



Actuarieel Genootschap

Prognosetafel AG2012-2062

VOORWOORD

Naast de lage rente die regelmatig aanleiding is voor mediaberichten over de hoogte van pensioenen en over de situatie van pensioenfondsen, is er ook veel belangstelling voor de inschatting van de levensverwachting. De inschatting wordt immers niet alleen gebruikt om de dekingsgraad van pensioenfondsen en de solvabiliteitspositie van verzekeraars te bepalen, maar is tevens van invloed op belangrijke en actuele maatschappelijke en politieke vraagstukken.

Het evidente belang van de inschatting van de overlevingskansen en de ontwikkeling van nieuwe technieken voor deze inschatting, is eerder voor het AG aanleiding geweest om een nieuw prognosemodel te ontwikkelen. Dit model is de basis voor de Prognosetafel AG2010-2060, die op 30 augustus 2010 is gepubliceerd. De aanbevelingen van de commissie van externe deskundigen bij de Prognosetafel AG2010-2060 zijn leidend geweest bij de totstandkoming van de Prognosetafel AG2012-2062. Aan de hand van die bevindingen zijn gewenste vervolgstappen gerealiseerd. Zo is het proces van het tot stand komen van de Prognosetafel AG2012-2062 beter gestructureerd, zijn contacten met relevante stakeholders geïntensiveerd, is de samenstelling van de Commissie Sterfte Onderzoek en Werkgroep Prognosetafels versterkt met deskundigheid vanuit wetenschap, techniek en praktijk en zijn verkenningen naar een stochastisch model uitgevoerd. Dit traject heeft, naast de validatie van het model en de Prognosetafel AG2012-2062, geresulteerd in een verdere verfijning van het prognosemodel, inclusief een uitgebreide technische beschrijving, die beschikbaar is op de website van het AG. Tot slot kan worden vermeld dat stappen zijn gezet voor het ontwikkelen van richtlijnen voor ervaringssterfte.

Het Bestuur van het Actuarieel Genootschap is verheugd over bovengenoemde ontwikkelingen en in het bijzonder met de publicatie van de Prognosetafel AG2012-2062. Speciale dank gaat uit naar de leden van de Commissie Sterfte Onderzoek en Werkgroep Prognosetafels die de totstandkoming van deze nieuwe AG-prognosetafel mogelijk hebben gemaakt.

Namens het Bestuur van het Actuarieel Genootschap,

drs. Rajish Sagoenie AAG
voorzitter Actuarieel Genootschap

Plaats Utrecht
Datum 10 september 2012

VERANTWOORDING

Commissie Sterfte Onderzoek

In april 2011 heeft het Actuarieel Genootschap (AG) de Commissie Sterfte Onderzoek (CSO) ingesteld. Deze Commissie is binnen het AG verantwoordelijk voor het onderzoek naar sterfte en de samenwerking met andere instanties die zich bezig houden met sterfte-onderzoek. De CSO bestaat uit leden met een wetenschappelijke achtergrond, leden uit de pensioen- en verzekeringssector met een technisch theoretische achtergrond en leden uit deze sector met een praktische achtergrond.

De Commissie Sterfte Onderzoek bestaat uit de volgende leden:

drs. W. de Boer AAG, praktijk verzekeringen
H.W.M. van Broekhoven AAG, techniek verzekeringen
drs. E.B.B. Kromme AAG, voorzitter
prof. dr. T.E. Nijman, wetenschap
dr. ir. T.J.W. Schulteis AAG, techniek pensioenen
prof. dr. ir. M.H. Vellekoop, wetenschap
R.W.J. de Vries, secretaris
ir. drs. M.R. van der Winden AAG, praktijk pensioenen

De CSO heeft medio 2011 een Werkgroep Prognosetafels ingesteld met de opdracht een nieuwe prognosetafel te ontwikkelen die in het najaar 2012 dient te worden gepubliceerd. Daarnaast is de werkgroep gevraagd richtlijnen te ontwikkelen voor het omgaan met ervaringssterfte.

Werkgroep Prognosetafels

De Werkgroep Prognosetafels bestaat uit de volgende leden:

dr. K. Antonio, Universiteit van Amsterdam en Katholieke Universiteit Leuven
A.M.J.H. van der Heijden AAG, Mercer (voorzitter)
drs. R.E.V. Meijer AAG, Towers Watson
drs. C.T. Smit AAG, Zwitserleven
ir. drs. J.H. Tornij, Nationale Nederlanden
R.W.J. de Vries, Actuarieel Genootschap (secretaris)
prof. dr. A.M.B. de Waegenaere, Universiteit van Tilburg
P.P.C. van Zijp AAG

De werkgroep heeft haar werkzaamheden met betrekking tot de ontwikkeling van een nieuwe Prognosetafel AG2012-2062 afgerond. Deze tafel is met inbegrip van de technische beschrijving van het gebruikte model en de gemaakte keuzes opgeleverd aan de CSO. De CSO heeft de nieuwe prognosetafel vervolgens gevalideerd.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord – 1

Verantwoording – 2

1 Samenvatting en conclusies – 4

2 Inleiding – 5

3 Modelkeuzes – 7

3.1 Stochastiek

3.2 Korte- en langetermijntrend

3.3 Wijzigingen in het model ten opzichte van de Prognosetafel AG2010-2060

3.4 Uniseks prognosetafel

4 Belangrijkste resultaten – 9

4.1 Waarnemingen ten opzichte van de Prognosetafel AG2010-2060

4.2 Gevolgen voor de levensverwachting

4.3 Gevolgen AOW-leeftijd

4.4 Vergelijking met de Prognosetafel AG2010-2060

4.4.1 Levensverwachting

4.4.2 Koopsommen en technische voorziening

4.5 Impact nieuwe waarnemingen op Prognosetafel AG2012-2062

5 Nieuwe inzichten, een blik vooruit – 15

5.1 Aanbevelingen commissie van deskundigen 2010

5.2 Relatie met CBS

5.3 Vergelijking sterftemodellen

5.4 Vervolg

Appendix – 18

Beschrijving Prognosetafel AG2012-2062

Literatuurverantwoording – 23

Colofon – 24

1 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Iedere twee jaar publiceert het AG een nieuwe prognosetafel. Sinds de vorige Prognosetafel AG2010–2060 zijn er nieuwe waarnemingen bijgekomen en zijn verfijningen en verbeteringen aangebracht in het prognosemodel. Dit heeft geleid tot een nieuwe Prognosetafel AG2012–2062.

De nieuwe waarnemingen zijn redelijk in lijn met de voorspelling die in de vorige prognosetafel is gedaan. Dit betekent dat de nieuwe waarnemingen laten zien dat de sterfte opnieuw sterker is gedaald dan de gemiddelde sterftedaling in de gehele waarnemingsperiode vanaf 1988. Hoewel een meer dan gemiddelde sterftedaling al in de vorige prognosetafel was voorzien, leidt gebruik van de nieuwe Prognosetafel AG2012–2062 toch tot een stijging van de waarde van de verplichtingen. Gemiddeld zullen de verplichtingen door het gebruik van de nieuwe prognosetafel, afhankelijk van de gehanteerde rente, met ongeveer 1% kunnen toenemen.

Een bijzonder kenmerk van het AG–prognosemodel is dat gebruik wordt gemaakt van een lange- en een kortetermijntrend. De trendbreuken zijn na toevoeging van de nieuwe waarnemingen opnieuw vastgesteld. Dat heeft er toe geleid dat de waarnemingsperiode voor zowel de kortetermijntrend als voor de langetermijntrend is toegenomen. De prognosetermijn van de nieuwe prognosetafel loopt tot 2062.

Ten opzichte van de vorige prognosetafel is een aantal modelaanpassingen doorgevoerd. Zo is de restrictie losgelaten dat vrouwen voor iedere leeftijd een lagere sterftkans moeten hebben dan mannen. Ook is de wijze waarop de tafel voor hogere leeftijden wordt bepaald, aangepast. Deze modelaanpassingen hebben een verlagend effect van minder dan 0,1% op de waarde van de technische voorzieningen.

De levensverwachting voor zowel mannen als vrouwen neemt op basis van de nieuwe prognosetafel toe, waarbij de stijging bij mannen sneller gaat dan bij vrouwen. Het gevolg is dat het verschil in levensverwachting tussen mannen en vrouwen kleiner wordt.

Op grond van de nieuwe inschatting stijgt de levensverwachting¹ van nuljarigen tussen 2011 en 2062 van 82,9 jaar voor vrouwen en 79,2 jaar voor mannen, naar respectievelijk 87,4 jaar en 86,9 jaar. Voor 65-jarigen is dat van 85,9 jaar voor vrouwen en 82,9 jaar voor mannen naar respectievelijk 89,3 jaar en 88,2 jaar.

In de afgelopen periode heeft het AG in contact gestaan met diverse partijen die zich bezig houden met de inschatting van de sterfteontwikkeling. Dit zal de komende periode worden geïntensiveerd, waarbij vooral de mogelijkheid om een passend stochastisch model te ontwikkelen verder zal worden onderzocht.

