

JELENA KOČOVIĆ¹

E-mail: kocovic@ekof.bg.ac.rs

MARIJA KOPRIVICA²

E-mail: marijajovovic@ekof.bg.ac.rs

IZVOĐENJE KRIVE PRINOSA ZA VREDNOVANJE OBAVEZA IZ OSIGURANJA U REGULATORNOM OKVIRU SOLVENTNOST II

DERIVING YIELD CURVE WHEN VALUING INSURANCE LIABILITIES IN SOLVENCY II REGULATORY FRAMEWORK

JEL KLASIFIKACIJA: G12, G22, G28.

APSTRAKT:

Vrednovanje obaveza iz osiguranja u regulatornom okviru Solventnost II podrazumeva diskontovanje očekivanih budućih novčanih tokova potrebnih za izmirenje tih obaveza, primenom odgovarajuće krive bezrizičnih kamatnih stopa. Za interpolaciju i ekstrapolaciju stopa koristi se Smit-Vilsonov model ročne strukture kamatnih stopa, dok su vrednosti parametara, ili način njihovog određivanja, unapred definisani po različitim valutama.

1 Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu

2 Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Sledeći metodološki pristup Solventnosti II, na bazi podataka sa domaćeg finansijskog tržišta, u radu je izvedena kriva prinosa u svrhe vrednovanja obaveza iz osiguranja izraženih u srpskim dinarima. Dobijeni rezultati su značajni sa aspekta pozicioniranja pojedinačnih osiguravača i celokupnog sektora osiguranja u odnosu na zahteve režima Solventnost II.

**KLJUČNE REČI:**KRIVA PRINOSA, SOLVENTNOST II, SMIT-VILSONOV MODEL

ABSTRACT:

The valuation of insurance liabilities in the regulatory framework Solvency II involves discounting expected future cash flows required to settle these obligations, by applying the appropriate risk-free interest rate term structure. The Smith-Wilson model is used for curve interpolation and extrapolation both, while the values of the parameters in different currencies, or the method of their determination, are predefined. In this paper we derive yield curve for the purpose of valuing insurance liabilities denominated in Serbian dinars, following the methodological approach of Solvency II and based on data from the domestic financial market. The obtained results are significant from the aspect of positioning of individual insurers and the entire insurance sector in relation to the requirements of the Solvency II regime.

**KEYWORDS:**YIELD CURVE, SOLVENCY II, SMITH-WILSON MODEL

1. UVOD

Počev od 1. januara 2016. godine, poslovanje osiguravajućih kompanija u zemljama članicama Evropske unije (EU) podleže novom regulatornom okviru, pod nazivom Solventnost II. Za razliku od prethodnog režima Solventnosti I, koji je bio zasnovan na knjigovodstvenim vrednostima bilansnih pozicija i, kao takav, neosetljiv na rizike, Solventnost II uvodi prospektivno vrednovanje imovine i obaveza osiguravača na tržišnim principima, primenom fer vrednosti. Fer vrednost obaveza iz osiguranja koje ne mogu biti replicirane investicionim portfoliom jednaka je zbiru najbolje procene i riziko margine.³ Uporište ovakvog pristupa je ideja da obaveze osiguravača, tj. tehničke rezerve, svojom visinom treba da odraze kako očekivanu vrednost budućih isplata osiguranicima, tako i neizvesnost koja je sa njom povezana. Najbolja procena, kao neto sadašnja vrednost svih očekivanih budućih novčanih tokova do konačnog izmirenja odnosnih obaveza, određuje se zasebno za obaveze koje su izražene u različitim valutama. Projektovani novčani tokovi se diskontuju primenom odgovarajuće krive bezrizičnih kamatnih stopa na dan vrednovanja obaveza, poštujući princip tržišne konzistentnosti.⁴ Budući da obaveze osiguravača mogu imati duraciju od više decenija, teško je pronaći finansijske instrumente odgovarajuće ročnosti čiji bi novčani prilivi mogli da repliciraju novčane odlive po osnovu tih obaveza, a naročito na nerazvijenim finansijskim tržištima. Stoga se prinosi koji odgovaraju onim rokovima dospeća za koje finansijski instrumenti nisu raspoloživi aproksimiraju tehnikom interpolacije i ekstrapolacije.

Metodologija izvođenja krive prinosa u svrhe vrednovanja obaveza iz osiguranja u režimu Solventnost II je eksplicitno definisana. Evropski organ za nadzor osiguranja (*European Insurance and Occupational Pensions Authority* - EIOPA) objavljuje na mesečnom nivou relevantne krive bezrizičnih kamatnih stopa za veći broj valuta, za ročnosti do 150 godina.⁵ Pri vrednovanju obaveza koje su izražene u drugim valutama potrebno je konstruisati relevantne ročne strukture kamatnih stopa, pridržavajući se istovetne metodologije i principa.

Iako Srbija nije članica Evropske unije, zahtevi okvira Solventnost II su relevantni i za domaće tržište osiguranja, zbog prisustva osiguravača koji pripadaju grupama osiguranja čiji su vlasnici u EU, kao i postupnog integrisanja delova EU regulative u lokalni pravni okvir u sklopu procesa pridruživanja. U toku je druga faza procesa implementacije Solventnosti II u Srbiji. Ova faza podrazumeva procenu efekata kvantitativnih zahteva Solventnosti II na tehničke rezerve i adekvatnost kapitala osiguravača.⁶ Kriva prinosa za vrednovanje obaveza iz osiguranja u nacionalnoj valuti je neophodna prilikom sprovođenja studija kvantitativnog uticaja. Stoga je cilj istraživanja da se izvede kriva prinosa koja bi mogla da se koristi za diskontovanje novčanih tokova na ime obaveza iz osiguranja izraženih u srpskim dinarima (RSD), koja do sada nije zvanično definisana. Osnovna istraživačka ideja je da se sledi metodološki pristup koncepta Solventnost II, uz uvažavanje specifičnosti domaćeg finansijskog tržišta. Iako je u literaturi već izvođena kriva prinosa

3 Directive 2009/138/EC, član 77.

4 EIOPA (2018), str. 7.

5 <https://eiopa.europa.eu/regulation-supervision/insurance/solvency-ii-technical-information/risk-free-interest-rate-term-structures>

6 Narodna banka Srbije (2018b), str. 8.

za diskontovanje rezervisanih šteta,⁷ odnosno tehničkih rezervi⁸ iskazanih u dinarima, u ovom istraživanju primenjuju se ažurirani podaci i inovirana metodologija.⁹

Za interpolaciju i ekstrapolaciju stopa prilikom izvođenja krive prinosa u regulatornom režimu Solventnost II koristi se Smit-Vilsonov model.¹⁰ Budući da se dati model ne svrstava u standardne modele ročne strukture kamatnih stopa u finansijskoj teoriji, u prvom delu rada biće obrazložene njegove karakteristike. Drugi deo rada posvećen je parametrizaciji Smit-Vilsonovog modela u konceptu Solventnost II, uz ilustraciju načina i rezultata njegove primene prilikom izvođenja krive prinosa za vrednovanje obaveza u izabranim valutama. U poslednjem delu rada izvodi se kriva prinosa za diskontovanje dinarskih obaveza osiguravača.

