Netspar

Network for Studies on Pensions, Aging and Retirement

NETSPAR INDUSTRY SERIES

Doorbeleggen met garanties?

Roderick Molenaar
Peter Schotman
Peter Dekkers
Mark Irwin

DESIGN PAPER 153

DESIGN PAPERS zijn onderdeel van de **refereed Industry Paper Series**, dat wil zeggen beoordeeld en geaccordeerd door de Netspar Editorial Board. Ze bediscussiëren het ontwerp van (een component van) een pensioensysteem of -product, analyseren de doelstelling en bieden mogelijkheden voor het verbeteren van de doeltreffendheid ervan. Dit type paper is toegankelijk geschreven voor specialisten uit de sector, verantwoordelijk voor het ontwerpen van de besproken component. Design Papers bevatten een sectie waarin de auteurs naar aanleiding van de analyse hun eigen mening geven. Design Papers worden ter bespreking gepresenteerd bij Netspar evenementen, waarbij de panelleden bestaan uit vertegenwoordigers van academici en partners uit de sector, samen met internationale wetenschappers. Netspar Design Papers worden beoordeeld door de Netspar Editorial Board alvorens tot publicatie wordt overgegaan.

Colofon
Netspar Design Paper 153, juni 2020

Editorial Board
Rob Alessie – Rijksuniversiteit Groningen
Iwan van den Berg – AEGON
Mark-Jan Boes – VU Amsterdam
Marijke Colly – MN
Kees Goudswaard – Universiteit Leiden
Arjen Hussem – PGGM
Bert Kramer – Rijksuniversiteit Groningen & Ortec Finance
Fieke van der Lecq (voorzitter) – VU Amsterdam
Raymond Montizaan – Universiteit Maastricht
Alwin Oerlemans – APG
Maarten van Rooij – De Nederlandsche Bank
Peter Schotman – Universiteit Maastricht
Koen Vaassen – Achmea
Mieke van Westing – Nationale Nederlanden
Peter Wijn – APG
Jeroen Wirschell – PGGM
Marianne Zweers – a.s.r.

Ontwerp
B-more Design

Vormgeving
Bladvulling, Tilburg

Redactie
Jolanda van den Braak, Nijmegen
Netspar

Design Papers is een uitgave van Netspar. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s).

INHOUD

Samenvatting 4
Summary 5

1. *Inleiding* 6
2. *Basismodel* 10
3. *Renterisico* 15
4. *Garanties* 19
5. *Simulaties* 23
6. *Resultaten* 25
7. *Conclusies* 34

Referenties 35
Appendix 36

Affiliaties
Roderick Molenaar – ROBECO
Peter Schotman – Universiteit Maastricht en Netspar
Peter Dekkers – PGB Pensioendiensten
Mark Irwin – TKPPensioen

Samenvatting

Doorbeleggen met garanties?
We onderzoeken twee uitbreidingen van een standaard Wvp-contract. Als eerste kijken we naar renterisico. We laten het effect van renteschokken zien op de uitkeringen en geven aan hoe het renterisico gedeeltelijk kan worden afgedekt. Ten tweede bestuderen we de waarde van garanties. We laten zien dat garanties op een uitkering, bijvoorbeeld op een niveau van 75% van een vaste annuïteit, een robuuste uitkering geven wanneer risicoaversie en tijdsvoorkeur van deelnemers niet precies te bepalen zijn.

Summary

Investment risk with guarantees after retirement
We consider two extensions of a standard contract under the Dutch Wvp regulation. These contracts allow for limited investment risk after retirement. One extension is interest rate risk. The standard contract specifications assume a constant flat term structure. We introduce interest rate risk and show how interest rate shocks affect pension payments and how this risk can be partially hedged. The other extension concerns a minimum payout guarantee. The Wvp contract resembles a variable annuity with time-varying exposure to investment risk. Combining it with elements of a fixed annuity creates a lower bound on pension payments, for example at 75% of a fixed annuity. This provides a robust payoff function when risk aversion and time preference of participants in the pension scheme cannot be measured accurately.

1 Inleiding

Sinds de Wet verbeterde premieregeling (Wvp) is het mogelijk na pensionering door te beleggen. Het nut van risico nemen na pensioendatum is een van de robuuste resultaten van levenscyclusmodellen (Koijen et al., 2011). Vanwege het extra verwachte rendement van aandelen levert een beperkte blootstelling aan beursrisico een beter pensioenresultaat. Een bekend instrument voor doorbeleggen is een variabele annuïteit. Behalve de gewenste blootstelling aan beursrisico, wordt hiermee ook langlevenrisico gedeeld en geprofiteerd van biometrisch rendement. De markt voor annuïteiten is echter zeer beperkt. Een pensioenfonds met een premieregeling kan een annuïteit gedeeltelijk nabootsen door het sterfterisico te delen met een grote groep deelnemers (*toedelingskring*).

Deelnemers staan bloot aan zowel langlevenrisico als ook verschillende financiële risico's. Beleggingsrisico is een afweging tussen hogere verwachte pensioenuitkeringen en meer risico. Dit is een bewust genomen risico, en precies het risico dat mogelijk gemaakt is door de Wvp. De vraag is alleen hoeveel beleggingsrisico optimaal is, en in hoeverre dit leeftijdsgebonden is. Is er een moment waarop dit risico moet worden afgebouwd? De enige manier om hier antwoord op te geven is het introduceren van preferenties die de afweging tussen risico en verwacht rendement inzichtelijk maken. Het extra risico kan enigszins worden beperkt door het uitsmeren van schokken in het beursresultaat over een aantal jaren. Uitsmeermechanismes zijn uitvoerig geanalyseerd in (Bonekamp et al., 2017, BBNW). Balter en Werker (2019) laten zien dat uitsmeren gezien kan worden als een mechanisme om op hoge leeftijd risico terug te nemen.

Ons onderzoek richt zich op alternatieve manieren om beleggingsrisico te beheersen. De belangrijkste variant die we onderzoeken is doorbeleggen met een garantie op de ondergrens van de uitkering. Om die garantie te bieden wordt het totale pensioenvermogen bij pensionering gesplitst in twee potten. Met de eerste pot wordt een vaste nominale annuïteit aangekocht; dit is de gegarandeerde ondergrens. De tweede pot wordt, geheel of gedeeltelijk, belegd in aandelen. De keuze voor een combinatie van een vaste en variabele annuïteit is essentieel verschillend van een product waarbij het vermogen continu via vaste gewichten belegd wordt in aandelen en vastrentende waarden. Een belegging met vooraf vastgestelde gewichten impliceert dat bij een negatief beleggingsresultaat aandelen moeten worden bijgekocht; anders daalt immers het gewicht van aandelen in de portefeuille. Door dit automatisch bijkopen van aandelen na een slecht rendement kan het vermogen in principe geheel tot nul dalen. Bij het splitsen van het vermogen kan de uitkering nooit dalen onder de garantieuitkering.[1]

[1] Een andere manier om deze garantiestrategie te beschrijven is als een dynamische beleggingsstrategie, waarbij het gewicht van de risicovolle belegging wordt aangepast afhankelijk van het rendement. Bij een

Naast het beursrisico speelt ook renterisico een rol. Eén van de motivaties voor de Wvp is dat daarmee het conversierisico wordt beperkt (Hers et al., 2019). Wanneer op pensioendatum het volledige kapitaal moet worden aangewend voor de aankoop van een nominale annuïteit, is de hoogte van de uitkering sterk afhankelijk van de rente op dat moment. Door de mogelijkheid van doorbeleggen hoeft niet het volledige kapitaal tegen een mogelijk extreem lage rente te worden omgezet in een levenslang vaste lage uitkering. Anderzijds kan verdere daling van de rente natuurlijk tot een nog slechtere omzetting in de toekomst leiden.[2] Bij de analyse van renterisico kijken we ook naar mogelijkheden het risico te beheersen door te beleggen in een portefeuille met vastrentende waarden met geschikte looptijden.

Hoeveel risico optimaal is en welke risico's kunnen worden afgedekt, is afhankelijk van preferenties. Met standaard preferenties, zoals constante relatieve risicoaversie, zijn volledige garanties zelden optimaal vanwege de hoge kosten. Onder de veronderstellingen dat verwacht rendement op aandelen en rente constant zijn, volgt dat de optimale portefeuille vaste gewichten heeft voor aandelen en risicovrije obligaties, ongeacht de leeftijd. Dit is het bekende Merton-resultaat. Maar zodra de financiële omstandigheden kunnen wijzigen, bijvoorbeeld door renteveranderingen en daaraan gerelateerde verwachtingen omtrent aandelenrendement, is een vaste portefeuille niet langer optimaal.

De kern van ons onderzoek bestaat uit twee delen. Het eerste deel is technisch van aard en is een uitbreiding van het model van Bonekamp et al. (2017). In het model van BBNW zijn rente en verwacht rendement op aandelen constant. Wij voegen een variabele rentetermijnstructuur toe en laten tegelijk toe dat belegd kan worden in zowel aandelen, langlopende obligaties en nominaal zekere kortetermijnleningen. In de meest algemene vorm van het model voegen we ook de mogelijkheid van beleggen in meerdere beleggingscategorieën toe. In het tweede deel van het onderzoek gebruiken we dit model om een reeks van alternatieve beleggingsstrategieën te simuleren, waaronder een aantal varianten met garanties. Het belangrijkste resultaat van de simulaties is dat de garantieportefeuilles goed presteren ongeacht veronderstellingen over risicohouding en tijdsvoorkeur van deelnemers. De garantieportefeuilles blijven ook relatief goed presteren wanneer de beurs systematisch beduidend slechtere rendementen geeft dan werd verondersteld bij het ontwerp van de strategie. Met andere woorden, de strategieën met een garantie-element vormen een robuuste keus.

Onze analyse laat een aantal aspecten buiten beschouwing. Eén daarvan is het nut van

negatief rendement wordt dan het gewicht verkleind. Nog een andere beschrijving is om garanties in te bouwen via opties. Modeltechnisch zijn al deze methoden equivalent.

[2] Zie (Markwat et al., 2015) voor een analyse van de optimale timing van omzetting van vermogen in een annuïteit.

een uitkering ineens kort na pensionering. De Wvp staat toe risico's in beperkte mate meteen tot uiting te laten komen in uitkeringen vlak na pensionering. Bij het vaststellen van de uitkering direct na pensionering wordt een rekenrente gebruikt gelijk aan de risicovrije rente plus maximaal 35% van de risicopremie op aandelen. Deze opslag staat bekend als *vaste daling*. Een hogere rekenrente geeft een hogere uitkering bij aanvang. Wanneer een individu een sterke voorkeur heeft om kort na pensionering een hogere uitkering te ontvangen, is het mogelijk dat beleggingsrisico niet zozeer gedreven wordt door de risicohouding van een individu, maar meer door de tijdsvoorkeur om vlak na pensionering meer geld beschikbaar te hebben. In dit geval is de keuze voor meer risico bepaald door de tijdsvoorkeur en door de bereidheid later met minder genoegen te nemen. Meer risico nemen was niet de bedoeling, maar blijkt dan een (suboptimale) manier om pensioenuitkeringen naar voren te halen. Door het ongewenste extra risico kan dan later de behoefte ontstaan garanties in te bouwen, die voornamelijk neerkomen op het weer afbouwen van risico. Wanneer tijdsvoorkeur de belangrijkste overweging is, dan is een hoog/laag-constructie of de mogelijkheid van een lumpsum een betere oplossing dan risicovol doorbeleggen via een Wvp-constructie. De tijdsvoorkeur in onze beoordeling houdt slechts beperkt rekening met dit type preferenties.

In onze simulaties starten we op pensioenleeftijd. Er is echter vaak een mogelijkheid om stapsgewijs over te gaan naar een collectieve Wvp-regeling vanaf tien jaar voor pensionering. Daarmee kan het conversierisico verder worden ingeperkt, omdat geleidelijk tegen de dan geldende rente jaarlijks een deel van de vaste uitkering kan worden aangekocht. Dit roept echter ook meteen nieuwe vragen op, zoals bijvoorbeeld hoe het nog niet overgedragen vermogen dient te worden belegd, en hoe die keuze samenhangt met onder andere inkomensrisico. Die vragen zijn eerder aan de orde gekomen in Grebenchtchikova et al. (2017) in een studie over levenscyclus-beleggen. In de opbouwfase kan al gekozen worden om langlopende obligaties op te nemen in de portefeuille om het renterisico te beheersen.

We houden geen rekening met langlevenrisico. Sterftekansen zijn constant in onze simulaties. In eerder onderzoek (De Waegenaere et al., 2018) is veel aandacht geweest voor het verdelen van sterfte- en langlevenrisico. Op basis van hun analyse stellen De Waegenaere en Vellekoop (2018) voor om binnen een toedelingskring de alleroudsten uit te sluiten van aanpassingen in sterftetabellen. De jongeren in het fonds bieden dan een garantie aan de alleroudsten, terwijl een middengroep het eigen risico volledig draagt. De Waegenaere et al. (2018) is complementair aan ons onderzoek. Zij gebruiken een Lee-Carter model voor het macro-langlevenrisico, maar houden de financiële kant van het model heel eenvoudig: constante rente en geen risicovolle beleggingen. Het verdelings-

mechanisme van De Waegenaere en Vellekoop (2018) is ook toepasbaar op financiële schokken. In dat geval wordt een schok niet uniform over alle generaties gedeeld. De jongeren hebben dan in feite meer risico dan de alleroudsten. In het extreme geval dat de alleroudsten geen enkel risico meer lopen, hebben zij dan alleen nog een positie in een vaste annuïteit. Het verschil tussen de verdeling van langleven schokken en financieel risico is echter, dat financieel risico een marktprijs heeft. Het financieel risico is dus via een leeftijdsafhankelijke beleggingsstrategie af te dekken.[3]

[3] In principe kan ook langleven risico financieel worden afgedekt middels longevity bonds, maar deze mogelijkheid is slechts beperkt, en wordt ook niet besproken in De Waegenaere et al. (2018).

2 Basismodel

De mechaniek van doorbeleggen onder de Wet verbeterde premieregeling is beschreven in Bonekamp et al. (2017, BBNW) en Balter en Werker (2019). Ter introductie van onze notatie vatten we hun analyse hieronder kort samen. Op startdatum $t = 0$ heeft een fonds een pensioenvermogen V_0 waarmee uitkeringen op tijdstippen $t = 0, \ldots, T$ moeten worden gefinancierd. De afloopdatum T is vast. Er zijn geen toetreders.

Op tijdstip t reserveert het fonds een kapitaal $L_t(s)$ waarmee het een aanspraak $A_t(s)$ toezegt. Aanspraken zijn de rechten op tijdstip t voor een uitkering bij leven op tijdstip s. In plaats van gereserveerd kapitaal zullen we in het vervolg regelmatig de term verplichtingen als synoniem gebruiken. Aanspraken en verplichtingen zijn gerelateerd via

$$L_t(s) = \pi_t(s) P_t(s) A_t(s), \tag{1}$$

waarbij $P_t(s) = (1 + Y)^{t-s}$ een disconteringsfactor is op basis van de risicovrije rente Y, en $\pi_t(s)$ een overlevingskans is. Verplichtingen zijn verdisconteerd met een overlevingskans $\pi_t(s)$, omdat uitkeringen alleen plaatsvinden bij leven. Voor een individu is $\pi_t(s)$ de overlevingskans. Voor een collectief is het de fractie van de groep deelnemers op tijdstip 0 waarvan op tijdstip t wordt verwacht dat die nog in leven is op tijdstip s. In het BBNW-model zijn de fracties gegeven op tijdstip 0 en gelijk aan de gerealiseerde toekomstige sterfte. Er is ook geen langlevenrisico voor het collectief. De overlevingskansen zijn vastgesteld met de sterftetabel op tijdstip 0 en gelden voor de gehele planperiode van het fonds.

Aanspraken worden weliswaar verdisconteerd tegen de risicovrije rente, maar hoeven niet risicovrij te zijn. In tegendeel, de rechten worden jaarlijks aangepast aan de hand van het beleggingsresultaat van het fonds. De regels van het fonds bepalen de manier van toedelen van rechten,

$$A_{t+1}(s) = A_t(s)(1 + Z_{t+1}(s)), \tag{2}$$

waarbij $Z_{t+1}(s)$ afhangt van het beleggingsresultaat van het fonds. Aanspraken groeien tot op tijdstip s; op dat moment wordt het gereserveerde vermogen $L_s(s) = A_s(s)$ uitgekeerd aan de levenden.

