

VIKTORS AJEVSKIS

PĒTĪJUMS
2 / 2016

**PROCENTU LIKMJU MODEĻA AR NULLES ZEMĀKO ROBEŽU
TERMIŅSTRUKTŪRA UN EIROPAS CENTRĀLĀS BANKAS
NESTANDARTA MONETĀRĀS POLITIKAS PASĀKUMI**



SATURS

KOPSAVILKUMS	3
1. IEVADS	4
2. MODELIS	5
2.1. Modeļa izveide	5
2.2. Transmisijas kanāli	7
3. DATI UN PORTFEĻU PROGNOZES	8
3.1. Dati	8
3.2. ECB bilances posteņu aplēses	9
4. NOVĒRTĒJUMS UN REZULTĀTI	10
4.1. Pieņēmums	10
4.2. Rezultāti	10
4.3. ECB bilances ietekme uz ilgtermiņa procentu likmi	11
5. SECINĀJUMI	13
PIELIKUMS	14
LITERATŪRA	17

SAĪSINĀJUMI

ABSIP – "Ar aktīviem nodrošināto vērtspapīru iegādes programma"
ASV – Amerikas Savienotās Valstis
ECB – Eiropas Centrālā banka
IKP – iekšzemes kopprodukts
ITRMO – ilgāka termiņa refinansēšanas mērķoperācija
ITRO – ilgāka termiņa refinansēšanas operācija
MBS – ar hipotēkām nodrošināti vērtspapīri
NOIP – "Nodrošināto obligāciju iegādes programma"
NOIP2 – otrā "Nodrošināto obligāciju iegādes programma"
NOIP3 – trešā "Nodrošināto obligāciju iegādes programma"
NZR – nulles zemākā robeža
OIS – uz nakti izsniegto kredītu indeksa mijmaiņas darījumi
PAIP – paplašinātā aktīvu iegādes programma
SVF – Starptautiskais Valūtas fonds
VSAIP – "Valsts sektora aktīvu iegādes programma"
VTP – "Vērtspapīru tirgu programma"

KOPSAVILKUMS

Šajā pētījumā sniegta procentu likmju modeļa, kas ietver gan nenovērojamus, gan nestandarta monetārās politikas pasākumu faktorus, NZR/ēnu procentu likmes termiņstruktūra. Nestandarta faktorus veido ECB PAIP un ITRO turējumi, kā arī to vidējie svērtie termiņi. Modelis tuvināts un novērtēts, izmantojot attiecīgi Teilora rindas izvērzi un paplašināto Kalmana filtru, izvēloties datu izlasi par laikposmu no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim. Iegūtie rezultāti liecina, ka 2015. gada septembra beigās 5 gadu OIS procentu likme bija aptuveni par 60 bāzes punktiem zemāka, nekā tā būtu, ja netiktu īstenoti nestandarta monetārās politikas pasākumi.

Atslēgvārdi: procentu likmju termiņstruktūra, zemākā robeža, nelineārais Kalmana filtrs, nestandarta monetārās politikas pasākumi.

JEL kodi: C24, C32, E43, E58, G12

Autors pateicas Anetei Bērziņai par ieguldījumu 3.2. apakšnodaļas teksta sagatavošanā un datu nodrošināšanā. Autors arī izsaka pateicību Tomi Kortelam (*Tomi Kortela*) un anonīmam vērtētājam par vērtīgajiem komentāriem.

Pētījumā pausts autora – Latvijas Bankas Monetārās politikas pārvaldes darbinieka – viedoklis, un tas ne vienmēr atspoguļo Latvijas Bankas oficiālo viedokli. Autors uzņemas atbildību par iespējamām pieļautajām kļūdām un neprecizitātēm. E-pasta adrese: Viktors.Ajevskis@bank.lv.

