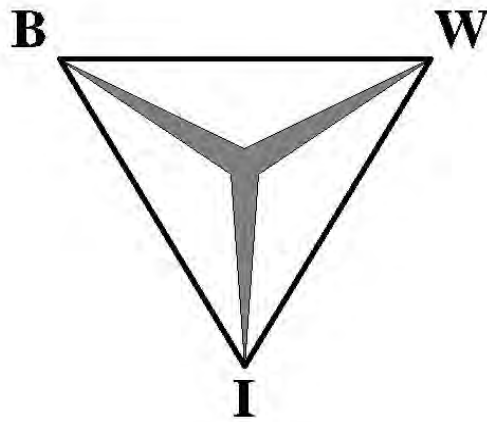


Een onderzoek naar het langlevenrisico en het renterisico

Welke garanties dienen verzekerd te worden?

Angelique Abels

23 april 2003



Stageverslag

Vrije Universiteit
Faculteit Exacte Wetenschappen
Bedrijfswiskunde & Informatica
De Boelelaan 1081
1081 HV Amsterdam

Watson Wyatt Brans & Co

Prof. E.M. Meijerslaan 5
1183 AV Amstelveen



Voorwoord

In het kader van mijn afstudeerscriptie voor de opleiding Bedrijfswiskunde & Informatica van de Faculteit der Exacte Wetenschappen aan de Vrije Universiteit van Amsterdam heb ik gedurende een aantal maanden stage gelopen bij Watson Wyatt Brans & Co in Amstelveen.

In deze scriptie heb ik onderzocht of er een methode kon worden gevonden, op basis waarvan voor een willekeurig pensioenfonds een op maat gemaakt advies zou kunnen worden gegeven, aangaande het wel of niet verzekeren van het langlevens- en/of het renterisico bij een verzekeraar. Daarbij heb ik niet alleen veel kennis opgedaan op het gebied van pensioenen eveneens heb ik daarbij mijn statistische kennis weer wat opgefrist. Kan dan ook niet anders zeggen dan dat deze stage voor mij een zeer leerzame periode is geweest.

Een woord van dank gaat uit naar dr. H. van Zanten mijn stagebegeleider vanuit de Vrije Universiteit en natuurlijk ook naar mijn beide stagebegeleiders bij Watson Wyatt Brans & Co, drs. A. Diemeer en dhr. G. de Jong die mij met raad en daad hebben bijgestaan. Verder wil ik graag Moeder, Zus en Vriend bedanken omdat zij mij mijn gehele studietijd hebben gesteund in wat ik deed en ook in wat ik niet deed. Ook wil ik nog Wieger Rekker bedanken voor zijn geïnvesteerde tijd (én geduld) met betrekking tot zijn uitgebreide uitleg over het programmeren van macro's in Visual Basic for Applications. Tot slot wil ik natuurlijk ook alle andere collega's bedanken die er voor gezorgd hebben dat mijn stageperiode niet alleen een leuke maar vooral ook een er(ru)g gezellige periode is geweest. Nogmaals iedereen bedankt!

April 2003,

Angelique Abels

Samenvatting

Aanleiding tot dit onderzoek is geweest de verslechterde omstandigheden voor pensioenfondsen ten gevolge van de zware koersval op de beurs, de aankomende vergrijzing en het feit dat de gemiddelde levensverwachting van de mens nog steeds stijgende is. Gezien deze ontwikkelingen is het niet al te verwonderlijk dat bij veel pensioenfondsen een toenemende interesse kan worden waargenomen voor het verzekeren van de pensioengelden, in het bijzonder voor het verzekeren van risico's, bij een pensioenverzekeraar.

Uiteraard gaat het verzekeren van risico's bij een pensioenverzekeraar met kosten gepaard. Doel van dit onderzoek is een methode te ontwikkelen (uiteindelijk geïmplementeerd in een model) waarmee voor een willekeurig pensioenfonds, *gegeven het percentage van de verzekeraar*, kan worden beoordeeld of het renterisico en/of het langlevensrisico moet worden verzekerd bij een verzekeraar, of niet. Daartoe is allereerst gekozen voor het ontwikkelen van een deterministisch model en vervolgens voor het ontwikkelen van een stochastisch model. De implementatie van beide modellen én de resultaten die met beide modellen zijn verkregen staan beschreven in hoofdstuk 5.

Op basis van de verkregen resultaten met het deterministische model konden de volgende conclusies worden afgeleid. Voor de uitkeringsgarantie:

- mannen zijn risicovoller dan vrouwen, en
- oudere deelnemers zijn risicovoller en dus duurder dan jongere deelnemers.

Met andere woorden of moet worden gekozen voor het verzekeren van het langlevensrisico bij een verzekeraar is in grote mate afhankelijk van de samenstelling van het deelnemersbestand.

Voor wat betreft de rentegarantie kon het volgende worden afgeleid:

- uitspraken aangaande het wel of niet herverzekeren van het renterisico bij een verzekeraar zijn erg afhankelijk van de gehanteerde rekenrente en het gekozen scenario voor het werkelijke rendement.

Voor een toelichting op bovenstaande conclusies (of voor de totstandkoming van deze conclusies) verwijs ik naar hoofdstuk 6 van deze scriptie.

Na toepassing van het deterministische model is er eveneens nog voor gekozen het deterministische model zo aan te passen, dat het ook mogelijk werd rekening te houden met variabelen die stochastisch van aard zouden kunnen zijn. Om op basis van het 'stochastische' model uitspraken te doen over of wel of niet moeten worden herverzekerd is er een beslissingsboom ontwikkeld. Er is met name gekeken naar de ligging van het percentage van de verzekeraar ten opzichte van de verkregen 95%-betrouwbaarheidsintervallen en of op basis daarvan wel,

niet of dat het wellicht verstandig zou zijn om het renterisico en/of het langlevensrisico onder te brengen bij de verzekeraar.

De voornaamste conclusies zijn:

- Of het langlevensrisico wel of niet moet worden verzekerd bij een verzekeraar is erg afhankelijk van het percentage van de verzekeraar, de samenstelling van het deelnemersbestand en de aannames die zijn gemaakt voor de verwachte en de werkelijke sterfte.
- In geval van het renterisico kon telkens worden vastgesteld dat het verstandig zou zijn om het renterisico onder te brengen bij de verzekeraar. Dit vanwege de grote spreiding van de verkregen 95%-betrouwbaarheidsintervallen en het feit dat in alle doorgerekende combinaties het percentage van de verzekeraar in deze betrouwbaarheidsintervallen kwam te liggen. In tegenstelling tot de verkregen resultaten voor het verzekeren van het langlevensrisico (waar sprake was van een kleine spreiding van de uitkomsten) was het voor het renterisico dus niet eenduidig vast te stellen of de verzekeraar met zijn opslag aan de hoge dan wel aan de lage kant zou zitten om het renterisico te kunnen dekken.

Bovenstaande conclusie met betrekking tot het langlevensrisico vertelt echter niet veel meer dan op voorhand eigenlijk ook wel al mocht worden verwacht. Verschil ten opzichte van voor dit onderzoek is echter alleen dat we nu een waarde hebben gevonden of eigenlijk een bereik aan waarden waarmee de keuze voor het al dan niet verzekeren van het langlevensrisico *kwantitatief* kan worden onderbouwd. En dat is wat we met dit onderzoek ook eigenlijk wilden bereiken!

Tot slot van deze samenvatting kan nog worden vermeld dat vanwege de verkregen grootte van het model en vanwege de traagheid van het model dat indien gekozen zou worden voor verdere uitbreidingen van het model (wat wellicht noodzakelijk zal zijn om een algemeen toepasbaar model te verkrijgen) het zeer zeker aan te bevelen is om het model te implementeren in een ander pakket of een andere programmeertaal dan Excel en Visual Basic for Applications. Voor welke programmeertaal het beste zou kunnen worden gekozen is dan weer de volgende vraag. Dit zal onder andere afhankelijk zijn van de beschikbaarheid van andere programmeertalen binnen Watson Wyatt Brans & Co en de verdere doelstellingen van Watson Wyatt Brans & Co met het tot dusver ontwikkelde model.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	1
SAMENVATTING	1
INHOUDSOPGAVE.....	1
1 INLEIDING	1
1.1 ALGEMEEN	1
1.2 ACHTERGROND ONDERZOEK	1
1.3 DOEL VAN DIT RAPPORT	3
2 PENSIOEN	5
2.1 TOEKOMSTVOORZIENINGEN IN NEDERLAND	5
2.1.1 Basisvoorzieningen	5
2.1.2 Het aanvullend pensioen	6
2.1.3 De individuele aanvullende voorzieningen	6
2.1.4 Een overzicht	7
2.2 EEN PENSIOENTOEZEGGING	7
2.2.1 De hoogte van het pensioen	8
2.2.2 Individuele en collectieve verzekeringen	9
2.3 DE PENSIOEN-EN SPAARFONDSENWET	10
2.4 UITVOERDERS PENSIOENREGELING.....	10
2.4.1 Bedrijfstakpensioenfonds	11
2.4.2 Verzekeringsmaatschappij	11
2.4.3 Ondernemingspensioenfonds.....	11
2.4.4 Toezicht PVK	11
2.5 DE KEUZE VAN EEN UITVOERDER	12
2.5.1 Bedrijfstakpensioenfonds	12
2.5.2 Verzekeringsmaatschappij.....	13
2.5.3 Eigen ondernemingspensioenfonds	13
2.5.4 Verdeling uitvoerders in Nederland.....	15
3 FINANCIËEL BELEID PENSIOENFONDSEN	17
3.1 DE DEKKINGSGRAAD	17
3.2 STURINGSMIDDELEN PENSIOENFONDS	18
3.2.1 Het premiebeleid	19
3.2.2 Het indexatiebeleid.....	19
3.2.3 Het beleggingsbeleid.....	19
3.2.4 Het pensioenbeleid	19
3.3 MAATREGELEN BIJ ONTOEREIKENDE VERMOGENSPOSITIE	20
3.3.1 Bijstorten	20
3.3.2 Premie verhogen.....	20
3.3.3 Loslaten van de indexering	21
3.3.4 Aanpassen van het beleggingsbeleid.....	21
3.3.5 Versoberen van de pensioenregeling.....	21
3.4 HET UITBESTEDEN VAN WERKZAAMHEDEN	22
3.4.1 Uitvoering pensioenregeling.....	22
3.4.2 Delegeren van taken.....	22
4 THEORETISCHE ACHTERGROND MODEL.....	25
4.1 ACTU(ARI)ELE ASPECTEN VAN PENSIOENEN	25

4.1.1 Grondslagen	25
4.1.2 Risico's	29
4.1.3 Huidig beleid pensioenfondsen	31
4.2 HET GARANTIECONTRACT	33
4.3 MODELOPZET	35
4.3.1 Het modelbegrip	35
4.3.2 Classificatie van modellen	41
4.3.3 Computersimulatie	42
4.3.4 Werkwijze	43
5 IMPLEMENTATIE VAN HET MODEL EN DE ONDERZOEKSRESULTATEN	44
5.1 HET MODEL	44
5.1.1 Beschrijving van het werkelijke systeem	44
5.1.2 Beoordeling opslagen verzekeraars	48
5.1.3 Variabelen	50
5.1.4 Het analytische model	54
5.2 COMPUTERSIMULATIE	59
5.2.1 Realistischere aanname 1: samenstellen toekomstige A.G.-tafels	63
5.2.2 Realistischere aanname 2: het simuleren van toekomstige beleggingsrendementen	66
5.2.3 Realistischere aanname 3: doorrekenen heel deelnemersbestand	69
5.3 STOCHASTISCHE SIMULATIE	74
5.3.1 Stochastische invoervariabelen	74
5.3.2 Statistische analyse van de uitvoervariabelen	81
5.4 TOEPASSING STOCHASTISCHE MODEL OP GEHEEL DEELNEMERSBESTAND	87
5.4.1 Drie combinaties van grondslagen, werkelijke sterfte en werkelijk rendement	87
5.4.2 Resultaten stochastisch model	90
6 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	103
6.1 DETERMINISTISCH MODEL	103
6.2 STOCHASTISCH MODEL	104
6.3 TOT SLOT 106	
7 LITERATUUR	107
BIJLAGEN	108
BIJLAGE I AFRONDINGSALGORITME ACTUARIEEL GENOOTSCHAP	109
BIJLAGE II FACTORENMODEL	118
BIJLAGE III FACTOREN MANNEN	124
BIJLAGE IV FACTOREN VROUWEN	128
BIJLAGE V DATA TIJDREEKSMODEL	132
BIJLAGE VI FUNCTIE TRIANGLE(A,B,C) IN EXCEL	134

1 Inleiding

Deze inleiding begint met een korte beschrijving van Watson Wyatt Brans & Co. Vervolgens zal worden toegelicht tegen welke achtergrond dit onderzoek heeft plaatsgevonden. En tot slot zal aan de orde komen wat het doel van dit onderzoek is en op welke wijze deze scriptie is ingedeeld om dit doel te kunnen bereiken.

1.1 Algemeen

Watson Wyatt Brans & Co is een van de grootste en meest toonaangevende adviesbureau's van Nederland op het gebied van pensioenen en verzekeringen. Watson Wyatt Brans & Co adviseert haar cliënten op het gebied van pensioenen en verzekeringen vanuit een actuariële, juridische, fiscale en beleggingsinvalshoek, alsmede human capital consulting. Door de grote variëteit aan diensten die Watson Wyatt Brans & Co haar cliënten biedt werken er mensen uit allerlei verschillende vakgebieden: juristen, fiscalisten, web-editors, marketeers, IT-ers maar vooral veel actuarissen: dé rekenaars als het aankomt op het gebied van pensioenen en verzekeringen.

Een actuaaris wordt veelal omschreven als een (levens)verzekeringswiskundige. Het werk van een actuaaris bestaat onder andere uit het ontwerpen en aanpassen van pensioenregelingen, het beoordelen van financieringssystemen, het berekenen van premies en het verrichten van actuariële werkzaamheden in het kader van de jaarrekening. Verder ontwerpt de actuaaris modellen om risicoanalyses uit te kunnen uitvoeren. Met behulp van deze risicoanalyses is de actuaaris in staat de financiële gevolgen van bepaalde trends of mogelijke ontwikkelingen in kaart te kunnen brengen.

De huidige, economisch, onstabiele tijd heeft bij veel cliënten van Watson Wyatt Brans & Co de aandacht voor het uitvoeren van deze risicoanalyses in sterke mate doen toenemen. Naast het uitvoeren van deze risicoanalyses, met behulp van de huidige methoden of modellen die de actuarissen van Watson Wyatt Brans & Co daartoe ter beschikking staan, is Watson Wyatt Brans & Co óók altijd op zoek naar *nieuwe* methoden. Nieuwe methoden om haar huidige werkwijze mee te kunnen verbeteren maar natuurlijk ook, om haar huidige arsenaal aan methoden en modellen (mogelijk) mee uit te kunnen breiden. Door onderzoek naar dit soort 'nieuwe' methoden hoopt Watson Wyatt Brans & Co in de toekomst haar cliënten nog beter van dienst te kunnen zijn.

1.2 Achtergrond onderzoek

Wie de kranten van de afgelopen maanden openslaat ziet dat de pensioenproblematiek weer volop in de publieke belangstelling staat. Waar tot voor kort nog sprake was van zogeheten premievakanties (omdat de pensioenfondsen door de beleggingsinkomsten ruim genoeg bij kas zaten om het zonder premie-inkomsten te kunnen stellen) zijn er vandaag de dag haast geen slechtere omstandigheden voor pensioenfondsen te bedenken: aandelenbeurzen stagneren, de economische groei valt tegen en de inflatie blijft onverminderd hoog. Pensioenregelingen worden versoberd, loon- en prijsindexatie staan ter discussie en financiële buffers zijn

weggesmolten. In totaal hebben de pensioenfondsen in Nederland afgelopen jaar 36 miljard euro verloren en daarmee is bij velen de dekkingsgraad¹ beneden de minimale vereiste 100% gekomen.

Op zichzelf hoeft deze ‘onderdekking’ niet direct voor problemen te zorgen. Alle uitkeringen hoeven immers niet direct morgen, te worden uitgekeerd. Alleen wanneer er verder in de toekomst wordt gekeken dan zien we door de toenemende vergrijzing dat pensioenfondsen zich (met de huidige situatie op de beurs) toch wel enige zorgen moeten gaan maken. Tussen 2005 en 2015 gaat immers de naoorlogse generatie van babyboomers ‘massaal’ met pensioen. Pensioenfondsen moeten dan uiteraard wel voldoende vermogen hebben om alle uitkeringen mee te kunnen doen. En heel belangrijk mee te kunnen *blijven* doen, want met deze aankomende vergrijzing dient zich direct het volgende probleem al aan. Nog steeds neemt namelijk de gemiddelde levensverwachting van de mens toe. In verhouding tot nu zullen straks dus niet alleen méér uitkeringen betaald moeten worden maar ook zullen uitkeringen steeds länger uitgekeerd moeten gaan worden. Hier moet dan wel voldoende vermogen voor aanwezig zijn!

Kortom allerlei onzekerheden die maken, dat het niet al te verwonderlijk is dat vandaag de dag veel mensen zich afvragen of er nog wel genoeg geld in kas is, als zij “straks” aan de beurt zijn om van hun oude dag te gaan genieten (en dat dan ook onbezorgd te kunnen blijven doen). Het blijft immers onzeker of, en op welke termijn en misschien nog wel belangrijker in welke mate de beurs zich weer zal herstellen. Als de beurzen snel weer zouden herstellen is er geen probleem (althans geen groot probleem) maar wat als ze dat niet doen? Dat geldt ook voor een stijging van de gemiddelde levensverwachting. Een kleine stijging zal niet voor al te veel problemen zorgen maar wat als straks pensioenen gemiddeld 10 jaar langer uitgekeerd moeten worden? Door de toenemende vergrijzing moeten veel pensioenfondsen snel bij zichzelf ten rade gaan. Maatregelen moeten worden getroffen. Maatregelen om te allen tijde te kunnen garanderen dat er ieder jaar voldoende kapitaal aanwezig is om de lasten in dat zelfde jaar te kunnen betalen.

Een van de maatregelen die pensioenfondsen zouden kunnen treffen is het *verzekeren* van de pensioengelden bij een pensioenverzekeraar. Het verzekeren van de pensioengelden bij een pensioenverzekeraar, is *een* middel om te bereiken dat pensioenuitkeringen te allen tijde gedaan kunnen worden. Indien gekozen wordt voor verzekering van de pensioengelden ter dekking van de mogelijk nadelige financiële gevolgen van de ontwikkelingen op de beurs en van een stijging in de gemiddelde levensverwachting, kan worden gesproken van herverzekering middels een ‘garantiecontract’ (in geval van het verzekeren van risico’s wordt doorgaans de term herverzekeren gebruikt). Bij een garantiecontract staat de pensioenverzekeraar volledig ‘garant’ voor de mogelijke tekorten die zouden kunnen ontstaan wanneer beleggingsresultaten zouden tegenvallen of wanneer zal blijken dat mensen gemiddeld langer zullen blijven leven. Met het oog op de vergrijzing (en de huidige onderdekking bij vele pensioenfondsen) een interessante optie dus!

¹De dekkingsgraad is de verhouding tussen de bezittingen van een pensioenfonds en de verplichtingen van een pensioenfonds. Met de verplichtingen van een pensioenfonds wordt de hoeveelheid geld bedoeld dat nu gereserveerd moet worden om nu en in de toekomst de verwachte uitkeringen aan verzekerden te kunnen doen. Een pensioenfonds met een dekkingsgraad van minder dan 100 procent heeft niet genoeg middelen om zijn pensioenverplichtingen na te komen.

1.3 Doel van dit rapport

Watson Wyatt Brans & Co is op zoek naar een methode om haar cliënten een meer ‘kwantitatieve’ ondersteuning te bieden aangaande het verzekeren van de pensioengelden bij een pensioenverzekeraar. Deze methode zou er uiteindelijk toe moeten leiden dat Watson Wyatt Brans & Co ieder willekeurig pensioenfonds een op maat gemaakt advies zou kunnen geven aangaande de risico’s (in geval van een garantiecontract) ten gevolge van:

- a) de ontwikkelingen op de beurs en
- b) een stijging in de gemiddelde levensverwachting

Uiteindelijk zal deze ‘kwantitatieve’ benadering er toe moeten leiden een bijdrage te kunnen leveren aan een betere kijk op de toekomst: beleidskeuzes aangaande herverzekeren zouden (eerder) genomen kunnen worden en ongewenste situaties (mogelijk) kunnen worden voorkomen. Een combinatie van economische, wiskundige en modellerende technieken vormt de basis voor het kwantificeren van deze risico’s. Meer specifiek nog in dit onderzoek heb ik de combinatie van deze drie vakgebieden gebruikt om voor een willekeurig pensioenfonds de volgende vraag te kunnen beantwoorden:

“Moet een pensioenfonds de (financiële) risico’s ten gevolge van tegenvallende beleggingsresultaten, of ten gevolge van een toename in de gemiddelde levensverwachting, in eigen beheer houden of herverzekeren bij een pensioenverzekeraar?”

Of het verzekeren van risico’s bij een pensioenverzekeraar een goede oplossing is hangt niet alleen af van de ontwikkelingen op de beurs, of het verschijnsel dat de gemiddelde levensverwachting nog steeds aan het toenemen is. Ook héél belangrijk is het prijskaartje dat pensioenverzekeraars daar voor vragen. Watson Wyatt Brans & Co is met name geïnteresseerd in een methode (of een model) om voor een willekeurig pensioenfonds te kunnen beoordelen, of dit ‘prijskaartje’ inderdaad wel het ‘acceptabele’ prijskaartje is. Watson Wyatt Brans & Co vermoedt namelijk dat de opslagen die pensioenverzekeraars vragen eerder berust zijn op gewoonte of ervaring, en veelal gelden als algemene vuistregels, dan dat daar nou echt wiskundige modellen aan ten grondslag liggen. Om bovenstaande vraag voor een willekeurig pensioenfonds te kunnen beantwoorden, heb ik dan ook als meest belangrijke criterium bij het al dan niet verzekeren van risico’s gekozen voor de opslagen die pensioenverzekeraars daarvoor vragen, en dus niet voor de al eerder genoemde dekkingsgraad bijvoorbeeld. Wanneer er bijvoorbeeld sprake is van onderdekking zou dat namelijk ook een criterium kunnen zijn om te kiezen voor het verzekeren van de pensioengelden bij een verzekeraar.

Om bovenstaande vraag voor een willekeurig pensioenfonds te kunnen beantwoorden zal een model worden ontwikkeld in Excel. De stappen die zullen worden doorlopen voor de ontwikkeling van dit model vormen de leidraad van de wijze waarop deze scriptie zal worden ingedeeld. Deze laatste is als volgt:

Hoofdstuk twee geeft allereerst een algemeen overzicht van het Nederlands stelsel van toekomstvoorzieningen. In dit hoofdstuk zullen diverse vaktermen nader worden toegelicht. In hoofdstuk drie zal het financieel beleid van pensioenfondsen worden behandeld. Daarbij zullen diverse maatregelen worden toegelicht die pensioenfondsen kunnen treffen, om er voor te zorgen dat er voldoende vermogen aanwezig zal zijn om aan de betalingsverplichtingen (van nu en in de toekomst) te kunnen voldoen. Tevens zal hier de mogelijkheid van het uitbesteden van werkzaamheden aan de orde komen. In hoofdstuk vier zullen we ons vervolgens meer gaan richten op de zojuist geformuleerde onderzoeksvraag. Daartoe zullen allereerst de risico's die pensioenfondsen lopen (van belang voor dit onderzoek) uitvoerig worden behandeld en zal tevens het garantiecontract worden toegelicht. In het tweede deel van dit hoofdstuk zal vervolgens nog enige aandacht worden geschonken aan het bouwen van een model. Hoofdstuk vijf zal dan gericht zijn op de implementatie van het model én de resultaten die na toepassing op een tweetal fictieve deelnemersbestanden met het ontwikkelde (computer)model zullen worden verkregen. Hoofdstuk zes zal dan afsluiten met het geven van conclusies en enkele aanbevelingen voor verder onderzoek.

2 Pensioen

Iedereen heeft belang bij een inkomen om onafhankelijk van anderen te kunnen bestaan. Een inkomen dat de mogelijkheid biedt om de stijl van leven waaraan men gewend is voort te zetten of waarbij in ieder geval het bestaansminimum is gegarandeerd.

Nederland kent daartoe een drietal verschillende mogelijkheden. Deze zullen worden behandeld in de eerste paragraaf. Vervolgens zal worden ingegaan op een specifieke vorm van toekomstvoorzieningen namelijk die via de werkgever. Wanneer een werkgever aan zijn werknemers toezeggingen doet omtrent pensioenrechten, moet deze er voor zorgdragen dat de gewekte verwachtingen in vervulling zullen gaan. Daartoe heeft de werkgever een aantal verschillende mogelijkheden. De verschillende mogelijkheden, met elk z'n voor- en nadelen, zullen afzonderlijk worden toegelicht.

2.1 Toekomstvoorzieningen in Nederland

Ieder mens heeft behoefte aan zekerheid met name op het gebied van inkomen. Wanneer iemand pensioneert, arbeidsongeschikt wordt of komt te overlijden, heeft dit veelal financiële gevolgen voor zichzelf of voor diens nabestaande(n). Voor een ieder is het van belang dat in elk van deze situaties financiële bestaanszekerheid is gegarandeerd. Nederland kent een drietal mogelijkheden om hierin te voorzien:

- allereerst zijn er **de basisvoorzieningen** van de overheid.
- vervolgens is er **het aanvullend pensioen** via de werkgever.
- en tot slot zijn er **de individuele aanvullende voorzieningen** voor een ieder die dat wil en kan betalen.

Deze drietal mogelijkheden zullen in de hierna volgende paragrafen een voor een worden toegelicht.

2.1.1 Basisvoorzieningen

Omdat Nederland een verzorgingsstaat is zorgt het middels een aantal volksverzekeringen voor een basisvoorziening voor haar burgers. Voor iedereen die rechtmatig in Nederland woont zijn er respectievelijk de volgende basisvoorzieningen om in geval van pensioneren, overlijden of invalideren in een inkomen te voorzien:

- de Algemene ouderdomswet (AOW)
- de Algemene nabestaandenwet (ANW)
- de Wet op arbeidsongeschiktheidsverzekering (WAO) of de Wet Arbeidsongeschiktheidsverzekering zelfstandigen (WAZ) (in geval van zelfstandigen).

De overheid beoogt met haar basisvoorzieningen dat voor iedere ingezetene van Nederland het bestaansminimum is gegarandeerd en dat niemand in principe onder de armoedegrens hoeft te leven.

2.1.2 Het aanvullend pensioen

Naast de basisvoorzieningen bestaat er de mogelijkheid een aanvullend pensioen op te bouwen via de werkgever. Het aanvullend pensioen is in het leven geroepen om de koopkracht van werknemers (of diens nabestaanden) te kunnen behouden op het moment dat de pensioengerechtigde leeftijd wordt bereikt of op het moment dat de werknemer komt te overlijden. Veel werknemers ontvangen namelijk een salaris dat uitstijgt boven de hoogte van de (relatief lage) basisvoorzieningen en zijn daardoor gewend geraakt aan een bepaalde levensstandaard. Een levensstandaard welke hoogstwaarschijnlijk niet zou kunnen worden blijven gehandhaafd wanneer men slechts aangewezen zou zijn op de basisvoorzieningen van de overheid.

Overigens is het niet zo dat iedere werknemer pensioen opbouwt via zijn werkgever. In Nederland is er namelijk in beginsel geen verplichting voor de werkgever om voor zijn werknemer een pensioen op te bouwen. Veel werkgevers zijn zich er echter meer en meer van bewust dat voor de meeste werknemers ná het loon, het aanvullend pensioen de meest belangrijke arbeidsvoorwaarde is. Welke werknemer wil immers niet zijn levensstandaard weten te behouden bij pensioneren of invalideren, of het ‘goed’ hebben geregeld voor zijn naasten wanneer de werknemer zelf zou komen te overlijden? Zowel voor het werven van personeel en (misschien wel belangrijker) voor het behouden van personeel zien steeds meer werkgevers de noodzaak in van het opnemen van een pensioenregeling als onderdeel van het totale arbeidsvoorwaardenpakket.

Indien werknemers de mogelijkheid wordt geboden om te kunnen deelnemen aan een pensioenregeling dan kunnen de volgende hoofdvormen van pensioen worden onderscheiden:

- Het **ouderdomspensioen**
- Het **nabestaandenpensioen**
- Het **arbeidsongeschiktheidspensioen**

Het nabestaandenpensioen is het pensioen dat aan de nabestaande wordt uitgekeerd bij overlijden van de werknemer. De nabestaande is de weduwe of weduwnaar van de werknemer of de geregistreerde partner. Ook het wezenpensioen behoort tot het nabestaandenpensioen. Het ouderdomspensioen en het nabestaandenpensioen komen vrijwel altijd voor in pensioenregelingen. Voor een arbeidsongeschiktheidspensioen is dit niet altijd het geval.

2.1.3 De individuele aanvullende voorzieningen

Vaak is het nodig om extra voorzieningen te treffen. Bijvoorbeeld voor diegenen die geen pensioen opbouwen via de werkgever (zoals zelfstandig ondernemers bijvoorbeeld) of omdat werkgevers geen pensioenregelingen aanbieden omdat zij daar in principe niet toe verplicht zijn. Het staat een ieder vrij, die dat wil en kan betalen, om op één of andere manier zelf kapitaal op te bouwen, bijvoorbeeld door het afsluiten van een lijfrenteverzekering of een kapitaalverzekering (in geval van ouderdom of overlijden) of door het afsluiten van een verzekering die verband houdt met arbeidsongeschiktheid (in geval van invalideren). Maar ook kan het

spaargeld betreffen of bezit van onroerend goed. Óf en welke individuele aanvullende voorzieningen iemand treft is afhankelijk van zijn of haar financiële situatie en/of individuele wensen.

2.1.4 Een overzicht

Financiële bestaanszekerheid is een van de belangrijkste redenen van het tot stand komen van het Nederlands stelsel van toekomstvoorzieningen. Ter indeling van bovenstaande verschillende vormen van toekomstvoorzieningen wordt er vaak ook gesproken over “de drie pijlers van toekomstvoorzieningen” die het inkomen van iemand kunnen vormen. De overheid, de sociale partners (werknemers en werkgevers) en individuele burgers hebben ieder hun eigen rol en verantwoordelijkheid om in inkomen voor de toekomst te voorzien.

De Nederlandse toekomstvoorzieningen samengevat:

	Overheid	Werkgever	Privé
bij pensioneren	AOW	Ouderdomspensioen	Lijfrente
bij overlijden	ANW	Nabestaandenpensioen	Nabestaanden lijfrente
bij arbeidsongeschiktheid	WAO/WAZ	Arbeidsongeschiktheids-Pensioen	Arbeidsongeschiktheids-verzekering

Tabel 2.1. Toekomstvoorzieningen in Nederland

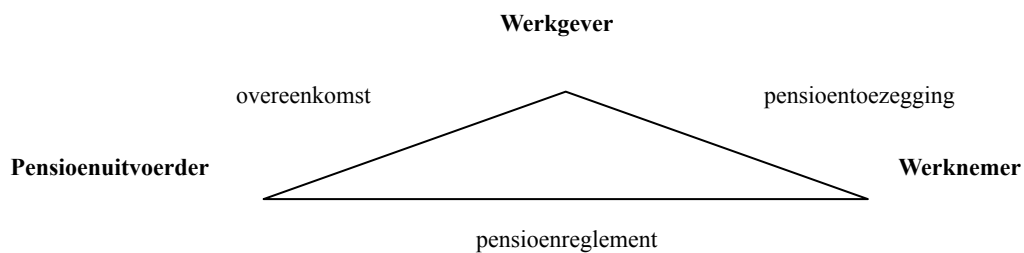
In het vervolg van deze scriptie zal de aandacht uitgaan naar de toekomstvoorziening via de werkgever.

2.2 Een pensioentoezegging

Op welke vormen van pensioen een werknemer aanspraak kan maken en welke rechten een werknemer (of diens nabestaande(n)) heeft met betrekking tot de hoogte van de uit te keren gelden is afhankelijk van de afspraken die hierover zijn gemaakt. In een pensioenreglement is vastgesteld op welke vormen van pensioen een werknemer aanspraak kan maken. Daarnaast is het vaak mogelijk om individueel voor aanvullende verzekeringen te kiezen.

Zodra een werkgever een werknemer een pensioen toezegt dan gaat deze een verplichting aan. Deze verplichting houdt in dat de werknemer aanspraak kan maken op een pensioenuitkering. Een werkgever dient er voor zorg te dragen dat eenmaal gedane pensioentoezeggingen worden nagekomen en dus uitkeringen te allen tijde (ongeacht de financiële positie van de werkgever) gedaan kunnen worden. De overheid heeft gemeend hieraan nadere regels te moeten stellen, aangezien er na betaling van premies vele jaren verstrijken voordat de overeengekomen pensioenuitkeringen gedaan worden. Zo stelt de overheid dat ter bescherming van de werknemers de uitvoering van een pensioenregeling buiten de onderneming moet worden gebracht. Zodat ook bijvoorbeeld in geval van

faillissement van de onderneming, de eenmaal opgebouwde pensioengelden van werknemers te allen tijde gewaarborgd zullen zijn. Met de aard en de inhoud van de pensioentoezeggingen houdt de overheid zich maar beperkt bezig. De inhoud van een pensioenregeling wordt bepaald door het overleg dat de werkgever en de (vertegenwoordigers van de) werknemers hierover hebben:



Figuur 2.1. Juridische situatie met betrekking tot een pensioentoezegging en de uitvoering daarvan

In bovenstaand figuur is er een drieërlei binding te zien:

De overeenkomst tussen werkgever en werknemer (arbeidsovereenkomst), de overeenkomst tussen werknemer als deelnemer aan de pensioenregeling en het fonds (statuten en reglementen), en in de derde plaats de overeenkomst tussen werkgever en het fonds inzake de bijdragen van de werkgever aan het fonds (financieringsovereenkomst).

2.2.1 De hoogte van het pensioen

De hoogte van het pensioen hangt af van het soort regeling dat werkgever en werknemer hebben getroffen. Allereerst is er het verschil tussen het eindloon en middelloonstelsel. Heeft een werknemer een pensioenregeling die gebaseerd is op het eindloonstelsel, dan is de hoogte van het pensioen gerelateerd aan het laatst verdiende salaris. Voor het middelloonstelsel wordt uitgegaan van het gemiddelde van het in de gehele actieve periode genoten salaris. Het salaris én de overige elementen die van belang zijn bij het opbouwen van pensioen zullen hieronder kort worden toegelicht:

Salaris

Het salaris is een belangrijk gegeven in de pensioenregeling. Welke delen van het salaris meetellen voor het pensioen is per regeling verschillend. Het vaste inkomen en de vakantietoeslag zijn meestal wel pensioengevend. Daarnaast kan een 13^e maand, ploegtoeslag, winstuitkering, provisie, bonussen en loon in natura pensioengevend zijn.

Franchise

Pensioen wordt echter niet opgebouwd over het gehele pensioengevende salaris. Bij de opbouw van aanvullend pensioen wordt namelijk rekening gehouden met de AOW-uitkering die de deelnemer bij pensionering ontvangt.

Om rekening te houden met deze uitkering wordt er een drempelbedrag gehanteerd waarover geen pensioenopbouw plaatsvindt. Dit drempelbedrag heet de franchise en houdt dus verband met de AOW-uitkering. In de praktijk worden verschillende keuzes gemaakt aangaande het te hanteren AOW-bedrag. De AOW maakt namelijk onderscheid tussen alleenstaanden, gehuwden (of geregistreerde partners) en alleenstaande ouders.

Pensioengrondslag

De pensioengrondslag wordt verkregen door het pensioengevende salaris te verminderen met de franchise. De pensioengrondslag is de basis voor de opbouw van het pensioen.

Pensioenopbouw

Over de berekende pensioengrondslag vindt jaarlijks de pensioenopbouw plaats. De hoogte van het jaarlijks opbouwpercentage is per regeling verschillend. In de meeste gevallen wordt er per jaar 1,75% opgebouwd. Op deze manier wordt bij 40 dienstjaren 70% ($40 * 1,75 = 70$) opgebouwd.

Met een rekenvoorbeeld zal het eindloonprincipe verduidelijkt worden:

Stel een werknemer treedt toe op zijn 25-ste tot een eindloonregeling, met een jaarlijks opbouwpercentage van 1.75%. Op 65-jarige leeftijd is het maximale pensioen opgebouwd, namelijk $40 * 1,75\% = 70\%$. De hoogte van het pensioen is afhankelijk van de pensioengrondslag (het laatst vastgestelde salaris verminderd met de franchise). Wanneer wordt uitgegaan van een salaris van € 50.000 en een franchise ter hoogte van € 13.160 dan is de pensioengrondslag gelijk aan € 36.840. Heeft de werknemer een pensioengrondslag ter hoogte van € 36.840, dan zal elk jaar $€ 36.840 * 1,75\% = € 645$ worden opgebouwd.

Naast het eind- en middelloonstelsel kan er ook nog sprake zijn van het beschikbare premiestelsel. Bij het beschikbare premiestelsel wordt periodiek door werkgever en/of werknemer, gedurende het dienstverband, een bepaald bedrag ter beschikking gesteld ter opbouw van het pensioen. Doorgaans gaat het om een kapitaalverzekering met pensioenclausule: er wordt gespaard voor een kapitaal op de pensioendatum. Op de pensioendatum wordt vervolgens voor het opgebouwde pensioenkapitaal (bestaande uit de ingelegde premies en de daarover verkregen rendementen) pensioen ingekocht. Bij een beschikbare premiereregeling zegt de werkgever dus geen pensioenuitkering toe maar uitsluitend een pensioen*premie*. Voordeel hiervan is dat de kosten voorspelbaar zijn. Nadeel is echter de onvoorspelbaarheid van de uitkomst. Het uiteindelijke bedrag is immers sterk afhankelijk van de behaalde beleggingsrendementen.

Eindloon- en middelloonregelingen staan bekend als ‘defined benefit’ regelingen (het pensioen is bekend, de premie is onzeker) en de beschikbare premiereregeling als ‘defined contribution’ (de premie is zeker, het pensioen is onzeker).

2.2.2 Individuele en collectieve verzekeringen

Doorgaans zal een pensioentoezegging worden gedaan aan meer dan één werknemer. Het gaat dan om een pensioentoezegging aan het gehele personeel of aan een groep werknemers. Er is dan sprake van een *collectieve*

pensioenregeling. Indien er een pensioentoezegging wordt gedaan aan een werknemer of enkele werknemers, waarbij voor iedere werknemer apart een pensioen wordt verzekerd kan er worden gesproken van een individuele pensioenregeling. Bij een collectieve pensioenregeling is meestal sprake van het tegelijkertijd verzekeren van een groep werknemers met een voor iedere werknemer gelijk pensioenpakket. Individuele verzekeringen laten zogenaamd maatwerk toe, de inhoud van het pakket verzekeringen kan worden afgestemd op de omstandigheden van de verzekerde.

2.3 De Pensioen-en Spaarfondsenwet

De regels van de overheid met betrekking tot het waarborgen van gedane pensioentoezeggingen zijn vastgelegd in de Pensioen- en spaarfondsenwet (PSW). De Pensioen- en spaarfondsenwet legt de werkgever een verplichting op teneinde de gewekte verwachtingen te waarborgen. Deze wet legt geen enkele verplichting op de werkgevers om voor hun werknemers een pensioenregeling in het leven te roepen. Maar als een werkgever pensioentoezeggingen doet, moet deze zich aan de bepalingen van de PSW houden.

2.4 Uitvoerders pensioenregeling

De PSW en de daarop gebaseerde beschikkingen bevatten hoofdzakelijk voorschriften gericht op de uitvoering. In de Pensioen- en Spaarfondsenwet (PSW) is geregeld dat, als er door de werkgever een pensioentoezegging wordt gedaan, deze toezegging zeker gesteld moet worden door:

- aansluiting bij een **bedrijfstakpensioenfonds**
- het afsluiten van een contract met een **verzekeringsmaatschappij** of
- het oprichten van een eigen **ondernemingspensioenfonds**

In uitzonderlijke gevallen kan een werkgever pensioen in eigen beheer voeren. Eigen beheer wil zeggen het treffen van een voorziening op de balans om een pensioentoezegging zeker te stellen. Dit houdt echter een risico in als de onderneming failliet gaat. De pensioenverplichtingen kunnen dan niet nagekomen worden. Daarom bestaat deze mogelijkheid binnen de wet alleen:

- voor de (directeur)grootaandeelhouder
- voor werknemers in het buitenland
- in de situatie waarin bij het doen van de pensioentoezegging tevens de dienstbetrekking beëindigd wordt en /of het pensioen direct ingaat.

De zekerstelling bij een pensioenfonds of een verzekeraar is niet nodig als de werknemer al gepensioneerd is of niet in Nederland werkt. In deze gevallen mag de werkgever de voor het pensioen bestemde premies op de balans van de onderneming reserveren. Het treffen van een pensioenvoorziening binnen het bedrijf mag dus niet voor werknemers in Nederland! Pensioenopbouw in eigen beheer is dus alleen toegestaan in de met name

genoemde wettelijke uitzonderingsgevallen, waarbij wordt voldaan aan de eisen die de PSW daaraan stelt. In alle andere gevallen moet het pensioen bij een verzekeraar of pensioenfonds worden ondergebracht.

2.4.1 Bedrijfstakpensioenfonds

Een bedrijfstakpensioenfonds verzekert de pensioenen voor werknemers in een bepaalde bedrijfstak of een gedeelte daarvan. Een bedrijfstakpensioenfonds geldt voor een specifieke bedrijfstak (bijvoorbeeld de detailhandel, de metaalindustrie of de gezondheidszorg) en dus niet slechts voor één specifiek bedrijf. Tot 1996 was het grootste bedrijfstakpensioenfonds in Nederland PGGM (Pensioenfonds voor de Gezondheid, en de Geestelijke en Maatschappelijke Belangen, ca 900.000 verzekerden). Door toetreding van het Algemeen Burgerlijk Pensioenfonds (ABP) is dit nu het grootste bedrijfstakpensioenfonds.

2.4.2 Verzekeringsmaatschappij

Een werkgever die zijn werknemers pensioentoezeggingen doet en besluit deze toezeggingen onder te brengen bij een verzekeraar, heeft daartoe volgens de PSW twee keuzemogelijkheden. Het afsluiten van een B-polis of het afsluiten van een C-polis. Bij een B-polis is de werkgever de partij die de verzekering sluit ten gunste van een medewerker (en/of zijn nabestaanden). Bij de C-polis sluit de medewerker zelf de verzekering, waartoe deze in staat wordt gesteld door de werkgever. Dit individueel afsluiten van verzekeringsovereenkomsten komt voornamelijk voor bij kleine werkgevers.