Het fonds voert een beleggingsbeleid dat leidt tot rendementen

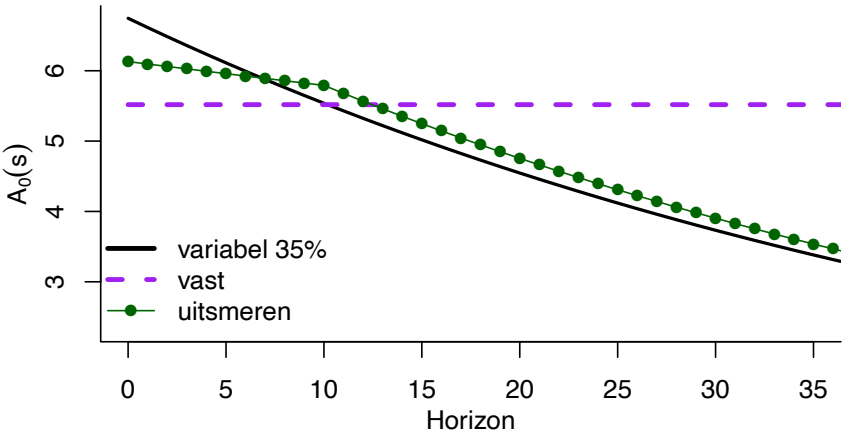
$$R_{t+1} = Y + w_t X_{S,t+1}, \tag{3}$$

waarbij $X_{S,t+1} = R_{S,t+1} - Y$ het overrendement is op aandelen, en w_t de fractie van het vermogen belegd in risicovolle instrumenten. We gebruiken het subscript S (= 'stocks')

als de algemene aanduiding voor risicovolle beleggingen. Het overrendement is van belang, omdat de afwijking van gerealiseerd rendement van het reeds ingeboekte risicovrije rendement zorgt voor de oprenting van de aanspraken via $Z_{t+1}(s)$.

Het fonds moet nu drie keuzes maken: verdelen van overrendement, vaststellen van beleggingsbeleid en definiëren van initiële aanspraken.

1. *Verdelen van het overrendement.* Op elk tijdstip moet de dekkingsgraad 100% zijn, hetgeen betekent dat $Z_{t+1}(s)$ zo moet worden gekozen dat de som van alle verplichtingen gelijk is aan het pensioenvermogen V_t. Daartoe moet het fonds het overrendement verdelen over de verschillende toekomstige aanspraken. Een bekend verdeelmechanisme is uitsmeren. Uitsmeren van schokken betekent dat aanspraken die dicht bij uitbetaling zijn minder blootstaan aan risico. BBNW specificeren dit via
$$(1+Y)Z_{t+1}(s) = \frac{q_{s-t}}{\Lambda_t} w_t X_{S,t+1}, \tag{4}$$
met q_j de uitsmeerparameters en waarbij Λ_t de 'herstelcapaciteit' wordt genoemd. De praktische keuze is $q_j = 1/N$ voor $j \leq N$ en $q_j = 1$ voor $j > N$, met N ofwel vijf of tien jaar. De herstelcapaciteit is de noodzakelijke schaalparameter die ervoor zorgt dat de dekkingsgraad in evenwicht blijft. Appendix A geeft de modelmatige afleiding van Λ_t.
2. *Bepalen van de hoeveelheid risico middels het beleggingsbeleid.* BBNW definiëren het beleggingsbeleid als evenwichtig wanneer het risico van de aanpassingen alleen afhangt van de horizon $s - t$. Dat betekent dat zij $w_t = \omega\Lambda_t$ kiezen, met ω een constante. Omdat q_j klein is voor korte horizonnen, volgt hieruit dat het fonds minder risicovol gaat beleggen naarmate de tijd verstrijkt.
3. *Vaststellen van de initiële verdeling van aanspraken $A_0(s)$.* De initiële aanspraken zijn aan een maximum gebonden vanwege de wettelijke eis dat de verwachte uitkeringen niet dalend mogen verlopen door de tijd en dat met een maximale risicoblootstelling van 35% mag worden gerekend, mits dit consistent is met het beleggingsbeleid. Het maximaal in te boeken verwacht rendement voor een uitkering op een toekomstig tijdstip s is daarmee begrensd als
$$(1+\bar{R}_0(s))^s = \prod_{t=1}^{s} \left(1 + Y + \min(q_t\omega, 0{,}35)\bar{X}_S\right) \tag{5}$$
De termen $\min(q_t\omega, 0{,}35)\bar{X}_S$ worden 'vaste dalingen' genoemd. De vaste daling hangt af van het verwachte overrendement, het uitsmeerbeleid en het beleggingsbeleid. Balter en Werker (2019) laten zien dat het rendement $\bar{R}_0(s)$ niets anders



De figuur laat de initiële aanspraken $A_0(s)$ zien als functie van de horizon (in jaren vanaf pensionering). De aanspraken zijn weergegeven als percentage van het individuele pensioenvermogen V_0. *Vast* is een vaste annuïteit bij een risicovrije rente van 1% en sterftekansen op basis van de sterftetabellen van het AG uit 2018; *Variabel 35%* veronderstelt een belegging van minimaal 35% in aandelen met verwacht rendement van 6,75%; *uitsmeren* gebeurt voor een periode van tien jaar.

Figuur 1: Aanspraken bij pensionering

is dan de *assumed interest rate* (AIR) in een annuïteit. De keuze van een horizon-afhankelijke AIR is een alternatieve manier om de uitsmeerparameters q_j te bepalen. De Wvp legt restricties op aan de maximale AIR. Gegeven de AIR volgen de maximale aanspraken $A_0(s)$ dan uit de eis dat met deze rendementen de uitkering constant is over de tijd (zie appendix A). We veronderstellen dat het fonds dit maximum kiest.

Figuur 1 vat de keuzes samen door voor drie mogelijke contracten de initiële aanspraken als functie van de horizon weer te geven. Bij een vaste annuïteit verloopt de nominale uitkering per definitie vlak. Door beleggingsrisico te nemen, waarbij 35% of meer in aandelen wordt belegd, zijn de initiële aanspraken hoger. Daarmee is ook de uitkering direct na pensioen hoger. De dalende lijn geeft aan dat de uitkering zal dalen wanneer het fonds niet meer dan de risicovrije rente zal verdienen. Er is immers al minimaal 35% van het verwachte rendement op aandelen ingeboekt, zodat de aanspraken door de tijd naar verwachting zullen stijgen. Wanneer het fondsrendement precies gelijk wordt aan het rendement dat is ingeboekt, zal de uitkering van de variabele annuïteit constant blijven op het niveau van jaar 0.

Uitsmeren leidt tot een middenweg tussen de vaste en variabele uitkering. De uitkering bij pensionering is iets hoger dan bij een vaste annuïteit, maar omdat uitsmeren maar voor een beperkt aantal jaren werkt (in het voorbeeld tien jaar), zijn uitkeringen in de

verdere toekomst sterk afhankelijk van het behaalde beleggingsresultaat.

2.1 Beperkingen basismodel

Het basismodel houdt met veel zaken geen rekening. Een aantal bekende beperkingen zijn:

- Er is geen renterisico in dit model. De risicovrije rente Y is constant en onafhankelijk van de looptijd. In het basismodel speelt de rente ook geen rol voor het bepalen van het beleggingsbeleid of het verdelen van risico. Met constante parameters voor verwacht rendement en rente is er ook geen conversierisico op het moment van pensionering. In onze uitbreiding van het model introduceren we een variabele rentetermijnstructuur met rentes $Y_t(s)$.
- Het basismodel kent geen nieuwe toetreders. Binnen de opzet van het model is nieuwe toetreding eenvoudig te modelleren wanneer alle risico's altijd onmiddellijk worden gedeeld. Nieuwe deelnemers kunnen dan op individuele basis hun pensioenvermogen omzetten in aanspraken, nadat de uitkeringen en aanspraken van bestaande deelnemers zijn aangepast. In een model met toetreding is er geen einddatum T meer voor het fonds. Overlevingskansen moeten opnieuw worden gedefinieerd.
- Het beleggingsbeleid van het fonds kan dynamisch zijn. Uitsmeren van schokken is één reden. Andere redenen voor dynamiek houden verband met veranderende inzichten omtrent risico en verwacht rendement van beleggingen. *Mean reversion* in aandelen en veranderende rentes zijn standaard redenen om een dynamisch beleggingsbeleid te voeren.
- In het basismodel is enkel het rendement op aandelen risicovol. In een completer ALM-model is er ook een risicopremie op langlopende vastrentende waarden en alternatieve beleggingen zoals vastgoed. Ook binnen aandelen kan de portefeuille zeer verschillend zijn, met meer of minder gewicht in bepaalde landen, sectoren en stijlen.
- Sterftekansen zijn constant, terwijl standaard modellen zoals Lee-Carter laten zien dat kansen veranderen door de tijd en dat die kansen gedreven worden door een factor voor het macrolanglevenrisico. Voor het delen van langlevenrisico is het nodig onderscheid te maken tussen de deelnemers in het fonds. In plaats van het homogene cohort in het basismodel moeten we dan, net als in De Waegenaere en Vellekoop (2018) de vermogens per leeftijdsgroep bijhouden.

- Uitkeringen zijn nominaal, maar koopkracht varieert vanwege inflatie. Een alternatief voor de nominale aanspraken in het basismodel zou een strategie zijn, waarbij gestreefd wordt naar een constante reële uitkering. Om dit te doen is een uitgebreider model nodig waarin de correlaties tussen inflatie, rente en aandelen zijn meegenomen.

Elk van de uitbreidingen op zich is technisch aan te pakken en sommige uitbreidingen, zoals langlevenrisico, zijn ook al bestudeerd. De combinatie van alle aspecten wordt echter onoverzichtelijk. We kiezen ervoor om twee punten nader te belichten. Ten eerste het renterisico en ten tweede het beleggingsbeleid. In de volgende paragrafen analyseren we renterisico en een rijkere portefeuille waarin naast aandelen ook in vastrentende waarden wordt belegd.

3 Renterisico

Met een variabele rente verandert het model op een aantal punten. Op elk tijdstip t is er een termijnstructuur van rentes: $Y_t(s)$ is de disconteringsvoet op tijdstip t voor een betaling op tijdstip $s > t$. Daarmee wordt de discontofactor in het waarderen van verplichtingen

$$P_t(s) = \left(\frac{1}{1 + Y_t(s)}\right)^{s-t}, \tag{6}$$

Op tijdstip $t + 1$ verandert de waarde van een verplichting nu om twee redenen: (*i*) het buitengewoon beleggingsrendement $Z_{t+1}(s)$ dat wordt toegekend aan de aanspraak $A_{t+1}(s)$, en (*ii*) de herwaardering van de verplichtingen door de renteverandering. Ook al rendeert de beleggingsportefeuille conform verwachting, dan nog zal een renteverandering de waarde van de verplichting beïnvloeden. Op tijdstip t zijn verplichtingen gewaardeerd tegen de rente $Y_t(s)$, maar op tijdstip $t + 1$ geldt een rente $Y_{t+1}(s)$. Vanwege de herwaardering splitsen we de oprenting nu in twee componenten,

$$A_{t+1}(s) = A_t(s) \times \frac{P_t(s)}{P_{t+1}(s)P_t(t+1)} \times (1 + Z_{t+1}(s)) \tag{7}$$

De additionele factor ten opzichte van (2) is het effect van de herwaardering van de verplichtingen. Voor $s = t + 1$ is de herwaarderingsfactor per definitie gelijk aan 1. Ook bij een vlakke termijnstructuur en een constante rente is de herwaarderingsfactor gelijk aan een, en zijn we terug bij vergelijking (2) in het basismodel. De herwaarderingsfactor kan inzichtelijker worden geschreven als

$$\frac{P_t(s)}{P_{t+1}(s)P_t(t+1)} = \left(\frac{1 + F_{t,t+1}(s)}{1 + Y_{t+1}(s)}\right)^{t+1-s} \tag{8}$$

waarbij $F_{t,t+1}(s)$ de *forward rate* is die op tijdstip t geldt voor een termijncontract ingaande op tijdstip $t + 1$ met einddatum s. Het verschil tussen feitelijke rente en de *forward* rente is een renteschok. Door de renteschok expliciet op te nemen in de oprenting, houden we renterisico en beleggingsrisico uit elkaar.

Een tweede aanpassing is de toedelingsregel. Vanwege het renterisico moet worden vastgelegd hoe een renteverandering doorwerkt in de aanspraken. Daartoe kan het fonds in vastrentende waarden beleggen, en het rendement op dat deel van de portefeuille kan worden ingezet om het renterisico af te dekken. Een derde aanpassing is de beschikbaarheid van instrumenten. Met een veelheid van looptijden en een algemene termijnstructuur, veronderstellen we dat belegd kan worden in vastrentende waarden met elke gewenste looptijd.

Voor we de complicaties van een compleet model bekijken, bestuderen we een tweetal bijzondere gevallen.

1. *Geen aandelen.* Wanneer er niet in aandelen wordt belegd, kan een vaste nominale annuïteit worden gegarandeerd met risicovrije uitkeringen. Die aanspraken kunnen worden gerepliceerd door een beleggingsportefeuille waarbij het vermogen uitsluitend in vastrentende waarden wordt belegd met looptijden $s = 0, \ldots T$, met gewichten $w_0(s)$ proportioneel met de waarde van de verplichtingen voor elke looptijd. Renterisico gedurende de looptijd is dus afgedekt door een complete markt van vastrentende instrumenten. Wat niet is afgedekt is het conversierisico, *i.e.* de hoogte van de uitkering hangt af van de termijnstructuur op tijdstip 0. Dit risico kan alleen (gedeeltelijk) worden afgedekt door al ruim voor de pensioendatum in langlopende vastrentende waarden te investeren of door geleidelijk kapitaal over te hevelen naar het fonds.

2. *Alleen aandelen.* Het tegenovergestelde extreem is wanneer het volledige vermogen in aandelen is belegd. Praktisch gezien is dit misschien geen relevante situatie, maar voor het begrip is het nuttig hier kort naar te kijken. Bij 100% aandelen zou de eerste gedachte zijn dat renterisico geen rol speelt. De rente is echter om twee redenen nog steeds van belang. Ten eerste geldt de Wvp regel dat slechts 35% van het verwachte rendement mag worden meegerekend via de vaste daling bij de vaststelling van de initiële uitkering. Daarmee zijn de initiële aanspraken $A_0(s)$ in belangrijke mate bepaald door de termijnstructuur bij aanvang. Ook de uitkering vlak na pensionering is dan voor een groot deel een functie van de rentetermijnstructuur. Ten tweede is het rendement op aandelen in veel gevallen gekoppeld aan de rente. Het verwachte rendement is in veel financiële modellen positief gerelateerd aan de rente, terwijl renteschokken vaak een negatieve correlatie hebben met onverwachte schokken in aandelenrendement (Campbell en Viceira, 2001). Die negatieve correlatie dempt de aanpassing van de aanspraken.

Om de maximaal niet-dalende uitkering in een Wvp-contract te bepalen, moeten we langetermijnverwachtingen kunnen berekenen. Met een variabele rente is het niet meer mogelijk om daarvoor eenvoudige analytische uitdrukkingen af te leiden. Langetermijnverwachtingen, en daarmee de vaste dalingen, worden afhankelijk van modelveronderstellingen over de dynamiek van de rente en de correlatie met aandelen. De relatie tussen verwacht rendement op aandelen en de rente is een belangrijke modelkeuze. Eén mogelijkheid is een constante risicopremie; daarmee verandert het verwachte rendement een-op-een met de rente. Dit is de veronderstelling waarop bijvoorbeeld DNB-scenario's zijn gebaseerd (zie Muns (2015) en Draper (2014)). Bij een lage rente is dan ook het verwachte rendement op aandelen laag en zijn initiële aanspraken extra rentegevoelig. Een andere keuze is een constant verwacht rendement op aandelen, onafhankelijk van de rente. Dit is de keuze van de Commissie Parameters (2014). Empirisch zijn

beide uitersten niet geheel correct (Hoevenaars et al., 2008).

In appendix C gaan we dieper in op het modelmatig bepalen van de vaste dalingen. Onze keuze daar is om de AIR's te specificeren op basis van een simulatie van scenario's. Voor elk scenariopad berekenen we het cumulatieve rendement tot op tijdstip s,

$$C_0(s) = \prod_{t=0}^{s-1} \left(1 + Y_t + \min(q_t\omega, 0{,}35)X_{S,t+1}\right), \tag{9}$$

met Y_t is een verkorte schrijfwijze voor $Y_t(t+1)$. Vervolgens nemen we de mediaan over alle paden. Met dat mediane pad volgen dan de AIR's via (5) en daarmee ook de initiële aanspraken geheel analoog aan het basismodel met vaste rente.

In het algemeen belegt het fonds zowel in aandelen als in vastrentende waarden. Het portefeuillerendement is

$$R_{t+1} = Y_t + \sum_{i=1}^{M} w_{it} X_{i,t+1} \tag{10}$$

voor $M + 1$ beleggingscategorieën, waarvan Y_t het risicovrije rendement is. Elk van de beleggingen heeft een eigen buitengewoon rendement $X_{i,t+1} = R_{i,t+1} - Y_t$, en het fonds kan besluiten voor elk type risico een andere toedeling over de verschillende horizonnen s te maken.

De vraag is wat een goede toedelingsregel is. Een voorbeeld in de lijn van BBNW is om de toedeling te doen op het totale buitengewoon rendement, *i.e.*

$$(1 + Y_t)Z_{t+1}(s) = \frac{q_{s-t}}{\Lambda_t} \sum_{i=1}^{M} w_{it} X_{i,t+1}, \tag{11}$$

ongeacht of dit door aandelen of vastrentend wordt gegenereerd. De verdere analyse volgt dan de bekende stappen van het basismodel, rekening houdend met de herwaardering.