Een volledige technische beschrijving van het model met een uitleg van alle stappen die nodig zijn om de nieuwe prognosetafel te repliceren, is beschikbaar op de website van het AG.

1 – In publicaties over ontwikkelingen in de sterfte wordt meestal het begrip levensverwachting van een nuljarige gebruikt. Deze wordt doorgaans uitgerekend met behulp van een periodetafel waarin de sterftekansen op één bepaald moment voor alle leeftijden zijn vermeld.

2 INLEIDING

In deze publicatie wordt aan de hand van recente informatie een nieuwe inschatting gepresenteerd van de ontwikkeling van de overlevingskansen en de levensverwachting van de Nederlandse bevolking in de komende vijftig jaar.

De ontwikkeling van de overlevingskansen (en dus van de levensverwachting) speelt al sinds jaar en dag een belangrijke rol in diverse actuariële berekeningen. De prognosetafel is bijvoorbeeld van belang voor de bepaling van de waarde van pensioen- en verzekeringsverplichtingen en voor de bepaling van de premie van pensioen- en verzekeringsproducten. Sinds enige jaren is er ook publicitair veel aandacht voor de inschatting van de ontwikkeling van overlevingskansen. Achtergrond daarvan is ongetwijfeld dat de inschatting direct gevolgen heeft voor vraagstukken van groot maatschappelijk belang. De inschatting is mede bepalend voor de hoogte van de dekkingsgraad en de mate waarin opgebouwde rechten bij pensioenfondsen eventueel moeten worden afgestempeld. Ook is de inschatting van belang voor de vraag of de AOW-leeftijd na 2024 verder moet worden verhoogd, om te bepalen hoe pensioenrechten moeten worden aangepast in het door het pensioenakkoord voorziene nieuwe pensioencontract en om de solvabiliteit van verzekeraars te bepalen.

Het AG presenteert elke twee jaar een nieuwe inschatting van de overlevingskansen. De in dit rapport gepresenteerde inschatting (Prognosetafel AG2012-2062) wijkt om een aantal redenen enigszins af van de eerdere inschatting (Prognosetafel AG2010-2060). De belangrijkste reden is dat er sinds de publicatie van de eerdere tafel nieuwe informatie beschikbaar is over de werkelijke sterfte in drie jaren: 2009, 2010 en 2011². Andere redenen zijn het loslaten van de eis dat de sterftetekansen van vrouwen bij elke leeftijd lager zijn dan die van mannen, en de keuze voor een andere techniek om een schatting van de sterftetekansen voor hoge leeftijden te bepalen.

De in deze publicatie gehanteerde prognosemethode is vrijwel gelijk aan de methode die in 2010 is gehanteerd. Een commissie van externe deskundigen³ die de methode in 2010 heeft gevalideerd, heeft ook een aantal aanbevelingen gedaan rond het versterken van de dialoog over de inschatting van sterftetekansen en de ontwikkeling van een volledig gespecificeerd stochastisch model. Die aanbevelingen zijn door het AG overgenomen en grotendeels geïmplementeerd. In dat kader is het van belang op te merken dat de CSO al in oktober 2011, in overleg met het Bestuur van het AG, de werkgroep heeft gevraagd zich voor de Prognosetafel AG2012-2062 te concentreren op verbeteringen van de bestaande methodiek, omdat de ontwikkeling en implementatie van een volledig gespecificeerd stochastisch model meer tijd kost. De CSO heeft de modelkeuzes, de technische beschrijving, de prognosetafel AG2012-2062 en de voorbeeld berekeningen gevalideerd en daarvan separaat verslag uitgebracht.

De opbouw van dit rapport is als volgt. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de belangrijkste modelkeuzes. In hoofdstuk 4 worden uitkomsten gepresenteerd voor een veelheid van relevante indicatoren zoals de ontwikkeling van de levensverwachting vanaf een bereikte leeftijd en de effecten op de waardering van bepaalde portefeuilles. In hoofdstuk 5 wordt aangegeven hoe de AG-prognose gerelateerd is aan de prognoses van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en

2 – Dankzij een goede samenwerking met het CBS was het mogelijk in deze prognose al een berekening van de waargenomen sterfte in het aan de publicatie voorafgaande jaar mee te nemen.

3 – Rapport 'De validiteit van het door het AG ontwikkelde prognosemodel voor overlevingskansen', prof. dr. J.H.R. van de Poel, prof. dr. F.C. Palm, prof. dr. Th. E. Nijman, 17 augustus 2010

Milieu (RIVM). Verder wordt nader ingegaan op de voorziene verdere ontwikkeling van de prognosemethode en de versterking van de dialoog bij de totstandkoming van de prognoses. In de appendix bij dit rapport wordt een technische beschrijving gegeven van het gehanteerde model voor de Prognosetafel AG2012–2062.

Het Actuarieel Genootschap heeft de overlevingstafels en deze publicatie met daarin de technische beschrijving van het prognosemodel, alsmede de sluitingsmethodiek voor hoge leeftijden en het validatieverslag van de CSO, gepubliceerd op haar website (zie www.ag-ai.nl/dossiers).

3 MODELKEUZES

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de modelkeuzes die zijn gemaakt bij het vervaardigen van de Prognosetafel AG2012-2062. Het gehanteerde model voor deze prognosetafel is voor een groot deel identiek aan het model dat ten grondslag ligt aan de Prognosetafel AG2010-2060. Een complete beschrijving van het model is te vinden in de appendix van deze publicatie. De technische beschrijving bevat het volledige formularium dat nodig is om de prognosetafel te reconstrueren. Doel van dit hoofdstuk is het geven van een globale beschrijving van de belangrijkste eigenschappen van het model.

3.1 Stochastiek

Het gehanteerde prognosemodel is deterministisch. Dat wil zeggen dat het model op grond van waarnemingen uit het verleden slechts een puntvoorspelling genereert zonder iets te zeggen over onzekerheid en de verdeling van scenario's rondom deze uitkomst (zie ook hoofdstuk 5).

3.2 Korte- en langetermijntrend

Voor de ontwikkeling van het model is bekeken hoe de logaritme van de sterftékansen per leeftijd afneemt in de tijd. Daarbij geven de waarnemingen uit het verleden aanleiding om twee verschillende, lineaire trends te onderscheiden: een kortetermijntrend en een langetermijntrend. Vanaf 2002 nemen de sterftékansen significant sneller af dan in de periode daarvoor. Een waarnemingsperiode van tien jaar (2002 t/m 2011) wordt echter als een te korte periode beschouwd op basis waarvan een verantwoorde extrapolatie is uit te voeren. Daarom is ervoor gekozen de waarnemingen vanaf 1988 tot en met 2011 als gegevensverzameling te nemen. De ontwikkeling tussen 1988 en 2011 legt de zogenaamde langetermijntrend vast, terwijl de sterkere afname van de sterftékansen tussen 2002 en 2011 de kortetermijntrend kalibreert. De langetermijntrend bepaalt daarbij het niveau op het eindpunt van de prognose, de zogenaamde goaltafel (in dit geval in 2062); de kortetermijntrend bepaalt de snelheid waarmee de sterftékansen zich in de beginjaren van de prognose richting het door de langetermijntrend vastgelegde eindpunt bewegen. Dit is een belangrijke eigenschap van het model. De consequenties daarvan komen in hoofdstuk 4, waarin de belangrijkste resultaten worden toegelicht, nader aan de orde.

3.3 Wijzigingen in het model ten opzichte van de Prognosetafel AG2010-2060

In het prognosemodel is ten opzichte van de Prognosetafel AG2010-2060 een tweetal wijzigingen aangebracht. Allereerst is de methodiek voor het "sluiten" van de tafel voor hoge leeftijden aangepast. Bij hoge leeftijden neemt het aantal waarnemingen af, wat tot ongewenste volatiliteit in waargenomen sterftékansen voor deze hoge leeftijden kan leiden. Daarom worden periodetafels gesloten, waarmee wordt bedoeld dat voor hoge leeftijden de kansen op basis van de waarneming worden vervangen door een gekozen extrapolatiemethodiek. De Werkgroep Prognosetafels heeft veel geïnvesteerd in het in kaart brengen van de in de literatuur bekende methodieken en het maken van een onderbouwde keuze. De keuze⁴ is daarbij gevallen op de methode van Kannistö⁵, een methode die ook gebruikt wordt in het Human Mortality Database project⁶.

4 – 'Sluiten van de periodetafel GBM/V 2005 – 2010', 23 juli 2012, dr. K. Antonio

5 – V. Kannistö. Development of the oldest-old mortality, 1950 –1980: evidence from 28 developed countries. Odense University Press, 1992

6 – The Human Mortality Database (HMD) is opgericht om op internationaal niveau sterfte- en bevolkingsgegevens te verstrekken aan onderzoekers en anderen die geïnteresseerd zijn in de geschiedenis van de menselijke levensverwachting.