1. IEVADS

Reaģējot uz krīzi, daudzas centrālās bankas samazinājušas monetārās politikas procentu likmes līdz to zemākajai efektīvajai robežai. Šādos apstākļos centrālajām bankām nav iespēju veikt turpmākus monetārās stimulēšanas pasākumus tradicionālā veidā, t.i., pazeminot monetārās politikas procentu likmi. Tāpēc tās ievieš nestandarta monetārās politikas pasākumu kopumu, ko parasti veido ITRO, PAIP un perspektīvas norādes.

Lai novērtētu apmēru, kādā šīs programmas ietekmē ilgāka termiņa procentu likmes, iespējams izmantot vairākas pieejas. Pirmais literatūras virziens PAIP ietekmes uz procentu likmēm programmu uzsākšanas laikā noteikšanai balstās uz gadījumu izpētes metodoloģiju (Dž. Gaņons (*J. Gagnon*), M. Raskins (*M. Raskin*), Dž. Remaša (*J. Remache*) u.c. (7), A. Krišnamurti (*A. Krishnamurthy*) un A. Visinga-Jergensena (*A. Vissing-Jørgensen*) (13) un E. T. Svonsons (*E. T. Swanson*) (18)). Otrajā pieejā PAIP ietekmes uz procentu likmēm laika gaitā novērtēšanai izmanto saīsinātas formas regresijas analīzi (S. D'Amiko (*S. D'Amico*), un T. B. Kings (*T. B. King*) (6), S. D'Amiko, V. Inglišs (*W. English*), D. Lopess-Salido (*D. López-Salido*) u.c. (5) un Dž. Mīnings (*J. Meaning*) un F. Džu (*F. Zhu*) (16)). Trešajā virzienā dažādu aktīvu neto privātā piedāvājuma pārmaiņas iekļautas ienesīguma līknes strukturālajā modelī (K. Li (*C. Li*) un M. Vei (*M. Wei*) (15) un Dž. Īriga (*J. Ihrig*), E. Klē (*E. Klee*), K. Li u.c. (10)).

K. Li un M. Vei (15) paplašina Gausa afīno bezarbitrāžas termiņstruktūras standartmodeli, lai ļautu Valsts kases emitētiem vērtspapīriem un MBS nodrošināt mainīgos termiņa prēmiju ietekmēšanai. Viņi novērtē šo modeli, izmantojot datus par Valsts kases emitēto vērtspapīru peļņas likmēm, kā arī par Valsts kases emitēto vērtspapīru un MBS privāto turējumu piedāvājuma un termiņa raksturīgajām pazīmēm laikposmā no 1994. gada marta līdz 2007. gada jūlijam. Pēc tam PAIP termiņa prēmiju ietekmes novērtēšanai K. Li un M. Vei (15) piemēro aplēstos koeficientus. Tomēr viņu pieeju varētu uzskatīt par daļēji atbilstošu, jo šie autori izmanto afīno modeli, kas varētu izrādīties nepareizs nulles zemākajā robežā, kā tas redzams L. Kripnera (*L. Krippner*) (11) pētījumā un J. H. Kristensena (*J. H. Christensen*) un G. D. Rūdebuša (*G. D. Rudebusch*) (4) diskusijas materiālā. Turklāt datu par periodu līdz 2008. gadam izmantošana novērtējuma veikšanai varētu nebūt piemērota, jo aktīvu piedāvājuma jutīguma koeficienti vienādojumos, kuri nosaka peļņas likmes, var būt atšķirīgi pirms un pēc krīzes. Turklāt ASV Federālo rezervju sistēmas aktīvu turējumi pirms krīzes bija daudz mazāki nekā pēc tās. Tādējādi šī pieeja varētu būt neaizsargāta pret Lūkasa kritiku, jo nestandarta monetārās politikas pasākumus var uzskatīt par strukturālās monetārās politikas pārmaiņām.