2. SMIT-VILSONOV MODEL ROČNE STRUKTURE KAMATNIH STOPA

Stope po kojima se diskontuju novčani tokovi na ime obaveza iz osiguranja treba da budu stope po kojima osiguravajuća kompanija u praksi zaista može da ostvari prinos od investiranja sredstava.¹¹ Kao razumna gornja granica diskontne stope javljaju se bezrizične kamatne stope. Kriva prinosa (ročna struktura kamatnih stopa) predstavlja zavisnost kamatnih stopa od ročnosti. Pri vrednovanju obaveza iz osiguranja koristi se kriva spot stopa, kao stopa prinosa na beskuponske instrumente. Cena u trenutku $t = 0$ beskuponske obveznice koja obezbeđuje isplatu od jedne novčane jedinice o roku dospeća t jednaka je diskontnom faktoru:

$$P(t) = (1 + p(t))^{-t} = e^{-i(t)t}, \quad t > 0 \quad (1)$$

gde $p(t)$ i $i(t)$ označavaju spot stopu pri godišnjem i pri neprekidnom kapitalisanju, respektivno, tako da važi: $i(t) = \ln(1 + p(t))$. Ročna struktura spot stopa može biti modelirana indirektno, na osnovu ročne strukture trenutnih forvard stopa (engl. *instantaneous forward rates*).¹² Pri neprekidnom kapitalisanju, veza između spot stopa i forvard stopa, kao budućih stopa koje su implicirane trenutnim spot stopama, može biti opisana sledećim obrascem:

$$e^{i(t_2)t_2} = e^{i(t_1)t_1} \cdot e^{f(t_1, t_2)(t_2 - t_1)}, \quad (2)$$

na osnovu čega je:

7 Jovović (2014), str. 140-141.

8 Jović et al. (2018), str. 257-263.

9 EIOPA (2018), str. 25-48.

10 Smith & Wilson (2001)

11 IAA (2009), str. 37.

12 Brandimarte (2017), str. 197.

$$f(t_1, t_2) = -\frac{\ln(P(t_2)) - \ln(P(t_1))}{t_2 - t_1} = \frac{i(t_2) \cdot t_2 - i(t_1) \cdot t_1}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

gde $f(t_1, t_2)$ označava forward stopu za vremenski interval između t_1 i t_2 . Forward stope mogu biti izračunate za različite intervale vremena, pri čemu će ročna struktura forward stopa biti različita za intervale različite dužine. Da bi se izbegla takva neodređenost, uvodi se trenutna forward stopa $f(t)$, koja odgovara beskonačno malom periodu vremena:

$$f(t) = \lim_{\epsilon \downarrow 0} f(t, t + \epsilon).^{13}$$

Jasno je da je:

$$f(t) = -\frac{d}{dt} \ln(P(t)) = \frac{d}{dt} i(t) \cdot t, \quad (4)$$

odnosno

$$f(t) = i(t) + i'(t) \cdot t. \quad (5)$$

Prilikom izvođenja krive prinosa, u opštem slučaju, potrebno je pronaći krivu koja će se u najboljoj mogućoj meri prilagoditi raspoloživim podacima sa finansijskog tržišta, i zatim generisati koherentne prinose koji odgovaraju dužim rokovima dospeća. Drugim rečima, polazeći od raspoloživih stopa prinosa, potrebno je aproksimirati nedostajuće stope u likvidnom delu krive prinosa, i zatim dalje razviti krivu preko najveće ročnosti za koju su finansijski instrumenti dostupni. Cilj je da se dobije kriva koja je što "glatkija", a koja istovremeno uključuje što više tržišnih podataka.

Smit-Vilsonov (S-W) model je makroekonomski pristup¹⁴ koji je inicijalno kreiran u svrhe vrednovanja obaveza penzijskih fondova. Inputi ovog modela su tržišne cene m_1, m_2, \dots, m_N konačnog broja N finansijskih instrumenata sa fiksnim prinosom, koji obezbeđuju J plaćanja. Neka su $c_{i,1}, c_{i,2}, \dots, c_{i,J}$ novčani tokovi koji po osnovu i -tog instrumenta dospevaju u rokovima u_1, u_2, \dots, u_J . Tržišna cena i -tog instrumenta m_i u trenutku $t = 0$ je sadašnja vrednost budućih novčanih tokova $c_{i,j}$ sa diskontnim faktorima $P(u_j)$, $j = 1, 2, \dots, J$:

$$m_i = \sum_{j=1}^J c_{i,j} \cdot P(u_j), \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

Polazeći od konstantne dugoročne forward stope f_∞ , Smit i Vilson (2001) predlažu da se funkcija cene $P(t)$ modelira kao suma dve komponente:

$$P(t) = e^{-f_\infty t} + \sum_{i=1}^N \zeta_i \cdot K_i(t), \quad t > 0 \quad (7)$$

13 Hagan & West (2008), str. 71.

14 CEIOPS (2010), str. 11.

gde su $\zeta_i, i = 1, \dots, N$ parametri koji treba da budu ocenjeni, $K_i(t)$ su kernel funkcije, definisane kao:

$$K_i(t) = \sum_{j=1}^J c_{i,j} \cdot W(t, u_j), \quad t > 0, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (8)$$

a $W(t, U_j)$ su simetrične Vilsonove funkcije oblika:

$$W(t, u_j) = e^{-f_\infty(t+u_j)} \left[\alpha \cdot \min(t, u_j) - 0,5 \cdot e^{-\alpha \max(t, u_j)} \cdot \left(e^{\alpha \min(t, u_j)} - e^{-\alpha \min(t, u_j)} \right) \right]. \quad (9)$$