Ten tweede bevat de implementatie van het model ten behoeve van de Prognosetafel AG2010–2060 de restrictie dat de sterftkans voor vrouwen voor een bepaalde leeftijd nooit hoger zou kunnen worden dan de sterftkans voor mannen op dezelfde leeftijd. Deze restrictie is in de Prognosetafel AG2012–2062 losgelaten.

Naast modeltechnische aannames is een aantal keuzes gemaakt op het gebied van de prognosetermijn en de te gebruiken gegevensverzameling. De vorige prognosetafel heeft een prognosetermijn van 50 jaar en loopt daarmee tot 2060. In de Prognosetafel AG2012–2062 is ervoor gekozen niet het eindpunt (2060) maar de prognosetermijn constant te houden op 50 jaar.⁷

Aan de keuze van de gegevensverzameling lag bij de vorige publicatie het argument van trendbreuk ten grondslag. In zowel 1988 als 2002 is een aantoonbaar significante wijziging te zien van de snelheid waarmee de sterftkansen vanaf het betreffende moment in de tijd afnemen (trendbreuk). Het aantal waarnemingsjaren voor de lange- en kortetermijntrend in de Prognosetafel AG2012–2062 bedraagt daarmee respectievelijk 23 en 9 jaar tegenover 20 en 6 in 2010. Het verschil bedraagt drie en niet twee jaar omdat nu ook de waarnemingen van het aan de publicatie voorafgaande jaar (in dit geval 2011) beschikbaar zijn.

3.4 Uniseks prognosetafel

Als gevolg van een uitspraak van het Europese Hof – op grond waarvan het ook bij levensverzekeringen vanaf eind 2012 is verboden onderscheid tussen mannen en vrouwen te maken – zou men ook geïnteresseerd kunnen zijn in sterftkansen waarin geen onderscheid gemaakt wordt naar geslacht. Het AG heeft er bewust voor gekozen om geen generieke uniseks prognosetafel te publiceren, omdat een dergelijke tafel mede afhankelijk is van het betreffende verzekeringsproduct, de verwachte portefeuilleopbouw, diverse keuzes met betrekking tot onder andere het marketingbeleid en overige commerciële overwegingen van een verzekeringsmaatschappij. De door het AG ontwikkelde prognosetafels voor mannen en vrouwen bieden wel een goed uitgangspunt voor een verzekeringsmaatschappij om zelf specifieke unisekstafels samen te stellen.

7 – Het belangrijkste argument voor deze keuze is een geleidelijke en niet een schoksgewijze aanpassing bij een zich voortzettende daling van de sterfte.

4 BELANGRIJKSTE RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de uitkomsten van de nieuwe prognosetafel en het verschil met de vorige prognosetafel gepresenteerd. Hierbij wordt gekeken naar het effect op de levensverwachting, de koopsommen en de technische voorzieningen voor een drietal voorbeeldfondsen (een jong fonds, een midden fonds, en een oud fonds). Deze fondsen zijn representatief voor een gemiddeld deelnemersbestand van een Nederlands pensioenfonds/verzekeraar.

4.1 Waarnemingen ten opzichte van de Prognosetafel AG2010-2060

De Prognosetafel AG2010-2060 was gebaseerd op gegevens tot en met 2008. Sinds de publicatie van die prognose zijn ook de waarnemingen voor de jaren 2009, 2010 en 2011 bekend. Onderstaande tabel (tabel 1) toont de levensverwachting⁸ voor nuljarigen voor deze datapunten in relatie tot de vorige prognose.

	2009		2010		2011	
	mannen	vrouwen	mannen	vrouwen	mannen	vrouwen
AG2010-2060	78,7	82,7	79,1	82,9	79,4	83,2
Waarneming	78,6	82,7	78,9	82,8	79,2	82,9

Tabel 1: levensverwachting voor nuljarigen ten opzichte van Prognosetafel AG2010-2060

Uit tabel 1 blijkt dat de levensverwachting sinds de vorige prognose iets minder snel is toegenomen dan eerder verwacht. De toename van de levensverwachting in deze drie extra waarnemingsjaren is wel groter dan de gemiddelde toename sinds 1988, het eerste datapunt waarmee het model wordt gevoed. De waargenomen sterftetekansen hebben consequenties voor de nieuwe schatting van de lange- en kortetermijntrend. In de volgende paragrafen wordt eerst ingegaan op deze consequenties in combinatie met de overige modelkeuzes. In paragraaf 4.5 wordt nader ingegaan op de gevolgen die het verschil tussen de in 2010 verwachte en sindsdien daadwerkelijk waargenomen sterfte heeft op de veranderingen in de Prognosetafel AG2012-2062.

4.2 Gevolgen voor de levensverwachting

Onderstaande tabel (tabel 2) bevat de resterende levensverwachting voor deelnemers in 2012, 2037 en 2062 (beginpunt, midden en eindpunt van de prognosetermijn) voor diverse leeftijden zoals die volgen uit de sterftetekansen uit het Prognosemodel AG2012-2062.

leeftijd	mannen			vrouwen		
	2012	2037	2062	2012	2037	2062
0	79,5	84,9	86,9	83,1	86,5	87,4
25	55,1	60,2	62,0	58,6	61,7	62,5
45	35,7	40,5	42,3	39,0	42,0	42,7
65	18,1	21,9	23,2	21,1	23,7	24,3
85	5,5	6,5	6,6	6,7	7,7	7,8

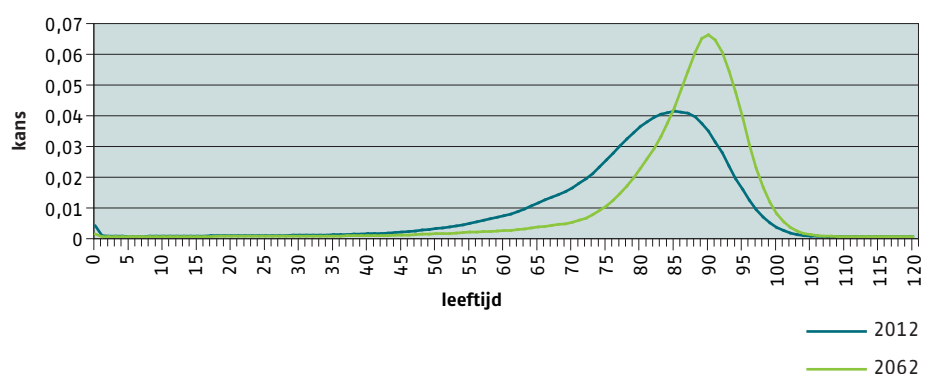
Tabel 2: ontwikkeling levensverwachting gedurende prognosetermijn

8 – Met het begrip levensverwachting wordt in deze publicatie periodelevensverwachting bedoeld, d.w.z. levensverwachting berekend op basis van overlevingskansen van een vast prognosejaar (zie ook voetnoot 1).

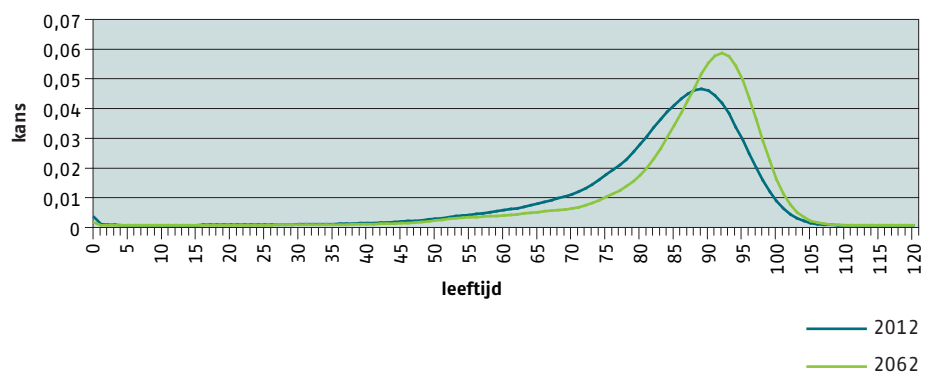
Allereerst wordt ingegaan op de ontwikkeling van de levensverwachting binnen de Prognosetafel AG2012–2062, met andere woorden hoe ontwikkelen zich de levensverwachtingen volgens deze laatste prognose tussen 2012 en 2062. Bij beide seksen is sprake van een aanzienlijke toename van de resterende levensverwachting voor alle leeftijden. Bij mannen is deze toename sterker dan bij vrouwen, met als gevolg dat het verschil in levensverwachting tussen mannen en vrouwen afneemt. Door het hanteren van een kortetermijntrend dalen in de beginperiode de sterftetekansen relatief sneller dan aan het eind. Het gevolg is dan ook dat de levensverwachting in de eerste helft van de prognosetermijn (tussen 2012 en 2037) sneller verbetert.