2.4.3 Ondernemingspensioenfonds

Een ondernemingspensioenfonds is verbonden aan meestal een enkele onderneming, soms een groep van ondernemingen. Een ondernemingspensioenfonds draagt zorg voor de pensioentoezegging die de werkgever gedaan heeft aan zijn werknemers. Het ondernemingspensioenfonds moet volgens de PSW een rechtspersoon met volledige rechtspersoonlijkheid zijn (stichting, vereniging of naamloze vennootschap), zodat bij een faillissement van de gelieerde onderneming aan de pensioenverplichtingen voldaan kan blijven worden. Nederland kent ruim 1000 ondernemingspensioenfonds. Voorbeelden van grote ondernemingspensioenfonds zijn Akzo Nobel, Philips en het Shell pensioenfonds.

2.4.4 Toezicht PVK

Wanneer de werkgever een pensioentoezegging doet aan de werknemer ongeacht de wijze van uitvoering is er vervolgens sprake van een onafhankelijk toezicht door de Pensioen- & Verzekeringkamer (PVK). Het toezicht van de PVK op pensioenfonds is gebaseerd op de al eerder genoemde Pensioen- en Spaarfondsenwet (PSW). Voor levensverzekeringsmaatschappijen is de Wet Toezicht Verzekeringbedrijf (WTV) van toepassing. De PVK ziet er op grond van de PSW en WTV op toe dat eenmaal gedane pensioentoezeggingen ook daadwerkelijk worden nagekomen.

2.5 De keuze van een uitvoerder

Zodra een pensioentoezegging is gedaan zal de werkgever zichzelf de vraag stellen *waar* de pensioenregeling onder te brengen. In de hierna volgende paragrafen zullen de mogelijkheden en de afwegingen worden besproken, die bij de keuze voor het onderbrengen van de (collectieve) pensioenregeling een rol spelen. Enige voor- en nadelen van het onderbrengen van de pensioenregeling bij een verzekeraar of bedrijfstakpensioenfonds zullen worden genoemd. Deze opsomming heeft niet de bedoeling uitputtend te zijn. De voor- en nadelen bij de keuze van een ondernemingspensioenfonds komen vervolgens aan bod.

2.5.1 Bedrijfstakpensioenfonds

Als een onderneming onder de werkingssfeer van een bedrijfstakpensioenfonds valt worden alle werknemers van die onderneming opgenomen in de (bedrijfstak)pensioenregeling. De verplichte deelname aan een bedrijfstakpensioenfonds brengt schaalvoordelen met zich mee. Deze schaalvoordelen gelden op allerlei gebieden. In ieder geval geldt dit voor de financiële middelen en de uitvoering.

Uitvoering

Voor de sectoren die worden gekenmerkt door veel kleine werkgevers is deelname in een bedrijfstakpensioenfonds aantrekkelijk omdat de benodigde kennis, beleidsvoering en communicatie met betrekking tot de pensioenen voor de werknemers door het collectieve bedrijfstakpensioenfonds verzorgd worden.

Financieel

Ook wat betreft de inhoud van de pensioenregeling kan collectief onderhandelen voordelen opleveren. Door gelden bijeen te brengen voor alle werkgevers en werknemers in een bedrijfstak is het namelijk mogelijk te werken met een zogenaamde doorsneepremie. Een onderneming betaalt in geval van een doorsneepremie een bepaald bedrag dat geen direct verband houdt met wat de pensioenvoorziening voor één bepaalde werknemer kost. Dit bedrag is namelijk afgestemd op wat de doorsneewerknemer kost. Tegen gelijke kosten voor de verschillende ondernemingen wordt een gelijke pensioenvoorziening voor deelnemers gerealiseerd. Mede hierdoor wordt op verschillende gebieden solidariteit tussen werkgevers bereikt. Deze solidariteit zal ook voor de deelnemers gelden wanneer zij een deel van de pensioenpremie betalen.

Met de solidariteit van de doorsneepremie is direct ook een nadeel aangegeven. De ene onderneming subsidieert immers de andere onderneming. Een subsidiërende onderneming zou zonder de deelname in een bedrijfstakpensioenfonds voor dezelfde pensioenvoorziening veel goedkoper uit kunnen zijn. Dit is ook een van de redenen dat ondernemingen vrijstelling willen van deelname aan een bedrijfstakpensioenfonds. Andere redenen zijn dat de onderneming individueel geen invloed kan uitoefenen op:

- de inhoud van de regeling;
- het beleid van het bedrijfstakpensioenfonds;
- het beleggingsbeleid van het bedrijfstakpensioenfonds;

- de uitvoeringskosten van het bedrijfstakpensioenfonds;
- de premiestelling door het bedrijfstakpensioenfonds.

Bovenstaande zaken kan de onderneming wel beïnvloeden als deze de pensioenvoorziening onderbrengt in een eigen ondernemingspensioenfonds. In dat geval vormt de onderneming samen met de werknemersleden het bestuur van het pensioenfonds. In geval van een ondernemingspensioenfonds wordt echter niet van de schaalvoordelen van een bedrijfstakpensioenfonds geprofiteerd. De voor- en nadelen van een eigen ondernemingspensioenfonds zullen nog nader worden toegelicht in paragraaf 2.5.3.

2.5.2 Verzekeringsmaatschappij

Als algemene voordelen van het onderbrengen van de pensioenregeling bij een verzekeraar kunnen genoemd worden goedkope administraties (schaalvoordelen), sterke solvabiliteitsposities (wettelijke eisen), de overwegend goede beleggingsresultaten (veelal dan), voldoende expertise in huis en de vele keuzemogelijkheden die er bestaan om de regeling te implementeren. Een nadeel kan zijn de matige advisering (de onderneming is een van de velen). Vaak worden genoemd de starheid en de traagheid van de administratie, de dure exit-clausules en de lange contracten. Overigens komt over het algemeen de winst voor een deel ten goede aan de aandeelhouders van de verzekeringsmaatschappij (en dus niet aan de contractant).

Als een onderneming zijn pensioenverplichtingen bij een verzekeraar heeft ondergebracht, zal de betreffende verzekeraar de onderneming niet wijzen op de mogelijkheid van het oprichten van een eigen ondernemingspensioenfonds. Verzekeraars zullen hier over het algemeen geen ideeën voor aandragen. Als een regeling rechtstreeks verzekerd is bij een verzekeraar is er vaak sprake van een intermediair/tussenpersoon. Bij tussenpersonen ontbreekt vaak de kennis en expertise, om de onderneming tot het oprichten van een eigen ondernemingspensioenfonds te bewegen. Hierbij moet gesteld worden dat verzekeraars (en dus ook de tussenpersonen) uiteraard ook niet gebaat zijn bij het oprichten van een eigen ondernemingspensioenfonds.

2.5.3 Eigen ondernemingspensioenfonds

In het geval van het oprichten van een eigen ondernemingspensioenfonds vormt de onderneming samen met de werknemersleden het bestuur van het pensioenfonds. De kosten van het oprichten van een stichting pensioenfonds zijn gering. De statuten moeten worden opgemaakt door een notaris en het fonds moet worden aangemeld bij de Pensioen- & Verzekeringkamer. Er is een aantal voor- en nadelen te bedenken van het onderbrengen van de pensioenregeling bij een eigen ondernemingspensioenfonds ten opzichte van het rechtstreeks onderbrengen van de regeling bij een verzekeraar.

Als voordelen kunnen worden genoemd:

Grotere flexibiliteit

De uitvoering van de pensioenregeling is overgedragen aan het fonds. Bij een verandering van de regeling die is ingegeven vanuit het werkgevers/werknemersoverleg kan het bestuur besluiten tot bijvoorbeeld het toekennen

van bepaalde aanvullende pensioenvoorzieningen. Deze veranderingen kunnen een pensioentechnische en/of financieringstechnische aanpassing of verandering betreffen. In het geval dat de regeling is ondergebracht bij een verzekeraar kan het zijn dat de verzekeraar niet aan de specifieke wensen kan/wil voldoen. Als sprake is van een eigen ondernemingspensioenfonds kan het bestuur besluiten de ‘nieuwe’ toezeggingen in eigen beheer te houden. Het kan ook voorkomen dat de benodigde premie voor een bepaalde pensioenvorm, als gevolg van de samenstelling van het deelnemersbestand, lager is dan bij een verzekeraar. Als de regeling rechtstreeks is ondergebracht is de onderneming voor wat betreft de invulling van extra wensen geheel afhankelijk van de verzekeraar.

Snellere besluitvorming

De Wet OR schrijft voor dat de werkgever voor elk door hem te nemen besluit inzake de pensioenregeling voor zijn werknemers de instemming van de OR nodig heeft. Het instemmingsrecht geldt alleen voor pensioenregelingen die worden uitgevoerd door middel van een B- of C-polis en die derhalve zijn ondergebracht bij een verzekeringsmaatschappij. Voor pensioenregelingen die zijn ondergebracht bij een ondernemingspensioenfonds geldt het instemmingsrecht niet. In het overleg met de OR spelen tal van zaken mee ten aanzien van de te verlenen toestemming. De besluitvorming zal minder snel en efficiënt verlopen dan bij een bestuur, dat is gekozen. Daarin nemen immers minstens evenveel vertegenwoordigers van de werknemers als vertegenwoordigers van de werkgevers zitting. Het bestuur neemt de beslissingen inzake het pensioenbeleid.

Mogelijkheid tot vorming van reserves

In de financieringsovereenkomst tussen de werkgever en het fonds is geregeld hoe hoog de jaarlijkse bijdrage van de onderneming aan het gelieerde fonds is. Deze hoeft niet gelijk te zijn aan de actuariel benodigde premie voor de jaarlijkse pensioenopbouw. Het kan zo zijn dat de onderneming zich verplicht jaarlijks een vast percentage van de loonsom te storten ten gunste van het pensioenfonds. Dit kan bijvoorbeeld meer zijn dan de actuariel benodigde premie. In dat geval zal het overschot naar de vrije of overige reserves vloeien. Als dit stelselmatig gebeurt, kan op een gegeven moment besloten worden door het bestuur van het fonds om premiekorting toe te passen. Dit betekent dat in enig jaar de door de werkgever verschuldigde bijdrage geheel of gedeeltelijk achterwege blijft en dat de actuariel benodigde premie geheel of gedeeltelijk ten laste van de eerder genoemde reserves wordt gebracht.

Beter inzicht in de financiële situatie

Een pensioenfonds is een onafhankelijk rechtspersoon en dient derhalve elk boekjaar zorg te dragen voor een accountantsverklaring. De administratie en boekhouding van het fonds wordt dus elk jaar gecontroleerd. Naast deze verklaring dienen de verslagstaten ingediend te worden bij de PVK. Bij rechtstreeks verzekeren is dit niet nodig, waardoor minder inzicht bestaat in de financiële situatie ten aanzien van de pensioenregeling.

Kosten

Als een groot *nadeel* van een eigen pensioenfonds worden de kosten (en tijd) genoemd, die daaraan verbonden zijn. De kosten voor het oprichten zijn gering. De kosten hangen af van de grootte van het fonds. Voor kleine

contracten kunnen de vaste lasten te hoog worden. De administratie van het fonds en het beheer van het pensioenvermogen kunnen echter worden uitbesteed bij administratiekantoren of beleggingsinstellingen. De kosten hieraan kunnen lager zijn dan de kosten die het fonds maakt bij zelf doen. Het kan dus lonend zijn bepaalde taken uit te besteden. Ook het instellen van een bestuur waarin de werkgever en de werknemers vertegenwoordigd dienen te zijn kost geld en moeite (vrijstellen van werknemers die in het bestuur deelnemen). De accountant en de (certificerend) actuaaris ten slotte moeten ook betaald worden.

Bijna altijd blijkt dat na zorgvuldige afweging van de voor- en nadelen het oprichten van een eigen ondernemingspensioenfonds een goede oplossing is ten aanzien van de uitvoering van de pensioenregeling. Uitvoering op maat, in alle opzichten, is hier het belangrijkste argument. Voorwaarde is wel dat het aantal deelnemers voldoende groot moet zijn. Dit zal nader worden toegelicht in paragraaf 4.1.2.

2.5.4 Verdeling uitvoerders in Nederland

Een onderneming die een pensioentoezegging doet aan haar werknemers dient, zoals gesteld, te ‘kiezen’ tussen een bedrijfstakpensioenfonds, een verzekeraar of het oprichten van een eigen ondernemingspensioenfonds. Als de werkgever verplicht is de pensioenregeling onder te brengen bij een bedrijfstakpensioenfonds, omdat de betreffende onderneming onder de werkingssfeer van een bedrijfstakpensioenfonds valt, is de ‘keuze’ al snel gemaakt. Voor de overige twee mogelijkheden, het onderbrengen bij een pensioenverzekeraar of het oprichten van een eigen ondernemingspensioenfonds, zullen de voordelen en nadelen zorgvuldig afgewogen moeten worden. De huidige verdeling van de Nederlandse pensioenmarkt ziet er als volgt uit:

	Aantal	Aantal actieve deelnemers	Totaal belegd vermogen (in euro's)
Bedrijfstakpensioenfondsen	86	4.300.000	300.000 mln
Ondernemingspensioenfondsen	812	800.000	90.000 mln
Verzekerde regelingen	ca.40.000	350.000	30.000 mln

Tabel 2.2. Verdeling Nederlandse pensioenmarkt (bron: Pensioen- & Verzekeringskamer (2001))

Welke keuze een werkgever ook maakt de achterliggende gedachte blijft altijd: het te allen tijde kunnen waarborgen van eenmaal gedane pensioentoezeggingen. In het vervolg van deze scriptie wordt er vanuit gegaan dat de werkgever óf verbonden is aan een bedrijfstakpensioenfonds (al dan niet verplicht) óf een eigen ondernemingspensioenfonds heeft opgericht. Dit impliceert dat het pensioenfonds (en dus niet de werkgever) de taak én de verantwoordelijkheid op zich neemt, om zowel nú als in de toekomst pensioenuitkeringen (ongeacht de financiële toestand van de werkgever) te kunnen garanderen. Hoe een pensioenfonds hier ‘concreet’ invulling aan kan geven zal nader worden toegelicht in het volgende hoofdstuk.

3 Financieel beleid pensioenfondsen

De aanvullende pensioenen worden in Nederland voor de meeste werknemers geregeld door de sociale partners in het arbeidsvoorwaardenoverleg. De overheid heeft daarbij een rol in het stellen van voorwaarden voor financiële zekerheid, uitvoeringszekerheid en individuele zekerheid. In dit hoofdstuk wordt er vanuit gegaan dat de uitvoering van de pensioenregeling is ondergebracht bij een eigen ondernemingspensioenfonds of bij een bedrijfstakpensioenfonds. Dit impliceert dat het pensioenfonds (en dus niet de werkgever) de taak én de verantwoordelijkheid op zich neemt, om zowel nú als in de toekomst pensioenuitkeringen (ongeacht de financiële toestand van de werkgever) te kunnen garanderen.

In dit hoofdstuk zal het financiële beleid van een pensioenfonds worden toegelicht. Daartoe zal allereerst het begrip dekkingsgraad worden behandeld. Vervolgens zal worden ingegaan op de sturingsmiddelen die een pensioenfonds ter beschikking staan om aan de eisen van de overheid te kunnen voldoen en de maatregelen die kunnen worden getroffen wanneer daar niet aan kan worden voldaan. Tot slot zal dan vervolgens worden ingegaan op de verschillende mogelijkheden met betrekking tot het uitbesteden van diverse werkzaamheden, waaronder het verzekeren van risico's bij een pensioenverzekeraar.

3.1 De dekkingsgraad

Een pensioenfonds treft voorzieningen om de (toekomstige) pensioenuitkeringen aan de deelnemers van het fonds te kunnen verrichten. Daartoe dient het te beschikken over voldoende vermogen. In balanstermen gezegd staan tegenover de verplichtingen (passiva) van het fonds de beleggingen (activa):

Balans	
Beleggingen	Voorziening Pensioen Verplichtingen

Figuur 3.1. Balans pensioenfondsen

De waarde van de activa, oftewel het vermogen van een pensioenfonds, neemt toe door het ontvangen van premies en door toename van de waarde van de beleggingen (wegens behaald beleggingsrendement) en neemt af door het uitkeren van pensioengelden en door afname van de waarde van de beleggingen. De voorziening pensioenverplichtingen geeft het bedrag aan dat aanwezig moet zijn om aan de toekomstige pensioenverplichtingen te kunnen voldoen.

Voor het financiële beleid van het pensioenfonds is de essentiële vraag of de totale inkomsten (premiebedragen plus beleggingsopbrengsten) voldoende zijn om de verplichtingen te financieren. Een pensioenfonds streeft er naar het financiële beleid van het fonds zodanig af te stemmen op het verloop van de toekomstige pensioenverplichtingen dat er in enig jaar voldoende vermogen aanwezig is om de pensioenlasten in dat zelfde jaar te kunnen dekken. Om te meten in hoeverre een pensioenfonds hierin slaagt wordt de dekkingsgraad gebruikt. Zoals reeds vermeld in de inleiding geeft de dekkingsgraad van een pensioenfonds de verhouding aan tussen de bezittingen van een pensioenfonds ten opzichte van de verplichtingen die daar tegenover staan:

$$\text{dekkingsgraad} = \frac{\text{bezittingen}}{\text{pensioenverplichtingen}}$$

Met andere woorden de dekkingsgraad geeft de mate aan waarin de verplichtingen gedekt worden door het aanwezige pensioenvermogen. Wanneer een pensioenfonds een dekkingsgraad boven de 100% heeft wordt het pensioenfonds solvabel genoemd. Een pensioenfonds heet solvabel als ze dus op elk moment aan haar verplichtingen kan voldoen. De Pensioen- & Verzekeringskamer (PVK) ziet er op toe hoe de solvabiliteit van pensioenfondsen zich ontwikkelt. De Pensioen- & Verzekeringskamer hanteert als norm dat de dekkingsgraad niet 100% maar tenminste 105% moet zijn. Op deze wijze wordt getracht een grotere veiligheidsmarge aan te houden. Deze extra 5% wordt ook wel de reserve algemene risico's genoemd.

3.2 Sturingsmiddelen pensioenfonds

Aan het fondsbestuur staan diverse sturingsmiddelen ter beschikking om er voor zorg te dragen dat aan de minimaal vereiste dekkingsgraad van 105% kan worden voldaan. Deze sturingsmiddelen zijn:

- het premiebeleid
- het indexatiebeleid
- het beleggingsbeleid
- het pensioenbeleid

In de volgende paragrafen zullen de hiervoor genoemde sturingsmiddelen een voor een worden toegelicht.

3.2.1 Het premiebeleid

De premiestelling voor de werkgever en de werknemer is aan bepaalde regels gebonden, voornamelijk gebaseerd op de solvabiliteit van het pensioenfonds. In het premiebeleid is vastgelegd hoe hoog de premie is die de werkgever en de werknemer jaarlijks moeten betalen en hoe groot de maximale jaarlijkse premieschommelingen mogen zijn.

3.2.2 Het indexatiebeleid

Pensioenfonds bieden over het algemeen een welvaartsvast (geïndexeerd met de looninflatie) of waardevast (geïndexeerd met de prijsinflatie) pensioen aan, mits ze zich dit kunnen veroorloven. Jaarlijks neemt het bestuur het besluit of en hoe de opgebouwde pensioenrechten geïndexeerd worden. Of geïndexeerd wordt hangt over het algemeen af van de solvabiliteit van het pensioenfonds op dat moment en soms, (zoals nu), van het beleggingsresultaat van dat jaar. Een onvoorwaardelijk indexatiebeleid houdt in dat de pensioenen hoe dan ook worden geïndexeerd, terwijl bij een voorwaardelijk indexatiebeleid de pensioenen voorwaardelijk worden toegezegd, dus als de middelen het toelaten. De intenties en/of afspraken die een pensioenfonds op het gebied van indexering heeft vormen tezamen het indexatiebeleid.

3.2.3 Het beleggingsbeleid

In het strategisch beleggingsbeleid wordt over het algemeen de verdeling van het te beleggen vermogen over de traditionele beleggingscategorieën (aandelen, obligaties en onroerend goed) vastgelegd. In veel gevallen worden er nog nadere afspraken gemaakt over geografische allocatie (binnenlands/buitenlandse aandelen), de benchmarks voor aandelen en /of onroerend goed en looptijdverdelingen voor obligaties. Vaak wordt hierbij een (kleine) marge afgesproken, zodat er op tactisch niveau ruimte is voor een specifieke invulling van de beleggingen. Alle pensioenfonds maken in hun strategische beleggingsbeleid op dit moment veelal gebruik van de traditionele beleggingscategorieën: aandelen, obligaties, onroerend goed. Ook wordt steeds meer gebruik gemaakt van grondstoffen als investering en “alternatieve investments” (private equite, hedge funds).

3.2.4 Het pensioenbeleid

Elke deelnemer wil een zo'n goed mogelijk pensioen. De opbouw van de rechten dient redelijk te zijn en het te behalen recht dient met maatschappelijke of branche afhankelijke maatstaven overeen te komen. Hoeveel pensioen wordt opgebouwd en welke soorten pensioen worden opgebouwd hangt af van de pensioenregeling. Tevens is voor elke deelnemer het uitkeringsbeleid van belang. Daarbij spelen zaken als waardevastheid van de in de toekomst te verwachten uitkeringen een belangrijke rol. Ook van belang is het recht van waardeoverdracht. Dit is met name van belang bij het veranderen van werkgever. Het is dan voor de uittrekkende deelnemer van belang dat bij de waardeoverdracht het opgebouwde recht zo goed mogelijk behouden wordt. Het pensioenbeleid is de set van regels waarin staat hoe de rechten worden verkregen en hoe deze rechten tot uitkering kunnen komen.

Afhankelijk van de bepalingen in de statuten, de reglementen en de door het fonds aangegane overeenkomsten en afhankelijk van het door het bestuur gevoerde en gewenste beleid, zijn dergelijke sturingsmiddelen als geheel of gedeeltelijk inzetbaar te beschouwen.

3.3 Maatregelen bij ontoereikende vermogenspositie

Een goede financiële positie betekent feitelijk dat er elk jaar voldoende kapitaal in het fonds aanwezig moet zijn om de lasten in dat jaar te kunnen betalen. Nu kan het voorkomen dat het vermogen van een pensioenfonds in enig jaar niet toereikend is om de (toekomstige) pensioenverplichtingen te kunnen financieren (met andere woorden het pensioenfonds heeft een dekkingsgraad beneden de 100%). Wanneer het financiële evenwicht in het fonds verstoord raakt kan het bestuur diverse maatregelen treffen om dit evenwicht weer te herstellen. Deze maatregelen hangen nauw samen met bovengenoemde sturingsmiddelen.

Korte termijn maatregelen:

- de werkgever tekorten laten bijstorten
- de premie verhogen
- het loslaten van de indexering

Lange termijn maatregelen:

- het aanpassen van het beleggingsbeleid
- het versoberen van de pensioenregeling

Allereerst zullen de korte termijn maatregelen worden toegelicht en vervolgens de lange termijn maatregelen.

3.3.1 Bijstorten

Ten eerste kan een bedrijf het tekort in zijn pensioenfonds bijstorten. In tijden van economische opgang komt het regelmatig voor dat pensioenfondsen een gedeelte van hun bijdragen teruggeven aan het bedrijf als het pensioenfonds meer dan voldoende rendement weet te behalen. Het zou dan ook niet meer dan logisch zijn als in tijden van economische neergang bedrijven dan ook bijbetalen. Ware het niet dat bedrijven daar veelal niet echt op zitten te wachten. Vaak hebben bedrijven in tijden van economische neergang al moeite genoeg om het hoofd boven water te houden. Wanneer het bedrijf in slechte tijden het geld terug moet storten is het gevolg dan ook al snel duidelijk: het bedrijf moet een groot gedeelte van de winst inleveren of lijdt zelfs verlies. Hierop zal geantwoord worden door in de kosten te snijden. Dat zullen ze doen door mensen te ontslaan of het bedrijf doet geen investeringen meer, prijzen gaan omhoog. Dit zal een negatief effect hebben op de economie.

3.3.2 Premie verhogen

Ook is het mogelijk om de premie te verhogen. Daardoor heeft het pensioenfonds meer inkomsten en wordt de dekkingsgraad weer op peil gebracht. Indien de premieverhogingen structureel is zullen de verwachte premieopbrengsten ook hoger zijn. Het effect is dat er meer pensioenpremie betaald moet worden en dat de

mensen dus minder te besteden hebben. Vakbonden zullen dit waarschijnlijk aangrijpen om bij de werkgevers compensatie te vragen middels een hogere looneis.

3.3.3 Loslaten van de indexering

Het loslaten van de indexering houdt in dat de uit te betalen pensioenen niet meer gecorrigeerd worden voor de inflatie. Hierdoor zullen de uitkeringen in de toekomst lager uitvallen. Het nadeel van deze methode is dat de uitkeringstrekkenden minder te besteden hebben en dat de werknemers zich bij moeten gaan verzekeren om het toekomstig tekort in hun pensioen af te dekken. Beide zaken zorgen ervoor dat de mensen minder te besteden hebben en dat heeft ook weer een negatief effect op de economie.

3.3.4 Aanpassen van het beleggingsbeleid

De laatste jaren zijn pensioenfondsen steeds meer gaan beleggen in aandelen. De aanhoudende goede rendementen waren de belangrijkste reden. Over het algemeen brengt het beleggen in aandelen op de lange termijn een hoger rendement op dan een belegging in vastrentende waarden (zoals obligaties). Al schelen de rendementen van land tot land en van jaar tot jaar. Vooral aandelenrendementen kunnen nogal wisselvallig zijn. Zo is een positief rendement niet gegarandeerd bij het beleggen in aandelen. Negatieve rendementen van -20% komen voor. Zo ook rendementen van +40% op jaarbasis. Om de financiële positie van het fonds minder gevoelig te maken voor aandelenrendementen (en daarmee de het risico te verkleinen op een mogelijk vermogenstekort) zou er voor gekozen kunnen worden de aandelenportefeuille af te bouwen.

3.3.5 Versoberen van de pensioenregeling

Een andere mogelijkheid om het vermogenstekort in enige mate te verminderen of te compenseren is het versoberen van de pensioenregeling. Zo zou een pensioenfonds bijvoorbeeld van een eindloon naar middelloon regeling kunnen overstappen waardoor de pensioenregeling goedkoper wordt. Een andere mogelijkheid is bijvoorbeeld het verhogen van de pensioengerechtigde leeftijd. Door het verhogen van de pensioengerechtigde leeftijd hoeven pensioenuitkeringen pas later worden uitgekeerd. Ook worden er bij een verhoging van de pensioenleeftijd langer premies ontvangen. Wanneer het vermogenstekort is ontstaan door een zware koersval op de beurs dan zou bij een verhoging van de pensioenleeftijd overigens eveneens de beurs meer tijd worden geboden voor een mogelijk herstel.

Pensioenfondsen hebben als doel te zorgen voor goede toekomstbestendige en betaalbare pensioenen. Zij moeten daarbij handelen in het belang van álle betrokkenen. Wanneer wordt gekozen voor bovengenoemde korte termijn (paragraaf 3.3.1 t/m 3.3.3) maatregelen zijn de gevolgen al snel duidelijk, deze betekenen altijd verlies aan koopkracht (voor premiebetalers en/of gepensioneerden) en aantasting van bedrijfswinsten, als ondernemingen extra geld moeten bijstorten om het fonds overeind te houden. De gevolgen van de lange termijn maatregelen zijn (logischerwijs) niet direct duidelijk.

Naast bovenstaande maatregelen kan een pensioenfonds tot slot nog besluiten (wanneer deze zelf niet 't risico wil lopen om op enig moment onvoldoende liquide middelen te hebben en dus als gevolg zijn verplichtingen

niet na zou kunnen komen) om diverse werkzaamheden uit te besteden. Een maatregel niet zozeer om er voor te zorgen dat er elk jaar voldoende kapitaal in het fonds aanwezig is, maar meer dat eenmaal gedane pensioentoezeggingen te allen tijde gewaarborgd zullen zijn. Dus ook als er onvoldoende kapitaal aanwezig is in het fonds! De uitvoerende partij staat immers meestal gedeeltelijk of geheel (afhankelijk van het contract) garant voor mogelijke tekorten die zouden ontstaan wanneer onvoorziene situaties zich zouden voordoen. Het uitbesteden van werkzaamheden zal nader worden toegelicht in de volgende paragraaf.

3.4 Het uitbesteden van werkzaamheden

In de vorige paragrafen zojuist gezien welke mogelijkheden een pensioenfonds heeft om haar bezittingen zo goed mogelijk af te stemmen op de verplichtingen indien het pensioenfonds alle taken omtrent de pensioenregeling in eigen beheer uitvoert. Ook bestaan er mogelijkheden om diverse werkzaamheden omtrent de uitvoering van de pensioenregeling uit te besteden. Allereerst zal kort worden toegelicht welke werkzaamheden hiermee precies bedoeld worden en vervolgens zal worden ingegaan op de verschillende mogelijkheden die een pensioenfonds daartoe heeft.

3.4.1 Uitvoering pensioenregeling

Onder de uitvoering van een pensioenregeling worden alle werkzaamheden verstaan die te maken hebben met het vaststellen van de pensioentoezeggingen en de werkzaamheden die ervoor zorgen dat aan deze toezeggingen voldaan wordt. De hoofdtaken bij het uitvoeren van een pensioenregeling zijn:

- administratie en beheer van de pensioenregeling en de verzekerden
- vermogensbeheer van de ingelegde premies/koopsommen en beleggingsopbrengsten.
- het verzekeren van de risico's (in de praktijk wordt vaak voor het verzekeren van risico's de term 'herverzekerden' gebruikt).

In welke mate bovengenoemde taken zelfstandig worden opgepakt door het pensioenfonds hangt af van de grootte, know-how en gekozen doelstelling van de (aan het pensioenfonds gelieerde) onderneming.

3.4.2 Delegeren van taken

Een pensioenfonds heeft enerzijds de mogelijkheid bovenstaande taken geheel zelf te verrichten en anderzijds deze taken in zijn geheel of gedeeltelijk te delegeren. Er zijn zeven hoofdmodellen te onderscheiden:

 Delegeren van:

Model	Administreren	Beleggen	Verzekeren
Volledig eigen beheer	O	O	O
Beleggen delegeren	O	X	O
Administeren Delegeren	X	O	O
Verzekeren delegeren	O	O	X
Beleggen en verzekeren delegeren	O	X	X
Beleggen & Administreren delegeren	X	X	O
Volledig onderbrengen bij een verzekeraar	X	X	X

Figuur 3.2. Diverse mogelijkheden met betrekking tot het delegeren van taken

Vaak worden de twee ‘uitersten’, volledig eigen beheer en volledig onderbrengen bij een verzekeraar, als de enige twee alternatieven gezien om de uitvoering van de pensioenregeling te organiseren. Echter tussen deze twee uitersten bevinden zich dus nog een aantal tussenoplossingen. De tussenoplossingen zullen in deze scriptie verder niet aan de orde komen. De aandacht gaat in deze scriptie met name uit naar de afweging tussen volledig eigen beheer of het volledig onderbrengen bij een verzekeraar.

Het delegeren van taken brengt uiteraard kosten met zich mee. In het volgende hoofdstuk zal de opzet gegeven worden van het reeds in de inleiding genoemde model dat zal worden ontwikkeld om de opslagen te beoordelen

die verzekeraars vragen in geval van een garantiecontract. De kosten met betrekking tot de administratie en het vermogensbeheer zullen niet worden onderzocht. Zoals reeds vermeld in de inleiding is Watson Wyatt Brans & Co namelijk voornamelijk geïnteresseerd in de opslagen die verzekeraars vragen om bepaalde risico's te kunnen dekken. In het bijzonder gaat het hier om het afdekken van het langlevensrisico en het renterisico. Deze risico's, het zojuist genoemde garantiecontract én de opzet van het model om de opslagen van verzekeraars te kunnen beoordelen, zullen in het volgende hoofdstuk nader worden toegelicht.

4 Theoretische achtergrond model

Een pensioenfonds kan er voor kiezen de uitvoering van de pensioenregeling in eigen beheer te houden of uit te besteden. Wanneer een pensioenfonds besluit tot rechtstreekse verzekering van een pensioenregeling bij een verzekeraar, waarbij alle taken met betrekking tot de pensioenregeling worden overgedragen aan de verzekeraar, dan geschiedt dit op basis van een garantiecontract. Bij een garantiecontract vallen dus alle werkzaamheden (inclusief het verzekeren van risico's) met betrekking tot de uitvoering van de pensioenregeling onder de verantwoordelijkheid van de verzekeraar. Uiteraard gaat dit met kosten gepaard.

In dit onderzoek gaat het om een kwantitatieve beoordeling van opslagen die pensioenverzekeraars vragen, in het bijzonder voor het verzekeren van het langlevensrisico en het renterisico. Het langlevensrisico en het renterisico zullen nader worden toegelicht in de eerste paragraaf. In de tweede paragraaf zal vervolgens worden ingegaan op het garantiecontract. Hierbij zijn met name de opslagen voor de te geven garanties van belang. In de derde en tevens laatste paragraaf zal tot slot de opzet van het uiteindelijk te ontwikkelen model worden behandeld. In hoofdstuk 5 zal dan nader worden toegelicht hoe hier verder concreet invulling aan is gegeven.

4.1 Actu(ariële) aspecten van pensioenen

Pensioenfonds hebben geld nodig om pensioenuitkeringen te kunnen doen. Voor de financiering van pensioenuitkeringen is in Nederland de toepassing van het kapitaaldekkingstelsel feitelijk voorgeschreven. Eenvoudig gezegd wordt bij dit stelsel voor iedere verzekerde tot zijn of haar pensioendatum geld gespaard. Daartoe worden jaarlijks (veelal door zowel de werkgever als werknemer) premies ingelegd. Op de pensioendatum is dan voor de verzekerde een zodanig hoog bedrag gespaard dat hieruit vanaf de pensioendatum de jaarlijkse pensioenuitkeringen betaald kunnen worden.

4.1.1 Grondslagen

Bij de berekening van het bedrag dat nu gereserveerd moet worden om aan een verzekerde een reeks toekomstige jaarlijkse pensioenuitkeringen te kunnen voldoen moet met twee belangrijke zaken rekening worden gehouden: wat is de kans dat een verzekerde op een bepaalde leeftijd nog in leven is? En hoeveel moet er gereserveerd worden als er rekening mee gehouden wordt dat het gereserveerde bedrag rentegevend belegd kan worden? Bij de bepaling van de hoogte van de premies en de waardering van de pensioenverplichtingen zullen dus bepaalde veronderstellingen moeten worden gedaan; enerzijds ten aanzien van de gemiddelde verwachte levensduur en anderzijds ten aanzien van een minimaal te behalen rendement op eenmaal ingelegde premies. In de praktijk wordt er in dit kader ook wel gesproken van de keuze met betrekking tot de te hanteren 'grondslagen'. Hiermee wordt bedoeld de keuze aangaande:

- 1) de te hanteren **rekenrente** (waartegen de pensioenverplichtingen contant moeten worden gemaakt)
- 2) de te hanteren **sterftetafel**, waarin gegevens staan vermeld over levens- en sterftেকansen (veelal afgeleid van de sterfteontwikkeling van de Nederlandse bevolking).

De rekenrente

Gegeven is dat een belegd vermogen jaarlijks een renteopbrengst geeft. Deze aangroei van vermogen is een belangrijke financieringsbron voor de dekking van toekomstige pensioenuitkeringen. Een pensioenfonds weet echter van tevoren niet welke opbrengsten er uit de beleggingen zullen komen. Daarom zal deze uitgaan van een veilige veronderstelling over de beleggingsopbrengsten en een lagere rente incalculeren dan deze vermoedelijk zal ontvangen. Met deze veilige veronderstelling ten aanzien van een minimaal te verwachten beleggingsopbrengst, de rekenrente, worden de pensioenverplichtingen contant gemaakt. Het contant maken van de pensioenverplichtingen betekent niet meer dan het bepalen van het bedrag dat nu gereserveerd moet worden, om uiteindelijk over een x aantal jaren op een bedrag uit te komen waarmee aan de pensioenverplichtingen kan worden voldaan. Er dus van uitgaande dat er op het nu te reserveren bedrag jaarlijks rendement zal worden behaald.

Ter illustratie een voorbeeld:

Stel de verplichting bestaat over 28 jaar € 1.000 te betalen en er moet voor deze verplichting nu al een reserve worden aangelegd. Wanneer wordt uitgegaan van jaarlijks te maken rendement van 4%, kan eenvoudig worden berekend welk bedrag daar nu voor gereserveerd zou moeten worden. Op de volgende manier wordt dit berekend: $€ 1.000 * 1/1.04^{28} = € 333$. Immers € 333 uitgezet tegen een rente van 4% levert na 28 jaar € 1.000 op ($€ 333 * 1,04^{28} = € 1.000$). Het bedrag van € 333 wordt de contante waarde of aanvangswaarde genoemd van € 1.000.

Sterfjetafels

Naast de zojuist genoemde beleggingsopbrengsten spelen bij pensioenverzekeringen, evenals andere verzekeringen die op het leven worden gesloten, overlijdenskansen een belangrijke rol. Of er uitkeringen moeten worden verricht hangt immers af van bijvoorbeeld bij een ouderdomspensioen of een verzekerde in leven zal zijn op 65-jarige leeftijd, op 66-jarige leeftijd, op 67-jarige leeftijd .. enzovoort. Bij de waardering van een toekomstige pensioenuitkering in een bepaald levensjaar zal dus moeten worden berekend dat de uitkering ook daadwerkelijk in dat levensjaar gedaan zal moeten worden. Indien er bij de contantmaking van een uitkering ook rekening wordt gehouden met levens- en sterftekansen dan wordt dit actuariel contant maken genoemd.

De levenskansen en daarmee ook de sterftekansen kunnen worden afgeleid uit het statistisch materiaal dat het Centraal Bureau voor Statistiek (CBS) om de vijf jaar hierover publiceert. Omdat het statistisch materiaal niet erg geschikt is voor direct gebruik, wordt dit materiaal door het Actuariel Genootschap (AG) verwerkt tot tabellen, de zogenaamde A.G.-Tafels, die wel makkelijk hanteerbaar zijn. Deze tafels zijn meer bekend onder de naam GBM/V (Gehele Bevolking Mannen / Vrouwen). De meest recente A.G.-Tafels betreffen de waarnemingsperiode 1995-2000. GBM 1995-2000 wil zeggen dat het AG uit de ruwe (gemiddelde) sterftequotienten, die rechttoe rechtaan zijn berekend uit de door het CBS waargenomen aantallen overledenen en overlevenden in de perioden 1995/1996 tot en met 1999/2000, de afgeronde sterftequotienten heeft afgeleid.

In het levenactuarieel wordt de kans dat een mannelijke deelnemer binnen één jaar komt te overlijden aangeduid met q_x (voor vrouwen wordt het symbool q_y gebruikt). De éénjarige overlevingskans $1 - q_x$ wordt genoteerd met p_x . Om een duidelijker onderscheid te maken tussen de ruwe sterftequotienten van het CBS en de afgeronde sterftequotienten van het AG wordt in de praktijk veelal de volgende notatie toegepast: q_{rx} voor de “ruwe cijfers” en voor de daaruit afgeleide “afgeronde” cijfers q_x . Deze notatie zal in het vervolg van deze scriptie dan ook worden gebruikt.

Onderstaande tabel (met l_x het aantal levenden met leeftijd x) laat een fragment zien van de meest recente sterftetafel voor mannen in Nederland (Gehele Bevolking Mannen):

GBM 1995- 2000

x	l_x	q_x
0	10000000	0.0058395
1	9941605	0.0004996
[[[
25	9854693	0.0006914
26	9847880	0.0006913
[[[
65	8276947	0.0199477
66	8111841	0.0221663
[[[
113	3	0.5864457
114	1	0.6007641

Tabel 4.1. Fragment GBM '95-00 (Bron: AG-tafels, Actuarieel Genootschap)

Ter illustratie zal nog een voorbeeld worden gegeven hoe in de praktijk bij het berekenen van de actuariële contante waarde of netto koopsom van een reeks toekomstige jaarlijkse pensioenuitkeringen van dergelijke sterftetafels gebruik kan worden gemaakt. Dit zal eerst worden toegelicht aan de hand van een nu 65-jarige verzekerde en vervolgens (kort) voor een verzekerde jonger dan 65 jaar.

Bij de berekening van de actuariële contante waarde of netto koopsom van de reeks toekomstige jaarlijkse pensioenuitkeringen van een nu 65-jarige verzekerde moet dus een keuze worden gemaakt aangaande de te hanteren grondslagen. Uitgaande van een rekenrente van 4% en het gebruik van de meest recente A.G.-tafel GBM 1995-2000 kan de berekening van de actuariële-contante waarde-factor of netto koopsom van alle verwachte uitkeringen vanaf 65 jaar als volgt in compacte vorm worden weergegeven:

<i>Uitkerings - leeftijd</i>	<i>Levenskans</i>	<i>x</i>	<i>Contante waarde - factor</i>	<i>=</i>	<i>Actuariële - contante waarde - factor</i>
65	100,0%	x	1,00000	=	1,00000
66	98,0%	x	0,96154	=	0,94236
67	95,8%	x	0,92456	=	0,88603
...
80	49,9%	x	0,55526	=	0,27716
...
90	10,6%	x	0,37512	=	0,03994
...
114	0%	x	0,00000	=	0,00000
					+ 11,17361

Tabel 4.2. Voorbeeld berekening actuariële-contante-waarde-factor

De actuariële-contante-waarde-factor van de som van alle uitkeringen vanaf 65 jaar is dus 11,17361. Dit wil zeggen dat de netto koopsom per € 1.000,- direct ingaand jaarlijks ouderdomspensioen voor een 65-jarige man € 11.173,61 bedraagt.

Voor de verzekerden jonger dan 65 jaar is er sprake van de waardering of contantmaking van een pensioenuitkering die eerst vanaf de pensioendatum zal ingaan. Het gaat dan om de netto koopsom voor een uitgesteld pensioen of uitgestelde lijfrente. De vast te stellen netto koopsom moet voldoende zijn om op 65-jarige leeftijd een direct ingaand pensioen te kunnen financieren. Wordt als voorbeeld genomen een 25-jarige man, dan is zijn kans om 65 jaar te worden gelijk aan 0,826. De contante waarde-factor is gelijk aan $1/1,04^{40} = 0,20829$. Dus de netto koopsom uitkering '1' op 65 jaar is gelijk aan $0,826 * 0,20829 = 0,17202$. Dit resulteert in een netto koopsom uitgesteld ouderdomspensioen op 65 jaar per € 1.000,- pensioen van $0,17202 * € 11.173,61 = € 1.922,08$.

Voor de bepaling van de lasten van een pensioenfonds geldt dat de premies en de voorziening moeten worden berekend op basis van een zo realistisch mogelijke inschatting van de te behalen beleggingsrendementen en de gemiddelde te verwachten levensduur (prudentie). Wanneer de werkelijkheid immers afwijkt van de veronderstellingen brengt dat risico's met zich mee. Deze risico's zullen kort worden toegelicht in volgende paragraaf.

4.1.2 Risico's

Met betrekking tot zojuist genoemde grondslagen kunnen de volgende risico's worden onderscheiden: het renterisico (ook wel beleggingsrisico genoemd) en het sterfterisico. Allereerst zal het renterisico worden toegelicht en vervolgens het sterfterisico. Bij de beschouwing van het sterfterisico zal een onderscheid worden gemaakt tussen het kort- en langlevensrisico. Immers een verzekerde kan langer of juist korter leven dan verwacht.

