

ANALIZA UTJECAJA PARAMETARA U KAPITALIZIRANOM SUSTAVU MIROVINSKOG OSIGURANJA

mr. sc. Mladen LATKOVIĆ*
Raiffeisen mirovinsko društvo za upravljanje
obveznim mirovinskim fondom, Zagreb

Prethodno priopćenje**
UDK 369.914
JEL HO

Ivana LIKER*
Raiffeisen mirovinsko društvo za upravljanje
dobrovoljnim mirovinskim fondovima, Zagreb

Sažetak

U ovom radu analiziramo utjecaj parametara u standardnome modelu za izračun iznosa kapitaliziranih sredstava u individualnome kapitaliziranom sustavu mirovinskog osiguranja. U standardnome modelu na iznos kapitaliziranih sredstava utječu tri veličine: trajanje štednje, prinos fonda i stopa rasta bruto plaća. Koristeći se linearnom aproksimacijom, izračunali smo faktore osjetljivosti na male promjene u parametrima za standardni model te analizirali njihove odnose za referentne vrijednosti parametara koji najbolje opisuju štednju u drugom stupu mirovinskog osiguranja u Hrvatskoj. Pokazali smo da najveći utjecaj na iznos kapitaliziranih sredstava ima prinos fonda, dok je utjecaj stope rasta bruto plaće samo neznatno manji. Također smo izračunali utjecaj povećanja stope izdvajanja u drugi stup na iznos kapitaliziranih sredstava u jednostavnom scenariju povećanja te stope u jednakim iznosima tijekom cjelokupnog vremena štednje. Dobiveni rezultati omogućuju jednostavnije planiranje mirovinskog osiguranja u sustavu individualne kapitalizirane štednje na razini cijelog sustava, ali i na individualnoj razini.

Ključne riječi: kapitalizirani sustav mirovinskog osiguranja, mirovinski fondovi, parametarski model, analiza osjetljivosti

* Autori zahvaljuju anonimnim recenzentima na korisnim sugestijama koje su pridonijele poboljšanju članka.

** Primljeno (*Received*): 1.6.2009.

Prihvaćeno (*Accepted*): 16.12.2009.

1. Uvod

U sustavima individualne kapitalizirane štednje za mirovinsko osiguranje kao osnovno sredstvo kapitalizacije služe kolektivne sheme investiranja – mirovinski fondovi. U trenutku umirovljenja kapitalizirana se sredstva iz mirovinskog fonda prebacuju u mirovinsko osiguravateljsko društvo koje obavlja isplatu mirovine. Standardni model za izračun iznosa kapitaliziranih sredstava (Šorić, 2000) pretpostavlja da se sredstva uplaćuju u mirovinski fond u jednakim vremenskim razmacima, da doprinosi koji se uplaćuju imaju kontinuirani rast te da se moguće koristiti prosječnim godišnjim prinosom mirovinskog fonda kao indikacijom očekivane zarade na uložena sredstva. Takav pojednostavnjeni model omogućuje lakše dizajniranje sustava individualne mirovinske štednje, tzv. drugog stupa mirovinskog osiguranja.

S obzirom na brojna pojednostavnjenja standardnog modela i mali broj parametara koji on sadržava, moguće je u detalje analizirati obilježja sustava kapitaliziranih doprinosa. Odabrani su parametri veličine koje imaju najveći utjecaj na iznose kapitaliziranih sredstava. Njihova detaljna obilježja vrlo su važna za analizu modela, no u ovom se radu njima nećemo baviti, već ćemo dati samo njihov nužan opis kako bismo utvrdili granice primjenjivosti modela i odredili referentne vrijednosti parametara. Cilj rada je analiza utjecaja parametara u standardnome modelu na iznos kapitaliziranih sredstava putem faktora osjetljivosti kojima se opisuju promjene tog iznosa na male promjene u parametrima, te analiza odnosa između parametara za određene referentne vrijednosti. Napomenimo da je takav pristup modeliranju iznosa kapitaliziranih sredstava moguće primijeniti samo za pojam prosječnog osiguranika kojega je u praksi teško poistovjetiti s bilo kojim pojedinačnim osiguranikom u mirovinskom fondu. Međutim, s obzirom na dugi rok ulaganja, većina odstupanja pojedinih parametara od prosječnog osiguranika bit će svedena na prihvatljivu razinu.

Očekivana stopa rasta bruto plaća parametar je koji najviše ovisi o individualnim obilježjima primanja osiguranika. Ona se može razdvojiti na dva najvažnija doprinosa: porast plaće zbog rasta bruto društvenog proizvoda i porast plaće zbog osobnog napredovanja na poslu. Za potrebe analize koja slijedi koristit ćemo se kolektivnim pokazateljem iznosa stope rasta bruto plaća koji se obično navodi u statističkim izvještajima o plaćama. Očekivani prinos mirovinskog fonda najviše ovisi o strategiji ulaganja, tj. uglavnom ovisi o odnosu vlasničkih i dužničkih vrijednosnih papira u portfelju. S obzirom na očekivanu dioničku premiju i kreditnu premiju, moguće je odrediti očekivani prinos fonda tijekom dugoročnih razdoblja ulaganja. U tu svrhu potrebno se poslužiti povijesnim podacima o premijama, kao i pretpostaviti određenu strukturu ulaganja mirovinskog fonda kroz dulja vremenska razdoblja.

Ostali parametri koji utječu na ukupna kapitalizirana sredstva u mirovinskom fondu jesu i različiti oblici naknada uobičajeni u kolektivnim shemama ulaganja, npr. ulazna naknada te naknada za upravljanje mirovinskim fondom i naknada skrbničkoj banci. Ulazna je naknada izravni trošak za osiguranike jer se njezin iznos odbija od uplaćenog doprinosa prije svake uplate u mirovinski fond. Naime, neto uplaćeni iznos doprinosa u mirovinski fond treba kapitalizirati najmanje za iznos stope ulazne naknade kako bi se poništio

njezin učinak. U analizi koja slijedi zanemarit ćemo utjecaj ulazne naknade jer se taj efekt jednostavnom korekcijom može uključiti na stopu izdvajanja doprinosa za drugi stup.

