

A Technische bijlage

Deze technische bijlage bij de Occasional Study ‘De toegevoegde waarde van maatwerk in risicotoedeling binnen pensioenfondsen’ bevat een toelichting op het gehanteerde model en de input die voor de scenario’s gebruikt is. Daarnaast worden de resultaten van diverse gevoeligheidsanalyses gepresenteerd.

A.1 Het model

Het model bestaat uit verschillende onderdelen: de economie, het pensioenfonds, verschillende pensioencontracten, de welvaartsmeting en de optimalisatie.

A.1.1 De economie

Er wordt gerekend met het KNW model (zie Kojien et al., 2010).

Voor de nominale rente (r_t) en de verwachte inflatie (π_t) geldt

$$r_t = \delta_{0r} + \delta_{1r}' X_t \quad (1)$$

$$\pi_t = \delta_{0\pi} + \delta_{1\pi}' X_t \quad (2)$$

waarbij de toestandsvariabelen X_t als volgt ontwikkelen

$$dX_t = -KX_t dt + \Sigma_X' dZ_t \quad (3)$$

De prijsindex (Π_t) evolueert als

$$\frac{d\Pi_t}{\Pi_t} = \pi_t dt + \sigma_{\Pi}' dZ_t \quad (4)$$

De aandelenprijs (S_t) met risicopremie (η_s) ontwikkelt zich als

$$\frac{dS_t}{S_t} = (r_t + \eta_s) dt + \sigma_S' dZ_t \quad (5)$$

Risicoprijzen (Λ_t) ontwikkelen als volgt

$$\Lambda_t = \Lambda_0 + \Lambda_1' X_t \quad (6)$$

De prijs van een nulcouponobligatie (P) met looptijd τ op tijdstip t is gegeven door

$$P_{\tau,t} = e^{C(\tau) + D(\tau)' X_t} \quad (7)$$

waarbij de functies C en D zijn gegeven door

$$\{C(\tau) = \int_0^{\tau} \dot{C}(s) ds \quad \dot{C}(s) = -\delta_{0r} - \Lambda_0' \Sigma_X D(\tau) + \frac{1}{2} D(\tau)' \Sigma_X' \Sigma_X D(\tau) D(\tau) = \left(K' + \Lambda_1' \Sigma_X \right.$$

De disconteringsfactor is op tijdstip t voor looptijd τ is gelijk aan de prijs van een nulcouponobligatie met looptijd τ op tijdstip t

$$DF_{\tau,t} = P_{\tau,t} \quad (9)$$

A.1.2 De pensioenfondsdeelnemers

Elke pensioenfondsdeelnemer begint met werken op een leeftijd van 25 jaar en werkt $T_w = 40$ jaar. Op leeftijd 65 gaat elke deelnemer met pensioen en is $T_p = 20$ jaar gepensioneerd. We nemen dus aan dat elke deelnemer 85 jaar oud wordt. Het pensioenfonds bestaat uit $T_w + T_p = 60$ overlappende cohorten. We nemen aan dat elk cohort bestaat uit evenveel deelnemers.

Een cohort dat begint met werken op tijdstip $t = j$ noemen we cohort j . Dit cohort krijgt pensioen op tijdstip $t = j + T_w + 1$ tot en met tijdstip $t = j + T_w + T_p$. De uitkering geven we aan met $b_{j,t}$.

We hanteren een constant kostendekkend premiepercentage $p = 20\%$. We nemen verder aan dat het loon (w_t) voor elk cohort hetzelfde is en gelijk is aan de prijsindex, oftewel $w_t = \Pi_t, \forall t$. Er wordt dus geen reële loongroei verondersteld.

We hanteren verschillende collectieve pensioencontracten. Voor het nFTK en het beoogde nieuwe contract wordt gerekend met pensioenaanspraken, terwijl het pensioencontract gebaseerd op een persoonlijk pensioenvermogen rekent met pensioenvermogens.

A.1.3 Het contract met pensioenaanspraken

De pensioenaanspraken van de deelnemende cohorten

$j \in \{t - T_w - T_p, \dots, t - 1\}$ resulteren in kasstromen in de toekomst over

$\tau \in \{\max(0, j - t + T_w + 1), \dots, j - t + T_w + T_p\}$ perioden. We definiëren

een matrix Q van $(T_w + T_p)$ bij $(T_w + T_p)$ met enen en nullen. In de matrix Q

geeft kolom j weer of cohort $k = t - j$ een uitbetaling zal ontvangen over

$i - 1$ perioden. Voor elk element $q_{i,j} \in Q$ geldt dan:

$$q_{i,j} = \{1, \text{ als } i + j \in \{T_w + 2, \dots, T_w + T_p + 1\}, 0, \text{ als } i + j \notin \{T_w + 2, \dots, T_w + T_p + 1\}, \quad (10)$$

Gedurende de werkende levensjaren vindt degressieve pensioenopbouw $\phi_{j,t}$

plaats, wat inhoudt dat – bij positieve rentes – de nieuwe pensioenopbouw van jonge cohorten hoger is dan de nieuwe pensioenopbouw van oude cohorten. We gebruiken verdisconteringsfactor $DF_{\tau,t}$ om de verplichtingen van een

pensioenfonds te bepalen. De actuariële prijs voor pensioenverplichtingen is gegeven door

$$Act_{j,t} = \sum_{i=1}^{T_w + T_p} DF_{i-1,t} q_{i,t-j} \quad (11)$$

De degressieve opbouw wordt bepaald op basis van de kostprijs van pensioen en de premie. De degressieve opbouw voor werkenden wordt als volgt berekend

$$\Phi_{j,t} = p \frac{w_t}{Act_{j,t}} \quad (12)$$

De nominale pensioenaanspraken op tijdstip t kunnen worden uitgedrukt als een matrix met nominale kasstromen. Deze matrix van $(T_w + T_p)$ bij $(T_w + T_p)$ noemen we B_t . In deze matrix geeft kolom j weer wat cohort $k = t - j$ als nominale uitkering zal ontvangen over $i - 1$ perioden.