Het renterisico

De uitkeringen die een pensioenverzekeraar in de toekomst zal moeten doen liggen doorgaans nog ver weg. Vaak tientallen jaren. Er is geen zekerheid over de hoogte van de rentestand op de kapitaalmarkt in de komende 30 of 40 jaar of wat de aandelenmarkt in die periode zal doen. Toch moet er bij de keuze van de hoogte van de rekenrente bij het contant maken een inschatting over worden gemaakt. Algemeen wordt aangenomen dat de rekenrente van 4% een veilige marge biedt om de pensioenverplichtingen te kunnen nakomen. Dit moet gezien de renteontwikkeling op de kapitaalmarkt in de laatste 30 of 40 jaar bevestigd worden. Wordt hiervoor het rendement op obligaties en/of aandelen genomen dan is het gemiddeld rendement in de laatste decennia als volgt geweest:

Periode	Gemiddeld rendement obligaties	Gemiddeld rendement aandelen
1964 tot 1970	2,6%	6,9%
1970 tot 1980	7,2%	6,1%
1980 tot 1990	8,9%	16,7%
1990 tot 2000	8,1%	13,5%
2000 tot 2001	6,3%	-9,5%
1964 tot 2001	6,6%	6,7%

Tabel 4.3. Gemiddeld rendement op obligaties en aandelen de afgelopen decennia

Uit dit overzicht zal duidelijk zijn dat de werkelijke opbrengsten van de beleggingen gemiddeld gezien hoger zijn dan de door veel pensioenfonds gehanteerde rekenrente van 4%. Wordt er echter naar de periode van

2000 tot 2001 gekeken dan zal duidelijk worden dat op aandelen het rendement van 4% niet altijd wordt gehaald. Pensioenfondsen beleggen echter niet alles in aandelen. Een pensioenfonds is immers over het algemeen risico-avers en zal daarom een kleiner percentage aan aandelen in de portefeuille houden dan het percentage aan (bijvoorbeeld) obligaties.

Stel dat een pensioenfonds een beleggingsmix heeft van 20% in aandelen en 80% in obligaties (20/80), dan is het gemiddeld rendement in de periode 2000 tot 2001: $0,2 * -9,5\% + 0,8 * 6,3\% = 3,14\%$. Wanneer het pensioenfonds een rekenrente van 4% zou hanteren betekent dit een risico, het renterisico. Immers verzekeren is een pensioentoezegging gedaan gebaseerd op die 4% en een pensioenfonds zal die pensioentoezegging na moeten komen.

Het kortlevenrisico

Het kortlevenrisico houdt in dat meer deelnemers eerder overlijden dan wordt verwacht, waardoor een verzekeringstechnisch nadeel ontstaat. Daarbij moet gedacht worden aan verzekerde nabestaandenpensioenen. Bij overlijden van meer deelnemers dan verwacht ontstaat een hogere schadelast voor het pensioenfonds. Indien na overlijden van verzekerden een nabestaandenpensioen wordt toegekend aan de partner, wordt aan de Voorziening Pensioen Verplichtingen namelijk direct een bedrag toegevoegd om de toekomstige uitkeringen van de toegekende nabestaandenpensioenen veilig te stellen. Bij het kortlevenrisico speelt overigens niet alleen de afwijking tussen werkelijke en verwachte sterfte een rol. Ook het leeftijdsverschil tussen de partners is belangrijk aangezien de sterftkans van een oude partner hoger is dan die van een jonge partner. Dit betekent dat de nabestaandenuitkering aan een jonge partner naar verwachting langer moet worden betaald dan aan een oude partner.

Het langlevensrisico

Van het langlevensrisico is sprake als deelnemers gemiddeld later overlijden dan wordt verwacht, waardoor (net als bij het kortlevenrisico) een verzekeringstechnisch nadeel ontstaat. Het langlevensrisico speelt bij uitgestelde en ingegane ouderdoms- en nabestaandenpensioenen. Op een gegeven moment is de aanwezige voorziening als het ware verbruikt (de deelnemer is 'statistisch dood'). Voor het pensioenfonds ontstaat dan jaarlijks een schadelast omdat het ouderdomspensioen wel moet worden uitgekeerd.

Bij collectiviteiten van kleinere omvang is de kans op een aanzienlijke afwijking van de verwachte sterfte veel groter dan bij collectiviteiten met grote aantallen deelnemers. Kansstelsels zijn immers slechts betrouwbaar wanneer gewerkt wordt met grote aantallen. Daardoor kunnen grote pensioenfondsen risico's beter opvangen en zullen kleine pensioenfondsen ter voorkoming van calamiteiten de sterfterisico's veelal moeten onderbrengen bij een pensioenverzekeraar. Dit wordt overigens (in de meeste gevallen) ook verplicht gesteld door de Pensioen- & Verzekeringskamer.

4.1.3 Huidig beleid pensioenfondsen

De mate waarin risico's worden gelopen hangt voor een belangrijk deel af van de door het pensioenfonds gehanteerde grondslagen. Traditioneel schrijft de Pensioen- & Verzekeringskamer een rekenrente van maximaal 4% voor. Echter door de langdurige lage marktrente wordt steeds vaker een rekenrente van 3% gesignaleerd. Het gebruiken van een lagere rekenrente betekent dat bij de waardering van toekomstige verplichtingen getracht wordt een grotere veiligheidsmarge aan te houden. Gezien de huidige situatie op de beurs is het namelijk maar de vraag of rendementen van 4% daadwerkelijk behaald zullen worden.

Naast de langdurige lage marktrente dient zich ook op het gebied van levens- en sterftেকansen een belangrijke ontwikkeling aan. Het sterftequotiënt is namelijk de afgelopen decennia sterk afgenomen en de verwachting is dat de daling enigszins zal doorzetten. Dat er sprake is van een afname van sterftেকansen en daarmee sprake is van een toename in de gemiddelde levensverwachting zal duidelijk worden uit de volgende tabel:

In onderstaande tabel is de levensverwachting bij geboorte vanaf 1950 tot en met 2001 weergegeven.

	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2001
mannen ♂	70,4	71,5	70,8	72,5	73,8	75,5	75,8
vrouwen ♀	72,7	75,4	76,5	79,2	80,1	80,6	80,7

Tabel 4.4. Levensverwachting bij geboorte (Bron: website Centraal Bureau voor de Statistiek; kerncijfers)

Wanneer wordt gekeken naar het huidige beleid van pensioenfondsen ten aanzien van een te hanteren sterftetafel, kan gesteld worden dat de meeste pensioenfondsen (voor de vaststelling van premies en technische voorzieningen) de overlevingstafels hanteren zoals die worden gepubliceerd door het Actuarieel Genootschap. Deze sterftetafels worden echter eens in de vijf jaar samengesteld en zijn daardoor later beschikbaar, dan de periode waarop ze betrekking hebben. Een nadeel van deze overlevingstafels is daarmee direct al aangetoond: zij hebben betrekking op waarnemingen over verstreken jaren en zijn dus op het moment van publicatie eigenlijk al achterhaald. Daarmee wordt ook direct duidelijk dat deze overlevingstafels geen rekening houden met mogelijke toekomstige ontwikkelingen. Er zijn verschillende oplossingen te bedenken om dat wel te doen. Deze zullen in het vervolg van deze paragraaf nader worden toegelicht.

Een voorziening voor omrekening naar nieuwere sterftetafels

Om de komende tekorten als gevolg van veranderende sterfte te dekken kan gedacht worden aan het creëren van een extra voorziening. Het omrekenen van de voorziening verzekeringsverplichtingen van een oude tafel naar een recentere tafel gaat met kosten gepaard. Nu kan in de jaren dat de voorziening verzekeringsverplichtingen niet omgerekend wordt, naast de bestaande voorziening een extra reserve opgebouwd worden. Zo kan een toekomstige stijging van de verplichtingen, die ontstaat bij herberekening op basis van nieuwe kansen, jaarlijks

gefinancierd worden. Indien de omrekening eens in de vijf jaar plaats zou vinden en de verhoging bijvoorbeeld gemiddeld 1% bedraagt, dan dient er jaarlijks 0,2% (=1%:5) van de voorziening verzekeringsverplichtingen gereserveerd te worden. Bij kleine percentages is dit in de praktijk een acceptabele oplossing gebleken.

Leeftijdsterugstellingen

Het is ook mogelijk om op een ander manier rekening te houden met het toekomstige sterfteverloop. Zo is het vanouds de praktijk om leeftijdsterugstellingen op de standaard A.G.-tafels toe te passen. In de praktijk van pensioenfondsen leidde dat tot een beperking van het verlies op het langlevensrisico. Een leeftijdsterugstelling impliceert namelijk dat lagere sterftekansen dan behorend bij de feitelijke leeftijd worden verondersteld. De keerzijde ervan is echter dat ook voor het kortlevensrisico te lage sterftekansen worden gehanteerd.

Ervaringstafels

Naast dat er de afgelopen decennia een stijging is waargenomen in de gemiddelde levensverwachting is uit onderzoek gebleken dat de sterfte onder de deelnemers aan collectieve pensioenregelingen substantieel lager is dan de bevolkingssterfte. Dit betekent dat pensioenfondsen als het ware een dubbel risico lopen: ten eerste is er het risico dat de toekomstige bevolkingssterfte lager is dan de A.G.-overlevingstafels aangeven; ten tweede is er het risico dat de sterfte onder collectief verzekerden dáár weer onder ligt. Om deze reden worden er door verzekeraars en pensioenfondsen sterftetafels geconstrueerd op basis van waarnemingen onder hun verzekerden (en dus niet op basis van de gehele bevolking). Deze sterftetafels worden ook wel ervaringstafels genoemd.

Twee voorbeelden van ervaringstafels zijn de “Collectief 1993” (opgesteld door actuarissen van Nederlandse pensioenverzekeraars, verenigd in de Commissie Referentietarieven Collectief) en de “Branstafel” (ontwikkeld door actuarissen werkzaam bij Watson Wyatt Brans & Co). Het belangrijkste verschil tussen de standaard A.G.-tafels en de zojuist genoemde ervaringstafel “Collectief 1993” ten opzichte van de Branstafel, is dat de Branstafel zich ontwikkelt in de tijd, waardoor trends in het verloop van de sterfte van verzekerden in de tijd worden meegenomen. Dit zal kort worden toegelicht.

De toekomstige sterftekansen van een deelnemer worden in de Branstafel bepaald door leeftijd en kalenderjaar. Zo zal door de waargenomen trend van afnemende sterftekansen de sterftkans van een 25-jarige in 2002 hoger zijn dan de sterftkans van een 25-jarige in 2020. In de Branstafel worden alle prognosejaren naast elkaar gezet en worden de toekomstige sterftekansen van een deelnemer uit de tafel afgelezen door als het ware ‘schuin door de prognosetafel heen te lopen’ :

Leeftijd	...	2002	2003	...	2010	...	2020
25	...	0,000290	0,000285	...	0,00026	...	0,000225
26	...	0,000278	0,000273	...	0,00025	...	0,000218
...
45	...	0,001475	0,001456	...	0,001316	...	0,001144
...
60	...	0,008345	0,008223	...	0,007438	...	0,006494
61	...	0,009503	0,009364	...	0,008476	...	0,007407
62	...	0,010761	0,010605	...	0,000604	...	0,009396

Tabel 4.5. Fragment Branstafel

Een 25-jarige man heeft in 2002 dus een sterftekans van 0,000290. In het volgende jaar, het jaar 2003, dan is de man 26 jaar. De bijbehorende sterftekans is dan de sterftekans van een 26-jarige in 2003, in dit geval dus 0,000273. Op deze manier wordt dus rekening gehouden met de trend van langer leven.

De huidige ontwikkelingen op de beurs én de recente ontwikkelingen ten aanzien van het sterftequotiënt hebben er voor gezorgd dat, vandaag de dag, zowel bij kleine als bij grote pensioenfondsen de aandacht steeds meer uitgaat naar 't verzekeren van risico's bij een pensioenverzekeraar. Veelal geschiedt dit op basis van een garantiecontract. Het garantiecontract zal worden toegelicht in de volgende paragraaf.

4.2 Het garantiecontract

Het afsluiten van een garantiecontract houdt feitelijk in dat alle werkzaamheden met betrekking tot de uitvoering van de pensioenregeling worden uitbesteed. Een garantiecontract is een pensioenovereenkomst tussen pensioenfonds (of onderneming) en een verzekeringsmaatschappij waarbij, in geval van afwijkingen ten opzichte van de gekozen grondslagen verondersteld in de tariefstructuur, de verzekeraar volledig garant staat voor mogelijke tekorten die daaruit zouden kunnen ontstaan. Met andere woorden de verzekeraar staat volledig garant voor de mogelijke tekorten die zouden kunnen ontstaan om aan de betalingsverplichtingen te kunnen voldoen.

Binnen het garantiecontract kunnen de volgende garanties worden onderscheiden:

- de **uitkeringsgarantie** - deze garantie betreft de garantie dat het tarief (waartegen de opgebouwde rechten contant worden gemaakt) gedurende de contractperiode ongewijzigd blijft en tevens de garantie dat opgebouwde pensioenaanspraken levenslang gegarandeerd worden. Dit laatste betekent dat het niveau van reeds premievrije opgebouwde aanspraken gegarandeerd wordt ook al stijgt de levensverwachting en is de bijbehorende voorziening in principe niet voldoende om de uitkeringen te

kunnen voldoen. De jaarlijkse garantievergoeding bedraagt bij veel verzekeraars tussen de 0,2% - 0,3% van de Voorziening Pensioen Verplichtingen.

- de **rentegarantie** - bij traditionele pensioenverzekeringen worden de toekomstige uitkeringen gegarandeerd, mits de premie of koopsom betaald is. Het tarief waarop de kosten worden gebaseerd, kent een gegarandeerd rendement van 3 of 4%. Het risico van het niet behalen van het gegarandeerde rendement ligt in het geval van een garantiecontract bij de verzekeraar, de rentegarantie. Een verzekeraar kan het risico afdekken via opties, herververkeringsconstructies of extra reserveringen. In alle gevallen zijn dit extra kosten voor de verzekeraar. Hiervoor vragen verzekeraars een vergoeding in de vorm van de zogenaamde “kosten rentegarantie”, de KRG genoemd. De KRG bedraagt bij veel verzekeraars voor een 3%-garantiecontract, 0,3 % van de gedurende de contractperiode op te bouwen Voorziening Pensioenverplichtingen. Bij een rekenrente van 4% is deze opslag vaak gelijk aan 0,4%.
- de **solvabiliteitsgarantie** - volgens wettelijke normen is een verzekeraar verplicht een solvabiliteitsmarge aan te houden. De solvabiliteitsmarge is de financiële buffer van de verzekeraar om verliezen die niet gecompenseerd kunnen worden door winsten uit andere verzekeringen op te kunnen vangen. Deze buffer moet aanwezig zijn en vormt een reden voor het voorschrift van de PVK dat er over corresponderende beleggingen geen risico gelopen mag worden. Echter de aandeelhouders van de verzekeraar hebben een bepaalde rendementseis voor ogen. De hoogte van de rendementseis fluctueert en is mede afhankelijk van de actuele rentestand. Dit extra rendement, dat over de solvabiliteitsmarge ontbreekt, wordt door de verzekeraar meestal niet behaald en daardoor apart doorberekend. Deze opslag voor kosten vermogensbeslag bedraagt bij garantiecontracten veelal 0,2% tot 0,4% van de gedurende de contractperiode op te bouwen Voorziening Pensioenverplichtingen.

Een overzicht van de opslagen:

Garantie

Uitkeringsgarantie	0,2% - 0,3% van de totale VPV
Rentegarantie	0,3% - 0,4% van de gedurende de contractperiode op te bouwen VPV
Solvabiliteitsgarantie	0,2% - 0,4% van de gedurende de contractperiode op te bouwen VPV

Tabel 4.6. Door verzekeraars frequent gebruikte opslagen

In dit onderzoek is het met name van belang om voor een willekeurig pensioenfonds te kunnen bepalen of de zojuist genoemde opslagen, in het bijzonder voor het dekken van het langlevensrisico en het renterisico,

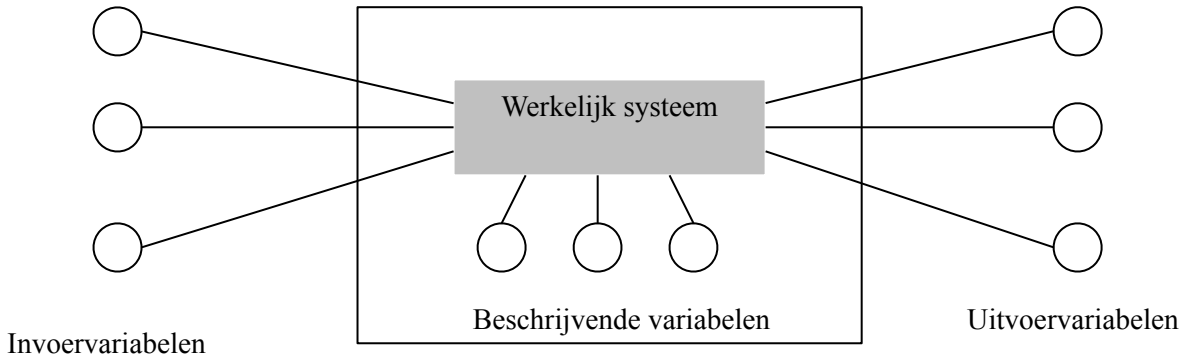
acceptabel te noemen zijn. Met andere woorden zijn de opslagen voor risico's volgend uit een afwijking ten opzichte van gehanteerde opslagen eigenlijk wel 'correct' geprijsd? Vraagt de verzekeraar te veel of misschien wel te weinig om de risico's met betrekking tot de gehanteerde grondslagen te kunnen dekken? De solvabiliteitsgarantie heeft feitelijk geen betrekking op een mogelijk risico ten gevolge van een afwijking ten opzichte van de gehanteerde grondslagen en zal om die reden dan ook niet (nader) worden onderzocht. Wanneer we het in het vervolg dus hebben over de opslagen die beoordeeld moeten worden dan worden hier simpel en alleen de opslagen voor de uitkeringsgarantie en de rentegarantie mee bedoeld!

4.3 Modelopzet

Voor een beoordeling van de door de verzekeraar gehanteerde opslagen zullen de risico's gekwantificeerd moeten worden (alleen dan kan er een vergelijking worden gemaakt met de te betalen bedragen aan de verzekeraar en kan worden beoordeeld of de verzekeraar te veel of te weinig vraagt om deze risico's te kunnen dekken). Om beide risico's te kwantificeren is er een model ontwikkeld in Excel. Alvorens in te gaan op de *werkwijze* waarvoor ik heb gekozen om dit model te ontwikkelen zal eerst worden ingegaan op enkele begrippen die daarbij van wezenlijk belang zijn!

4.3.1 Het modelbegrip

Tijms [12] beschrijft een model als een beschrijving van een (veelal ingewikkeld) systeem uit de werkelijkheid met het doel inzicht in de werking van het systeem te krijgen. Om een model te ontwikkelen waarmee uiteindelijk de opslagen van de verzekeraar beoordeeld kunnen worden zal dus allereerst inzicht moeten worden verkregen in het systeem. Een systeem kan worden weergegeven als in figuur 4.1.



Figuur 4.1. Variabelen van het systeem

Het systeemgedrag wordt in principe weergegeven door de beschrijvende variabelen. Daarnaast kunnen ook zogenaamde invoer- en uitvoervariabelen worden onderscheiden. De invoervariabelen kunnen dienen om gegevens aan het systeem mede te delen en die gegevens zijn dan de oorzaak van een verandering van het systeem. De verandering in het systeem zal meestal meetbaar zijn aan de uitvoervariabelen. Een systeem kan dus ook gezien worden als een transformatie van invoergedrag tot uitvoergedrag.

Willen we het werkelijke systeem nabootsen door middel van een model, dan kan worden gesproken van simulatie. Het woord simulatie komt van het Griekse woord *simulare*, hetgeen de betekenis heeft van gelijkmaken, veinzen of nabootsen. Het is de laatste betekenis, die in het verband van deze scriptie geldig is.

Shannon [11] definieert simulatie als volgt:

“Simulation is the process of designing a model for a real system and conducting experiments with this model for the purpose either of understanding the behavior of the system and of evaluating various strategies (within the limits imposed by a criterion or set of criteria) for the operation of the system”.

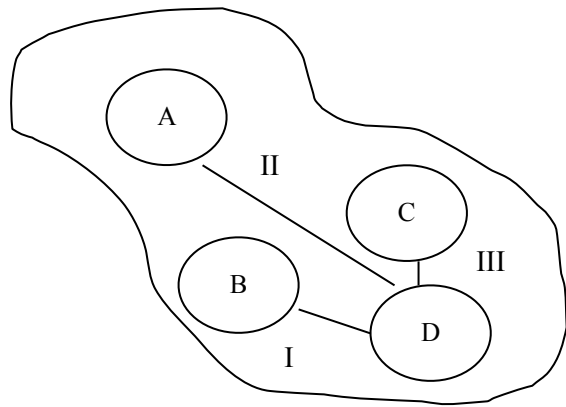
Er is een aantal redenen (waarvan er hier twee zullen worden genoemd) waarom men experimenteert met een model in plaats van met het werkelijke systeem. Deze zijn:

- begrijpen hoe het systeem werkt. Hierbij tracht men hypothesen te ontwikkelen over de onderliggende structuur van het werkelijke systeem
- het experimenteren met het model is goedkoper dan het rechtstreeks ingrijpen in de werkelijkheid. Het experimenteren met een werkelijk systeem zou mogelijk dus, te kostbaar kunnen zijn.

Het proces dat het werkelijke systeem afbeeldt op een model wordt modelleren genoemd. Om met een model inzicht te krijgen in het (vaak minder bekende) werkelijke systeem (ook wel aangeduid als het objectsysteem) zal een model aan een aantal voorwaarden moeten voldoen. Deze voorwaarden kunnen volgens Kramer en de Smit [8] samengevat worden als:

“Het model moet in structuur overeenkomen met het (object)systeem”

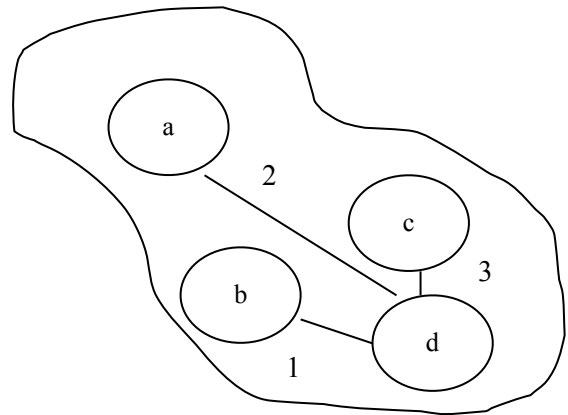
In het meest ideale geval betekent dit dat het model isomorf moet zijn met het te onderzoeken systeem. De betekenis van het begrip isomorf kan worden toegelicht aan de hand van figuur 4.2.



Systeem

↓

↑



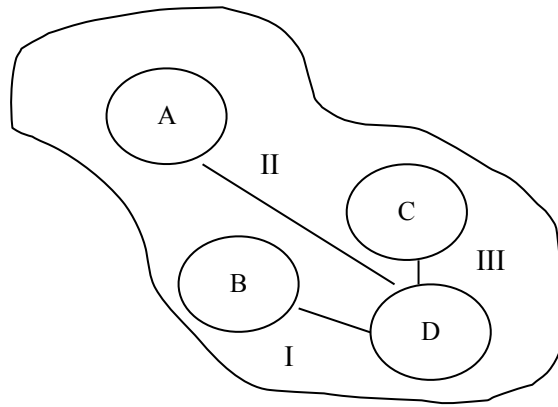
Model

A	B	C	D	I	II	III	en	a	b	c	d	I	II	III
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓		↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
a	b	c	d	1	2	3		A	B	C	D	I	II	III

Figuur 4.2. (Uit: Systeemdenken, Ir. N.J.T.A. Kramer en Ir. J. de Smit)

Als twee systemen isomorf zijn betekent dit, dat de afbeelding één-éénduidig is. Bij elk object van het systeem hoort een object van het model en bij elke relatie van het systeem hoort een relatie van het model. Bovendien geldt, dat de isomorfie relatie symmetrisch is, dat wil zeggen dat de koppeling tussen de objecten en de relaties ook in omgekeerde richting geldt.

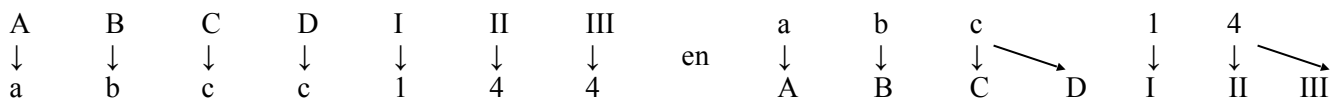
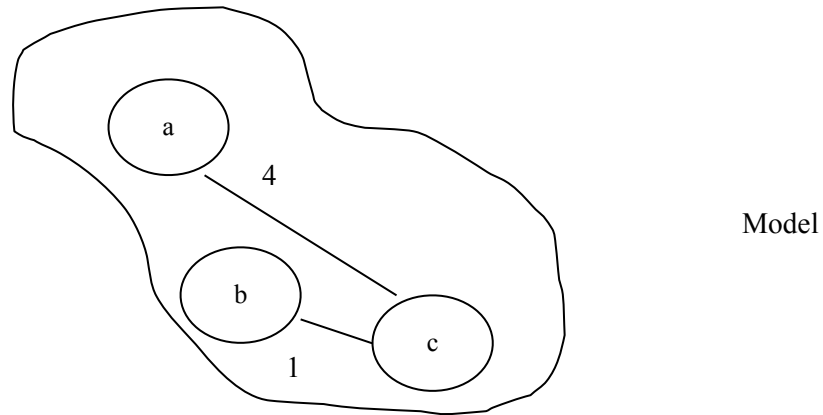
Echter bij modelbouw is isomorfie een ideaal geval. Modellen worden juist gebruikt om via vereenvoudiging inzicht te krijgen in het te onderzoeken systeem. In de praktijk wordt daarom niet gewerkt met isomorfe, maar met homomorfe modellen. Bij homomorfie is sprake van een één-meeruidige afbeelding, zie figuur 4.3.



Systeem

↓

↑



Figuur 4.3. (Uit: zie figuur 4.2)

Op grond van de veronderstelling dat niet alle variabelen voor de verklaring van even groot belang zijn kunnen één of meer variabelen en dus ook relaties worden weggelaten dan wel worden samengevoegd.

4.3.2 Classificatie van modellen

Modellen kunnen op diverse manieren in categorieën worden ingedeeld. Voor dit onderzoek zijn vooral de volgende indelingen van belang:

1. statisch versus dynamisch

2. deterministisch versus stochastisch
3. continu versus discreet
4. iconisch versus analoog versus symbolisch

Ad 1. Een systeem is statisch indien de in- en de uitvoervariabelen gedurende een bepaalde periode T constant zijn. Veranderen de in- en uitvoervariabelen gedurende periode T dan wordt het systeem dynamisch genoemd.

Ad 2. Onder een deterministisch model wordt verstaan een model waarin alle variabelen en relaties tussen de variabelen ‘vast’ zijn, dat wil zeggen dat ze niet beïnvloed worden door waarschijnlijkheidsmechanismen. Een model wordt dus deterministisch genoemd als het geen random variabelen bevat. Wanneer het model stochastisch is dan bevat deze een of meer random variabelen. Een variabele kan dan meerdere waarden aannemen, elk met een bepaalde kans.

Ad 3. Wanneer men spreekt over continue modellen, dan bedoelt men dat de toestandsveranderingen van het model continu zijn (op ieder willekeurig moment kan er een toestandsverandering plaatsvinden). In het discreet model gaan de toestandsveranderingen schoksgewijs (op een bepaald tijdstip dus).

Ad 4. Iconische modellen zijn schaalmodellen die bepaalde aspecten van een systeem visueel weergeven (zoals bijvoorbeeld een schaalmodel van een nieuw te ontwerpen auto). Van analoge modellen spreken we wanneer bepaalde eigenschappen van grootheden in de werkelijkheid in het model worden weergegeven door analoge eigenschappen van modelgrootheden. Voorbeelden van analoge modellen zijn een rekenliniaal, een grafiek of een landkaart. Symbolische modellen tenslotte werken met symbolen voor de in het objectsysteem te bestuderen grootheden en met stelsels vergelijkingen. Voorbeelden van symbolische modellen zijn econometrische modellen. Deze modellen zijn bedoeld om voor een economisch systeem de effecten van verschillende scenario's te onderzoeken.

In dit onderzoek zullen we ons bezig houden met symbolische modellen, die bovendien dynamisch, discreet en eerste instantie deterministisch en in een latere fase stochastisch genoemd kunnen worden.

4.3.3 Computersimulatie

Voor het oplossen van een model kan men analytische methoden en/of computersimulatie aanwenden. Een analytische methode geeft een wiskundige formule waarin de karakteristieken van het systeem gesubstitueerd kunnen worden, terwijl bij computersimulatie het gedrag van het model op de computer wordt nagebootst.

Voor vele complexe systemen is er uiteraard geen andere mogelijkheid dan louter een computersimulatiemodel, maar soms is het mogelijk om een computersimulatiemodel te gebruiken in combinatie met een minder realistisch eenvoudiger analytisch model. Het analytisch model zou inzicht kunnen geven over de vorm van de oplossing en met computersimulatie zou dit verder verfijnd kunnen worden. In dit onderzoek is voor deze laatste aanpak gekozen. Dat voor deze aanpak is gekozen zal duidelijk worden in het volgende hoofdstuk.

4.3.4 Werkwijze

Na de zojuist uitgebreide toelichting over wat een model precies is en welke categorieën er binnen een model te onderscheiden zijn, kan vervolgens nu kort en krachtig (zonder enige verdere uitleg) worden toegelicht voor welke werkwijze ik heb gekozen om een risico kwantificatiemodel te kunnen ontwikkelen. De volgende stappen worden doorlopen:

- I. Het ontwerpen van een deterministisch model
- II. Het analyseren en valideren van het gedrag van dit model door het toe te passen op
 - a. Een willekeurige deelnemer
 - b. Een geheel deelnemersbestand.
- III. Het toevoegen van stochastische simulatie aan het model

Deze benadering leidt tot het antwoord op de onderzoeksvraag (zie inleiding):

“Moet een pensioenfonds de (financiële) risico’s ten gevolge van tegenvallende beleggingsresultaten, of ten gevolge van een toename in de gemiddelde levensverwachting, in eigen beheer houden of herverzekeren bij een pensioenverzekeraar?”

Waarbij het besluitvormingsproces gebaseerd is op de hoogte van de opslagen die door de desbetreffende verzekeraar wordt gehanteerd!

5 Implementatie van het model en de onderzoeksresultaten

We zijn dus geïnteresseerd in de wijze waarop we de door de verzekeraar gevraagde opslagen kunnen beoordelen. Om het onderzoek te kunnen uitvoeren zullen we inzicht moeten krijgen in de situatie waarbij het pensioenfonds een garantiecontract aangaat met de verzekeraar. We zullen als het ware de ‘black box’ van de verzekeraar moeten openen om zodoende een indruk te krijgen van het werkelijke systeem. Met andere woorden het systeem zoals zich dat gedraagt gezien vanuit het gezichtspunt van de verzekeraar.

Geven we een beschrijving van dat systeem dan hebben we het over een model. Het model waarmee we het werkelijke systeem willen nabootsen zal worden toegelicht in de eerste paragraaf. Nadat we een beschrijving hebben gegeven van het werkelijke systeem, waarbij een analytisch model is opgesteld dat dit systeem in wiskundige vergelijkingen representeert, zal het model geverifieerd moeten worden. De verificatie van het model zal onderwerp zijn van de tweede paragraaf. In deze paragraaf zullen eveneens de eerste uitbreidingen/verfijningen worden toegelicht. Vervolgens zal in de derde paragraaf het model nog verder verfijnd worden met enige stochastiek. In de vierde paragraaf zal het ‘stochastische’ model tot slot nog worden toegepast op een geheel deelnemersbestand.

In elke paragraaf zullen de bijbehorende resultaten worden beschreven en uiteraard worden geïnterpreteerd. Met name de interpretatie van de resultaten blijkt een lastig karwei!

5.1 Het model

Modellen worden gebruikt om het gedrag van het systeem dat ons niet duidelijk is te verklaren. In dit onderzoek is dat de wijze waarop verzekeraars hun opslagen vaststellen om het langlevens- en het renterisico te kunnen dekken. Een beschrijving van het werkelijke systeem zal allereerst worden gegeven. Vervolgens zal worden ingegaan op de beoordeling van de opslagen van de verzekeraar. En tot slot van deze paragraaf zullen de in de eerste (en tweede) subparagraaf genoemde kasstromen in wiskundige vergelijkingen worden gepresenteerd.

5.1.1 Beschrijving van het werkelijke systeem

In de inleiding is reeds vermeld dat Watson Wyatt Brans & Co vermoedt dat de hoogte van de opslagen eerder gelden als algemene vuistregels dan dat daar nou echt wiskundige modellen aan ten grondslag liggen. We hebben dus geen inzicht in de wijze waarop verzekeraars hun percentages vaststellen en zullen het werkelijke systeem waarin wij zijn geïnteresseerd moeten nabootsen om op die manier (gegeven een deelnemersbestand) inzicht te krijgen in de kasstromen zoals deze zich zullen ontwikkelen in geval het pensioenfonds haar pensioenaanspraken en(/of) vermogensbeheer overdraagt aan de verzekeraar. Met andere woorden we zullen gegeven het deelnemersbestand een prognose moeten maken van de ontwikkeling van de voorziening pensioenverplichtingen en de ontwikkeling van het vermogen (in handen van de verzekeraar) om zo

- 1) jaarlijks te kunnen bepalen wat er betaald zou moeten worden aan de verzekeraar en

- 2) jaarlijks te kunnen bepalen welke tekorten (of overschotten) zouden ontstaan in geval de werkelijke sterfte van het deelnemersbestand afwijkt ten opzichte van de gehanteerde sterftetafel en
- 3) jaarlijks te kunnen bepalen welke tekorten (of overschotten) zouden ontstaan in geval het werkelijke rendement op het belegd vermogen afwijkt ten opzichte van de gehanteerde rekenrente.

Met andere woorden de risico's waarop de afgegeven garanties van de verzekeraar betrekking hebben zullen gekwantificeerd moeten worden en vergeleken moeten worden met de opslagen te betalen aan de verzekeraar.

Kijken we naar het werkelijke systeem dan geldt dat deze één basismodel heeft. Het basismodel is in staat elk verband tussen de invoer- en uitvoervariabelen te verklaren; of met andere woorden, dit model is in staat elk gedrag van het werkelijke systeem te beschrijven. Dit model is dus geldig voor alle combinaties van invoervariabelen waaraan het werkelijke systeem ook kan worden onderworpen. Anders gezegd het basismodel is een model dat de gehele werkelijkheid representeert. Beschrijven we echter niet de gehele werkelijkheid maar slechts die werkelijkheid waarin we in dit onderzoek geïnteresseerd zijn dan hebben we het niet over het basismodel maar over een vereenvoudigd model. Van ieder systeem bestaat in principe een oneindig aantal vereenvoudigde modellen. Een vereenvoudigd model beschrijft het gedrag van het werkelijke systeem voor een beperkt aantal invoervariabelen.

In dit onderzoek zijn we geïnteresseerd in een tweetal invoervariabelen. We zijn geïnteresseerd in de invoervariabelen sterfte en rendement. Hebben we het over de *invoervariabele* sterfte dan hebben we het feitelijk over de ontwikkeling van het deelnemersbestand. Zowel de ontwikkeling van de voorziening pensioenverplichtingen als de ontwikkeling van het vermogen zijn afhankelijk van de ontwikkeling van het deelnemersbestand. De hoogte van de voorziening pensioenverplichtingen en daarmee de rechten waarop deelnemers aanspraak kunnen maken is immers afhankelijk van het feit of een deelnemer op enig moment nog in leven is, of niet.

Of het vermogen zal toenemen of afnemen is uiteraard ook afhankelijk van de ontwikkeling van het deelnemersbestand. De premies respectievelijk de uitkeringen die worden toegevoegd dan wel worden onttrokken aan het vermogen zullen immers afhangen van de aanwezige premiebetalers dan wel uitkeringsgerechtigden. De *invoervariabele* rendement heeft slechts invloed op de ontwikkeling van het vermogen. Bij de waardering van de voorziening pensioenverplichtingen worden daar immers veronderstellingen over gemaakt (de rekenrente). Het werkelijk te behalen rendement op het vermogen is uiteraard afhankelijk van de door de verzekeraar gekozen beleggingsmix.

Bekijken we nu echter niet de invoervariabelen maar de garanties (we willen immers de opslagen voor deze garanties onderzoeken) dan geldt voor de uitkeringsgarantie dat het tekort in vermogen kan worden vastgesteld door het verschil te bepalen tussen de werkelijke voorziening aan het eind van een jaar en de voorziening zoals

deze aan het eind van dat jaar eigenlijk mocht worden verwacht op basis van de door de verzekeraar gehanteerde sterftetafel. Het verschil tussen de werkelijke voorziening en de verwachte voorziening wordt het technisch resultaat genoemd. Indien deelnemers in werkelijkheid langer leven, waardoor een verzekeringstechnisch nadeel ontstaat, wordt ook wel gesproken van een technisch verlies. Is er in enig jaar sprake van een technisch verlies dan zal door de verzekeraar een bedrag ter grootte van dit technisch verlies moeten worden toegevoegd aan het vermogen.

Ter illustratie een voorbeeld:

	Verwachte voorziening	Werkelijke voorziening	Toevoeging aan het vermogen
t= 1	100.000	150.000	50.000

Buiten dat er in enig jaar sprake zou kunnen zijn van een technisch verlies is het uiteraard ook mogelijk dat er sprake zou kunnen zijn van technische winst. Is er in enig jaar sprake van technische winst dan zou dat een compenserend effect kunnen hebben op ontstane verliezen in andere jaren. Bij de uitkeringsgarantie geldt over het algemeen dat er over de gehele contractperiode wordt bekeken (meestal een periode van vijf jaar), wat *per saldo* het resultaat op sterfte is. Is er aan het eind van de contractperiode *per saldo* sprake van een positief resultaat dan zal dit worden teruggestort aan het pensioenfonds. Is er *per saldo* sprake van een negatief resultaat dan komt dit verlies voor rekening van de verzekeraar.

Ter illustratie een voorbeeld:

	Situatie I	Situatie II
t=1	Technisch resultaat = + 20	Technisch resultaat = + 20
t=2	Technisch resultaat = - 50	Technisch resultaat = - 30
t=3	Technisch resultaat = + 30	Technisch resultaat = + 40
t=4	Technisch resultaat = - 40	Technisch resultaat = - 80
t=5	<u>Technisch resultaat = + 60 +</u>	<u>Technisch resultaat = -80 +</u>
Per saldo	Technisch resultaat = + 20	Technisch resultaat = - 130

In situatie I wordt er bij 100% winstdeling 20 teruggestort aan het pensioenfonds. In situatie II komt het ontstane tekort voor rekening van de verzekeraar.

Hebben we het over de rentegarantie dan hebben we het over het dekken van een vermogenstekort dat mogelijk zou kunnen ontstaan doordat op het belegd vermogen een lager rendement wordt behaald dan de door de verzekeraar gehanteerde rekenrente. Of er in enig jaar een tekort dan wel een overschot is ontstaan kan worden bepaald uit het verschil tussen het werkelijk gerealiseerde vermogen en het vermogen dat benodigd is om aan de betalingsverplichtingen van nu en in de toekomst te kunnen voldoen. Al eerder (zie paragraaf 3.1) hebben we

vermeld dat de hoogte van dit bedrag wordt aangegeven door de hoogte van de voorziening pensioenverplichtingen.

Hoe gaat dit in de praktijk nou eigenlijk in z'n werk? Ontstaat er een tekort in vermogen uitsluitend door een lager behaald rendement dan de gehanteerde rekenrente en dus niet veroorzaakt bijvoorbeeld doordat mensen langer zullen gaan leven (daar dient immers de uitkeringsgarantie voor) dan dient dit tekort, door de afgegeven rentegarantie, te worden gedekt door de verzekeraar. Er bestaat echter enige onduidelijkheid over het moment van betalen door de verzekeraar. De rentegarantie bestaat namelijk nog niet al te lang (zo'n drie jaar) en gezien het feit dat nog niet al te veel pensioenfondsen in de problemen zijn gekomen (een dekkingsgraad beneden de minimaal vereiste 105%) is er tot op heden nog niet al te veel gebruik gemaakt van deze garantie. Wel is bij een aantal pensioenfondsen duidelijk geworden dat de verzekeraar niet direct met geld over de brug komt als het vermogen ontoereikend is om de voorziening pensioenverplichtingen te kunnen dekken. Het belangrijkste argument is dat de verzekeraar er vanuit gaat dat tekorten ontstaan in enig jaar gecompenseerd zullen worden door overschotten in komend of komende jaren (zoals dat in het verleden ook altijd is gebeurd). Zeker zolang er aan de betalingsverplichtingen van dit moment kan worden voldaan ziet de verzekeraar zich niet genoodzaakt het onstante vermogenstekort aan te vullen met als gevolg dat pensioenfondsen, gezien de strenge eisen van de Pensioen- & Verzekeringskamer dit alsnog zelf moeten doen (voor de mogelijkheden die een pensioenfonds daartoe heeft zie paragraaf 3.3).

In dit onderzoek gaat het er niet zozeer om wanneer de verzekeraar tot uitbetaling komt. Daar zullen in het vervolg duidelijkere afspraken over moeten worden gemaakt en pensioenfondsen dienen er dus voor te waken dat afspraken over het moment van bijstorten van de verzekeraar duidelijk op papier worden gezet. Verder kijken we er in dit onderzoek overigens ook niet naar of er in enig jaar voldoende vermogen in de "pot" zit om aan de uitkeringsgerechtigden *van dit moment* te kunnen voldoen omdat we denken dat de rentegarantie daar eigenlijk niet voor bedoeld is. We denken namelijk (of vinden eigenlijk) dat de rentegarantie bedoeld is (of zou moeten zijn) om het vermogenstekort te dekken om aan *alle* uitkeringen te kunnen voldoen. Dus ook aan de uitkeringen die nog in de toekomst zullen moeten plaatsvinden. Dat is dan ook de reden dat we het tekort bepalen door het verschil te nemen van het werkelijk gerealiseerde vermogen en het benodigde vermogen, de voorziening pensioenverplichtingen. De (hoogte van de) voorziening pensioenverplichtingen is immers de (contante) waarde van de uitkeringen van dit moment én van die in de toekomst!

In dit onderzoek zullen we de tekorten dan wel overschotten bekijken gedurende de contractperiode(n). Ontstaat er in het eerste jaar een tekort dan zal de verzekeraar dus de gelegenheid hebben dit tekort in de komende jaren tot aan het eind van de contractduur te compenseren. Is er in enig jaar sprake van een overschot (en de verliezen uit voorgaande jaren zijn reeds gecompenseerd), dan wordt het (resulterende) overschot door de verzekeraar direct teruggestort aan het pensioenfonds.