Het probleem met uniform uitsmeren is dat we daarmee niet de vaste nominale annuïteit kunnen repliceren. Daarvoor moeten we kunnen toedelen op het niveau van individuele beleggingen. Wanneer het fonds belegt in vastrentende waarden met een lange looptijd, is het verstandig om het rendement daarop in sterke mate toe te delen aan aanspraken verder in de toekomst. De reden is dat deze aanspraken meer blootstaan aan herwaarderingsrisico vanwege een renteschok. Bij een daling van de lange rente stijgt de waarde van de langetermijnverplichtingen. Om de dekkingsgraad in stand te houden moeten de aanspraken dan dalen. Dat is het effect van de herwaarderingsfactor in (7). Anderzijds behaalt het fonds bij dalende rente een positief resultaat op de investering

in langlopende vastrentende waarden. Daarmee kan een deel van de herwaardering als gevolg van de renteschok worden gecompenseerd.

Bij instrument specifiek toedelen is er voor elke categorie een eigen uitsmeerbeleid,

$$(1 + Y_t)Z_{t+1}(s) = \sum_{i=1}^{M} \frac{q_{i,s-t}}{\Lambda_{it}} w_{it} X_{i,t+1} \tag{12}$$

Voor elke beleggingscategorie is er ook een aparte herstelcapaciteit Λ_{it} die ervoor zorgt dat aan de restrictie wordt voldaan dat de dekkingsgraad op 100% blijft. Een speciaal geval van dit uitgebreide toedelingsmechanisme is het volledig afdekken van renterisico. In dat geval is het gewicht van aandelen 0 en bestaat de beleggingsportefeuille uit vastrentende waarden met looptijden van 1 tot $T - t$ jaar. Appendix B laat zien welke keuze voor w_{it} en $q_{i,t-s}$ dan een vaste nominale annuïteit geeft.

Om de veelheid aan toedelingsregels en portefeuillegewichten in te perken moeten we extra veronderstellingen maken. In onze simulaties gebruiken we vastrentende waarden alleen om renterisico in toekomstige aanspraken af te dekken, en dus niet als een beleggingscategorie met een eigen risicopremie.

4 Garanties

In standaard portefeuillemodellen spelen garanties geen rol voor langetermijnbeleggers. Een bekend voorbeeld is het tekstboek Merton-model, onder andere beschreven in Campbell en Viceira (2002) en Grebenchtchikova et al. (2017). Het Merton-model veronderstelt preferenties met constante relatieve risicoaversie en constant verwacht rendement en risico. In dat geval bevat de optimale portefeuille een constante verhouding van aandelen en een risicovrij object. Wanneer verwacht rendement en risico door de tijd veranderen, wordt de optimale strategie weliswaar dynamisch en vaak buitengewoon complex, maar kent nog altijd geen expliciete garanties.

Bij een vaste mix is er op korte termijn weliswaar een garantie – het deel van het vermogen dat risicovrij is belegd geeft immers een gegarandeerd rendement –, maar voor een langere horizon betekent een vaste mix dat aandelen worden bijgekocht na een slecht rendement om de verhouding in de portefeuille gelijk te houden. Daardoor kunnen verliezen oplopen na aanhoudend slechte resultaten. Na elk verlies wordt weer een deel van het risicovrije kapitaal gebruikt om aandelen bij te kopen, zodat theoretisch het gehele vermogen verloren kan gaan.

In de beleggingsleer komen garanties in een optimale portefeuille wanneer preferenties een harde ondergrens aangeven. Voorbeelden zijn een minimum consumptieniveau om te overleven (*subsistence level*), preferenties die rekening houden met gewoontevorming (*habit*), en verliesaversie (*loss aversion*). Een mogelijke weergave van zulke preferenties is

$$U = \mathrm{E}_0\left[\frac{(C_T - H)^{1-\gamma}}{1-\gamma}\right] \tag{13}$$

Met deze preferenties zal een individu minimaal H willen garanderen via een risicovrije belegging. Een alternatief voor de risicovrije belegging is een portefeuille met aandelen en put-opties. In veel gevallen zullen beide oplossingen equivalent zijn.

Voor een formele analyse van het portefeuilleprobleem met minimum consumptie zoals in (13) volgen we Cochrane (2007). Stel dat de logaritmische veranderingen in de aandelenkoers een normale verdeling heeft met jaarlijks verwacht rendement μ en volatiliteit σ. Veronderstel verder een constant risicovrij log rendement $y = \ln(1 + Y)$ en de mogelijkheid van continu handelen. Op tijdstip 0 heeft het individu vermogen V_0. De optimale oplossing blijkt (Cochrane, 2007, p 9-10) om een fractie

$$h_0 = H\mathrm{e}^{-yT}/V_0 \tag{14}$$

risicovrij te beleggen om de minimum consumptie te garanderen en de rest met een

vaste verhouding tussen aandelen en risicovrij te beleggen met gewicht

$$w = \frac{\mu + \frac{1}{2}\sigma^2 - y}{\gamma\sigma^2} \tag{15}$$

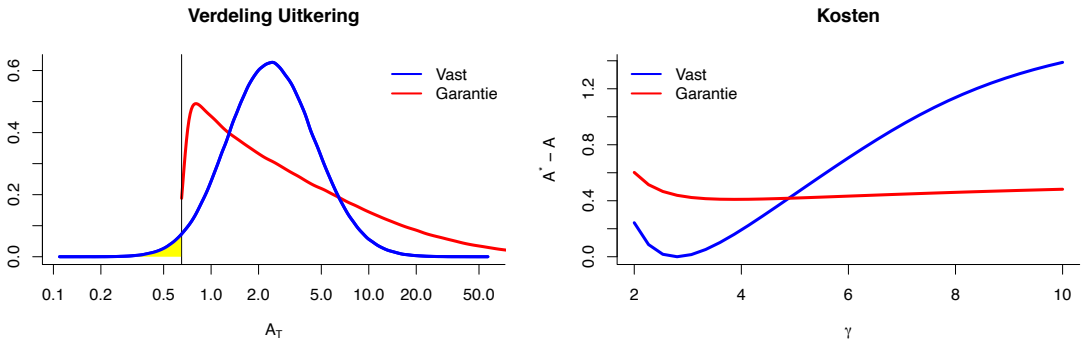
voor aandelen. Met deze strategie wordt het vermogen in feite in twee delen gesplitst. Een fractie h_0 wordt gebruikt voor de garantie, terwijl de rest via vaste verhoudingen wordt belegd. Initieel is dus een fractie $h_0 + (1 - h_0)(1 - w)$ risicovrij belegd, maar deze verhouding past zich aan als gevolg van gerealiseerde rendementen. Als de aandelenkoers sterk stijgt, dan stijgt ook de fractie van aandelen in de totale portefeuille. Omgekeerd, bij dalende koersen neemt het belang van aandelen in de portefeuille af, in extreme gevallen tot nul.

Figuur 2 illustreert het verschil tussen een portefeuille met vaste gewichten en het garantiealternatief. De figuur laat de verdeling van het rendement na vijftig perioden zien voor beide strategieën. Bij aanvang hebben beide portefeuilles eenzelfde gewicht van 35% in aandelen. De strategie met vaste gewichten houdt het gewicht van aandelen constant door na elke periode aandelen te kopen of verkopen. De garantiestrategie is niet anders dan een *buy and hold* portefeuille. In het begin wordt 35% van het vermogen in aandelen belegd. Daarna wordt niet meer gehandeld. Het resultaat is dat de garantiestrategie nooit onder 65% van het beginkapitaal kan eindigen (de rente is 0 in dit voorbeeld). In de figuur heeft de uitkering van de vastegewichtenstrategie ongeveer een lognormale verdeling, terwijl de garantiestrategie een afgeknotte verdeling heeft zonder grote verliezen. Daar staat tegenover dat de garantiestrategie heel vaak een laag rendement oplevert. Interessant is echter dat de garantiestrategie ook zeer hoge rendementen kan genereren. Na een goed beursrendement neemt het gewicht van aandelen in de portefeuille vanzelf toe – de aandelen zijn meer waard, terwijl de risicovrije belegging gelijk blijft –, en daardoor kan de portefeuille hogere rendementen genereren dan de vastegewichtenportefeuille. Soortgelijke transformaties van de rendementsverdeling kunnen ook worden verkregen met behulp van opties.

Toevoeging van overlevingskansen aan de analyse maakt technisch nauwelijks verschil. Het portefeuilleprobleem wordt

$$\max \pi_0(T)\, \mathrm{E}_0\left[\frac{(C_T - H_T)^{1-\gamma}}{1-\gamma}\right] \tag{16}$$

De oplossing verloopt analoog aan het vorige probleem en impliceert een garantie $h_0 = \pi_0(T)\mathrm{e}^{-yT}H$. Vanwege de verwachte sterfte is een kleiner deel van het vermogen nodig als reservekapitaal om de minimum uitkering te garanderen. Verder is het beleggingsbeleid identiek.



De linker figuur laat de verdeling van een uitkering A_T na $T = 50$ jaar zien voor twee verschillende portefeuilles. *Vast* gebruikt een gewicht van 35% in aandelen en 65% in een risicovrije belegging met rente $y = 0$. De portefeuille wordt jaarlijks aangepast om de vaste gewichten te herstellen. *Garantie* is een portefeuille waarin bij aanvang 65% risicovrij wordt belegd en 35% in aandelen. Er vindt daarna geen aanpassing meer plaats. Het gele vlak linksonder in de figuur geeft de kans dat de vastegewichtenportefeuille eindigt met een lager rendement dan de 65% garantie. Parameters voor het log rendement zijn $\mu = 3\%$ en $\sigma = 25\%$ per jaar.
De rechter figuur geeft de kosten van een suboptimale beleggingsportefeuille voor deelnemers met verschillende waarden van de risicoaversie parameter γ (x-as). De kosten $A^* - A$ op de y-as zijn berekend als het verschil in zekerheidsequivalent tussen de voor die deelnemer optimale portefeuille en de portefeuilles *Vast* en *Garantie*, uitgedrukt in een rendementsverschil van procenten per jaar. Uit de figuur volgt dat bij $\gamma = 3$ de optimale portefeuille samenvalt met de *Vast* portefeuille met een vast gewicht van 35% in aandelen.

Figuur 2: Garantie en uitkering

Toch verschaft deze specificatie van preferenties nog geen overtuigend argument om garanties op te nemen in een Wvp-portefeuille. De Wvp-uitkering is een tweede pijler inkomen bovenop de AOW als eerste pijler. De hoogte van de AOW zou een inschatting kunnen zijn van de minimumuitgaven H. Maar met de AOW als minimum en tegelijk als een gegarandeerd inkomen, blijft de facto de tweede pijler Wvp-uitkering over als argument in de nutsfunctie. Daarmee zijn we terug bij standaard preferenties en is een garantie geen onderdeel van een optimale portefeuille.

4.1 Robuustheid

Een andere reden om garanties op te nemen is robuustheid. De optimale strategie van het Merton-model gaat ervan uit dat alle parameters zowel constant als bekend zijn. Zowel verwacht rendement als individuele risicopreferenties zijn echter onzeker en waarschijnlijk niet constant. Alleen al uit de uitgebreide aandacht voor renterisico blijkt dat de rente geen constante is, waarvoor het zelfs lastig is een visie uit spreken over toekomstige scenario's. Om deze redenen is een optimale portefeuille bijna ondoenlijk te bepalen. Een alternatief voor een schijnbaar optimale portefeuille is een robuuste portefeuille (Horvath et al., 2016). Met robuust wordt dan bedoeld dat de portefeuille welis-

waar niet optimaal is wanneer alle parameters perfect bekend zouden zijn, maar dat de portefeuille redelijk goed presteert onder een reeks van alternatieve parameterwaarden.

Onzekerheid over verwacht rendement werkt risicoverhogend. Robuuste portefeuilles die daar rekening mee houden zijn daarom vaak conservatiever. Onzekerheid omtrent de werkelijke risicohouding werkt naar twee kanten. Te weinig risico nemen is kostbaar voor deelnemers met lage risicoaversie; te veel risico onaantrekkelijk bij hoge risicoaversie. We zoeken dus naar een portefeuille die zowel enigszins conservatief is als ook mogelijkheden biedt voor hoog rendement voor deelnemers die bereid zijn risico te nemen. De garantieportefeuille zou daar mogelijk in kunnen voorzien.

Als een suggestieve aanwijzing dat de garantieportefeuille waarde kan toevoegen bekijken we zekerheidsequivalenten (*certainty equivalent*). Voor zowel de vastegewichtenstrategie als de garantiestrategie berekenen we het verwachte nut $\mathcal{U} = \mathrm{E}_0[A_T^{1-\gamma}]/(1-\gamma)$, met A_T de waarde van de beleggingsportefeuille op tijdstip T. We doen dit voor verschillende waarden van γ. Voor een interpreteerbare grootheid transformeren we naar de equivalente zekere waarde A zodanig dat $A^{1-\gamma}/(1-\gamma) = \mathcal{U}$. In dit eenvoudige geval kunnen we ook de optimale portefeuille bij iedere γ berekenen met bijbehorend zekerheidsequivalent A^*. Het verschil $(A^* - A)/T$ zijn de kosten van de suboptimale belegging uitgedrukt in een verschil in zeker rendement na T jaar.

Het rechter paneel van figuur 2 laat zien hoe de kosten variëren met γ. Wat daarin opvalt is dat de kosten van de garantiestrategie vrij constant zijn voor alternatieve waarden van γ. De strategie is voor niemand optimaal, maar de kosten zijn voor vrijwel iedereen gelijk. Wanneer de werkelijke risicoaversie moeilijk te meten is, lijkt dit daarom een aantrekkelijke strategie. Voor de vastegewichtenstrategie zijn de kosten juist zeer sterk afhankelijk van een juiste inschatting van risicoaversie. Bij de gekozen parameters zijn de kosten nul bij $\gamma = 3$. Voor deelnemers met een risicoaversie dicht bij drie, is de vaste gewichten strategie beter dan de garantieportefeuille. Maar voor andere waarden van γ lopen de kosten snel op.

Welke strategie de voorkeur verdient hangt sterk af van de verdeling van risicoaversie over de populatie van deelnemers. In hoeverre dit voorbeeld algemene geldigheid heeft, is de vraag. In dit eenvoudige voorbeeld is er geen parameteronzekerheid en ook geen onzekerheid over veranderende rente, en is het mogelijk de optimale portefeuille af te leiden. In de praktische gevallen die we in onze simulaties beschouwen kennen we de optimale portefeuilles niet. Het is in die gevallen een open vraag of garanties een positieve waarde hebben.

5 Simulaties

We hebben een aantal verschillende invullingen van doorbeleggen doorgerekend via simulatie. Bij de waardering corrigeren we voor risico door zekere nutsequivalenten te berekenen. Het zekerheidsequivalent is gedefinieerd als de zekere vaste reële uitkering die hetzelfde nut oplevert als de uitkomsten van een risicovolle strategie. Als nutsfunctie gaan we uit van de CRRA-specificatie met ondergrens (13). Als minimale consumptie nemen we de AOW-uitkering, die we als een reëel vaste uitkering beschouwen. Voor de feitelijke uitgave nemen we de AOW plus de uitkering uit de pensioenpot. Die pensioenuitkering verschilt afhankelijk van de strategie die gevolgd wordt.

Bij de waardering spelen twee parameters een rol. De eerste is de risicoaversie γ. De tweede is de tijdsvoorkeur δ die het nut in verschillende perioden aggregeert,

$$\mathcal{U} = \mathrm{E}\left[\sum_{t=0}^{T} \pi_0(t)\delta^t U(C_t)\right] \tag{17}$$

Bij de aggregatie speelt γ opnieuw een rol. Hoe hoger de waarde van γ, hoe geringer de bereidheid om af te wijken van een vlak uitgavenpatroon over de tijd.

Bij het vaststellen van de vaste dalingen in de varianten met doorbeleggen gebruiken we een netto meetkundig gemiddelde van $6{,}75\%$ voor het verwachte rendement op aandelen. Deze waarde is gelijk aan het advies van de Commissie Parameters uit 2014 en de geldige waarde in 2019.

Voor de simulaties werken we met de scenario's van DNB voor de haalbaarheidstoets.[4] De gemiddelde rendementen in de DNB scenario's wijken af van de veronderstelde waarden van de Commissie Parameters. Het verschil is te herleiden tot de modelveronderstelling dat het verwachte rendement gelijk is aan de rente plus een vaste risicopremie, in tegenstelling tot een vaste parameter. In de DNB-scenario's volgt het verwachte rendement op aandelen daarmee de rente. Dat leidt tot een lastige keuze bij de beoordeling van de simulaties. Wanneer de scenario's een gemiddeld lager rendement laten zien dan is verondersteld bij het berekenen van de uitkering vlak na pensionering, dan zullen de aanspraken en uitkeringen dus voornamelijk naar beneden moeten worden bijgesteld over de tijd. Uitkeringspaden die afhankelijk zijn van risicovolle rendementen zullen dan gemiddeld dalend verlopen. We hebben er voor gekozen om in eerste instantie alle varianten door te rekenen met scenario's die consistent zijn met de veronderstellingen voor de vaste dalingen in de variabele annuïteiten. Om die reden hebben we bij alle aandelenrendementen in de DNB-scenario's elke periode een constante opgeteld, zodanig dat

[4] Zie `www.toezicht.dnb.nl`. Dit is HBT scenarioset Q3 van 2 juli 2019.

een meetkundig gemiddeld rendement van 6,75% resulteert onafhankelijk van de rente. Appendix C gaat hier dieper op in. De ruwe DNB-scenario's, dus zonder de aanpassing van het aandelenrendement, gebruiken we om de robuustheid van een regeling te onderzoeken.