Dakle, ključni parametri u S-W modelu su dugoročna forward stopa f_∞ prema kojoj trenutne forward stope asimptotski konvergiraju, i parametar α koji opisuje brzinu te konvergencije. Vrednosti oba parametra moraju biti egzogeno određene.¹⁵ Prva komponenta u izrazu (7) predstavlja tržišnu cenu beskuponske obveznice koja bi bila dobijena na osnovu dugoročne forward stope ka kojoj raspoložive tržišne stope konvergiraju. Opisujući asimptotsko ponašanje diskontnog faktora, ova komponenta odgovara nelikvidnom segmentu krive prinosa. Druga komponenta predstavlja "korekciju" koja se izračunava na bazi raspoloživih podataka sa tržišta i odgovara likvidnom segmentu krive prinosa. Unošenjem definicije funkcije cene (7) i kernel funkcije (8) u izraz (6) dobijamo sistem od N linearnih jednačina:

$$m_1 = \sum_{j=1}^J c_{1,j} \cdot P(u_j) = \sum_{j=1}^J c_{1,j} \cdot \left(e^{-f_\infty u_j} + \sum_{i=1}^N \zeta_i \cdot \left(\sum_{k=1}^J c_{i,k} \cdot W(u_j, u_k) \right) \right)$$

$$m_2 = \sum_{j=1}^J c_{2,j} \cdot P(u_j) = \sum_{j=1}^J c_{2,j} \cdot \left(e^{-f_\infty u_j} + \sum_{i=1}^N \zeta_i \cdot \left(\sum_{k=1}^J c_{i,k} \cdot W(u_j, u_k) \right) \right) \dots \quad (10)$$

$$m_N = \sum_{j=1}^J c_{N,j} \cdot P(u_j) = \sum_{j=1}^J c_{N,j} \cdot \left(e^{-f_\infty u_j} + \sum_{i=1}^N \zeta_i \cdot \left(\sum_{k=1}^J c_{i,k} \cdot W(u_j, u_k) \right) \right)$$

odakle, daljim sređivanjem, sledi:

$$m_1 = \sum_{j=1}^J c_{1,j} \cdot e^{-f_\infty u_j} + \sum_{i=1}^N \left(\sum_{k=1}^J \left(\sum_{j=1}^J c_{1,j} \cdot W(u_j, u_k) \right) \cdot c_{i,k} \right) \cdot \zeta_i$$

$$m_2 = \sum_{j=1}^J c_{2,j} \cdot e^{-f_\infty u_j} + \sum_{i=1}^N \left(\sum_{k=1}^J \left(\sum_{j=1}^J c_{2,j} \cdot W(u_j, u_k) \right) \cdot c_{i,k} \right) \cdot \zeta_i \dots \quad (11)$$

$$m_N = \sum_{j=1}^J c_{N,j} \cdot e^{-f_\infty \cdot u_j} + \sum_{i=1}^N \left(\sum_{k=1}^J \left(\sum_{j=1}^J c_{N,j} \cdot W(u_j, u_k) \right) \cdot c_{i,k} \right) \cdot \zeta_i$$

Alternativno, sistem jednačina (11) može biti zapisan u matricnoj formi:

$$\mathbf{m} = \mathbf{C} \cdot \boldsymbol{\mu} + \mathbf{CWC}^T \cdot \boldsymbol{\zeta} \quad (12)$$

gde su:

$$\mathbf{m} = (m_1, m_2, \dots, m_N)^T,$$

$$\boldsymbol{\mu} = (e^{-f_\infty \cdot u_1}, e^{-f_\infty \cdot u_2}, \dots, e^{-f_\infty \cdot u_N})^T,$$

$$\boldsymbol{\zeta} = (\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_N)^T,$$

$$\mathbf{C} = \{c_{i,j}\}_{i=1, \dots, N, j=1, \dots, J} = \begin{Bmatrix} c_{1,1}, c_{1,2}, \dots, c_{1,N} \\ c_{2,1}, c_{2,2}, \dots, c_{2,N} \\ \vdots \\ c_{N,1}, c_{N,2}, \dots, c_{N,N} \end{Bmatrix},$$

$$\mathbf{W} = \{W(u_i, u_j)\}_{i=1, \dots, N, j=1, \dots, N} = \begin{Bmatrix} W(u_1, u_1), W(u_1, u_2), \dots, W(u_1, u_N) \\ W(u_2, u_1), W(u_2, u_2), \dots, W(u_2, u_N) \\ \vdots \\ W(u_N, u_1), W(u_N, u_2), \dots, W(u_N, u_N) \end{Bmatrix}$$

Pošto je Vilsonova funkcija (9) simetrična, W je simetrična matrica. Ako je matrica \mathbf{CWC}^T dimenzije $N \times N$ invertibilna (regularna) matrica, tada postoji rešenje sistema (12) u formi:

$$\boldsymbol{\alpha}^* = (\mathbf{CWC}^T)^{-1} (\mathbf{m} - \mathbf{C} \cdot \boldsymbol{\imath}) \quad (13)$$

na osnovu kog se ocenjuje funkcija cene:

$$P(t) = e^{-f_\infty \cdot t} + \sum_{i=1}^N \zeta_i^* \cdot \left(\sum_{j=1}^J c_{i,j} \cdot W(t, u_j) \right), \quad t > 0, \quad (14)$$

i, polazeći od obrasca (1), određuju spot stope za ročnosti izvan likvidnog dela krive prinosa, pri neprekidnom kapitalisanju:

$$i(t) = -\frac{1}{t} \ln(P(t)) \quad (15)$$

i pri godišnjem kapitalisanju:

$$p(t) = \left(\frac{1}{P(t)} \right)^{\frac{1}{t}} - 1. \quad (16)$$

3. IZVOĐENJE KRIVE PRINOSA U REŽIMU SOLVENTNOST II

Polazište izvođenja krive bezrizičnih kamatnih stopa u režimu Solventnost II mogu biti svop stope, ili stope prinosa na državne obveznice denominirane u datoj valuti, u situacijama kada svop stope nisu dostupne.¹⁶ Podaci o tim stopama se preuzimaju sa finansijskog tržišta, i one određuju likvidni deo krive prinosa. Oblik krive prinosa zavisi od više parametara čije su vrednosti, ili način njihovog određivanja po različitim valutama, unapred definisani. To su: prilagođavanje za kreditni rizik, dugoročna forvard stopa, poslednja likvidna tačka, tačka konvergencije, period konvergencije, nivo tolerancije i parametar alfa (α). U tabeli 1 dat je prikaz vrednosti parametara izvođenja krive bezrizičnih kamatnih stopa u 2018. godini za izabrane valute.

