheidshalve wordt opgemerkt dat er ook andere methoden kunnen worden gebruikt.

Voor het vaststellen van correctiefactoren op basis van eigen gegevens kan gebruik worden gemaakt van meerdere kenmerken. Minimaal zijn het geslacht en de geboortedatum noodzakelijk van zowel de gehele portefeuille als de overleden portefeuille, maar tevens dient er aandacht te zijn voor de eerder genoemde gevolgen van bedragensterfte.

De correctiefactoren worden vervolgens minimaal geslachtsafhankelijk vastgesteld per leeftijd, waarna ze kunnen worden gladgestreken (zie ook paragraaf 3.4) door middel van bijvoorbeeld regressie en geëxtrapoleerd kunnen worden voor leeftijden waarvoor geen of onvoldoende waarnemingen beschikbaar zijn.

Vervolgens worden de correctiefactoren gevonden door de verwachte fondssterfte te delen door de verwachte bevolkingssterfte. Voor het vaststellen van deze bevolkingsverwachting kan gebruik worden gemaakt van de waargenomen sterftequotiënten zoals het CBS die jaarlijks in Statline⁴ publiceert.

3.2 Correctiefactoren op basis van referentieportefeuilles

Voor kleinere populaties ligt het voor de hand aansluiting te zoeken bij correctiefactoren die zijn vastgesteld voor een grotere referentiepopulatie. Hierbij kan in eerste instantie worden gedacht aan een onderzoek in de sector waaronder ook de onderhavige populatie valt. Om de correctiefactoren te kunnen hanteren voor de eigen portefeuille moet het onderzoek bij die referentiepopulatie vanzelfsprekend gedegen zijn uitgevoerd en voldoende zijn onderbouwd.

Ook kan aansluiting worden gezocht bij een onderzoek of populatie die betrekking heeft op een andere sector, zoals correctiefactoren voor ervaringssterfte die zijn vastgesteld door het Centrum voor Verzekeringsstatistiek, of op basis van gepoolde gegevens.

Voor het gebruik van deze gegevens dient de bruikbaarheid van de referentiepopulatie op basis van zowel kwalitatieve als kwantitatieve argumenten te worden toegelicht. Hierbij kan aan het volgende worden gedacht:

- Statistische toetsing van het verschil tussen de sterfte in de eigen portefeuille en de sterfte in de referentiepopulatie.
- Vergelijking van de verzekerde kapitalen of opgebouwde aanspraken, zowel gemiddelden als de spreiding om het gemiddelde heen.
- Salarisgebouw, soort werkzaamheden, opleidingsniveau, etc.

Bestandpopulaties kunnen dusdanig klein zijn dat een statistische toetsing niet mogelijk is en wellicht alleen met een kwalitatieve vergelijking kan worden volstaan. Deze zal in elk geval wel goed moeten worden onderbouwd.

De keuze voor correctiefactoren volgens een referentiepopulatie dient periodiek te worden getoetst. Hiertoe kan de hiervoor genoemde statistische toets worden gebruikt. Deze toets is eveneens bruikbaar om een aanvullende correctiefactor vast te stellen die het (eventuele) verschil tussen de sterfte in de referentiepopulatie en de sterfte in de onderhavige populatie aangeeft. Deze correctiefactor mag per definitie niet veel afwijken van 1, aangezien een grote correctie impliceert dat de referentiepopulatie niet goed gekozen is.

3.3 Correctiefactoren op basis van karakteristieken Nederlandse bevolking

Verschillende instanties publiceren geaggregeerde gegevens die betrekking hebben op de gehele Nederlandse bevolking. Het CBS publiceert bijvoorbeeld gegevens over de levensverwachting van de bevolking naar rookgedrag, opleiding of gezinsinkomen via Statline. Indien één of meerdere van die kenmerken ook

⁴ <http://statline.cbs.nl/StatWeb/>

binnen de populatie bekend zijn, kunnen deze worden gebruikt voor het vaststellen van correctiefactoren die aansluiten bij de verwachte sterfte in de eigen populatie.

Karakteristieken van de Nederlandse bevolking worden veelal gepubliceerd in termen van levensverwachtingen en niet in termen van sterftetekansen of correctiefactoren. De bijbehorende correctiefactoren moeten dus eerst worden afgeleid. Met de afgeleide correctiefactoren kan voor deelnemers die voldoen aan de specifieke kenmerken 'beter passende' technische voorzieningen worden bepaald.