Ter illustratie een voorbeeld:

Situatie I		Situatie II	
t=1	Overrente = + 20 → 20 naar pensioenfonds	Overrente = + 20 → 20 naar pensioenfonds	
t=2	Onderrente = - 50 → tekort 50 blijft staan	Onderrente = -80 → tekort 80 blijft staan	
t=3	Overrente = + 60 → 10 naar pensioenfonds	Overrente = +50 → tekort 30 blijft staan	
t=4	Overrente = - 40 → tekort 40 blijft staan	Onderrente = - 80 → tekort 110 blijft staan	
t=5	Overrente = + 60 → 20 naar pensioenfonds	Overrente = +90 → tekort 20	

In situatie I wordt de voorziening pensioenverplichtingen na vijf jaar dus exact gedekt door het aanwezige vermogen en heeft er in drie van de vijf jaren een terugstorting van vermogen plaatsgevonden aan het pensioenfonds. Voor situatie II geldt dat er alleen het eerste jaar een terugstorting van vermogen heeft plaatsgevonden en dat er na vijf jaar sprake is van een tekort. De vraag is nu kan dit tekort gedekt worden door de door de verzekeraar ontvangen garantievergoedingen?

5.1.2 Beoordeling opslagen verzekeraars

Om de opslag voor de uitkeringsgarantie te beoordelen zal voor de gehele prognoseperiode voor ieder jaar het technisch resultaat moeten worden berekend en zal voor ieder jaar de door het pensioenfonds te betalen garantievergoeding moeten worden bepaald. Wanneer er voor het pensioenfonds *nu* moet worden besloten of het goedkoper is om de risico's in eigen beheer te houden of om deze uit te besteden zullen de ontstane resultaten en de te betalen vergoedingen contant moeten worden gemaakt. Om te beoordelen of het *goedkoper* is zal vervolgens de som van contante waarde van jaarlijkse ontstane resultaten vergeleken moeten worden met de som van de contante waarde van de jaarlijks te betalen garantievergoedingen. Wanneer dit 'exact' aan elkaar gelijk zou zijn dan heeft de verzekeraar dus 'exact' met de gevraagde opslag voor de uitkeringsgarantie het verlies op sterfte weten te dekken.

Alvorens de zojuist gevolgde redenering in formulevorm weer te geven zal eerst de volgende notatie worden ingevoerd:

Symbol	Omschrijving
t	Jaar t , met $t = 0, \dots, T$
r_m	Marktrente (risicovrij rendement)
CW	De contante waarde
<i>Technisch Resultaat</i>	Het technisch resultaat

$VPV_{\text{werkelijk}}$	De werkelijke voorziening
VPV_{verwacht}	De verwachte voorziening
Pr_v	De opslag van de verzekeraar

Tabel 5.1. Notaties benodigd voor de uitkeringsgarantie

Heeft de verzekeraar ‘exact’ met de gevraagde opslag het verlies op sterfte weten te dekken dan kan dat als volgt in formulevorm worden weergegeven:

$$\sum_{t=1}^T CW_t \text{ Technisch Resultaat}_t + \sum_{t=1}^T CW_t (Pr_v * VPV_{\text{werkelijk}_t}) = 0,$$

$$\Leftrightarrow$$

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r_m)^t} (VPV_{\text{verwacht}_t} - VPV_{\text{werkelijk}_t}) + \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r_m)^t} (Pr_v * VPV_{\text{werkelijk}_t}) = 0$$

Het pensioenfonds heeft in dit geval dus niet te veel maar ook niet te weinig aan de verzekeraar betaald.

Wanneer de som van de contante waarden van de technische resultaten niet ‘exact’ gelijk is aan de som van de contante waarden van de jaarlijks betaalde garantievergoedingen betekent dat dus dat het pensioenfonds te weinig of misschien wel te veel heeft betaald. Met andere woorden wanneer:

$$\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r_m)^t} (VPV_{\text{verwacht}_t} - VPV_{\text{werkelijk}_t}) \neq - \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r_m)^t} (Pr_v * VPV_{\text{werkelijk}_t})$$

dan heeft de verzekeraar óf te veel óf te weinig gevraagd om het verlies op sterfte te kunnen dekken.

Op ongeveer gelijke wijze als zojuist beschreven kan een beoordelingscriterium worden opgesteld voor de opslag van de rentegarantie. Echter een belangrijk verschil ten opzichte van de uitkeringsgarantie is dat de opslag voor de rentegarantie is gebaseerd op de gedurende de contractperiode nog op te bouwen voorziening pensioenverplichtingen. Een ander belangrijk verschil is de terugstorting van vermogen. Indien er in enig jaar sprake is van een overrendement en dit overrendement hoeft niet (geheel) te worden aangewend ter dekking van verliezen in voorgaande jaren dan wordt het overschot aan vermogen in datzelfde jaar nog teruggestort aan het pensioenfonds. Gezien de jaarlijkse terugstortingen en gezien het feit dat eenmaal ontstane tekorten in volgende jaren gecompenseerd zouden kunnen worden is het met name interessant om te bekijken of er aan het eind van de contractperiode (of prognoseperiode) sprake is van een tekort dan wel van een overschot.

Allereerst voeren we de volgende notatie in:

Symbool	Omschrijving
t	Jaar t , met $t = 0, \dots, T$ (en T de prognoseperiode)
r_m	Marktrente (risicovrij rendement)
CW	De contante waarde
$Vermogen_{gerealiseerd}$	Het werkelijke vermogen
$Vermogen_{benodigd}$	Het benodigde vermogen (= voorziening pensioenverplichtingen)
VPV_{optb}	De gedurende de contractperiode(n) op te bouwen voorziening pensioenverplichtingen
Pr_v	De opslag van de verzekeraar

Tabel 5.2. Notaties benodigd voor de rentegarantie

Voor de rentegarantie luidt de redenering voor een beoordelingscriterium als volgt. In geval van de rentegarantie dient aan het eind van de prognoseperiode het verschil tussen het gerealiseerde vermogen en het benodigde vermogen te worden opgevangen door de door de verzekeraar jaarlijks te ontvangen garantiEVERGOEDINGEN. Wanneer aan het eind van de prognoseperiode blijkt dat de contante waarde van het verschil tussen het gerealiseerde vermogen en het benodigde vermogen en de som van de contante waarde van de ontvangen garantiEVERGOEDINGEN ‘exact’ aan elkaar gelijk zouden zijn dan heeft de verzekeraar dus precies de juiste opslag gevraagd om het renterisico te kunnen dekken:

$$\frac{1}{(1+r_m)^T} (Vermogen_{gerealiseerd T} - Vermogen_{benodigd T}) + \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r_m)^t} Pr_v * VPV_{optb t} = 0$$

$$\text{Wanneer } \frac{1}{(1+r_m)^T} (Vermogen_{gerealiseerd T} - Vermogen_{benodigd T}) \neq - \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r_m)^t} Pr_v * VPV_{optb t}$$

dan heeft de verzekeraar te veel of misschien wel te weinig gevraagd.

5.1.3 Variabelen

Willen we de opslagen van de verzekeraar kunnen beoordelen dan zal dus vanaf het moment dat het pensioenfonds haar pensioenaanspraken aan de verzekeraar overdraagt de toekomstige ontwikkeling van de beleggingen en de verplichtingen moeten worden nagebootst.

We zullen nu eerst moeten bepalen welke variabelen van belang zijn om de beleggingen dan wel verplichtingen te kunnen prognosticeren en dus welke variabelen van belang zijn om de opslagen van de verzekeraar te kunnen beoordelen.

5.1.3.1 In- en uitvoervariabelen

Wanneer we ons model beschouwen als een ‘black box’ model, dan zijn er twee groepen van variabelen interessant, namelijk de invoervariabelen- en de uitvoervariabelen. Het gaat er nu allereerst om vast te stellen:

- a) welke uitvoervariabelen willen we meten?
- b) en met welke invoervariabelen gaan we experimenteren?

De invoervariabelen zijn inmiddels al bekend. In ons model zijn dit er twee:

- 1) de sterfte en
- 2) het rendement

Kijken we naar de uitvoervariabele(n) dan hebben we deze nog niet exact gedefinieerd. Wel zijn er inmiddels criteria beschreven om de opslagen van de verzekeraar te kunnen beoordelen waaruit afgeleid zou kunnen worden of de verzekeraar te veel of te weinig zou hebben gevraagd. In plaats van dat we verschillende kasstromen met elkaar moeten vergelijken om af te kunnen leiden of een verzekeraar te veel of te weinig heeft gevraagd is er in dit onderzoek voor gekozen om het (gelijkblijvend) percentage vast te stellen dat de verzekeraar eigenlijk had moeten vragen om het verlies op sterfte (of het tekort in vermogen in geval van de rentegarantie) ‘exact’ te kunnen dekken. Hebben we dit percentage bepaald dan kan vervolgens eenvoudig worden bepaald of de verzekeraar te veel dan wel te weinig heeft gevraagd.

Ter illustratie een voorbeeld:

Zou het percentage dat de verzekeraar had moeten vragen om het verlies op sterfte ‘exact’ te kunnen dekken gelijk zijn aan 0,4% en de verzekeraar heeft een opslag gevraagd ter hoogte van 0,2% dan heeft de verzekeraar dus te weinig gevraagd. Zou het percentage dat de verzekeraar had moeten vragen om het verlies op sterfte ‘exact’ te kunnen dekken lager zijn dan die 0,2% dan heeft de verzekeraar dus te veel gevraagd.

Het percentage dat de verzekeraar eigenlijk had moeten vragen om het verlies op sterfte exact te kunnen dekken zal in het vervolg worden aangeduid met het symbool Pr_s . Voor de rentegarantie geldt dat het percentage dat de verzekeraar eigenlijk had moeten vragen om aan het eind van de prognoseperiode het ontstane verschil tussen het werkelijk gerealiseerde vermogen en het benodigde vermogen te kunnen dekken in het vervolg zal worden aangegeven met het symbool Pr_r .

Een overzicht:

Invoervariabelen

Uitvoervariabelen

Sterfte	Het percentage Pr_s dat de verzekeraar had moeten vragen om het verlies op sterfte 'exact' te kunnen dekken
Rendement	Het percentage Pr_r dat de verzekeraar had moeten vragen om aan het eind van de contractperiode(n) het tekort in vermogen ten gevolge van tegenvallende beleggingsresultaten 'exact' te kunnen dekken

Tabel 5.3. De invoervariabelen van het model

5.1.3.2 Beschrijvende variabelen

Hoe ontwerpen we nu een experiment dat de verlangde informatie gaat opleveren (de uitvoervariabelen) met als doelstelling dat we de opslagen van de verzekeraar kunnen beoordelen? De vraag die nu kan worden gesteld is welke factoren met het oog op realisatie van de zojuist genoemde doelstelling van een zodanig belang zijn, dat ze bij het onderzoek betrokken dienen te worden. In deze fase van het onderzoek worden we dus ook geconfronteerd met de vraag: welke variabelen betrekken we in het onderzoek en welke laten we daar buiten. Terwijl aan de ene kant gewaarschuwd moet worden voor oppervlakkigheid van probleembenadering en de drang om tot een al te snelle oplossing van de te onderzoeken problematiek te komen, moet aan de andere kant ook worden opgepast voor te veel componenten, variabelen en relaties. Ackoff en Sasieni zeggen hierover [1]:

“In general the extend to which a phenomenon is understood is inversely proportional to the number of variables required to explain it.”

In figuur 4.1 hebben we gezien welke variabelen kunnen worden onderkend aan het werkelijke systeem. Aan een model kan men precies dezelfde variabelen onderkennen. De in- en uitvoervariabelen hebben we inmiddels dus al bepaald. Wat ons nog rest zijn de beschrijvende variabelen. De beschrijvende variabelen kunnen verdeeld worden in parameters, hulpvariabelen en toestandsvariabelen. Parameters zijn in het algemeen per simulatie experiment constant maar kunnen in principe in een ander experiment een andere, constante waarde hebben. De verzameling toestandsvariabelen is dat deel van de beschrijvende variabelen, dat nodig is om de toestand van het model volledig vast te leggen. In principe komt het erop neer dat wanneer men de toestandsvariabelen kent en men kent de waarden van de invoervariabelen en de parameterwaarden dat dan de toestand van het model op een later tijdstip berekend kan worden. Alle hulpvariabelen kunnen uit de toestandsvariabelen worden berekend.

Voor iedere deelnemer in ons model kunnen de volgende beschrijvende variabelen worden gedefinieerd:

Toestandsvariabelen	Symbol
Salaris	<i>salaris</i>

Leeftijd	<i>leeftijd</i>
Geslacht	<i>geslacht</i>
Achterliggende dienstjaren	<i>bsdnstj</i>
Te bereiken ouderdompensioen	<i>OP(TB)</i>
Fractie deelnemer	<i>fractiedeelnemer</i>
Werkelijke sterfte (mannen/vrouwen)	q_x/q_y
Werkelijk rendement	r_w
Franchise	<i>Franchise</i>

Parameterwaarden

Symbool

Opbouwpercentage	<i>opbouwpercentage</i>
Pensioenleeftijd	<i>plft</i>
Carrièrestijging	<i>carriere</i>
Loon/prijsinflatie	<i>inflatie</i>
Rekenrente	r_r
Marktrente (risicovrij rendement)	r_m
Actuarieel contante waarde factor	<i>factor</i>

Hulpvariabelen

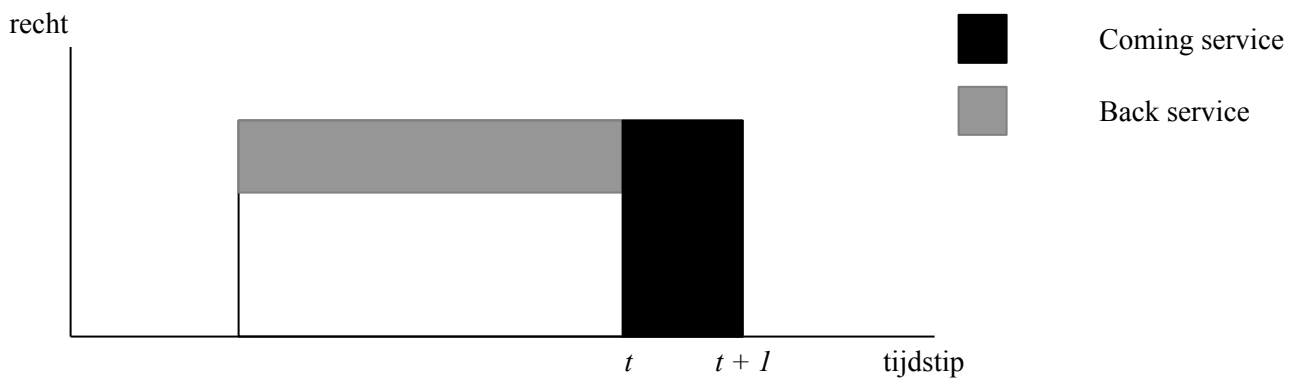
Symbool

Pensioengrondslag	<i>Pensioengrondslag</i>
Opgebouwd recht (primo en ultimo het jaar)	<i>Recht</i>
Resultaat opgebouwd recht	<i>Resultaat recht</i>
Back service/ Coming service	<i>BS/CS</i>
Koopsom back service/ koopsom coming service	<i>Koopsom BS/Koopsom CS</i>
Voorziening pensioenverplichting (verwacht/werkelijk)	$VPV_{verwacht} / VPV_{werkelijk}$
Vermogen (werkelijk/benodigd)	$Vermogen_{werkelijk} / Vermogen_{benodigd}$
Uitkering	<i>Uitkering</i>
Technisch resultaat	<i>Technisch Resultaat</i>
Voorziening pensioenverplichting (op te bouwen gedurende)	VPV_{optb}

Tabel 5.4. De beschrijvende variabelen van het model

De begrippen back service en coming service zullen nog kort worden toegelicht aangezien deze nog niet aan de orde zijn geweest.

In paragraaf 2.2.1 is reeds ingegaan op de wijze waarop pensioen kan worden opgebouwd. Als iemand een gelijkblijvende pensioengrondslag heeft gedurende zijn loopbaan van 40 jaar en daarvan 70% als pensioenuitkering wil ontvangen, dan zal ieder jaar 1,75% van zijn pensioengrondslag moeten worden gespaard. Deze 1,75% van de pensioengrondslag wordt de coming service genoemd. De coming-service is dus de pensioenopbouw gedurende een dienstjaar. Een gelijkblijvende pensioengrondslag over de hele loopbaan zal in de praktijk nooit voorkomen. Als er zich een pensioengrondslagstijging voordoet, zal er nog een extra bedrag gefinancierd moeten worden om de in het verleden opgebouwde aanspraken tot het niveau van de laatst vastgestelde pensioengrondslag te brengen. Dit is de zogenaamde back service. Schematisch kan een en ander worden weergegeven zoals in figuur 5.1¹.



Figuur 5.1. Schematische weergave van back- en coming service

Op tijdstip t is er een pensioengrondslagstijging. De coming service is dan gelijk aan het zwarte vlak. Het witte vlak is volledig gefinancierd met andere woorden het aanwezige pensioenkapitaal is even groot als de waarde van de opgebouwde aanspraken, maar na de loonstijging op tijdstip t zal ook het grijze vlak (back service) gefinancierd moeten worden om volledige affinanciering te kunnen bewerkstelligen.

5.1.4 Het analytische model

Na het vaststellen van de variabelen van belang voor ons model kunnen de volgende vergelijkingen worden opgesteld. We beginnen met het bepalen van het recht dat een deelnemer al heeft opgebouwd alvorens te beginnen met de prognose:

$$Recht_{t=0} = \frac{bsdnstj}{(plft - leeftijd + bsdnstj)} * OP(TB)$$

¹Figuur 5.1 is alleen van toepassing op een eindloonregeling. Bij een middelloonregeling, waarbij de hoogte van het pensioen wordt vastgesteld uitgaande van een gemiddeld salaris, bestaat er geen back service als gevolg van een salarisstijging.

In het door ons op te stellen model houden we alleen rekening met actieve en gepensioneerde deelnemers. Gewezen deelnemers (ook wel slapers genoemd) en arbeidsongeschikten worden dus niet meegenomen maar zouden eventueel in een later stadium (mits daar nog tijd en ruimte voor is) uiteraard altijd nog aan het model kunnen worden toegevoegd. Tijms [12] schrijft overigens ook: “De ervaring leert dat inzicht in de werking van het systeem meestal wordt verkregen door (te beginnen met) relatief simpele modellen”. Met andere woorden dat doen we dus ook!

Om voor een actieve deelnemer voor ieder jaar in de prognose het recht op tijdstip t (met $t=1, \dots, T$) te kunnen bepalen zullen we allereerst de pensioengrondslag op willekeurig tijdstip t moeten vaststellen.

De pensioengrondslag op tijdstip t kan als volgt worden vastgesteld:

$$\begin{array}{r}
 \text{Salaris}_t \\
 \text{Franchise}_t \quad \quad -/- \\
 \hline
 \text{Pensioengrondslag}_t
 \end{array}$$

Uiteraard willen we bij een actieve deelnemer ook rekening kunnen houden met salarisverhogingen uit hoofde van carrière en dat zowel bij het salaris als bij de franchise rekening wordt gehouden met inflatie. De volgende vergelijkingen zijn hierop van toepassing:

$$\begin{array}{l}
 \text{Salaris}_{t+1} \quad = \text{Salaris}_t \quad * (1 + \text{inflatie} + \text{carriere}) \\
 \text{Franchise}_{t+1} \quad = \text{Franchise}_t * (1 + \text{inflatie})
 \end{array}$$

Hebben we de pensioengrondslag op tijdstip t (of $t = t + 1$) bepaald dan kunnen we vervolgens met behulp van het opbouwpercentage en de achterliggende dienstjaren het recht aan het begin (P^o) en aan het eind (U^o) van boekjaar t berekenen:

$$\begin{array}{l}
 P^o \text{ Recht}_t = \text{Pensioengrondslag}_t * \text{opbouwpercentage} * \text{bsd}_{nj_t} \\
 U^o \text{ Recht}_t = \text{Pensioengrondslag}_t * \text{opbouwpercentage} * (\text{bsd}_{nj_t} + 1)
 \end{array}$$

Hebben we het over een gepensioneerde deelnemer of over een deelnemer die op tijdstip t gaat pensioneren dan kan het recht op tijdstip t op de volgende wijze worden vastgesteld:

$$\begin{array}{l}
 P^o \text{ Recht}_t = U^o \text{ Recht}_{t-1} * (1 + \text{inflatie}) \\
 U^o \text{ Recht}_t = P^o \text{ Recht}_t
 \end{array}$$

De back service en de coming service voor zowel een actieve als een gepensioneerde kunnen als volgt worden bepaald:

$$BS_t = P^o \text{Recht}_t - P^o \text{Recht}_{t-1}$$

$$CS_t = U^o \text{Recht}_t - P^o \text{Recht}_t$$

In het model zullen we er uiteraard rekening mee moeten houden dat deelnemers komen te overlijden. We zijn immers geïnteresseerd in de mogelijke nadelige financiële gevolgen indien mensen langer zullen blijven leven dan in de tariefstructuur werd verondersteld. Daarbij kijken we niet naar het moment van overlijden maar gaan we er vanuit dat ieder jaar een deel van deelnemer (overeenkomstig aan de bijbehorende sterftekans in dat jaar) zal komen te overlijden.

Ter illustratie een voorbeeld:

Stel aan het begin van de prognose bestaat het deelnemersbestand uit 10.000 mannelijke deelnemers van 25 jaar. Zouden we veronderstellen dat de sterftekans q_x voor een 25-jarige man in het komende jaar gelijk is aan 0.0006914 dan zijn er na één jaar van de 10.000 deelnemers nog $10.000 * (1 - 0.0006914) = 999381$ deelnemers over. Passen we dit zelfde principe toe op één enkele deelnemer dan geldt dat er na één jaar van deze ene deelnemer nog 0.999381 deelnemer in het pensioenfonds aanwezig is.

De ontwikkeling van één deelnemer (aangeduid met *fractiedeelnemer*) kan als volgt in formulevorm worden weergegeven:

$$P^o \text{fractiedeelnemer}_{t=1} = 1$$

$$P^o \text{fractiedeelnemer}_{t=2, \dots, T} = U^o \text{fractiedeelnemer}_{t-1}, \text{ met}$$

$$U^o \text{fractiedeelnemer}_t = P^o \text{fractiedeelnemer}_t * (1 - q_{x_t})$$

Overigens geldt dat in het door ons op te stellen model *enkel en alleen* uittrekking zal plaatsvinden door sterfte. Dit om het model niet al te ingewikkeld te maken en omdat we met betrekking tot de ontwikkeling van het deelnemersbestand met name geïnteresseerd zijn in een lagere sterfte dan de sterftekans verondersteld in de tariefstructuur. Overige kansen zoals ontslagkansen en arbeidsongeschiktheidskansen worden dus verder buiten beschouwing gelaten.

Ook dient te worden opgemerkt dat we in het model uit gaan van een ‘uitstervend’ pensioenfonds. Met andere woorden de berekeningen worden uitgevoerd op ‘liquidatie-basis’ wat betekent dat het deelnemersbestand niet meer zal worden verversd (door instroom van nieuwe actieven) en dus uitsluitend zal verouderen. Tijms [12] schrijft: “*Het model dient uiteraard de essentie van het systeem weer te geven maar in het algemeen dient men ervoor te waken om meteen een uiterst gedetailleerd model te bouwen*”. Met andere woorden dat doen we dus ook maar niet. Ook hier kunnen we er altijd nog voor kiezen om het model in een later stadium nog verder te verfijnen door instroom van ‘nieuwe’ actieven in het model op te nemen.

Houden we er rekening mee dat deelnemers komen te overlijden dan zal ter bepaling van de werkelijke voorziening aan het eind van ieder jaar het opgebouwde recht zoals zojuist bepaald nog met een tweetal variabelen vermenigvuldigd dienen te worden. Allereerst zal het opgebouwde recht nog vermenigvuldigd moeten worden met de fractie van de deelnemer dat op tijdstip t nog aanwezig is. Het resultaat van deze vermenigvuldiging zal in het vervolg worden aangeduid met het *Resultaat U^o Recht* op tijdstip t en kan dus als volgt worden bepaald:

$$\text{Resultaat } U^o \text{ Recht}_t = U^o \text{ Recht}_t * U^o \text{ fractiedeelnemer}_t$$

Hebben we in enig jaar het *Resultaat U^o Recht* bepaald dan zal deze, om de hoogte van de voorziening pensioenverplichtingen te kunnen bepalen, vervolgens nog vermenigvuldigd moeten worden met de (actuarieel) contante waarde factor:

$$U^o \text{ VPV}_{\text{werkelijk}_t} = \text{Resultaat } U^o \text{ Recht}_t * \text{factor}_t$$

Deze vergelijking dient echter nog te worden uitgebreid! In geval van een garantiecontract geldt namelijk dat de rechten opgebouwd gedurende één bepaalde contractperiode gewaardeerd blijven tegen de, in deze contractperiode geldende grondslagen. Zouden we dus een prognoseperiode hanteren die meer dan één contractperiode zou bevatten dan zullen we dus bij moeten houden welke rechten tegen welke grondslagen gewaardeerd moeten worden. Met andere woorden we zullen de rechten die worden opgebouwd gedurende één bepaalde contractperiode (en de verdere ontwikkeling daarvan bij contractverlenging) dus niet alleen afhankelijk moeten maken van t maar ook van de contractperiode waarin deze rechten zijn opgebouwd. Hetzelfde geldt overigens voor de factoren waartegen deze rechten contant worden gemaakt. Gaan we uit van i contractperioden met $i = 1, \dots, N$ dan krijgen we de volgende vergelijking:

$$U^o \text{ VPV}_{\text{werkelijk}_t} = \sum_{i=1}^N \text{Resultaat } U^o \text{ Recht}_{t_i} * \text{factor}_{t_i}$$

Voor de bepaling van de P^o VPV geldt:

$$P^o \text{ VPV}_{\text{werkelijk}_{t=1}} = \text{Recht}_{t=0} * \text{factor}_{t=1} * P^o \text{ fractiedeelnemer}_{t=1}$$

$$\text{Voor } t = 2, \dots, T \text{ geldt: } P^o \text{ VPV}_{\text{werkelijk}_t} = \sum_{i=1}^N \text{Resultaat } U^o \text{ Recht}_{t-1_i} * \text{factor}_{t-1_i}$$

Niet alleen zullen we er bij de waardering van de voorziening pensioenverplichtingen rekening mee moeten houden dat deelnemers komen te overlijden en dat de opgebouwde rechten contant zullen moeten worden

gemaakt, óók zal dit moeten worden toegepast bij de jaarlijkse back service en coming service. Om het onderscheid te kunnen maken met de al eerder gedefinieerde back service en coming service zullen we hier spreken van de koopsom back service en koopsom coming service. De volgende vergelijkingen zijn hierop van toepassing:

$$P^o \text{ koopsom } BS_t = P^o BS_t * P^o \text{ fractiedeelnemer}_t * factor_t$$

$$P^o \text{ koopsom } CS_t = P^o CS_t * P^o \text{ fractiedeelnemer}_t * factor_t$$

Tevens zullen we er rekening mee moeten houden dat er uitkeringen zullen moeten worden verricht voor deelnemers die reeds gepensioneerd zijn dan wel komen te pensioneren. In ons model gaan we er van uit dat de pensioenuitkeringen een keer per jaar zullen plaatsvinden. Doorgaans zal de uitbetaling van het pensioenbedrag niet een keer per jaar plaatsvinden maar in meerdere termijnen over het jaar verspreid. Bijvoorbeeld in de vorm van twaalf maandelijks uitkeringen. Omdat bij de uitkering in termijnen de rekenmethodiek complexer wordt en van ondergeschikt belang is om inzicht te krijgen in het werkelijke systeem, gaan we in het hierna volgende uit van de situatie dat de pensioenuitkeringen een keer per jaar verricht worden en wel halverwege het jaar (M^o).

De uitkeringen voor deelnemers die pensioneren of reeds gepensioneerd zijn worden op de volgende wijze vastgesteld:

$$M^o \text{ Uitkering}_t = P^o \text{ Recht}_t * (P^o \text{ fractiedeelnemer}_t + U^o \text{ fractiedeelnemer}_t) * 0.5$$

Na het bepalen van bovenstaande variabelen kunnen we nu overgaan tot berekening van de jaarlijkse technische resultaten en de jaarlijkse verschillen tussen het werkelijk gerealiseerde en het benodigde vermogen.

Voor de berekening van het technisch resultaat zullen we het verschil moeten bepalen tussen de verwachte voorziening ultimo het jaar en de werkelijke voorziening ultimo het jaar. De berekening van de werkelijke voorziening hebben we reeds vastgesteld. Ter berekening van de verwachte voorziening wordt gebruik gemaakt van de werkelijke voorziening primo het jaar, de koopsommen voor de back service en coming service, de uitkeringen die indien van toepassing zullen moeten worden verricht en uiteraard zal het rendement, ter hoogte van de gehanteerde rekenrente dat op deze kasstromen naar verwachting in dat jaar zal worden behaald, moeten worden meegenomen. Daarbij overigens wel rekening mee houdend dat op de uit te keren gelden niet het gehele jaar rendement zal worden behaald (we nemen immers aan dat, indien er sprake zou zijn van uitkeringen, dat deze halverwege het jaar zullen plaatsvinden).

De verwachte voorziening ultimo het jaar kan nu als volgt worden vastgesteld:

$$U^o VPV_{\text{verwacht}_t} = (P^o VPV_{\text{werkelijk}_t} + P^o \text{ koopsom } BS_t + P^o \text{ koopsom } CS_t) * (1 + r_r) -$$

$$M^o \text{ Uitkering}_t * (1 + \frac{r_r}{2})$$

Hebben we zowel de verwachte als de werkelijke voorziening ultimo het jaar bepaald dan kan het technisch resultaat worden berekend:

$$\text{Technisch Resultaat}_t = U^o \text{VPV}_{\text{verwacht}_t} - U^o \text{VPV}_{\text{werkelijk}_t}$$

Voor de ontwikkeling van het vermogen geldt:

$$P^o \text{ Vermogen}_{\text{gerealiseerd}_{t-1}} = P^o \text{VPV}_{\text{werkelijk}_{t-1}}$$

$$U^o \text{ Vermogen}_{\text{gerealiseerd}_t} = (P^o \text{ Vermogen}_t + P^o \text{ koopsom BS}_t + P^o \text{ koopsom CS}_t) * (1 + r_w) - M^o \text{ Uitkering}_t * (1 + \frac{r_w}{2}) - \text{Technisch Resultaat}_t$$

$$\text{Met } P^o \text{ Vermogen}_{t=2, \dots, T} = \min(P^o \text{VPV}_{\text{werkelijk}_t}, U^o \text{vermogen}_{t-1})$$

Voor het bepalen van een tekort dan wel een overschot zal het verschil tussen $U^o \text{ Vermogen}_{\text{gerealiseerd}_t}$ en $U^o \text{ Vermogen}_{\text{benodigd}_t}$ ($= U^o \text{VPV}_{\text{werkelijk}_t}$) moeten worden bepaald.

Tot slot zal om de jaarlijks door de verzekeraar te ontvangen garantievergoedingen te kunnen berekenen, de gedurende de contractperiode(n) op te bouwen voorziening pensioenverplichtingen nog moeten worden bepaald.

De volgende formule is hierop van toepassing:

$$U^o \text{VPV}_{\text{optb}_t} = U^o \text{VPV}_{\text{werkelijk}_t} - (P^o \text{Recht}_{t=0} * U^o \text{fractiedeelnemer}_t) * \text{factor}_{t-1}$$

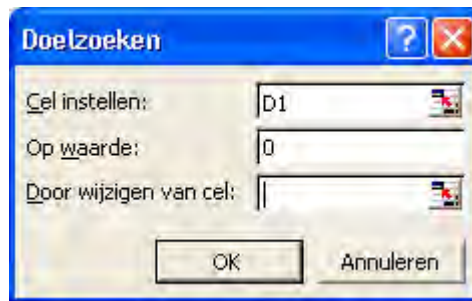
Het model maakt dus per deelnemer een berekening van de voorziening pensioenverplichting(en) en het (werkelijke) vermogen om deze vervolgens te totaliseren. Hebben we deze totalen namelijk vastgesteld dan kunnen daaruit vervolgens uitspraken aangaande een *geheel deelnemersbestand* uit worden afgeleid.

5.2 Computersimulatie

Door de aanwezigheid van de vele vergelijkingen is er in dit onderzoek voor gekozen het zojuist geformuleerde model te implementeren in Excel. Wordt het gedrag van het model nagebootst op de computer dan wordt daarmee niet alleen de rekentijd aanzienlijk mee verminderd, ook kunnen mogelijke aanpassingen of uitbreidingen nog (relatief) eenvoudig en snel worden doorgevoerd.

We zullen nu eerst inzicht proberen te geven in de werking van het (computer) model daarbij tevens nagaand of het gedrag van het model begrijpelijk is. Pas wanneer het vertrouwen omtrent de juistheid van het model tot een acceptabel niveau is gekomen kunnen er uitspraken worden gedaan over het gedrag van het reële systeem.

Welnu, met behulp van de invoerwaarden van het model en gegeven de waarden van de beschrijvende variabelen, worden de uitkomsten of de uitvoervariabelen gegenereerd. De uitvoervariabele, het gelijkblijvend percentage dat de verzekeraar had moet vragen om het verlies op sterfte (we beperken ons even tot de uitkeringsgarantie aangezien dit voor de rentegarantie op een gelijke wijze gaat) kan in Excel op eenvoudige wijze worden vastgesteld. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de functie ‘doelzoeken’ (of in het Engels: ‘goal seek’):



Figuur 5.2. De functie doelzoeken in Excel

Met behulp van ‘doelzoeken’ kan het gewenste resultaat van een formule worden berekend door het wijzigen van een invoerwaarde die deze formule nodig heeft om dit resultaat te berekenen. Passen we dit toe op dit onderzoek dan geldt dat het gewenste resultaat voor de beoordeling van de opslag voor de uitkeringsgarantie gelijk is aan:

$$\sum_{t=1}^T CW (VPV_{verwacht_t} - VPV_{werkelijk_t}) + \sum_{t=1}^T CW (Pr_v * VPV_{werkelijk_t}) = 0$$

Zou $\sum_{t=1}^T CW (VPV_{verwacht_t} - VPV_{werkelijk_t}) + \sum_{t=1}^T CW (Pr_v * VPV_{werkelijk_t}) \neq 0$ dan

zullen we de invoerwaarde Pr_v willen vervangen door het percentage dat de verzekeraar dus ‘had’ moeten vragen om wel het gewenste resultaat te kunnen bereiken. Hebben we dit percentage met behulp van ‘doelzoeken’ bepaald dan hebben we de waarde gevonden voor onze variabele Pr_s . Nog even ter herinnering: Pr_s is het percentage dat de verzekeraar had moeten vragen om het verlies op sterfte exact te kunnen dekken.

Zouden we dit percentage hebben bepaald dan konden we hieruit gemakkelijk afleiden (door dit percentage te vergelijken met de opslag van de verzekeraar) of de verzekeraar te veel dan wel te weinig heeft gevraagd om (in geval van de uitkeringsgarantie) het langlevenrisico te kunnen dekken.

Zouden we er in het model vanuit gaan dat zowel de werkelijke sterfte als het werkelijke rendement exact zouden overeenkomen met de gehanteerde grondslagen dan zouden we mogen verwachten dat zowel Pr_s als Pr_r gelijk zouden zijn aan 0%. Dit gaan we nu eerst testen door het model toe te passen op een enkele deelnemer! Het model zal worden toegepast op een 25-jarige man.

Daarbij zijn de volgende zaken uit het pensioenreglement van belang:

Soort regeling	Eindloonregeling
Toetredingsleeftijd	25 jaar
Pensioenleeftijd	65 jaar
Opbouwpercentage	1,75% per jaar
Pensioen	Ouderdomspensioen

Wat betreft de economische grootheden worden de volgende aannames gemaakt:

Inflatie	2%
Risicovrij rendement	4,75%

Leeftijd	Carrière
25	3%
35	2%
45	1%
55	0%

Carrièrestijging:

Voor zowel de rekenrente als het werkelijk te behalen rendement wordt uitgegaan van 4%. Voor zowel de verwachte als de werkelijke sterfte wordt de meest recente tafel GBM 95-00 gehanteerd. Voor de prognoseperiode hanteren we een tijdsperiode van 25 jaar.

We krijgen het volgende resultaat:

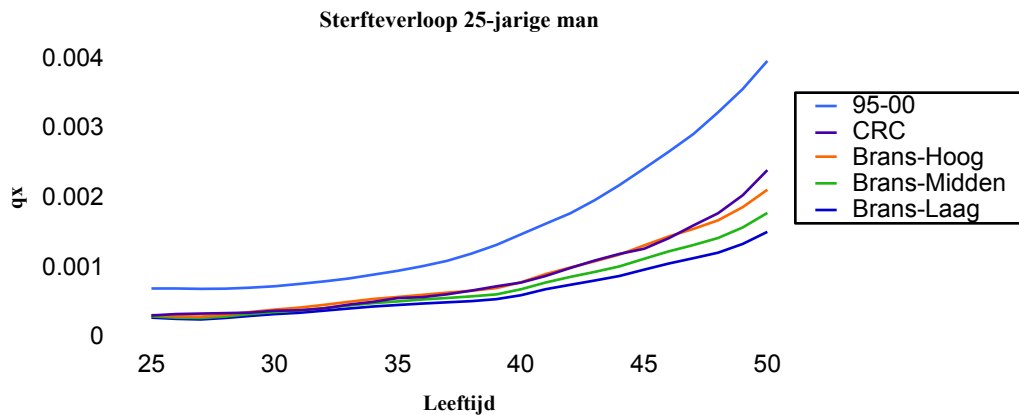
	Pr_s	Pr_r
Sterftegarantie	0%	-
Rentegarantie	-	0%

Tabel 5.5. Verificatie van het model

Met andere woorden het computerprogramma is in overeenstemming met wat we hadden verwacht!

Zouden we nu aannemen dat de werkelijke sterfte van deze 25-jarige man lager zou zijn dan op grond van GBM 95-00 mocht worden verwacht dan zouden we dus kunnen verwachten dat het percentage zal gaan stijgen. De verzekeraar zal immers het verlies op sterfte door deze verlaging met de garantieopslag moeten kunnen dekken. De vraag is alleen hoe kunnen we er in ons model rekening mee houden dat mensen langer zullen blijven leven dan in de tariefstructuur is verondersteld?

In het vorige hoofdstuk hebben we reeds de ervaringstafels die pensioenfondsen hanteren geïntroduceerd. Zetten we zowel de drie verschillende varianten die er van de Branstafel bestaan als de CRC-tafel uit tegen GBM 95-00 dan zien we dat de sterftetekansen van de ervaringstafels lager zijn dan de GBM 95-00 sterftetekansen:



Willen we er in het model dus rekening mee houden dat mensen naar verwachting langer zullen gaan leven dan ~~Figuren 5.3. de gebruik maken van deze tafels.~~ Verder geldt hoe lager de werkelijke sterfte ten opzichte van de verwachte sterfte (in dit geval dus GBM 1995-2000) hoe meer verlies er zal worden geleden én dus hoe hoger het percentage van de verzekeraar zou moeten zijn om het verlies op sterfte te kunnen dekken. We gaan nu controleren of het model dat ons ook vertelt.

Zouden we de zojuist genoemde tafels gebruiken om rekening te houden met het feit dat mensen langer zullen leven dan krijgen we voor onze 25-jarige deelnemer de volgende resultaten:

	AG	CRC	Brans-H	Brans-M	Brans-L
Pr_s	0%	0.09%	0.10%	0.11%	0.13%

Tabel 5.6. Resultaten uitvoervariabele Pr_s na toepassing van het model op een 25 jarige man

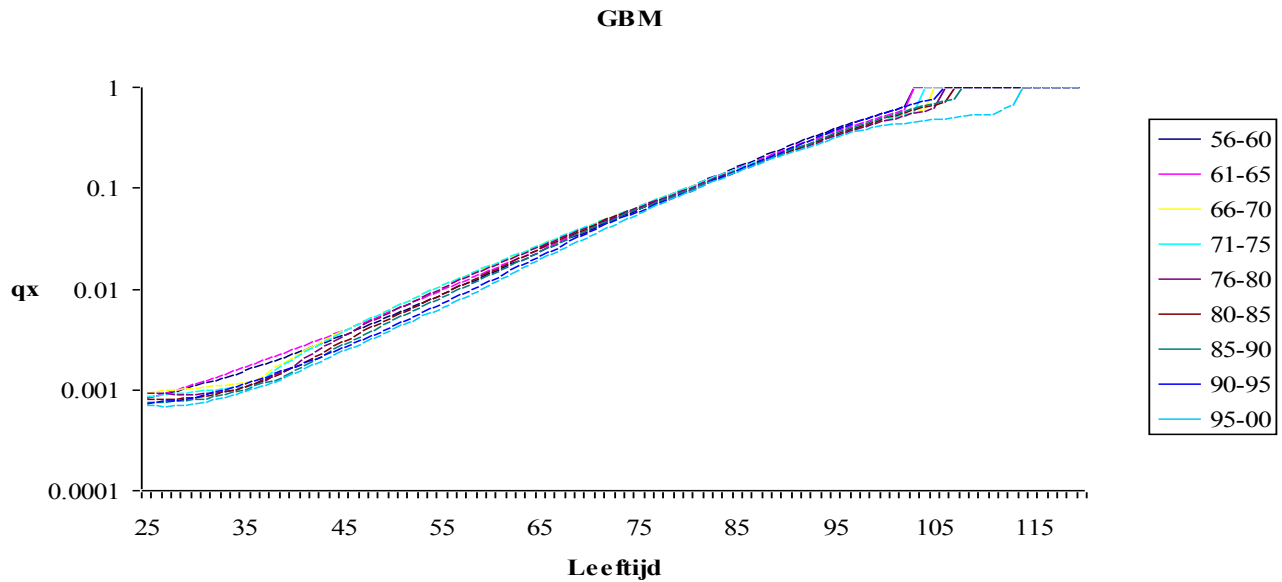
Met andere woorden het model is in overeenstemming met wat we zouden verwachten (ook al zijn de verschillen nihil). Met name de percentages zijn interessant zeker als we het vergelijken met de opslagen van de verzekeraar welke in de praktijk over het algemeen rond de 0.2% – 0.3% liggen. In orde van grootte lijken we dus al in de buurt te komen van het werkelijke systeem. Echter we zijn er nog niet. We zullen nog maar af moeten wachten wanneer we het model toepassen op een geheel deelnemersbestand of we *ook dan* in orde van grootte tot ongeveer hetzelfde resultaat zullen komen.

Alvorens het model toe te passen op een geheel deelnemersbestand zullen we nog een aantal verfijningen willen aanbrengen. Deze zullen nu eerst worden behandeld.