Kako bi se uvažio kreditni rizik emitenta, raspoložive stope se koriguju pre izvođenja krive prinosa. Prilagođavanje za kreditni rizik (engl. *Credit Risk Adjustment – CRA*) se sprovodi kao paralelno pomeranje naniže raspoloživih stopa sve do najveće ročnosti za koju su one dostupne. U zavisnosti od osnova izvođenja krive prinosa (svop stope ili stope prinosa na državne obveznice) i valute (u smislu pripadnosti Evropskom ekonomskom prostoru (*European Economic Area – EEA*)), predviđena su tri metoda za izračunavanje potrebnog iznosa ovog prilagođavanja.¹⁷ Bez obzira na primenjeni metod obračuna, prilagođavanje ne može biti manje od 10, niti veće od 35 bazičnih poena.¹⁸

Nakon prilagođavanja raspoloživih stopa, prema Smit Vilsonovom modelu se najpre interpoliraju nedostajuće stope u likvidnom delu krive prinosa, a zatim vrši ekstrapolacija stopa do dugoročne forvard stope (engl. *Ultimate Forward Rate – UFR*). Označena sa f_{∞} u S-W modelu, *UFR* predstavlja ravnotežnu kamatnu stopu koja odgovara veoma dugim rokovima dospeća. Njena vrednost se određuje kao zbir očekivane realne kamatne stope i očekivane dugoročne stope inflacije i revidira godišnje, počev od 2018. godine. Ocena očekivane realne kamatne stope je zasnovana na pretpostavci da, u veoma dugom vremenskom horizontu ne bi trebalo da postoje značajne razlike u realnim prinosisima između različitih ekonomija, i ista je za sve valute. Izračunata kao prosta aritmetička sredina realnih godišnjih kamatnih stopa u izabranim zemljama od 1961. godine do godine za koju se određuje *UFR*, ona dostiže 1,65% u 2018. godini.¹⁹

16 Commission Delegated Regulation (EU) 2015/35, član 44.

17 EIOPA (2018), str. 31-32.

18 *Ibid.*

19 EIOPA (2017b), str. 6.

► **TABELA 1. VREDNOSTI PARAMETARA IZVODJENJA KRIVE BEZRIZIČNIH KAMATNIH STOPA ZA IZABRANE VALUTE U 2018. GODINI**

VALUTA	OČEKIVANA STOPA INFLACIJE	CRA (U BAZIČNIM POENIMA)	IZRAČUNATA UFR	PRIMENLJIVA UFR	LLP (U GOD.)	PERIOD KONVERGENCIJE (U GOD.)	TAČKA KONVERGENCIJE (U GOD.)	α (31.10.)
EUR	2%	10	3,65%	4,05%	20	40	60	0,1258
USD	2%	16	3,65%	4,05%	50	40	90	0,1131
CHF	1%	10	2,65%	3,05%	25	40	65	0,1232
GBP	2%	10	3,65%	4,05%	50	40	90	0,1263
RUB	4%	35	5,65%	4,35%	10	50	60	0,1244
CZK	2%	10	3,65%	4,05%	15	45	60	0,1083
PLN	2%	10	3,65%	4,05%	10	50	60	0,0649
ISK	2%	10	3,65%	4,05%	8	52	60	0,1022
HUF	3%	10	4,65%	4,35%	15	45	60	0,0813
RON	2%	10	3,65%	4,05%	10	50	60	0,1073
HRK	2%	10	3,65%	4,05%	9	51	60	0,0775
TRY	4%	35	5,65%	5,35%	10	50	60	0,1529

Izvor: Pripremljeno na osnovu EIOPA (2018), EIOPA (2017b)

Očekivana dugoročna stopa inflacije se razlikuje po valutama i, zavisno od inflacionog targeta centralne banke, može imati vrednost 1%, 2%, 3% ili 4%.²⁰ Budući da je inflacioni target većine centralnih banaka u svetu blizak 2%,²¹ izračunata *UFR* za 2018. godinu za većinu valuta je 3,65% (tj. 2% + 1,65%). Međutim, godišnja promena *UFR* je ograničena na ± 15 bazičnih poena.²² Pošto je u 2017. godini za većinu valuta važila *UFR* od 4,2%,²³ primenljiva *UFR* počev od 1. januara 2018. godine za većinu valuta je 4,05% (tj. 4,2% – 0,15%).

Poslednja likvidna tačka (engl. *last liquid point* - *LLP*) je najveća ročnost za koju su dostupne stope prinosa na finansijske instrumente na „dubokom, likvidnom i transparentnom“ tržištu.²⁴ To je ročnost kojom se završava likvidni deo krive prinosa i od koje je, na dalje, potrebno ekstrapolirati stope. U slučaju evra, definisana je vrednost *LLP* od 20 godina.²⁵ Za sve ostale valute, vrednost *LLP* zavisi od procene supervizora do koje mere, tj. za koje ročnosti instrumenata, je neko tržište duboko, likvidno i transparentno. U tabeli 2. je prikazano na osnovu kojih finansijskih instrumenata i za koje ročnosti je sačinjen likvidni deo krive prinosa po izabranim valutama.

20 Šire videti: EIOPA (2017c), str. 3.

21 U slučajevima zemalja čija centralna banka nema inflacioni target, za očekivanu stopu inflacije se uzima 2%, osim ako prosečna stopa inflacije za zadnjih 10 godina, kao i njena projekcija za 2051. godinu ne odstupaju od toga za više od 1 procentnog poena. Takođe, ako centralna banka ne određuje target, već nastoji da zadrži inflaciju u okviru određenog koridora, uzima se centralna vrednost unutar tog koridora za očekivanu dugoročnu stopu inflacije za datu zemlju. Videti: EIOPA (2017b), str. 10.

22 EIOPA (2017a), str. 28.

23 EIOPA (2017c), str. 4.

24 ESRB (2017), str. 13.

25 Directive 2014/51/EU, recital 30.

Tačka konvergencije (engl. *convergence point* - *CP*) je momenat u budućnosti kada se pretpostavlja da će ekstrapolirane forward stope dostići vrednost približno jednaku *UFR*. U slučaju evra, definisana je tačka konvergencije od 60 godina.²⁶ Za sve ostale valute, tačka konvergencije se određuje kao $\max\{LLP+40 \text{ godina}; 60 \text{ godina}\}$.²⁷ Period konvergencije (engl. *convergence period*) je vremenski period između poslednje likvidne tačke i tačke konvergencije. Dakle, period konvergencije je jednak $\max\{50 \text{ godina} - LLP; 40 \text{ godina}\}$.

► TABELA 2. KORIŠĆENI FINANSIJSKI INSTRUMENTI ZA IZVOĐENJE KRIVIH BEZRIZIČNIH KAMATNIH STOPA ZA IZABRANE VALUTE

VALUTA	ROČNOST																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	>30	
EUR	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S			S	S				
USD	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S			S	S	S	S	S	S
CHF	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S			
GBP	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
RUB	S	S	S	S	S	S	S			S										
CZK	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		S			S					
PLN	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B										
ISK		B	B			B		B												
HUF	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B										
RON	B	B	B	B	B		B	B	B	B										
HRK	B		B	B				B	B											
TRY	S	S	S	S	S		S			S										

Legenda: S – kamatni svopovi, B – državne obveznice

Izvor: EIOPA (2018), str. 26-29.