In grafiek 1 is de kans voor een nuljarige om op een bepaalde leeftijd te overlijden weergegeven (${}_tq_0$) voor mannen in 2012 en 2062. Grafiek 2 bevat dezelfde informatie voor vrouwen. Deze grafiek laat duidelijk zien hoe de levensverwachting zich ontwikkelt: de kromme wordt "gepiekter", dat wil zeggen smaller en hoger, hetgeen betekent dat de sterfte zich steeds meer concentreert in een bepaald leeftijdsgebied. Verder is te zien dat de kromme daarnaast in zijn geheel naar rechts verschuift. Dit weerspiegelt het feit dat de levensverwachting toeneemt. Verder valt op dat de grafieken voor heel hoge leeftijden overeenkomen. Samen illustreren deze effecten het begrip rectangularisatie: steeds meer mensen bereiken een gemiddeld steeds hogere leeftijd, terwijl de maximaal te bereiken leeftijd niet of nauwelijks toeneemt. De genoemde effecten zijn bij mannen nadrukkelijker aanwezig dan bij vrouwen.

Grafiek 1: kansverdeling overlijdensleeftijd mannen



Grafiek 2: kansverdeling overlijdensleeftijd vrouwen



4.3 Gevolgen AOW-leeftijd

Het is interessant om na te gaan wat naar verwachting de resterende levensverwachting van een 65-jarige in 2024 zal zijn, omdat die bepalend is of de AOW-leeftijd in 2024 verder wordt verhoogd. Hoewel die beslissing pas in 2019 zal worden genomen op basis van de dan bekende waarnemingen, kan daar op basis van de huidige prognosetafel al wel een eerste inzicht in worden verkregen. Tot 2024 stijgt de resterende levensverwachting voor 65-jarige mannen en vrouwen met respectievelijk 2,3 en 1,6 jaar ten opzichte van 2012. Het ziet er daarom vooralsnog wel naar uit dat ook in de periode na 2024 rekening moet worden gehouden met een verdere stijging van de AOW-leeftijd.

4.4 Vergelijking met de Prognosetafel AG2010-2060

In deze paragraaf worden de verschillen tussen de uitkomsten van de vorige Prognosetafel AG2010-2060 en de nieuwe Prognosetafel AG2012-2062 geanalyseerd.

4.4.1 Levensverwachting

Eerst wordt in deze paragraaf de invloed op de levensverwachting besproken. In de volgende paragraaf wordt ingegaan op de gevolgen voor de technische voorzieningen van een aantal voorbeeldpensioenfondsen.

De vorige tafel liep tot 2060. Daarom zijn de beide tafels vergeleken op dat eindpunt (zie tabel 3).

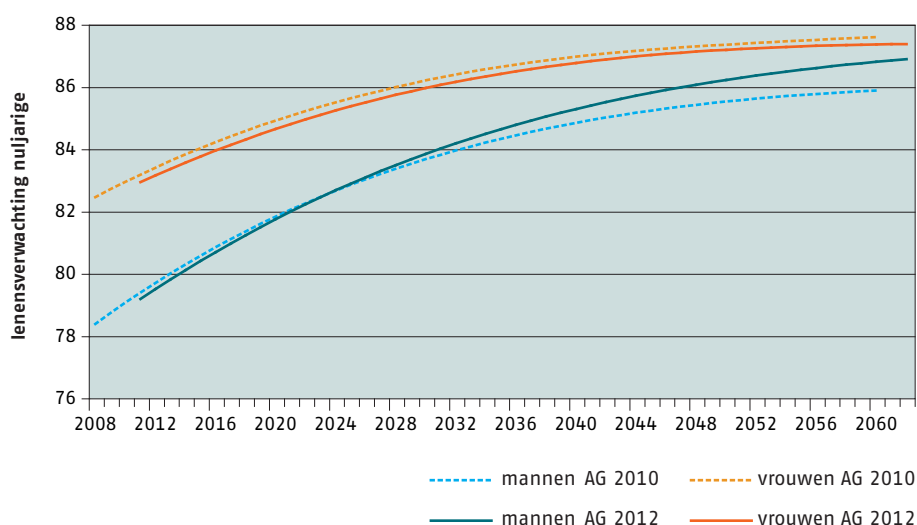
leeftijd	mannen 2060		vrouwen 2060	
	AG 2010-2060	AG 2012-2062	AG 2010-2060	AG 2012-2062
0	85,9	86,8	87,6	87,3
25	61,0	61,9	62,7	62,5
45	41,3	42,2	42,9	42,7
65	22,2	23,1	23,9	24,3
85	5,9	6,6	7,4	7,8

Tabel 3: verschillen tussen vorige en huidige prognose

In de nieuwe prognose is ten opzichte van de oude prognose bij mannen over de hele linie sprake van een verbetering van de resterende levensverwachting. Bij vrouwen neemt de resterende levensverwachting voor een 0-, 25-, en 45-jarige vrouw af. Bij een 65- en 85-jarige neemt deze toe. Dit wordt veroorzaakt door een afname van de sterftekansen voor vrouwen op hoge leeftijd, maar een toename van de sterftekans voor vrouwen tussen leeftijd 27 en 71 ten opzichte van de vorige prognose. De levensverwachting voor vrouwen is in de afgelopen drie jaar wel verder gestegen maar minder sterk dan in de prognose uit 2010 werd voorspeld. Dat leidt nu tot een bijstelling van de eerder voorspelde levensverwachting.

Grafiek 3 bevat beide ontwikkelingen voor de levensverwachting van nuljarige mannen en vrouwen: de ontwikkeling tussen start- en eindjaar van zowel de vorige als de huidige prognose. In de grafiek is te zien dat de Prognosetafel AG2012-2062 voor de levensverwachting van nuljarige vrouwen over de volledige prognosetermijn onder het niveau van de Prognosetafel AG2010-2060 ligt. Dit sluit aan bij tabel 3, waar voor nuljarigen de resterende levensverwachting afneemt.

Grafiek 3: ontwikkeling levensverwachting voor nuljarigen



4.4.2 Koopsommen en technische voorzieningen

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de gevolgen van de nieuwe prognosetafel voor koopsommen en de technische voorzieningen van een aantal voorbeeldfondsen. Daarbij is de rentetermijnstructuur ultimo 2011 als uitgangspunt gehanteerd⁹.

Voor een aantal leeftijden zijn de gevolgen van de Prognosetafel AG2012-2062 voor diverse koopsommen berekend. Hierbij komen ouderdomspensioen (OP), nabestaandenpensioen (NP), uitgaande van een bepaalde partner vanaf leeftijd 65, en een combinatie van beiden (OP en 70% NP) aan de orde voor mannen en vrouwen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.

leeftijd	mannen			vrouwen		
	OP	NP	OP+70%NP	OP	NP	OP+70%NP
25	2,7%	-2,6%	1,7%	-0,4%	19,3%	1,3%
35	2,1%	-0,4%	1,6%	0,0%	14,4%	1,3%
45	1,5%	0,8%	1,4%	0,1%	10,9%	1,1%
55	1,0%	1,1%	1,0%	0,1%	10,1%	0,9%
65	0,6%	1,0%	0,7%	-0,1%	9,8%	0,5%
75	1,7%	-0,6%	1,1%	0,2%	9,0%	0,8%
85	4,0%	-1,7%	2,0%	0,4%	11,4%	1,5%
95	6,0%	-2,2%	3,0%	0,9%	12,8%	2,5%

Tabel 4: effecten van de nieuwe tafels op diverse koopsommen

Opvallend is met name de sterke stijging van de prijs van een nabestaandenpensioen bij vrouwen. Dit is te verklaren uit de verhoogde sterftekansen (ten opzichte van de vorige prognose) voor vrouwen tussen 27 en 71 jaar in combinatie met de verhoogde resterende levensverwachting van mannen (de achterblijvende partners in geval van overlijden) voor alle leeftijden en het afnemen van het verschil in levensverwachting tussen mannen en vrouwen.

Voor een drietal voorbeeldfondsen zijn berekeningen gemaakt van de effecten van de nieuwe prognosetafel op de technische voorzieningen voor mannen en vrouwen. De drie voorbeeldfondsen onderscheiden zich van elkaar door de gemiddelde leeftijd van de verzekerden; die bedragen respectievelijk 45,5 jaar (jong fonds), 53,9 jaar (midden

9 – Hierbij gaat het om de gemiddelde RTS op 31 december 2011 volgens publicatie van DNB.

fonds) en 61,0 jaar (oud fonds). De effecten op de technische voorzieningen voor de verschillende fondsen per geslacht zijn weergegeven in tabel 5.

	mannen	vrouwen
jong fonds	1,1%	0,4%
midden fonds	1,0%	0,4%
oud fonds	0,9%	0,1%

Tabel 5: effect van de nieuwe tafel op de technische voorzieningen van een drietal voorbeeldfondsen

De in tabel 5 weergegeven effecten zijn vooral voor vrouwen nogal afhankelijk van de bestandsopbouw van het specifieke fonds en van de gemaakte aannames van vooral het NP. Voor andere fondsen dan de gehanteerde voorbeeldfondsen kunnen de uitkomsten voor de vrouwen ook hoger zijn.