K. Altavilla (*C. Altavilla*), Dž. Karboni (*G. Carboni*) un R. Motto (*R. Motto*) (1) vērtē ECB PAIP ietekmi uz aktīvu cenām. Viņi izmanto gadījumu izpētes metodoloģiju un konstatē, ka PAIP ietekmē peļņas likmes daudzos tirgus segmentos ievērojami samazinājušās, piemēram, attiecībā uz implicēto eiro zonas termiņstruktūru ilgtermiņa valdības obligāciju peļņas likmes, sasniedzot 10 gadu termiņu, sarūk aptuveni par 30–50 bāzes punktiem. Viņi konstatē, ka PAIP ietekme kopumā palielinās līdz ar termiņu un aktīvu riska pakāpi. K. Altavilla, Dž. Karboni un R. Motto (1) vērtē galvenos PAIP transmisijas kanālus un skaidro iegūtos rezultātus, izstrādājot termiņstruktūras modeli ar obligāciju piedāvājuma ietekmi uz

aktīviem ar dažādu veidu riskiem.¹ Tomēr šie skaidrojumi ir tikai kvalitatīvi, jo viņi savu modeli nevērtē. Turklāt tajā nav ņemta vērā procentu likmju zemākā robeža.

NZR jautājuma risināšanai procentu likmju modeļu termiņstruktūras veidošanā F. Bleks (*F. Black*) (3) ieteica izmantot ēnu procentu likmes jēdzienu, t.i., procentu likmi, kas vienāda ar īso procentu likmi, kad tā ir pozitīva, un var kļūt negatīva, kad īsā procentu likme vienāda ar nulli. Pēdējos gados šo pieeju atjaunojis L. Kripners (11), un to izmantojuši daudzi autori. Vairākums šo autoru izmanto specifiskāciju ar diviem vai trim faktoriem un aproksimācijas, kas balstītas vai nu uz iespējas līgumu cenu noteikšanu (L. Kripners (11), M. D. Bauers (*M. D. Bauer*) un G. D. Rūdebušs (2), J. H. Kristensens un G. D. Rūdebušs (4)) vai Teilora rindas izvirzījumu (M. A. Prībšs (*M. A. Pribsch*) (17), Dz. S. Vu (*J. C. Wu*) un F. D. Sja (*F. D. Xia*) (20), V. Lemke (*W. Lemke*) un A. L. Vladu (*A. L. Vladu*) (14)).

Šā pētījuma devums ir šāds. Pirmkārt, izstrādāts termiņstruktūras modelis, kas ietver ECB bilances apjomu un ilgumu kā deterministiskus novērojamus faktorus. Otrkārt, modelī ņemtas vērā procentu likmju zemākās robežas, un tas tuvināts ar Teilora rindas otrās kārtas izvirzījumu. Treškārt, modelis novērtēts, izmantojot paplašināto Kalmana filtru un OIS datus par periodu no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim. Ceturtkārt, balstoties uz novērtēto modeli, veikta hipotētiska simulācija ECB nestandarta monetārās politikas pasākumu ietekmes uz ilgtermiņa OIS peļņas likmēm izvērtēšanai. Autora veiktais novērtējums liecina, ka līdz 2015. gada septembrim īstenotie nestandarta monetārās politikas pasākumi bija samazinājuši 5 gadu OIS procentu likmi aptuveni par 60 bāzes punktiem. Ēnu procentu likme vērtēta kā blakusprodukts.

2. MODELIS

2.1. Modeļa izveide

Tiek pieņemts, ka peļņas likmes nosaka divi nenovērojami faktori $X_t^1 = [X_{1,t}^1; X_{2,t}^1]$, kuri seko pirmās kārtas vektora autoregresīvam procesam:

$$X_{t+1}^1 = (I - \Phi^p)\mu^p + \Phi^p X_t^1 + \Sigma \varepsilon_{t+1}, \varepsilon_{t+1} \sim N(0, I_N) \quad [1],$$