U S-W modelu, parametar α kontroliše ponašanje ročne strukture kamatnih stopa pri većim ročnostima.²⁸ Što je α veće, *UFR* se dostiže brže, tj. uticaj podataka sa tržišta na ekstrapolirane stope je manji, a kriva prinosa “ravnija”. Obrnuto, što je α manje, kriva prinosa je “glatkija”.²⁹ Odstupanje između ekstrapoliranih trenutnih forward stopa i *UFR* u tački konvergencije treba da se nađe u određenim limitima koje određuje nivo tolerancije (engl. *convergence tolerance*). Kako bi se dobila verodostojna kriva prinosa, uzima se najniža vrednost parametra α koja obezbeđuje da se zadovolji zadati nivo tolerancije u tački konvergencije. U režimu Solventnost II, nivo tolerancije je 1 bazični poen, a polazna vrednost parametra α je 0,05.³⁰ Ako pri dostizanju tačke konvergencije (*CP*) ekstrapolirane trenutne forward stope odstupaju od *UFR* za više od 0,01%, tada se α iterativno povećava sve dok se to odstupanje ne nađe u zadatim okvirima. Matematički, optimalna

26 Directive 2014/51/EU, recital 30

27 EIOPA (2018), str. 39.

28 Jørgensen (2018), str. 225.

29 Thomas & Maré (2007), str. 17.

30 EIOPA (2018), str. 39.

vrednost parametra α (u oznaci α') u režimu Solventnost II može biti predstavljena na sledeći način:³¹

$$\alpha^* = \min \left\{ \alpha \geq 0,05 : \left| f_{\infty} - f(CM) \right| \leq 0,0001 \right\}. \quad (17)$$

Na grafikonu 1. prikazane su krive bezrizičnih kamatnih stopa za izabrane valute dana 30.10.2018. (puna linija) i 30.10.2017. godine (isprekidana linija). Prisutni su različiti oblici krive prinosa, kao posledica aktuelnih kamatnih stopa na tržištima odnosnih zemalja i korišćenih vrednosti parametara za različite valute. Za pojedine valute, stope u likvidnom delu krive prinosa su negativne, što je odraz ambijenta niskih kamatnih stopa, ali i posledica prilagođavanja stopa za kreditni rizik, budući da ne postoji donji limit vrednosti prilagođenih stopa.³² Može se uočiti da je, kod većine valuta, došlo do pomeranja krive prinosa između dva datuma, i to prvenstveno u likvidnom delu krive, što je uzrokovano kretanjima kamatnih stopa na finansijskim tržištima odnosnih zemalja. Stalna prilagođavanja aktuelnim tržišnim kretanjima unose volatilnost u bilans stanja, kao jedan od važnih izazova za evropske osiguravače u novom regulatornom režimu.³³ Posledično, javljaju se kratkoročne fluktuacije kapitala osiguravača, koje ne odgovaraju dugoročnoj prirodi poslova osiguranja.³⁴

Kriva prinosa koja se dobija na prikazani način je tzv. bazična kriva bezrizičnih kamatnih stopa. U cilju povećanja stabilnosti bilansa stanja, Solventnost II daje osiguravačima opciju prilagođavanja ove krive pri vrednovanju obaveza po osnovu proizvoda sa dugoročnim garancijama. Jedno prilagođavanje (*Volatility Adjustment* - VA) je fiksni dodatak na likvidni deo krive bezrizičnih spot stopa do nivoa LLP. Drugo prilagođavanje (*Matching Adjustment* - MA) je paralelno pomeranje celokupne krive bezrizičnih kamatnih stopa.³⁵ Svrha ovih prilagođavanja je da se spreči ciklični efekat finansijskih šokova na finansijski položaj osiguravača.

31 Lagerås & Lindholm (2016), str. 94.

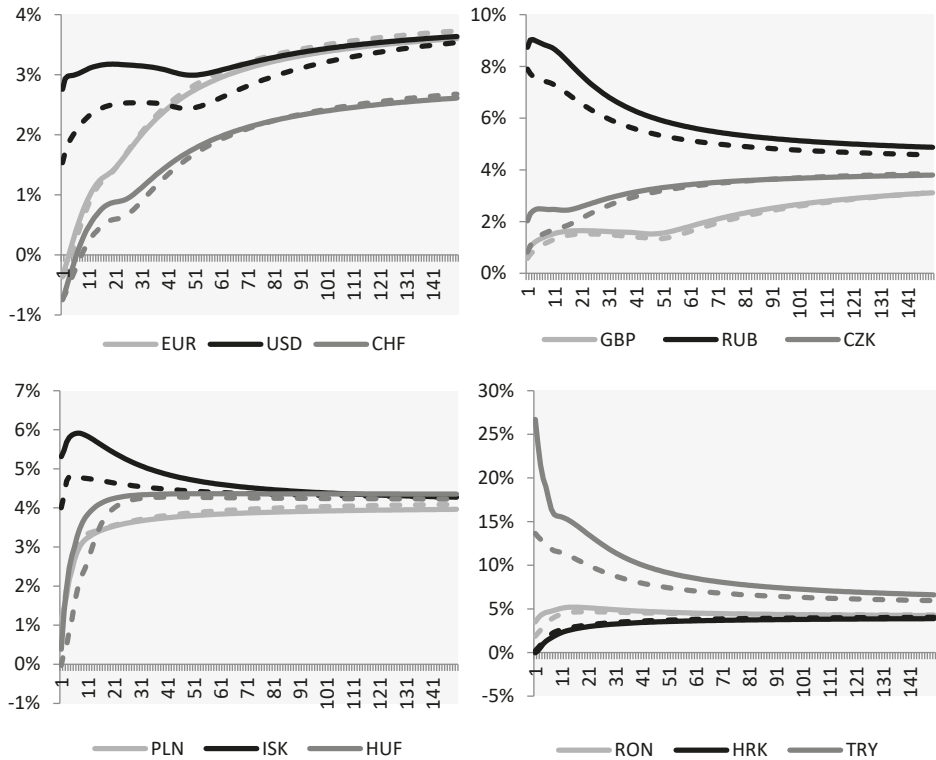
32 EIOPA (2018), str. 32.

33 Kočović et al. (2018), str. 14.

34 Kočović et al. (2017), str. 445.

35 Videti: EIOPA (2018), str. 50-55.

GRAFIKON 1. KRIVE BEZRIZIČNIH KAMATNIH STOPA ZA IZABRANE VALUTE NA DAN 30.10.