Voor de hoogte van de vaste annuïteit maken we gebruik van de rentetermijnstructuur zoals die beschikbaar is in de scenariosets. Voor het aanpassen van aanspraken in regelingen met aandelenrisico veronderstellen we steeds dat aanspraken voor alle toekomstige perioden met hetzelfde bedrag worden verhoogd of verlaagd. De aan- en verkopen van de benodigde vastrentende contracten vindt plaats tegen de dan geldende rentes op dat moment in elk scenario. Bij uitsmeren veronderstellen we dat schokken in aandelenrendement worden gespreid, terwijl renteschokken direct worden genomen in de periode dat ze plaatsvinden.

Overlevingskansen zijn afkomstig van de sterftetabellen van het Koninklijk Actuarieel Genootschap (Prognosetafel AG2018). Uit de tafels berekenen we de overlevingskans van de langstlevende van een man/vrouw-huishouden op leeftijd 67 jaar, rekening houdend met partnerpensioen.

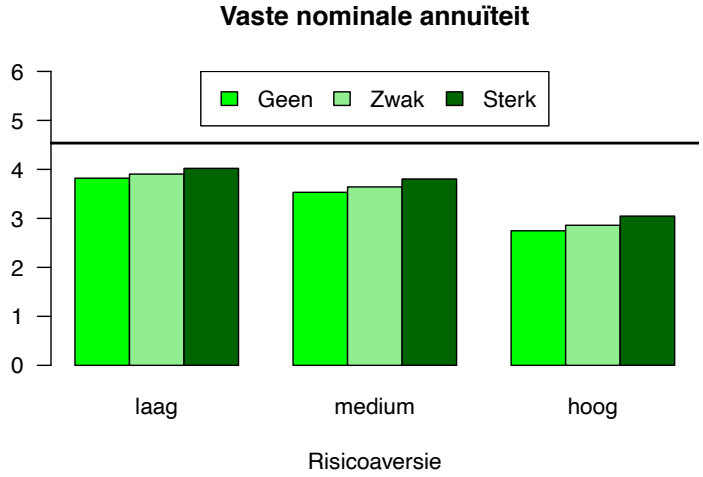
6 Resultaten

Vaste annuïteit

De basisvariant waar we alle strategieën mee vergelijken is een vaste levenslange annuïteit die start op pensioenleeftijd en jaarlijks een vaste nominale uitkering verstrekt op basis van de termijnstructuur bij pensionering en de sterftetabellen op dat moment. De vaste annuïteit geeft een vaste nominale uitkering en is dus risicovol vanuit het oogpunt van een individu die naar het nut van reële consumptie kijkt. Vanwege het inflatierisico is de waardering van de vaste annuïteit daarom afhankelijk van de preferentieparameters. Figuur 3 laat zien dat het reëel zekere equivalent van de nominaal vaste uitkering lager is dan die nominale uitkering. De figuur benadrukt het belang van de preferentieparameters. Bij een hoge risicoaversie ($\gamma = 10$) en een groot gewicht op de verre toekomst ($\delta = 1$) is inflatierisico belangrijk. Bij die preferenties is de equivalente reële uitkering dan ook 40% lager dan de nominaal vaste uitkering. Anderzijds, een individu met lage risicoaversie en sterke voorkeur voor het heden is niet bereid veel op te geven voor de reële zekerheid.

Hoog/laag

Een *hoog/laag* constructie is een combinatie van twee vaste annuïteiten. De uitkering gedurende de eerste tien jaar is een factor 100/75 groter dan de vaste uitkering gedurende de resterende levensduur. Voor deze variant, en ook voor alle varianten die volgen, laten we resultaten zien ten opzichte van de *vaste annuïteit*. In figuur 4 wordt voor elke combinatie van preferentieparameters weergegeven hoeveel procent winst of verlies de strategie oplevert ten opzichte van een *vaste annuïteit*. Als voorbeeld: *hoog/laag* bij 'medium' en 'zwak' is $0{,}3$ slechter dan *vast* bij dezelfde parameters wil zeggen dat de reële equivalente jaarlijkse uitkering daalt van $3{,}7\%$ naar $3{,}4\%$ van het vermogen. Met de preferenties die we hier bekijken wordt de *hoog/laag*-strategie heel slecht gewaardeerd. Voor individuen met hoge risicoaversie – in dit geval geringe mate van bereidheid voor intertemporele substitutie – is de val in inkomen na tien jaar zeer kostbaar. Zelfs met een hoge bereidheid ($\delta = 0{,}95$) tot aanpassen van consumptie op latere leeftijd komt de strategie maximaal op gelijke voet met een standaard vaste annuïteit. Het probleem is dat in de eerste tien jaar de pensioenpot zodanig raakt uitgeput, dat inkomen in latere jaren met 25% terugzakt, ook al is die daling gepland. Om deze strategie meer op waarde te schatten is een ander type nutsfunctie nodig. De strategie is enigszins vergelijkbaar met het opnemen van een bedrag ineens bij pensionering. Zo'n lumpsum kan heel nuttig zijn voor specifieke doelen, zoals aflossing van een hypotheek, maar dit type overwegingen speelt in onze waardering geen rol. Daarvoor zijn meer gedetailleerde



Elke kolom in de figuur is de vaste reële uitkering die hetzelfde nut oplevert als de vaste nominale uitkering die weergegeven is door de dikke doorgetrokken lijn. De equivalente reële vaste uitkering hangt af van preferentieparameters. Op de horizontale as is risicoaversie weergegeven als 'laag', 'medium', en 'hoog', overeenkomend met risicoparameter γ gelijk aan (2, 5, 10). De verschillende kleuren hebben betrekking op de tijdsvoorkeur. De aanduidingen 'geen', 'zwak', en 'sterk' staan voor de parameterwaarden $\delta = (1; 0{,}98; 0{,}95)$. De verticale as geeft de uitkering als percentage van het pensioenvermogen bij pensionering. Voor de rentes en sterftekansen in najaar 2019 is de nominale jaarlijkse uitkering (de zwarte doorgetrokken lijn) die gefinancierd kan worden dus 4.5% van het vermogen. De figuur laat zien dat een individu met hoge risicoaversie die veel belang hecht aan de toekomst ('hoog', 'geen' in de figuur) bereid is bij aanvang ongeveer 40% van de nominale uitkering op te geven om daar een reëel zekere uitkering voor in de plaats te krijgen.

Figuur 3: Vaste nominale annuïteit

data nodig voor de specifieke financiële situatie van huishoudens.

Variabele annuïteit

In figuur 4 geeft *Variabel 35* een variabele annuïteit weer, waarbij elk jaar de verhouding tussen zakelijke waarden en vastrentende waarden wordt teruggebracht naar de uitgangssituatie van 35/65. Dit is de variant van een Wvp-regeling zonder uitsmeren met vaste dalingen gelijk aan de risicopremie van aandelen (maal de blootstelling aan aandelen). De waardering hiervan is afhankelijk van de risicoaversie. Met lage risicoaversie is dit zo'n 35% beter dan de vaste annuïteit; met hoge risicoaversie slechts zo'n 8% beter. Deze resultaten zijn in overeenstemming met resultaten in Koijen et al. (2011). Doorbeleggen via annuïteiten is aantrekkelijk voor iedereen.

Uitsmeren verandert weinig aan de waardering. De resultaten voor een variant waarin wordt uitgesmeerd over een periode van tien jaar zijn weergegeven onder de kop *Uitsmeren*. Het gewicht in aandelen is evenwichtig volgens de definitie in BBNW met $\omega =$

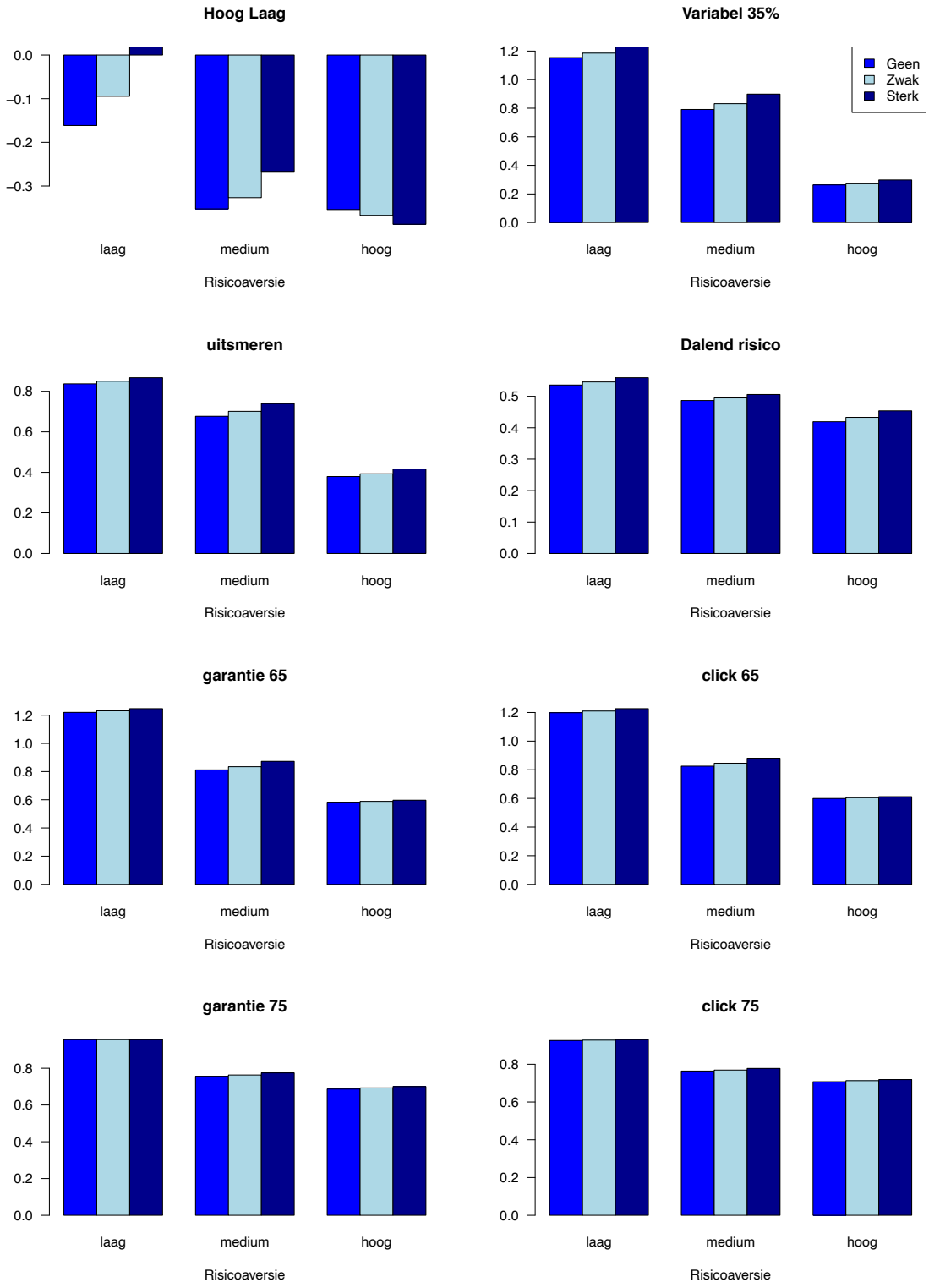
0,35. Voor een individu met lage risicoaversie is uitsmeren niet aantrekkelijk. Bij die lage risicoaversie zou men eerder meer risico willen nemen door meer dan 35% in de aandelen te beleggen. Het tegenovergestelde zien we bij individuen met hoge risicoaversie. Zij waarderen het uitsmeren, omdat ze eigenlijk minder risico hadden willen nemen. De tijdsvoorkeurparameter speelt in de vergelijking met de vaste annuïteit geen rol. Een kanttekening hierbij is dat onze nutsfunctie geen goed onderscheid maakt tussen risicoaversie en volatiliteit van uitkeringen. Uitsmeren helpt in het reduceren van jaar-op-jaar-schommelingen, maar doet weinig aan het totale risico van de hoogte van de uitkering. Appendix D gaat hier nader op in.

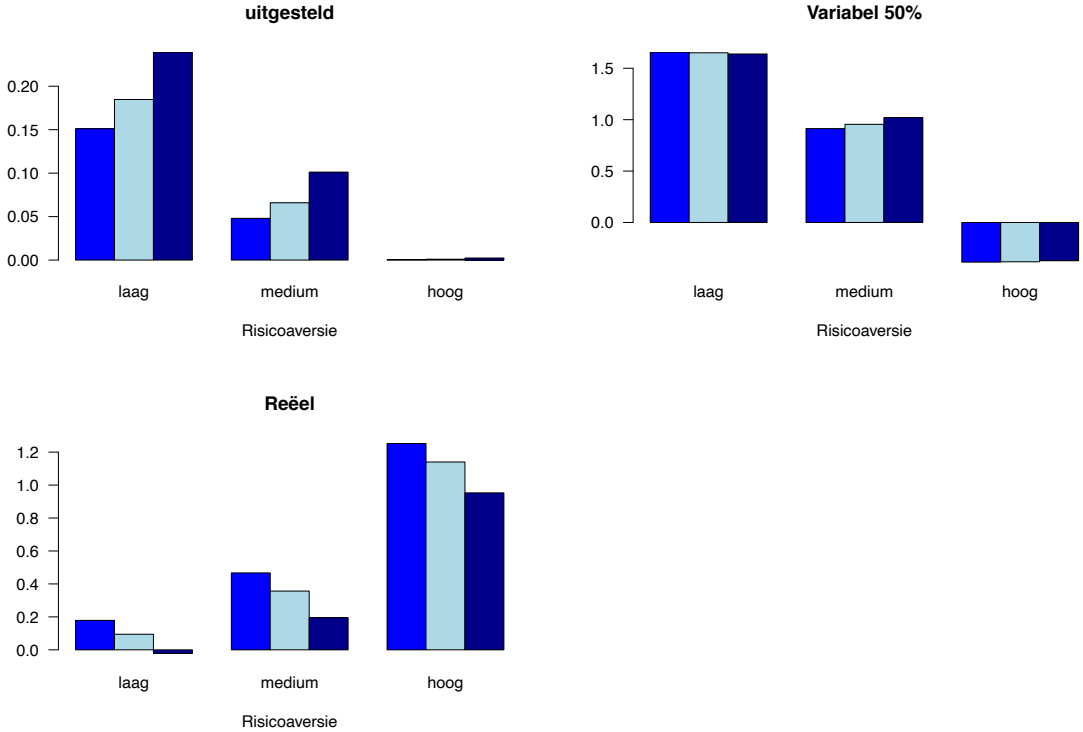
Meer risico nemen leidt tot uitkomsten die zeer sterk afhankelijk worden van de risicohouding. Als voorbeeld hebben we naar de strategie *Variabel 50%* gekeken. Dit is een variabele annuïteit die 50% in aandelen belegt. Omdat de hoogte van de initiële uitkering begrensd is door de Wvp tot een toerekening van 35% aandelenrendement laat deze strategie een naar verwachting licht stijgende uitkering zien. Voor deelnemers met lage risicoaversie is dit de best denkbare strategie van alle varianten in figuur 4; voor individuen met hoge risicoaversie is het de slechtste variant. De verschillen nemen alleen maar toe wanneer we het gewicht van aandelen in de portefeuille vergroten tot 67%.

Garanties

Omdat uitsmeren blijkbaar weinig toevoegt aan een variabele annuïteit, onderzoeken we aantal andere varianten. De eerste is een variabele annuïteit, waarbij de allocatie naar aandelen in tien jaar gereduceerd wordt naar 0%. Het vrijkomende vermogen wordt elk jaar aangewend om een vaste uitkering voor de resterende levensduur aan te kopen. Op deze manier wordt het conversierisico bij pensionering gedeeltelijk opgevangen via het geleidelijk aankopen van de vaste uitkering. In figuur 4 is deze variant aangeduid met *Dalend Risico*. Voor elke combinatie van preferentieparameters vinden we een verbetering ten opzichte van de vaste annuïteit. Er wordt risico genomen is de eerste jaren, maar over de hele levensduur is het risico minder dan bij de variabele annuïteit met of zonder uitsmeren. De waardering is vrijwel uniform over alle preferenties, maar niet beter dan de uitsmeervariant.