Wanneer een deelnemer begint met werken heeft hij nog geen pensioenaanspraken opgebouwd. Daarna worden de pensioenaanspraken elke periode geupdate in de volgende stappen:

- 1) De elementen van matrix B_{t-1} worden aangepast als gevolg van kortingen of indexatie. De aanpassingen voor cohort $k = t - j$ vinden plaats door de elementen van kolom k van matrix B_{t-1} puntsgewijs te vermenigvuldigen met aanpassingsvector $v_{j,t}$. De nieuwe matrix noemen we B_t .
- 2) Uitkeringen vinden plaats zoals weergegeven in rij 1 van B_t .
- 3) De elementen van matrix B_t worden geupdate:
 - a. $(B_t)_{i,j} = (B_{t-1})_{i+1,j-1}$, voor $i \in \{1, \dots, T_w + T_p - 1\}$ en $j \in \{2, \dots, T_w + T_p\}$
 - b. $(B_t)_{i,j} = 0$ voor $i = T_w + T_p$ en/of $j = 1$
- 4) Kolommen $k \in \{1, \dots, T_w\}$ van matrix B_t worden opgehoogd met de pensioenopbouw: $(B_t)_{i,k} := (B_t)_{i,k} + \Phi_{t-k,t} q_{i,k}$

De verplichtingen van het pensioenfonds bedragen

$$L_t = \sum_{j=t-T_w-T_p}^{t-1} \sum_{i=1}^{T_w+T_p} \left(DF_{i-1,t} q_{i,t-j} (B_t)_{i,t-j} \right) \quad (13)$$

De assets A_t van het pensioenfonds ontwikkelen zich als volgt

$$A_{t+1} = Ret_{t+1} (A_t + Ink_t - Uit_t), \quad (14)$$

met premie inkomsten en uitkeringen

$$\{Ink_t = T_w p w_t U i t_t = \sum_{i=T_w+1}^{T_w+T_p} (B_t)_{1,j} \quad (15)$$

en portefeuillerendement

$$Ret_t = \left(1 + x_1 r_t^1 + x_2 r_t^2 + (1 - x_1 - x_2) r_t\right). \quad (16)$$

De aandelenallocatie x_1 is het percentage dat wordt belegd in aandelen, r_t^1 is het rendement op deze aandelenportefeuille, x_2 is het percentage dat wordt belegd in een kasstroommatchende obligatieportefeuille, r_t^2 is het rendement op deze obligatieportefeuille en r_t is de kortlopende rente.

De dekkingsgraad is als volgt gedefinieerd

$$DG_t = \frac{A_t}{L_t} \quad (17)$$

De hoogte van de dekkingsgraad bepaalt of de pensioenaanspraken (gedeeltelijk) geïndexeerd worden dan wel gekort moeten worden en bepaalt de verandering van de pensioenaanspraken $v_{j,t}$ op tijdstip t voor cohort j . Deze verandering hangt af van het type collectief pensioencontract dat de regels omtrent indexeren en korten bepaalt en wordt nader gespecificeerd in A.1.3.

In de studie worden twee collectieve contractvarianten onderzocht. De collectieve contracten zijn nader gespecificeerd in onderstaande tabel.

Tabel A.1.3.1: Kenmerken collectieve pensioencontracten

	nFTK	Beoogde nieuwe pensioencontract
Indexeren bij een dekkingsgraad vanaf	110%	100%
Regels voor indexeren	Volledige prijs indexatie bij $DG > 125\%$ Gedeeltelijke prijs indexatie bij $110\% < DG < 125\%$	Open spreiding: 1/10 ^e overschot bij $100\% < DG < 120\%$ 1/5 ^e overschot bij $DG > 120\%$

Regels voor korten	Gesloten spreiding bij dekkingsgraad onder de 90%, spreiding 10 jaar	1/10 ^e tekort bij DG onder 100% Gesloten spreiding bij DG onder de 90%, spreiding 10 jaar
Korting op basis van MVEV	Ja, MVEV-grens is 104,2% Onvoorwaardelijke korting bij langer dan 5 jaar dekkingstekort (i.e., bij 6 achtereenvolgende jaarlijkse meetmomenten)	Ja, MVEV-grens is 100% Onvoorwaardelijke korting bij langer dan 5 jaar dekkingstekort (i.e., bij 6 achtereenvolgende jaarlijkse meetmomenten)
Afroomgrens assets	175%	175%

Voor het bepalen van de aanpassingen van pensioenrechten $v_{j,t}$ maken we onderscheid tussen schokken niet smeren, gesloten smeren of open smeren.