Het gebruik van karakteristieken van de Nederlandse bevolking dient te worden onderbouwd. Karakteristieken van de volledige Nederlandse bevolking bevatten ook de niet werkende populatie en zijn daarmee niet altijd representatief voor de werkende populatie van een pensioenfonds. Het dient te worden toegelicht waarom de gehanteerde karakteristieken bruikbaar zijn voor het vaststellen van correctiefactoren. De eigen gegevens omtrent de karakteristieken van deelnemers moeten bijvoorbeeld voldoende betrouwbaar kunnen worden vastgesteld.

3.4 Gladstrijken van correctiefactoren

Per leeftijd vastgestelde correctiefactoren zullen in de ruwe vorm (dat wil zeggen de waargenomen grootheden) over het algemeen ongewenste kenmerken hebben als sterke 'ruis'. Het ligt daarom voor de hand de correctiefactoren 'glad te strijken'. Dit gladstrijken kan bijvoorbeeld door op basis van een kleinstekwadratenmethode een op voorhand veronderstelde relatie (in formulevorm) te fitten, of door middel van een voortschrijdend (gewogen) gemiddelde.

In het algemeen mag worden verondersteld dat correctiefactoren vanaf een bepaalde (hoge) leeftijd gelijk aan 1 zijn.

Voor het onderzoek zal de keuze moeten worden onderbouwd, waarbij bijvoorbeeld aansluiting kan worden gezocht bij de beschikbaarheid van – voldoende en betrouwbare – gegevens.

4. Modeleisen vaststelling ervaringssterfte

Het precieze model voor de vaststelling van de correctiefactoren voor ervaringssterfte kan relatief vrij gekozen worden. Wel dient het aan een aantal standardeisen te voldoen.

- **Robuustheid**
Het model dat wordt gehanteerd voor het vaststellen van de factoren voor ervaringssterfte moet in redelijke mate ongevoelig zijn voor kleine veranderingen (die aan het toeval toegeschreven zouden kunnen worden) in de gehanteerde dataset. De correctiefactoren voor ervaringssterfte zullen moeten worden geschat op basis van meerjarige data. Periodiek dienen de geschatte correctiefactoren te worden gemonitord. Daarbij dient het toevoegen van één jaar extra data – of het vervangen van het oudste jaar data met een nieuw jaar – geen grote verschuivingen in de resultaten op te leveren.
- **Transparantie**
Het model dient op transparante wijze te komen van ruwe data naar correctiefactoren voor ervaringssterfte. In ieder model worden aannames en keuzes gemaakt. Deze moeten worden beschreven en tevens moet voldoende worden toegelicht waarom die aannames en keuzes zijn gemaakt.
- **Reproduceerbaarheid**
Op basis van de beschikbare documentatie zou een ter zake kundige derde partij – gegeven de beschikbare data – dezelfde correctiefactoren voor ervaringssterfte moeten kunnen vaststellen.

In bijlage A worden door middel van een checklist de belangrijkste aandachtspunten bij het vaststellen van de factoren voor ervaringssterfte nogmaals weergegeven.

Bijlage A: Checklist voor vaststelling correctiefactoren

In onderstaande checklist worden de belangrijkste aandachtspunten bij het vaststellen van de correctiefactoren voor ervaringssterfte puntsgewijs aangeduid.

Maak per (deel)portefeuille een gefundeerde keuze voor de basis van het onderzoek:

- Eigen sterftewaarnemingen;
- Gebruik van informatie uit referentiepopulaties;
- Karakteristieken van de Nederlandse bevolking.

Hieronder wordt voor elk van de drie gegevensbronnen beschreven wat minimaal verwacht mag worden van de beschikbare informatie. Daarna volgen nog punten van aandacht voor het gladstrijken en voor modeleisen.