un divi faktori, kas saistīti ar ECB bilanci, t.i., programmu apjoms eiro un operācijas nestandarta monetārās politikas pasākumu ieviešanai X_t^a un to vidējais ilgums X_t^d . Šā faktora vektors apzīmēts ar $X_t^2 = [X_t^a; X_t^d]$, un X_t^a definēts kā deterministisks process, kurš katrā laikposmā t vienāds ar ECB PAIP turējumu un ITRO summas attiecību pret eiro zonas nominālo IKP. Tiek pieņemts, ka šā procesa nākotnes vērtības laikposmos $t + u, u = 1, 2, \dots$ vienādas ar autora veiktajām šo turējumu aplēsēm. Uzsākot jaunu programmu, tās kopējā virzība ir zināma un X_{t+u}^2 gaidāmā virzība mainās. Attiecībā uz šo virzību investori gaida, ka ECB uzsāks vērtspapīru pārdošanu pēc katras programmas beigām. X_t^d ir atbilstošais ECB aktīvu turējumu un ITRO svērtais ilgums. Šiem procesiem paredzēto laikrindu izveide aprakstīta 3.1. apakšnodaļā.

Ēnu procentu likme s_t definēta šādi:

$$s_t = \delta_0 + \delta_1 X_t^1 + \delta_2 X_t^2 \quad [2]$$

¹ Šī pieeja balstās uz D. Vajana (*D. Vayanos*) un Ž. L. Vilā (*J.-L. Vila*) (19) izstrādāto modeli.

un novērotā īsā procentu likme – kā cenzēta ēnu procentu likme:

$$r_t = \max(s_t, r^{LB}) \quad [3],$$

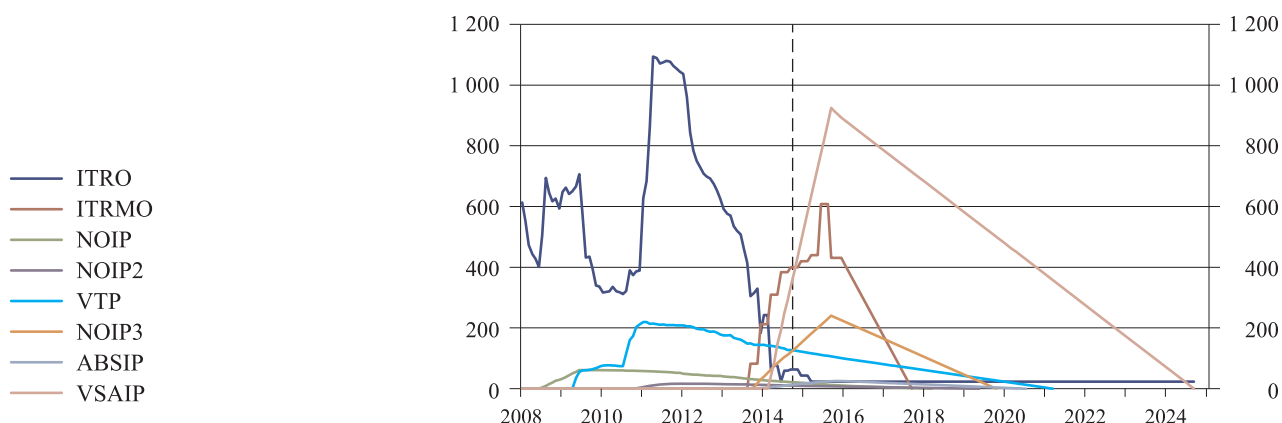
kur r^{LB} ir zemākā robeža, kura ne vienmēr ir nulle. Riska Λ_t tirgus cenas izteiktas kā nenovērojamo faktoru lineāras funkcijas:

$$\Lambda_t = \lambda_0 + \lambda_1 X_t^1 \quad [4].$$

Novērojamie faktori X_t^2 nav ietverti riska tirgus cenā, jo tiek pieņemts, ka tie ir deterministiski. Stohastikas iekļaušana šajos faktoros ir sarežģīts uzdevums vai, citiem vārdiem, datu ģenerēšanas procesa izvēle novērojamiem faktoriem X_t^2 , ņemot vērā ECB bilances un tās vidējā ilguma vēsturiskās un nākotnes aplēšu trajektorijas (sk. 1.–3. att.). Vienkāršības nolūkā pētījuma autors izdara šo procesu nekļūdīgas paredzēšanas pieņēmumu.