A.1.3.1 nFTK contract

Wanneer de dekkingsgraad boven de 175% komt dan wordt een gedeelte van de assets afgeroomd en in de afroompot gestopt

$$AP_t = AP_{t-1} + (A_t - 1,75 * L_t) \quad (18)$$

De assets bedragen vervolgens

$$A_t = 1,75 * L_t \quad (19)$$

In het nFTK wordt prijsindexatie (gedeeltelijk) toegekend wanneer $DG_t > 110\%$ en maximaal toegekend wanneer $DG_t \geq 125\%$:

$$ind_t = \left(0, \frac{\Pi_t - \Pi_{t-1}}{\Pi_{t-1}}\right) * \frac{(DG_t^{1,25}) - 1,1}{1,25 - 1,1}, \text{ bij } DG_t > 110\%. \quad (20)$$

De verandering van de pensioenaanspraken $v_{j,t}$ bedraagt dan

$$v_{j,t} = i\xi_t af_{j,t} \quad (21)$$

met de aanpassingsfactor $af_{j,t}$ conform bijlage A.1.3 en waarbij ξ_t een schalingsfactor representeert zodanig dat de liabilities van het fonds in totaal met ind_t stijgen:

$$(1 + ind_t)L_t = \sum_{j=t-T_w-T_p}^{t-1} \sum_{i=1}^{T_w+T_p} \left(DF_{i-1,t} q_{i,t-j}(B_t)_{i,t-j} (1 + i\xi_t af_{j,t}) \right) \quad (22)$$

Aangezien de aanpassing van alle uitkeringskasstromen hetzelfde is voor een cohort, wordt $\xi_t af_{t-i,t}$ vermenigvuldigd met 1, wat een vector met enen representeert. In het speciale geval dat $ind_t = 0$, dan geldt dat $\xi_t = 0$, zodat (22) gelijk is aan (13). Als $af_{j,t} = 1$, dan geldt $ind_t = \xi_t$. Bijlage A.1.3.3 specificeert de verschillende maatwerkvarianten en daarmee de aanpassingsfactoren $af_{j,t}$.

Wanneer $DG_t < 90\%$ moet direct worden gekort zodat de dekkingsgraad na de korting weer 90% is. De neerwaartse aanpassing op fondsniveau bedraagt dan

$$kor_t = \frac{A_t}{0,9L_t} - 1, \quad (23)$$

maar dit pakt anders uit voor de verschillende cohorten aangezien het gesloten wordt uitgesmeerd over 10 jaar. Dit houdt in dat de eerstvolgende 10 jaar één tiende deel gekort wordt. De verandering van de pensioenaanspraken $v_{j,t}$ bedraagt dan

$$v_{j,t} = \alpha \xi_t af_{j,t}, \quad (24)$$

waarbij α een vector is met lengte $T_w + T_p$:

$$\alpha = \left(\frac{1}{10}, \frac{2}{10}, \dots, \frac{9}{10}, 1, 1, \dots, 1 \right). \quad (25)$$

Door het uitsmeren verandert de hoogte van de korting naar de factor ξ_t die als volgt wordt verkregen:

$$(1 + kor_t)L_t = \sum_{j=t-T_w-T_p}^{t-1} \sum_{i=1}^{T_w+T_p} \left(DF_{i-1,t} q_{i,t-j}(B_t)_{i,t-j} (1 + \alpha \xi_t af_{j,t}) \right) \quad (26)$$

Tenslotte moet er ook een pensioenkorting worden doorgevoerd wanneer de dekkingsgraad vijf jaar op rij onder de MVEV-grens (104,2%) ligt. Ook deze korting moet gesloten worden doorgevoerd. De korting wordt op dezelfde manier verkregen als (23)-(26), met als enige verschil dat in (23) het getal 0,9 wordt vervangen door $MVEV = 1,042$.

A.1.3.2 Beoogde nieuwe pensioencontract

Een groot deel van de vergelijkingen uit het nFTK contract (zie A.1.3.1) geldt ook voor het beoogde nieuwe contract. Alleen de regels voor het indexeren en korten zijn verschillend.

De indexatie van vergelijking (20) wordt als volgt aangepast:

$$ind_t = \left\{ \frac{A_t - L_t}{(10-1)A_t + L_t} \text{ als } 90\% \leq DG_t \leq 120\% \frac{A_t - L_t}{(5-1)A_t + L_t} \text{ als } 120\% < DG_t \right. \quad (27)$$

Als $90\% < DG_t < 120\%$ dan wordt $1/10^e$ van het overschot/tekort verdeeld en als de $DG_t > 120\%$ dan wordt het overschot versneld ($1/5^e$) uitgekeerd.

Met behulp van (21) en (22) verkrijgen we wederom de verandering van de pensioenaanspraken $v_{j,t}$.

Verder zijn ook de formules (23) tot en met (26) van toepassing met als enige verschil dat $MVEV = 1$.

A.1.3.3 Maatwerkvarianten

De basisvariant hanteert uniforme aanpassingen in het reeds opgebouwde pensioen. Hiervoor geldt dat de aanpassingsfactor $af_{j,t} = 1$ voor elk cohort j en in elke periode t . Daarnaast modelleren we drie maatwerkvarianten.

(i) Leeftijdsafhankelijke rendementstoedeling op basis van een 3-2-1 verdeelregel.

In deze variant is de verhoging of verlaging van de pensioenaanspraken die een deelnemer jonger dan 57 jaar heeft opgebouwd drie maal zo hoog als de verhoging of verlaging die een gepensioneerde (67 jaar en ouder) toebedeeld krijgt. De verhoging of verlaging die deelnemers tussen de 57 en 67 jaar toebedeeld krijgen is twee maal zo hoog als die van gepensioneerden. Deze vorm van leeftijdsafhankelijke toedeling is eerder gehanteerd in CPB (2018b). Voor de aanpassingsfactor geldt dan

$$af_{j,t} = \begin{cases} 3, & t - j \in \{1, \dots, T_w - 10\} \\ 2, & t - j \in \{T_w - 9, \dots, T_w\} \\ 1, & t - j \in \{T_w + 1, \dots, T_w + T_p\} \end{cases}$$

(ii) Uniforme aanpassing in het te bereiken pensioen.