Napomenimo da naknada za upravljanje mirovinskim fondom i naknada skrbničkoj banci, koje se izravno naplaćuju iz imovine mirovinskog fonda u određenim postocima, nemaju *izravnog* utjecaja na kapitalizirana sredstva u kolektivnim shemama ulaganja. Indirektni trošak postoji samo u obliku asimetrično ostvarene uspješnosti u odnosu prema statičkom portfelju (*benchmarku*) koji bi osiguranici mogli ostvariti individualnim ulaganjem sredstava. Naime, ako fond ne ostvaruje prinose veće od onih koje bi ostvario statički portfelj, i to za iznose naknada koje se naplaćuju iz imovine fonda, tada se osiguranicima ne isplati kolektivna shema ulaganja, uz pretpostavku da su iznosi brokerskih naknada približno jednaki iznosima ulazne naknade.

Kao posebnu veličinu možemo navesti i stopu izdvajanja iz bruto plaće za drugi stup mirovinskog osiguranja. Međutim, modeliranje promjena te stope nije moguće unutar jednostavnoga dinamičkog procesa jer se one trebaju opisivati određenim specifičnim simulacijama dinamike povećavanja stope. Ipak, pretpostavimo li vrlo jednostavnu dinamiku povećanja stope, moguće je izvesti određene zaključke o njezinu utjecaju na ukupna kapitalizirana sredstva.

Rad je organiziran na sljedeći način. U drugom poglavlju izračunani su faktori utjecaja pojedinih parametara na ukupni iznos kapitaliziranih sredstava, tzv. marginalni doprinosi. U trećem poglavlju napravljena je analiza marginalnih doprinosa za pojedine parametre, uz pretpostavku njihovih specifičnih vrijednosti, te su analizirane neke specifičnosti predstavljenog modela za izračun osjetljivosti sustava kapitaliziranih doprinosa. Na posljetku, u zadnjem poglavlju dan je zaključak i smjernice za daljnja istraživanja.

2. Izračun marginalnih doprinosa

U ovom ćemo poglavlju predstaviti aproksimativni parametarski model za izračun kapitaliziranih sredstava u sustavu individualnoga kapitaliziranog mirovinskog sustava (Šorić, 2000). Za postavljeni model definirat ćemo i izračunati njegove osjetljivosti na male promjene u parametrima. Kao što smo napomenuli u uvodnom dijelu, na ukupni iznos kapitaliziranih sredstava utječu tri glavne veličine: trajanje štednje, prinos fonda te stopa rasta bruto plaća. U analizama ćemo se koristiti realnim prinosima fonda i realnim stopama rasta bruto plaća, kako bismo dobili sadašnju vrijednost buduće mirovine, tj. vrijednost mirovine koja odgovara sadašnjoj kupovnoj moći. Pretpostavimo da osiguranik n godina štedi u mirovinskom fondu te da je p realni prinos fonda na godišnjoj razini, a i realna stopa rasta bruto plaća na godišnjoj razini.

Uvodimo oznake za pripadne indekse prinosa i stope:

$$r = 1 + p, \quad q = 1 + i. \quad (1)$$

Ako se uplata iznosa R obavlja na kraju mjeseca, očekivani iznos kapitaliziranih sredstava C nakon n godina ulaganja iznosi:

$$C = R \cdot \frac{r-1}{r^{1/12}-1} \cdot \frac{r^n - q^n}{r-q} \quad (2)$$

Za posebne je slučajeve vrijednosti parametara iznos kapitaliziranih sredstava C :

- ako je $p = i$ ($r = q$) i $p \neq 0$ ($r \neq 1$), tada je:

$$C = R \cdot \frac{r-1}{r^{1/12}-1} \cdot n \cdot r^{n-1}, \quad (3)$$

- ako je $p \neq 1$ i $p = 0$, tada je:

$$C = 12 \cdot R \cdot \frac{q^n - 1}{q - 1}, \quad (4)$$

- ako je $p = i = 0$, tada je:

$$C = 12 \cdot n \cdot R. \quad (5)$$

Radi jednostavnosti, u daljnjoj ćemo analizi pretpostaviti da je iznos uplate R jednak 1, tj. iznos jedinične uplate definirat ćemo kao iznos dobiven kao produkt stope izdvajanja za drugi stup (trenutačno 5%) i bruto plaće osiguranika, umanjene za ulaznu naknadu mirovinskog fonda. Napomenimo da prema Zakonu o obveznim i dobrovoljnim mirovinskim fondovima za obvezni mirovinski fond ulazna naknada smije iznositi najviše 0,8% uplaćenog doprinosa.

Analizom koja slijedi želimo utvrditi koliki je marginalni doprinos promjene pojedine varijable na iznos kapitaliziranih sredstava C , tj. za koliko će se promijeniti iznos kapitaliziranih sredstava C ako su promjene u pojedinom parametru male. S obzirom na to da nas zanimaju male promjene oko neke referentne točke (r_0, q_0, n_0), funkciju C razvit ćemo u Taylorov red i zadržati se samo na linearnim članovima u razvoju:

$$C(r, q, n) = C(r_0, q_0, n_0) + \frac{\partial C}{\partial r} \cdot (r - r_0) + \frac{\partial C}{\partial q} \cdot (q - q_0) + \frac{\partial C}{\partial n} \cdot (n - n_0), \quad (6)$$

Uvedemo li sljedeće oznake za marginalne doprinose, tj. osjetljivosti na promjene po pojedinim parametrima:

$$\alpha = \frac{1}{C_0} \cdot \frac{\partial C}{\partial r}, \quad (7)$$

$$\beta = \frac{1}{C_0} \cdot \frac{\partial C}{\partial q}, \quad (8)$$

$$\gamma = \frac{1}{C_0} \cdot \frac{\partial C}{\partial n}, \quad (9)$$

gdje su parcijalne derivacije računane za vrijednosti parametara u referentnoj točki, dobit ćemo izraz za relativnu promjenu iznosa kapitaliziranih sredstava $\Delta C = (C - C_0)/C_0$:

$$\Delta C = \alpha \cdot \Delta r + \beta \cdot \Delta q + 100 \cdot \gamma \cdot \frac{\Delta n}{100}, \quad (10)$$

u kojemu smo uveli pokrate $\Delta r = (r - r_0)$, $\Delta q = (q - q_0)$ i $\Delta n = (n - n_0)$. S obzirom na to da se za r i q promatraju promjene mjerene u postotnim bodovima, dok promjene za n nisu postotne, skalirali smo parametar γ s faktorom 100, tj. uveli smo zamjenu $100\gamma \rightarrow \gamma$, kako bismo promatrali i promjene $\Delta n/100$ mjerene u postotnim bodovima.