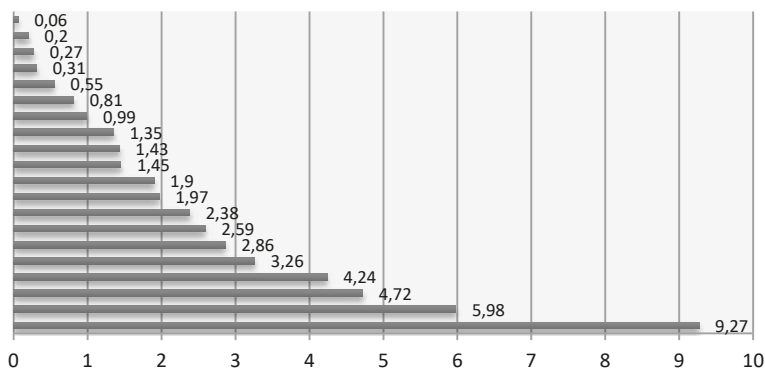
Legenda: — 2018. godina 2017. godina

Izvor: Pripremljeno na osnovu: <https://eiopa.europa.eu/regulation-supervision/insurance/solvency-ii-technical-information/risk-free-interest-rate-term-structures>

3.1. Izvođenje krive prinosa za vrednovanje obaveza iz osiguranja u dinarima

Tržište kamatnih svopova u Srbiji je tek u začetku razvoja. Stoga, inputi za izvođenje krive bezrizičnih kamatnih stopa pri vrednovanju dinarskih obaveza iz osiguranja mogu da budu stope prinosa na državne obveznice koje su denominovane u dinarima (RSD). Na domaćem tržištu se u opticaju nalaze dvogodišnje, trogodišnje, petogodišnje, sedmogodišnje i desetogodišnje dinarske obveznice. Sve obveznice su kuponskog tipa, i nose godišnju kuponsku kamatu.

GRAFIKON 2. REZIDUALNA ROČNOST DINARSKIH DRŽAVNIH OBVEZNICA (30.10.2018.)



Izvor: Uprava za javni dug (2018), str. 6.

U pogledu preostale ročnosti do dospeća, većina nedospelih dinarskih obveznica je skoncentrisana u kratkom roku (grafikon 2). Tačnije, najveći broj obveznica dospeva u periodu do 2 godine. Segment ročnosti od 6 do 9 godina nedostaje, tj. ne postoje obveznice koje dospevaju za 7 ili 8 godina od danas. Najveća preostala ročnost za koju je trenutno dostupna državna obveznica na ovom tržištu je 9 godina. Ona određuje poslednju tačku likvidnog dela krive prinosa (*LLP*), pod pretpostavkom da je za tu ročnost tržište dovoljno duboko, likvidno i transparentno, što je u režimu Solventnost II stvar procene supervizora.

Sekundarno trgovanje državnim obveznicama ostvaruje se na Beogradskoj berzi, i na vanberzanskom tržištu. U tabeli 3. prikazani su objedinjeni podaci sa oba tržišta za jedan dan trgovanja (22.11.2018. godine).³⁶

TABELA 3. PODACI O TRGOVANJU DRŽAVNIM OBVEZNICAMA ZA DATUM 22.11.2018. GODINE

OBVEZNICA	TIKER	ROK DOSPEĆA	NOMINALNA VREDNOST (RSD)	KUPONSKA KAMATNA STOPA	TRŽIŠNA CENA (RSD)	KOLIČINA	PROSEČAN PRINOS DO DOSPEĆA	PREOSTALA ROČNOST (GOD.)
Drž. obv. 5G	RSO1486	21.08.2019.	10.000	10,00%	10.766,69	28.000	2,90%	0,75
Drž. obv. 7G	RSO1467	20.03.2021.	10.000	10,00%	12.171,09	28.400	3,20%	2,33
Drž. obv. 7G	RSO1488	11.09.2021.	10.000	10,00%	11.979,73 / 11.973,57	24.000 / 10.000	3,25%*	2,80
Drž. obv. 7G	RSO15102	05.02.2022.	10.000	10,00%	12.817,92	3.000	3,25%	3,20
Drž. obv. 5G	RSO18171	25.01.2023.	10.000	4,50%	10.761,44	15.500	3,48%	4,18
Drž. obv. 10G	RSO18174	08.02.2028.	10.000	5,875%	11.262,36	90.400	4,78%	9,21

* - Obveznicom se istog dana trgovalo na berzanskom i vanberzanskom tržištu po različitim cenama. Prosečan prinos do dospeća izračunat je kao ponderisani prosek stopa prinosa do dospeća koje odgovaraju svakoj od cena, uzimajući količine kojima se trgovalo za pondere.

Izvor: Portal za investitore Uprave za javni dug (<http://aukcije.ujd.gov.rs/default.asp>) i Beogradska berza (<https://www.belex.rs/trgovanje/izvestaj/dnevni>)

36 Navedeni datum je izabran za dan vrednovanja kao poslednji datum za koji su, u trenutku pisanja rada, bili javno dostupni podaci iz trgovanja sa vanberzanskog tržišta na portalu za investitore Uprave za javni dug (<http://aukcije.ujd.gov.rs/default.asp>).

Na izabrani dan vrednovanja trgovalo se sa šest dinarskih obveznica. Na bazi roka dospeća svake od obveznica izračunate su njihove preostale ročnosti (u godinama). Stope prinosa do dospeća ovih obveznica izračunate su izjednačavanjem prosečne ponderisane cene trgovanja sa sadašnjom vrednošću budućih novčanih tokova (nominalna vrednost o roku dospeća i preostale kuponske kamate), na osnovu obrasca:

$$P = \frac{NV}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^{\frac{d_1}{d_2}}} \cdot \left[\frac{k}{100} \cdot \frac{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^K}}{1 - \frac{1}{1 + \frac{P}{100}}} + \frac{1}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)^{K-1}} \right] \quad (18)$$

gde su:

P – ponderisana prosečna cena trgovanja,

NV – nominalna vrednost,

k – godišnja kuponska kamatna stopa,

p – prosečna stopa prinosa do dospeća,

K – preostali broj kupona koji dospevaju od dana trgovanja do dana dospeća,

d_1 – broj dana od dana trgovanja do dana dospeća sledećeg kupona,

d_2 – ukupan broj dana u kuponskom periodu kome pripada datum trgovanja.