Collectief behaalde rendementen worden in deze variant zodanig toebedeeld dat het effect op het te bereiken pensioen voor alle deelnemers gelijk is. Dit impliceert dat jongere deelnemers procentueel gezien een groter deel van de verhogingen en verlagingen in hun *reeds opgebouwde* pensioen toebedeeld krijgen dan oudere deelnemers, omdat jongeren minder reeds opgebouwd pensioen hebben in verhouding tot het te bereiken pensioen. Het effect op het *te bereiken pensioen* is vervolgens voor alle generaties hetzelfde. Deze toedeelregels zijn gebaseerd op de methode die eerder uitgewerkt is door Muns en Werker (2019).

Het reeds opgebouwde pensioen van cohort j op tijdstip t heeft een netto contante waarde van

$$W_{j,t} = \sum_{i=1}^{T_w + T_p} \left(DF_{i-1,t} q_{i,t-j}(B_t)_{i,t-j} \right) \quad (29)$$

Als het cohort al gepensioneerd is dan is het reeds opgebouwde pensioen gelijk aan het te bereiken pensioen. De waarde van toekomstig premie-inleg voor dit cohort is dan $H_{j,t} = 0$. Voor werkende cohorten geldt dat ze nog premie inleggen

$$\text{in de toekomst: } H_{j,t} = p \sum_{\tau=0}^{T_w+j-t-1} DF_{\tau,t} * \tilde{w}_{t+\tau} \quad (30)$$

waarbij we het toekomstige salaris als volgt benaderen

$$\tilde{w}_{t+\tau} = \Pi_t \exp \left[\tau \delta_{0\pi} + \delta_{1\pi}' X_t \sum_{s=1}^{\tau} \exp \exp(-sK) \right]. \quad (31)$$

We houden dus rekening met de huidige toestandsvariabele X_t om de verwachte inflatie en daarmee het verwachte toekomstige salaris te bepalen.

Voor de aanpassingsfactor geldt vervolgens:

$$af_{j,t} = \frac{W_{j,t} + H_{j,t}}{W_{j,t}}. \quad (32)$$

Aangezien voor gepensioneerden geldt dat $H_{j,t} = 0$, is de aanpassingsfactor voor alle gepensioneerden gelijk aan één.

(iii) Leeftijdsafhankelijk maatwerk door middel van optimalisatie van een lifecycle.

In deze variant wordt de verdeelregel voor het toebedelen van collectief behaalde rendementen geoptimaliseerd. Deze optimalisatie vindt plaats over een lifecyclepatroon, waarbij voor jongere leeftijdsc cohorten meer beleggingsrisico wordt genomen met hun reeds opgebouwd pensioen dan voor oudere leeftijdsc cohorten. Bijlage A.1.6 licht de optimalisatie van de leeftijdsafhankelijke functie $F(k)$ nader toe. Voor de aanpassingsfactor geldt:

$$af_{j,t} = F(t - j). \quad (33)$$

A.1.4 Een persoonlijk pensioenvermogen met collectief beleggingsbeleid

In het pensioencontract gebaseerd op een persoonlijk pensioenvermogen start elke deelnemer met vermogen gelijk aan 0, d.w.z. $W_{j,j} = 0$. Elke volgende periode wordt het vermogen aangevuld met premie pw_t en groeit het vermogen met het rendement op beleggingen

$$W_{j,t} = Ret_{j,t} (W_{j,t-1} + pw_t) \quad (34)$$

met het corresponderende rendement

$$Ret_{j,t} = \left(1 + x_{j,t} r_t^1 + x_{2,j,t} r_t^2 + (1 - x_{j,t} - x_{2,j,t}) r_t \right). \quad (35)$$

Voor de aandelenallocatie van cohort j geldt dat deze gelijk is afhankelijk is van de aanpassingsfactor behorend bij de desbetreffende maatwerkvariant. Er geldt

$$x_{j,t} = x_1 af_{j,t}. \quad (36)$$

Voor de aanpassingsfactoren $af_{j,t}$ geldt dezelfde specificatie als in bijlage A.1.3.3.

De renteafdekking wordt voor elk cohort hetzelfde verondersteld, maar het rendement op de vastrentende waarden hangt af van de duratie en is daarom verschillend per cohort.

Een gepensioneerde van cohort $j \in \{t - T_w - T_p, \dots, t - T_w - 1\}$ heeft in periode t een variabele annuïteit

$$pa_{j,t} = \frac{W_{j,t}}{\sum_{i=1}^{j-t+T_w+T_p+1} DF_{i,t}} \quad (37)$$

waar voor een gepensioneerde cohort j geldt dat het vermogen $W_{j,t}$ groeit volgens (34), maar dan zonder de premie (i.e., $pw_t = 0$). De pensioenuitkering van cohort j op tijdstip t is dan

$$b_{j,t} = pa_{j,t} \quad (38)$$

A.1.5 Welvaartsmeting

Om te kunnen concluderen dat een maatwerkvariant beter presteert dan een andere variant, moet een afweging gemaakt worden tussen onder andere risico en rendement. Dit dient gemeten te worden aan de hand van een nutsfunctie. De gangbare nutsfunctie in de academische literatuur is constante relatieve risicoaversie (CRRA), met risicoaversie-parameter $\gamma = 5$, maar we analyseren ook andere risicoaversie-parameters.

We hanteren het reële pensioeninkomen als de input van de nutsfunctie. Dit is de beste benadering van het nut wat men krijgt vanuit consumptie, hetgeen de nutsfunctie dient te meten. Omdat wordt aangenomen dat de premie constant is, is het voldoende voor de vergelijking om welvaart alleen gedurende pensionering te meten. Dit door het gemiddelde nut te bepalen over het geaggregeerde nut van alle periodes van gepensioneerde cohorten.