Primijetimo da umjesto promjena indeksa prinosa i stope možemo primijeniti promjene samih prinosa i stope jer vrijedi $\Delta r = \Delta p$ i $\Delta q = \Delta i$. Nadalje, koeficijenti α i β mogu se definirati i s pomoću promjena samih prinosa i stope jer vrijedi $\partial C/\partial r = \partial C/\partial p$ te $\partial C/\partial q = \partial C/\partial i$. Stoga ćemo se u nastavku koristiti ekvivalentnim prikazom za relativnu promjenu iznosa kapitaliziranih sredstava ΔC u ovisnosti o malim promjenama parametara p , i i n , koji predočuju realan prinos fonda, realni rast bruto plaća i broj godina štednje:

$$\Delta C = \alpha \cdot \Delta p + \beta \cdot \Delta i + \gamma \cdot \frac{\Delta n}{100}. \quad (11)$$

Dobiveni izraz za ΔC omogućuje nam da na jednostavan način promatramo promjene u iznosu kapitaliziranih sredstava na male promjene parametara, bilo da je riječ o promjeni samo jednoga ili više njih. Na primjer, ako se prinos fonda p promijeni za Δp , a ostali parametri ostanu nepromijenjeni, tada će se kapitalizirana sredstva C u relativnom iznosu promijeniti za $\alpha \cdot \Delta p$.

Napomenimo da Δn strogo matematički nije dobro definiran jer nije moguće promatrati infinitezimalne promjene za n , no za potrebe ove analize promatrat ćemo promjene od jedne godine i koristiti se tom aproksimacijom. Takva je aproksimacija opravdana i stoga što se u praksi vrijeme odlaska u mirovinu određuje točno u dan, dakle minimalni Δn u praksi iznosi $1/365 \approx 0,0027$.

Parcijalnim deriviranjem krajnjeg izraza u (2) dobivamo izraze za α , β i γ :

$$\alpha = \left(\frac{(11/12 \cdot r^{1/12} - 1 + 1/12 \cdot r^{-11/12} \cdot (r^n - q^n))}{(r^{1/12} - 1)} + \frac{(r-1)((n-1) \cdot r^n - n \cdot q \cdot r^{n-1} + q^n)}{(r-q)} \right) \cdot \frac{1}{C_0} \cdot \frac{1}{(r^{1/12} - 1) \cdot (r - q)}, \quad (12)$$

$$\beta = \frac{r-1}{r^{1/12}-1} \cdot \left(\frac{(r^n - q^n) - n \cdot q^{n-1} \cdot (r-q)}{(r-q)^2} \right) \cdot \frac{1}{C_0}, \quad (13)$$

$$\gamma = 100 \cdot \frac{r-1}{r^{1/12}-1} \cdot \frac{1}{r-q} \cdot (r^n \cdot \ln r - q^n \cdot \ln q) \cdot \frac{1}{C_0}. \quad (14)$$

U posebnom slučaju, kada je $p = i$, $p \neq 0$, vrijedi:

$$\alpha = \frac{n}{r^{1/12}-1} \cdot \left[\left(1 - \frac{1}{12} \cdot \left(\frac{r^{1/12} - r^{-11/12}}{r^{1/12}-1} \right) \right) \cdot r^{n-1} + (n-1) \cdot r^{n-2} \cdot (r-1) \right] \cdot \frac{1}{C_0}, \quad (15)$$

$$\beta = \alpha, \quad (16)$$

$$\gamma = 100 \cdot \frac{r-1}{r^{1/12}-1} \cdot r^{n-1} \cdot (1+n \cdot \ln r) \cdot \frac{1}{C_0}. \quad (17)$$

Napomenimo da se jednadžbama (15) i (16) koristimo samo kada promatramo istodobnu promjenu parametara p i i , što nas ne zanima jer tražimo njihove nezavisne promjene. Preciznije, jednadžbe (15) i (16) marginalni su doprinos i prinosa fonda i stope rasta bruto plaće, tj. $\alpha + \beta$. Dakle, ako želimo promatrati promjene samo jednog parametra, tada se u slučaju $p = 1$ te $p \neq 0$ marginalni doprinosi α i β i dalje računaju prema jednadžbama (12) i (13). Ti se doprinosi numerički mogu dobiti linearnom interpolacijom jednog od parametara među dvije susjedne vrijednosti. Primjerice, možemo izračunati α u referentnoj točki ($p = 3\%$, $i = 3\%$, $n = 38$) tako da izračunamo vrijednosti α_1 i α_2 u susjednim točkama, u kojima su vrijednosti parametara $i_1 = 2,9\%$ i $i_2 = 3,1\%$. Uvrštenjem tih vrijednosti u jednadžbu (12) dobivamo $\alpha_1 = 18,31$ i $\alpha_2 = 18,50$, što u linearnoj interpolaciji za α daje vrijednost 18,41. Također uočimo da faktor γ ne ovisi o promjenama parametara p i i . Ako je $p = i$, jednadžba (17) može se dobiti iz jednadžbe (14) u limesu kada $p \rightarrow i$.

U posebnom slučaju, kada je $p = 0$, $p \neq i$, vrijedi:

$$\alpha = 0, \quad (18)$$

$$\beta = 12 \cdot \frac{(n-1) \cdot q^n - n \cdot q^{n-1} + 1}{(q-1)^2} \cdot \frac{1}{C_0}, \quad (19)$$

$$\gamma = 100 \cdot \frac{12}{q-1} \cdot q^n \cdot \ln q \cdot \frac{1}{C_0}. \quad (20)$$

3. Analiza osjetljivosti sustava kapitaliziranih doprinosa

Kako bismo mogli analizirati osjetljivost sustava kapitaliziranih doprinosa i utvrditi koji od parametara ima dominantni doprinos, moramo odrediti referentne vrijednosti za očekivane parametre, a to su očekivani realni prinos mirovinskog fonda p , očekivana realna stopa rasta bruto plaća i , te očekivani broj godina štednje n . Konkretno, zanimaju nas male promjene oko referentne točke (p_0, i_0, n_0) .