5.2.1 Realistischere aanname 1: samenstellen toekomstige A.G.-tafels

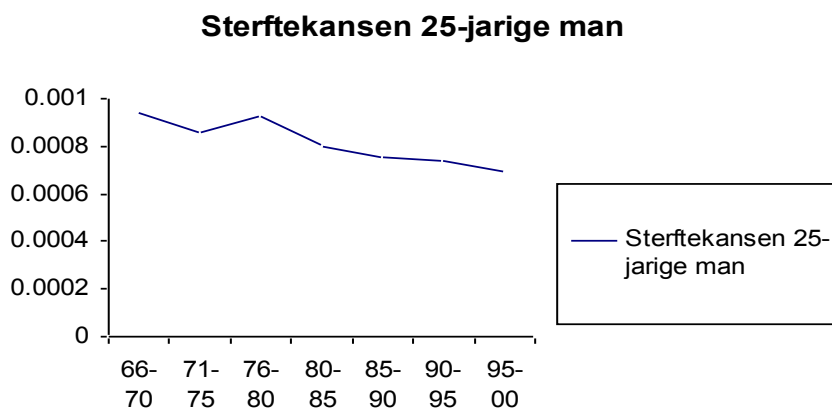
Tot nu toe is er bij de berekeningen vanuit gegaan dat de verzekeraar gedurende de gehele prognoseperiode voor het contant maken van de opgebouwde rechten gebruik maakt van *dezelfde* sterftetafel. Voor een meer realistische benadering van de werkelijkheid zouden we in dit onderzoek mee kunnen nemen dat er elke vijf jaar door het AG een nieuwe sterftetafel wordt samengesteld. Eerder hebben we overigens ook vermeld dat verzekeraars bij verlenging van de contractperiode, voor *nieuw* op te bouwen rechten over zullen gaan op de dan meest, recent beschikbare sterftetafel. Willen we er dus rekening mee kunnen houden dat verzekeraars gebruik zullen maken van sterftetafels die in de toekomst beschikbaar zullen komen, dan zullen we deze toekomstige sterftetafels dus moeten prognosticeren.

Daartoe ligt het allereerst voor de hand inzicht te krijgen in het verloop van de bestaande sterftetafels. Zetten we de tafels uiteen dan krijgen we de volgende grafiek:



Figuur 5.4. Verloop sterftetafels afgelopen decennia

Kijken we naar de verschillen in sterftetafels dan zien we inderdaad dat er in de loop der jaren sprake is van een afname in de sterftetekansen. Tevens kunnen we in bovenstaande figuur zien dat er sprake is van een exponentieel verband tussen de leeftijd en de sterftekans behorende bij die leeftijd. Een vrijwel rechte lijn op logaritmische schaal getuigt immers van een exponentieel verband tussen de variabele x en y . Voor het samenstellen van toekomstige tafels zijn we echter niet geïnteresseerd in een verband *binnen* de tafels maar juist in een mogelijk verband *tussen* de tafels. Daartoe zetten we nu eerst de sterftetekansen voor een 25-jarige man voor de verschillende tafels in één grafiek. We krijgen het volgende verloop:



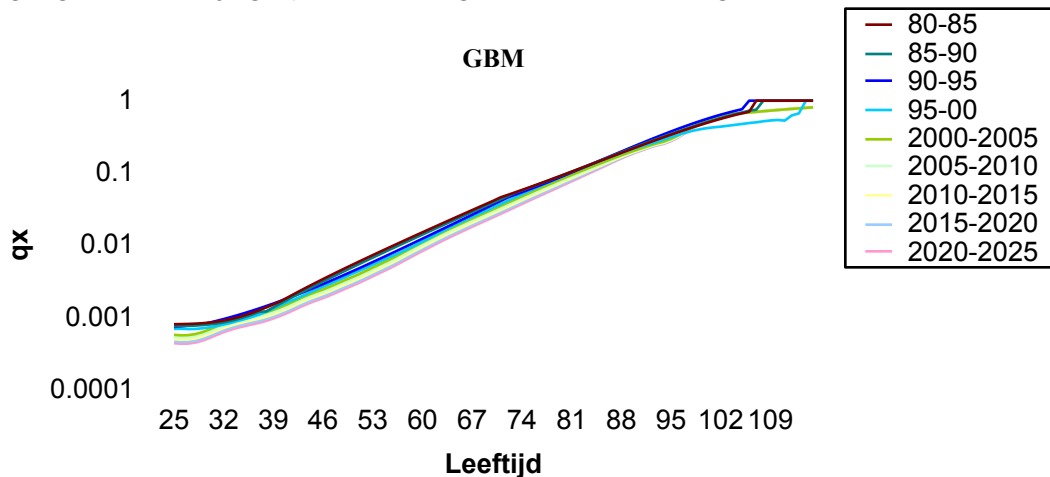
Figuur 5.5. Verloop sterftetekansen 25-jarige man voor de verschillende tafels

Gezien het feit dat er bij geen enkele leeftijd (bij benadering) sprake is van een lineair, exponentieel dan wel enig ander verband én gezien het feit dat het Centraal Bureau van Statistiek eveneens prognoses heeft gemaakt

van toekomstige sterftetekansen (en deze overigens ook beschikbaar heeft gesteld) heb ik besloten (in plaats van zelf toekomstige waarden van sterftetekansen te voorspellen) gebruik te maken van de geprognosticeerde kansen van het CBS. Al eerder overigens (zie paragraaf 4.1.1) hebben we vermeld dat er een onderscheid kan worden gemaakt tussen ruwe sterftetekansen van het CBS en afgeronde sterftetekansen van het Actuariel Genootschap. Aangezien we nu beschikken over data van het CBS en dus beschikken over geprognosticeerde “ruwe” sterftetekansen zullen we alvorens we toekomstige A.G.-sterftetafels kunnen samenstellen, deze ruwe sterftetekansen dus eerst nog moeten afronden. Daartoe moet eerst nog het vijfjaargemiddelde van de ruwe sterftetekansen worden bepaald. Dit doordat het CBS de geprognosticeerde sterftetekansen op jaarbasis publiceert en de A.G.-sterftetafels over een tijdsbestek van vijf jaar worden samengesteld. Het vijfjaargemiddelde is als volgt berekend:

$$\hat{q}_{rx} = \frac{\hat{q}_{r1} + \hat{q}_{r2} + \hat{q}_{r3} + \hat{q}_{r4} + \hat{q}_{r5}}{5}$$

Na afronding van de ruwe sterftetekansen (voor een nadere toelichting en de implementatie van het afrondingsalgoritme zie bijlage I) werd het volgende resultaat verkregen:



In bovenstaand figuur (zie ook de sterftetafel van een afname in sterftetekansen en dat het verloop van de geprognosticeerde sterftetafels geen “rare” afwijkingen vertoont ten opzichte van het verloop van de sterftetafels uit het verleden. We kiezen er dan ook voor de sterftetafels geconstrueerd volgens deze methode te hanteren voor ons verdere onderzoek. Overigens hebben we er voor gekozen vijf toekomstige sterftetafels samen te stellen aangezien we in dit onderzoek gebruik willen maken van een prognoseperiode van (maximaal) 25 jaar. Echter met deze sterftetafels alléén zijn we er nog niet! We zullen immers nog de factoren moeten samenstellen waarin deze tafels zitten verwerkt. Om voor elke leeftijd voor iedere sterftetafel de bijbehorende factor te kunnen berekenen is er een programma geschreven in Excel (zie bijlage II). Daarbij dient te worden opgemerkt dat door de toekomstige verlaging in sterftetekansen de factoren berekend op basis van de toekomstige sterftetafels hoger zullen moeten uitkomen dan de factoren zoals deze zijn berekend op basis van de meest

recente tafel GBM '95-00. Een verlaging van de sterftetekansen brengt immers met zich mee dat er in de toekomst langer uitgekeerd zal moeten worden en dus zullen er zwaardere (of hogere) tarieven moeten worden gehanteerd om iemand tot in lengte van dagen het beloofde pensioen te kunnen uitkeren.

Nemen we als steekproef (uit bijlage III) de factoren voor een 30 tot en met 35 jarige man dan ziet dit er als volgt uit:

GBM	95-00	00-05	05-10	10-15	15-20	20-25
30	2.280	2.351	2.427	2.500	2.569	2.632
31	2.373	2.446	2.526	2.602	2.673	2.738
32	2.469	2.546	2.629	2.708	2.781	2.849
33	2.570	2.650	2.736	2.818	2.895	2.965
34	2.675	2.759	2.848	2.933	3.012	3.086
35	2.785	2.872	2.964	3.053	3.135	3.212

Tabel 5.7. Fragment 'toekomstige' factoren voor mannen

Met andere woorden we zien per leeftijd een toename in de factoren en dat is wat we wilden!

5.2.2 Realistischere aanname 2: het simuleren van toekomstige beleggingsrendementen

In de berekeningen zoals deze tot nu toe zijn uitgevoerd is verondersteld dat het jaarlijkse rendement te behalen op de beleggingen telkens gelijk zou zijn aan de gehanteerde rekenrente van 4%. Zouden we dezelfde berekeningen uitvoeren maar dan uitgaan van een jaarlijks te behalen rendement van bijvoorbeeld 6% of 7% dan zouden we op voorhand al kunnen zeggen dat het in die gevallen voor het pensioenfonds niet interessant zou zijn om het renterisico onder te brengen bij de verzekeraar. Zouden we daarentegen kiezen voor een rendement lager dan de gehanteerde rekenrente dan geldt uiteraard het omgekeerde. We zullen nu eerst nagaan of het geconstrueerde model dat ons nu ook vertelt. Het model zal weer worden toegepast op een 25-jarige man. We krijgen de volgende resultaten:

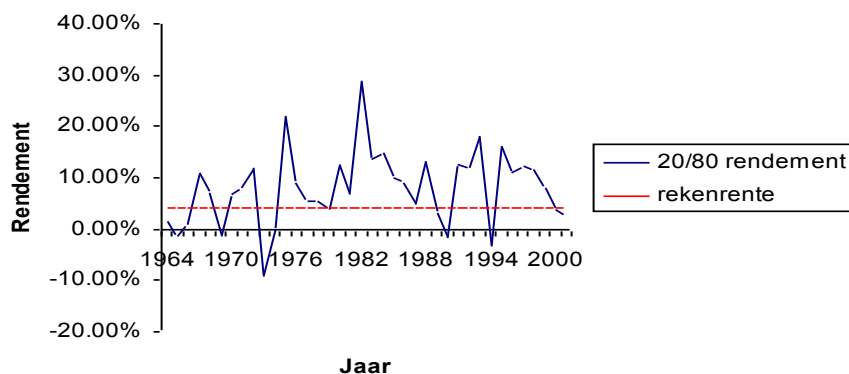
25-jarige man	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
rekenrente 3%	0.35%	0.00%	-0.10%	-0.19%	-0.29%	-0.39%	-0.48%
rekenrente 4%	0.67%	0.33%	0.00%	-0.10%	-0.20%	-0.30%	-0.41%

Tabel 5.8. Resultaten uitvoervariabele Pr_r na toepassing van het model op een 25-jarige man

Wederom zien we dat het gedrag van het model in overeenstemming is met wat we zouden verwachten. We zien namelijk dat wanneer het werkelijke rendement boven de gehanteerde rekenrente uitstijgt dat in die gevallen de verzekeraar een negatief percentage had moeten vragen. Is er sprake van een negatief percentage, wat niet meer betekent dan dat er aan het eind van de prognoseperiode sprake is van een winst op het belegd vermogen, dan heeft de verzekeraar dus niet het renterisico hoeven dekken. In die gevallen heeft de verzekeraar dus duidelijk te veel gevraagd!

Kijken we naar de situaties waarbij het werkelijk rendement onder de gehanteerde rekenrente uitkomt dan zien we een positief percentage. Daarbij is overigens te zien dat de hoogte van het percentage bij een 3%-rekenrente duidelijk lager ligt dan bij een 4%-rekenrente. Echter óók dit is in overeenstemming met wat we zouden mogen verwachten. Wanneer immers een lagere rekenrente wordt gehanteerd dan betekent dit een veiligere veronderstelling ten aanzien van het werkelijk te behalen rendement. Wordt er dus een laag werkelijk rendement behaald zoals bijvoorbeeld de 2% uit de tabel dan zal de verzekeraar bij een 3%-rekenrente dus minder verlies hoeven te compenseren dan wanneer er een rekenrente van 4% was gehanteerd.

Gezien het verleden is het echter niet realistisch om aan te nemen dat er ieder jaar hetzelfde rendement zal worden behaald. Kijken we namelijk naar het verleden en hanteren we een beleggingsmix voor 20% bestaande uit aandelen en 80% uit obligaties, een beleggingsmix die veelal wordt gehanteerd bij garantiecontracten, dan zien we het volgende (grillige) verloop:



Figuur 5.7. Rendement behaald in het verleden bij beleggingsmix 20/80

Ook in dit onderzoek zullen we er rekening mee willen houden dat jaarlijks het rendement op het belegd vermogen zal fluctueren. We stappen in het vervolg daarom ook af van de veronderstelling dat ieder jaar hetzelfde rendement zal worden behaald. Stappen we overigens van deze veronderstelling af, dan zullen we vervolgens wel toekomstige beleggingsrendementen moeten simuleren. Dat gaan we nu eerst doen!

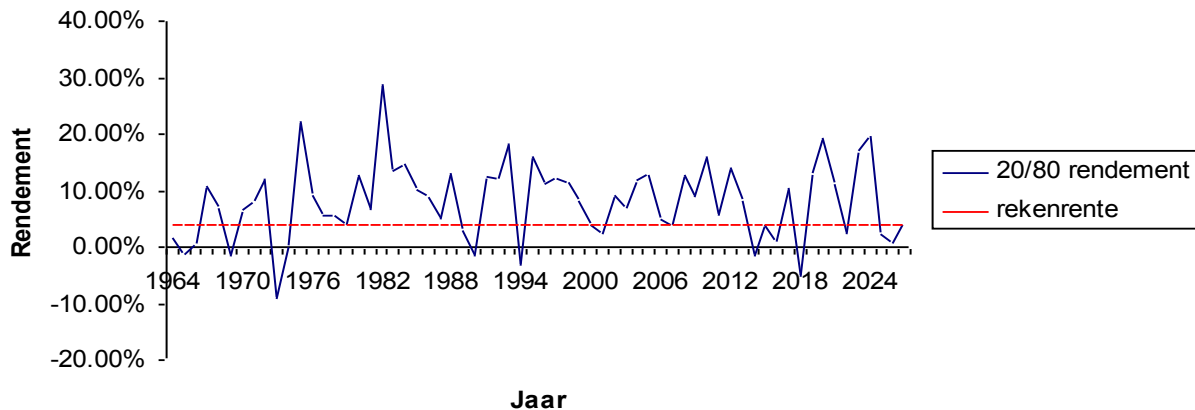
Voor het genereren van toekomstige scenario's van beleggingsrendementen heb ik gebruik gemaakt van het tijdreeksmodel van Watson Wyatt Brans & Co. Watson Wyatt Brans & Co maakt bij het genereren van de

scenario's gebruik van een eerste orde vector autoregressief model, het zogenaamde VAR(1)-model. Een VAR(1)-model gaat uit van de veronderstelling dat de economische waarden in een jaar slechts afhankelijk zijn van de economische waarden van alle beschikbare reeksen een jaar terug in het verleden. De simulatie van de genoemde reeksen vindt zodanig plaats dat de nagebootste toekomst dezelfde statistische kenmerken heeft als die van de data die voor het schatten van de parameters gebruikt zijn. In formulevorm luidt het algemene model:

$$x_t = \mu + \Omega * (x_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t$$

Hierbij stelt x_t de vector van de gesimuleerde realisaties van de reeksen voor in periode t , μ is de vector van reeksgemiddelden, Ω is de matrix met de onderlinge verbanden tussen de diverse reeksen en ε_t de vector van gegenereerde storingstermen.

Met behulp van het tijdreeksmodel (voor de gebruikte data zie bijlage V) heb ik 500 toekomstige scenario's gegenereerd. In onderstaande figuur heb ik één, geheel willekeurig gekozen scenario toegevoegd aan de oorspronkelijke data. We krijgen het volgende verloop:



Figuur 5.8. Verloop (met behulp van tijdreeksmodel gegenereerd) toekomstig scenario

In het verleden zijn de beleggingsresultaten (zoals we dat in bovenstaande figuur ook kunnen zien) altijd vrij goed geweest. In dit onderzoek zijn we echter geïnteresseerd in het verschijnsel dat het in de toekomst minder voortvarend zal gaan. Om rekening te houden met het feit dat beleggingsresultaten lager zullen uitvallen dan in het verleden is waargenomen zullen we de scenario's voor aandelen en obligaties zoals deze zijn gegenereerd met behulp van het tijdreeksmodel verlagen. De volgende verlagingen worden toegepast:

O	I	II	III

Aandelen	0%	-1.0%	-2.0%	-3.0%
Obligaties	0%	-0.5%	-1.0%	-1.5%

Tabel 5.9. Toegepaste verlagingen

We kiezen uit de 500 gesimuleerde scenario's twee willekeurige scenario's en passen hierop de verlagingen toe. We zijn nu voor elk geconstrueerd scenario geïnteresseerd in de output van het model. Wederom passen we het model toe op een 25-jarige man. We kiezen voor een prognoseperiode van 25 jaar en hanteren zowel een rekenrente van 3% als 4%. We krijgen de volgende resultaten:

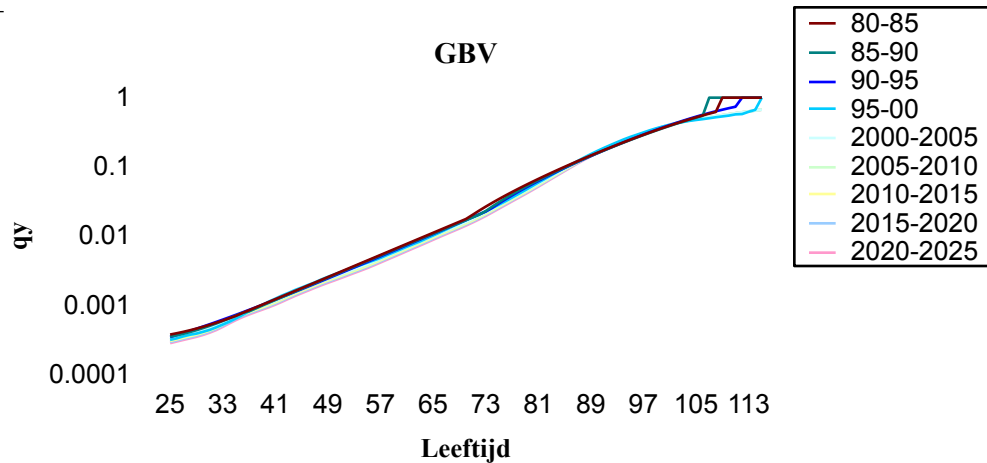
	Scenario 1				Scenario 2			
	O	I	II	III	O	I	II	III
r = 3%	0.27%	0.38%	0.48%	0.58%	0.09%	0.14%	0.20%	0.25%
r = 4%	0.47%	0.58%	0.69%	0.80%	0.19%	0.25%	0.30%	0.36%

Tabel 5.10. Resultaten Pr_r voor twee willekeurige scenario's na toepassing van de verlagingen

Voor de rentegarantie hanteren verzekeraars in geval van een 3% rekenrente over het algemeen een opslag van 0.3%. Wanneer het percentage dat de verzekeraar had moeten vragen boven die 0.3% zou uitkomen zoals dat in drie van de vier gevallen voorkomt bij scenario 1 dan zou het voor pensioenfondsen dus gunstig zijn om het renterisico door de verzekeraar te laten dekken. In geval dat er een 4% rekenrente zou worden gehanteerd waarvoor geldt dat verzekeraars over het algemeen een opslag vragen ter hoogte van 0.4%, dan zou het voor alle varianten van scenario 1 wel gunstig zijn geweest en voor alle varianten van scenario 2 niet. De conclusies die uit de resultaten kunnen worden getrokken aangaande het al dan niet herverzekeren van het renterisico bij een verzekeraar zijn dus sterk afhankelijk van het gekozen scenario (en/of de 'eindtoestand' van het model).

5.2.3 Realistischere aanname 3: doorrekenen heel deelnemersbestand

Ook al hebben we misschien anders doen vermoeden, tot nu toe was het alleen maar mogelijk het (computer)model toe te passen op een 25-jarige mannelijke deelnemer. Willen we het model kunnen toepassen op een geheel deelnemersbestand dan zullen we dus nog een aantal wijzigingen moeten doorvoeren. Allereerst moet het model naast 25-jarige deelnemers uiteraard ook *oudere* deelnemers kunnen doorrekenen. Houden we rekening met oudere deelnemers dan geldt dat we er rekening mee zullen moeten houden dat deze oudere deelnemers in het verleden (mogelijk) al rechten hebben opgebouwd. Vervolgens zal het model niet alleen moeten kunnen worden toegepast op mannen maar uiteraard ook op vrouwen. Willen we vrouwen kunnen doorrekenen dan zullen we eerst nog de 'nieuwe' factoren voor vrouwen moeten bepalen (vrouwen hebben lagere sterftkansen dan mannen en zullen dus hogere factoren nodig hebben). Dit laatste gaan we nu eerst doen. Gebruiken we wederom CBS sterftkansen maar nu voor de vrouw en passen we opnieuw het al eerder genoemde afrondingsalgoritme toe dan krijgen we 't volgende resultaat:



Figuur 5.9. Verloop (toekomstige) sterfietafels voor vrouwen
 Bekijken we hetzelfde fragment van de factoren dan zien we inderdaad (wanneer we het vergelijken met de tabel 5.7) dat de factoren voor vrouwen hoger zijn dan voor mannen én dat óók voor de vrouwen geldt dat de factoren per leeftijd toenemen:

GBV	95-00	00-05	05-10	10-15	15-20	20-25
30	2.928	2.955	2.982	3.012	3.042	3.073
31	3.046	3.074	3.103	3.133	3.165	3.197
32	3.169	3.199	3.228	3.260	3.293	3.326
33	3.298	3.328	3.359	3.392	3.426	3.461
34	3.431	3.463	3.495	3.529	3.565	3.601
35	3.571	3.604	3.637	3.673	3.710	3.747

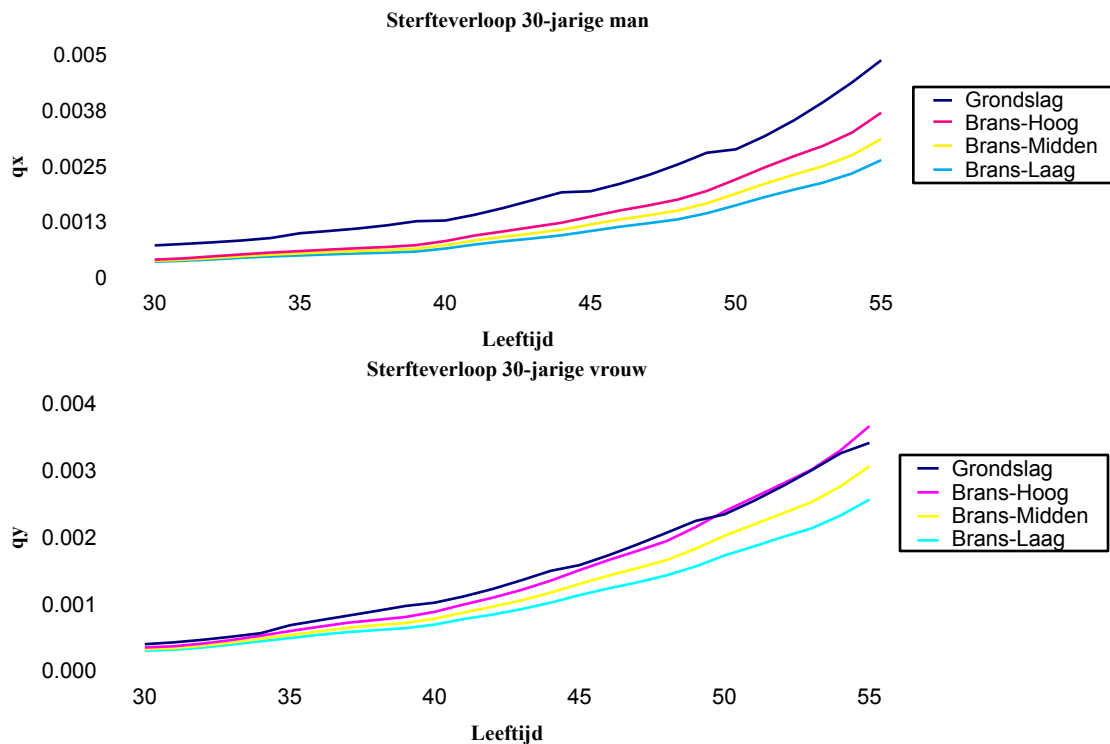
Tabel 5.11. Fragment 'toekomstige' factoren voor vrouwen

Na het vaststellen van de factoren voor vrouwen (zie bijlage IV) én nadat we de nodige aanpassingen hebben gedaan in het spreadsheet (de implementatie ervan laten we verder achterwege) kunnen we vervolgens voor elke willekeurige deelnemer het model doorrekenen. Kunnen we voor elke deelnemer afzonderlijk bepalen of het interessant zou zijn om voor deze deelnemer over te gaan op herverzekeren dan kunnen we bijvoorbeeld ook bepalen tot welke leeftijd het interessant zou zijn om eigen beheer te voeren. We passen dit toe op de uitkeringsgarantie. Dit leidt voor mannen respectievelijk vrouwen tot de volgende resultaten:

M	Brans - Hoog	Brans - Midden	Brans - Laag	V	Brans - Hoog	Brans - Midden	Brans - Laag
$Pr_v = 0,2\%$	35	33	32	$Pr_v = 0,2\%$	-	62	46
$Pr_v = 0,3\%$	39	37	36	$Pr_v = 0,3\%$	-	-	54

Tabel 5.12. Tot welke leeftijd is de garantie in eigen beheer voordeliger?

Bij de vrouwen valt direct op dat indien wordt aangenomen dat de werkelijke sterfte verloopt volgens de hoge variant van de Branstafel dat het voor geen enkele leeftijd interessant zou zijn om over te gaan op herverzekeren van het langlevensrisico. Terwijl dat bij de mannen reeds bij een leeftijd van 35 respectievelijk 39 is, afhankelijk van het door de verzekeraar gekozen percentage. De vraag is nu hoe valt dit te verklaren? Zetten we de (geprognosticeerde) verwachte sterfte uit tegen de drie varianten van de Branstafel voor zowel mannen als vrouwen dan krijgen we het volgende:



We zien dus duidelijk dat bij vrouwen het verschil in werkelijke sterfte ten opzichte van de verwachte sterfte aanzienlijk kleiner is dan bij de mannen. Dat is dan ook de reden dat er bij mannen, eerder dan bij vrouwen zou moeten worden overgegaan op het herverzekeren van het langlevensrisico bij een verzekeraar van de Branstafel voor zowel een 30-jarige man als een 30-jarige vrouw

Tot nu toe is het (computer)model zó ingericht dat voor elke deelnemer afzonderlijk kan worden bepaald of er (gezien de aannames die zijn gemaakt) zou moeten worden herverzekerd of niet. Echter in geval van een garantiecontract wordt er niet per deelnemer bepaald of deze wel of niet zal worden herverzekerd maar gaat het om een collectieve verzekering en dus om het verzekeren van het gehele deelnemersbestand.

Willen we het model kunnen toepassen op een geheel deelnemersbestand dan zullen we het model dus zo moeten inrichten dat er per deelnemer een berekening wordt gemaakt om vervolgens te totaliseren. Hebben we jaarlijks voor het gehele deelnemersbestand bepaald wat het resultaat op sterfte is én jaarlijks voor het gehele deelnemersbestand bepaald wat het tekort in vermogen is om aan de uitkeringen van nu en in de toekomst te kunnen voldoen, dan kan vervolgens *voor het gehele deelnemersbestand* worden bepaald of er zou moeten worden herverzekerd, of niet.

Voor het toepassen van het model op een geheel deelnemersbestand en om te bekijken of resultaten die door het model worden gegenereerd in orde van grootte enigszins in overeenstemming zijn met de werkelijkheid, zijn er de volgende twee ‘fictieve’ deelnemersbestanden geconstrueerd:

‘fictief’ pensioenfonds	I (jong)	II (oud)
Aantal deelnemers	100	100
% mannen	60%	60%
% vrouwen	40%	40%
Gemiddelde leeftijd	35.9	45.7

Tabel 5.13. Samenstelling fictieve deelnemersbestanden

We maken dus onderscheid tussen een jong en een oud deelnemersbestand. Het salaris van de deelnemers is gebaseerd op het ‘gemiddelde’ pensioenfonds zoals dat in een eerder geschreven afstudeerwerkstuk van Dhr. L. Thiele is geconstrueerd. Passen we het model nu toe op beide deelnemersbestanden en maken we aangaande het pensioenreglement dezelfde veronderstellingen als al eerder gemaakt (zie paragraaf 5.2), veronderstellen we voor de verwachte sterfte de geconstrueerde toekomstige A.G.-tafels, voor de werkelijke sterfte de drie varianten van de Branstafel, voor de rekenrente 4% en tot slot voor het werkelijk rendement scenario 1 en 2 (zie vorige paragraaf) inclusief de verlagingen, dan krijgen we voor de uitkeringsgarantie respectievelijk de rentegarantie de volgende resultaten:

Jong	Pr_s		Pr_r Scenario 1	Pr_r Scenario 2
Brans-Hoog	0.2701%	O	0.4363%	0.1736%

Brans-Midden	0.3910%	I	0.5380%	0.2264%
Brans-Laag	0.4933%	II	0.6396%	0.2792%
		III	0.7413%	0.3320%

Tabel 5.14. Resultaten jonge deelnemersbestand

Oud	Pr_s		Pr_r Scenario 1	Pr_r Scenario 2
Brans-Hoog	0.4213%	O	0.3482%	0.1351%
Brans-Midden	0.6228%	I	0.4302%	0.1762%
Brans-Laag	0.7926%	II	0.5123%	0.2173%
		III	0.5943%	0.2584%

Tabel 5.15. Resultaten oude deelnemersbestand

Hieruit kunnen we dus opmaken dat het model ook na toepassing op een geheel deelnemersbestand eveneens uitkomsten genereert die in orde van grootte in overeenstemming zijn met de werkelijkheid. Niet alleen is dat een ‘prettige’ bijkomstigheid tevens verhoogt dit het vertrouwen in de juistheid van het model.

Verder zien we voor de uitkeringsgarantie dat er door toevoeging van ouderen aan het model ten opzichte van de gegenereerde uitkomsten voor de 25-jarige mannelijke deelnemer, sprake is van een toename in het percentage dat de verzekeraar ‘had’ moeten vragen. Dit vereist (wellicht) nog enige toelichting. Welnu, er geldt: hoe hoger de gemiddelde leeftijd van het pensioenfonds hoe meer mensen reeds gepensioneerd zijn of hoe meer mensen gedurende de prognoseperiode zullen komen te pensioneren. Voor de deelnemersbestanden die hier zijn gebruikt geldt dat de jaarlijkse uitkeringen aan gepensioneerden over het algemeen hoger liggen dan de jaarlijkse rechten die worden opgebouwd door de actieve deelnemers. Eveneens geldt dat voor de oudere ‘actieve’ deelnemers jaarlijks een hoger pensioen moet worden opgebouwd dan voor de jongere ‘actieve’ deelnemers. Dit doordat de oudere actieve deelnemers een hoger salaris genieten dan de jongere actieve deelnemers. Houden we, zoals we in de berekeningen tot nu toe alleen nog hebben gedaan, slechts rekening met het langlevensrisico en leven deelnemers dus altijd langer en nooit korter dan volgens de grondslagen mocht worden verwacht, dan zal het bestand met de hoogste gemiddelde leeftijd dus de grootste ‘nadelige’ financiële gevolgen ondervinden. Oudere deelnemers (zowel gepensioneerden als actieven) zijn dan immers altijd ‘duurder’ dan de jongere ‘actieve’ deelnemers. Heeft het pensioenfonds dus meer ‘oudere’ deelnemers in het bestand dan zal zich dat onder de aannames zoals die tot nu toe zijn gemaakt dus logischerwijs vertalen in een hogere waarde voor het percentage dat de verzekeraar dus ‘had’ moeten vragen.

5.3 Stochastische simulatie

Tot zover hebben we gebruik gemaakt van een deterministisch model om te kunnen beoordelen of er op basis van de uitkomsten van het model al dan niet moest worden herverzekerd. Maken we gebruik van een deterministisch model dan geldt dat de (waarden van) de variabelen en de relaties tussen de variabelen zogenoemd ‘vast’ zijn. Dat wil zeggen dat ze niet beïnvloed worden door waarschijnlijkheidsmechanismen en dus aan geen enkele vorm van toeval onderhevig zijn.

Bekijken we echter de invoervariabelen van ons model, sterftekansen en beleggingsrendementen, dan kunnen we vaststellen dat er wel degelijk sprake is van zogenaamde ‘toevalsvariabelen’. Het is immers maar de vraag welke waarden de werkelijke sterfte en het werkelijk rendement in enig jaar zullen aannemen. Willen we er rekening mee kunnen houden dat deze variabelen meerdere waarden kunnen aannemen, elk met een bepaalde kans dan zullen we in het vervolg niet gebruik moeten maken van een deterministisch model maar van een stochastisch model. Met andere woorden het deterministische model waarvan we tot nu toe gebruik hebben gemaakt zal nog op dusdanige wijze moeten worden aangepast, dat het ook mogelijk wordt rekening te houden met (invoer)variabelen die stochastisch van aard kunnen zijn.

5.3.1 Stochastische invoervariabelen

Houden we rekening met stochastische invoervariabelen dan dient allereerst te worden vastgesteld hoe de benodigde gegevens voor het creëren van toekomstige scenario’s verkregen kunnen worden. Voor het samenstellen van toekomstige scenario’s voor beleggingsrendementen hebben we inmiddels de historie genoemd als gegevensbron. We hebben immers op basis van het verleden met behulp van het tijdreeksmodel van Watson Wyatt Brans & Co vijfhonderd verschillende toekomstige scenario’s gegenereerd. Op het tijdreeksmodel en de daarmee gegenereerde scenario’s gaan we hier verder niet in, dat hebben we immers al gedaan (zie paragraaf 5.2.2). In deze paragraaf zullen we met name ingaan op de wijze waarop toekomstige scenario’s voor de werkelijke sterfte zijn gegenereerd.

Voor het samenstellen van toekomstige scenario’s voor de werkelijke sterfte is gekeken of er een uit de statistiek bekende verdelingsfunctie kan worden gevonden die de werkelijke sterfte onder verzekerden bij pensioenfondsen zo goed mogelijk beschrijft. Zou deze verdelingsfunctie bekend zijn dan zou het vervolgens mogelijk worden om met behulp van aselechte getallen trekkingen uit deze verdeling te doen. Met andere woorden, zou deze verdeling bekend zijn dan zou het mogelijk worden om voor ieder jaar uit de prognose, voor elke deelnemer uit het deelnemersbestand een (werkelijke) sterftkans te genereren. Doen we één prognose en genereren we dus voor ieder prognosejaar één sterftkans, dan vormen de getrokken sterftekansen van alle prognosejaren tezamen, één mogelijk scenario voor de toekomstige werkelijke sterfte van de desbetreffende deelnemer. Zouden we n prognoses willen uitvoeren en genereren we voor ieder jaar niet één maar dus n sterftekansen dan leidt dit uiteraard tot n mogelijke scenario’s.

Ter illustratie een voorbeeld:

Stel de prognoseperiode bestaat uit 25 jaren en we doen per prognosejaar n trekkingen. We krijgen 't volgende:

prognose	trekking				scenario
	1	2	?	n	
jaar 1	0.00025	0.00030	?	0.00040	↓
jaar 2	0.00030	0.00022	?	0.00041	
?	?	?	?	?	
jaar 25	0.00080	0.00100	?	0.00090	

Tabel 5.16. Voorbeeld genereren scenario's

Hanteren we een prognoseperiode van 25 jaar, willen we voor elke deelnemer uit het deelnemersbestand 500 mogelijke scenario's voor de werkelijke sterfte genereren en zou het deelnemersbestand bestaan uit 100 deelnemers, dan krijgen we dus $25 \times 500 \times 100 = 1.250.000$ trekkingen uit de (onderliggende) verdelingsfunctie. Op het doen van trekkingen uit een verdelingsfunctie komen we overigens later nog terug.

Voor toepassing van de zojuist beschreven methode is het echter wel noodzakelijk, dat de verdelingsfunctie van de werkelijke sterfte (van het pensioenfonds waarop het model wordt toegepast) bekend is. Is de verdelingsfunctie niet bekend dan is het mogelijk om met behulp van empirische gegevens na te gaan welke 'theoretische' verdeling de werkelijke sterfte bij benadering het best beschrijft. Mits empirische gegevens natuurlijk beschikbaar zijn. Is dit laatste niet het geval dan kan men twee dingen doen:

- alsnog metingen uitvoeren, of
- een verdelingsfunctie veronderstellen.

We zullen nu eerst een aantal bekende theoretische verdelingen toelichten. Enerzijds om de keuze voor de verdeling waarvoor in dit onderzoek is gekozen, met name voor die pensioenfondsen waarbij geen empirische gegevens voor handen zijn, te kunnen onderbouwen en anderzijds om, indien empirische gegevens wel bekend zijn, inzicht te geven in de vorm van een aantal bekende theoretische verdelingen. Door de vorm van de verschillende theoretische verdelingen te vergelijken met de grafische voorstelling van de empirische gegevens zou immers mogelijk een aanwijzing kunnen worden gevonden omtrent de verdeling.

Voorbeelden van bekende verdelingen zijn:

➤ **De normale verdeling**

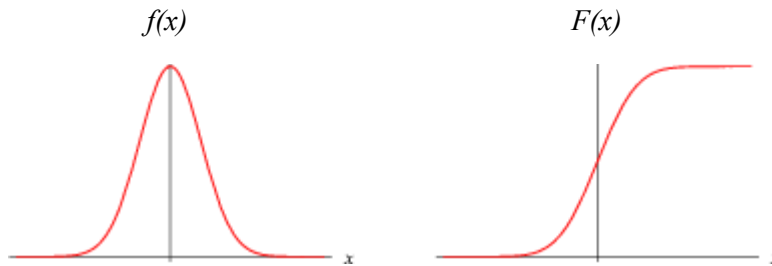
De normale verdeling kent twee parameters: de locatie μ en de schaalparameter σ . Negatieve waarden van de stochastische variabele zijn in de normale verdeling toegestaan en dat maakt deze verdeling direct ongeschikt voor variabelen die enkel en alleen positieve waarden kunnen aannemen (zoals lengte, gewicht, etc.)

- De dichtheidsfunctie is gelijk aan:

$$f(x) = \frac{e^{-(x-\mu)^2 / 2\sigma^2}}{\sigma \sqrt{2\pi}}$$

- De verdelingsfunctie van een normaal verdeelde stochastische variabele is niet in elementaire functies uit te drukken.

In grafische vorm zien beide functies er als volgt uit:



Figuur 5.11. De kansdichtheidsfunctie en de verdelingsfunctie van de normale verdeling

➤ **De uniforme verdeling**

De uniforme verdeling heeft eveneens twee parameters: a en b . De uniforme verdeling heeft

verwachtingswaarde $E(x) = \frac{a+b}{2}$ en variantie $Var(x) = \frac{(b-a)^2}{12}$.

De uniforme verdeling wordt toegepast als alle waarden met een gelijke kans kunnen voorkomen.

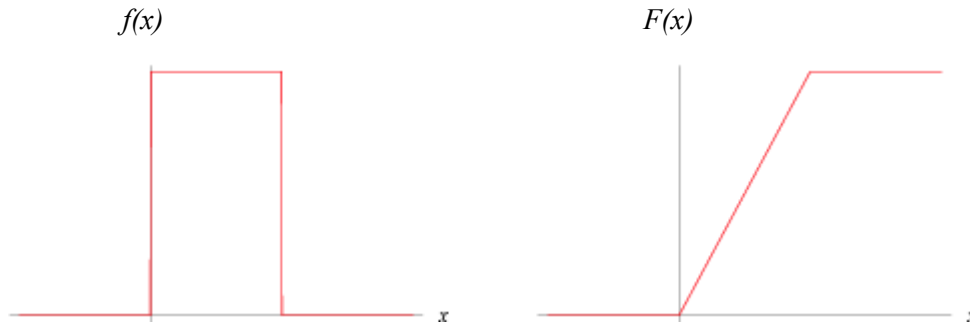
- De dichtheidsfunctie is:

$$f(x) = \frac{1}{b-a}, \quad a \leq x \leq b$$

- De verdelingsfunctie is:

$$F(x) = \frac{x - a}{b - a}, \quad a \leq x \leq b$$

De grafieken zijn als volgt:



Figuur 5.12. De kansdichtheidsfunctie en de verdelingsfunctie van de uniforme verdeling

➤ **De exponentiele verdeling**

De exponentiele verdeling heeft één parameter λ . De exponentiele verdeling wordt vaak toegepast bij gebeurtenissen die geheugenloos zijn, zoals aankomsttijden bijvoorbeeld. De parameter λ geeft de frequentie van de gebeurtenis aan.

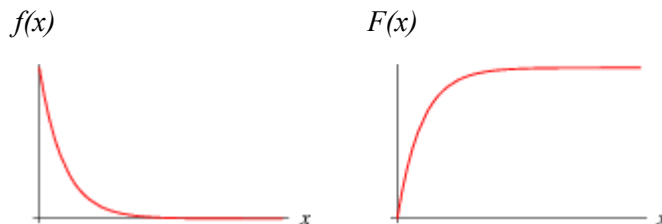
- De dichtheidsfunctie is:

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, \quad 0 \leq x < \infty$$

- De verdelingsfunctie is:

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x}, \quad 0 \leq x < \infty$$

Een grafische weergave van beide functies ziet er als volgt uit:



Figuur 5.13. De kansdichtheidsfunctie en de verdelingsfunctie van de exponentiele verdeling

➤ **De driehoeksverdeling**

De driehoeksverdeling heeft drie parameters: a , b en c met $a < b < c$. Deze verdeling wordt vaak gebruikt als weinig informatie over de data beschikbaar is en alleen de meest lage waarde a , de meest waarschijnlijke

waarde b en de meest hoge waarde c van de verdeling bekend zijn. De dichtheidsfunctie heeft de vorm van een driehoek, wat overigens ook de naam verklaart.

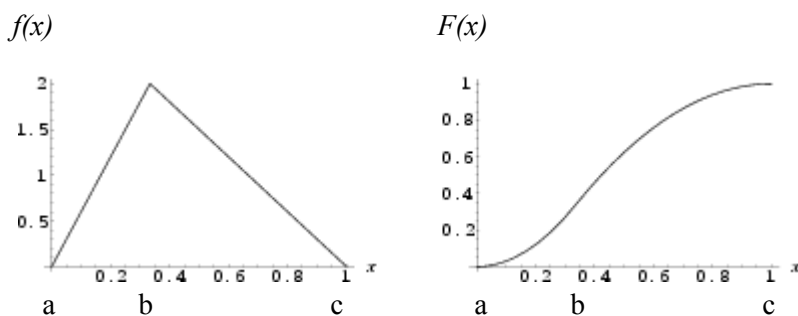
- De dichtheidsfunctie is:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} & a \leq x \leq b \\ \frac{2(c-x)}{(c-a)(c-b)} & b \leq x \leq c \\ 0 & \text{anders} \end{cases}$$

- De verdelingsfunctie is:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{(x-a)^2}{(b-a)(c-a)} & a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{(c-x)^2}{(c-a)(c-b)} & b \leq x \leq c \\ 1 & x > c \end{cases}$$

De grafische weergave van beide functies is als volgt:



Figuur 5.14. De kansdichtheidsfunctie en de verdelingsfunctie van de driehoeksverdeling

De vraag die nu vervolgens kan worden gesteld is:

“Kan het verloop van de werkelijke sterfte van het pensioenfonds waarop het model zal worden toegepast worden samengevat door een van de zojuist genoemde verdelingen of mogelijk door een ander uit de statistiek bekende verdeling?”