De welvaartsmeting focust op de beste maatwerkvariant op de lange termijn. Transitie-effecten worden daarom buiten beschouwing gelaten. De berekeningen starten na een burn-in periode van 100 jaar omdat geen welvaart overschat dient te worden door vanuit een (relatief) stabiele startsituatie te beginnen. Hierdoor is de analyse ook ongevoelig voor (subjectieve) aannames voor de initialisatie, zoals de startdekkingsgraad.

Elk cohort gepensioneerd cohort $j \in \{t - T_w - T_p, \dots, t - T_w - 1\}$ verkrijgt nut over de reële uitkering $\left(\frac{(B_t)_{1,t-j}}{\Pi_t}\right)$, met CRRA nutsfunctie $u(\cdot)$ die als volgt is gedefinieerd:¹

$$u(x) = \frac{x^{1-\gamma}}{1-\gamma} \quad (39)$$

Het totale nut van generatie j gedurende pensionering is in scenario i :

$$U_{j,i} = \sum_{t=j+T_w+1}^{j+T_w+T_p} \rho^{t-j-T_w-1} u\left(\frac{(B_t)_{1,t-j}}{\Pi_t}\right). \quad (40)$$

De parameter ρ is een subjectieve discontovoet, die we gelijkstellen aan de steady-state instantane rente.

Het verwachte nut van cohort j over Q scenario's wordt dan als volgt verkregen

$$U_j = \frac{\sum_{i=1}^Q U_{j,i}}{Q} \quad (41)$$

We drukken welvaart uit in termen van zekerheidsequivalent van consumptie.

$$CEC_j = \left(U_j \frac{1-\gamma}{\sum_{t=1}^{T_p} \rho^t} \right)^{1/(1-\gamma)} \quad (42)$$

Totale welvaart wordt bepaald door alle generaties die vanaf de burn-in periode van 100 jaar met pensioen gaan:

$$SW = \sum_{j=100}^{\infty} \rho^j U_{j-T_w} \quad (43)$$

Zekerheidsequivalent van totale welvaart kunnen we herleiden uit de volgende formule

$$SW = \sum_{j=100}^{\infty} \rho^j \sum_{t=1}^{T_p} \rho^t u(CEC) = \frac{\rho^{101}}{1-\rho} \frac{1-\rho^{T_p}}{1-\rho} u(CEC) \quad (44)$$

¹ Voor de premieregeling gebaseerd op persoonlijk pensioenvermogen vervangen we $B_{t,1,t-j}$ door $b_{j,t}$ uit formule (38).

Dit kunnen we herschrijven tot:

$$CEC = \left[\frac{SW(1-\rho)^2(1-\gamma)}{(1-\rho^T)\rho^{101}} \right]^{1/(1-\gamma)} \quad (45)$$

Het is niet mogelijk om oneindig (∞) veel simulatiejaren te modelleren. In de modellering stoppen we daarom met meten na $t=600$ simulatiejaren, aangezien de impact op de totale welvaart voor een langere horizon een verwaarloosbare impact heeft op de welvaartseffecten.

A.1.6 Optimalisatiefunctie

Om een eerlijke vergelijking van de maatwerkvarianten te maken, optimaliseren we het beleggingsbeleid voor elke maatwerkvariant en in elk pensioencontract. We willen een zo hoog mogelijk welvaart verkrijgen door de aandelenallocatie (x_1) en de renteafdekking (x_2) zodanig te kiezen dat CEC in (45) gemaximaliseerd is, oftewel:

$$CEC \quad (46)$$

In de variant met maatwerk d.m.v. optimalisatie bepalen we ook het (bij benadering) optimale lifecyclepatroon. Hiervoor hanteren we de volgende benaderingsfunctie voor de aanpassingsfactor voor cohort dat $k = t - j$ jaren werkzaam is:

$$F(k) = e^{\beta_1(T_w + T_p - k) + \beta_2 \max(0, T_w - k) + \beta_3 \max(0, T_w - k)^2}, \quad (47)$$

waarbij k staat voor het aantal gewerkte jaren. Ter illustratie, wanneer men net begint met werken dan geldt $F(0) = e^{\beta_1(T_w + T_p) + \beta_2 T_w + \beta_3 T_w^2}$. Voor een gepensioneerde generatie ($k \geq T_w$) geldt $F(k) = e^{\beta_1(T_w + T_p - k)}$. In het laatste levende jaar van een cohort geldt $F(T_w + T_p) = 1$. Een verhoging of verlaging van pensioenen is daarom een factor $F(s)$ groter voor een cohort die s jaren geleden de arbeidsmarkt betrad dan voor een cohort in het laatste levensjaar. Uiteraard zijn ook andere benaderingsfuncties mogelijk. Het voordeel van de benaderingsfunctie in (47) is dat deze flexibel is, d.w.z. veel verschillende vormen aan kan nemen, maar dat het aantal parameters beperkt is.

Voor deze maatwerkvariant is de optimalisatiefunctie uitgebreider, namelijk:

$$CEC \quad (48)$$

De aandelenallocatie x_1 is het percentage dat wordt belegd in zakelijke waarden. x_2 is het renteafdeckingspercentage. We nemen aan dat het renterisico volledig

kan worden afgedekt met obligaties en renteswaps. De aandelenallocatie x_1 en het renteafdekkingspercentage x_2 bedragen beide minimaal 0% en maximaal 100%.

A.2 Achtergrond bij de gehanteerde scenario's

Er wordt gerekend met het KNW model (zie Kojien et al., 2010) met parameters corresponderend met de 2019Q1 haalbaarheidstoetsscenario's. De scenarioset van de haalbaarheidstoets bevat slechts 2000 scenario's. Voor het verkrijgen van stabiele en betrouwbare uitkomsten is dit aantal te beperkt. Daarom simuleren we nieuwe scenario's om meer dan 2000 scenario's te genereren, namelijk 10.000 scenario's.