Budući da je reforma mirovinskog sustava u Hrvatskoj počela 2002. godine, te imamo podatke za prinose obveznih mirovinskih fondova samo za proteklih sedam godina, ne možemo ih smatrati dovoljno pouzdanima za odabir vrijednosti za očekivani prinos fonda. Zato ćemo se pozvati na podatke o prinosima vrijednosnih papira za razvijena tržišta kapitala u razdoblju od 1900. do 2008. godine (Dimson et al., 2009). Prema tim podacima, godišnji realni prinos za razvijena tržišta kapitala za dionice bio je 5,2%, uz potpuno re-investiranje dividendi, dok je za obveznice iznosio 1,8%. U promatranom razdoblju dionička premija za razvijena tržišta kapitala, mjerena u odnosu prema prinosima trezorskih zapisa, iznosila je 4,2%, a kreditna je premija bila 0,8%.

Međutim, u portfeljima hrvatskih mirovinskih fondova trenutačno dominantnu komponentu ulaganja čine domaće dionice i obveznice, za koje zbog veće rizičnosti ulaganja očekujemo veće dugoročne dioničke i kreditne premije nego na razvijenim tržištima kapitala. S obzirom na kratku povijest domaćeg tržišta kapitala, te premije nije moguće ocijeniti. Stoga ćemo radi jednostavnosti uvećati domaću dioničku premiju za 1 postotni bod, a domaću kreditnu premiju za 0,5 postotnih bodova. Ako realni prinos za obveznice na razvijenim tržištima kapitala $R^I_O=1,8\%$ uvećamo za 0,5 postotnih bodova, dobit ćemo očekivani realni prinos za hrvatsko tržište obveznica u iznosu od $R^H_O=2,3\%$. Analogno tome, s povećanjem realnog prinosa dionica na razvijenim tržištima $R^I_D=5,2\%$ za 1 postotni bod dobivamo očekivani realni prinos dionica za hrvatsko tržište u iznosu od $R^H_D=6,2\%$. Promatrat ćemo umjereno konzervativan portfelj, koji sadržava $w_O=70\%$ obveznica i $w_D=30\%$ dionica, a koji je primjeren strukturi ulaganja obveznih mirovinskih fondova. Nadalje, pretpostavit ćemo da polovicu dioničkog portfelja čine domaće dionice, tj. da je ponder $w^H_D=15\%$, te da je polovica portfelja uložena u domaće obveznice, tj. da je ponder $w^H_O=50\%$. Očekivani realni godišnji prinos takvog portfelja iznosi:

$$\begin{aligned} R_p &= w^H_O R^H_O + w^I_O R^I_O + w^H_D R^H_D + w^I_D R^I_D = \\ &= 50\% \cdot 2,3\% + 20\% \cdot 1,8\% + 15\% \cdot 6,2\% + 15\% \cdot 5,2\% = 3,22\%. \end{aligned}$$

Radi jednostavnosti, u daljnjoj ćemo se analizi za očekivani realni prinos mirovinskog fonda p_0 koristiti iznosom od 3%.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku, prosječna godišnja realna stopa rasta bruto plaća u posljednjih devet godina za Hrvatsku iznosila je 2,3%. Iako je devet godina premalo za procjenu očekivane dugoročne stope rasta bruto plaća, dobivenim ćemo se podatkom koristiti za ocjenu individualne očekivane stope rasta bruto plaća. Za razliku od kolektivnog pokazatelja rasta bruto plaća, individualna stopa rasta u prosjeku sadržava i komponentu koja se odnosi na samo napredovanje na poslu i/ili povećanje plaće zbog duljeg staža. Kako procjena toga individualnog doprinosa rastu plaća nije moguća zbog nedostataka statističkih podataka, radi jednostavnosti uvećat ćemo ostvarenu prosječnu go-

dišnju stopu rasta bruto plaća za 30% te se u daljnjoj analizi koristiti podatkom za očekivanu stopu, $i_0 = 3\%$.

Pretpostavit ćemo da, sukladno važećim zakonskim propisima, očekivani radni vijek u Hrvatskoj iznosi 35 godina za žene te 40 godina za muškarce, uz uvjet da se oni zapošljavaju u dobi od 25 godina. Napominjemo da se u budućnosti očekuje izjednačavanje dobi za odlazak u starosnu mirovinu za muškarce i žene. Uz tu pretpostavku i uz pretpostavku da je prosječan radni vijek manji od onoga potrebnog za ostvarivanje starosne mirovine, za očekivani broj godina štednje n_0 uzet ćemo vrijednost 38.

Na osnovi jednadžbi (2.12) – (2.14) možemo izračunati marginalne doprinose α , β i γ u referentnoj točki ($p_0 = 3\%$, $i_0 = 3\%$, $n_0 = 38$).

Tablica 1. Vrijednosti α , β i γ u točki ($p_0 = 3\%$, $i_0 = 3\%$, $n_0 = 38$)

α	18,41
β	17,97
γ	5,59

Iz tablice 1. možemo zaključiti da za referentne vrijednosti parametara najveći doprinos ukupnim kapitaliziranim sredstvima ima prinos fonda p , dok je utjecaj realne stope rasta bruto plaće i samo neznatno manji. Vidimo da mala promjena u duljini trajanja štednje n ima najmanji utjecaj na ukupna kapitalizirana sredstva, tj. za oko trećinu s obzirom na prinos fonda ili rast bruto plaća. U nastavku ćemo detaljnije analizirati marginalne doprinose u ovisnosti o različitim vrijednostima parametara.