De volgende twee varianten gebruiken het idee van twee verschillende annuïteiten. Een vaste annuïteit geeft een minimale nominale zekerheid, terwijl de variabele annuïteit kansen voor een hogere uitkering biedt. Het vermogen wordt in twee gescheiden pools belegd. De pool waaruit de vaste uitkering volgt heeft een dusdanige omvang, dat de totale uitkering altijd minimaal 65% van de volledig vaste uitkering bedraagt. De andere pool wordt volledig in aandelen belegd. Bij aanvang voldoet deze strategie aan de eis dat


Hoog Laag
0.0
−0.1
−0.2
−0.3
laag
medium
hoog
Risicoaversie
Variabel 35%
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
Geen
Zwak
Sterk
laag
medium
hoog
Risicoaversie
uitsmeren
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
laag
medium
hoog
Risicoaversie
Dalend risico
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
laag
medium
hoog
Risicoaversie
garantie 65
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
laag
medium
hoog
Risicoaversie
click 65
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
laag
medium
hoog
Risicoaversie
garantie 75
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
laag
medium
hoog
Risicoaversie
click 75
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
laag
medium
hoog
Risicoaversie



De figuur laat de zekerheidsequivalenten zien van alternatieve portefeuilles van een vaste en een variabele annuïteit. Alle waarderingen zijn weergegeven als verschil ten opzichte van een vaste nominale annuïteit. Een uitkomst van bijvoorbeeld $+1\%$ moet gelezen worden als een jaarlijkse uitkering die in reële termen jaarlijks 1% van het pensioenvermogen hoger is dan de vergelijkbare uitkomst onder de vaste nominale annuïteit in figuur 3. Als voorbeeld: *Variabel 35* bij 'medium' en 'zwak' is $0{,}8$ beter dan *Vast* bij dezelfde parameters wil zeggen dat de reële equivalente jaarlijkse uitkering stijgt van $3{,}7\%$ naar $4{,}5\%$ van het vermogen. De specificatie van de verschillende portefeuilles wordt besproken in de tekst. De waardering vindt plaats door de uitkeringen te simuleren met de DNB-scenario's die aangepast zijn zodanig dat het mediane rendement op aandelen elke periode gelijk is 6,75%.

Figuur 4: Zekerheidsequivalenten van alternatieve strategieën

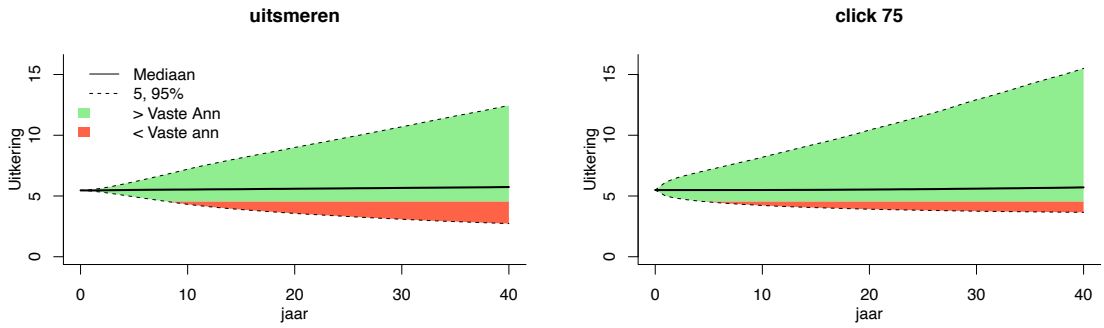
de maximale vaste daling niet hoger mag zijn dan 35% van de risico premie van aandelen. Bij een lagere garantie, bijvoorbeeld 50%, zou de tweede pot belegd moeten worden via een zodanige mix van aandelen en obligaties dat de vaste daling weer gemaximeerd is door de 35% van de risicopremie. In figuur 4 is deze variant weergegeven als *Garantie 65*. Het bieden van de nominaal zekere garantie heeft waarde onafhankelijk van de preferenties. In alle gevallen is deze strategie ook beter dan het volledig afbouwen van risico in de eerste tien jaar zoals in de zojuist beschreven *dalend risico*-variant. Voor individuen met lage risicoaversie is de waardering ongeveer gelijk aan de standaard variabele annuïteit met rebalancing (*Variabel 35%*). Echte winst wordt echter gehaald voor individuen met hoge risicoaversie. Zij hechten waarde aan de ondergrens en het niet steeds bijkopen van aandelen na een slecht beursrendement.[5]

Een vergelijkbare strategie is *Click 65*. Het verschil is dat als de aandelen het zeer goed doen een deel van de winst wordt afgeroomd en toegevoegd aan de pot voor de vaste uitkering, waardoor de vaste uitkering verhoogd wordt. Er is echter nooit een omgekeerde herallocatie mogelijk. Herallocatie vindt plaats wanneer de verhouding tussen de variabele en vaste uitkering meer dan 150% van de initiële ratio bedraagt. Op dat moment wordt het deel boven de 150% afgestoten en de winst toegevoegd aan de vaste uitkering.

Zowel het garantieniveau als het 'click'-mechanisme zijn enigszins arbitrair en kunnen ook hoger of lager worden gelegd. Bij een garantie op 75% neemt de waardering nog iets toe voor mensen met hoge risicoaversie en iets af bij lage risicoaversie. In figuur 4 zijn dit *Garantie 75* en *Click 75*.

Figuur 5 vergelijkt het uitkeringsprofiel van *uitsmeren* en *Click 75*. Beide strategieën hebben een gelijke mediane uitkering, maar verschillen in de verdeling. Het uitsmeren leidt tot geringe afwijkingen van de mediaan in de eerste jaren na pensionering. Daartegenover staat dat in latere jaren een relatief groot risico ontstaat op slechter presteren dan bij een vaste annuïteit. Bij de garantie-strategie is zichtbaar dat er een aanzienlijke kans op hoge uitkeringen in de latere levensfase is. Figuur 6 geeft meer gedetailleerd inzicht in de fluctuaties in de uitkering binnen een simulatie. De figuur laat twintig willekeurige paden zien. De paden laten enige variantie over de tijd zien, maar over het geheel verlopen ze gelijkmatig. Er zijn geen grote sprongen van de bovenkant van de verdeling naar de onderkant (en vice versa). Bij de garantiestrategie komen een aantal paden dicht bij elkaar vlak boven de ondergrens van de garantie. Die paden geven heel duidelijk de werking van de garantie aan.

[5]Wat hier natuurlijk meespeelt is dat aandelen geen *mean reversion* hebben, noch in het model, noch in de DNB-scenario's.



De figuur laat de verdeling van de jaarlijkse uitkering zien voor twee van de besproken strategieën: *uitsmeren* en *Click 75*. Het gekleurde gebied geeft het interval aan tussen de 5%- en 95%-kwantielen van de uitkeringen $A_t(t)$. De horizontale as is het aantal jaren na pensionering. Het rode gedeelte zijn uitkeringen die lager zijn dan de vaste annuïteit. De doorgetrokken zwarte lijn is de mediaan. De vaste dalingen zijn zo bepaald dat de mediaan constant is over de tijd.

Figuur 5: Verdeling Onzekerheid uitkeringen

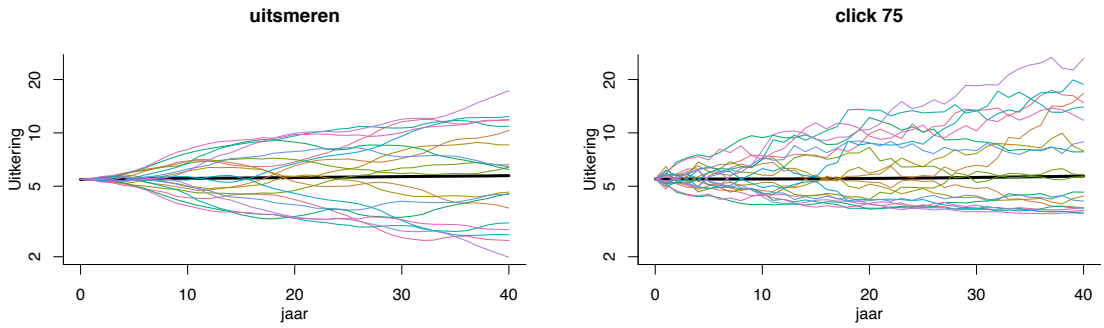
risicocaversie γ		2			5			10		
tijdsvoorkeur δ		1	0,98	0,95	1	0,98	0,95	1	0,98	0,95
0	*Variabel 35*	5,0	5,1	5,3	4,3	4,5	4,7	3,0	3,1	3,3
65	*Garantie 65*	5,0	5,1	5,3	4,3	4,5	4,7	3,3	3,4	3,6
75	*Garantie 75*	4,8	4,9	5,0	4,3	4,4	4,6	3,4	3,6	3,7
100	*Vaste Ann*	3,8	3,9	4,0	3,5	3,6	3,8	2,7	2,9	3,0

De tabel geeft de nutswaarde van een aantal strategieën weer met oplopende garantie elementen. Resultaten zijn uitgedrukt als de jaarlijkse uitkering als percentage van het pensioenvermogen bij pensionering. Een waarde van $5{,}1$ betekent een nutswaarde equivalent aan een jaarlijkse reële uitkering gelijk aan $5{,}1\%$ van het pensioenvermogen op tijdstip 0.

Tabel 1: Zekerheidsequivalenten

Er is bij de beide varianten geen rekening gehouden met eventuele wettelijke restricties. Voor het Click-mechanisme is het de vraag of dit past binnen de huidige wetgeving. Het Garantie-mechanisme lijkt wel te passen en wordt in vergelijkbare vorm zelfs al aangeboden in de markt.

Tabel 1 geeft een numeriek overzicht van de garanties. De sterkste garantie is de vaste annuïteit, de zwakste de variabele annuïteit. De expliciete garanties op 65%, respectievelijk 75% van de vaste annuïteit zijn tussenvormen. Bij hoge risicoaversie ($\gamma = 10$) heeft de garantie-strategie een hogere nutswaarde dan zowel de variabele als de vaste annuïteit. Zelfs bij lage risicoaversie ($\gamma = 2$) is een garantie van 65% nog altijd gelijkwaardig aan de variabele annuïteit zonder garanties. Een garantie op een hoger niveau, zoals 75%, leidt tot een afname van de nutswaarde. Bij gemiddelde risicoaversie heeft de garantie tot op



De figuur laat twintig individuele paden zien van de uitkering voor twee van de besproken strategieën: *uitsmeren* en *Click 75*. De horizontale as is het aantal jaren na pensionering. De verticale heeft een logaritmische schaal bedoeld om verschillen aan de onderkant van de verdeling beter zichtbaar te maken. De vette doorgetrokken zwarte lijn is de mediaan. De dunnere gekleurde lijnen zijn gesimuleerde paden. De paden zijn antithetisch, hetgeen wil zeggen dat bij elk pad een antithetisch pad is gegeven waarbij alle rente- en rendementsschokken van teken zijn verwisseld.

Figuur 6: Onzekerheid uitkeringen

een niveau van 75% nauwelijks effect op de nutswaardering.

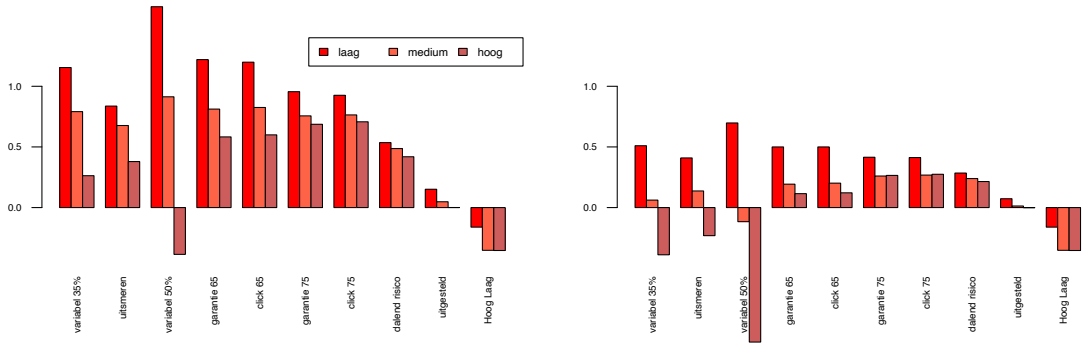
Overige strategieën

Voor de volledigheid laten we nog het resultaat van twee bekende alternatieven zien. De eerste is een uitgestelde annuïteit. Bij aanvang wordt hier een vaste uitkering aangekocht, die na tien jaar ingaat. De hoogte van de uitgestelde vaste uitkering is gelijk aan de hoogte van een direct ingaande vaste uitkering. Het resterende vermogen wordt in een tien jaar durende variabele annuïteit belegd met 35% allocatie naar aandelen. De waardering van deze variant is slechts marginaal beter dan een vaste annuïteit. Alleen individuen met lage risicoaversie zien hier iets in, maar voor deze groep zijn er veel betere alternatieven.

Tot slot beschouwen we een vaste reële uitkering. Bij de waardering van de reële strategie zijn we uitgegaan van de reële termijnstructuur zoals die in de DNB-scenario's is gegeven. Voor de uitvoering zijn echter extra instrumenten nodig zoals reële staatsschuld of een liquide markt voor inflatie*swaps*. Als die er zouden zijn, dan is het resultaat dicht bij het optimum voor mensen met hoge risicoaversie – zie *Reëel* in figuur 4.

Samenvatting en robuustheid

Alles samenvattend kijken we nu naar wat de beste strategie is bij elke set preferenties. Aangezien de tijdsvoorkeur niet veel effect heeft, laten we in figuur 7 uitsluitend de resultaten voor $\delta = 1$ zien. Wat opvalt is dat de strategieën die een garantie hebben in-



(a) Aandelen rendement 6,75% *(b) Originele DNB-scenario's*

Figuur 7: Samenvatting resultaten

De figuur bevat een samenvattend overzicht van de zekerheidsequivalenten besproken in paragraaf 6. De resultaten in panel (a) zijn een alternatieve weergave van de resultaten in figuur 4. Voor elke strategie is alleen het resultaat voor tijdsvoorkeur $\delta = 1$ opgenomen. Panel (b) gebruikt voor elk van de strategieën de originele DNB-scenario's in plaats van de scenario's met aangepast verwacht rendement op aandelen.

gebouwd goed scoren, onafhankelijk van de risicoaversie. Een aantal strategieën is met onze specificatie van preferenties moeilijk te waarderen. *Hoog/laag* scoort slecht vanwege het niet toekennen van nut aan vroege uitkeringen. *Uitsmeren* zal wellicht beter worden gewaardeerd met preferenties waar gewoontevorming een rol speelt.

Voor robuustheid herhalen we de simulaties met de originele DNB-scenario's, met daarin dus het lagere rendement voor aandelen. Niet verrassend is dat alle resultaten waarbij aandelenrisico wordt genomen minder worden gewaardeerd. Het effect is in sommige gevallen zo sterk dat een deelnemer zelfs geen risico meer wenst te nemen. Dat geldt voor de basis Wvp-strategie *Variabel 35%* en de daarop gebaseerde variant *Uitsmeren*. Een individu met hoge risicoaversie waardeert deze regelingen als minder dan een vast annuïteit. Deze resultaten laten zien dat het nut van doorbeleggen afhangt van de modelveronderstellingen over het verwachte rendement op aandelen. De varianten met garanties zijn echter heel robuust; ze blijven voor iedereen positief ten opzichte van een vaste annuïteit.

7 Conclusies

Ons belangrijkste resultaat is de toegevoegde waarde van het combineren van een vaste en een variabele annuïteit in een Wvp-regeling. De garantie van een ondergrens aan de uitkering gekoppeld aan de mogelijkheid van hogere uitkeringen bij buitengewoon hoog beursrendement heeft een hoge waarde voor deelnemers met zeer uiteenlopende risicoaversie en is relatief ongevoelig voor onzekerheid omtrent gemiddelde rendementen. We vinden dit door middel van een simulatiestudie op basis van financiële scenario's van De Nederlandsche Bank.

Er zijn een aantal kanttekeningen te maken bij deze conclusie. De geldigheid is binnen de context van de financiële scenario's, de aannames omtrent risico- en tijdsvoorkeurpreferenties van deelnemers. Binnen de beperkingen van onze opzet kunnen we geen zinvolle uitspraken doen over de waarde van hoog/laag constructies of de mogelijkheid van het opnemen van een bedrag ineens.

Referenties

A. Balter en B. Werker. The Effect of the Assumed Interest Rate and Smoothing on Variable Annuities. *Astin Bulletin*, 50:131–154, 2019, en Netspar Design Paper 81.

J. Bonekamp, L. Bovenberg, T. Nijman, en B. Werker. Welke vaste dalingen en welk beleggingsbeleid passen bij gewenste uitkeringsprofielen in verbeterde premieregelingen? Netspar Design Paper 86, 2017.

J. Campbell en L. Viceira. Who Should Buy Long-Term Bonds? *American Economic Review*, 91:99–127, 2001.

J. Campbell. *Financial Decisions and Markets*. Princeton University Press, 2018.

J. Campbell en L. Viceira. *Strategic Asset Allocation: Portfolio Choice for Long-Term Investors*. Oxford University Press, 2002.

J. Campbell, Y.L. Chan, en L. Viceira. A Multivariate Model for Strategic Asset Allocation. *Journal of Financial Economics*, 67:41–80, 2003.

J. Cochrane. Portfolio Theory. `faculty.chicagobooth.edu/john.cochrane/`. Aanvulling op *Asset Pricing*, 2007.

Commissie Parameters. Advies Commissie Parameters. versie 27 februari 2014.

Commissie Parameters. Advies Commissie Parameters. versie 6 juni 2019.

A. De Waegenaere en M. Vellekoop. Langer zullen we delen: Over solidariteit in het opvangen van langlevenrisico. Netspar Brief 13, 2018.

A. De Waegenaere, A. Joseph, P. Janssen, en M. Vellekoop. Het delen van langlevenrisico. Netspar Occasional Paper 18/1, 2018.