De transitie van de vorige prognosetafel naar de huidige kan in een viertal stappen worden onderverdeeld. Deze stappen zijn:

1. toevoegen van de data van de waarnemingsjaren 2009, 2010 en 2011;
2. opschuiven van de prognosetermijn van 2060 naar 2062;
3. aanpassen van de methodiek voor het berekenen en afronden van sterftekans op hoge leeftijden (sluiten en smoothen);
4. vervallen van de restrictie dat de sterftekans voor vrouwen voor een bepaalde leeftijd nooit hoger mag worden dan de sterftekans voor mannen van diezelfde leeftijd.

Van deze vier stappen heeft het toevoegen van de datapunten verreweg het meeste effect. Dit verklaart ongeveer 80% van de stijging van de technische voorzieningen. De rest van de stijging wordt verklaard door het verlengen van de prognosetermijn naar 2062. De laatste twee stappen hebben beide een licht verlagend effect op de technische voorzieningen. Dit ligt voor beide stappen op minder dan 0,1% van de technische voorzieningen.

4.5 Impact nieuwe waarnemingen op de Prognosetafel AG2012-2062

De waargenomen sterfte in 2009, 2010 en 2011 ligt hoger dan de prognose van de Prognosetafel AG2010-2060. Ondanks dit feit neemt de prognose van de verwachte resterende levensduur aan het eind van de prognosetermijn voor de meeste leeftijden toe. Dit is een schijnbare tegenstrijdigheid die uitleg behoeft.

Zoals beschreven in het hoofdstuk over modelkeuzes worden in het model twee verschillende trends onderscheiden voor de prognose van de toekomstige sterfte; de langetermijntrend en de kortetermijntrend.

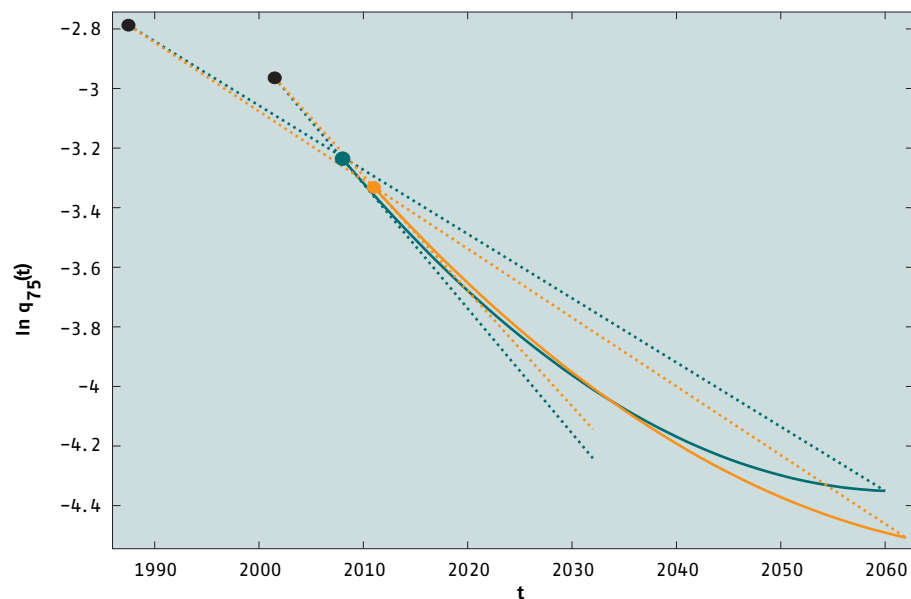
De beste schatter van de langetermijntrend wordt geëxtrapoleerd naar het einde van de prognosetermijn en bepaalt het eindniveau van de prognose. De sterke stijging van het tempo waarmee de sterftekans sinds 2001 dalen, gaf aanleiding de kortetermijntrend in het model te introduceren. Deze trend legt vast hoe de dynamiek van de sterftekans naar verwachting in de eerste jaren van de prognose is. De kortetermijntrend speelt weliswaar een dominante rol in de aanvangsjaren van de prognose, maar na verloop van tijd convergeert de combinatie van korte- en langetermijntrend naar het eindniveau zoals dat door extrapolatie van de langetermijntrend wordt voorspeld.

De langetermijntrend wordt geschat met data vanaf 1988 tot het laatst bekende datapunt op moment van publicatie van de prognose. Bij de Prognosetafel AG2010-2060 werd de langetermijntrend geschat op data van 1988 tot en met 2008, in het geval van

de Prognosetafel AG2012–2062 op data van 1988 tot en met 2011. Er zijn dus drie datapunten bijgekomen, namelijk 2009, 2010 en 2011. De afname van de sterfte gedurende deze drie jaren was voor de meeste leeftijden sterker dan gemiddeld over de periode 1988–2008, met als gevolg dat de voorspelde langetermijntrend voor deze sterftetekansen sterker daalt dan in de vorige prognosetafel.

De kortetermijntrend werd bij de Prognosetafel AG2010–2060 geschat op data van 2002 tot en met 2008. De drie datapunten die er sinds de vorige prognose bij zijn gekomen laten een minder sterke daling van de sterftetekansen zien dan in de kortetermijntrend uit de vorige prognosetafel.

Grafiek 4: Ontwikkeling sterftetekans 75-jarige man voor Prognosetafel AG2010–2060 (blauw) en AG2012–2062 (oranje)



In grafiek 4 is dit als volgt te zien. De blauwe lijn geeft de kortetermijntrend, de langetermijntrend en de prognose van de logaritme van de sterftetekans van een 75-jarige man uit de Prognosetafel AG2010–2060 weer. De gestreepte blauw lijn van datapunt 1990 door datapunt 2008 naar het eindpunt van de prognose, geeft de langetermijntrend weer. De gestreepte blauwe lijn van datapunt 2002 door datapunt 2008 geeft de kortetermijntrend weer. In oranje zijn dezelfde grootheden uit de Prognosetafel AG2010–2012 te zien met het nieuwe datapunt 2011 (in plaats van datapunt 2008). Te zien is dat de nieuwe prognose (oranje lijn) tot een lagere sterftetekans leidt dan de oude prognose (blauwe lijn). De oorzaak daarvan is dat het oranjedatapunt boven de kortetermijntrend ligt uit de Prognosetafel AG2010–2060, maar onder de langetermijntrend. Dit laatste laat zien dat de sterftetekans dus sterker is gedaald dan de gemiddelde daling tussen 1988 en 2008. Daarmee wordt de nieuwe schatter van de langetermijntrend uit de Prognosetafel AG2012–2062 steiler dan de oude schatter en wordt de prognose van de sterftetekans uiteindelijk lager dan in de Prognosetafel AG2010–2060.

Samengevat: de drie realisaties 2009, 2010 en 2011 lieten een minder sterke daling van de sterftetekansen zien dan de kortetermijntrend uit 2010 en liggen vanwege de dominantie van die kortetermijntrend in de aanvangsjaren daarmee ook hoger dan de prognose. De gerealiseerde verlaging van de sterftetekansen was echter groter dan gemiddeld over de periode 1988–2008 en daarmee daalt de langetermijntrend van de logaritme van de sterftetekans sneller. Deze langetermijntrend legt uiteindelijk het te behalen eindniveau vast. Dit verklaart de schijnbare tegenstrijdigheid zoals hiervoor beschreven.

5 NIEUWE INZICHTEN, EEN BLIK VOORUIT

De ontwikkeling van de sterftetekansen heeft in de afgelopen jaren in het maatschappelijk debat de aandacht getrokken. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er door actuarissen en andere beroepsgroepen veel aandacht is besteed aan de modellering van die toekomstige sterfteontwikkeling. De gebruikte prognosemethode dient waar mogelijk gebruik te maken van nieuw verkregen inzichten. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de stappen die daarin zijn gezet en op de te verwachten verdere ontwikkelingen in de modellering.

5.1 Aanbevelingen commissie van deskundigen 2010

De in 2010 door het AG aangezochte commissie van deskundigen bepleit het stimuleren van de dialoog binnen het AG rond de inschatting van overlevingskansen en het intensiveren van de samenwerking met andere instanties die zich met dit onderwerp bezig houden. Ook bepleit de commissie de ontwikkeling van een volledig gespecificeerd stochastisch model. Tenslotte is aandacht gevraagd voor het feit dat de sterfteontwikkeling binnen populaties afwijkt van de algemene sterfteprognose, wat gevolgen zou moeten hebben voor de omvang van de noodzakelijke voorzieningen. Deze aanbevelingen zijn overgenomen door het AG, zoals blijkt uit een aantal vervolgstappen dat is genomen.

Om de dialoog rond het modelleren van sterftetekansen te faciliteren, heeft het AG ervoor gekozen een gedetailleerde beschrijving van het gehanteerde prognosemodel op te nemen in dit rapport en te publiceren op haar website. Die stap komt tegemoet aan de eis van transparantie en repliceerbaarheid van de uitkomsten.