3.1. Marginalni doprinos promjene očekivanoga realnog prinosa fonda

Prema tablici 1, za povećanje/smanjenje očekivanog prinosa mirovinskog fonda od 0,1 postotnog boda s obzirom na postavljene referentne vrijednosti očekujemo povećanje/smanjenje kapitaliziranih sredstava za 1,84%. Promjena očekivanog prinosa fonda za 0,1 postotni bod znači ili promjenu očekivanih premija rizika na pojedine klase imovine u portfelju mirovinskog fonda, promjenu u strateškoj alokaciji imovine u portfelju ili oboje istodobno. Pretpostavimo li da ne očekujemo promjene u premijama rizika, možemo izračunati kolika je implicirana promjena u alokaciji imovine u odnosu prema pretpostavljenoj umjereno konzervativnoj alokaciji 70-30. Pri povećanju očekivanog prinosa fonda R_p za 0,1 postotni bod u odnosu prema očekivanoj vrijednosti od npr. 3,22%, strateška realokacija portfelja iznosi 3 postotna boda, tj. sastav portfelja morao bi biti 67-33. Do te nove alokacije došli smo koristeći se jednadžbom za prinos ukupnog portfelja, pri čemu su agregirani domaći i inozemni obveznički te dionički portfelji, $R_p = w_O R_O + w_D R_D$. Očekivani prinos ukupnoga obvezničkog dijela portfelja iznosi $R_O = (w^H_O R^H_O + w^I_O R^I_O) / (w^H_O + w^I_O) = 2,16\%$, a njegov ponder $w_O = w^H_O + w^I_O = 70\%$. Analogno tome, za ukupni dionički portfelj dobivamo $R_D = 5,70\%$ i $w_D = 30\%$. Ako očekivane prinose R_O i R_D držimo konstantnima, moramo promijeniti pondere w_O i w_D kako bi se prinos ukupnog portfelja R_p povećao

za zadani iznos od 0,1 postotni bod. Rješenja jednadžbe $R'_p = w'_o R_o + w'_D R_D$, uz uvjet $w'_o + w'_D = 1$ za $R'_p = 3,32\%$ i zadane R_o i R_D , jesu $w'_o = 67,2\%$ i $w'_D = 32,8\%$.

Napomenimo još da promjena očekivanog prinosa fonda za cijeli postotni bod, tj. s 3,22% na 4,22%, uzrokuje značajnu realokaciju portfelja u iznosu od 28 postotnih bodova, tj. portfelj postaje blago agresivan, s alokacijom 42-58. Međutim, takve alokacije nisu primjerene mirovinskim fondovima iz drugog stupa zbog znatnog povećanja rizika privremenog smanjenja vrijednosti portfelja u trenutku odlaska u mirovinu. Suprotno tome, promjena očekivanog prinosa fonda s 3,22 na 2,22% daje portfelj s alokacijom 98-2, koji možemo smatrati izrazito konzervativnim.

Daljnjom analizom želimo izračunati kakav je utjecaj ostalih dviju varijabli na marginalni doprinos α . Promotrimo najprije promjenu faktora α za različite n , uz konstantnu očekivanu realnu stopu rasta bruto plaća $i_0 = 3\%$.

Tablica 2. Vrijednosti α za različite vrijednosti n_0 , uz $p_0 = 3\%$ i $i_0 = 3\%$

n_0	α
20	9,67
30	14,53
40	19,39

Iz tablice 2. vidimo sljedeće: ako osiguranik ima malo godina štednje n , marginalni doprinos α je malen, dok je za velike vrijednosti n marginalni doprinos znatno veći te se za dvostruki broj godina štednje udvostručuje. To znači da za dugoročnu štednju utjecaj prinosa fonda na kapitalizirana sredstva s vremenom postaje sve veći.

Promotrimo sada kakav je marginalni doprinos α s obzirom na različite vrijednosti i , dok ćemo za n_0 uzeti konstantnu vrijednost 38.

Tablica 3. Vrijednosti α za različite vrijednosti i_0 , uz $p_0 = 3\%$ i $n_0 = 38$

i_0	α
2%	19,55
3%	18,41
4%	17,29

Iz tablice 3. vidimo da se s povećanjem realne stope rasta bruto plaća i marginalni doprinos α smanjuje. Ipak, to smanjenje nije značajno jer za dvostruko veću stopu rasta bruto plaća faktor α pada za 11,6%.

3.2. Marginalni doprinos promjene očekivane realne stope rasta bruto plaća

Promotrimo marginalni doprinos β ukupnim kapitaliziranim sredstvima za različite n , uz konstantni očekivani prinos fonda $p_0 = 3\%$.

Tablica 4. Vrijednosti β za različite vrijednosti n_0 , uz $p_0=3\%$ i $i_0=3\%$

n_0	β
20	9,22
30	14,08
40	18,94

Iz tablice 4. vidimo da utjecaj promjene realne stope rasta bruto plaća i na kapitalizirana sredstva C raste s porastom duljine štednje n . Ako osiguranik štedi dvostruko dulje, marginalni se doprinos β udvostručuje. Kao i za marginalni doprinos α , to znači da za dugoročnu štednju utjecaj realne stope rasta bruto plaća na kapitalizirana sredstva s vremenom postaje sve veći.

Iz tablica 2. i 4. vidimo da je za istu duljinu štednje n marginalni doprinos α veći od marginalnog doprinosa β za približno konstantni iznos od 0,45. Obično se u javnosti govori o daleko većem utjecaju prinosa fonda na kapitalizirana sredstva, a zanemaruje se rast bruto plaća. Iz dobivenih rezultata vidimo da je utjecaj rasta bruto plaća na kapitalizirana sredstva samo neznatno manji od utjecaja prinosa fonda za 20 do 40 godina štednje. Stoga možemo zaključiti da je za mirovinsku štednju, koja je prije svega dugoročna i u prosjeku traje i do 40 godina, vrlo važan i rast bruto plaća te svakako zaslužuje veću pozornost u analizama.

Promotrimo kako se mijenja marginalni doprinos β s obzirom na različite vrijednosti prinosa fonda p , uz konstantni $n_0=38$.

Tablica 5. Vrijednosti β za različite vrijednosti p_0 , uz $i_0=3\%$ i $n_0=38$

p_0	β
2%	19,10
3%	17,97
4%	16,84

Iz tablice 5. vidimo da se marginalni doprinos β smanjuje s povećanjem prinosa fonda, ali to smanjenje nije izraženo u velikom području promjena prinosa fonda koji karakterizira izrazito konzervativni, pa sve do blago agresivnog portfelja.