Pre interpolacije i ekstrapolacije prema Smit-Vilsonovom modelu, raspoložive stope je potrebno prilagoditi za kreditni rizik, i opredeliti vrednosti odgovarajućih parametara izvođenja krive prinosa, u skladu sa zahtevima režima Solventnost II. U slučaju valuta koje nisu sa Evropskog ekonomskog prostora, kao što je srpski dinar, iznos prilagođavanja za kreditni rizik (CRA) se izračunava množenjem prilagođavanja koje važi za američki dolar³⁷ sa količnikom sume trenutnih stopa za datu valutu i sume trenutnih stopa za američki dolar i za iste rokove dospeća (uzimajući u obzir ročnosti od 1 do 10 godina). Dobijeni rezultat se zaokružuje na najbliži ceo broj bazičnih poena i na njega se primenjuje koridor od 10 do 35 bazičnih poena.³⁸ Primenjujući navedeni postupak, utvrđen je iznos prilagođavanja za kreditni rizik u slučaju dinara od 19 bazičnih poena:

$$CRA(RSD) = 16 \cdot \frac{0,176}{0,147} = 16 \cdot 1,196 = 19,13 \approx 19$$

Imajući u vidu da je centralna vrednost ciljane inflacije 3%,³⁹ izračunata je dugoročna forvard stopa (UFR) za dinar od 4,65% (1,65% + 3%) u 2018. godini. Ipak, uvažavajući činjenicu da, zbog navedenog ograničenja godišnje promene UFR na ± 15 bazičnih poena, primenljiva UFR za valute sa istom očekivanom stopom inflacije iznosi 4,35% (tj. 4,2% + 0,15%) (tabela 1), ista vrednost UFR usvojena i u slučaju dinara. Budući da

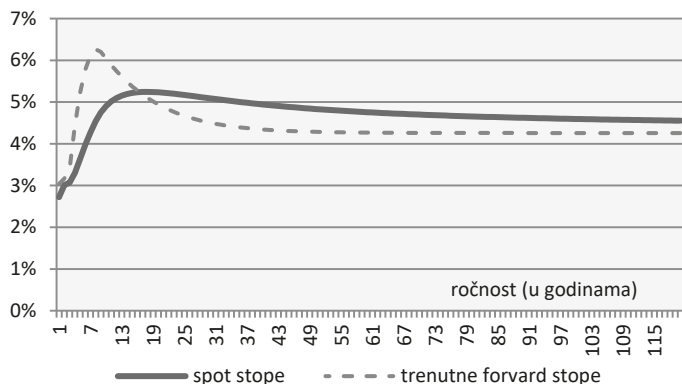
37 Iznos CRA za američki dolar se određuje kao 50% od prosečnog dnevnog odstupanja za poslednjih godinu dana između varijabilne stope na kamatne svopove i prekonocne stope na indeksirane svopove.

38 EIOPA (2018), str. 32.

39 Narodna banka Srbije (2018a), str. 1.

je ova vrednost zasnovana na godišnjem kapitalisanju, vrednost parametra f_{∞} u S-W modelu pri neprekidnom kapitalisanju je $\ln(1,0435)$, što je približno 4,258%. Ukoliko je $LLP = 9$, tada tačka konvergencije iznosi: $\max \{9+40 \text{ godina}; 60 \text{ godina}\} = 60 \text{ godina}$, pa je period konvergencije 51 godina. Konačno, nivo tolerancije je 1 bazični poen, kao što je definisano za sve valute.

GRAFIKON 3. KRIVA PRINOSA ZA VREDNOVANJE DINARSKIH OBAVEZA IZ OSIGURANJA (22.11.2018.)



Izvor: Kalkulacije autora.

Polazeći od raspoloživih stopa prinosa na dinarske obveznice i navedenih vrednosti parametara, primenom Smit-Vilsonovog modela dobijena je optimalna vrednost parametra α od 0,107207. Na grafikonu 3. prikazana je izvedena ročna struktura spot stopa pri godišnjem kapitalisanju, koja može biti korišćena za diskontovanje novčanih tokova na ime dinarskih obaveza iz osiguranja za ročnosti u rasponu od 1 do 120 godina. Takođe je dat prikaz ročne strukture trenutnih forward stopa, koji potvrđuje da ove stope približno dostižu prethodno definisanu vrednost dugoročne forward stope $f_{\infty} = 4,258\%$ pri ročnosti od 60 godina. Tačnije, u tački konvergencije važi $f(CM) = 4,268\%$, čime je zadovoljen nivo tolerancije od 1 bazičnog poena. Posledično, dobijena kriva prinosa se može smatrati verodostojnom sa aspekta zahteva regulatornog okvira Solventnost II.

4. ZAKLJUČAK

Prema konceptu fer vrednovanja, kriva prinosa opredeljuje sadašnju vrednost projekтованих budućih novčanih tokova po osnovu obaveza iz osiguranja, tj. najbolju procenu tih obaveza. Stoga, ona predstavlja ključni parametar u ekonomskom vrednovanju obaveza iz osiguranja. U režimu Solventnost II, kriva bezrizičnih kamatnih stopa se izvodi polazeći od raspoloživih svop stopa ili stopa prinosa na državne obveznice. Za interpolaciju i ekstrapolaciju stopa koristi se Smit-Vilsonov model, pri čemu su vrednosti parametara, ili način njihovog određivanja po različitim valutama, unapred definisani. Sledeći zahteve Solventnosti II, na bazi podataka sa domaćeg finansijskog tržišta, u radu je izvedena kriva prinosa koja može biti korišćena prilikom vrednovanja obaveza iz osiguranja koje su

izražene u dinarima. Detaljno su obrazložene metodološke osnove Smit-Vilsonovog modela ročne strukture kamatnih stopa. Takođe su analizirani svi parametri koji određuju oblik krive prinosa: prilagođavanje za kreditni rizik, dugoročna forvard stopa, poslednja likvidna tačka, tačka konvergencije, period konvergencije, nivo tolerancije i parametar alfa (α). Nakon razmatranja vrednosti ovih parametara na primerima drugih valuta, predložene su odgovarajuće vrednosti koje daju verodostojnu krivu prinosa za vrednovanje dinarskih obaveza osiguravača.

Dobijeni rezultati su višestruko značajni. Kriva prinosa je neophodna za sprovođenje studija kvantitativnog uticaja u aktuelnom faznom procesu implementacije koncepta Solventnost II na domaćem tržištu osiguranja. Osiguravači koji posluju na ovom tržištu takođe mogu da je koriste i prilikom izveštavanja matičnih kompanija, sa sedištem u zemljama članicama Evropske unije, o svom finansijskom položaju u skladu sa zahtevima režima Solventnost II. Takođe, izvođenje relevantne krive prinosa je preduslov vrednovanja obaveza iz osiguranja prema zahtevima novog Međunarodnog standarda finansijskog izveštavanja posvećenog ugovorima o osiguranju (MSFI 17), čija će primena biti obavezujuća od 1. januara 2021. godine.