Ook de interne organisatie en afstemming van de productie van de overlevingstafels is aangepast. De modelkeuzes en feitelijke berekeningen zijn uitgevoerd door een Werkgroep Prognosetafels. Deze keuzes en berekeningen zijn vervolgens gevalideerd door de Commissie Sterfte Onderzoek.

Daarnaast zijn de eerste stappen gezet naar het systematischer omgaan met verschillen in populaties en een onderbouwing van de redenen waarom voor afwijkende populaties afwijkende overlevingskansen kunnen worden gebruikt. Dit speelt vooral voor pensioenen en verzekeringen waarbij veelal sprake is van deelpopulaties die op basis van een aantal kenmerken een sterfte kennen die significant afwijkt van de bevolkingssterfte. Naar verwachting zal DNB dit najaar een "Good Practice" publiceren voor het gebruik van ervaringssterfte. Het AG heeft gelijktijdig met de ontwikkeling van de Prognosetafel AG2012-2062 guidance ontwikkeld voor het omgaan met portefeuillespecifieke sterfte bij pensioenen en verzekeringen. Deze guidance zal door het AG worden gepubliceerd zodra DNB haar "Good Practice" uitbrengt.

5.2 Relatie met CBS

Het CBS en het AG brengen beide onafhankelijk van elkaar periodiek een nieuwe prognosetafel uit voor de overlevingskansen in Nederland. De AG-Prognosetafel wordt tweejaarlijks uitgebracht speciaal ten behoeve van pensioenfondsen en verzekeringsmaatschappijen om hen van dienst te zijn bij het vaststellen van hun

voorzieningen en hun premies. Omdat pensioenfondsen jaarlijks in oktober de bijdragen voor de deelnemers voor het komende jaar moeten vaststellen, publiceert het AG haar prognosetafel in september.

De CBS-prognosetafel wordt tweejaarlijks uitgebracht ten behoeve van diverse gebruikers. Om aan de wensen van alle gebruikers te kunnen voldoen, publiceert het CBS haar prognosetafel in december.

CBS en AG hebben verschillende modellen ontwikkeld voor de prognose van de toekomstige sterfte in Nederland. De sterftedata van de Nederlandse bevolking die gebruikt worden voor de prognoses van beide modellen zijn echter gelijk en bestaan uit de historische data die het CBS verzamelt en publiceert. In zowel het AG-model als het CBS-model wordt de historie meegenomen van de sterfte die is waargenomen tot en met het laatste jaar voor de publicatie. Daarnaast gebruikt het CBS in haar prognose ook nog de voorlopige sterftcijfers uit het jaar van publicatie zelf en worden Europese sterfteontwikkelingen geanalyseerd.

In de afgelopen periode zijn er contacten met het CBS geweest om de relatie tussen beide organisaties verder te versterken.

5.3 Vergelijking sterftemodellen

In samenwerking met het onderzoeksnetwerk Netspar is de dialoog rond het modelleren van sterfteontwikkelingen verder gestimuleerd door de organisatie van een conferentie met internationaal aansprekende sprekers op 16 december 2011 (zie www.netspar.nl/events) en door een publicatie met daarin een vergelijking van de voorspelmethoden van het AG, het CBS en de Volksgezondheid Toekomstverkenningen (VTV)¹⁰ (zie www.netspar.nl/publications).

Het prognosemodel van het AG is gebaseerd op de extrapolatie van waargenomen sterfte. De CBS- en VTV-modellen maken daarnaast gebruik van expert opinies en van statistieken van doodsoorzaken door bijvoorbeeld sterfte van rokers en niet-rokers apart te modelleren. Het VTV-model gebruikt daarbij ook informatie over sterfteontwikkelingen in andere landen.

Het is bekend dat de inschattingen van de levensverwachtingen en benodigde voorzieningen tussen de drie voorspelmethoden aanzienlijk verschillen. De inschatting van de toekomstige levensverwachting is in de regel het hoogst voor de AG-prognose en het laagst voor die uit de VTV. Zo treedt bijvoorbeeld een verschil op van ongeveer 1,5 jaar in de ingeschatte resterende levensverwachting voor 65-jarigen in 2020. Logischerwijs leidt de AG-prognose dan ook tot hogere kosten voor pensioenopbouw dan de CBS-prognose en de VTV-prognose.

Naar de mening van Peters et al (2012) is de AG-benadering te prefereren voor het hier beoogde doel: "There is consensus that projections based on causes of death perform in general worse than the direct projection of all-cause mortality". Wel merkt men ook op dat "pure deterministic projection techniques are outdated" en komt men tot de conclusie dat "Taking into account the strong need for uncertainty estimates for the actuarial field a stochastic model is indispensable". Die conclusie komt overeen met de visie van het AG met daarbij de kanttekening dat de ontwikkeling van een stochastisch model zorgvuldig moet gebeuren en dat de implementatie daarvan voor de Prognosetafel AG2012-2062 nog geen optie was.

Een andere aanbeveling uit Peters et al (2012) die nog niet is geïmplementeerd, is om ook de prognose mede te baseren op data uit vergelijkbare landen zoals ook VTV doet:

10 – 'The model risk of longevity of the projection model of the Actuarial Society', Peters, Nusselder en Mackenbach (juli 2012)

“Since the Netherlands is one of the few countries with a deviating trend in life expectancy and with an abrupt trend change, a pure national driven forecast may be dangerous in the long term. Hence, we suggest to examine the observed trends and forecasts in neighbouring countries and to use these as potential consistency checks for the own projection”.

5.4 Vervolg

Het Actuarieel Genootschap is voornemens het traject dat mede op basis van de aanbevelingen van de commissie van externe deskundigen in 2011 is gestart, te vervolgen en de modellering van overlevingskansen verder te verfijnen. In de komende tijd zal daarbij met name de ontwikkeling van een stochastisch model veel aandacht krijgen.

APPENDIX

Prognosetafel AG2012-2062*

(met gebruik van CBS data tot en met 2011)

Technische beschrijving

Abstract. Het Actuariel Genootschap ([AG]) heeft in 2010 de AG Prognosetafel voor de periode 2010-2060 gepubliceerd. Deze prognosetafel geeft toekomstige eenjarige sterfte kansen, $q_{x,s}(t)$, voor mannen ($s = m$) en vrouwen ($s = v$) van leeftijd x ($x = 0, \dots, 120$) op tijdstip t ($t = 2008, \dots, 2060$). Het AG heeft daarbij aangekondigd tweejaarlijks een nieuwe AG Prognosetafel te zullen publiceren, te beginnen in 2010. In opdracht van de AG Commissie Sterfte Onderzoek ([CSO]) heeft de AG Werkgroep Prognosetafels ([Werkgroep]) het bestaande model onderzocht en de technische specificaties en veronderstellingen in kaart gebracht. Na verder onderzoek vanuit de werkgroep beschrijft deze tekst de technische specificaties voor de nieuwe AG Prognosetafel 2012-2062. Hierbij wordt gebruik gemaakt van eerdere AG-AI publicaties en van interne notas van Michel Vellekoop en Katrien Antonio over respectievelijk de eerdere prognosetafel en een onderzoek naar sluitingsmethodieken voor hoge leeftijden.

1 Data

1.1 Ruwe data

De AG Prognosetafel 2012-2062 is geconstrueerd met data die door het Centraal Bureau voor de Statistiek ([CBS]) gepubliceerd worden. De data zijn beschikbaar via StatLine¹, Publd:37360ned met als titel Levensverwachting; geslacht en leeftijd 31 december, vanaf 1950 (per jaar). Er wordt gebruik gemaakt van de jaarlijkse sterfte kansen, $q_{x,s}^{cbs}(t)$, waarbij $x = 0, 1, \dots, 99$ jaar, $s = \{m, v\}$ en $t = 1987, \dots, 2010$. De sterfte kansen zullen hieronder geïnterpreteerd worden als sterfte kansen op 'halve leeftijden' $x = 0, \frac{1}{2}, 1\frac{1}{2}, \dots, 98\frac{1}{2}$. De sterfte kansen voor 2011 zijn berekend aan de hand van de gepubliceerde bevolkingsaantallen (per 1 januari) voor 2011 ($b_{x,s}(2011)$) en 2012 ($b_{x,s}(2012)$)² en het aantal overlijdens in 2011 (per 31 december) ($d_{x,s}(2011)$)³. Hierbij is door het CBS de volgende berekeningswijze gehanteerd⁴

1 – <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/default.aspx?DM=SLNL&PA=37360NED&D1=0&D2=a&D3=a&D4=a&HDR=G1%2cT&STB=G2%2cG3&VW=D>

2 – <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=7461BEV&D1=0&D2=a&D3=1-100&D4=60-62&HD=120802-1155&HDR=T,G3,G1&STB=G2>

3 – <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37530NED&D1=0,2,4&D2=1100&D3=0&D4=60-61&HD=120802-1153&HDR=G3,T&STB=G2,G1>

4 – Deze berekeningswijze is aangeleverd door mevr. L. Stoeldraaijer (CBS) en hebben we – ter controle – gebruikt om de sterfte kansen gepubliceerd in 2010 na te rekenen.