N. Draper. A Financial Market Model for the Netherlands. Netspar DP 03/2014-070, 2014.

A. Grebenchtchikova, R. Molenaar, P. Schotman, en B. Werker. Default Life-Cycles for Retirement Savings. Netspar Design Paper 70, 2017.

J. Hers, L. Kok, H. Geboers, L. Zijlmans, J. Witteman, en T. Belt. Evaluatie Wet verbeterde premieregeling. SEO Economisch Onderzoek rapport 2019-52, 2019.

R. Hoevenaars, R. Molenaar, P. Schotman, en T. Steenkamp. Strategic Asset Allocation with Liabilities: Beyond Stocks and Bonds. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32:2939–2970, 2008.

R. Hoevenaars, R. Molenaar, P. Schotman, en T. Steenkamp. Strategic Asset Allocation for Long-Term Investors: Parameter Uncertainty and Prior Information. *Journal of Applied Econometrics*, 29:353–376, 2014.

F. Horvath, F. de Jong, en B. Werker. Robustness for Asset-Liability Management of Pension Funds. Netspar Survey Paper 47, 2016.

R. Koijen, T. Nijman, en B. Werker. Optimal Annuity Risk Management. *Review of Finance*, 15:799–833, 2011.

M. Markwat, R. Molenaar, en J.C. Rodriguez. Purchasing an Annuity: Now or Later? The Role of Interest Rates. Netspar Design Paper 36, 2015.

S. Muns. A Financial Market Model for the Netherlands: A Methodological Refinement. CPB background document, 2015.

L. Pastor en R. Stambaugh. Are Stocks Really Less Volatile in the Long Run? *Journal of Finance*, 67:431–478, 2012.

APPENDIX

A Basismodel met vaste rente

Op ieder tijdstip moet gelden dat het fonds een dekkingsgraad van 100% heeft. Daarmee kunnen we een budgetrestrictie afleiden voor de aanpassing van de aanspraken $Z_{t+1}(s)$ in (2). We doen dat eerst voor het basismodel met vaste risicovrije rente.

De totale verplichtingen zijn de som van alle tijdsspecifieke verplichtingen,

$$L_t = \sum_{s=t}^{T} L_t(s) \tag{18}$$

en gelijk aan het fondsvermogen V_t. De verplichtingen passen zich aan door uitbetaling van de uitkering $L_t(t)$ plus oprenting van de aanspraken. Verplichtingen op tijdstip $t+1$ volgen dan als

$$\begin{aligned} L_{t+1} &= \sum_{s=t+1}^{T} \pi_0(s) P_{t+1}(s) A_{t+1}(s) \\ &= \sum_{s=t+1}^{T} \pi_0(s)(1+Y) P_t(s) A_t(s)(1+Z_{t+1}(s)) \\ &= (1+Y) \sum_{s=t+1}^{T} L_t(s)(1+Z_{t+1}(s)) \end{aligned} \tag{19}$$

De eerste regel is de definitie van de verplichtingen. De belangrijke veronderstelling hierbij is dat sterftekansen constant zijn, *i.e.* $\pi_t(s) = \pi_0(s)$.[6] De tweede regel gebruikt de aanpassing van $A_{t+1}(s)$ via (2) onder de veronderstelling van een constante rente Y zodat $P_{t+1}(s) = (1+Y)P_t(s)$. De derde regel vereenvoudigt de formule.

Aan de beleggingskant verandert het fondsvermogen door de tijd als

$$\begin{aligned} V_{t+1} &= (1+R_{t+1})(V_t - L_t(t)) \\ &= (1+Y+w_t X_{S,t+1}) \sum_{s=t+1}^{T} L_t(s) \end{aligned} \tag{20}$$

De definitie van rendement in de eerste regel geeft aan dat het vermogen V_t inclusief de lopende verplichting $L_t(t)$ is bepaald. De verplichting wordt eerst uitbetaald op tijdstip t, waarna over het resterende vermogen een rendement R_{t+1} wordt behaald.

[6] Bij het modelleren van langlevenrisico veranderen de fracties $\pi_t(s)$ door de tijd. Dan moeten de verplichtingen worden geherwaardeerd via de ratios $\pi_{t+1}(s)/\pi_t(s)$. Die herwaardering leidt dan tot aanpassing van de aanspraken, waarbij het fonds kan besluiten de herwaardering vanwege langlevenrisico uit te smeren over verschillende perioden $s < T$. De mechaniek werkt analoog aan de verdeling van renterisico met de discontofactoren $P_t(s)$ die we bij ons model voor renterisico bespreken. Omdat we geen financiële instrumenten hebben die het langlevenrisico afdekken, werkt dit rechtstreeks door in de aanspraken, in tegenstelling tot het renterisico. De verdeling van langlevenrisico over verschillende leeftijdscohorten is uitvoerig geanalyseerd in De Waegenaere et al. (2018)

Om 100% dekkingsgraad te behouden impliceren (19) en (20) de budgetrestrictie[7]

$$w_t X_{S,t+1} = (1+Y) \sum_{s=t+1}^{T} \ell_t(s) Z_{t+1}(s) \tag{21}$$

met gewichten

$$\ell_t(s) = \frac{L_t(s)}{\sum_{h=t+1}^{T} L_t(h)}$$

Elke toedeling $Z_{t+1}(s)$ moet aan deze restrictie voldoen. De specifieke keuze

$$(1+Y) Z_{t+1}(s) = \frac{q_{t-s}}{\Lambda_t} w_t X_{S,t+1}$$

in (4) heeft de 'herstelcapaciteit' Λ_t als vrijheidsgraad. Invullen van (4) in de budgetrestrictie (21) geeft dan

$$\Lambda_t = \sum_{s=t+1}^{T} \ell_t(s) q_{s-t} \tag{22}$$

De herstelcapaciteit is een gewogen gemiddelde van de uitsmeerparameters. Omdat $q_j \leq 1$ geldt dat $\Lambda_t \leq 1$. De herstelcapaciteit van het fonds neemt ook af door de tijd (bij constante einddatum T). Het duurzame beleggingsbeleid $w_t = \omega \Lambda_t$ impliceert daardoor dat het risico van de portefeuille daalt door de tijd.

De feitelijke uitkeringen $A_s(s)$ worden gevonden door recursief invullen van (2). Voor $s > 0$ volgt dan

$$\begin{aligned} A_s(s) &= A_0(s) \prod_{t=0}^{s-1} (1 + Z_{t+1}(s)) \\ &= A_0(s) \prod_{t=0}^{s-1} \left(1 + \frac{q_{s-t} \omega X_{S,t+1}}{1+Y}\right) \\ &= A_0(s) P_0(s) \prod_{t=0}^{s-1} (1 + Y + q_{s-t} \omega X_{S,t+1}) \end{aligned} \tag{23}$$

De eerste regel geeft aan dat de uitkering gelijk is aan de initiële aanspraken gecorrigeerd voor de jaarlijkse oprenting. Voor de oprenting wordt in de tweede regel gebruikgemaakt van uitsmeren en een duurzaam beleggingsbeleid. De laatste regel in (23) gebruikt de definitie van $P_0(s)$ als risicovrije disconteringsfactor.

De onbekenden in (23) zijn de initiële aanspraken bij pensionering $A_0(s)$. We veronderstellen dat het fonds het maximaal toegestane rendement inboekt. Dat maximum is 35% van de risicopremie, of minder wanneer de feitelijke risicovolle belegging minder dan

[7] Onderstaande formule wijkt af van BBNW vanwege een iets andere definitie van buitengewoon rendement. BBNW gebruiken $\tilde{X}_S = (R_S - Y)/(1+Y)$ voor het buitengewoon rendement en krijgen daarmee $(1+Y)(1+w\tilde{X}_S)$ voor het portefeuillerendement. Wij hanteren de definitie $X_S = R_S - Y$.

35% bedraagt. Daarmee moet dan een constante uitkering $\bar{A}$, onafhankelijk van s, bereikt worden. Daarom moet voor iedere s gelden dat

$$\begin{aligned}\bar{A} &= A_0(s)P_0(s)\prod_{t=0}^{s-1}\left(1+Y+\min(q_{s-t+1}\omega, 0{,}35)\bar{X}_S\right)\\ &= A_0(s)P_0(s)\prod_{t=1}^{s}\left(1+Y+\min(q_t\omega, 0{,}35)\bar{X}_S\right)\\ &\equiv A_0(s)P_0(s)K_0(s)^{-1} \qquad (24)\end{aligned}$$

waarbij $\bar{X}_S$ het verwachte overrendement is, en waarbij de laatste regel in (24) $K_0(s)$ definieert als een disconteringsfactor. In de tekst herschrijven we $K_0(s)$ als

$$K_0(s) = (1+\bar{R}_0(s))^{-s} \qquad (25)$$

met $\bar{R}_0(s)$ de *assumed interest rate* (AIR) voor een annuïtaire uitkering op tijdstip s. Herschikken van (24) geeft dat de keuze van de AIR de initiële aanspraken vastlegt als

$$P_0(s)A_0(s) = K_0(s)\bar{A}, \qquad (26)$$

Vanuit financieel theoretisch oogpunt drukt (26) niets anders uit dan de wet van behoud van waarde. De risicovrije aanspraak $A_0(s)$ heeft dezelfde waarde als de risicovolle aanspraak $\bar{A}$, mits beide worden gewaardeerd met de daartoe geëigende discontovoeten. Voor $A_0(s)$ is dat de risicovrije rente; voor $\bar{A}$ een voor risico gecorrigeerd hoger rendement.

Vanwege de budgetrestrictie op tijdstip 0 kan $\bar{A}$ bepaald worden als

$$\bar{A} = \frac{V_0}{\sum_{s=0}^{T}\pi_0(s)K_0(s)}, \qquad (27)$$

waarbij impliciet $\pi_0(0) = 1$ en $K_0(0) = 1$ zijn gedefinieerd.

B Renterisico

Deze appendix bevat de modelmatige achtergrond voor de verschillende toedelingsmechanismes en beleggingsportefeuilles in een Wvp-contract met renterisico. Voor de 1-jaars rente gebruiken we de notatie Y_t met disconteringsfactor $P_t(t+1) = 1/(1+Y_t)$.

Vaste annuïteit

Via de oprenting volgens (7) ontwikkelen verplichtingen zich als

$$\begin{aligned}L_{t+1} &= \sum_{s=t+1}^{T}\pi_0(s)P_{t+1}(s)A_{t+1}(s)\\ &= \sum_{s=t+1}^{T}\pi_0(s)P_{t+1}(s)A_t(s)\frac{P_t(s)}{P_{t+1}(s)P_t(t+1)}(1+Z_{t+1}(s))\\ &= \sum_{s=t+1}^{T}L_t(s)(1+Y_t)(1+Z_{t+1}(s)) \qquad (28)\end{aligned}$$

Op tijdstip t belegt het fonds in obligaties met afloopdatum $s = t + 1, \dots, T$. Het fonds kiest de gewichten

$$w_t(s) = \frac{L_t(s)}{\sum_{h=t+1}^{T} L_t(h)} = \ell_t(s) \tag{29}$$

voor een schuldtitel met afloopdatum s. Het rendement op elk van de schuldtitels is

$$1 + R_{t+1}(s) = \frac{P_{t+1}(s)}{P_t(s)} \tag{30}$$

Het vermogen ontwikkelt zich dan als

$$\begin{aligned} V_{t+1} &= (V_t - L_t(t))(1 + R_{t+1}) \\ &= \left(\sum_{h=t+1}^{T} L_t(h)\right)\left(\sum_{s=t+1}^{T} w_t(s)\frac{P_{t+1}(s)}{P_t(s)}\right) \\ &= \sum_{s=t+1}^{T} L_t(s)\frac{P_{t+1}(s)}{P_t(s)} \end{aligned} \tag{31}$$

Om 100% dekkingsgraad te behouden moeten verplichtingen in (28) gelijk blijven aan het vermogen in (31). Daaruit volgt dat aanspraken moeten worden aangepast via de toedelingsregel

$$(1 + Y_t)(1 + Z_{t+1}(s)) = \frac{P_{t+1}(s)}{P_t(s)} \tag{32}$$

Het rendement op de obligatie met afloopdatum s wordt volledig toegerekend aan de aanspraak met diezelfde datum. Omdat de toedeling exacte compensatie biedt voor de herwaardering, volgt daarmee meteen dat de aanspraken niet door de tijd veranderen. Invullen van (32) in (7) geeft $A_{t+1}(s) = A_t(s)$.

Initiële aanspraken worden vastgesteld als $\bar{A}$ in vergelijking (27) op basis van de huidige termijnstructuur $P_0(s)$. Die aanspraken zijn onafhankelijk van s en voldoen aan de budgetrestrictie $V_0 = L_0$.

De gewichten $w_t(s)$ veranderen doordat een deel van het vermogen wordt uitbetaald en de rente verandert. Er is echter geen actieve aanpassing van de portefeuille nodig. De initiële allocatie wordt gewoon aangehouden en contracten die aflopen worden gebruikt voor de pensioen-uitkeringen.

Aandelen

Wanneer alleen in aandelen wordt belegd is het portefeuillerendement gelijk aan het rendement op aandelen. We zullen gebruikmaken van de uniforme toedelingsregel

$$1 + Z_{t+1}(s) = \frac{1 + R_{S,t+1}}{1 + Y_t} \tag{33}$$

Aanspraken volgen dan volgens (7) als

$$A_{t+1}(s) = A_t(s)\frac{P_t(s)}{P_{t+1}(s)}(1 + R_{S,t+1}) \tag{34}$$

Recursief invullen geeft de uitkering

$$A_s(s) = A_0(s)P_0(s)\prod_{t=1}^{s}(1 + R_{S,t}) \tag{35}$$

Die uitkering is afhankelijk van de vaste dalingen opgenomen in $A_0(s)$ en het gerealiseerde rendement op aandelen. Door de gekozen aanpassingsregel (33) speelt de jaarlijkse herwaardering van de verplichtingen geen rol voor de feitelijke uitkering. Het directe renterisico is volledig geconcentreerd in de termijnstructuur op moment van pensionering.

Voor de verdere analyse is een veronderstelling nodig over het verwachte rendement op aandelen. Volgens de Wvp mag slechts een deel van de risicopremie worden meegenomen bij het vaststellen van de vaste dalingen om de initiële aanspraken te bepalen. Wanneer we het rendement opsplitsen als $R_{S,t+1} = Y_t + X_{S,t+1}$, betekent dat dat we een inschatting moeten maken van

$$K_0(s)^{-1} = \mathrm{E}\left[\prod_{t=0}^{s-1}(1 + Y_t + 0{,}35X_{S,t+1})\right] \tag{36}$$

Met een variabele rente Y_t is hiervoor geen eenvoudige formule beschikbaar. Appendix C gaat hier dieper op in. Gegeven $K_0(s)$, of equivalent de AIR $\bar{R}_0(s)$, is de verdere uitwerking analoog aan (26) en (27) in het basismodel met vaste rente.

Meerdere beleggingscategorieën

De analyse van het model met M beleggingscategorieën met rendementen $R_{i,t+1}$ verloopt vrijwel analoog aan de al besproken varianten. Er zijn twee nieuwe elementen: wel of niet instrumentspecifiek toedelen, en de definitie van vaste daling bij meerdere risicopremies.

Bij toedelen op basis van het totale rendement passen verplichtingen zich aan als

$$\begin{aligned}\sum_{s=t+1}^{T} L_{t+1}(s) &= \sum_{s=t+1}^{T} L_t(s)(1 + Y_t)(1 + Z_{t+1}(s)) \\ &= \sum_{s=t+1}^{T} L_t(s)\left(1 + Y_t + \frac{q_{s-t}}{\Lambda_t}\sum_{i=1}^{M} w_{it}X_{i,t+1}\right)\end{aligned} \tag{37}$$

Anderzijds, via het rendement op het vermogen krijgen we

$$(V_t - L_t(t))(1 + R_{t+1}) = \left(\sum_{s=t+1}^{T} L_t(s)\right)\left(1 + Y_t + \sum_{i=1}^{M} w_{it}X_{i,t+1}\right) \tag{38}$$

De budgetrestrictie eist dat (37) en (38) aan elkaar gelijk zijn, en dus vinden we de inmiddels bekende uitdrukking voor de herstelcapaciteit

$$\Lambda_t = \sum_{s=t+1}^{T} \ell_t(s)q_{s-t} \tag{39}$$

Net als in BBNW kunnen we ook weer een evenwichtig beleggingsbeleid definieren door voor elk instrument het gewicht vast te stellen als $w_{it} = \omega_i \Lambda_t$. Aanspraken groeien dan als

$$\frac{A_{t+1}(s)}{A_t(s)} = \frac{P_t(s)}{P_{t+1}(s)} \left(1 + Y_t + q_{s-t} \sum_i \omega_i X_{i,t+1} \right) \tag{40}$$

Recursief invullen van (40) geeft de uiteindelijke uitkering als

$$A_s(s) = A_0(s) P_0(s) \prod_{t=0}^{s-1} \left(1 + Y_t + q_{s-t} \sum_i \omega_i X_{i,t+1} \right) \tag{41}$$

Net als in de vorige paragraaf met alleen aandelen is het niet meer mogelijk om expliciet de verwachtingen uit te rekenen zonder veel extra veronderstellingen omtrent de toekomstige rente en de verschillende beleggingscategorieën.