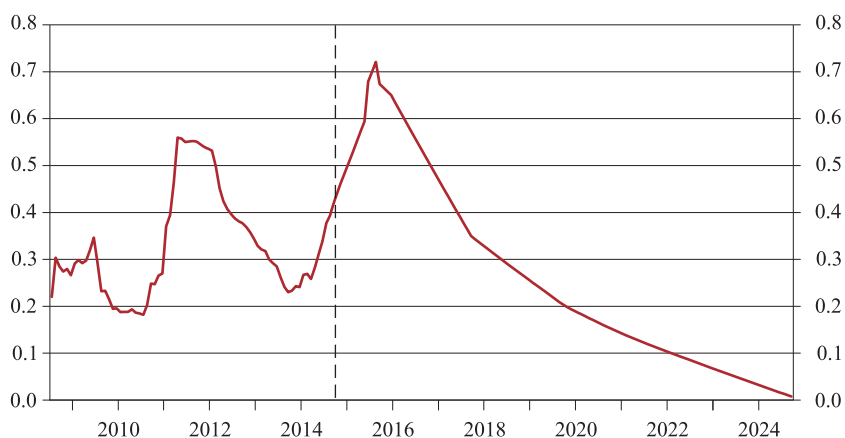
1. attēls

PAIP laikrindas un ilgāka termiņa likviditātes operācijas no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim un to aplēses periodam pēc 2015. gada septembra
(mljrd. eiro)



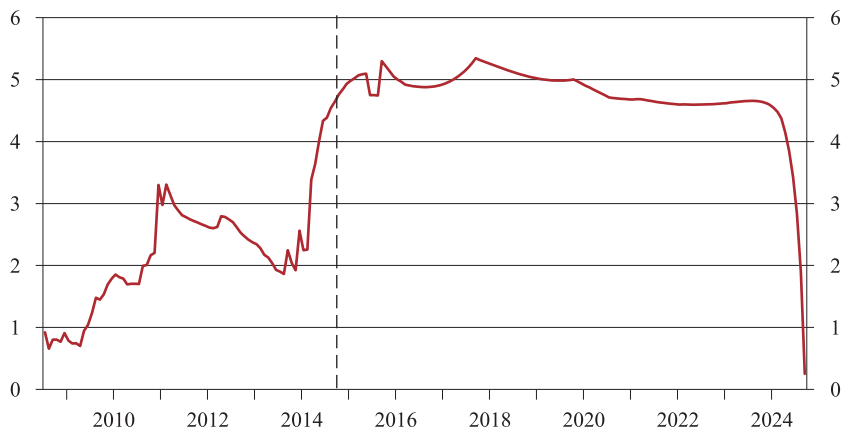
2. attēls

Faktiskā ECB kopsavilkuma bilance (no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim) un tās aplēse (periodam pēc 2015. gada septembra) attiecībā pret eiro zonas nominālo IKP



3. attēls

ECB bilances faktiskais vidējais ilgums (no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim) un tā aplēse (periodam pēc 2015. gada septembra) saistībā ar nestandarta monetārās politikas pasākumiem (gados)



n perioda nulles kupona obligācijas P_t^n cenu izsaka ar formulu

$$P_t^n = E_t^{\mathbb{Q}} \exp(-\sum_{i=0}^{n-1} r_{t+i}) \quad [5],$$

kur $E_t^{\mathbb{Q}}$ ir gaidas neitrāla riska pasākuma ietvaros. Šā pasākuma faktoru dinamika ir šāda:

$$X_{t+1}^1 = (1 - \Phi^{\mathbb{Q}})\mu^{\mathbb{Q}} + \Phi^{\mathbb{Q}}X_t^1 + \Sigma\varepsilon_{t+1}, \varepsilon_{t+1} \sim N(0, I_N) \quad [6],$$

kur $\mu^{\mathbb{Q}}$ un $\Phi^{\mathbb{Q}}$ apmierina

$$\mu^{\mathbb{Q}} = \mu^{\mathbb{P}} - \Sigma\lambda_0 \quad [7]$$

$$\Phi^{\mathbb{Q}} = \Phi^{\mathbb{P}} - \Sigma\lambda_1 \quad [8].$$

Obligāciju cenu [5] formulai ir šāda forma:

$$P_t^n = E_t^{\mathbb{Q}} \exp(\sum_{i=0}^{n-1} \max(s_{t+i}, r^{LB})) \quad [9].$$