1. Eigen gegevens

- Zijn er voldoende gegevens beschikbaar?
 - Minimaal zijn nodig: geslacht, leeftijd, aantal, opgebouwde rechten.
 - Zijn er voldoende waarnemingsjaren beschikbaar?
 - Rekening houden met de heterogeniteit van de populatie (in het bijzonder m.b.t. opgebouwde rechten).
- Statistische toetsing
 - Wijkt de onderzochte sterfte significant af van de sterfte onder de bevolking?
- Bij gebruik van data uit meerdere waarnemingsjaren:
 - De invloed van de tijd op de ervaringssterftefactoren adequaat meenemen.
 - Een eventuele aanname van tijdsonafhankelijkheid (zowel verleden als toekomst) onderbouwen o.b.v.:
 - Een kwalitatieve analyse (plausibiliteit) of
 - Een kwantitatieve analyse (statistische toetsing van de hypothese)
- Is er een onderbouwing van de kwaliteit van de gebruikte statistische gegevens:
 - Op basis van een assurance-rapport,
 - Een correcte verwerking van alle overlijdensmutaties.
 - Consistentie tussen waargenomen aantallen overlijdensgevallen en de bijbehorende financiële impact. Dit is feitelijk een toetsing op plausibiliteit van de waargenomen impact van de bedragensterfte.

- Bij het vaststellen van de correctiefactoren voor ervaringssterfte:
 - Onderscheid naar (minimaal) leeftijd en geslacht.
 - De ervaringssterfte dient te worden vastgesteld door de in de portefeuille waargenomen sterfte te relateren aan de overeenkomstige ruwe sterftekansen voor de Nederlandse bevolking. Met andere woorden, de vergelijking moet worden gemaakt met bevolkingsgegevens van identieke leeftijd en overeenkomstig waarnemingsjaar.
 - Vanwege de volatiliteit in de waarnemingen ligt het voor de hand dat de te hanteren correctiefactoren worden gladgestreken (bijvoorbeeld door middel van een gewogen lineaire regressie op de ruwe waarnemingen).
 - Is de beschouwde populatie voldoende homogeen? Zijn er subgroepen te onderscheiden die ieder een afwijkende ervaringssterfte hebben? In dat geval is het wenselijk deze heterogeniteit expliciet in de schattingsmethodiek te laten terugkomen.
 - Bij de schattingsmethodiek moet aan betrouwbare waarnemingen (leeftijden met grote exposure en/of hoge sterftekans) meer gewicht worden gegeven dan aan relatief onbetrouwbare waarnemingen. De waargenomen aantallen overlijdensgevallen lijken daarbij een goede eerste indicator voor de betrouwbaarheid.

2. Referentiepopulaties

- Onderbouwen van de bruikbaarheid van de gekozen referentiepopulatie, zowel kwalitatief als, bij voldoende grote eigen populatie, ook kwantitatief. Hierbij valt onder meer te denken aan:
 - Sector, bevolkingsgroep, salarisgebouw, opleidingsniveau etc.
 - Statistisch toetsen van verschil in sterfte eigen populatie met sterfte van referentiepopulatie.
 - Vergelijken opgebouwde rechten, zowel gemiddelde als spreiding.
- Statistisch toetsen of ervaringssterfte van referentiepopulatie één op één gebruikt kan worden.
- Periodiek herhalen van de toetsing van de bruikbaarheid van de referentiepopulatie.

3. Karakteristieken van de Nederlandse bevolking

- Bepalen welke karakteristieken (risicokenmerken) worden gemodelleerd
 - Beschikbaarheid in eigen populatie
 - Beschikbaarheid van algemene gegevens
- Afleiden sterftekansen van levensverwachtingen (indien nodig)
 - Zijn de sterftekansen voldoende nauwkeurig?

4. Gladstrijken in verband met volatiliteit

- Resulterende correctiefactoren glasstrijken
 - Gebruik bijvoorbeeld een gewogen kleinstekwadratenmethode
 - Keuzes onderbouwen
- Resulterende correctiefactoren ongewijzigd toepassen
 - Weging naar groepen binnen de populatie wel mogelijk

5. Eisen aan het model voor de vaststelling van de correctiefactoren

- Robuust
- Transparant
- Reproduceerbaar

Bijlage B: Modelling en definities

In deze bijlage zal aan de hand van wiskundige formules de gehanteerde terminologie bij de modellering van ervaringssterfte worden gedefinieerd. Het gaat daarbij om de definities van de begrippen aantallensterfte, bedragensterfte en ervaringssterfte.