Deze basisscenario's zijn gekalibreerd op een UFR van 2.30%. Om meer aan te sluiten bij de vigerende marktrente, wordt de set ook gekalibreerd alsof de UFR gelijk is aan de 50-jaarsswaprente van 1 januari 2019. Hierdoor daalt de UFR van 2,30% naar 1,36%. Om gevoeligheden van de analyse inzichtelijk te maken, zal dus de analyse gedaan worden met twee scenariosets: één die aansluit bij de bestaande praktijk, in casu de haalbaarheidstoets, en één die aansluit bij de markrentecurve.

Tabel A.2.1: Parameters scenariosets

	Set 1 (UFR=2,30%)	Set 2 (UFR=1,36%)
Verwachte inflatie: $\pi_t = \delta_{0\pi} + \delta'_{1\pi} X_t$		
$\delta_{0\pi}$	2,00%	2,00%
$\delta_{1\pi(1)}$	-0,63%	-0,63%
$\delta_{1\pi(2)}$	0,14%	0,14%
Nominale rente: $r_t = \delta_{0r} + \delta'_{1r} X_t$		
δ_{0r}	2,40%	2,40%
$\delta_{1r(1)}$	-1,48%	-1,48%
$\delta_{1r(2)}$	0,53%	0,53%
Gerealiseerde inflatie: $\frac{d\Pi_t}{\Pi_t} = \pi_t dt + \sigma'_{\Pi} dZ_t$		
$\sigma_{\Pi(1)}$	0,02%	0,02%
$\sigma_{\Pi(2)}$	-0,01%	-0,01%
$\sigma_{\Pi(3)}$	0,61%	0,61%
Aandelenrendement: $\frac{dS_t}{S_t} = (r_t + \eta_S)dt + \sigma'_S dZ_t$		
η_S	4,52%	4,52%

$\sigma_{S(1)}$	-0,53%	-0,53%
$\sigma_{S(2)}$	-0,76%	-0,76%
$\sigma_{S(3)}$	-2,11%	-2,11%
$\sigma_{S(4)}$	16,59%	16,59%
Risicoprijzen: $\Lambda_t = \Lambda_0 + \Lambda_1 X_t$		
$\Lambda_{0(1)}$	0,176	0,123
$\Lambda_{0(2)}$	0,017	0,012
$\Lambda_{1(1,1)}$	0,149	0,149
$\Lambda_{1(1,2)}$	-0,381	-0,381
$\Lambda_{1(2,1)}$	0,089	0,089
$\Lambda_{1(2,2)}$	-0,083	-0,083
Toestandsvariabelen: $dX_t = -KX_t dt + \Sigma'_X dZ_t$		
κ_{11}	0,08	0,08
κ_{22}	0,35	0,35
κ_{21}	-0,19	-0,19
κ_{12}	0,00	0,00
Startwaarden ($t = 0$)		
$X_{0(1)}$	2,364	2,330
$X_{0(2)}$	1,005	0,546

Onderstaande tabel presenteert de percentielen van verschillende variabelen in de scenarioset op tijdstip $t=10$ en tijdstip $t=50$.

Tabel A.2.2: Output scenariosets

t = 10	Set1			Set 2		
	5 ^e perc	50 ^e perc	95 ^e perc	5 ^e perc	50 ^e perc	95 ^e perc
R10	-1,81	1,86	5,66	-2,02	1,64	5,43
R20	-0,77	2,22	5,31	-1,13	1,86	4,93
R30	-0,11	2,38	4,93	-0,57	1,91	4,44
Inflatie	-0,97	1,39	3,74	-0,97	1,39	3,75
R_aandelen	-23,76	4,22	32,19	-23,75	4,23	32,20
R_obligaties0	-3,74	1,11	5,95	-3,73	1,12	5,96
R_obligaties20	-23,44	1,13	25,69	-23,95	0,62	25,18
t = 50	Set1			Set 2		
	5 ^e perc	50 ^e perc	95 ^e perc	5 ^e perc	50 ^e perc	95 ^e perc
R10	-1,18	3,03	7,43	-1,42	2,79	7,17

R20	-0,26	3,19	6,77	-0,64	2,80	6,37
R30	0,31	3,18	6,13	-0,17	2,69	5,63
Inflatie	-0,56	1,97	4,49	-0,56	1,97	4,50
R_aandelen	-22,50	5,45	33,41	-22,20	5,45	33,41
R_obligaties0	-2,89	2,34	7,57	-2,89	2,34	7,57
R_obligaties20	-21,72	3,15	28,0	-22,33	2,54	27,42

A.3 Gevoeligheidsanalyses

Om de robuustheid van de resultaten te onderzoeken, worden de welvaartseffecten voor verschillende gevoeligheidsanalyses gepresenteerd. Indien relevant worden naast de welvaartseffecten ook de optimale aandelenallocaties getoond voor sommige gevoeligheidsanalyses.²

A.3.1 Mate van risicoaversie

We rekenen in onze basisanalyses met een risicoaversieparameter $\gamma=5$, wat een gangbare waarde is in de academische literatuur. Desalniettemin is dit een subjectieve aanname die we in deze gevoeligheidsanalyse testen. Onderstaande resultaten laten zien dat de omvang van de welvaartseffecten groter wordt bij een lagere risicoaversie ($\gamma=3$) en lager wordt bij een hogere risicoaversie ($\gamma=7$). De welvaartswinsten van het beter toebedelen van risico's zijn hoger bij een lagere risicoaversie, omdat er dan ook meer risico wordt genomen. De mate van risicoaversie heeft een beperkte impact op de ordening. De maatwerkvarianten uniforme aanpassing in te bereiken pensioen en de variant door middel van optimalisatie van een lifecycle voegen nog steeds de meeste welvaart toe.