Zou het model worden toegepast op een pensioenfonds waarvan de verdeling reeds bekend is dan ligt het uiteraard voor de hand van deze verdeling gebruik te maken. Wanneer de verdelingsfunctie van de werkelijke sterfte niet bekend is maar het pensioenfonds zou wel beschikken over empirische gegevens dan is het mogelijk om na te gaan of er een theoretische verdeling kan worden gevonden die deze empirische gegevens zo goed mogelijk beschrijft.

In de praktijk is het echter zo dat het voor de meeste pensioenfondsen onbekend is of het verloop van de werkelijke sterfte kan worden beschreven door een van de uit de statistiek bekende verdelingsfuncties. Bovendien geldt dat het maar zelden voorkomt dat een dergelijk verdelingsonderzoek wordt uitgevoerd. Dit met name doordat het verzamelen van gegevens vaak niet alleen een tijdrovende zaak is gebleken maar meestal ook de nodige vraagtekens kunnen worden gezet bij de volledigheid en betrouwbaarheid van de verkregen data.

Gezien het feit dat bij veel pensioenfondsen sprake is van een gebrek aan ‘correcte of volledige’ data (en de tijd benodigd om deze gegevens te verkrijgen) én gezien het feit dat in dit onderzoek het model wordt toegepast op een tweetal fictieve pensioenfondsen (waarbij dus helemaal geen sprake is van informatie aangaande de werkelijke sterfte) is er in dit onderzoek voor gekozen gebruik te maken van de driehoeksverdeling. Zojuist hebben we immers toegelicht dat van deze verdeling gebruik kan worden gemaakt wanneer geen of onvoldoende (betrouwbare) data beschikbaar is. Nogmaals willen we benadrukken dat wanneer het pensioenfonds waarop het model zou worden toegepast wel over voldoende én betrouwbare informatie zou beschikken, dan dient daar uiteraard de voorkeur aan te worden gegeven.

Willen we gebruik maken van de driehoeksverdeling dan zullen we de parameters van deze verdeling een waarde moeten geven. Met andere woorden we zullen voor iedere deelnemer uit het deelnemersbestand voor ieder toekomstig jaar tot aan het einde van de prognoseperiode een ondergrens, een bovengrens en een meest waarschijnlijke waarde voor de sterftekans moeten bepalen. Ook hier is er voor gekozen, wederom gebruik te maken van de al eerder genoemde sterftetafels. Met de *verschillende* tafels die beschikbaar zijn kunnen we immers verschillende ondergrenzen, bovengrenzen en meest waarschijnlijke waarden voor de werkelijke sterfte construeren.

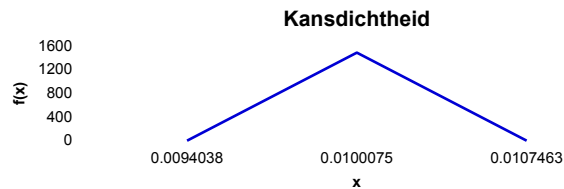
Ter illustratie een voorbeeld:

Stel we veronderstellen dat de werkelijke sterfte van een 65-jarige vrouw voor het komend jaar het best kan worden beschreven door de middenvariant van de Branstafel. Zouden we nu aannemen dat de werkelijke sterfte van deze vrouw enerzijds niet hoger zal uitkomen dan de hoge variant van de Branstafel en anderzijds niet lager

zal uitvallen dan de lage variant van de Branstafel, dan hebben we voor het komend jaar dus een mogelijke driehoeksverdeling geconstrueerd. We krijgen het volgende:

q_y
a 0.0094038 (Brans-Laag)
b 0.0100075 (Brans-Midden)
c 0.0107463 (Brans-Hoog)

Figuur 5.15. Voorbeeld driehoeksverdeling



Tenslotte zullen we nog enige aandacht schenken aan de manier waarop aselechte trekkingen kunnen worden gedaan uit verdelingsfuncties. Het belangrijkste hulpmiddel dat we nodig hebben, zijn toevalsgetallen ('random numbers'). Dit zijn getallen die beschouwd kunnen worden als aselechte trekkingen uit een uniforme verdeling op het interval (0,1). Omdat elke verdelingsfunctie $F(x)$ van een kansdichtheid waarden aanneemt op het interval (0,1) kunnen aselechte trekkingen uit zo'n kansdichtheid worden verkregen door de getrokken toevalscijfers gelijk te stellen aan $F(x)$ en deze vergelijking op te lossen. Deze methode staat eveneens bekend als de inverse transformeer methode. We zullen deze methode nu toepassen op de in dit onderzoek gekozen verdeling, de driehoeksverdeling.

Om een random trekking te doen voor een stochastische variabele X die een driehoeksverdeling met parameters a, b en c heeft, merken we op dat $\bar{X} = (X - a)/(c - a)$ een driehoeksverdeling met parameters $\bar{a} = 0$, $\bar{c} = 1$ en $\bar{b} = (b - a)/(c - a)$ heeft. De inverse van de verdelingsfunctie \bar{F} van de stochast \bar{X} wordt gegeven door:

$$\bar{F}^{-1}(u) = \begin{cases} \sqrt{\bar{b}u} & \text{voor } 0 \leq u \leq \bar{b} \\ 1 - \sqrt{(1 - \bar{b})(1 - u)} & \text{voor } \bar{b} \leq u \leq 1 \end{cases}$$

Het algoritme om een trekking te doen uit de driehoeksverdeling luidt als volgt:

1. Trek een uniform (0,1) random getal U
2. Als $U \leq \bar{b}$, output $X := a + (c - a)\sqrt{\bar{b}U}$,
anders output $X := a + (c - a)[1 - \sqrt{(1 - \bar{b})(1 - U)}]$

Voor het doen van trekkingen uit de driehoeksverdeling heb ik in Excel de functie $\text{Triangle}(a,b,c)$ geschreven. Voor de implementatie van deze functie, zie bijlage VI.

Ter illustratie een aantal voorbeelden:

Parameterwaarden:				Resultaten na toepassing van de functie Triangle(a,b,c)				
vb	a	b	c	vb	Trekking 1	Trekking 2	Trekking 3	Trekking 4
1	0	1	3	1	1.061242	1.944983	1.678723	0.368861
2	0.5	4	10	2	6.544188	3.668560	6.416731	1.182705
3	0.00027	0.0002	0.0003	3				
	3	9	1		0.000300	0.000295	0.000291	0.000292

Tabel 5.17. Voorbeelden trekkingen uit een driehoeksverdeling

In voorbeeld drie is de functie toegepast op het genereren van sterfttekansen.

5.3.2 Statistische analyse van de uitvoervariabelen

Maken we gebruik van stochastische invoervariabelen dan zullen we tevens uitvoervariabelen genereren die stochastisch van aard zijn. Alvorens het ‘stochastisch’ geconstrueerde model toe te passen zullen we nu eerst beschrijven welke methoden zullen worden gebruikt voor het analyseren van de uitvoervariabelen.

5.3.2.1 Gemiddelde en standaarddeviatie

Twee belangrijke parameters bij het analyseren van data zijn het steekproefgemiddelde en de steekproefstandaarddeviatie. Het steekproefgemiddelde is de gemiddelde waarde van de gehele dataset. De steekproefstandaarddeviatie is gelijk aan de wortel van het gemiddelde van de gekwadrateerde afwijkingen van de waarnemingen ten opzichte van hun gemiddelde.

In formules:

Stel met het model worden de volgende uitvoervariabelen gegenereerd: $Y_1, Y_2, \dots, Y_{n-1}, Y_n$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

Het steekproefgemiddelde wordt dan als volgt berekend :

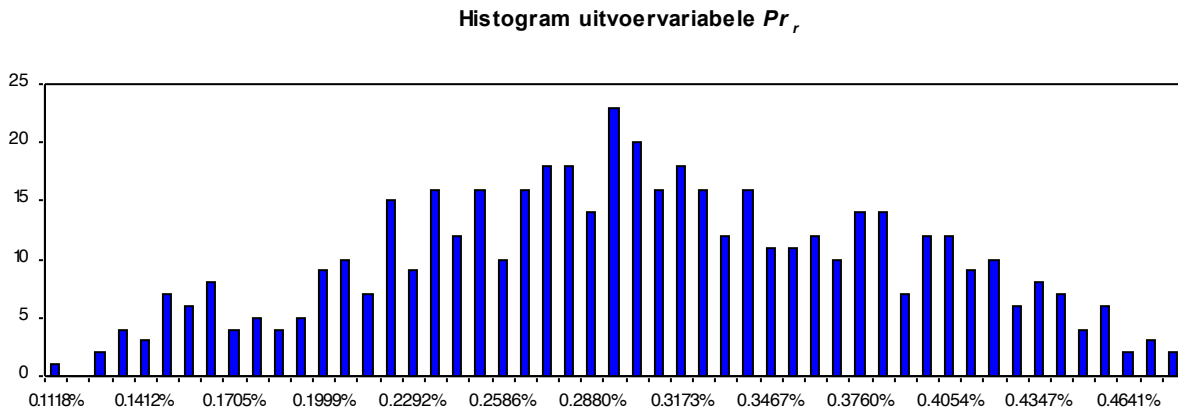
$$S_Y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

Voor de berekening van de standaarddeviatie geldt:

Voor het gemiddelde geldt dat deze erg gevoelig is voor uitschieters. Zouden we enkel en alleen het gemiddelde van de uitkomsten bepalen en alleen op basis daarvan uitspraken doen aangaande het percentage dat de verzekeraar ‘had’ moeten vragen, dan houden we er dus op geen enkele manier rekening mee, dat de *hoogte* van dit gemiddelde beïnvloed zou kunnen zijn door mogelijke uitschieters. Dit is dan ook de reden dat we in het model niet alleen het gemiddelde zullen bepalen maar tevens ook de standaarddeviatie. De standaarddeviatie is immers een maat voor de spreiding van de uitkomsten. Er geldt: hoe groter de standaarddeviatie, hoe groter de spreiding.

5.3.2.2 Histogram, kansverdeling, cumulatieve verdeling

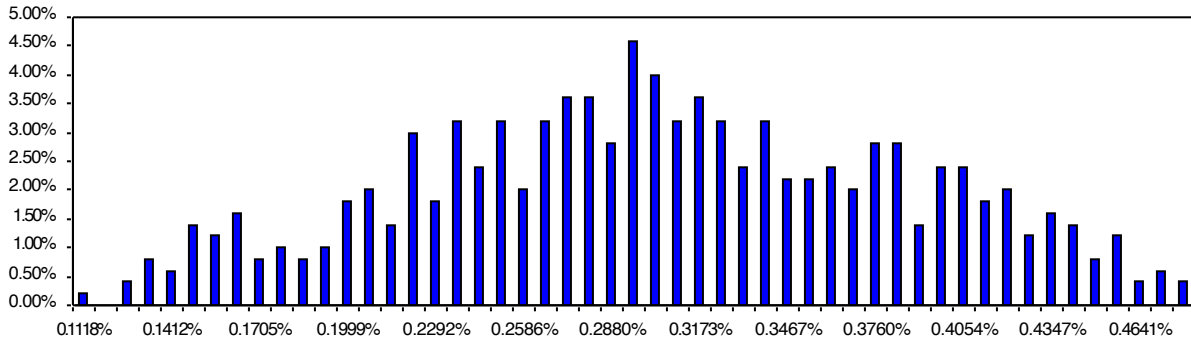
Een andere manier van samenvatten is met behulp van een histogram. Een histogram verdeelt de waarden van een variabele in intervallen. In het histogram kun je het aantal waarnemingen aflezen dat in elk interval terecht komt. Meestal worden er intervallen gekozen van gelijke breedte. Figuur 5.16 geeft een voorbeeld.



Figuur 5.16. Voorbeeld histogram

Geven we niet de aantallen weer maar de kans dat een bepaalde waarde zal optreden dan is er sprake van een kansverdeling. Een kansverdeling geeft de waarden van de variabele op de x -as weer en op de y -as de kans dat deze waarden zullen optreden. We krijgen het volgende:

Kansverdeling uitvoervariabele Pr_r

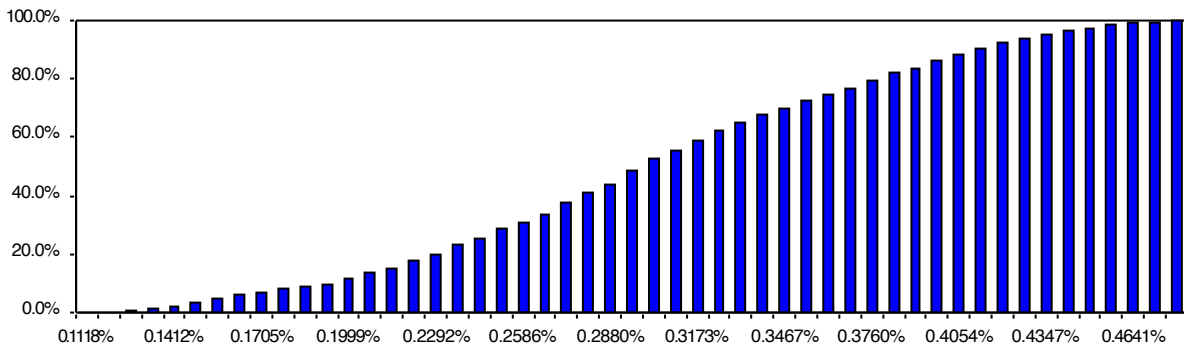


Figuur 5.17. Voorbeeld kansverdeling

Het enige verschil ten opzichte van de frequentieverdeling is dat er nu op de y-as geen aantallen staan vermeld maar kansen.

Sommeren we kansen dan hebben we het over een cumulatieve verdeling. Een cumulatieve verdelingsfunctie geeft de kans weer dat Y kleiner of gelijk zal zijn dan een bepaalde waarde van y. We krijgen het volgende:

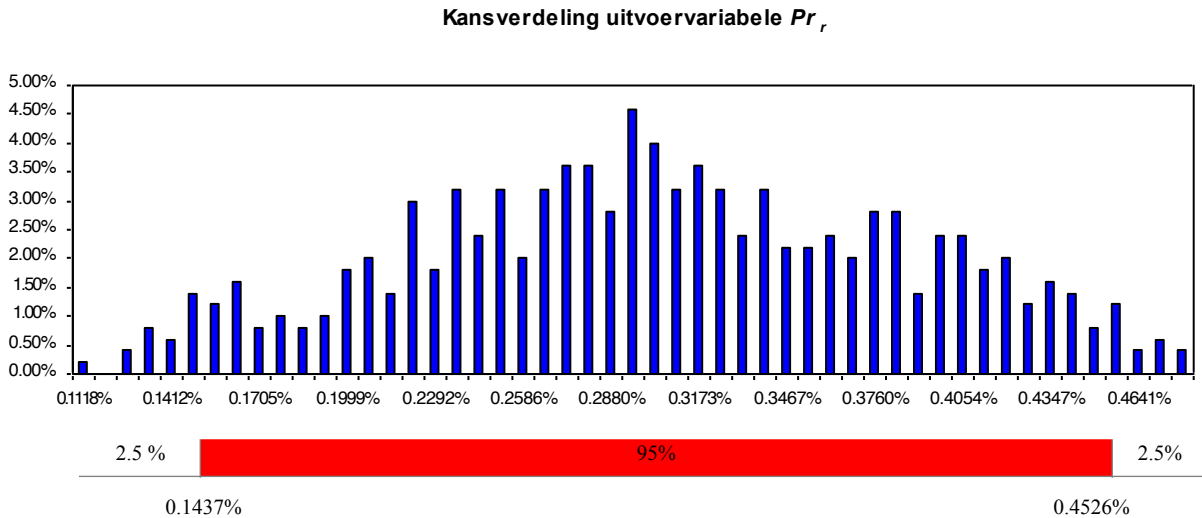
Cumulatieve verdeling uitvoervariabele Pr_r



Figuur 5.18. Voorbeeld cumulatieve verdelingsfunctie

5.3.3.3 Betrouwbaarheidsintervallen

Een andere manier om de uitvoervariabelen te presenteren is met behulp van betrouwbaarheidsintervallen. Stel we krijgen de volgende kansverdeling voor de uitvoervariabele Pr_r :



Figuur 5.19. Voorbeeld kansverdeling met bijbehorend 95%-betrouwbaarheidsinterval

In bovenstaande figuur is aangegeven dat het opstellen van 95%-betrouwbaarheidsinterval dus niet meer betekent dan het opstellen van een interval dat 95% van de data bevat. Wat dus ook betekent dat 5% van de data *niet* in het interval zal worden opgenomen. De 5% die niet wordt meegenomen in het interval bestaat voor 2.5% uit de meest hoge voorkomende waarden en voor 2.5% uit meest lage voorkomende waarden. Deze waarden worden ook wel de extreme waarden genoemd. Meestal zijn dit ook de waarden met de minste kans van optreden (het gaat immers om extreme waarden). Dit is overigens ook in bovenstaande figuur te zien.

De ondergrens en de bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval, hierboven aangegeven met y_o en y_b kunnen als volgt worden geïnterpreteerd:

y_o = de kleinste waarde van Pr_r / Pr_s in het 95% betrouwbaarheidsinterval

y_b = de grootste waarde van Pr_r / Pr_s in het 95% betrouwbaarheidsinterval

Bekijken we nu bovenstaand voorbeeld dan kunnen we uit de daar vermelde waarden afleiden dat het percentage van verzekeraar (dat deze vraagt voor het dekken van het renterisico) zou moeten liggen tussen de 0.1437% en 0.4526%. Zou het percentage van de verzekeraar gelijk zijn aan 0.4% dan zou dit dus kunnen betekenen dat er (uiteraard ten gunste van het pensioenfonds) nog over de ‘prijs’ van de verzekeraar (Pr_v) zou kunnen worden onderhandeld. Een bijstelling van Pr_v naar beneden lijkt dan immers niet al te onredelijk.

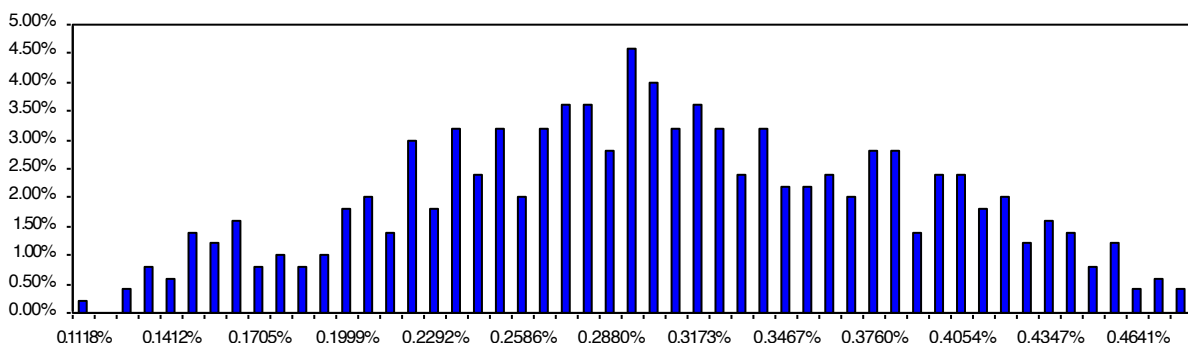
In dit onderzoek zijn we echter geïnteresseerd in de vraag of het pensioenfonds waarop het model wordt toegepast wel of niet zou moeten herverzekeren. Zou het percentage van de verzekeraar in het 95%-betrouwbaarheidsinterval komen te liggen, zoals dat in bovenstaand voorbeeld het geval is, met als belangrijkste voorwaarde dat het betrouwbaarheidsinterval een niet al te grote spreiding vertoont, dan wil dat zeggen dat de verzekeraar met zijn of haar opslag gezien het risico dat wordt gelopen, redelijk in de buurt komt van de opslag

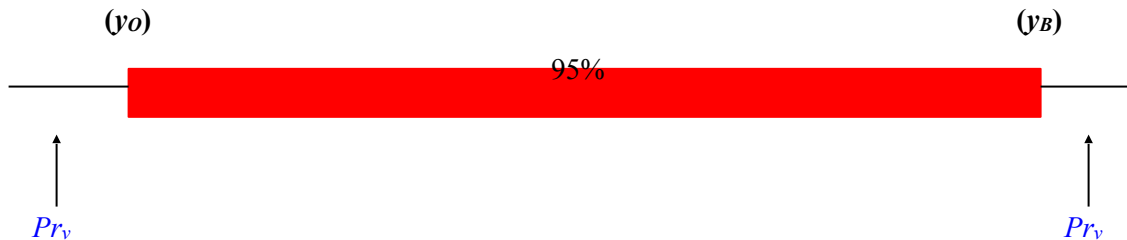
die nodig zal blijken te zijn om het risico daadwerkelijk te kunnen dekken. Met andere woorden in dat geval is de hoogte van de opslag van de verzekeraar goed geprijsd en kan het 95%-betrouwbaarheidsinterval dus met name worden gebruikt om nog over de hoogte van deze opslag te onderhandelen. Hebben we vastgesteld dat de hoogte van de opslag van de verzekeraar correct geprijsd is en zouden we enkel en alleen op basis van de uitkomsten van het model besluiten of wel of niet moet worden herverzekerd, dan kunnen we dus stellen dat er (in dit geval) wel degelijk voor gekozen zou kunnen worden het risico onder te brengen bij de verzekeraar.

Benadrukt dient te worden dat bovenstaand enkel en alleen van toepassing is wanneer het percentage van de verzekeraar *in* het betrouwbaarheidsinterval ligt én wanneer het 95%-betrouwbaarheidsinterval dus een niet al te grote spreiding vertoont. Is er wel sprake van een grote spreiding dan wordt het én erg lastig om het 95%-betrouwbaarheidsinterval te kunnen gebruiken bij (contracts)onderhandelingen én erg lastig om uitgaande van het 95%-betrouwbaarheidsinterval een beslissing te nemen over of wel of niet zou moeten worden herverzekerd. Wel kan worden vastgesteld dat het risico dusdanig groot is (gebaseerd op de grote schommelingen in de uitvoervariabele van het model), dat het wellicht *verstandig* zou zijn om het risico onder te brengen bij de verzekeraar. Zou het pensioenfonds dit namelijk niet doen en dus zelf het risico lopen, dan is het immers maar de vraag of deze in de toekomst dit risico altijd zou kunnen dekken. Wanneer overigens (in dit geval) zou worden gekozen voor herverzekering dan is vervolgens wel de vraag hoe kan worden vastgesteld of de prijs van de verzekeraar aan de hoge kant dan wel aan de lage kant zou zijn? Het betrouwbaarheidsinterval geeft hier immers (gezien de grote spreiding van de uitvoervariabele) geen uitsluitsel over. Gezien het feit dat we nog geen enkel idee hebben van het verloop van de uitvoervariabele(n) (en gezien het tijdsbestek van dit onderzoek) zullen we ons vooralsnog niet bezig houden met de vraag, wanneer dan sprake zou zijn van een groot betrouwbaarheidsinterval, of de opslag van de verzekeraar te hoog dan wel te laag geprijsd zou zijn.

We gaan nu verder in op die situaties waarbij het percentage van de verzekeraar niet *binnen* maar *buiten* het 95%-betrouwbaarheidsinterval zou komen te liggen. Wanneer het percentage van de verzekeraar buiten het betrouwbaarheidsinterval ligt dan wordt het direct mogelijk om op basis van 95%-betrouwbaarheidsinterval, *gegeven het percentage dat door de verzekeraar wordt gehanteerd (Pr_v)*, uitspraken te kunnen doen aangaande het wel of niet herverzekeren van het langlevens/renterisico. We krijgen de volgende twee mogelijkheden:

Kansverdeling uitvoervariabele Pr_v

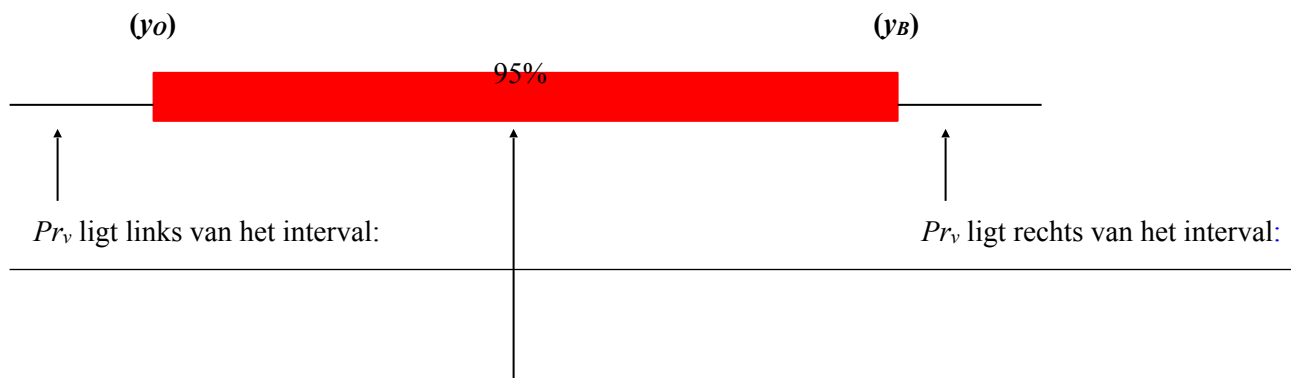




Figuur 5.20. Mogelijke situaties wanneer Pr_v buiten het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt

Wanneer Pr_v links ligt van het 95%-betrouwbaarheidsinterval (het betrouwbaarheidsinterval dat dus 95% van de waarden bevat van het percentage dat de verzekeraar eigenlijk ‘had’ moeten vragen) dan kan daar uit worden afgeleid dat de verzekeraar dus eigenlijk meer zou moeten vragen om het risico te kunnen dekken. Wanneer dus de ondergrens y_o van het betrouwbaarheidsinterval hoger is dan het percentage dat door de verzekeraar daadwerkelijk wordt gevraagd dan betekent dat dus dat het voor het pensioenfonds gunstig zou zijn om het risico onder te brengen bij de verzekeraar. Wanneer Pr_v rechts ligt van het betrouwbaarheidsinterval dan geldt het omgekeerde. In dit geval ligt 95% van de data onder het percentage van de verzekeraar wat dus betekent dat de verzekeraar dus eigenlijk te veel zou vragen om het risico te kunnen dekken. Is het percentage van de verzekeraar dus groter dan de bovengrens y_b dan is het voor pensioenfonds dus niet interessant om het risico onder te brengen bij de verzekeraar.

Kortom we krijgen het volgende:



wel herverzekerden

- verzekeraar vraagt te weinig

niet herverzekerden

- verzekeraar vraagt te veel

Pr_v ligt in het interval:

- Interval klein? **wel herverzekerden**
 - Pr_v correct geprijsd
 - gebruik interval om te onderhandelen
- Interval groot? **verstandig om wel te herverzekerden**
 - risico in eigen beheer (te) groot
 - interval geeft geen uitsluitel of Pr_v correct geprijsd is (om te kunnen beoordelen of Pr_v wel of niet correct geprijsd is zal nog nader onderzoek moeten worden verricht).

Figuur 5.21. Beslissingboom wel of niet herverzekerden

5.4 Toepassing stochastische model op geheel deelnemersbestand

Tot slot van dit hoofdstuk zullen we het stochastische model toepassen en kijken wat de effecten zullen zijn op de uitvoervariabelen wanneer we (in tegenstelling tot eerder) rekening houden met invoervariabelen die stochastisch van aard zijn. We zijn met name geïnteresseerd in de hoogte en het verloop van de uitvoervariabelen en de conclusies aangaande het wel of niet herverzekerden die daar aan verbonden zouden kunnen worden.

Voor toepassing van het model zal wederom gebruik worden gemaakt van de al eerder genoemde ‘fictieve’ deelnemersbestanden (zie paragraaf 5.2.3). Ook hier zal dus weer onderscheid worden gemaakt tussen een jong en een oud deelnemersbestand. Niet alleen zijn we geïnteresseerd in verschillen tussen de uitvoervariabelen van het jonge deelnemersbestand *ten opzichte van* het oude deelnemersbestand eveneens zijn we geïnteresseerd in de gevoeligheid van de uitvoervariabelen voor andere keuzes aangaande de invoervariabelen en andere keuzes aangaande de te hanteren grondslagen.

5.4.1 Drie combinaties van grondslagen, werkelijke sterfte en werkelijk rendement

Om te onderzoeken in hoeverre de uitvoervariabelen gevoelig zijn voor andere keuzes voor de invoervariabelen en andere keuzes voor de te hanteren grondslagen zullen voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand, drie verschillende combinaties van grondslagen, werkelijke sterfte (middels verschillende keuzes voor de parameters van de driehoeksverdeling) en werkelijk rendement (door toepassing van de al eerder genoemde verlagingsen zie paragraaf 5.2.2) worden doorgerekend.

De keuzes die voor iedere combinatie zijn gemaakt staan in de volgende tabel:

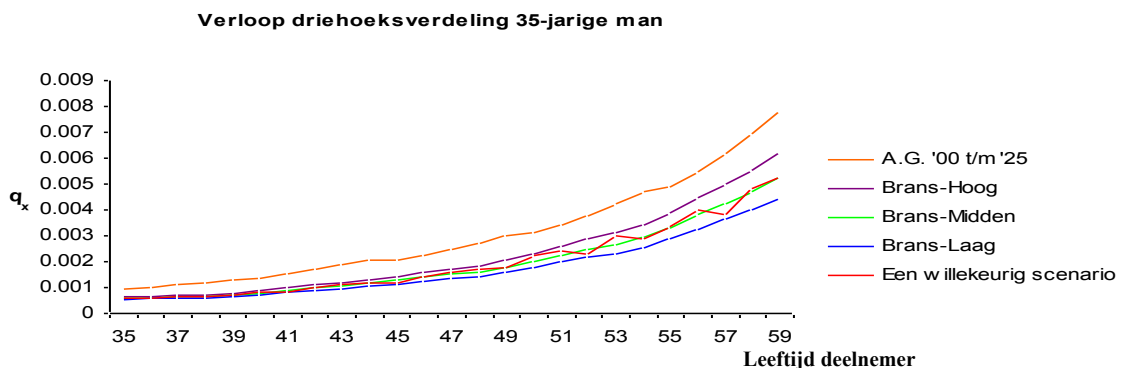
Combinatie	Verwachte sterfte	Rekenrente	Driehoeksverdeling (werkelijke sterfte)			Rendement
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
I	AG-tafels '00 t/m '25	4%	Brans-Laa	g - Brans-Midden	- Brans-Hoog	O, I, II, III
II	AG-tafels '00 t/m '25	4%	Brans-Laa	g - AG-tafels '00 t/m '25	- AG'95-00	O, I, II, III
III	CRC-tafel	3%	0	- CRC	- max AG-tafels	O, I, II, III

Tabel 5.18. Drie mogelijke combinaties van grondslagen, werkelijke sterfte en werkelijk rendement

In bovenstaande tabel is te zien dat voor de eerste twee combinaties dezelfde keuzes zijn gemaakt voor de te hanteren grondslagen (de verwachte sterfte en de rekenrente) en het (werkelijke) rendement. Het enige verschil tussen deze eerste twee combinaties is te vinden in de keuze voor de parameters van de driehoeksverdeling. Waar we in de eerste combinatie enkel en alleen rekening zullen houden met het langlevensrisico is er in de tweede combinatie voor gekozen eveneens rekening te houden met de mogelijkheid dat deelnemers ook korter zouden kunnen leven dan op basis van de te verwachten sterfte zou mogen worden verwacht.

Ter illustratie een voorbeeld:

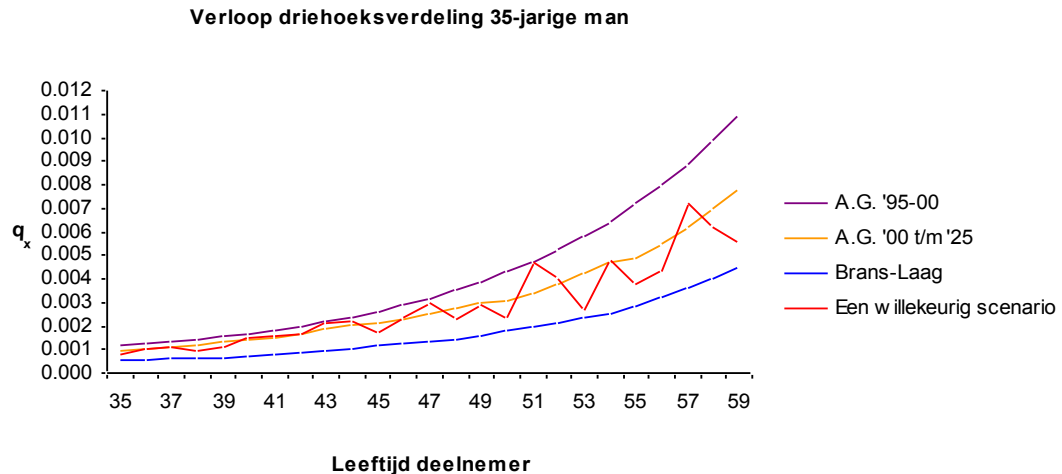
Stel we genereren één scenario voor de werkelijke sterfte van een 35-jarige man en hanteren een prognoseperiode van 25 jaar. Voor combinatie I krijgen we dan het volgende verloop:



Figuur 5.22. Verloop werkelijke sterfte 35-jarige man voor combinatie I

In figuur 5.22 zien we dat er enkel en alleen sterftetekansen worden gegenereerd lager dan de te verwachten sterfte (A.G. '00 t/m '25). Dit doordat ieder scenario dat zal worden gegenereerd tussen de hoge variant en de lage variant van de Branstafel zal komen te liggen. Met andere woorden kiezen we voor de parameters van de driehoeksverdeling voor de drie verschillende varianten van de Branstafel, dan kiezen we er voor enkel en alleen rekening te houden met het langlevensrisico.

Genereren we voor dezelfde 35-jarige man nog een scenario voor de werkelijke sterfte, maar dan volgens de parameters van de driehoeksverdeling zoals deze gelden in combinatie II, dan krijgen we het volgende verloop:



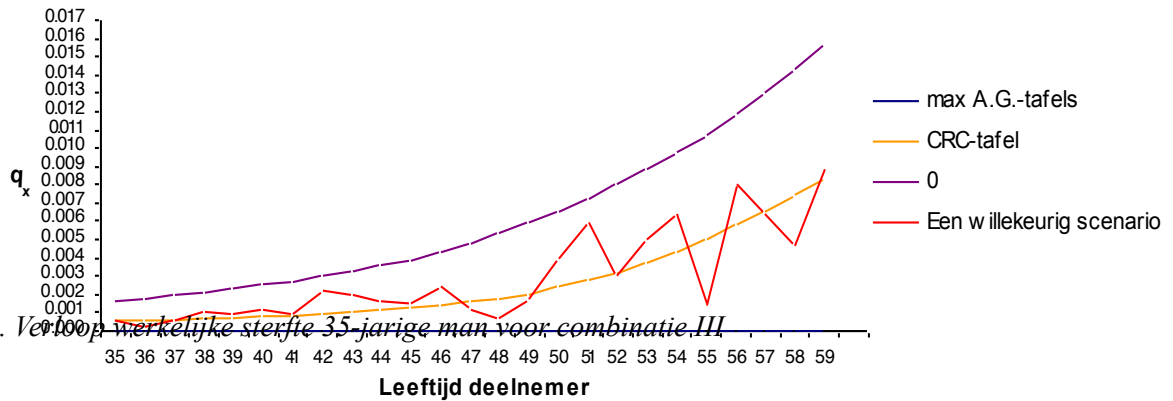
Figuur 5.23. Verloop werkelijke sterfte 35-jarige man voor combinatie II

In bovenstaande figuur zien we dus duidelijk dat wanneer we de te genereren sterftekansen laten variëren rond de te verwachte sterfte dat we naast het langlevensrisico ook rekening houden met de mogelijkheid dat deelnemers ook korter zouden kunnen leven dan de te verwachten sterfte.

Wanneer we in tabel 5.18 het verschil bekijken tussen de eerste twee combinaties en de derde combinatie, dan zien we direct dat er voor de derde combinatie andere keuzes zijn gemaakt ten aanzien van de te hanteren grondslagen. In deze combinatie is gekozen voor grondslagen, die in de praktijk regelmatig of vaak door verzekeraars worden gehanteerd (al dan niet verplicht). We zijn met name geïnteresseerd in de effecten op de uitvoervariabele Pr_s/Pr_r wanneer (door de verzekeraar) van deze grondslagen (en dus niet van die in combinatie I en II) gebruik zou worden gemaakt.

Overigens geldt wel dat wanneer we voor de te verwachten sterfte de CRC-tafel gebruiken, en willen we net als in combinatie II ook in combinatie III rekening houden met zowel het langlevensrisico als het kortlevensrisico, dan zullen we wederom andere keuzes moeten maken aangaande het verloop van de werkelijke sterfte en dus aangaande de parameters van de driehoeksverdeling. Bovendien geldt dat we er in deze combinatie tevens voor hebben gekozen een grotere spreiding tussen de parameters te hanteren. Dit met name om te onderzoeken wat voor gevolgen grotere schommelingen in de werkelijke sterfte ten opzichte van de te verwachten sterfte op de uitvoervariabele Pr_s met zich mee zouden brengen. Dat er in combinatie III sprake is van een grotere spreiding van de parameters wordt al snel duidelijk als we onderstaande figuur vergelijken met figuur 5.22 en figuur 5.23:

Verloop driehoeksverdeling 35-jarige man



Figuur 5.24. Verloop werkelijke sterfte 35-jarige man voor combinatie III

In de v
gepresen

5.4.2 Resultaten stochastisch model

De uitkomsten van het model zullen worden gepresenteerd volgens de methoden zoals beschreven in paragraaf 5.3.2. Voor elke combinatie zullen telkens (voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand) eerst het steekproefgemiddelde en de steekproefstandaarddeviatie worden gegeven, vervolgens de kansverdeling van de uitvoervariabele met bijbehorend 95%-betrouwbaarheidsinterval en tot slot indien het percentage van de verzekeraar in het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt en het 95%-betrouwbaarheidsinterval getuigt van een grote spreiding dan zal eveneens de cumulatieve verdelingsfunctie worden gegeven. Presenteren we de cumulatieve verdeling dan verkrijgen we immers inzicht in de kans dat de uitvoervariabele of onder (of boven) het percentage van de verzekeraar zou komen te liggen.

Om gemakkelijk gebruik te kunnen maken van het stochastische model (aangezien het model een aantal keren moet worden gedraaid) is er allereerst een ‘startpagina’ ontwikkeld. Deze ziet er als volgt uit :



een onderzoek naar garantieopslagen

Algemene informatie

Dit model is ontwikkeld (als eerste opzet) om voor ieder pensioenfonds te kunnen bepalen of het al dan niet aan te raden is om het langlevensrisico en/of het renterisico te verzekeren bij een verzekeraar.

Karakteristieken pensioenfonds

Het model houdt enkel en alleen rekening met het opbouwen van ouderdomspensioen. Met nabestaandenpensioen en overige pensioenvormen wordt dus (vooralsnog) geen rekening gehouden. Verder geldt dat er sprake is van een eindloonregeling en dat het jaarlijkse opbouwpercentage gelijk is aan 1.75% (zodat bij 40 dienstjaren 70% van het laatst verdiende loon zal worden opgebouwd). Er vindt alleen uittreding plaats door sterfte en dus niet door invalideren of ontslag en ook vinden er geen nieuwe toetredingen plaats. Het deelnemersbestand zal doorgerekend worden voor een prognoseperiode van 25 jaar.

Variabelen

Uit welke driehoeksverdeling moet er worden gesimuleerd?

	<i>a</i>		<i>b</i>		<i>c</i>
1:	Brans-Laag	--	Brans-Midden	--	Brans-Hoog
2:	Brans-Laag	--	AG '00 t/m '25	--	AG '95-00
3:	0	--	CRC	--	max AG '56 t/m '00

Hoeveel scenario's moeten er worden doorgerekend?

Reken deelnemersbestand door

Toon rapportage
geheel deelnemersbestand

Figuur 5.25. 'Startpagina' van het model

We passen het 'stochastische' model nu toe op zowel het jonge als het oude deelnemersbestand voor elk van de zojuist genoemde combinaties, waarbij voor zowel de werkelijke sterfte als het werkelijke rendement telkens (zoals eveneens is aangegeven in bovenstaande figuur) 500 scenario's zullen worden doorgerekend.

5.4.2.1 Resultaten combinatie I

Voor combinatie I waren in tabel 5.18 de volgende keuzes gemaakt:

Combinatie	Verwachte sterfte	Rekenrente	Driehoeksverdeling (werkelijke sterfte)			Rendement
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
I	AG-tafels '00 t/m '25	4%	Brans-Laag	- Brans-Midden	- Brans-Hoog	O, I, II, III

Tabel 5.19. Keuzes aangaande grondslagen, werkelijke sterfte en werkelijk rendement voor combinatie I

Na toepassing van het model op zowel het jonge als het oude deelnemersbestand voor deze combinatie van grondslagen, werkelijke sterfte en werkelijk rendement werden de volgende resultaten verkregen:

Jong deelnemersbestand:

	\bar{Y}	S_Y
Pr_s	0.3834%	0.0021%
Pr_r O	-0.1775%	0.6305%
Pr_r I	-0.0815%	0.6469%
Pr_r II	0.0358%	0.6743%
Pr_r III	0.1673%	0.6951%

Oud deelnemersbestand:

	\bar{Y}	S_Y
Pr_s	0.6102%	0.0022%
Pr_r O	-0.1101%	0.5107%
Pr_r I	-0.0111%	0.5476%
Pr_r II	0.0992%	0.5819%
Pr_r III	0.2216%	0.6273%

Tabel 5.20. Gemiddelden en standaarddeviaties voor combinatie I

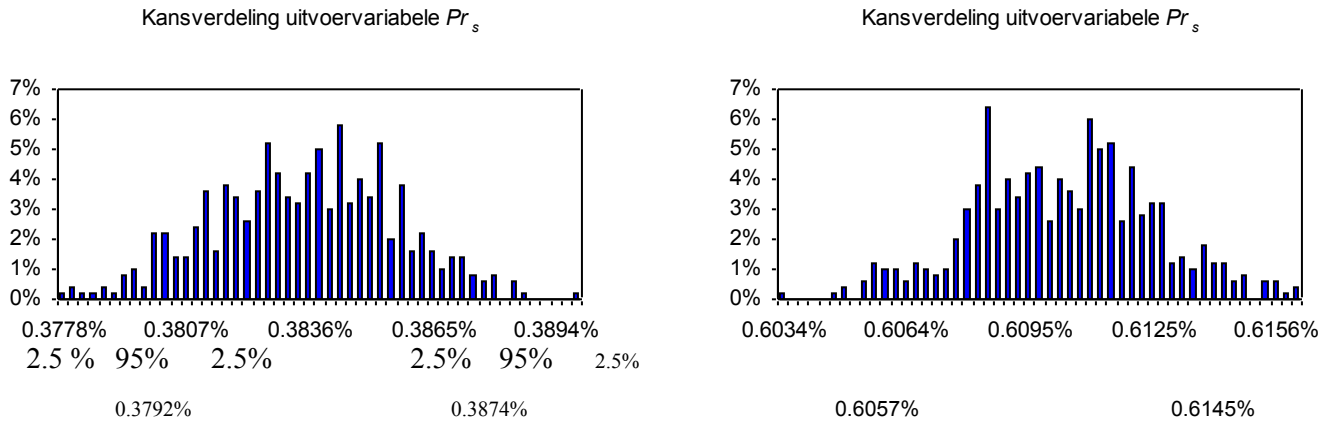
We merken op dat de standaarddeviatie van de uitvoervariabele Pr_r voor zowel het jonge deelnemersbestand als het oude deelnemersbestand voor elk van de varianten van het werkelijke rendement aanzienlijk hoger ligt dan die van de uitvoervariabele Pr_s . In paragraaf 5.3.2.1 hebben we al vermeld dat geldt: hoe groter de standaarddeviatie hoe groter de spreiding van de uitkomsten. Het variëren van het werkelijke rendement heeft dus duidelijk meer invloed op de uitvoervariabele Pr_r dan het variëren van de werkelijke sterfte op de uitvoervariabele Pr_s .