Onderstaande analyse gaat in op de te schatten grootheden, maar doet geen uitspraak over de manier waarop deze grootheden in de praktijk geschat kunnen worden.

Definieer voor dit doel:

$I_{t,x,i}$: Indicator voor overlijden voor deelnemer i van leeftijd x in jaar t
met

$$I_{t,x,i} \in \{ 0, 1 \} = \{ \text{overleven, overlijden} \}$$

$n_{t,x}$: Aantal deelnemers van leeftijd x in jaar t

$D_{t,x}$: Aantal overlijdensgevallen bij leeftijd x in jaar t

$q_{t,x,i}$: Eenjarige sterftekans van deelnemer i van leeftijd x in jaar t

$R_{t,x,i}$: Opgebouwde rechten van deelnemer i van leeftijd x in jaar t

$R_{t,x}$: Totaal van de opgebouwde rechten bij leeftijd x in jaar t

$S_{t,x}$: Totaal van de opgebouwde rechten behorend bij de overlijdensgevallen van leeftijd x

$q_{t,x}^b$: Eenjarige sterftekans voor leeftijd x in jaar t op basis van de bevolkingssterfte

$q_{t,x}^a$: Eenjarige sterftekans voor leeftijd x in jaar t , gemeten in portefeuilleaantallen

$q_{t,x}^k$: Eenjarige sterftekans voor leeftijd x in jaar t , gewogen middels opgebouwde rechten.

Om de notatie niet onnodig complex te maken, is in het onderstaande de invloed van het geslacht op de sterftekans buiten beschouwing gelaten. Bij deze analyse wordt uitgegaan van de situatie dat bij de vaststelling van de technische voorziening voor iedere leeftijd en jaarcombinatie (x,t) slechts een unieke sterftekans gehanteerd kan worden.

De sterftekans zoals die in de actuariële praktijk wordt gebruikt, kan worden vastgesteld op basis van een op basis van opgebouwde rechten gewogen gemiddelde van de kansen in de betreffende cel (x,t) .

Een rechtvaardiging van de weging o.b.v. opgebouwde rechten kan worden gevonden in de manier waarop in de actuariële verslaglegging het sterfteresultaat (SR) wordt vastgesteld. We beperken ons daarbij, ter wille van de inzichtelijkheid, tot verzekeringsvormen op een leven. Het sterfteresultaat voor leeftijd x per ultimo jaar t is per definitie gelijk aan het verschil tussen enerzijds (als bate) de ontvangen risicopremies en anderzijds (als last) de vrijvallende voorziening van de overlijdensgevallen. De voorziening is in geval van een oudedagspensioen (of een ingegaan nabestaandenpensioen) gelijk aan het opgebouwde recht (de R -grootheid) maal de bijbehorende eenheidskoopsom (hieronder aan te duiden met $NK_{t,x}$).

$$SR_{t,x} = \sum_{i=1}^{n_{t,x}} (\pi_{t,x,i}^r - I_{t,x,i} \cdot R_{t,x,i} \cdot NK_{t,x}) \quad (B01)$$

Met als kans op overlijden:

$$P(I_{t,x,i} = 1) = q_{t,x,i} \quad (B02)$$

Veronderstel dat de risicopremie per ultimo jaar t voor alle deelnemers berekend wordt op basis van de sterftekans $q_{t,x}^k$:

$$\pi_{t,x,i}^r = q_{t,x}^k \cdot R_{t,x,i} \cdot NK_{t,x} \quad (B03)$$

Het verwachte sterfteresultaat is dan gelijk aan:

$$\begin{aligned} E(SR_{t,x}) &= \left(\sum_{i=1}^{n_{t,x}} \pi_{t,x,i}^r \right) - \sum_{i=1}^{n_{t,x}} E(I_{t,x,i} \cdot R_{t,x,i} \cdot NK_{t,x}) \\ &= q_{t,x}^k \cdot R_{t,x} \cdot NK_{t,x} - \sum_{i=1}^{n_{t,x}} q_{t,x,i} \cdot R_{t,x,i} \cdot NK_{t,x} \end{aligned} \quad (B04)$$

Wanneer we voor alle deelnemers van leeftijd x een gelijke kans hanteren, zal deze Best Estimate kans een verwacht sterfteresultaat gelijk aan nul moeten opleveren. Uit vergelijking (B04) volgt dan dat de te hanteren sterftekans moet voldoen aan de relatie:

$$q_{t,x}^k = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_{t,x}} R_{t,x,i}} \cdot \sum_{i=1}^{n_{t,x}} R_{t,x,i} \cdot q_{t,x,i} \quad (B05)$$

Deze uitdrukking geeft aan dat voor actuariële toepassingen doorgaans het gewogen gemiddelde van de eenjarige sterftekans genomen zal moeten worden.