Tabel A.3.1.1: Welvaartseffecten leeftijdsafhankelijk maatwerk ten opzichte van uniforme aanpassingen in het reeds opgebouwde pensioen in het nFTK-contract

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen			
	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	3,9	0,4	-1,6
3-2-1 verdeelregel	2,4	-0,5	-2,4
Maatwerk door middel van optimalisatie	3,6	0,3	0,6

Tabel A.3.1.2: Optimale aandelenallocatie voor diverse varianten van leeftijdsafhankelijk maatwerk in het nFTK-contract

² De optimale aandelenallocaties van gevoeligheidsanalyses die niet worden gepresenteerd kunnen worden opgevraagd bij de auteurs.

Variant leeftijdsafhankelijk maatwerk	% zakelijke waarden			% rente afdekking		
	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$
Uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen	36,3	31,6	28,2	91,2	89,0	86,7
3-2-1 verdeelregel	36,3	31,9	28,2	94,1	93,6	90,0
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	36,8	32,6	29,0	94,9	96,8	96,4
Maatwerk door middel van optimalisatie van een lifecycle	36,4	32,4	29,1	96,9	91,4	86,1

Tabel A.3.1.3: Welvaartseffecten leeftijdsafhankelijk maatwerk ten opzichte van uniforme aanpassingen in het reeds opgebouwde pensioen in het beoogde nieuwe pensioencontract

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	3,3	3,1	-1,4
3-2-1 verdeelregel	1,0,	-1,1	-2,4
Maatwerk door middel van optimalisatie	7,5	2,9	0,4

Tabel A.3.1.4: Optimale aandelenallocatie voor diverse varianten van leeftijdsafhankelijk maatwerk in het beoogde nieuwe pensioencontract

Variant leeftijdsafhankelijk maatwerk	% zakelijke waarden			% rente afdekking		
	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$
Uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen	60,8	39,5	30,1	92,5	81,5	72,1
3-2-1 verdeelregel	55,2	38,2	28,3	93,5	86,8	82,3
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	48,3	39,0	31,1	79,7	93,7	94,4
Maatwerk door middel van optimalisatie van een lifecycle	53,5	42,3	31,9	90,7	93,3	78,0

Tabel A.3.1.5: Welvaartseffecten leeftijdsafhankelijk maatwerk ten opzichte van uniforme aanpassingen in het reeds opgebouwde pensioen in een

pensioencontract met persoonlijke pensioenvermogens en een collectief beleggingsbeleid

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	10,1	6,1	4,2
3-2-1 verdeelregel	0,5	0,6	0,4
Maatwerk door middel van optimalisatie	6,2	4,5	3,4

Tabel A.3.1.6: Optimale aandelenallocatie voor diverse varianten van leeftijdsafhankelijk maatwerk in een pensioencontract met persoonlijke pensioenvermogens en een collectief beleggingsbeleid

Variant leeftijdsafhankelijk maatwerk	% zakelijke waarden			% rente afdekking		
	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$	$\gamma=3$	$\gamma=5$	$\gamma=7$
Uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen	66,5	40,0	28,3	88,0	80,0	74,1
3-2-1 regel	69,1	43,2	31,5	87,2	79,8	74,1
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	49,0	30,3	21,4	83,6	80,2	74,5
Maatwerk door middel van optimalisatie van een lifecycle	93,2	61,3	46,0	86,4	79,5	74,0

A.3.2 Alternatieve scenario's

In deze gevoeligheidsanalyse kijken we naar een scenarioset die gekalibreerd is op een lagere UFR. In deze scenarioset is de UFR gelijk aan de 50-jaarsswaprente van 1 januari 2019. Dit heeft hoofdzakelijk impact op de rentescenario's, maar blijkt over het algemeen weinig invloed te hebben op de welvaartseffecten van maatwerk. Beide scenariosets zijn beschreven in bijlage A.2.

Tabel A.3.2.1: Het nFTK-contract

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	Set 1	Set 2
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	0,4	-1,4

3-2-1 verdeelregel	-0,5	-1,6
Maatwerk door middel van optimalisatie	0,3	0,0

Tabel A.3.2.2: Het beoogde nieuwe pensioencontract
Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	Set 1	Set 2
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	3,1	1,0
3-2-1 verdeelregel	-1,1	-1,5
Maatwerk door middel van optimalisatie	2,9	2,3

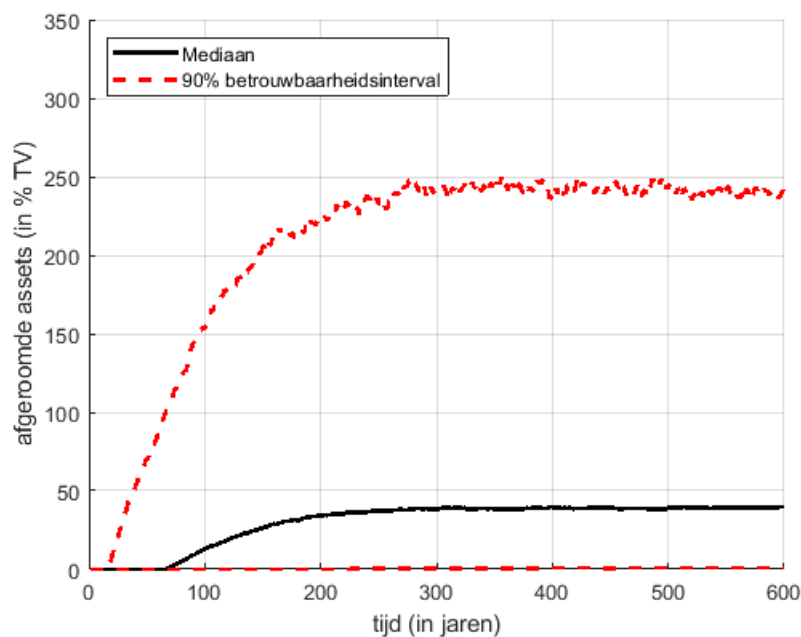
Tabel A.3.2.3: Het pensioencontract gebaseerd op een persoonlijk pensioenvermogen met collectief beleggingsbeleid
Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	Set 1	Set 2
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	6,1	6,4
3-2-1 verdeelregel	0,6	0,8
Maatwerk door middel van optimalisatie	4,5	4,7