Verder kan worden opgemerkt dat het gemiddelde van de uitvoervariabele Pr_s voor het jonge deelnemersbestand duidelijk lager ligt dan bij het oude deelnemersbestand. Kijken we naar de uitvoervariabele Pr_r dan zullen we, gezien de grote spreiding van de uitkomsten over de gemiddelden hier verder geen uitspraken doen (eerder hebben we immers ook vermeld dat het gemiddelde uiterst gevoelig is voor mogelijke uitschieters). Voor de uitvoervariabele Pr_r zijn we met name geïnteresseerd in het verloop van de uitkomsten en het 95%-betrouwbaarheidsinterval dat op basis van die uitkomsten kan worden opgesteld. We geven nu eerst de kansverdeling en het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de uitvoervariabele Pr_s .

De kansverdeling met bijbehorend 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de uitvoervariabele Pr_s ziet er als volgt uit:

Jong deelnemersbestand:

Oud deelnemersbestand:



Figuur 5.26. 95%-betrouwbaarheidsinterval voor uitvoervariabele Pr_s combinatie I

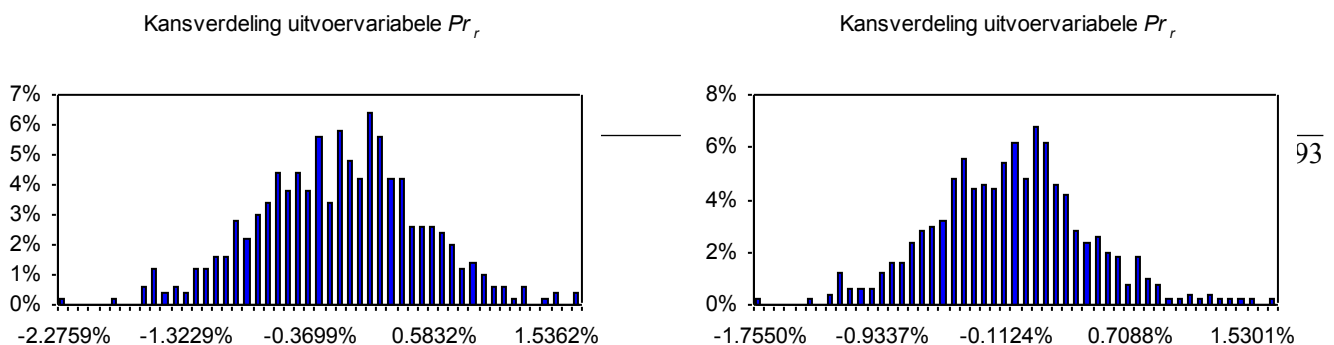
In bovenstaande figuur zien we al snel dat de spreiding van de uitkomsten voor beide deelnemersbestanden niet al te groot is (wat overigens op basis van de standaarddeviatie al kon worden verwacht). Of op basis van bovenstaande uitkomsten voor beide deelnemersbestanden wel of niet moet worden herverzekerd hangt af van de hoogte van het percentage dat door de verzekeraar wordt gehanteerd en of dit percentage links, in of rechts van het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt (zie figuur 5.21). Hanteren we de percentages zoals genoemd in paragraaf 4.2 (0.2% en 0.3%), dan zien we al snel dat beide percentages voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand links liggen van het 95%-betrouwbaarheidsinterval. In beide gevallen zou de verzekeraar dus te weinig vragen om het langlevensrisico te kunnen dekken en wordt het voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand dus interessant om het risico onder te brengen bij de verzekeraar.

Niet alleen zijn we geïnteresseerd in het verloop van de uitkomsten voor Pr_s , eveneens zijn we natuurlijk geïnteresseerd in het verloop van de uitvoervariabele Pr_r . We presenteren nu eerst de kansverdeling en het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de uitvoervariabele Pr_r behorend bij variant O van het werkelijke rendement.

De kansverdeling met bijbehorend 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de uitvoervariabele Pr_r (voor variant O van het werkelijke rendement) ziet er als volgt uit:

Jong deelnemersbestand:

Oud deelnemersbestand:





Figuur 5.27. 95%-betrouwbaarheidsinterval voor uitvoervariabele Pr_s combinatie I

In bovenstaande figuur zien we (in tegenstelling tot de uitvoervariabele Pr_s) dat de spreiding van de uitkomsten van de uitvoervariabele Pr_r voor beide deelnemersbestanden groot is. Dit was overigens wel al te verwachten op basis van de in tabel 5.20 vermelde (hoge) standaarddeviaties. Of op basis van bovenstaande uitkomsten vervolgens nu wel of niet moet worden herverzekerd, is net als bij de uitvoervariabele Pr_s afhankelijk van de hoogte van het percentage van de verzekeraar én of dit percentage links, in of rechts van het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt.

Hanteren we voor het percentage van de verzekeraar een percentage ter hoogte van 0.4% (een percentage dat door verzekeraars voor het dekken van het renterisico bij een rekenrente van 4% meestal wordt gehanteerd) dan kunnen we uit bovenstaande figuur vaststellen dat dit percentage voor beide deelnemersbestanden in het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt. Overigens kunnen we eveneens vaststellen dat de kans, dat het percentage van de verzekeraar rechts van de hierboven genoemde 95%-betrouwbaarheidsintervallen zou komen te liggen vrijwel nihil is. Dit zou namelijk wel een hele grote verhoging betekenen ten opzichte van het percentage dat gebruikelijk is (0.4%).

Gaan we uit van een percentage van de verzekeraar ter hoogte van 0.4% en stellen we uit bovenstaande figuur dus vast dat het percentage van de verzekeraar in het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt dan is het, gezien de grote variabiliteit in de hoogte van de uitvoervariabele Pr_r voor beide pensioenfondsen (wellicht) *verstandig* om het risico onder te brengen bij de verzekeraar. Of beide pensioenfondsen het risico kunnen dekken wanneer eigen beheer zou worden gevoerd is immers maar de vraag.

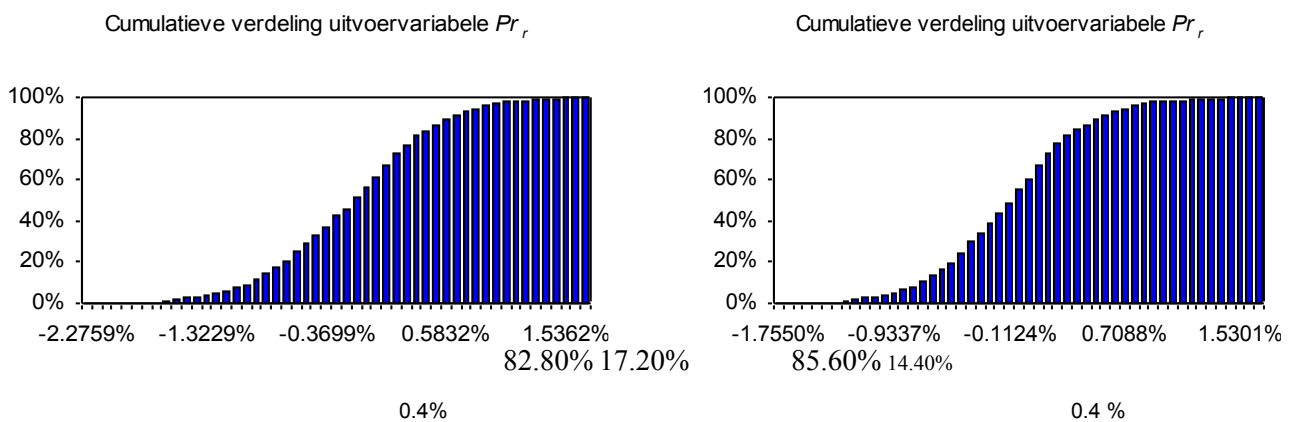
Of de opslag ter hoogte van 0.4% te hoog of te laag is daar kunnen we op basis van figuur 5.27 geen uitspraken over doen. De 95%-betrouwbaarheidsintervallen geven daar immers (gezien de grote spreiding) geen uitsluitel over. Wel kunnen we nog bekijken met behulp van de cumulatieve verdeling wat de kans is dat het percentage van de verzekeraar niet zal worden overschreden. Hebben we deze kans bepaald dan kunnen we uiteraard

eveneens vaststellen wat de kans is dat het percentage van de verzekeraar wel wordt overschreden én dus in hoeveel procent van de gevallen op basis van het model wel zou moeten worden gekozen voor herverzekering. Of een pensioenfonds uiteindelijk wel of niet gaat herverzekeren (ook al is het verstandig) zal dan afhankelijk zijn van het risico dat deze bereid is respectievelijk niet of wel te lopen.

De cumulatieve verdeling voor de uitvoervariabele Pr_r voor variant O van het werkelijke rendement (voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand) is als volgt:

Jong deelnemersbestand:

Oud deelnemersbestand:



Figuur 5.28. Cumulatieve verdeling uitvoervariabele Pr_r voor combinatie I (variant O)

Zouden we er vanuit gaan dat wanneer in *meer* dan 5% van de gevallen het percentage van de verzekeraar zal worden overschreden (en dus gekozen zou moeten worden voor herverzekering) het risico te groot wordt om eigen beheer te voeren, dan kunnen we uit bovenstaande figuur uit de daar gevonden waarden van 17.20% en 14.40% afleiden dat het verstandig zou zijn om het risico onder te brengen bij de verzekeraar.

Voor de uitvoervariabele Pr_r hebben we nu enkel en alleen grafische weergaven gegeven (met bijbehorende resultaten) voor variant O van het werkelijke rendement. Aangezien voor de overige varianten soortgelijke grafische weergaven werden verkregen waaraan aangaande het wel of niet herverzekeren dezelfde uitspraken konden worden verbonden als zojuist bij variant O (uiteraard dan wel met andere waarden), hebben we er voor gekozen om voor de overige varianten enkel en alleen de waarden te presenteren. We volstaan met het geven van 95%-betrouwbaarheidsinterval en de kans dat percentage van de verzekeraar *niet* en *wel* wordt overschreden:

<i>Jong deelnemersbestand</i>		<i>Oud deelnemersbestand</i>	
95%-bbinterval	$P(Pr_r < Pr_v) \quad P(Pr_r > Pr_v)$	95%-bbinterval	$P(Pr_r < Pr_v) \quad P(Pr_r > Pr_v)$
))

O	[-1.5009% , 0.9861%]	82.80%	17.20%	[-1.1573% , 0.8621%]	85.60%	14.40%
I	[-1.4420% , 1.1948%]	79.60%	20.40%	[-1.1083% , 1.1412%]	81.60%	18.40%
II	[-1.3687% , 1.3017%]	72.80%	27.20%	[-1.0050% , 1.3233%]	74.20%	25.80%
III	[-1.2193% , 1.5135%]	64.60%	35.40%	[-0.8880% , 1.6003%]	67.00%	33.00%

Tabel 5.21. Resultaten overige varianten

We merken op dat naarmate er pessimistischere marktverwachtingen in de scenario's voor het werkelijk rendement worden meegenomen dat de kans om het percentage van de verzekeraar te overschrijden toeneemt. Hanteren we nog steeds het criterium dat wanneer in *meer* dan 5% van de gevallen het percentage van de verzekeraar zal worden overschreden (en dus gekozen zou moeten worden voor herverzekering) het risico te groot wordt om eigen beheer te voeren, dan kunnen we dus vaststellen dat het voor de overige varianten eveneens *verstandig* zou zijn om het renterisico onder te brengen bij de verzekeraar.

5.4.2.2 Resultaten combinatie II

Voor combinatie II werden in tabel 5.18 de volgende keuzes gemaakt:

Combinatie	Verwachte sterfte	Rekenrent	Driehoeksverdeling (werkelijke sterfte)			Rendement
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
II	AG-tafels '00 t/m '25	4%	Brans-Laag - AG-tafels '00 t/m '25 - AG'95-00			O, I, II, III

Tabel 5.22. Keuzes aangaande grondslagen, werkelijke sterfte en werkelijk rendement voor combinatie II

We merken op dat wanneer we ten opzichte van combinatie I enkel en alleen de werkelijke sterfte anders zullen laten verlopen, dan zal dat geen effect hebben op de uitvoervariabele Pr_r . Het verschil tussen verwachte en werkelijke sterfte wordt immers onttrokken dan wel toegevoegd aan het vermogen en is dus niet van invloed op de uitvoervariabele Pr_r . Voor de tweede combinatie zullen we de resultaten voor de uitvoervariabele Pr_r dan ook achterwege laten (deze zijn immers gelijk aan de resultaten voor de eerste combinatie).

Na toepassing van het model (op zowel het jonge als het oude deelnemersbestand) met andere waarden voor de parameters van de driehoeksverdeling werden de volgende resultaten verkregen voor de uitvoervariabele Pr_s :

Jong deelnemersbestand:

Oud deelnemersbestand:

	\bar{Y}	S_Y		\bar{Y}	S_Y
Pr_s	0.1969%	0.0053%	Pr_s	0.3044%	0.0056%

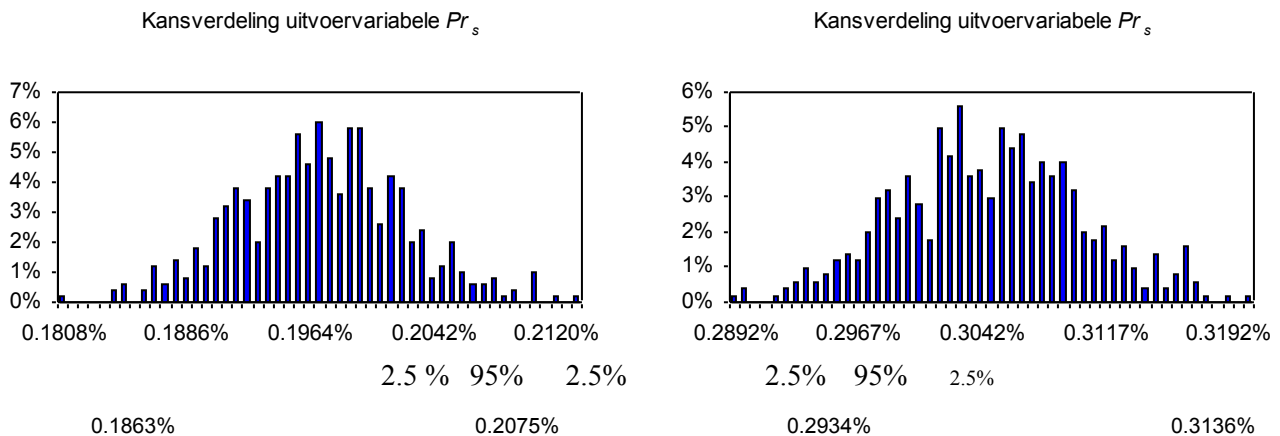
Tabel 5.23. Gemiddelden en standaarddeviaties voor combinatie II

Net als in combinatie I valt op dat de standaarddeviatie aanzienlijk klein is en dat er voor het oude deelnemersbestand wederom sprake is van een hoger percentage. Vergelijken we de resultaten voor de uitvoervariabele Pr_s van deze combinatie met die van combinatie I, dan zien we direct dat wanneer we eveneens rekening houden met het kortlevenrisico dat er voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand een aanzienlijke verlaging van het gemiddelde valt waar te nemen. Dit doordat we er in deze combinatie niet alleen rekening mee houden dat er sprake zou kunnen zijn van (technisch) verlies maar eveneens van technische winst. Houden in combinatie II rekening met het kortlevenrisico dan zal (ten opzichte van combinatie I) dus minder geld benodigd zijn om het verlies op sterfte te kunnen dekken. Ontstane verliezen worden immers (gedeeltelijk) gecompenseerd door winsten uit andere jaren (zie eventueel nog paragraaf 5.1.1.).

De kansverdeling met bijbehorend 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de uitvoervariabele Pr_s in deze combinatie is als volgt:

Jong deelnemersbestand:

Oud deelnemersbestand:



Figuur 5.29. 95%-betrouwbaarheidsinterval uitvoervariabele Pr_s combinatie II

In figuur 5.29 zien we al snel dat ook hier de spreiding van de uitkomsten voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand niet al te groot is. Om op basis van bovenstaande uitkomsten te kunnen bepalen of wel of niet moet worden herverzekerd zijn we (net als in combinatie I) geïnteresseerd in de ligging van het percentage van de verzekeraar ten opzichte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Hanteren we wederom de percentages 0.2% en 0.3%, dan zien we voor het percentage 0.2% dat deze voor het jonge deelnemersbestand *in* het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt en voor het oude deelnemersbestand *links* van 95%-betrouwbaarheids-interval. Wordt door de verzekeraar een percentage gehanteerd ter hoogte van 0.2% dan geldt dus voor het jonge

deelnemersbestand dat het percentage van de verzekeraar ‘correct’ geprijsd is en voor het oude deelnemersbestand dat de verzekeraar te weinig zou vragen om het langlevensrisico te kunnen dekken. Hieruit kan voor beide deelnemersbestanden worden vastgesteld dat het interessant zou zijn om (bij een percentage van 0.2%) het langlevensrisico onder te brengen bij de verzekeraar.

Wanneer de verzekeraar een percentage zou hanteren ter hoogte van 0.3% (in plaats van 0.2%) dan krijgen we een geheel andere situatie. In dat geval ligt namelijk het percentage van de verzekeraar voor het jonge deelnemers *rechts* van het 95%-betrouwbaarheidsinterval en voor het oude deelnemersbestand *in* het 95%-betrouwbaarheidsinterval. Voor het jonge deelnemersbestand kunnen we dan vaststellen dat de verzekeraar te veel zou vragen om het langlevensrisico te kunnen dekken en voor het oude deelnemersbestand dat het percentage van de verzekeraar ‘correct’ geprijsd is. Voor het jonge deelnemersbestand kiezen we in dit geval dus *niet* voor het verzekeren van het langlevensrisico en voor het oude deelnemersbestand (net als eerder) *wel*. In tegenstelling tot eerder geldt voor het oude deelnemersbestand alleen wel een ander motief om te besluiten tot herverzekering. Het percentage van de verzekeraar is nu immers niet te laag maar juist ‘correct’ geprijsd.

5.4.2.3 Resultaten combinatie III

Voor combinatie III waren (in tabel 5.18) de volgende keuzes gemaakt:

Combinatie	Verwachte sterfte	Rekenrente	Driehoeksverdeling (werkelijke sterfte)			Rendement
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
III	CRC-tafel	3%	0	- CRC	- max AG-tafels	O, I, II, III

Tabel 5.24. Keuzes aangaande grondslagen, werkelijke sterfte en werkelijk rendement voor combinatie III

In deze combinatie waren we met name geïnteresseerd in de gevolgen van het hanteren van andere grondslagen en het hanteren van een grotere spreiding tussen de parameters van de driehoeksverdeling.

Na toepassing van het model (op zowel het jonge als het oude deelnemersbestand) werden de volgende resultaten verkregen:

Jong deelnemersbestand:

	\bar{Y}	S_Y
Pr_s	0.0076%	0.0137%

Oud deelnemersbestand:

	\bar{Y}	S_Y
Pr_s	0.0516%	0.0154%

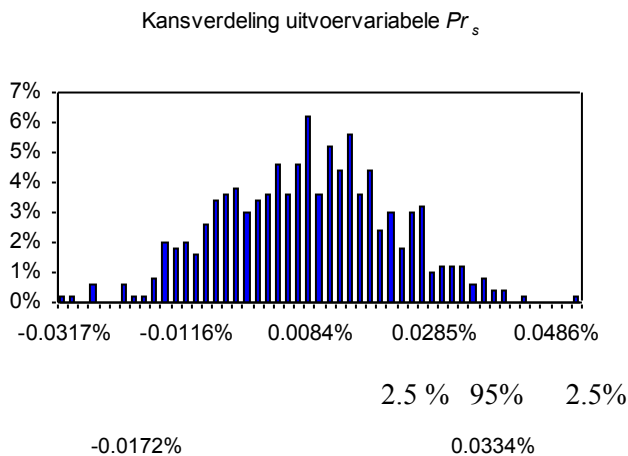
Pr_r O	-0.2870%	0.5688%	Pr_r O	-0.2135%	0.4582%
Pr_r I	-0.2141%	0.5817%	Pr_r I	-0.1449%	0.4775%
Pr_r II	-0.1346%	0.6004%	Pr_r II	-0.0724%	0.5026%
Pr_r III	-0.0369%	0.6206%	Pr_r III	0.0249%	0.5377%

Tabel 5.25. Gemiddelden en standaarddeviaties voor combinatie III

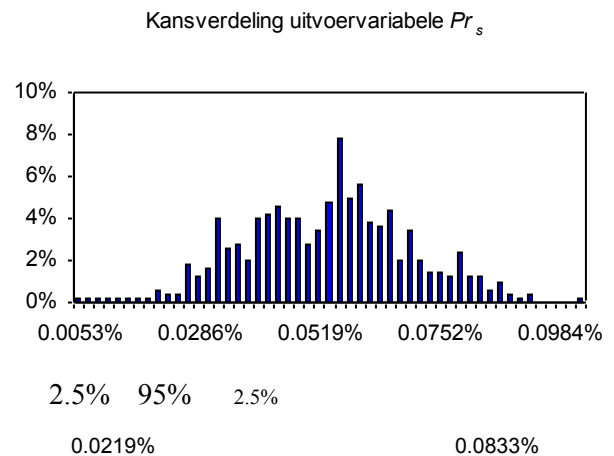
Opnieuw merken we op dat het gemiddelde van de uitvoervariabele Pr_s voor het jonge deelnemersbestand lager ligt dan bij het oude deelnemersbestand. Verder merken we op dat ten opzichte van combinatie I en II naast een aanzienlijke verlaging van het gemiddelde eveneens sprake is van grotere standaarddeviatie voor de uitvoervariabele Pr_s . Dit door de grotere spreiding van de parameters van de driehoeksverdeling. Nog steeds geldt echter wel, ook met een grotere spreiding van de parameters, dat de standaarddeviatie voor Pr_s klein is. In tegenstelling tot de standaarddeviatie voor de uitvoervariabele Pr_r , waarvoor ook hier weer geldt dat deze groot kan worden genoemd.

De kansverdeling met bijbehorend 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de uitvoervariabele Pr_s ziet er als volgt uit:

Jong deelnemersbestand:



Oud deelnemersbestand:



Figuur 5.30. 95%-betrouwbaarheidsinterval voor uitvoervariabele Pr_s voor combinatie III

Op basis van de betrouwbaarheidsintervallen in figuur 5.30 kunnen we vaststellen dat wanneer de verzekeraar dan wel een percentage ter hoogte van 0.2% dan wel een percentage ter hoogte van 0.3% zou hanteren, dat in beide gevallen (0.2% en 0.3%) voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand het percentage van de verzekeraar rechts van het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt. Voor beide percentages zal dus gelden dat de

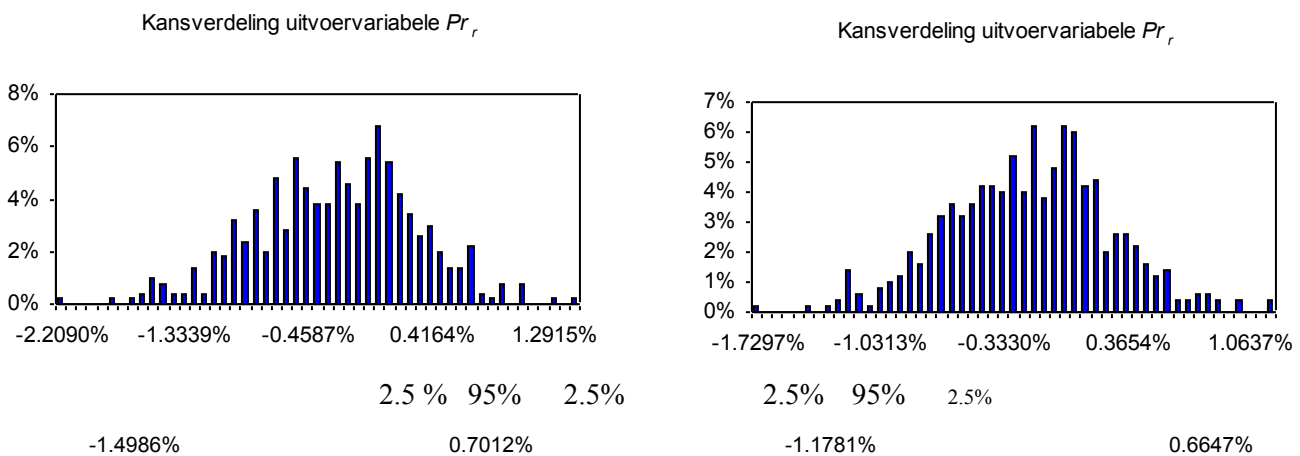
verzekeraar voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand te veel zou vragen om het langlevensrisico te kunnen dekken en dus dat het (voor beide deelnemersbestanden) niet interessant is om het langlevensrisico onder te brengen bij de verzekeraar.

We waren echter niet alleen geïnteresseerd in de effecten op de uitvoervariabele Pr_s ten gevolge van het hanteren van een andere te verwachten sterfte eveneens waren we geïnteresseerd in de effecten op de uitvoervariabele Pr_r wanneer een andere rekenrente zou worden gehanteerd. Wederom presenteren we enkel en alleen de grafische weergaven voor variant O. De overige varianten leverden immers ook in deze combinatie weer soortgelijke plaatjes op.

De kansverdeling met bijbehorend 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de uitvoervariabele Pr_r (voor variant O van het werkelijke rendement) ziet er als volgt uit:

Jong deelnemersbestand:

Oud deelnemersbestand:



Figuur 5.31. 95%-betrouwbaarheidsinterval voor uitvoervariabele Pr_r voor combinatie III (variant O)

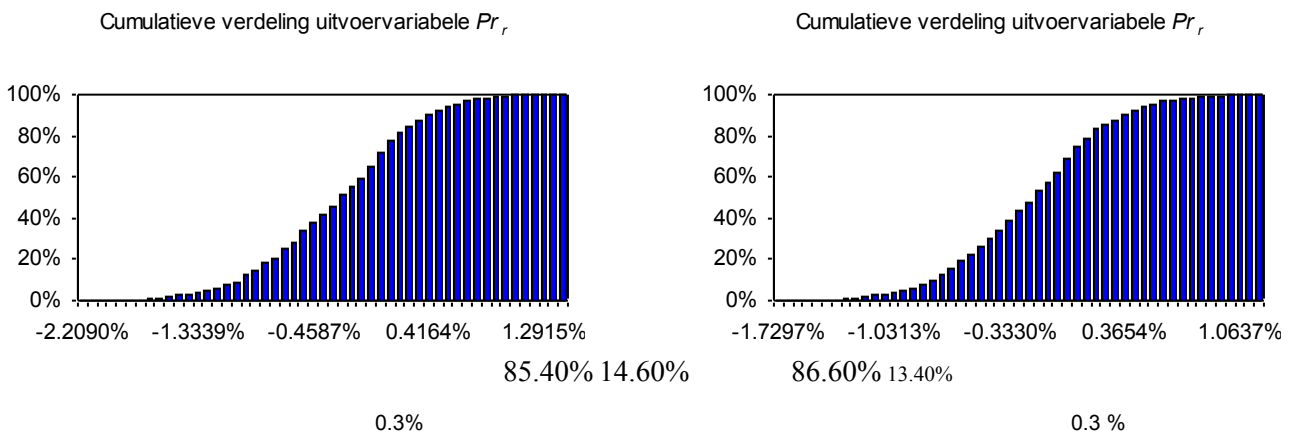
Ook hier geldt (net als eerder) dat beide 95%-betrouwbaarheidsintervallen een grote spreiding vertonen. Wel merken we op dat er ten opzichte van combinatie I (en II) sprake is van een verkleining van de intervallen en daarmee lagere bovengrenzen en hogere ondergrenzen voor beide intervallen zijn verkregen. Nog steeds geldt echter dat het percentage van de verzekeraar (waarvoor overigens in geval van een 3%-rekenrente geldt dat meestal een percentage ter hoogte van 0.3% wordt gehanteerd en dus niet de eerder genoemde 0.4%) voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand in het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt. Gezien de ligging van het percentage van de verzekeraar *in* het 95%-betrouwbaarheidsinterval en gezien de grote spreiding van dit interval moet ook hier (net als eerder) weer worden vastgesteld dat het onder brengen van het risico bij een verzekeraar *verstandig* zou zijn.

Waar we in combinatie I (en II) geïnteresseerd waren in het aantal gevallen waarvoor gold dat de waarde van de uitvoervariabele Pr_r hoger zou komen te liggen dan 0.4%, zijn we in deze combinatie geïnteresseerd in het aantal gevallen dat hoger ligt dan 0.3%. Zojuist (en eerder) hebben we immers vermeld dat door verzekeraars in geval van een 3%-rekenrente meestal een percentage ter hoogte van 0.3% wordt gehanteerd.

De cumulatieve verdeling voor de uitvoervariabele Pr_r voor variant O van het werkelijke rendement (voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand) is als volgt:

Jong deelnemersbestand:

Oud deelnemersbestand:



Figuur 5.32. Cumulatieve verdeling uitvoervariabele Pr_r voor combinatie I (variant O)

Voor beide deelnemersbestanden zien we ook hier dat het in meer dan 5% van de gevallen zou moeten worden besloten tot herverzekering.

De resultaten verkregen voor de overige varianten staan in de onderstaande tabel:

Jong deelnemersbestand		Oud deelnemersbestand	
95%-bbinterval	$P(Pr_r < Pr_v)$ $P(Pr_r > Pr_v)$	95%-bbinterval	$P(Pr_r < Pr_v)$ $P(Pr_r > Pr_v)$
))

O	[-1.4986% , 0.7012%] [-1.4495% , 0.8391%]	85.40%	14.60%		[-1.1781% , 0.6647%] [-1.1274% , 0.7617%]	86.60%	13.40%
I		82.20%	17.80%			84.00%	16.00%
II	[-1.3932% , 0.9985%] [-1.3377% , 1.1673%]	78.20%	21.80%		[-1.0966% , 0.8806%] [-1.0374% , 1.1315%]	80.20%	19.80%
III		73.80%	26.20%			74.80%	25.20%

Tabel 5.26. Resultaten overige varianten

Ten opzichte van combinatie I (en II) kan nog worden opgemerkt dat we voor alle varianten voor de 95%-betrouwbaarheidsintervallen duidelijk een verschuiving naar links waarnemen. Verder geldt dat net als in eerste combinatie voor alle intervallen sprake is van een grote spreiding en dat voor alle varianten het percentage van de verzekeraar (0.3%) in het 95%-betrouwbaarheidsinterval ligt. We merken dus op dat het ook hier, voor alle vier de varianten van het werkelijke rendement, voor beide deelnemersbestanden *verstandig* zou zijn om het renterisico onder te brengen bij de verzekeraar.

6 Conclusie en aanbevelingen

In dit onderzoek is een model ontwikkeld waarmee voor een willekeurig pensioenfonds gegeven het percentage van de verzekeraar, op inzichtelijke wijze kan worden beoordeeld of deze wel of niet zou moeten besluiten tot het verzekeren van het langlevensrisico en/of het renterisico bij een pensioenverzekeraar. De implementatie van het model en de resultaten verkregen met dit model staan beschreven in hoofdstuk 5. Dit hoofdstuk beschrijft de voornaamste conclusies van dit onderzoek en presenteert eveneens enkele aanbevelingen.

6.1 Deterministisch model

Om de waarden van de opslagen die de verzekeraar zou mogen vragen te bepalen, hebben we de ontwikkeling van de voorziening pensioenverplichtingen en de ontwikkeling van het vermogen (in eerste instantie voor één enkele deelnemer en later voor een geheel deelnemersbestand) naar de toekomst gesimuleerd. De simulatie heeft plaatsgevonden vanuit het gezichtsveld van de verzekeraar. De verzekeraar vraagt immers de garantieopslagen in geval dat de verzekeraar de pensioengelden en de daaruit voortvloeiende risico's voor zijn rekening neemt.

Voor de uitkeringsgarantie kunnen uit de resultaten van het deterministische model de volgende twee conclusies worden afgeleid (uiteraard met in achtname van de aannames zoals deze in het deterministische model zijn gemaakt):

- Mannelijke deelnemers zijn risicovoller dan vrouwelijke deelnemers. We hebben immers gezien (zie figuur 5.10) dat het verschil tussen de te verwachte sterfte en de werkelijke sterfte bij mannen aanzienlijk hoger ligt dan bij vrouwen. Daaruit kon tevens worden verklaard waarom bij mannen veel eerder zou moeten worden besloten tot het verzekeren van het langlevensrisico bij een verzekeraar dan bij vrouwen (zie tabel 5.12).
- Oudere deelnemers zijn risicovoller en dus 'duurder' dan jongere deelnemers. Na toepassing van het deterministische model op zowel een jong als een oud deelnemersbestand (bij gelijke percentages van het aantal mannen en vrouwen) werden immers bij het oude deelnemersbestand hogere percentages benodigd voor het dekken van het langlevensrisico verkregen, dan bij het jonge deelnemersbestand (zie tabel 5.14 en 5.15).

Uit bovenstaande kunnen we nu vervolgens concluderen dat het risico dat een pensioenfonds loopt en dus of deze zou moeten besluiten tot het verzekeren van het langlevensrisico bij een verzekeraar, dus erg afhankelijk is van de opbouw of samenstelling van het deelnemersbestand.

Op basis van het deterministische model kunnen voor de rentegarantie de volgende uitspraken worden gedaan:

- Een lagere rekenrente leidt tot een lager percentage benodigd om het renterisico te kunnen dekken. De kans op het niet halen van de rekenrente wordt immers verlaagd waardoor het percentage dat de verzekeraar zou mogen vragen dus lager uit zou moeten komen.
- Hoe pessimistischer het scenario voor toekomstige beleggingsresultaten, hoe hoger het percentage benodigd om het renterisico te kunnen dekken. Immers naarmate het scenario pessimistischer zal zijn, hoe meer kans op het niet kunnen voldoen aan de gehanteerde rekenrente, en dus hoe hoger de opslag zal moeten zijn om het renterisico daadwerkelijk te kunnen dekken.

We merken op dat we aan de hand van de met het deterministische model verkregen resultaten (zie tabel 5.10) (en de conclusies die daar vervolgens aan konden worden verbonden aangaande het wel of niet verzekeren van het renterisico) hebben kunnen zien, dat het wel of niet verzekeren van het renterisico bij een verzekeraar erg afhankelijk is van de gekozen rekenrente en het gekozen scenario.

6.2 Stochastisch model

Na toepassing van het deterministische model, waarmee we de basis hebben gelegd voor een kwantitatieve onderbouwing aangaande het wel of niet verzekeren van het langlevensrisico en/of het renterisico bij een verzekeraar, is er eveneens nog voor gekozen rekening mee te houden dat de werkelijke sterfte en het werkelijke rendement in enige jaar meerdere waarden aan kunnen nemen, elk met een bepaalde kans. Houden we rekening met stochastische invoervariabelen dan krijgen we eveneens te maken met stochastische uitvoervariabelen. Over de interpretatie van de uitkomsten van het stochastische model moet overigens niet al te lichtvaardig worden gedacht. We hebben immers niet te maken met één enkele uitkomst (zoals bij het deterministische model wel het geval was) maar met een bereik van uitkomsten. Afhankelijk van de spreiding van de uitkomsten en afhankelijk van de ligging van het percentage van de verzekeraar ten opzichte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval kunnen (met behulp van figuur 5.21) uitspraken worden gedaan over of wel, niet of dat het wellicht verstandig zou zijn om het langlevensrisico en/of het renterisico onder te brengen bij de verzekeraar.

Het stochastische model hebben we toegepast op zowel een jong als een oud deelnemersbestand. Daarbij zijn verschillende keuzes gemaakt aangaande de door de verzekeraar te hanteren grondslagen, aangaande de parameters voor de driehoeksverdeling waaruit scenario's voor de werkelijke sterfte zijn gegenereerd en aangaande de door te rekenen scenario's voor het werkelijk rendement (zie tabel 5.18).

Uit de resultaten van het stochastische model kan het volgende worden geconcludeerd:

- Voor de resultaten met betrekking tot de uitkeringsgarantie en dus met betrekking tot het langlevensrisico kan worden geconcludeerd dat het variëren van de werkelijke sterfte binnen de grenzen van de gekozen parameters voor de driehoeksverdeling weinig variatie teweegbrengt in de uitvoervariabele Pr_s van het model (het percentage dat de verzekeraar zou moeten vragen om het langlevensrisico te kunnen dekken). Telkens werden dus vrij kleine betrouwbaarheidsintervallen verkregen. Dat wil echter niet zeggen dat aangaande het wel of niet herverzekeren ook telkens dezelfde conclusies werden getrokken. We hebben immers gezien dat afhankelijk van het deelnemersbestand (jong of oud), afhankelijk van de gehanteerde sterftetafel voor de te verwachte sterfte, afhankelijk van de gekozen parameters voor de driehoeksverdeling en afhankelijk van de ligging van het percentage van de verzekeraar ten opzichte van het 95%-betrouwbaarheidsinterval wel of niet zou moeten worden herverzekerd.

We geven een overzicht:

Combinatie	Pr_v	<i>Jonge deelnemersbestand</i>		<i>Oude deelnemersbestand</i>	
		$Pr_v \dots$	$Pr_v \dots$	$Pr_v \dots$	$Pr_v \dots$
I	0.2%/0.3%	<i>Wel</i> verzekeren	te weinig	<i>Wel</i> verzekeren	te weinig
II	0.2%	<i>Wel</i> verzekeren	correct geprijsd	<i>Wel</i> verzekeren	te weinig
	0.3%	<i>Niet</i> verzekeren	te veel	<i>Wel</i> verzekeren	correct geprijsd
III	0.2%/0.3%	<i>Niet</i> verzekeren	te veel	<i>Niet</i> verzekeren	te veel

Tabel 6.1 Overzicht wel of niet herverzekeren van het langlevensrisico op basis van de uitkomsten van het stochastische model, met Pr_v het percentage van de verzekeraar

Of het langlevensrisico wel of niet moet worden verzekerd bij een verzekeraar is dus erg afhankelijk van het percentage van de verzekeraar, de samenstelling van het deelnemersbestand en de aannames die voor de verwachte én werkelijke sterfte zijn gemaakt.

- Voor de rentegarantie geldt dat we op basis van de met het stochastische model verkregen resultaten, voor zowel het jonge als het oude deelnemersbestand, in geen enkel geval hebben kunnen vaststellen of het renterisico, gegeven het percentage van de verzekeraar, wel of niet moest worden verzekerd. Dit omdat we, vanwege de grote spreiding van de uitkomsten en vanwege het feit dat telkens het percentage van de verzekeraar in het 95%-betrouwbaarheidsinterval kwam te liggen, niet konden vaststellen of door de verzekeraar, een te hoog, een te laag of het correcte percentage werd gehanteerd om het renterisico te kunnen dekken. Wel hebben we uit de verkregen resultaten (op basis van de verkregen 95%-betrouwbaarheidsintervallen en de verkregen cumulatieve verdelingen) kunnen vaststellen dat het *verstandig* zou zijn om het renterisico onder te brengen bij de verzekeraar. Dit vanwege de grote spreiding

van de uitkomsten en het risico dat beide pensioenfondsen daardoor zouden lopen wanneer gekozen zou worden voor eigen beheer.

6.3 Tot slot

Aan de hand van de verkregen resultaten van het model en de daaraan zojuist verbonden conclusies kunnen we nu vervolgens concluderen dat in dit onderzoek een methode is gevonden of in ieder geval dat er een ‘basis’ is gelegd, om de keuze aangaande het wel of niet verzekeren van het langlevensrisico en/of het renterisico bij een verzekeraar kwantitatief te kunnen onderbouwen. De verkregen resultaten en dan met name de hoogte van de verkregen waarden hebben het vertrouwen in de juistheid van het model doen toenemen. Dit betekent echter nog niet dat we klaar zijn. Het model is namelijk nog enigszins wat beperkt (zie figuur 5.25) en kan of *zal* waarschijnlijk nog moeten worden verbeterd om een algemeen toepasbaar model te kunnen verkrijgen. Enige aanbevelingen voor verbeteringen van het model zouden kunnen zijn:

- Naast ouderdomspensioen ook rekening te houden met andere pensioenvormen, zoals bijvoorbeeld het nabestaandenpensioen.
- Niet alleen rekening houden met actieve en gepensioneerde deelnemers in de berekeningen maar ook met gewezen deelnemers (slapers) en arbeidsongeschikten. Met andere woorden naast enkel en alleen rekening te houden met uittreding door sterfte ook rekening te houden met ontslag en invalidering (en overigens mogelijk ook met revalidering).
- Het opnemen van instroom van nieuwe deelnemers in het model, en dus rekening te houden met nieuwe toetredingen.

Tot slot kan nog worden vermeld dat wanneer gekozen zou worden voor verdere uitbreiding van het model, dat het wellicht verstandig zal zijn te kiezen voor een andere programmeertaal. Op basis van het tot dusver ontwikkelde model, ontwikkeld in Excel en Visual Basic for Applications, hebben we immers vastgesteld dat het model niet alleen erg groot werd (zo’n 2.6 MB) maar eveneens dat het draaien van het model (of de modellen) behoorlijk wat tijd heeft gekost (voor het doorrekenen van 500 scenario’s voor een deelnemersbestand ter grootte van 100 deelnemers werd al een rekentijd van zo’n drie kwartier verkregen). Zou gekozen worden voor verdere uitbreiding van het model, dan zou ik dus zeker willen aanbevelen, verder te kijken dan de wereld van Excel en Visual Basic for Applications alleen (ondanks de veelheid aan mogelijkheden die beide programma’s te bieden hebben).