De sterftekans gemeten in aantallen is per definitie gelijk aan het ongewogen gemiddelde van de sterftekans bij de betrokken leeftijd:

$$q_{t,x}^a = \frac{1}{n_{t,x}} \sum_{i=1}^{n_{t,x}} q_{t,x,i} \quad (B06)$$

De bijbehorende 'ondersterfte in aantallen' wordt dan gedefinieerd als **aantallensterfte**. Dit is dus de verhouding tussen deze aantallensterftekans en de bevolkingssterftekans:

$$\alpha_{t,x}^a = \frac{q_{t,x}^a}{q_{t,x}} \quad (B07)$$

De factoren voor **ervaringssterfte** worden gedefinieerd als de verhouding tussen enerzijds de aantallensterfte (gemeten in kapitalen) en anderzijds de bevolkingssterfte:

$$\alpha_{t,x}^k = \frac{q_{t,x}^k}{q_{t,x}^b} \quad (\text{B08})$$

De term **bedragensterfte** heeft betrekking op het verschijnsel dat hogere opgebouwde rechten een lagere sterftekans kennen dan de lagere opgebouwde rechten. Hierdoor ligt de sterftekans op basis van opgebouwde rechten lager dan de kans op basis van aantallen. Het effect van de 'bedragensterfte' kan dan gemodelleerd worden middels de factor:

$$\theta_{t,x} = \frac{q_{t,x}^k}{q_{t,x}^a} \quad (\text{B09})$$

Op basis van het bovenstaande kan afgeleid worden dat de resulterende ervaringssterfte het product is van de aantallensterfte en de bedragensterfte:

$$\begin{aligned} q_{t,x}^k &= \alpha_{t,x}^k \cdot q_{t,x}^b \\ &= \frac{q_{t,x}^k}{q_{t,x}^a} \cdot \frac{q_{t,x}^a}{q_{t,x}^b} \cdot q_{t,x}^b \\ &= \theta_{t,x} \cdot \alpha_{t,x}^a \cdot q_{t,x}^b \end{aligned} \quad (\text{B10})$$

of, uitgedrukt in factoren ten opzichte van de bevolkingssterfte:

$$\alpha_{t,x}^k = \theta_{t,x} \cdot \alpha_{t,x}^a \quad (\text{B11})$$

Bijlage C: Betrouwbaarheidsintervallen

In deze bijlage wordt aangegeven hoe op basis van een waargenomen aantal overlijdensgevallen (aangegeven met de grootte d) een betrouwbaarheidsinterval voor de bijbehorende verwachting λ afgeleid kan worden, onder de aanname van een Poisson-verdeling.

De definities van de gehanteerde grootheden komen overeen met de definities zoals geïntroduceerd in bijlage B.

Het waargenomen aantal overlijdensgevallen in cel (t,x) kan worden gezien als een realisatie van een stochastische variabele. Dit waargenomen aantal overlijdensgevallen in cel (t,x) is te schrijven als:

$$D_{t,x} = \sum_{i=1}^{n_{t,x}} I_{t,x,i} \quad (C01)$$

Veronderstel dat onderbouwd kan worden dat het aantal overlijdensgevallen een Poisson-verdeling kent:

$$D_{t,x} \cong P(\lambda_{t,x}) \quad (C02)$$

Deze assumptie zal doorgaans goed onderbouwd kunnen worden vanaf een bestandsgrootte van minimaal 20 verzekerde levens. Wanneer we het aantal per cel (t,x) sommeren over de jaren, ontstaat:

$$D_x = \sum_{t=t_0}^{t_1} D_{t,x} \cong P\left(\sum_{t=t_0}^{t_1} \lambda_{t,x}\right) = P(\lambda_x) \quad (C03)$$