Zemākā robeža nozīmē, ka peļņas likmes zaudē afīno struktūru, un tās sniegtas nelineārā attēlojumā

$$y_t^n = g_n(X_t, \theta, r^{LB}) = -\frac{1}{n} \ln\{E_t^{\mathbb{Q}} \exp(\sum_{i=0}^{n-1} \max(s_{t+i}, r^{LB}))\} \quad [10],$$

kur $X_t = [X_t^1, X_t^2]'$ un θ ir parametru vektors. [10] attēlojumam nav analītiskas formas, ja stāvokļa mainīgo dimensija ir lielāka nekā viens. Tāpēc peļņas likmju aprēķināšanas problēmas risināšanai nepieciešams aproksimēt g_n . Tas tiek darīts, palielinot obligāciju cenas [9] formulā Teilora rindā līdz otrajai kārtai (sīkāku informāciju sk. pielikuma P1.–P3. apakšnodaļā). No [4] un [10] vienādojuma izriet, ka obligāciju cenas atkarīgas ne tikai no ECB bilances faktora pašreizējām vērtībām, bet arī no to gaidāmās nākotnes virzības.

2.2. Transmisijas kanāli

Centrālo banku veiktajiem liela apjoma aktīvu pirkumiem vajadzētu ietekmēt finanšu tirgus cenas pa diviem galvenajiem kanāliem. Pirmkārt, tās tiek ietekmētas pa portfeļa bilances kanālu, kuru izmanto investori savu portfeļu pārvietošanai

saistībā ar aktīvu iegāžu radīto likviditāti, tādējādi ietekmējot cenas dažādos tirgus segmentos. Otrkārt, saistībā ar signāļkanālu bilances apjoma palielināšanos tiek samazinātas nākotnes monetārās politikas procentu likmes gaidas. Tas rada mazāk stingras monetārās politikas nostājas gaidas nākotnē un savukārt dara mazāk stingru pašreizējo monetārās politikas nostāju.

Portfeļa bilances kanālu veido divi apakškanāli, kuri samazina termiņa prēmiju. Pirmais ir ilguma kanāls, kurš samazina privātā sektora atlikušo ilguma risku. Ja kāda centrālā banka iegādājas ilgtermiņa obligācijas, atlikušā obligāciju portfeļa termiņš sarūk, tādējādi samazinot šā portfeļa risku. Tas nozīmē, ka banku sektoram jāuzņemas lielāks risks, izsniedzot aizdevumus (kas ir riskantāki aktīvi) uzņēmumiem un mājsaimniecībām. Centrālā banka, izmantojot nepietiekamības kanālu, rada iegādāto aktīvu nepietiekamību. Ja investori izvēlējušies iegādāto obligāciju termiņu vidi, obligāciju cenas kāpj, tāpēc to peļņas likmes samazinās.

Ierosinātā modelēšanas sistēma galvenokārt ietver signāļkanālu, t.i., nestandarta monetārās politikas pasākumi ietekmē ilgtermiņa peļņas likmes caur īstermiņa procentu likmes gaidām. Ilguma un nepietiekamības kanāls darbojas īso procentu likmju gaidās, kas zemākās robežas dēļ diezgan nelineāri atkarīgas no ECB bilances apjoma un tās ilguma. Jāievēro arī tas, ka šajā modelī ITRO un aktīvu iegādēm ir vienāda ietekme uz īstermiņa procentu likmēm.