3.3. Marginalni doprinos promjene duljine štednje

Promotrimo marginalni doprinos γ za različite prinose fonda p , uz konstantnu realnu stopu rasta bruto plaća $i_0=3\%$.

Iz tablice 6. vidimo da nema većeg utjecaja prinosa fonda na marginalni doprinos γ koji pokazuje osjetljivost na trajanje štednje u fondu.

Tablica 6. Vrijednosti γ za različite vrijednosti p_0 , uz $i_0=3\%$ i $n_0=38$

p_0	γ
2%	5,13
3%	5,59
4%	6,10

Promotrimo na kraju kako se mijenja marginalni doprinos γ s promjenom očekivane realne stope rasta bruto plaća i_0 , uz konstantni prinos fonda $p_0=3\%$.

Tablica 7. Vrijednosti γ za različite vrijednosti i_0 , uz $p_0=3\%$ i $n_0=38$

i_0	γ
2%	5,13
3%	5,59
4%	6,10

Vidimo da su izračunane vrijednosti za marginalni doprinos iz tablica 6. i 7. jednake. Stoga možemo zaključiti da prinos fonda i stopa rasta bruto plaća imaju jednak utjecaj na marginalni doprinos trajanja štednje kapitaliziranim sredstvima.

Međutim, promatramo li referentnu točku u kojoj je trajanje štednje vrlo kratko, marginalni doprinos trajanja štednje značajno je veći od ostalih marginalnih doprinosa. Tako za deset godina štednje i vrijednosti $p_0=3\%$ i $i_0=3\%$ dobivamo $\alpha=4,82$, $\beta=4,37$, dok je $\gamma=12,96$. Općenito, marginalni se doprinos trajanja štednje naglo smanjuje s povećanjem broja godina štednje, iz čega se može zaključiti da je u kapitaliziranom sustavu mirovinskog osiguranja nepovoljno planirati štednju za kraća vremenska razdoblja jer je tada osjetljivost na trajanje štednje izrazito velika. Na osnovi te analize uočavamo zašto se pojavio problem s mirovinama onih osiguranika koji su štedjeli u mirovinskom fondu vrlo kratko i otišli u prijevremenu mirovinu.

3.4. Usporedba marginalnih doprinosa α , β i γ

U ovoj ćemo točki napraviti usporedbu α , β i γ oko referentnih vrijednosti kako bismo ustanovili njihov utjecaj na promjenu kapitaliziranih sredstava. S obzirom na to da imamo trodimenzionalni parametarski prostor, prikazat ćemo tri tablice u kojima je vrijednost duljine štednje n konstantna, a mijenjaju se parametri p i i . Napomenimo da je uz proizvoljne vrijednosti parametara u rasponu prikazanome u tablicama interpolacijom vrijednosti iz tablica moguće dobiti i odgovarajuće vrijednosti marginalnih doprinosa α , β i γ .

Tablica 8. Usporedba α , β i γ za $n_0=37$

(p, i)	α	β	γ
(2%, 2%)	18,10	17,65	4,68
(2%, 3%)	17,01	18,56	5,20
(2%, 4%)	15,95	19,42	5,77
(3%, 2%)	19,01	16,56	5,20
(3%, 3%)	17,93	17,48	5,66
(3%, 4%)	16,86	18,37	6,17
(4%, 2%)	19,87	15,50	5,77
(4%, 3%)	18,81	16,41	6,17
(4%, 4%)	17,76	17,31	6,62

Tablica 9. Usporedba α , β i γ za $n_0=38$

(p, i)	α	β	γ
(2%, 2%)	18,59	18,14	4,61
(2%, 3%)	17,45	19,10	5,13
(2%, 4%)	16,32	20,02	5,70
(3%, 2%)	19,55	16,99	5,13
(3%, 3%)	18,41	17,97	5,59
(3%, 4%)	17,29	18,91	6,10
(4%, 2%)	20,46	15,87	5,70
(4%, 3%)	19,35	16,84	6,10
(4%, 4%)	18,24	17,79	6,55

Tablica 10. Usporedba α , β i γ za $n_0=39$

(p, i)	α	β	γ
(2%, 2%)	19,08	18,63	4,54
(2%, 3%)	17,88	19,65	5,06
(2%, 4%)	16,69	20,62	5,64
(3%, 2%)	20,10	17,42	5,06
(3%, 3%)	18,90	18,45	5,52
(3%, 4%)	17,71	19,45	6,03
(4%, 2%)	21,06	16,24	5,64
(4%, 3%)	19,89	17,27	6,03
(4%, 4%)	18,72	18,27	6,49

Iz tablica 8, 9. i 10. vidimo da trajanje štednje ima daleko najmanji marginalni doprinos promjeni kapitaliziranih sredstava u svim točkama u okolini točke (p_0, i_0, n_0) . Također vidimo da je α veći od β u točkama u kojima je p približno jednak i , što znači da je u situacijama kada je prinos fonda jednak stopi rasta bruto plaća marginalni doprinos prinosa fonda veći nego marginalni doprinos rasta bruto plaća. Bitno je napomenuti da je ta razlika vrlo malena i da veliko značenje svakako treba dati i stopi rasta bruto plaća. Ako je stopa rasta bruto plaća za samo jedan postotni bod veća od prinosa fonda, tada je utjecaj stope rasta bruto plaća na kapitalizirana sredstva veći nego utjecaj prinosa fonda. Nadalje, što je duljina štednje veća, to je sam utjecaj duljine štednje na kapitalizirana sredstva sve manji, dok utjecaji stope rasta bruto plaća i prinosa fonda rastu s povećanjem duljine štednje.

Na kraju promotrimo koliko će se promijeniti iznosi kapitaliziranih sredstava ako prinos fonda p ostane konstantan, dok ostale dvije varijable mijenjamo oko referentne točke (p_0, i_0, n_0) .