Ipak, važno je naglasiti da je prvi korak procesa izvođenja krive prinosa ujedno i najteži i najvažniji, a to je – određivanje za koje ročnosti se može smatrati da je tržište duboko, likvidno i transparentno. EIOPA potencira princip replikabilnosti pri izvođenju krive prinosa. Budući da je metodologija jedinstveno definisana, svako ko pođe od istih opservacija, doći će do istog rezultata. Time se postiže uporedivost u prostoru i vremenu, i subjektivno rasuđivanje svodi na minimum. Međutim, ključno pitanje je od kojih opservacija se polazi, i na tom mestu subjektivnost teško da može da se izbegne. U svrhe ispitivanja dubine i likvidnosti tržišta razvijene su određene kvantitativne tehnike poput analize volatilnosti i analize spreda, na koje i EIOPA upućuje. Ipak, njihova primena na nerazvijenim finansijskim tržištima je otežana, zbog čega one moraju biti dopunjene određenim kvalitativnim faktorima. Od svega toga zavise rezultati koji će se dobiti: najpre oblik krive prinosa, a onda i diskontni faktori, odnosno vrednost obaveza iz osiguranja koja se određuje primenom tih faktora.

U narednim istraživanjima moguće je, na konkretnim primerima, ispitati uticaj primene izvedene krive bezrizičnih kamatnih stopa na vrednost obaveza osiguravača, sa posebnim akcentom na različitost tretmana kratkoročnih i dugoročnih vrsta osiguranja. Dalji potencijalni pravac istraživanja je testiranje osetljivosti obaveza osiguravača na varijacije u vrednostima parametara izvođenja krive prinosa. Na primer, budući da se puno usklađivanje sa zahtevima Solventnosti II vezuje za datum pristupanja Republike Srbije Evropskoj uniji, dinar se može uslovno tretirati kao valuta koja bi tada pripadala Evropskom ekonomskom prostoru, pa bi potrebni iznos prilagođavanja za kreditni rizik bio manji, odnosno stope po kojima se diskontuju novčani tokovi bi bile veće. Konačno, interesantno bi bilo sprovesti poređenje krive prinosa koja je izvedena prema Smit-Vilsonovom modelu sa rezultatima koji bi bili dobijeni na osnovu drugih modela ročnih struktura kamatnih stopa, koji su predloženi u finansijskoj teoriji, kao i posledničnih efekata na sadašnju vrednost obaveza iz osiguranja.

LITERATURA

Brandimarte, P. (2017), *An Introduction to Financial Markets: A Quantitative Approach*, John Wiley & Sons

CEIOPS (2010), *QIS5 Risk-free interest rates - Extrapolation method*, CEIOPS, Frankfurt

Commission Delegated Regulation (EU) 2015/35 of 10 October 2014 supplementing Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council on the taking-up and pursuit of the business of Insurance and Reinsurance (Solvency II). *Official Journal of the European Union*

Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the taking-up and pursuit of the business of Insurance and Reinsurance (Solvency II). *Official Journal of the European Communities*

Directive 2014/51/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 amending Directives 2003/71/EC and 2009/138/EC and Regulations (EC) No 1060/2009, (EU) No 1094/2010 and (EU) No 1095/2010 in respect of the powers of the European Supervisory Authority (European Insurance and Occupational Pensions Authority) and the European Supervisory Authority (European Securities and Markets Authority). *Official Journal of the European Union*

EIOPA (2017a), "Final Report on Consultation Paper No. 16/003 on the methodology to derive the ultimate forward rate and its implementation", *EIOPA-BoS-17/122*, European Insurance and Occupational Pensions Authority, Frankfurt

EIOPA (2017b), "Risk-free interest rates term structures: Calculation of the UFR for 2018", *EIOPA-BoS-17/072*, European Insurance and Occupational Pensions Authority, Frankfurt

EIOPA (2017c), "Risk-free interest rates term structures: Specification of the methodology to derive the UFR", *EIOPA-BoS-17/072*, European Insurance and Occupational Pensions Authority, Frankfurt

EIOPA (2018), "Technical documentation of the methodology to derive EIOPA's risk-free interest rate term structures", *EIOPA-BoS-15/035*, European Insurance and Occupational Pensions Authority, Frankfurt

ESRB (2017), *Regulatory risk-free yield curve properties and macroprudential consequences*, European Systemic Risk Board, Frankfurt

Gach, F. (2016), "Note on the Smith-Wilson interest rate curve", *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, Vol. 19, No. 7, Pp. 1–16

Hagan, P. S. and West, G. (2008), "Methods for constructing a yield curve", *Wilmott Magazine*, May, Pp. 70–81

IAA (2009), *Measurement of Liabilities for Insurance Contracts: Current Estimates and Risk Margins*, International Actuarial Association, Ottawa

Jørgensen, P. L. (2018), "An analysis of the Solvency II regulatory framework's Smith-Wilson model for the term structure of risk-free interest rates", *Journal of Banking and Finance*, Vol. 97, Pp. 219–237

Jović, D. et al. (2018), "Valuation of insurance liabilities under Solvency II and IFRS 17", in Kočović et al. (ed.) (2018), *Quantitative Models in Economics*, Faculty of Economics, University of Belgrade, Pp. 241–264

Jovović, M. (2014), "The problem of determining the discount rate in loss reserve estimation", in Kočović et al. (ed.) (2014), *Risk measurement and control in insurance*, Faculty of Economics, University of Belgrade, Pp. 123–146

Kočović, J. et al. (2017), "Initial effects of Solvency II implementation in the European Union", *Ekonomika preduzeća*, 2017(7-8), Pp. 436–451

Kočović, J. et al. (2018), "New challenges for insurance companies – Solvency II and IFRS 17", in Kočović et al. (ed.) (2018), *Insurance in the post-crisis era*, Faculty of Economics, University of Belgrade, Pp. 3–28

Lagerås, A. and Lindholm, M. (2016), "Issues with the Smith-Wilson method", *Insurance: Mathematics and Economics*, Vol. 71, Pp. 93–102.

Narodna banka Srbije (2018a), *Izveštaj o inflaciji, novembar 2018*, Narodna banka Srbije, Beograd

Narodna banka Srbije (2018b), *Strategija za implementaciju Solventnosti II u Republici Srbiji*, Narodna banka Srbije, Beograd

Smith, A. and Wilson, T. (2001), "Fitting yield curves with long term constraints", *Bacon & Woodrow Research Notes*, London

Thomas, M. and Maré, E. (2007), "Long term extrapolation and hedging of the South African yield curve", *2007 Convention of the Actuarial Society of South Africa*, Cape Town.

Uprava za javni dug (2018), "Analiza javnog duga i duga opšte države – oktobar 2018. godine", *Mesečni izveštaj*, Ministarstvo finansija Republike Srbije, Beograd

<http://aukcije.ujd.gov.rs/default.asp> [Pristupljeno: 05/12/2018]

<https://eiopa.europa.eu/regulation-supervision/insurance/solvency-ii-technical-information/risk-free-interest-rate-term-structures> [Pristupljeno: 01/12/2018]

<https://www.belex.rs/trgovanje/izvestaj/dnevni> [Pristupljeno: 05/12/2018]