Het enige dat we nog moeten vaststellen is de beleggingsportefeuille. Met meerdere instrumenten en renterisico is dat niet meer een eenvoudige keuze tussen aandelen en risicovrij rendement. We gaan hier niet verder in op portefeuillekeuze. Wel van belang is in welke mate elke beleggingscategorie meetelt in de maximaal toegestane blootstelling ten behoeve van de vaststelling van de vaste daling. Na vaststelling van de vaste daling volgen de initiële aanspraken analoog aan (26) en (27).

Wanneer een van de instrumenten een obligatie-index is, dan kan die gebruikt worden om een deel van het renterisico af te dekken. Bij het bepalen van de maximale vaste daling wordt alleen rekening gehouden met de risicopremie van aandelen, en geldt de vastrentende portefeuille als risicovrij.

Tot slot beschouwen we een situatie met instrumentspecifiek toedelen. De budgetrestrictie impliceert in dit geval dat voor elk van de instrumenten moet gelden

$$\sum_{s=t+1}^{T} \ell_t(s) q_{i,s-t} = \Lambda_{it} \tag{42}$$

Anderszins is alles gelijk aan al eerder besproken gevallen.

Eén voorbeeld daarvan is de vaste annuïteit die al eerder besproken is, waarbij rendementen op vastrentende waarden met verschillende looptijden aan specifieke aanspraken werden toegekend. Binnen het model met instrumentspecifiek toedelen krijgen we de vaste annuïteit door de gewichten $w_{it} = \ell_t(s)$ voor $i = s$ en uitsmeerparameters $q_{s,s-t} = 1$ en $q_{i,h-t} = 0$ voor $i \neq h$.

C Verwacht rendement op lange termijn

Wanneer het verwachte rendement op aandelen tijdsafhankelijk is, wordt het vaststellen van de verwachte uitkering technisch lastiger en afhankelijk van een reeks modelveronderstellingen. Om de problematiek te illustreren bekijken we het contract in sectie 3 met een variabele rente en een pensioenvermogen dat geheel in aandelen is belegd. Voor de vaste dalingen hebben we de verwachting nodig van het cumulatief rendement

$$C_{0s} = \prod_{t=0}^{s-1} \left(1 + Y_t + 0{,}35 X_{S,t+1} \right) \tag{43}$$

De meest gebruikte methode om een schatting van de verwachting $\mathrm{E}[C_0(s)] = K_0(s)^{-1}$ te maken gaat uit van een loglineaire benadering. Voorbeelden zijn de modellen in Campbell en Viceira (2001), Koijen et al. (2011), en Hoevenaars et al. (2008). Daarbij is een groot aantal aannames nodig, waaronder een rentevisie, een visie over *mean reversion* in aandelenrendement, de samenhang tussen rente en aandelen, en lognormaal verdeelde rendementen. Met al die veronderstellingen is het weliswaar mogelijk een analytische uitdrukking te krijgen, maar erg inzichtelijk is die niet.

We sluiten bij het calibreren van de vaste dalingen zo veel mogelijk aan bij het advies van de Commissie Parameters. Conform het advies van de Commissie Parameters uit 2014 gebruiken we een netto meetkundig gemiddelde van $6{,}75\%$ voor het verwachte rendement op aandelen.[8] Vanwege de variabele rente hebben we hiermee nog geen uitdrukking voor het verwachte cumulatieve rendement. Praktisch gezien kiezen we er daarom voor de vaste dalingen via simulatie te verkrijgen. Die simulaties zijn nog steeds modelafhankelijk, maar in ieder geval is de berekening transparanter. Voor de simulaties baseren we ons op de scenariosets van DNB voor de haalbaarheidstoets.

In de DNB-scenario's zijn log rendementen $r_S = \ln(1 + R_S)$ en log rentes $y_t = \ln(1 + Y_t)$ normaal verdeeld. De belangrijkste modelveronderstelling die ten grondslag ligt aan het scenariomodel van DNB (zie Muns (2015) en Draper (2014)) is een constante risicopremie voor het log rendement,

$$\mathrm{E}_t[r_{S,t+1}] = y_t + \lambda, \tag{44}$$

Daarnaast is er een beperkte mean reversion voor rente. Tabel 2 geeft een inzicht in de eigenschappen van de scenario's voor 2019Q3. Vanuit de historisch lage rente aan het begin van 2019Q3 is er een lichte opwaartse tendens. Voor aandelen vinden we in de eerste periode een gemiddeld meetkundig rendement van $2{,}7\%$. De DNB-scenario's wijken daarmee af van de veronderstelde waarden van de Commissie Parameters.

Wanneer de scenario's een gemiddeld lager rendement laten zien dan is verondersteld bij het berekenen van de uitkering vlak na pensionering, dan zullen uitkeringspaden die afhankelijk zijn van risicovolle rendementen, en waarvan het de bedoeling is dat ze vlak zijn in de tijd, gemiddeld dalend verlopen. We hebben er daarom voor gekozen om in eerste instantie alle varianten door te rekenen met scenario's die consistent zijn met de veronderstellingen van de Commissie Parameters. Om dat te doen hebben we bij alle log aandelenrendementen $r_{S,t}$ in de DNB-scenario's elke periode een constante opgeteld, zodanig dat een meetkundig gemiddeld rendement van $6{,}75\%$ resulteert onafhankelijk van de rente. De ruwe DNB-scenario's, dus zonder de aanpassing van het aandelenrendement, gebruiken we om de robuustheid van een regeling te onderzoeken.

Tabel 2 laat zien dat met de aanpassing de mediaan van de gecorrigeerde rendementen exact gelijk is $6{,}75\%$. Door de scheefheid van de verdeling komt het rekenkundig rendement van aandelen uit op 8.3%. Om enige robuustheid in te bouwen in onze evaluaties, ook ingegeven door de grote modelonzekerheid bij een lange horizon (Hoevenaars et al., 2014; Pastor en Stambaugh, 2012), hebben we gekozen om alle vaste dalingen vast te stellen met de mediaan in plaats van het gemiddelde. Voor een set van M scenario's met rentes $Y_t^{(j)}$ en (gecorrigeerde) buitengewone rendementen $X_{S,t+1}^{(j)}$ berekenen we het cumulatief rendement $C_0(s)^{(j)}$ ($j = 1, \ldots, M$). Vervolgens bepalen we voor elke s de mediaan

[8] Zie het Advies uit 2014 (Commissie Parameters, 2014). Dit is de geldige waarde in 2019 ten tijde van ons onderzoek. In het nieuwe advies van 2019 adviseert de commissie (Commissie Parameters, 2019) een verwacht meetkundig rendement van 5,6%.

		Rente		Aandelen			Inflatie
	jaar	1-jaars	10-jaars	ruw	log	cor	log
Gemiddeld	1	-0,38	0,13	4,12	2,62	8,26	0,73
Mediaan		-0,38	0,13	2,66	2,62	6,75	0,73
Stdev				17,60	16,81	18,30	0,70
Gemiddeld	40	2,44	2,95	6,80	5,13	8,30	1,95
Mediaan		2,39	2,92	5,27	5,14	6,75	1,95
Stdev		3,13	2,54	18,25	16,99	18,51	1,55

De tabel geeft informatie over de verdeling van rente, aandelenrendement en inflatie van de 2000 scenario's in HBT SCENARIOSET Q3 zoals gepubliceerd op `www.toezicht.dnb.nl`. De 1-jaars en 10-jaars rentes zijn berekend met de formule in de toelichting bij de scenario's. Voor aandelen heeft de kolom 'ruw' betrekking op de rendementen zoals aanwezig in de scenario's. De kolom 'log' rekent met log-rendementen gedefinieerd als $r_s = \ln(1 + R_S)$. Aangepaste rendementen ('cor') in scenario j in jaar t zijn gedefinieerd als

$$1 + \tilde{R}_{S,t}^{(j)} = 1{,}0675 \frac{1 + R_{S,t}^{(j)}}{1 + \mathrm{med}(R_{S,t})}$$

met $\mathrm{med}(R_{S,t})$ de mediaan van de rendementen in de ruwe scenarioset in jaar t. Inflatie is eveneens gebaseerd op veranderingen in de log van de prijsindex. Kolom 'jaar' duidt het jaar in de scenario's aan. Voor rente is dat altijd een jaar terug: nominale rente voor periode t is bekend op $t - 1$. Eenheid voor alle tabeluitkomsten is procent per jaar.

Tabel 2: DNB-scenario's

over alle paden, en stellen die gelijk aan $K_0(s)^{-1}$ in (25) en (5), de disconteringsfactor om de initiële aanspraken te berekenen. Door te werken met een mediaan in plaats van het gemiddelde zal de mediane uitkering constant door de tijd verlopen in de simulaties, terwijl de gemiddelde uitkering langzaam zal stijgen.

D Meer perioden

In de simulaties waarderen we consumptie in meerdere perioden. In dat geval is er ook een afweging tussen consumptie op T en consumptie op andere tijdstippen. De standaardspecificatie (45) met CRRA-preferenties

$$U(w) = \mathrm{E}_0 \left[\sum_{t=0}^{T} \pi_0(t) \delta^t \frac{C_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} \right] \tag{45}$$

heeft als nadeel dat de parameter γ nu twee functies heeft. Net als in het model met slechts een consumptiemoment is het een maatstaf van risicoaversie. In het meerperiodenmodel is het echter ook een maatstaf voor intertemporele substitutie tussen consumptie in verschillende perioden via de marginale substitutieverhouding

$$\mathrm{MRS}_{t,t+1} = \delta \left(\frac{C_{t+1}}{C_t} \right)^{-\gamma} \tag{46}$$

Risicoaversie en intertemporele substitutie zijn wezenlijk andere kenmerken van gedrag. Campbell en Viceira (2002, hfd 1) bespreken hoe beide aspecten van invloed zijn op optimale beleggingen en op spaargedrag. Het is ongelukkig wanneer beide op dezelfde parameter γ zijn gebaseerd. De voorkeur van de literatuur gaat daarom uit naar zogenaamde Epstein-Zin-preferenties. Campbell (2018, sectie 6.4) geeft een toegankelijke inleiding in deze specificatie van preferenties. Met Epstein-Zin-preferenties krijgt de marginale substitutieverhouding (46) de vorm,

$$M_{t+1} = \left(\delta\left(\frac{C_{t+1}}{C_t}\right)^{-1/\psi}\right)^{\theta}\left(\frac{1}{1+R_{t+1}}\right)^{1-\theta} \tag{47}$$

met $\theta = (1-\gamma)/(1-1/\psi)$, waarbij ψ de elasticiteit van intertemporele substitutie weergeeft. Het standaardmodel (17) volgt wanneer $\gamma = 1/\psi$. Empirisch blijkt dat hoge risicoaversie γ samen gaat met een redelijke mate van bereidheid tot aanpassing van consumptie over de tijd. Met andere woorden, γ is veel groter dan $1/\psi$. Dit zou impliceren dat een zeer defensieve beleggingsportefeuille samen kan gaan met een geringe behoefte schokken te spreiden. Een bekende toepassing van Epstein-Zin-nutsfuncties is het *lifecycle* model in Campbell et al. (2003). Hier kiest een individu een optimale beleggingsportefeuille en tegelijk ook een optimaal spaargedrag. In een pensioenregeling ligt het spaargedrag al vast via de vastgestelde premies.

OVERZICHT UITGAVEN IN DE DESIGN PAPER SERIE

1 Naar een nieuw pensioencontract (2011)
Lans Bovenberg en Casper van Ewijk
2 Langlevenrisico in collectieve pensioencontracten (2011)
Anja De Waegenaere, Alexander Paulis en Job Stigter
3 Bouwstenen voor nieuwe pensioencontracten en uitdagingen voor het toezicht daarop (2011)
Theo Nijman en Lans Bovenberg
4 European supervision of pension funds: purpose, scope and design (2011)
Niels Kortleve, Wilfried Mulder and Antoon Pelsser
5 Regulating pensions: Why the European Union matters (2011)
Ton van den Brink, Hans van Meerten and Sybe de Vries
6 The design of European supervision of pension funds (2012)
Dirk Broeders, Niels Kortleve, Antoon Pelsser and Jan-Willem Wijckmans
7 Hoe gevoelig is de uittredeleeftijd voor veranderingen in het pensioenstelsel? (2012)
Didier Fouarge, Andries de Grip en Raymond Montizaan
8 De inkomensverdeling en levensverwachting van ouderen (2012)
Marike Knoef, Rob Alessie en Adriaan Kalwij
9 Marktconsistente waardering van zachte pensioenrechten (2012)
Theo Nijman en Bas Werker
10 De RAM in het nieuwe pensioenakkoord (2012)
Frank de Jong en Peter Schotman
11 The longevity risk of the Dutch Actuarial Association's projection model (2012)
Frederik Peters, Wilma Nusselder and Johan Mackenbach
12 Het koppelen van pensioenleeftijd en pensioenaanspraken aan de levensverwachting (2012)
Anja De Waegenaere, Bertrand Melenberg en Tim Boonen
13 Impliciete en expliciete leeftijdsdifferentiatie in pensioencontracten (2013)
Roel Mehlkopf, Jan Bonenkamp, Casper van Ewijk, Harry ter Rele en Ed Westerhout
14 Hoofdlijnen Pensioenakkoord, juridisch begrepen (2013)
Mark Heemskerk, Bas de Jong en René Maatman
15 Different people, different choices: The influence of visual stimuli in communication on pension choice (2013)
Elisabeth Brüggen, Ingrid Rohde and Mijke van den Broeke
16 Herverdeling door pensioenregelingen (2013)
Jan Bonenkamp, Wilma Nusselder, Johan Mackenbach, Frederik Peters en Harry ter Rele
17 Guarantees and habit formation in pension schemes: A critical analysis of the floor-leverage rule (2013)
Frank de Jong and Yang Zhou
18 The holistic balance sheet as a building block in pension fund supervision (2013)
Erwin Fransen, Niels Kortleve, Hans Schumacher, Hans Staring and Jan-Willem Wijckmans
19 Collective pension schemes and individual choice (2013)
Jules van Binsbergen, Dirk Broeders, Myrthe de Jong and Ralph Koijen
20 Building a distribution builder: Design considerations for financial investment and pension decisions (2013)
Bas Donkers, Carlos Lourenço, Daniel Goldstein and Benedict Dellaert

21 Escalerende garantietoezeggingen: een alternatief voor het StAr RAM-contract (2013)
Servaas van Bilsen, Roger Laeven en Theo Nijman
22 A reporting standard for defined contribution pension plans (2013)
Kees de Vaan, Daniele Fano, Herialt Mens and Giovanna Nicodano
23 Op naar actieve pensioenconsumenten: Inhoudelijke kenmerken en randvoorwaarden van effectieve pensioencommunicatie (2013)
Niels Kortleve, Guido Verbaal en Charlotte Kuiper
24 Naar een nieuw deelnemergericht UPO (2013)
Charlotte Kuiper, Arthur van Soest en Cees Dert
25 Measuring retirement savings adequacy; developing a multi-pillar approach in the Netherlands (2013)
Marike Knoef, Jim Been, Rob Alessie, Koen Caminada, Kees Goudswaard, and Adriaan Kalwij
26 Illiquiditeit voor pensioenfondsen en verzekeraars: Rendement versus risico (2014)
Joost Driessen
27 De doorsneesystematiek in aanvullende pensioenregelingen: effecten, alternatieven en transitiepaden (2014)
Jan Bonenkamp, Ryanne Cox en Marcel Lever
28 EIOPA: bevoegdheden en rechtsbescherming (2014)
Ivor Witte
29 Een institutionele beleggersblik op de Nederlandse woningmarkt (2013)
Dirk Brounen en Ronald Mahieu
30 Verzekeraar en het reële pensioencontract (2014)
Jolanda van den Brink, Erik Lutjens en Ivor Witte
31 Pensioen, consumptiebehoeften en ouderenzorg (2014)
Marike Knoef, Arjen Hussem, Arjan Soede en Jochem de Bresser
32 Habit formation: implications for pension plans (2014)
Frank de Jong and Yang Zhou
33 Het Algemeen pensioenfonds en de taakafbakening (2014)
Ivor Witte
34 Intergenerational Risk Trading (2014)
Jiajia Cui and Eduard Ponds
35 Beëindiging van de doorsneesystematiek: juridisch navigeren naar alternatieven (2015)
Dick Boeijen, Mark Heemskerk en René Maatman
36 Purchasing an annuity: now or later? The role of interest rates (2015)
Thijs Markwat, Roderick Molenaar and Juan Carlos Rodriguez
37 Entrepreneurs without wealth? An overview of their portfolio using different data sources for the Netherlands (2015)
Mauro Mastrogiacomo, Yue Li and Rik Dillingh
38 The psychology and economics of reverse mortgage attitudes. Evidence from the Netherlands (2015)
Rik Dillingh, Henriëtte Prast, Mariacristina Rossi and Cesira Urzì Brancati
39 Keuzevrijheid in de uittreedleeftijd (2015)
Arthur van Soest
40 Afschaffing doorsneesystematiek: verkenning van varianten (2015)
Jan Bonenkamp en Marcel Lever
41 Nederlandse pensioenopbouw in internationaal perspectief (2015)
Marike Knoef, Kees Goudswaard, Jim Been en Koen Caminada
42 Intergenerationele risicodeling in collectieve en individuele pensioencontracten (2015)
Jan Bonenkamp, Peter Broer en Ed Westerhout
43 Inflation Experiences of Retirees (2015)
Adriaan Kalwij, Rob Alessie, Jonathan Gardner and Ashik Anwar Ali
44 Financial fairness and conditional indexation (2015)
Torsten Kleinow and Hans Schumacher
45 Lessons from the Swedish occupational pension system (2015)
Lans Bovenberg, Ryanne Cox and Stefan Lundbergh