Tablica 11. Promjene iznosa kapitaliziranih sredstava za $p_0 = 3\%$

$n \setminus i$	2%	3%	4%
36	-0,18	-0,06	0,11
37	-0,16	-0,03	0,17
38	-0,14	0,00	0,23
39	-0,12	0,04	0,29
40	-0,10	0,08	0,37

Iz tablice 11. vidimo koliko se iznos kapitaliziranih sredstava postotno povećava/smanjuje, s obzirom na referentnu točku, za različite vrijednosti i i n . Zanima nas za koliko bi se trebala povećati realna stopa rasta bruto plaća da bi osiguranik, uz jednak iznos kapitaliziranih sredstava, ali ne i jednaki anuitet, mogao ići jednu godinu ranije u mirovinu. Ako npr. osiguranik radi 39 umjesto 38 godina, a stopa rasta plaće iznosi 3%, tada će se iznos kapitaliziranih sredstava povećati za 0,04 ili 4%. No ako osiguranik radi 38 godina, a realna se stopa rasta bruto plaće poveća s 3 na 4%, iznos kapitaliziranih sredstva povećat će se znatno više – za 0,23 ili 23% u linearnoj aproksimaciji određivanja marginalnih doprinosa. Primjenom egzaktnog računa, uz pomoć jednadžbi (2) i (3), povećanje kapitaliziranih sredstava bit će nešto manje i iznositi će 20%.

Iako takvim načinom možemo odrediti parametre potrebne za održavanje istih iznosa kapitaliziranih sredstava pri prijevremenom umirovljenju, iznosi anuiteta neće biti jednaki. Naime, sa smanjenjem trajanja štednje povećava se očekivano trajanje života osiguranika jer se njegova dob pri odlasku u mirovinu smanjuje. Stoga će se njegova mirovina isplaćivati dulje, što povlači manji iznos samog anuiteta. Smanjenje iznosa anuiteta nije linearno, zato što ne vrijedi jednadžba $e = e_{x+1} + c$, u kojoj je c konstanta, a e_x oznaka za očekivano trajanje života osobe u dobi x . S porastom dobi osiguranika i postotna je promjena između susjednih godina za očekivano trajanje života veća. Dakle, s porastom godina starosti očekivano se trajanje života naglo smanjuje. Na primjer, muškarac od 56 go-

dina ima 3,87% manje očekivano trajanje života od muškarca od 55 godina, dok muškarac od 66 godina ima 4,83% manje očekivano trajanje života od muškarca starog 65 godina (Tablice aktuarske matematike, 1998). Posljedica toga je činjenica da s povećanjem starosti razlika između anuiteta za susjedne godine raste. U tom kontekstu napominjemo da je za izračun potrebnih parametara pri određivanju istog anuiteta za prijevremeno umirovljenje u analizu potrebno uključiti i fazu isplate mirovine putem mirovinskoga osiguravateljskog društva koje na aktuarskim načelima određuje iznose anuiteta za pojedine dobi osiguranika. Također, s obzirom na to da se ukupna mirovina iz novog sustava mirovinskog osiguranja dijelom ostvaruje i putem sustava generacijske solidarnosti (prvi stup), u takvu je analizu potrebno uključiti i promjene u tom sustavu.

3.5. Utjecaj povećanja stope izdvajanja za drugi stup

U prvom smo poglavlju opisali model aproksimativnog izračuna kapitaliziranih sredstava u individualnome kapitaliziranom sustavu mirovinskog osiguranja koji ovisi o tri glavna parametara: trajanju štednje, prinosu fonda te stopi rasta bruto plaća. U ovoj ćemo točki jednostavnom aproksimacijom promotriti kako na iznos kapitaliziranih sredstava utječe promjena stope izdvajanja za drugi stup. Pretpostavit ćemo da se jedanput godišnje postotak izdvajanja od bruto plaće za drugi stup povećava za stopu rasta j , te da se takvo povećanje događa u cjelokupnom razdoblju štednje. Takav način povećanja stope izdvajanja za drugi stup vrlo je pojednostavnjen, ali nam omogućuje da iskoristimo postojeću analizu za utvrđivanje utjecaja promjene stope izdvajanja za drugi stup na iznos kapitaliziranih sredstava.

Uvedimo oznaku d za pripadni indeks povećanja stope izdvajanja:

$$d = 1 + j. \quad (21)$$

Ako se uplata iznosa R obavlja na kraju mjeseca, očekivani iznos kapitaliziranih sredstava C nakon n godina ulaganja iznosi:

$$C = R \cdot \frac{r-1}{r^{1/12}-1} \cdot \frac{r^n - (q \cdot d)^n}{r - q \cdot d}. \quad (22)$$

Definiramo li novu varijablu $q' = q \cdot d$ te računamo iznos kapitaliziranih sredstava uz pomoć jednadžbe (2) u točki (r, q', n) , možemo primijetiti da je izraz identičan iznosu dobivenom uz pomoć jednadžbe (22). Stoga povećanje stope izdvajanja efektivno možemo promatrati kao doprinos povećanja stope rasta bruto plaće. Zanima nas koliki utjecaj ima doprinos povećanja stope izdvajanja na marginalne doprinose pojedinih varijabli. U tu ćemo svrhu definirati marginalne doprinose α' , β' i γ' te uspostaviti njihovu vezu s marginalnim doprinosima α , β i γ :

$$\alpha' = \alpha(r, q', n), \quad (23)$$

$$\beta' = \frac{1}{C_0} \cdot \frac{\partial C}{\partial q} = \frac{1}{C_0} \cdot \frac{\partial C}{\partial q'} \cdot \frac{\partial q'}{\partial q} = \beta(r, q', n) \cdot d, \quad (24)$$

$$\gamma' = \gamma(r, q', n). \quad (25)$$

Primijetimo da je marginalni doprinos β skaliran s veličinom d , dok su drugi marginalni doprinosi ostali nepromijenjeni.

Pretpostavimo scenarij u kojemu će se stopa izdvajanja za drugi stup povećati za ukupno 5 postotnih bodova u sljedećih 20 godina, tj. za $5\%/19 = 0,263\%$ godišnje. Možemo izračunati α' i β' u referentnoj točki (3%, 3%, 20).