7 Literatuur

- [1] Ackoff, R.L. en M.W. Sasieni, *Fundamentals of Operations Research*, New York, 1968
- [2] Actuarieel Genootschap, *AG-Tafels 1995-2000*, Woerden, 2001
- [3] Boersma, Drs. S.K.T., Ir. T. Hoenderkamp, *Simulatie een moderne methode van onderzoek*, Den Haag, 1981
- [4] Gunst, Dr. M.C.M. de, Prof. dr. A.W. van der Vaart, *Statistische Data Analyse*, Vrije Universiteit, Najaar 2000
- [5] Heerwaarden, A.E. van, W. Eikelboom, D. den Heijer, *Rekenen op pensioen: een prognosemodel voor de pensioenfondssensector*, Apeldoorn, 1996
- [6] Kettenis, Ir. D., *Simulatie*, Leiden, 1990
- [7] Kluwer Opleidingen, *Praktijkcursus Collectieve Pensioenen*, Deventer, 2000
- [8] Kramer, N.J.T.A./J. de Smit, *Systeendenken*, Leiden, 1974
- [9] Kuné, J.B., *Studies naar lang leven en pensioenvoorzieningen*, Den Haag, 2001
- [10] Ripley, Brian D., *Stochastic Simulation*, Glasgow, 1987
- [11] Shannon, R.E., *Systems Simulation: the art and science*, New York, 1975
- [12] Tijms, Prof. dr. H.C., *Simulatie bij Stochastische Methoden voor BWI*, Vrije Universiteit, Najaar 1999
- [13] Watson Wyatt Brans & Co, *Pensioenbegrippen*, Amsterdam, 2002
- [14] Wolthuis, H. en R. Bruning, *Levensverzekeringswiskunde deel I*, Amsterdam, 1996

Bijlagen

Bijlage I Afrondingsalgoritme Actuarieel Genootschap

Sterftequotiënten

De methodiek die hier wordt beschreven komt overeen met de methodiek zoals deze beschreven is in de AG-tafels 1995-2000 [2]. In deze bijlage staat een korte samenvatting van de gehanteerde methodiek en het programma zoals deze in Visual Basic for Applications is geprogrammeerd.

Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de ruwe sterftequotiënten van het CBS. De ruwe sterftequotiënten voor leeftijd x worden weergegeven als q_{rx} en de afgeronde sterftequotiënten voor leeftijd x worden weergegeven als q_x . Voor de bepaling van q_x wordt uitgegaan van de waargenomen sterftequotiënten q_{ru} voor $u = x - 5$ tot en met $u = x + 5$, in totaal dus 11 waarnemingen.

Personen van 100 jaar en ouder

Voor de hogere leeftijden worden de ruwe sterftequotiënten eerst aangepast aangezien deze een zeer grillig verloop vertonen. Op basis van de ruwe sterftequotiënten wordt de gemiddelde levensduur bepaald voor leeftijd x_0 . x_0 wordt bepaald door van voor verschillende leeftijden onderstaande exercitie te herhalen en te bekijken voor welke waarde van x_0 er het beste verloop wordt verkregen met de sterftequotiënten voor de mannen en de vrouwen. x_0 is vastgesteld op 100.

$$e_{x_0} = \sum_{k=0}^{\infty} k p_{x_0} + 0,5$$

De uitkomst van deze verwachte levensduur wordt gelijk gesteld aan de verwachte levensduur op basis van de Gompertz veronderstelling:

$$e_{x_0,ruw} = \sum_{k=0}^{\infty} \prod_{j=0}^k e^{e^{\alpha(j+1)} \ln(1-q_{97r})} + 0,5$$

Aangezien gelijkstelling van deze verwachte levensduren een vergelijking oplevert met slechts één onbekende is het oplosbaar. De waarde van α wordt gebruikt om aangepaste “niet”-afgeronde waarden van de sterftequotiënten te genereren.

Hierbij wordt uitgegaan van de sterfteformule van Gompertz.

$$\mu_{x+s} = \beta \gamma^{x+s}$$

Uit deze veronderstelling volgt:

$$\ln p_x = e^{f(x)} = \int_0^1 \mu_{x+s} ds \approx \frac{\mu_x + \mu_{x+1}}{2} = \frac{\beta \gamma^x + \beta \gamma^{x+1}}{2} = \frac{\beta (1 + \gamma) \gamma^x}{2} = \beta' \gamma^x$$

waarbij

$$\beta' = \frac{\beta(1+\gamma)}{2}$$

Hieruit volgt:

$$\ln p_x = e^{f(x)} = e^{\ln(\beta'\gamma^x)} = e^{\ln\beta' + x\ln\gamma}$$

Dus geldt:

$$f(x) = \ln\beta' + x\ln\gamma$$

Bij de geldigheid van de sterfteformule van Gompertz volgt:

$$\frac{\ln p'_x}{\ln p'_{x_0}} = \frac{e^{\ln\beta' + x\ln\gamma}}{e^{\ln\beta' + x_0\ln\gamma}} = \frac{e^{\ln\beta'} e^{x\ln\gamma}}{e^{\ln\beta'} e^{x_0\ln\gamma}} = \frac{e^{x\ln\gamma}}{e^{x_0\ln\gamma}} = e^{(x-x_0)\ln\gamma} = e^{(x-x_0)\alpha}$$

waarbij

$$\alpha = \ln\gamma$$

Door de deling van de logaritme van de éénjarige overlevingskansen, is de Gompertz parameter β in het rechterlid van deze formule komen te vervallen. Daardoor geldt voor iedere $x \geq x_0$:

$$q'_x = 1 - e^{e^{\alpha(x-x_0)} \ln p'_{x_0}}$$

Aan de hand van deze aangepaste ruwe sterftequotienten worden afgeronde sterftequotienten bepaald.

Voor de leeftijden van 6 tot en met 115 jaar wordt gebruik gemaakt van een soort voortschrijdend gemiddelde. Op basis van het geheel van de per leeftijd gebruikte 11 waarnemingen worden de afgeronde sterftequotienten vervolgens bepaald door het toepassen van een kleinste kwadratenmethode.

De kleinste kwadraten methode wordt niet rechtstreeks toegepast op de ruwe sterftequotienten, maar op een transformatie daarvan, aan te duiden met $f_r(x)$:

$$f_r(x) = \ln[-\ln(1 - q_{rx})]$$

Als af te ronden functie wordt nu gekozen voor:

$$f(x) = \ln[-\ln(1 - q_x)] = a + bx + cx^2$$

Indien voor de sterfte intensiteit de formule van Gompertz geldt, dan sluit deze bij benadering aan op de gekozen af te ronden functie $f(x) = \ln[-\ln(1 - q_x)] = a + bx + cx^2$ met $c = 0$.

De variabelen a, b en c worden voor iedere x opgelost uit:

$$\min \sum_{k=-5}^5 [f(x+k) - f_r(x+k)]^2$$

waarna q_x geschat kan worden door:

$$q_x = 1 - e^{-e^{f(x)}}$$

Het is ook mogelijk om $f(x)$ via matrixrekening te bepalen. In dat geval volgt:

$$f(x) = [1 \quad x \quad x^2] (X'X)^{-1} X'Y$$

met:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x-5 & (x-5)^2 \\ . & . & . \\ 1 & x+5 & (x+5)^2 \end{bmatrix} \text{ en } Y = \begin{bmatrix} f_r(x-5) \\ . \\ f_r(x+5) \end{bmatrix}$$

De methode van matrix rekening is toegepast in het programma, dat is geschreven in Visual Basic for Applications. Dit programma draait achter Excel. Onderstaand wordt het programma weergegeven.

Personen jonger dan 6 jaar

De schattingsmethode vereist in principe 11 waarnemingen, dus voor de zeer lage leeftijden moet het algoritme worden aangepast. Voor de leeftijden 0 en 1 wordt de q_x gelijk gesteld aan de waargenomen q_{rx} . Voor de leeftijden $x = 2$ tot en met 5 wordt het afrondingsalgoritme gebruikt, gebaseerd op een aantal waarnemingen per kant gelijk aan $a = x - 1$, in plaats van op basis van de elders gehanteerde 5. Het totaal aantal waarnemingen waarop q_x waarop deze leeftijden wordt gebaseerd is dus $2a + 1$.

Programma in VBA

Sub Berekening()

' Definiëring van de variabelen

Dim i As Integer	Dim x() As Double
Dim j As Integer	Dim qxr() As Double
Dim k As Integer	Dim qx() As Double
Dim tijd As Integer	Dim MatX() As Double
Dim waarneming As Integer	Dim MatY() As Double
	Dim Frx() As Double

Dim temp As Double
 Dim temp1 As Double
 Dim T1 As Double
 Dim T2 As Double
 Dim T3 As Double
 Dim alfa As Double
 Dim Exr As Double
 Dim Ex As Double
 Dim MaxAlfa As Double
 Dim MinAlfa As Double

Dim hulpA() As Double	' [1 x x^2]	
Dim MX() As Double	' X	
Dim MXT() As Double	' X'	
Dim MXTMX() As Double		' X'X
Dim hulp() As Double	' "schoonveegmatrix"	
Dim invMXTMX() As Double		' (X'X)^-1
Dim MY() As Double	' Y	
Dim MXTMY() As Double		' X'Y
Dim Beta() As Double	' (X'X)^-1X'Y	
Dim Fx() As Double	' hulpA*beta	

' Het aangeven van de dimensies van de verschillende
 ' vectoren en matrices

ReDim x(0 To 116)
 ReDim MatX(0 To 131, 1 To 3)
 ReDim MatY(0 To 116)
 ReDim Frx(0 To 121)
 ReDim Fx(0 To 116)
 ReDim qxr(0 To 121)
 ReDim qx(0 To 116)

ReDim hulpA(1 To 1, 1 To 3)
 ReDim MX(1 To 11, 1 To 3)
 ReDim MXT(1 To 3, 1 To 11)
 ReDim MXTMX(1 To 3, 1 To 3)
 ReDim hulp(1 To 3, 1 To 6)
 ReDim invMXTMX(1 To 3, 1 To 3)
 ReDim MY(1 To 11, 1 To 1)


```
ReDim MXTMY(1 To 3, 1 To 1)
ReDim Beta(1 To 3, 1 To 1)
```

```
' Het activeren van de excel sheet waaruit de data gelezen moeten worden
Worksheets(2).Activate
```

```
' Het inlezen van de data
For i = 0 To 115
    x(i) = Cells(i + 3, 1)
    qxr(i) = Cells(i + 3, 2)
Next i
```

```
qx(0) = qxr(0)
qx(1) = qxr(1)
```

```
For k = 0 To 120
    MatX(k, 1) = 1
    MatX(k, 2) = k - 5
    MatX(k, 3) = (k - 5) ^ 2
Next k
```

```
' het voorbereiden van de sterftequotienten voor de ouder leeftijden
' eerst wordt de verwachte levensduur berekend op basis van de ruwe sterftequotienten
```

```
temp = 0
For i = 1 To 13
    temp1 = 1
    For j = 1 To i
        temp1 = temp1 * (1 - qxr(j + 100 - 1))
    Next j
    temp = temp + temp1
Next i
Exr = temp + 0.5
```

```
' vervolgens wordt de optimale alfa bepaald aan de hand van de bisectie methode
' dit is de alfa die er voor zorgt dat de verwachte levensduur gelijk is aan de
' eerder berekende verwachte levensduur.
```

```
MaxAlfa = 2
MinAlfa = -2
alfa = 0
```

```
While (Ex - Exr) ^ 2 > 1E-30
    temp = 0
    For i = 0 To 30
        temp1 = 1
        For j = 0 To i
            temp1 = temp1 * Exp(Exp(alfa * (j + 1)) * Log(1 - qxr(100)))
```

```
Next j
temp = temp + temp1
Next i

Ex = temp + 0.5
If Exr < Ex Then
MinAlfa = alfa
alfa = (MaxAlfa + alfa) / 2
Else
MaxAlfa = alfa
alfa = (alfa + MinAlfa) / 2
End If
Wend

' hieronder worden de nieuwe "niet"-afgeronde sterftequotienten bepaald
temp = Log(1 - qxr(100))
For i = 0 To 121 - 100
qxr(i + 100) = 1 - Exp(Exp(alfa * (i + 1)) * temp)
Next i

For k = 1 To 120
Frk(k) = Log(-Log(1 - qxr(k)))
Next k

' hieronder wordt het standaard afrondingsalgoritme toegepast.
For tijd = 1 To 115
If tijd < 5 Then
waarneming = 2 * tijd + 1
Elseif tijd >= 5 Then
waarneming = 11
End If
For k = 1 To 3
hulpA(1, k) = x(1 + tijd) ^ (k - 1)
Next k

If waarneming < 11 Then
For i = 1 To waarneming
MX(i, 1) = 1
MX(i, 2) = tijd - (waarneming - 1) / 2 + i
MX(i, 3) = MX(i, 2) ^ 2
Next i
Elseif waarneming = 11 Then
For i = 1 To waarneming
For j = 1 To 3
MX(i, j) = MatX(i + tijd, j)
Next j
Next i
End If
```

```
For i = 1 To 3
  For j = 1 To waarneming
    MXT(i, j) = MX(j, i)
  Next j
Next i
```

```
temp = 0
For i = 1 To 3
  For j = 1 To 3
    For k = 1 To waarneming
      temp = temp + MXT(i, k) * MX(k, j)
    Next k
    MXTMX(i, j) = temp
  temp = 0
  Next j
Next i
```

```
For i = 1 To 3
  For j = 1 To 3
    hulp(i, j) = MXTMX(i, j)
    hulp(i, j + 3) = 0
  Next j
Next i
hulp(1, 4) = 1
hulp(2, 5) = 1
hulp(3, 6) = 1
```

'hieronder wordt de inverse matrix bepaald door "schoonvegen"

```
T1 = hulp(1, 1)
T2 = hulp(2, 1)
T3 = hulp(3, 1)
For j = 1 To 6
  hulp(2, j) = hulp(2, j) - (T2 / T1) * hulp(1, j)
  hulp(3, j) = hulp(3, j) - (T3 / T1) * hulp(1, j)
Next j
```

```
T1 = hulp(2, 2)
T2 = hulp(3, 2)
For j = 2 To 5
  hulp(3, j) = hulp(3, j) - (T2 / T1) * hulp(2, j)
Next j
```

```
T1 = hulp(1, 1)
For j = 1 To 6
  hulp(1, j) = hulp(1, j) / T1
Next j
```

```

T1 = hulp(2, 2)
For j = 2 To 6
    hulp(2, j) = hulp(2, j) / T1
Next j

T1 = hulp(3, 3)
For j = 3 To 6
    hulp(3, j) = hulp(3, j) / T1
Next j

T3 = hulp(3, 3)
T2 = hulp(2, 3)
T1 = hulp(1, 3)
For j = 3 To 6
    hulp(2, j) = hulp(2, j) - T2 / T3 * hulp(3, j)
    hulp(1, j) = hulp(1, j) - T1 / T3 * hulp(3, j)
Next j

T1 = hulp(2, 2)
T2 = hulp(1, 2)
For j = 2 To 6
    hulp(1, j) = hulp(1, j) - T2 / T1 * hulp(2, j)
Next j

For i = 1 To 3
    For j = 1 To 3
        invMXTMX(i, j) = hulp(i, j + 3)
    Next j
Next i
For i = 1 To waarneming
    MY(i, 1) = Frx(i + tijd - (waarneming - 1) / 2)
Next i

' Bepaling X'Y
temp = 0
For i = 1 To 3
    For k = 1 To waarneming
        temp = temp + MXT(i, k) * MY(k, 1)
    Next k
    MXTMY(i, 1) = temp
    temp = 0
Next i

' Bepaling [(X'X)^-1]X'Y
temp = 0
For i = 1 To 3
    For k = 1 To 3
        temp = temp + invMXTMX(i, k) * MXTMY(k, 1)
    
```

```
Next k
Beta(i, 1) = temp
temp = 0
Next i

' Bepaling van fx en qx
temp = 0
For k = 1 To 3
    temp = temp + hulpA(1, k) * Beta(k, 1)
Next k
Fx(1 + tijd) = temp
qx(1 + tijd) = 1 - Exp(-Exp(Fx(1 + tijd)))
Next tijd

' Sheet activeren waarnaar weggeschreven moet worden
Sheets(2).Activate

' Het wegschrijven van de afgeronde qx
For i = 0 To 115
    Cells(3 + i, 3) = qx(i)
Next i

Stop
End Sub
```

Bijlage II Factorenmodel

In deze bijlage wordt de implementatie gegeven van het model waarmee de factoren, gebaseerd op de samengestelde 'toekomstige' sterftetafels en een 4% rekenrente, kunnen worden berekend.

Sub Bereken tariefOP()

' Bereken tariefOP Macro

```
,  
  Dim a As Integer, b As Integer  
  Dim XminusY As Integer  
  Dim Xvoor As Integer  
  Dim Xna As Integer  
  Dim Xmede As Integer  
  Dim Yvoor As Integer  
  Dim Yna As Integer  
  Dim Ymede As Integer  
  Dim Intrest As Double  
  Dim HX(65) As Double  
  Dim HY(65) As Double  
  Dim HXhulp(65) As Double  
  Dim HYhulp(65) As Double  
  Dim DX(130, 6) As Double  
  Dim NX(130, 6) As Double  
  Dim SX(130, 6) As Double  
  Dim CX(130, 6) As Double  
  Dim MX(130, 6) As Double  
  Dim MXcontinu(130, 6) As Double  
  Dim RX(130, 6) As Double  
  Dim DY(130, 6) As Double  
  Dim NY(130, 6) As Double  
  Dim SY(130, 6) As Double  
  Dim CY(130, 6) As Double  
  Dim MY(130, 6) As Double  
  Dim MYcontinu(130, 6) As Double  
  Dim RY(130, 6) As Double  
  Dim DXY(130, 6) As Double  
  Dim NXY(130, 6) As Double  
  Dim DYX(130, 6) As Double  
  Dim NYX(130, 6) As Double  
  Dim TarOPX(130, 6) As Double  
  Dim TarOPY(130, 6) As Double  
  Dim TarOPingX(130, 6) As Double  
  Dim TarOPingY(130, 6) As Double  
  Dim TarNPbepX(130, 6) As Double  
  Dim TarNPbepY(130, 6) As Double  
  Dim TarNPonbX(130, 6) As Double  
  Dim TarNPonbY(130, 6) As Double  
  Dim aXcontinu(130, 6) As Double  
  Dim aYcontinu(130, 6) As Double  
  Dim NPhulpX(130, 6) As Double  
  Dim NPhulpY(130, 6) As Double
```

'Vul matrix met waarden.

```
XminusY = 3
Xvoor = 0
Xna = 0
Xmede = 0
Yvoor = 0
Yna = 0
Ymede = 0
Intrest = 0.04
```

```
For a = 10 To 65
```

```
  HX(a) = Worksheets("Gehuwdheidsfrequenties").Cells(a - 5, 2).Value
```

```
  HY(a) = Worksheets("Gehuwdheidsfrequenties").Cells(a - 5, 3).Value
```

```
Next a
```

```
For a = 0 To 130
```

```
  For b = 1 To 6
```

```
    DX(a, b) = Worksheets("Sterftetafels mannen").Cells(a + 10, 1 + b).Value * (1 + Intrest) ^ -a
```

```
    DY(a, b) = Worksheets("Sterftetafels vrouwen").Cells(a + 10, 1 + b).Value * (1 + Intrest) ^ -a
```

```
    DXY(a, b) = DX(a, b) * Worksheets("Sterftetafels vrouwen").Cells(a + 10 - XminusY, 1 + b).Value / 10000000
```

```
    DYX(a, b) = DY(a, b) * Worksheets("Sterftetafels mannen").Cells(a + 10 + XminusY, 1 + b).Value / 10000000
```

```
    DX(a, b) = DX(a, b) / 10000
```

```
    DY(a, b) = DY(a, b) / 10000
```

```
    DXY(a, b) = DXY(a, b) / 10000
```

```
    DYX(a, b) = DYX(a, b) / 10000
```

```
    Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 1 + b).Value = D(a, b)
```

```
    NX(115, b) = DX(115, b)
```

```
    SX(115, b) = NX(115, b)
```

```
    NY(115, b) = DY(115, b)
```

```
    SY(115, b) = NY(115, b)
```

```
    NXY(115, b) = DXY(115, b)
```

```
    NYX(115, b) = DYX(115, b)
```

```
  Next b
```

```
Next a
```

```
For a = 0 To 114
```

```
  For b = 1 To 6
```

```
    NX(114 - a, b) = NX(115 - a, b) + DX(114 - a, b)
```

```
    NY(114 - a, b) = NY(115 - a, b) + DY(114 - a, b)
```

```
    NXY(114 - a, b) = NXY(115 - a, b) + DXY(114 - a, b)
```

```
    NYX(114 - a, b) = NYX(115 - a, b) + DYX(114 - a, b)
```

```
    Worksheets("Commutatie").Cells(125 - a, 1 + b).Value = NX(115 - a, b)
```

```
  Next b
```

```
Next a
```

```
For a = 0 To 114
```

```
  For b = 1 To 6
```

```
    SX(114 - a, b) = SX(115 - a, b) + NX(114 - a, b)
```

```
    SY(114 - a, b) = SY(115 - a, b) + NY(114 - a, b)
```

```
    Worksheets("Uitkomsten").Cells(125 - a, 25 + b).Value = S(115 - a, b)
```

```
  Next b
```

```
Next a
```

```

For a = 0 To 114
  For b = 1 To 6
    CX(a, b) = DX(a, b) * (1 + Intrest) ^ -1 - DX(a + 1, b)
    ' MX(a, b) = NX(a, b) * (1 + Intrest) ^ -1 - NX(a + 1, b)
    RX(a, b) = (SX(a, b) * (1 + Intrest) ^ -1 - SX(a + 1, b)) * (1 + Intrest) ^ -0.5
    CY(a, b) = DY(a, b) * (1 + Intrest) ^ -1 - DY(a + 1, b)
    ' MY(a, b) = NY(a, b) * (1 + Intrest) ^ -1 - NY(a + 1, b)
    RY(a, b) = (SY(a, b) * (1 + Intrest) ^ -1 - SY(a + 1, b)) * (1 + Intrest) ^ -0.5
    ' Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 4).Value = MX(a, b)
    ' Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 5).Value = MY(a, b)
  Next b
Next a

```

' Berekenen van MX en MY continu

```

For a = 0 To 114
  For b = 1 To 6
    RX(115, b) = 0
    RY(115, b) = 0
    MX(a, b) = RX(a, b) - RX(a + 1, b)
    MY(a, b) = RY(a, b) - RY(a + 1, b)
    ' Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 2).Value = MX(a, b)
    ' Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 3).Value = MY(a, b)
  Next b
Next a

```

' Berekenen van tarieven uitgesteld ouderdomspensioen

```

For a = 10 To 65
  For b = 1 To 6
    TarOPX(65, b) = 0.5 * (NX(65 + Xna, b) + NX(66 + Xna, b)) / DX(65 + Xna, b)
    TarOPY(65, b) = 0.5 * (NY(65 + Yna, b) + NY(66 + Yna, b)) / DY(65 + Yna, b)
    TarOPX(a, b) = TarOPX(65, b) * DX(65 + Xvoor, b) / DX(a + Xvoor, b)
    TarOPY(a, b) = TarOPY(65, b) * DY(65 + Yvoor, b) / DY(a + Yvoor, b)
    Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 1 + b).Value = TarOPX(a, b)
    Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 7 + b).Value = TarOPY(a, b)
  Next b
Next a

```

' Berekenen van tarieven ingegane pensioenen

```

For a = 10 To 114
  For b = 1 To 6
    If NX(a + 1 + Xna, b) = 0 Then
      TarOPingX(a + Xna, b) = 0
    Else
      TarOPingX(a + Xna, b) = 0.5 * (NX(a + Xna, b) + NX(a + Xna + 1, b)) / DX(a + Xna, b)
    End If

    If NY(a + 1 + Yna, b) = 0 Then
      TarOPingY(a + Yna, b) = 0

```



```

Else
  TarOPingY(a + Yna, b) = 0.5 * (NY(a + Yna, b) + NY(a + 1 + Yna, b)) / DY(a + Yna, b)
End If
Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 13 + b).Value = TarOPingX(a + Xna, b)
Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 19 + b).Value = TarOPingY(a + Yna, b)
Next b
Next a

```

- ' Berekenen van tarieven latent nabestaandenpensioenen (bepaald)
- ' Voor mannen

```

For a = 10 To 114
  For b = 1 To 6
    If DY(a + Ymede - XminusY, b) > 0 Then
      TarNPbepX(a, b) = NY(a + Ymede - XminusY, b) / DY(a + Ymede - XminusY, b)
      If (NXY(a + Ymede, b) - NXY(a + Ymede + 1, b)) > 0 Then
        TarNPbepX(a, b) = TarNPbepX(a, b) - NXY(a + Ymede, b) / (NXY(a + Ymede, b) - NXY(a + Ymede + 1, b))
      Else
        TarNPbepX(a, b) = 0
      End If
    Else
      TarNPbepX(a, b) = 0
    End If
    Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 25 + b).Value = TarNPbepX(a, b)
  Next b
Next a

```

- ' Voor vrouwen

```

For a = 10 To 114
  For b = 1 To 6
    If DX(a + Xmede + XminusY, b) > 0 Then
      TarNPbepY(a, b) = NX(a + Xmede + XminusY, b) / DX(a + Xmede + XminusY, b)
      If (NYX(a + Xmede, b) - NYX(a + Xmede + 1, b)) > 0 Then
        TarNPbepY(a, b) = TarNPbepY(a, b) - NYX(a + Xmede, b) / (NYX(a + Xmede, b) - NYX(a + Xmede + 1, b))
      Else
        TarNPbepY(a, b) = 0
      End If
    Else
      TarNPbepY(a, b) = 0
    End If
    Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 25 + b).Value = TarNPbepX(a, b)
    Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 31 + b).Value = TarNPbepY(a, b)
  Next b
Next a

```

- ' Berekenen van tarieven latent nabestaandenpensioenen (onbepaald)
- ' Voor mannen

```

For a = 10 To 64
  For b = 1 To 6
    MXcontinu(a, b) = MX(a, b) - MX(a + 1, b)
    HXhulp(a) = 0.5 * (HX(a) + HX(a + 1))
  Next b
Next a

```

```

    aYcontinu(a, b) = 0.5 * (NY(a + Xmede - XminusY, b) / DY(a + Xmede - XminusY, b) - 0.5 + NY(a + 1 + Xmede -
XminusY, b) / DY(a + 1 + Xmede - XminusY, b) - 0.5)
    NPhulpX(65, b) = 0
    Next b
Next a

For a = 10 To 64
    For b = 1 To 6
        NPhulpX(74 - a, b) = NPhulpX(74 - a + 1, b) + (MXcontinu(74 - a, b) * HXhulp(74 - a) * aYcontinu(74 - a, b))
    Next b
Next a

For a = 10 To 64
    For b = 1 To 6
        TarNPonbX(a, b) = (NPhulpX(a, b) + DX(65, b) * HX(65) * TarNPbepX(65, b)) / DX(a, b)
        Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 37 + b).Value = TarNPonbX(a, b)
    '
    ' If b = 1 Then
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 2).Value = MXcontinu(a, b)
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 3).Value = HXhulp(a)
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 4).Value = aYcontinu(a, b)
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 5).Value = NPhulpX(a, b)
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 6).Value = DX(65, b)
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 7).Value = HX(65)
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 8).Value = TarNPbepX(65, b)
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 9).Value = DX(a, b)
    '     Worksheets("Commutatie").Cells(a + 10, 10).Value = TarNPonbX(a, b)
    ' End If
    Next b
Next a

For a = 65 To 114
    For b = 1 To 6
        TarNPonbX(a, b) = HX(65) * TarNPbepX(a, b)
        Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 37 + b).Value = TarNPonbX(a, b)
    Next b
Next a

' Voor vrouwen

For a = 10 To 64
    For b = 1 To 6
        MYcontinu(a, b) = MY(a, b) - MY(a + 1, b)
        HYhulp(a) = 0.5 * (HY(a) + HY(a + 1))
        aXcontinu(a, b) = 0.5 * (NX(a + Ymede + XminusY, b) / DX(a + Ymede + XminusY, b) - 0.5 + NX(a + 1 + Ymede
+ XminusY, b) / DX(a + 1 + Ymede + XminusY, b) - 0.5)
        NPhulpY(65, b) = 0
    Next b
Next a

For a = 10 To 64
    For b = 1 To 6
        NPhulpY(74 - a, b) = NPhulpY(74 - a + 1, b) + (MYcontinu(74 - a, b) * HYhulp(74 - a) * aXcontinu(74 - a, b))
    Next b

```

Next a

For a = 10 To 64

For b = 1 To 6

TarNPonbY(a, b) = (NPhulpY(a, b) + DY(65, b) * HY(65) * TarNPbepY(65, b)) / DY(a, b)
Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 43 + b).Value = TarNPonbY(a, b)

Next b

Next a

For a = 65 To 114

For b = 1 To 6

TarNPonbY(a, b) = HY(65) * TarNPbepY(a, b)
Worksheets("Uitkomsten").Cells(a + 10, 43 + b).Value = TarNPonbY(a, b)

Next b

Next a

End Sub

Bijlage III Factoren mannen

In deze bijlage worden de factoren voor mannen vermeld gebaseerd op de samengestelde 'toekomstige' sterftetafels (voor mannen) en een rekenrente ter hoogte van 4%.

	(95-00)	(00-05)	(05-10)	(10-15)	(15-20)	(20-25)
25	1.867	1.927	1.990	2.050	2.106	2.158
26	1.943	2.005	2.070	2.133	2.191	2.246
27	2.022	2.086	2.154	2.219	2.280	2.336
28	2.105	2.171	2.242	2.309	2.372	2.431
29	2.190	2.259	2.333	2.403	2.468	2.529
30	2.280	2.351	2.427	2.500	2.569	2.632
31	2.373	2.446	2.526	2.602	2.673	2.738
32	2.469	2.546	2.629	2.708	2.781	2.849
33	2.570	2.650	2.736	2.818	2.895	2.965
34	2.675	2.759	2.848	2.933	3.012	3.086
35	2.785	2.872	2.964	3.053	3.135	3.212
36	2.899	2.990	3.086	3.177	3.263	3.343
37	3.018	3.112	3.212	3.308	3.397	3.479
38	3.142	3.241	3.344	3.443	3.536	3.621
39	3.272	3.374	3.482	3.585	3.681	3.770
40	3.407	3.514	3.626	3.732	3.832	3.924
41	3.548	3.659	3.775	3.886	3.990	4.085
42	3.696	3.811	3.932	4.047	4.154	4.254
43	3.851	3.970	4.096	4.215	4.326	4.430
44	4.013	4.137	4.267	4.390	4.506	4.613
45	4.183	4.311	4.446	4.574	4.694	4.805
46	4.360	4.494	4.634	4.766	4.891	5.006
47	4.547	4.685	4.830	4.968	5.097	5.216
48	4.743	4.885	5.036	5.178	5.312	5.435
49	4.948	5.096	5.251	5.399	5.538	5.665

50	5.164	5.317	5.478	5.631	5.774	5.907
51	5.392	5.549	5.716	5.874	6.023	6.160
52	5.633	5.794	5.966	6.130	6.283	6.425
53	5.886	6.052	6.230	6.400	6.558	6.704
54	6.155	6.325	6.509	6.684	6.847	6.998
55	6.439	6.614	6.804	6.984	7.153	7.308
56	6.741	6.921	7.116	7.302	7.475	7.636
57	7.062	7.247	7.448	7.638	7.817	7.982
58	7.403	7.594	7.801	7.997	8.180	8.349
59	7.769	7.967	8.178	8.379	8.567	8.740
60	8.161	8.366	8.583	8.788	8.980	9.157
61	8.584	8.797	9.017	9.227	9.423	9.603
62	9.041	9.262	9.486	9.699	9.898	10.081
63	9.537	9.766	9.993	10.208	10.409	10.595
64	10.079	10.315	10.543	10.760	10.962	11.149
65	10.674	10.914	11.143	11.359	11.562	11.749
66	10.296	10.541	10.768	10.983	11.185	11.371
67	9.919	10.167	10.392	10.606	10.807	10.992
68	9.543	9.794	10.017	10.229	10.427	10.610
69	9.168	9.421	9.642	9.851	10.047	10.228
70	8.794	9.050	9.267	9.474	9.667	9.845
71	8.424	8.682	8.895	9.097	9.287	9.462
72	8.058	8.316	8.525	8.723	8.908	9.079
73	7.697	7.955	8.158	8.351	8.532	8.699
74	7.342	7.599	7.796	7.984	8.159	8.320
75	6.995	7.250	7.440	7.621	7.790	7.946
76	6.655	6.907	7.091	7.264	7.427	7.576
77	6.323	6.573	6.748	6.914	7.069	7.211
78	5.999	6.247	6.413	6.570	6.717	6.852

79	5.684	5.928	6.085	6.233	6.371	6.497
80	5.380	5.619	5.765	5.903	6.032	6.150
81	5.090	5.320	5.455	5.583	5.702	5.811
82	4.811	5.030	5.155	5.272	5.381	5.481
83	4.543	4.751	4.864	4.971	5.069	5.159
84	4.285	4.482	4.584	4.680	4.768	4.849
85	4.038	4.224	4.315	4.399	4.478	4.549
86	3.802	3.977	4.056	4.131	4.200	4.262
87	3.578	3.741	3.810	3.876	3.936	3.990
88	3.366	3.517	3.578	3.635	3.688	3.736
89	3.169	3.305	3.360	3.410	3.457	3.499
90	2.987	3.105	3.154	3.199	3.241	3.279
91	2.818	2.911	2.956	2.998	3.036	3.071
92	2.656	2.721	2.763	2.802	2.837	2.870
93	2.495	2.536	2.575	2.611	2.645	2.675
94	2.339	2.348	2.385	2.419	2.450	2.478
95	2.194	2.140	2.171	2.201	2.227	2.251
96	2.064	1.924	1.949	1.972	1.994	2.013
97	1.950	1.710	1.729	1.746	1.762	1.776
98	1.854	1.514	1.526	1.538	1.548	1.558
99	1.778	1.345	1.352	1.359	1.365	1.370
100	1.717	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219
101	1.667	1.103	1.103	1.104	1.104	1.104
102	1.620	1.031	1.030	1.028	1.027	1.027
103	1.568	0.991	0.990	0.989	0.988	0.987
104	1.517	0.970	0.970	0.970	0.970	0.970
105	1.468	0.945	0.945	0.945	0.945	0.945
106	1.420	0.921	0.921	0.921	0.921	0.921
107	1.375	0.895	0.895	0.895	0.895	0.895

108	1.325	0.869	0.869	0.869	0.869	0.869
109	1.282	0.845	0.845	0.845	0.845	0.845
110	1.237	0.822	0.822	0.822	0.822	0.822
111	1.168	0.799	0.799	0.799	0.799	0.799
112	0.976	0.777	0.777	0.777	0.777	0.777
113	0.821	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
114	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
115	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
116	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
117	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
118	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
119	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
120	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500

Tabel Bijlage III Factoren voor mannen

Bijlage IV Factoren vrouwen

In deze bijlage worden de factoren voor vrouwen vermeld gebaseerd op de samengestelde 'toekomstige' sterftetafels (voor vrouwen) en een rekenrente ter hoogte van 4%.

	(95-00)	(00-05)	(05-10)	(10-15)	(15-20)	(20-25)
25	2.402	2.424	2.447	2.471	2.496	2.522
26	2.499	2.522	2.546	2.571	2.597	2.624
27	2.600	2.624	2.648	2.674	2.702	2.729
28	2.705	2.730	2.755	2.782	2.811	2.839
29	2.814	2.840	2.866	2.895	2.924	2.954
30	2.928	2.955	2.982	3.012	3.042	3.073
31	3.046	3.074	3.103	3.133	3.165	3.197
32	3.169	3.199	3.228	3.260	3.293	3.326
33	3.298	3.328	3.359	3.392	3.426	3.461
34	3.431	3.463	3.495	3.529	3.565	3.601
35	3.571	3.604	3.637	3.673	3.710	3.747
36	3.716	3.751	3.785	3.822	3.861	3.899
37	3.867	3.904	3.940	3.978	4.018	4.058
38	4.025	4.064	4.101	4.140	4.182	4.224
39	4.190	4.230	4.268	4.310	4.352	4.396
40	4.362	4.403	4.443	4.486	4.531	4.576
41	4.541	4.584	4.626	4.670	4.716	4.763
42	4.729	4.773	4.816	4.862	4.910	4.959
43	4.925	4.971	5.015	5.063	5.112	5.163
44	5.129	5.177	5.223	5.272	5.324	5.376
45	5.343	5.392	5.440	5.491	5.544	5.599
46	5.567	5.617	5.667	5.720	5.775	5.831
47	5.801	5.853	5.904	5.959	6.016	6.074
48	6.046	6.099	6.152	6.209	6.268	6.328
49	6.303	6.357	6.412	6.471	6.532	6.594

50	6.571	6.628	6.684	6.745	6.808	6.872
51	6.853	6.911	6.969	7.032	7.097	7.163
52	7.149	7.207	7.268	7.333	7.400	7.468
53	7.459	7.519	7.581	7.648	7.717	7.788
54	7.785	7.846	7.910	7.979	8.050	8.123
55	8.127	8.189	8.255	8.326	8.400	8.474
56	8.487	8.550	8.618	8.691	8.767	8.844
57	8.866	8.931	9.000	9.075	9.153	9.232
58	9.265	9.332	9.404	9.480	9.560	9.641
59	9.686	9.756	9.829	9.908	9.989	10.072
60	10.132	10.204	10.279	10.359	10.443	10.527
61	10.605	10.679	10.755	10.837	10.922	11.008
62	11.106	11.183	11.261	11.344	11.430	11.518
63	11.639	11.719	11.798	11.882	11.969	12.058
64	12.206	12.290	12.369	12.454	12.542	12.632
65	12.812	12.899	12.978	13.064	13.153	13.243
66	12.435	12.525	12.605	12.691	12.780	12.870
67	12.053	12.146	12.226	12.311	12.400	12.490
68	11.666	11.760	11.840	11.925	12.014	12.103
69	11.274	11.368	11.447	11.532	11.620	11.710
70	10.878	10.969	11.048	11.132	11.220	11.309
71	10.477	10.565	10.643	10.727	10.814	10.902
72	10.073	10.156	10.233	10.316	10.402	10.489
73	9.665	9.744	9.820	9.901	9.986	10.072
74	9.253	9.330	9.404	9.484	9.567	9.652
75	8.840	8.916	8.989	9.067	9.148	9.230
76	8.426	8.504	8.575	8.650	8.729	8.809
77	8.013	8.094	8.163	8.236	8.313	8.390
78	7.603	7.688	7.754	7.825	7.898	7.973

79	7.199	7.287	7.350	7.417	7.487	7.558
80	6.801	6.890	6.949	7.013	7.080	7.147
81	6.413	6.500	6.556	6.616	6.678	6.741
82	6.035	6.119	6.171	6.227	6.285	6.344
83	5.668	5.748	5.797	5.848	5.902	5.956
84	5.314	5.391	5.435	5.482	5.531	5.581
85	4.974	5.048	5.087	5.130	5.175	5.219
86	4.649	4.720	4.755	4.794	4.833	4.874
87	4.338	4.408	4.440	4.474	4.510	4.546
88	4.044	4.114	4.143	4.174	4.205	4.237
89	3.768	3.839	3.864	3.892	3.921	3.950
90	3.512	3.581	3.604	3.630	3.656	3.682
91	3.273	3.340	3.362	3.385	3.410	3.434
92	3.050	3.117	3.138	3.160	3.183	3.206
93	2.843	2.912	2.932	2.953	2.974	2.996
94	2.653	2.713	2.732	2.751	2.772	2.792
95	2.482	2.533	2.549	2.566	2.583	2.601
96	2.325	2.367	2.379	2.393	2.407	2.422
97	2.178	2.208	2.218	2.228	2.239	2.249
98	2.043	2.062	2.068	2.075	2.082	2.089
99	1.925	1.930	1.934	1.938	1.942	1.946
100	1.820	1.813	1.814	1.816	1.817	1.819
101	1.728	1.711	1.711	1.711	1.711	1.711
102	1.648	1.624	1.623	1.623	1.622	1.621
103	1.578	1.549	1.549	1.548	1.547	1.547
104	1.517	1.476	1.476	1.476	1.476	1.476
105	1.466	1.418	1.418	1.418	1.418	1.418
106	1.416	1.364	1.364	1.364	1.364	1.364
107	1.365	1.308	1.308	1.308	1.308	1.308

108	1.314	1.255	1.255	1.255	1.255	1.255
109	1.267	1.203	1.203	1.203	1.203	1.203
110	1.216	1.153	1.153	1.153	1.153	1.153
111	1.156	1.102	1.102	1.102	1.102	1.102
112	1.098	1.046	1.046	1.046	1.046	1.046
113	0.976	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971
114	0.821	0.835	0.835	0.835	0.835	0.835
115	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
116	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
117	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
118	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
119	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
120	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500

Tabel Bijlage IV Factoren voor vrouwen

Bijlage V Data tijdreeksmodel

Voor het genereren van scenario's voor het werkelijk rendement is gebruik gemaakt van de volgende data vanaf 1964.

<i>jaar</i>	<i>obligaties</i>	<i>aandelen</i>
1964	-0.06%	8.06%
1965	-2.58%	3.02%
1966	2.71%	-6.80%
1967	7.56%	24.04%
1968	3.77%	19.72%
1969	-2.37%	2.04%
1970	8.86%	-1.43%
1971	8.29%	8.01%
1972	9.47%	22.69%
1973	-5.11%	-25.25%
1974	8.66%	-33.00%
1975	16.57%	44.14%
1976	10.11%	5.11%
1977	8.19%	-5.76%
1978	6.23%	2.59%
1979	2.79%	8.62%
1980	4.95%	43.08%
1981	5.35%	10.75%
1982	31.35%	19.91%
1983	6.10%	43.69%
1984	12.90%	22.76%
1985	9.92%	10.03%
1986	7.90%	13.40%
1987	7.32%	-5.52%
1988	6.54%	40.02%

1989	-1.57%	11.88%
1990	6.90%	-26.35%
1991	10.43%	20.56%
1992	14.78%	1.52%
1993	14.94%	31.42%
1994	-2.85%	-5.61%
1995	17.24%	12.18%
1996	8.01%	23.89%
1997	6.27%	33.90%
1998	10.56%	24.80%
1999	-1.47%	46.80%
2000	6.58%	-7.03%
2001	6.01%	-11.98%

Tabel Bijlage V Overzicht van de gebruikte data voor het tijdreeksmodel

Bijlage VI Functie Triangle(a,b,c) in Excel

In deze bijlage wordt de implementatie gegeven van de wijze waarop trekkingen uit een driehoeksverdeling kunnen worden gedaan.

```
' Triangle Macro  
' Randomly generates a number between a en c met b als most likely
```

```
Public Function Triangle(a, b, c)  
d = (b - a) / (c - a)
```

```
u = Rnd
```

```
If (u < d) Then  
t = Sqr(d * u)  
Else  
t = 1 - Sqr((1 - d) * (1 - u))  
End If
```

```
Triangle = a + (c - a) * t
```

```
End Function
```

Notities