46 Heldere en harde pensioenrechten onder een PPR (2016)
Mark Heemskerk, René Maatman en Bas Werker

47 Segmentation of pension plan participants: Identifying dimensions of heterogeneity (2016)
Wiebke Eberhardt, Elisabeth Brüggen, Thomas Post and Chantal Hoet

48 How do people spend their time before and after retirement? (2016)
Johannes Binswanger

49 Naar een nieuwe aanpak voor risicoprofielmeting voor deelnemers in pensioenregelingen (2016)
Benedict Dellaert, Bas Donkers, Marc Turlings, Tom Steenkamp en Ed Vermeulen

50 Individueel defined contribution in de uitkeringsfase (2016)
Tom Steenkamp

51 Wat vinden en verwachten Nederlanders van het pensioen? (2016)
Arthur van Soest

52 Do life expectancy projections need to account for the impact of smoking? (2016)
Frederik Peters, Johan Mackenbach en Wilma Nusselder

53 Effecten van gelaagdheid in pensioendocumenten: een gebruikersstudie (2016)
Louise Nell, Leo Lentz en Henk Pander Maat

54 Term Structures with Converging Forward Rates (2016)
Michel Vellekoop and Jan de Kort

55 Participation and choice in funded pension plans (2016)
Manuel García-Huitrón and Eduard Ponds

56 Interest rate models for pension and insurance regulation (2016)
Dirk Broeders, Frank de Jong and Peter Schotman

57 An evaluation of the nFTK (2016)
Lei Shu, Bertrand Melenberg and Hans Schumacher

58 Pensioenen en inkomensongelijkheid onder ouderen in Europa (2016)
Koen Caminada, Kees Goudswaard, Jim Been en Marike Knoef

59 Towards a practical and scientifically sound tool for measuring time and risk preferences in pension savings decisions (2016)
Jan Potters, Arno Riedl and Paul Smeets

60 Save more or retire later? Retirement planning heterogeneity and perceptions of savings adequacy and income constraints (2016)
Ron van Schie, Benedict Dellaert and Bas Donkers

61 Uitstroom van oudere werknemers bij overheid en onderwijs. Selectie uit de poort (2016)
Frank Cörvers en Janneke Wilschut

62 Pension risk preferences. A personalized elicitation method and its impact on asset allocation (2016)
Gosse Alserda, Benedict Dellaert, Laurens Swinkels and Fieke van der Lecq

63 Market-consistent valuation of pension liabilities (2016)
Antoon Pelsser, Ahmad Salahnejhad and Ramon van den Akker

64 Will we repay our debts before retirement? Or did we already, but nobody noticed? (2016)
Mauro Mastrogiacomo

65 Effectieve ondersteuning van zelfmanagement voor de consument (2016)
Peter Lapperre, Alwin Oerlemans en Benedict Dellaert

66 Risk sharing rules for longevity risk: impact and wealth transfers (2017)
Anja De Waegenaere, Bertrand Melenberg and Thijs Markwat

67 Heterogeniteit in doorsneeproblematiek. Hoe pakt de transitie naar degressieve opbouw uit voor verschillende pensioenfondsen? (2017)
Loes Frehen, Wouter van Wel, Casper van Ewijk, Johan Bonekamp, Joost van Valkengoed en Dick Boeijen

68 De toereikendheid van pensioenopbouw na de crisis en pensioenhervormingen (2017)
Marike Knoef, Jim Been, Koen Caminada, Kees Goudswaard en Jason Rhuggenaath

69 De combinatie van betaald en onbetaald werk in de jaren voor pensioen (2017)
Marleen Damman en Hanna van Solinge
70 Default life-cycles for retirement savings (2017)
Anna Grebenchtchikova, Roderick Molenaar, Peter Schotman en Bas Werker
71 Welke keuzemogelijkheden zijn wenselijk vanuit het perspectief van de deelnemer? (2017)
Casper van Ewijk, Roel Mehlkopf, Sara van den Bleeken en Chantal Hoet
72 Activating pension plan participants: investment and assurance frames (2017)
Wiebke Eberhardt, Elisabeth Brüggen, Thomas Post en Chantal Hoet
73 Zerotopia – bounded and unbounded pension adventures (2017)
Samuel Sender
74 Keuzemogelijkheden en maatwerk binnen pensioenregelingen (2017)
Saskia Bakels, Agnes Joseph, Niels Kortleve en Theo Nijman
75 Polderen over het pensioenstelsel. Het debat tussen de sociale partners en de overheid over de oudedagvoorzieningen in Nederland, 1945-2000 (2017)
Paul Brusse
76 Van uitkeringsovereenkomst naar PPR (2017)
Mark Heemskerk, Kees Kamminga, René Maatman en Bas Werker
77 Pensioenresultaat bij degressieve opbouw en progressieve premie (2017)
Marcel Lever en Sander Muns
78 Bestedingsbehoeften bij een afnemende gezondheid na pensionering (2017)
Lieke Kools en Marike Knoef
79 Model Risk in the Pricing of Reverse Mortgage Products (2017)
Anja De Waegenaere, Bertrand Melenberg, Hans Schumacher, Lei Shu and Lieke Werner
80 Expected Shortfall voor toezicht op verzekeraars: is het relevant? (2017)
Tim Boonen
81 The Effect of the Assumed Interest Rate and Smoothing on Variable Annuities (2017)
Anne G. Balter and Bas J.M. Werker
82 Consumer acceptance of online pension investment advice (2017)
Benedict Dellaert, Bas Donkers and Carlos Lourenço
83 Individualized life-cycle investing (2017)
Gréta Oleár, Frank de Jong and Ingmar Minderhoud
84 The value and risk of intergenerational risk sharing (2017)
Bas Werker
85 Pensioenwensen voor en na de crisis (2017)
Jochem de Bresser, Marike Knoef en Lieke Kools
86 Welke vaste dalingen en welk beleggingsbeleid passen bij gewenste uitkeringsprofielen in verbeterde premieregelingen? (2017)
Johan Bonekamp, Lans Bovenberg, Theo Nijman en Bas Werker
87 Inkomens- en vermogensafhankelijke eigen bijdragen in de langdurige ouderenzorg: een levensloopperspectief (2017)
Arjen Hussem, Harry ter Rele en Bram Wouterse
88 Creating good choice environments – Insights from research and industry practice (2017)
Elisabeth Brüggen, Thomas Post and Kimberley van der Heijden
89 Two decades of working beyond age 65 in the Netherlands. Health trends and changes in socio-economic and work factors to determine the feasibility of extending working lives beyond age 65 (2017)
Dorly Deeg, Maaike van der Noordt and Suzan van der Pas
90 Cardiovascular disease in older workers. How can workforce participation be maintained in light of changes over time in determinants of cardiovascular disease? (2017)
Dorly Deeg, E. Burgers and Maaike van der Noordt
91 Zicht op zzp-pensioen (2017)
Wim Zwinkels, Marike Knoef, Jim Been, Koen Caminada en Kees Goudswaard

92 Return, risk, and the preferred mix of PAYG and funded pensions (2017)
Marcel Lever, Thomas Michielsen and Sander Muns
93 Life events and participant engagement in pension plans (2017)
Matthew Blakstad, Elisabeth Brüggen and Thomas Post
94 Parttime pensioneren en de arbeidsparticipatie (2017)
Raymond Montizaan
95 Keuzevrijheid in pensioen: ons brein wil niet kiezen, maar wel gekozen hebben (2018)
Walter Limpens en Joyce Vonken
96 Employability after age 65? Trends over 23 years in life expectancy in good and in poor physical and cognitive health of 65-74-year-olds in the Netherlands (2018)
Dorly Deeg, Maaike van der Noordt, Emiel Hoogendijk, Hannie Comijs and Martijn Huisman
97 Loslaten van de verplichte pensioenleeftijd en het organisatieklimaat rondom langer doorwerken (2018)
Jaap Oude Mulders, Kène Henkens en Harry van Dalen
98 Overgangseffecten bij introductie degressieve opbouw (2018)
Bas Werker
99 You're invited – RSVP! The role of tailoring in incentivising people to delve into their pension situation (2018)
Milena Dinkova, Sanne Elling, Adriaan Kalwij en Leo Lentz
100 Geleidelijke uittreding en de rol van deeltijdpensioen (2018)
Jonneke Bolhaar en Daniël van Vuuren
101 Naar een model voor pensioencommunicatie (2018)
Leo Lentz, Louise Nell en Henk Pander Maat
102 Tien jaar UPO. Een terugblik en vooruitblik op inhoud, doelen en effectiviteit (2018)
Sanne Elling en Leo Lentz
103 Health and household expenditures (2018)
Raun van Ooijen, Jochem de Bresser en Marike Knoef
104 Keuzevrijheid in de uitkeringsfase: internationale ervaringen (2018)
Marcel Lever, Eduard Ponds, Rik Dillingh en Ralph Stevens
105 The move towards riskier pension products in the world's best pension systems (2018)
Anne G. Balter, Malene Kallestrup-Lamb and Jesper Rangvid
106 Life Cycle Option Value: The value of consumer flexibility in planning for retirement (2018)
Sonja Wendel, Benedict Dellaert and Bas Donkers
107 Naar een duidelijk eigendomsbegrip (2018)
Jop Tangelder
108 Effect van stijging AOW-leeftijd op arbeidsongeschiktheid (2018)
Rik Dillingh, Jonneke Bolhaar, Marcel Lever, Harry ter Rele, Lisette Swart en Koen van der Ven
109 Is de toekomst gearriveerd? Data science en individuele keuzemogelijkheden in pensioen (2018)
Wesley Kaufmann, Bastiaan Starink en Bas Werker
110 De woontevredenheid van ouderen in Nederland (2018)
Jan Rouwendal
111 Towards better prediction of individual longevity (2018)
Dorly Deeg, Jan Kardaun, Maaike van der Noordt, Emiel Hoogendijk en Natasja van Schoor
112 Framing in pensioenkeuzes. Het effect van framing in de keuze voor beleggingsprofiel in DC-plannen naar aanleiding van de Wet verbeterde premieregeling (2018)
Marijke van Putten, Rogier Potter van Loon, Marc Turlings en Eric van Dijk
113 Working life expectancy in good and poor self-perceived health among Dutch workers aged 55–65 years with a chronic disease over the period 1992–2016 (2019)
Astrid de Wind, Maaike van der Noordt, Dorly Deeg and Cécile Boot
114 Working conditions in post-retirement jobs: A European comparison (2019)
Ellen Dingemans and Kène Henkens

115 Is additional indebtedness the way to increase mortgage-default insurance coverage? (2019)
Yeorim Kim, Mauro Mastrogiacomo, Stefan Hochguertel and Hans Bloemen

116 Appreciated but complicated pension Choices? Insights from the Swedish Premium Pension System (2019)
Monika Böhnke, Elisabeth Brüggen and Thomas Post

117 Towards integrated personal financial planning. Information barriers and design propositions (2019)
Nitesh Bharosa and Marijn Janssen

118 The effect of tailoring pension information on navigation behavior (2019)
Milena Dinkova, Sanne Elling, Adriaan Kalwij and Leo Lentz

119 Opleiding, levensverwachting en pensioenleeftijd: een vergelijking van Nederland met andere Europese landen (2019)
Johan Mackenbach, José Rubio Valverde en Wilma Nusselder

120 Giving with a warm hand: Evidence on estate planning and bequests (2019)
Eduard Suari-Andreu, Raun van Ooijen, Rob J.M. Alessie and Viola Angelini

121 Investeren in menselijk kapitaal: een gecombineerd werknemers- en werkgeversperspectief (2019)
Raymond Montizaan, Merlin Nieste en Davey Poulissen

122 The rise in life expectancy – corresponding rise in subjective life expectancy? Changes over the period 1999-2016 (2019)
Dorly Deeg, Maaike van der Noordt, Noëlle Sant, Henrike Galenkamp, Fanny Janssen and Martijn Huisman

123 Pensioenaanvullingen uit het eigen woningbezit (2019)
Dirk Brounen, Niels Kortleve en Eduard Ponds

124 Personal and work-related predictors of early exit from paid work among older workers with health limitations (2019)
Nils Plomp, Sascha de Breij and Dorly Deeg

125 Het delen van langlevenrisico (2019)
Anja De Waegenaere, Agnes Joseph, Pascal Janssen en Michel Vellekoop

126 Maatwerk in pensioencommunicatie (2019)
Sanne Elling en Leo Lentz

127 Dutch Employers' Responses to an Aging Workforce: Evidence from Surveys, 2009-2017 (2019)
Jaap Oude Mulders, Kène Henkens and Hendrik P. van Dalen

128 Preferences for solidarity and attitudes towards the Dutch pension system – Evidence from a representative sample (2019)
Arno Riedl, Hans Schmeets and Peter Werner

129 Deeltijdpensioen geen wondermiddel voor langer doorwerken (2019)
Henk-Wim de Boer, Tunga Kantarcı, Daniel van Vuuren en Ed Westerhout

130 Spaarmotieven en consumptiegedrag (2019)
Johan Bonekamp en Arthur van Soest

131 Substitute services: a barrier to controlling long-term care expenditures (2019)
Mark Kattenberg and Pieter Bakx

132 Voorstel keuzearchitectuur pensioensparen voor zelfstandigen (2019)
Jona Linde

133 The impact of the virtual integration of assets on pension risk preferences of individuals (2019)
Sesil Lim, Bas Donkers en Benedict Dellaert

134 Reforming the statutory retirement age: Policy preferences of employers (2019)
Hendrik P. van Dalen, Kène Henkens and Jaap Oude Mulders

135 Compensatie bij afschaffing doorsnee-systematiek (2019)
Dick Boeijen, Chantal de Groot, Mark Heemskerk, Niels Kortleve en René Maatman

136 Debt affordability after retirement, interest rate shocks and voluntary repayments (2019)
Mauro Mastrogiacomo

137 Using social norms to activate pension plan members: insights from practice (2019)
Joyce Augustus-Vonken, Pieter Verhallen, Lisa Brüggen and Thomas Post

138 Alternatieven voor de huidige verplicht-stelling van bedrijfstakpensioenfondsen (2020)
Erik Lutjens en Fieke van der Lecq

139 Eigen bijdrage aan ouderenzorg (2020)
Pieter Bakx, Judith Bom, Marianne Tenand en Bram Wouterse

140 Inrichting fiscaal kader bij afschaffing doorsneesystematiek (2020)
Bastiaan Starink en Michael Visser

141 Hervorming langdurige zorg: trends in het gebruik van verpleging en verzorging (2020)
Pieter Bakx, Pilar Garcia-Gomez, Sara Rellstab, Erik Schut en Eddy van Doorslaer

142 Genetic health risks, insurance, and retirement (2020)
Richard Karlsson Linnér and Philipp D. Koellinger

143 Publieke middelen voor particuliere ouderenzorg (2020)
Arjen Hussem, Marianne Tenand en Pieter Bakx

144 Emotions and technology in pension service interactions: Taking stock and moving forward (2020)
Wiebke Eberhardt, Alexander Henkel en Chantal Hoet

145 Opleidingsverschillen in levensverwachting: de bijdrage van acht risicofactoren (2020)
Wilma J. Nusselder, José Rubio Valverde en Johan P. Mackenbach

146 Shades of Labor: Motives of Older Adults to Participate in Productive Activities (2020)
Sonja Wendel and Benedict Dellaert

147 Raising pension awareness through letters and social media: Evidence from a randomized and a quasi-experiment (2020)
Marike Knoef, Jim Been and Marijke van Putten

148 Infographics and Financial Decisions (2020)
Ruben Cox and Peter de Goeij

149 To what extent can partial retirement ensure retirement income adequacy? (2020)
Tunga Kantarcı and Jochem Zweerink

150 De steun voor een 'zwareberoepenregeling' ontleed (2020)
Harry van Dalen, Kène Henkens en Jaap Oude Mulders

151 Verbeteren van de inzetbaarheid van oudere werknemers tot aan pensioen: literatuuroverzicht, inzichten uit de praktijk en de rol van pensioenuitvoerders (2020)
Peter Lapperre, Henk Heek, Pascal Corten, Ad van Zonneveld, Robert Boulogne, Marieke Koeman en Benedict Dellaert

152 Betere risicospreiding van eigen bijdragen in de verpleeghuiszorg (2020)
Bram Wouterse, Arjen Hussem en Rob Aalbers

153 Doorbeleggen met garanties? (2020)
Roderick Molenaar, Peter Schotman, Peter Dekkers en Mark Irwin

Netspar

Network for Studies on Pensions, Aging and Retirement

Dit is een uitgave van:
Netspar
Telefoon 013 466 2109
E-mail info@netspar.nl
www.netspar.nl

Juni 2020