A.3.3 Loslaten genoeg-is-genoege principe

In het nFTK is sprake van het genoeg-is-genoege principe om te voorkomen dat een deelnemer meer pensioen opbouwt dan fiscaal is toegestaan. Een gevolg hiervan is dat in een lange-termijn analyse dekkingsgraden dermate fors kunnen oplopen zodat er – ook na het toekennen van loon- en prijsinflatie – een onverdeeld surplus in pensioenfondsen overblijft. Er kan op verschillende manieren worden omgegaan met dit onverdeelde surplus. In deze studie maken we gebruik van een afroompot. Boven een dekkingsgraad van 175% worden meevallers afgeroomd ten behoeve van een afroompot. De omvang van deze afroompot over de tijd is weergegeven in Figuur A.3.3.1.

Figuur A.3.3.1: Omvang afroompot als percentage van de totale technische voorziening over de tijd



In deze gevoeligheidsanalyse laten we het genoeg-is-genoege principe in het nFTK los. Dit betekent dat bij dekkinggraden boven de 125% een deel van het overschot boven de 125% wordt uitgedeeld (namelijk 1/5 deel) naast het toekennen van de volledige prijsinflatie. Het loslaten van het genoeg-is-genoege principe heeft een significante impact op het percentage dat in zakelijke waarden wordt belegd. Dit kan worden verklaard door het feit dat het nemen van meer beleggingsrisico meer wordt beloond wanneer het genoeg-is-genoege principe wordt losgelaten omdat de pensioenuitkeringen hoger uitvallen bij hoge dekkinggraden. De ordening van de maatwerk varianten verandert echter niet.

Tabel A.3.3.1: Welvaartseffecten leeftijdsafhankelijk maatwerk ten opzichte van uniforme aanpassingen in het reeds opgebouwde pensioen in het nFTK

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen		
	(1)	(2)
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	0,4	4,8
3-2-1 verdeelregel	-0,5	0,7
Maatwerk door middel van optimalisatie	0,3	4,4

(1): *Genoeg-is-genoege principe*

(2): *Genoeg-is-genoege principe losgelaten*

Tabel A.3.3.2: Optimale aandelenallocatie voor diverse varianten van leeftijdsafhankelijk maatwerk in het nFTK

Variant leeftijdsafhankelijk maatwerk	% zakelijke waarden		% rente afdekking	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen	31,6	38,1	89,0	86,2
3-2-1 regel	31,9	35,5	93,6	91,5
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	32,6	38,4	96,8	98,6
Maatwerk door middel van optimalisatie van een lifecycle	32,4	40,2	91,4	95,3

(1): *Genoeg-is-genoege principe*

(2): *Genoeg-is-genoege principe losgelaten*

A.3.4 Alternatieve welvaartsmeting

De welvaartseffecten in deze studie worden berekend op basis van het gemiddelde nut over het geaggregeerde nut van de reële pensioenuitkering gedurende pensionering. Een alternatieve manier om welvaart te meten is het nut van de gemiddelde reële pensioenuitkering gedurende pensionering. Het gebruik van een alternatieve welvaartsmeting heeft een beperkte impact op de ordening van de maatwerkvarianten.

Tabel A.3.4.1: Het nFTK-contract

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	(1)	(2)
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	0,4	3,7
3-2-1 verdeelregel	-0,5	2,5
Maatwerk door middel van optimalisatie	0,3	4,4

(1): *Originele welvaartsmeting*

(2): *Alternatieve welvaartsmeting*

Tabel A.3.4.2: Het beoogde nieuwe pensioencontract

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	(1)	(2)
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	3,1	5,9
3-2-1 verdeelregel	-1,1	2,8
Maatwerk door middel van optimalisatie	2,9	8,4

(1): Originele welvaartsmeting

(2): Alternatieve welvaartsmeting

Tabel A.3.4.3: Het pensioencontract gebaseerd op een persoonlijk pensioenvermogen met collectief beleggingsbeleid

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	(1)	(2)
Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen	6,1	6,4
3-2-1 verdeelregel	0,6	0,4
Maatwerk door middel van optimalisatie	4,5	4,4

(1): Originele welvaartsmeting

(2): Alternatieve welvaartsmeting

A.3.5 Restrictie op negatieve vermogens bij uniforme aanpassing in te bereiken pensioen

Het opleggen van een restrictie op negatieve vermogens heeft een beperkte impact op de welvaartseffecten. Dit hebben we geanalyseerd door een restrictie op te leggen dat vermogens niet negatief kunnen worden, waarbij de negatieve vermogens uniform over de cohorten met positieve vermogens worden verdeeld.

Tabel A.3.5.1: Uniforme aanpassing in te bereiken pensioen met en zonder restrictie op negatieve vermogens

Welvaartseffect ten opzichte van variant met uniforme aanpassing in reeds opgebouwd pensioen

	(1)	(2)
nFTK	0,4	0,5
Beoogde nieuwe contract	3,1	3,7

Persoonlijk	6,1	6,5
-------------	-----	-----

(1): Zonder restrictie op negatieve vermogens

(2): Met restrictie op negatieve vermogens