Wanneer tenslotte ook over de leeftijden gesommeerd wordt, ontstaat:

$$D = \sum_{x=x_0}^{x_1} D_x \cong P\left(\sum_{x=x_0}^{x_1} \lambda_x\right) = P(\lambda) \quad (C04)$$

Na sommatie over de leeftijden en jaren blijft dus de Poisson-eigenschap behouden. Bij een Poisson-verdeling is de verwachting gelijk aan de Poisson-parameter:

$$E(D) = \lambda \quad (C05)$$

Stel dat het tweezijdige betrouwbaarheidsinterval voor de verwachting λ kan geschreven worden als

$$BI_{\xi}(\lambda) = [\lambda_1, \lambda_2]$$

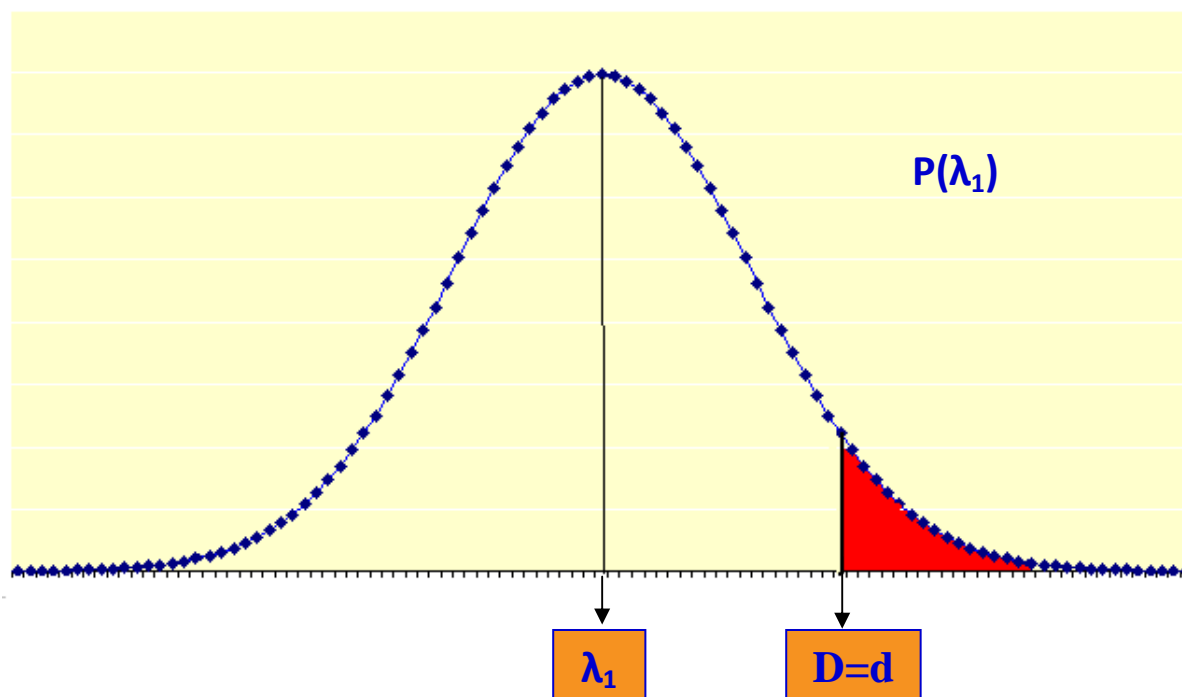
De grenzen λ_1 en λ_2 bij een tweezijdig betrouwbaarheidsinterval (en een gewenste onbetrouwbaarheid ξ) voldoen dan aan de relatie:

$$P(D > d \mid D \cong P(\lambda_1)) = 1/2 \cdot \xi \quad (C06)$$

$$P(D < d \mid D \cong P(\lambda_2)) = 1/2 \cdot \xi \quad (C07)$$

Hierbij geeft de grootte d het werkelijk waargenomen aantal overlijdensgevallen. De vergelijkingen (C06) en (C07) geven aan dat het betrouwbaarheidsinterval de meest aannemelijke parameterwaarden bevat. Die aannemelijkheid wordt daarbij uitgedrukt in een overschrijdingskans. Deze overschrijdingskans wordt in onderstaande grafische weergave gerepresenteerd door het donkere oppervlak onder de dichtheidsfunctie.