* De benaming verwijst expliciet naar het jaar van publicatie (in 2012) en het laatste jaar van de projectieperiode (2062).

$$\begin{aligned}
q_{0,s}^{cbs}(2011) &= \frac{d_{0,s}(2011)}{b_{0,s}(2012) + d_{0,s}(2011)} \\
q_{x,s}^{cbs}(2011) &= \frac{2 \cdot d_{x,s}(2011)}{d_{x,s}(2011) + b_{x,s}(2012) + b_{x-1,s}(2011)} \quad x = 1, \dots, 98 \\
q_{99,s}^{cbs}(2011) &= \frac{2 \cdot d_{99,s}(2011)}{d_{99,s}(2011) + b_{99,s}(2012) + b_{99,s}(2011) + b_{98,s}(2011)}. \quad (1)
\end{aligned}$$

De sterftekansen voor 2011 zijn vervolgens afgerond op 5 decimalen zoals te doen gebruikelijk in statline.

1.2 Tweejarige gemiddelde sterftekansen

Voor iedere leeftijd x ($x = 0, \frac{1}{2}, \dots, 98\frac{1}{2}$) en geslacht s ($s = \{m, v\}$) worden eerst de tweejarige gemiddelde sterftekansen bepaald

$$q_{x,s}^{cbs}(t^*) = \frac{1}{2} [q_{x,s}^{cbs}(t) + q_{x,s}^{cbs}(t+1)]. \quad (2)$$

Hierbij loopt t in principe van 1987 tot en met 2010. De index t^* duidt (het midden van) deze tweejaarlijkse perioden aan. Verderop (zie Sectie 2) zal blijken dat het prognosemodel enkel gebruik maakt van sterftekansen overeenkomstig $t^* = '1987 - 1988', '2001 - 2002', '2010 - 2011'$. In het vervolg van deze tekst wordt ook de kortere notatie $'1987,5', '1989,5', \dots, '2010,5'$ gebruikt voor deze perioden. Secties 1.3 en 1.4 hoeven daarom alleen uitgevoerd te worden voor de sterftekansen met betrekking tot de genoemde perioden.

1.3 Smoothen

De resulterende tweejarige gemiddelde sterftekansen worden vervolgens gesmoothed aan de hand van het Van Broekhoven algoritme ([VB]). De resulterende sterftekansen worden aangeduid met $q_{x,s}^{cbs,sm}(t^*)$. Omdat wordt uitgegaan van sterftekansen op halve leeftijden, met name $q_{x,s}^{cbs}(t^*)$, wordt het algoritma van VB voor halve leeftijden gebruikt. De resulterende sterftekansen zijn gedefinieerd op hele leeftijden x .

Sm.0 voor leeftijd $x = 0$ is $q_{0,s}^{cbs,sm}(t^*) = q_{0,s}^{cbs}(t^*)$;

Sm.1 voor leeftijd $x = 1, 2$ is $q_{x,s}^{cbs,sm}(t^*) = \frac{1}{2} [q_{x-\frac{1}{2},s}^{cbs}(t^*) + q_{x+\frac{1}{2},s}^{cbs}(t^*)]$;

Sm.2 vanaf leeftijd $x = 3$ tot en met $x = 94$ wordt $q_{x,s}^{cbs,sm}(t^*)$ bepaald door de volgende toepassing van het VB algoritme:

Sm.2.1 bepaal de Gompertz getransformeerde $G(x) = \ln(-\ln(1-x))$ van $q_{x,s}^{cbs}(t^*)$ met $x = 1\frac{1}{2}, \dots, 98\frac{1}{2}$ en noteer deze met $q_{x,s}^{cbs,G}(t^*)$;

Sm.2.2 bepaal het gewogen gemiddelde van de Gompertz getransformeerde $q_{x,s}^{cbs,G}(t^*)$ via (waarbij index j loopt met stapgrootte +1)

$$\sum_{j=-m-\frac{1}{2}}^{m+\frac{1}{2}} c_j q_{x+j,s}^{cbs,G}(t^*), \quad x = 3, \dots, 94, \quad (3)$$

met $c_j = \frac{12m^2 + 24m + 5 - 20j^2}{32m(m+1)(m+2)/3}$ en $m = 1$ voor $x = 3$, $m = 2$ voor $x = 4$, $m = 3$ voor $x = 5$ en $m = 4$ voor $x = 6, \dots, 94$;

Sm.2.3 pas de inverse Gompertz transformatie $G^{-1}(x) = 1 - \exp(-\exp(x))$ toe op het resultaat van **Sm.2.2** (voor $x = 3, \dots, 94$). De resulterende sterftekansen worden aangeduid met $q_{x,s}^{cbs,sm}(t^*)$ met $x = 3, \dots, 94$.

De volgende Sectie beschrijft wat er gebeurt met sterftekansen vanaf leeftijd 95.

1.4 A priori sluiten

De resulterende sterftekansen $q_{x,s}^{cbs,sm}(t^*)$ ($x = 0, \dots, 94, s = \{m, v\}, t^* = \{1987 - 1988', 2001 - 2002', 2010 - 2011'\}$) sluiten we voor hoge leeftijden. Hierbij wordt de logistische sterftewet van Kannistö (1992) gebruikt. Bij Kannistö (1992) wordt de sterfte-intensiteit $\mu_{x,s}(t^*)$ op hoge leeftijden gemodelleerd als

$$\mu_{x,s}(t^*) = \frac{\phi_{1,s,t^*} \exp(\phi_{2,s,t^*} x)}{1 + \phi_{1,s,t^*} \exp(\phi_{2,s,t^*} x)}. \quad (4)$$

Het sluiten gebeurt aan de hand van volgende stappen:

Sl.1 zet de $q_{x,s}^{cbs,sm}(t^*)$ voor $x = 80, \dots, 94$ om naar sterfte-intensiteiten via

$$\mu_{x,s}(t^*) = -\log(1 - q_{x,s}^{cbs,sm}(t^*)); \quad (5)$$

Sl.2 schat parameters ϕ_{1,s,t^*} en ϕ_{2,s,t^*} via OLS op het leeftijdsinterval $x = 80, \dots, 94$ als volgt (waarbij $\text{logit}(x) = \log(x/(1-x))$)

$$\text{logit}(\mu_{x,s}(t^*)) = \log\left(\frac{\mu_{x,s}(t^*)}{1 - \mu_{x,s}(t^*)}\right) = \log(\phi_{1,s,t^*}) + \phi_{2,s,t^*} x; \quad (6)$$

Sl.3 aan de hand van de geschatte parameters $\hat{\phi}_{1,s,t^*}$ en $\hat{\phi}_{2,s,t^*}$ wordt $q_{x,s}^{cbs,sm,sl}$ bepaald voor $x = 95, \dots, 125$ via

$$q_{x,s}^{cbs,sm,sl}(t^*) = 1 - \exp\left(-\frac{\hat{\phi}_{1,s,t^*} \exp(\hat{\phi}_{2,s,t^*} x)}{1 + \hat{\phi}_{1,s,t^*} \exp(\hat{\phi}_{2,s,t^*} x)}\right). \quad (7)$$

Voor leeftijden $x = 0, \dots, 94$ geldt: $q_{x,s}^{cbs,sm,sl}(t^*) = q_{x,s}^{cbs,sm}(t^*)$.

2 Het prognosemodel

2.1 Korte termijn trend

Voor elke leeftijd $x = 0, \dots, 125$ en geslacht $s = \{m, v\}$ wordt de korte termijn trend bepaald, $f_{x,s}^{kort}$, als het geometrisch gemiddelde van de sterftekansen over de laatste 9 jaar

$$f_{x,s}^{kort} = \left(\frac{q_{x,s}^{cbs,sm,sl}(t_{max})}{q_{x,s}^{cbs,sm,sl}(t_{kort})}\right)^{1/9}. \quad (8)$$

Hierbij refereert t_{max} naar '2010-2011' en t_{kort} naar '2001-2002'. Merk op dat de lengte van de korte termijn trend, i.e. 9, bepaald is als: $2010,5 - 2001,5 = 9$.

2.2 Lange termijn trend

Voor elke leeftijd $x = 0, \dots, 125$ en geslacht $s = \{m, v\}$ wordt de lange termijn trend

bepaald, $f_{x,s}^{lang}$, als het geometrisch gemiddelde van de sterftetekansen over de laatste 23 jaar

$$f_{x,s}^{lang} = \left(\frac{q_{x,s}^{cbs,sm,sl}(t_{max})}{q_{x,s}^{cbs,sm,sl}(t_{lang})} \right)^{1/23}. \quad (9)$$

Hierbij refereert t_{max} naar '2010-2011' en t_{lang} naar '1987-1988'. Merk op dat de lengte van de lange termijn trend, i.e. 23, bepaald is als: $2010,5-1987,5=23$.