Tablica 12. Vrijednosti α' i β' , uz $p_0 = 3\%$, $i_0 = 3\%$ i $n_0 = 20$

α'	9,59
β'	9,31

Usporedbom (α' , β') i (α , β) u referentnoj točki (3%, 3%, 20) možemo zaključiti da se povećanjem stope izdvajanja za drugi stup smanjuje marginalni doprinos prinosa fonda, te povećava marginalni doprinos stope rasta bruto plaće. Iz tablica 2. i 4. vidimo da je za jednako trajanje štednje n marginalni doprinos α veći od marginalnog doprinosa β za približno konstantni iznos od 0,45, dok je razlika između marginalnih doprinosa α' i β' prikazana u tablici 12. gotovo dvostruko manja te iznosi 0,28. Na osnovi prezentiranog scenarija povećanja stope doprinosa za drugi stup u rasponu cjelokupne štednje, za koji možemo ustvrditi da nije realna opcija zbog prespore dinamike povećanja stope izdvajanja, zaključili smo da su marginalni doprinosi prinosa fonda i stope rasta bruto plaća podjednako važni. U nekom realnijem scenariju povećanja stope izdvajanja za drugi stup, u kojemu bi se ona povećavala npr. do iznosa od 10% za najviše deset godina, tj. za 0,5 postotnih bodova svake godine, možemo očekivati da će marginalni doprinos rasta bruto plaća biti jednak ili čak veći od marginalnog doprinosa prinosa fonda.

4. Zaključak

U ovom radu analizirali smo standardni model za izračun iznosa kapitaliziranih sredstava u individualnom kapitaliziranom sustavu mirovinskog osiguranja, čiji su osnovni parametri trajanje štednje, prinos fonda i stopa rasta bruto plaća. Koristeći se linearnom aproksimacijom, izračunali smo marginalne doprinose pojedinih parametara koji pokazuju kako male promjene parametara utječu na iznos kapitaliziranih sredstava. Cilj analize bio je da se utvrdi utjecaj pojedinog parametra za referentne vrijednosti parametara koji su primjereni drugom stupu mirovinskog osiguranja u Hrvatskoj.

U drugom poglavlju izračunani su marginalni doprinosi pojedinih parametara u linearnoj aproksimaciji, tj. za njihove male promjene. U trećem poglavlju analizirali smo marginalne doprinose za referentne vrijednosti parametara koristeći se za realni prinos miro-

vinskog fonda na godišnjoj razini vrijednošću od 3%, za realnu stopu rasta bruto plaća 3% te za trajanje štednje u sustavu 38 godina. Promatrali smo odnose između pojedinih parametara te utvrdili da marginalni doprinos prinosa fonda ima najveći utjecaj te da je marginalni doprinos stope rasta bruto plaća samo neznatno manji, dok je marginalni doprinos trajanja štednje znatno manji. Međutim, ako bi se promatrala referentna točka u kojoj je trajanje štednje vrlo kratko, marginalni doprinos trajanja štednje bio bi znatno veći od ostalih marginalnih doprinosa te bi naglo padao s povećanjem broja godina štednje. Iz navedenoga možemo zaključiti da je u kapitaliziranom sustavu mirovinskog osiguranja nepovoljno planirati štednju za kraća vremenska razdoblja jer je tada osjetljivost na trajanje štednje izrazito velika.

U radu smo utvrdili da marginalni doprinosi za prinos fonda i stopu rasta bruto plaća s trajanjem štednje značajno rastu, te da razlika između njih iznosi približno 0,45 bez obzira na trajanje štednje. Također, navedeni se marginalni doprinosi značajno ne mijenjaju ako je trajanje štednje konstantno, a pri tome se mijenjaju samo njihovi međusobni odnosi. Marginalni doprinos trajanja štednje također neznatno ovisi o promjenama drugih dvaju parametara.

Na kraju, promatrali smo jednostavan scenarij povećanja stope izdvajanja za drugi stup u jednakim iznosima tijekom cijelog razdoblja štednje. Pritom je moguće jednostavnom dopunom postojećega izračunati marginalne doprinose pojedinih parametara. Za referentne vrijednosti parametara, ali uz trajanje štednje od 20 godina te uz pretpostavku povećanja stope izdvajanja za 5 postotnih bodova u sljedećih 20 godina, izračunali smo da marginalni doprinos stope rasta bruto plaća ima sve veći utjecaj na iznose kapitaliziranih sredstava.

Dobiveni rezultati za osjetljivosti pojedinih parametara u standardnome modelu izračuna kapitaliziranih sredstava za sustav individualne kapitalizirane štednje omogućuju jednostavnije planiranje mirovinskog osiguranja na razini cjelokupnog sustava, ali i na individualnoj razini. Sljedeći prirodni korak u analizi jest sagledavanje utjecaja rizika pojedinih klasa vrijednosnih papira na ostvarivanje očekivanog prinosa mirovinskog fonda s obzirom na njegov dominantni utjecaj na iznose budućih mirovina.

LITERATURA

Dimson, E., March, P. R. i Staunton, M., 2009. *Credit Suisse Global Investment Returns Yearbook 2009*. Zurich: *Credit Suisse Research Institute*.

Šorić, K., 2000. "Izračun mirovine na temelju individualne kapitalizirane štednje", *Računovodstvo i financije*, (5), 75-87.

Tablice aktuarske matematike, NN 31/98. Zagreb: Narodne novine.

Mladen Latković and Ivana Liker

Sensitivity Analysis of Accumulated Savings in a Defined Contribution Pension System

Abstract

In this article we analyze the effect of parameters in the standard model for calculation of accumulated savings in a defined contribution pension system. Three parameters affect accumulated savings in the standard model: saving duration, return of the pension fund and the growth in employee gross wage. By using a linear approximation we calculated marginal contributions for small changes in the parameters of the standard model and analyzed their relations for a set of referent parameters which are most suitable for the 2nd pillar pension system in Croatia. It is shown that the return of a pension fund has a major influence on accumulated savings, while the influence of the growth in employee gross wage is slightly smaller. Also, we calculated the influence of raising the contribution rate in the 2nd pillar on the accumulated savings in a simple scenario in which that rate is raised by equal amounts over the whole of a saving period. These results allow easier planning of pension insurance in the defined contribution system at a general level as well as at an individual level.

Key words: defined contribution system, pension funds, parametric model, sensitivity analysis.