Grafiek 3: Veronderstelde Poisson-verdeling voor het aantal overlijdensgevallen



Een betrouwbaarheidsinterval voor de Poisson parameter met betrouwbaarheid van minimaal $1 - \xi$ aan de hand van een enkele observatie D kan men definiëren aan de hand van de inverse van de cumulatieve distributiefuncties F voor chi-kwadrat verdelingen met $2D$ en $2D+1$ vrijheidsgraden:

$$\left[\frac{1}{2} \cdot F_{\chi^2(2D)}^{-1} \left(\frac{1}{2} \cdot \xi \right), \frac{1}{2} \cdot F_{\chi^2(2D+1)}^{-1} \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \xi \right) \right] \quad (\text{C08})$$

Voor grote waarden van D kan worden overgegaan op een Normale benadering voor de Poisson-verdeling van D :

$$\frac{D - \lambda}{\sqrt{\lambda}} \cong N(0, 1) \quad (\text{C09})$$

Voor de grenzen van een tweezijdige betrouwbaarheidsinterval volgt dan:

$$\frac{d - \lambda_{1,2}}{\sqrt{\lambda_{1,2}}} = z_{\xi} \quad (\text{C10})$$

Waarbij z_{ξ} de kritieke waarde bij een betrouwbaarheid $1 - \xi$ representeert:

$$P(-z_{\xi} < Z < z_{\xi}) = 1 - \xi \quad \text{met } Z \cong N(0, 1) \quad (\text{C11})$$

Het kwadraten van uitdrukking (C10) brengt ons richting de oplossing:

$$(\lambda_{1,2})^2 - (2 \cdot d + (z_{\xi})^2) \cdot \lambda_{1,2} + d^2 = 0 \quad (\text{C12})$$

Deze tweedegraads vergelijking in λ is oplosbaar met behulp van de abc-formule.

Interpretatie

Stel dat een pensioensfonds P bij het vaststellen van de voorziening voor haar pensioenverplichtingen uitgaat van geprognosticeerde bevolkingssterftekansen. Het fonds hanteert de veronderstelling dat haar portefeuille geen ervaringssterfte kent ($\alpha_{x,t} = 1$).

Stel verder dat uit de beschikbare statistische informatie blijkt dat in de afgelopen drie jaar 200 overlijdensgevallen zijn waargenomen. Op basis van de door het CBS waargenomen bevolkingssterftekansen waren, rekening houdend met de samenstelling van de portefeuille over leeftijd en geslacht, 240 overlijdensgevallen verwacht.

De vraag is nu of op basis van deze waarneming het pensioenfonds kan rechtvaardigen dat de sterftekansen in haar portefeuille overeenkomstig de bevolkingssterfte zijn. Met andere woorden; ligt de sterfte in de portefeuille significant lager dan in de Nederlandse bevolking?

Om deze vraag te beantwoorden, zullen we een links-eenzijdig betrouwbaarheidsinterval afleiden bij een onbetrouwbaarheid van 5%.

Uitgaand van $d=200$ volgt voor het verwachte aantal overlijdensgevallen:

$$BI_{5\%}(\lambda) = [0, 225]$$

Dit betrouwbaarheidsinterval bevat die waarden voor λ die als plausibel worden ervaren. Hogere waarden voor λ dan 225 worden daarom verworpen.

De nulhypothese dat de verwachting λ gelijk is aan 240 moet dus worden verworpen. Er is wel degelijk sprake van ervaringssterfte in deze pensioenportefeuille.

Merk overigens op dat als gevolg van het verschijnsel bedragensterfte de te hanteren sterftekansen waarschijnlijk nog lager moeten liggen dan bovenstaande aantallen-analyse doet vermoeden. Verder is het belangrijk om te bedenken dat deze toetsing enkel een uitspraak doet over het gemiddelde niveau van de ervaringssterfte. Het accepteren van de nulhypothese sluit niet uit dat voor bepaalde leeftijdsintervallen sprake is van een structurele onderschatting van het aantal overlijdensgevallen, terwijl op andere deelintervallen een structurele overschatting bestaat. In dat geval is mogelijk geen sprake van een goede best estimate inschatting van de ervaringssterfte.