2.3 Starttafel

De starttafel wordt bepaald aan de hand van $q_{x,s}^{cbs,sm,sl}(t_{max})$ en de korte termijn trend $f_{x,s}^{kort}$. De eenjarige sterftetekansen uit de starttafel wordt aangeduid met $q_{x,s}^{start}$ en deze zijn als volgt bepaald

$$q_{x,s}^{start} = q_{x,s}^{cbs,sm,sl}(t_{max}) \cdot (f_{x,s}^{kort})^{1/2}, \quad (10)$$

voor $x = 0, \dots, 125$ en $s = \{m, v\}$. Opnieuw refereert t_{max} naar de periode '2010-2011'. De macht '1/2' komt hierbij van $2011-2010,5=0,5$.

2.4 Goaltafel

Ruwe goaltafel De goaltafel wordt bepaald aan de hand van de starttafel en de lange termijn trend $f_{x,s}^{lang}$. De eenjarige sterftetekansen uit de goaltafel worden aangeduid met $q_{x,s}^{goal}$ en deze zijn als volgt bepaald

$$q_{x,s}^{goal} = q_{x,s}^{start} \cdot (f_{x,s}^{lang})^{t_{hor}}, \quad (11)$$

voor $x = 0, \dots, 125$ en $s = \{m, v\}$. t_{hor} staat voor projectiehorizon en is hier gelijk aan 51 jaar (i.e. $2062-2011=51$).

Smoothen van de goaltafel Vervolgens wordt de goaltafel gesmoothed aan de hand van VB voor hele leeftijden $x = 0, \dots, 120$. Dde resulterende goaltafel wordt aangeduid met $q_{x,s}^{goal,sm,no.r}$ ⁵. Hierbij geldt:

Sm.G.0 voor leeftijd $x = 0, x = 1$ en $x = 2$ is $q_{x,s}^{goal,sm,no.r} = q_{x,s}^{goal}$;

Sm.G.1 vanaf leeftijd $x = 3$ tot en met $x = 120$ wordt $q_{x,s}^{goal,sm,no.r}$ bepaald via de volgende implementatie van het VB algoritme:

Sm.G.1.1 bepaal de Gompertz getransformeerde $G(x) = \ln(-\ln(1-x))$ van $q_{x,s}^{goal}$ en noteer deze met $q_{x,s}^{goal,G}$;

Sm.G.1.2 bepaal het gewogen gemiddelde van de Gompertz getransformeerde $q_{x,s}^{goal,G}$

$$\sum_{j=-m}^m c_j q_{x+j,s}^{goal,G}, \quad x = 3, \dots, 120 \quad (12)$$

met $c_j = \frac{3m^2+3m-1-5j^2}{(8m^3+12m^2-2m-3)/3}$ en $m = 2$ voor $x = 3$, $m = 3$ voor $x = 4$, $m = 4$ voor $x = 5$ en $m = 5$ voor $x = 6, \dots, 120$;

5 – De notatie 'no.r' staat hier voor 'zonder restricties'. Verderop wordt namelijk een restrictie gedefinieerd waar de uiteindelijke goaltafel aan moet voldoen.

Sm.G.1.3 pas de inverse Gompertz transformatie $G^{-1}(x) = 1 - \exp(-\exp(x))$ toe op het resultaat van **Sm.G.1.2** (voor $x = 3, \dots, 120$).

Restrictie op de goaltafel Er wordt de restrictie opgelegd dat de sterftekansen in de goaltafel (voor gegeven x en s) niet hoger kunnen zijn dan de overeenkomstige sterftekans uit de starttafel. Bijgevolg is de uiteindelijke goaltafel $q_{x,s}^{goal,sm}$ gegeven door

$$q_{x,s}^{goal,sm} = \min(q_{x,s}^{goal,sm,no.r}, q_{x,s}^{start}), \quad (13)$$

voor all $x = 0, \dots, 120$ en $s = \{m, v\}$.

2.5 Prognose

De prognosetafel $q_{x,s}^{prog,no.r}(t)$ ⁶ voor $x = 0, \dots, 120$, $s = \{m, v\}$ en $t = 0, \dots, 51$ wordt als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} q_{x,s}^{prog,no.r}(t) &= q_{x,s}^{start} \cdot \prod_{j=1}^t f_{x,s}^{kort} e^{j \cdot \alpha_x} \\ &= q_{x,s}^{start} \cdot (f_{x,s}^{kort})^t \cdot e^{\alpha_x t(t+1)/2}. \end{aligned} \quad (14)$$

Hierbij wordt α_x bepaald door te eisen dat voor $t = 51 := t_{hor}$ de prognosetafel samenvalt met de goaltafel. Bijgevolg:

$$\begin{aligned} \log q_{x,s}^{goal,sm} &= \log(q_{x,s}^{start}) + t_{hor} \log(f_{x,s}^{kort}) + \alpha_x \frac{t_{hor}(t_{hor}+1)}{2} \\ &\Downarrow \\ \alpha_x &= \frac{\log q_{x,s}^{goal,sm} - \log(q_{x,s}^{start}) - t_{hor} \log(f_{x,s}^{kort})}{\frac{t_{hor}(t_{hor}+1)}{2}}. \end{aligned} \quad (15)$$

Vervolgens worden de sterftekansen in de prognosetafel gevonden via

$$q_{x,s}^{prog,no.r}(t) = q_{x,s}^{start} \cdot (f_{x,s}^{kort})^t \cdot \left(\frac{q_{x,s}^{goal,sm}}{q_{x,s}^{start} \cdot (f_{x,s}^{kort})^{t_{hor}}} \right)^{\frac{t(t+1)}{t_{hor}(t_{hor}+1)}}, \quad (16)$$

voor $x = 0, \dots, 120$, $s = \{m, v\}$ en $t = 0, \dots, 51$. Hierbij komt $t = 0$ overeen met jaar 2011 (i.e. de starttafel), $t = 1$ met 2012, \dots , $t = 51$ met 2062.

Restricties op de prognosetafel Als eerste restrictie wordt opgelegd dat - voor gegeven x en s - de prognosetafel voor geen enkele t lager mag worden dan de goaltafel. Bijgevolg is

$$q_{x,s}^{prog}(t) = \max(q_{x,s}^{prog,no.r}(t), q_{x,s}^{goal,sm}), \quad (17)$$

voor alle $t = 0, \dots, 51$.

Een tweede restrictie heeft betrekking op zeer hoge leeftijden en zorgt ervoor dat patronen uitgesloten worden waarbij de sterftekansen eerst zullen stijgen om vervolgens te dalen naar de overeenkomstige sterftekans uit de goaltafel. Om dit te vermijden, wordt de volgende restrictie opgelegd

$$q_{x,s}^{prog}(t) = q_{x,s}^{goal,sm} \quad x = 100, \dots, 120, t = 0, \dots, 51. \quad (18)$$

6 – De notatie 'no.r' staat hier voor 'zonder restricties'. Verderop worden namelijk enkele restricties gedefinieerd waar de uiteindelijke prognosetafel aan moet voldoen.

References

V. Kannistö.
Development of the oldest-old mortality, 1950-1980: evidence from 28 developed countries.
Odense University Press, 1992.

LITERATUURVERANTWOORDING

Geraadpleegde bronnen

Sites

<http://statline.cbs.nl/StatWeb>

<http://www.netspar.nl/publications>

Literatuur

- CBS Statline
- A. Coale and E. Kisker. Defects in data on old age mortality in the United States: New procedures for calculating approximately accurate mortality schedules and life tables at the highest ages. *Asian and Pacific Population Forum*, 4:1-31, 1990.
- M. Denuit and A.C. Goderniaux. Closing and projecting life tables using log-linear models. *Bulletin of the Swiss Association of Actuaries*, 29-49, 2005.
- L.G. Doray. Inference for logistic-type models for the force of mortality. *Living to 100 and beyond*, SOA Monograph M-L108-01, p. 18, 2008.
- V. Kannistö. *Development of the oldest-old mortality, 1950-1980; evidence from 28 developed countries*. Odense University Press, 1992.
- M. Lindbergson. Mortality among the elderly in Sweden 1988-1997. *Scandinavian Actuarial Journal*, pages 79-94, 2001.
- Peters, Nusselder en Mackenbach. *The model risk of longevity of the projection model of the Actuarial Society*, Netspar Design Paper, 2012.
- J.W. Vaupel. Relatives' risks: frailty models of life history data. *Theoretical population biology*, 37:220-234, 1990.
- F. De Vylder. Maximum de vraisemblance et moindres carrés pondérés dans l'ajustement des tables de mortalité. *Bulletin de l'Association Royale des Actuaire Belges*, 70:35-41, 1975.

colofon

Uitgave Actuarieel Genootschap, Groenewoudsedijk 80, 3528 BK Utrecht
telefoon: 030 686 61 50, website: www.ag-ai.nl

Vormgeving Stahl Ontwerp, Nijmegen

Druk Selection Print & Mail, Woerden