3. DATI UN PORTFEĻU PROGNOZES

3.1. Dati

Procentu likmju dati ir OIS ar termiņu 3 un 6 mēneši, 1 gads, 2, 3, 4 un 5 gadi un 10 gadu mēneša beigu peļņas likmes. Izlase aptver laikposmu no 2009. gada jūlija (NOIP uzsākšana) līdz 2015. gada septembrim. Šādam īsam izlases periodam ir zināma priekšrocība – tas ir izturīgāks pret Lūkasa kritiku. ECB pirms krīzes tiešām nekad neīstenoja nestandarta monetārās politikas pasākumus. Saīsinātas formas novērtējumu izmantošana nestandarta monetārās politikas ietekmes izvērtēšanai, balstoties uz datiem, kas bija pieejami pirms tās ieviešanas (kā tas darīts K. Li un M. Vei (15) un Dž. D. Hemiltona (*J. D. Hamilton*) un Dz. S. Vu (8) pētījumos) varētu nebūt piemērota. Kā piemērs aplūkota procentu likmju termiņstruktūras izveide dinamiski stohastiskā vispārējā līdzsvara modeļa ietvarā (sk., piemēram, P. Hērdāla (*P. Hördahl*), O. Tristāni (*O. Tristani*) un D. Vestīna (*D. Vestin*) (9) pētījumu). Šajā gadījumā peļņas likmju slodzes izteiktas kā dziļo parametru funkcijas un Teilora likuma koeficienti.² Kad īstermiņa procentu likme sasniedz NZR, Teilora likums pārstāj darboties un tādējādi tā koeficienti pazūd peļņas likmju noslodzēs. Tāpēc peļņas likmju noslodzes koeficientiem normālos gadījumos un NZR gadījumos jābūt atšķirīgiem.

Atšķirībā no K. Li un M. Vei (15) šā pētījuma autors izmanto ECB turējumu, nevis privāto aktīvu turējumu datus. Ņemot vērā ēnu procentu likmes un novērojamo faktoru lineāro sakarību, abas pieejas ir līdzvērtīgas. Vienīgā atšķirība ir attiecīgo koeficientu zīme, t.i., ECB aktīvu turējumiem un to vidējam termiņam [2] vienādojumā būtu jābūt ar mīnusa zīmi.

² Tas pats attiecas arī uz noturības koeficientiem un ārējo šoku standartnovirzēm.

Katrā laikposmā t process X_t^a tiek definēts kā deterministisks process, kas vienāds ar ECB PAIP vērtspapīru turējumu un ilgāka termiņa likviditātes operāciju summas attiecību pret eiro zonas nominālo IKP. Šo summu veido šādi ECB bilances aktīvu puses posteņi: ITRO, ITRMO, NOIP, VTP, NOIP2, NOIP3, ABSIP un VSAIP (sīkāku informāciju sk. pielikumā). Ikvienā laikposmā t katra šā mainīgā nākotnes vērtības vienādas ar faktiskajiem turējumiem līdz 2015. gada septembrim un tālāk aprakstīto pētījuma autora aplēsi pēc 2015. gada septembra. Tas pats attiecas uz IKP 5 gadu aplēsi pēc 2015. gada aprīļa, kas iegūta no SVF 2015. gada aprīļa "Pasaules tautsaimniecības perspektīvas". Pēc tam tiek pieņemts, ka IKP kāpums no 2020. gada janvāra līdz 2025. gada septembrim ir 1.5%. IKP mēneša datu iegūšanai izmantota ceturkšņa datu lineārā interpolācija. Process X_t^a ir deterministisks un atbilst X_t^a attiecīgajam svērtajam termiņam no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim un tā aplēsei periodā pēc 2015. gada septembra.

3.2. ECB bilances posteņu aplēses

Attiecībā uz visiem portfeļiem un izsoļu operācijām līdz 2015. gada septembrim izmantoti faktiskie ECB bilances mēneša beigu dati. No 2015. gada augusta ECB bilances posteņu aplēses balstītas uz šādiem pieņēmumiem.

1. Saistībā ar pabeigtajām programmām (NOIP, NOIP2 un VTP) tiek pieņemts, ka atlikumi turpinās lineāri samazināties. To vērtspapīru, kuriem pienāk dzēšanas termiņš, procentu likme tiek atvasināta no vēsturiskajiem datiem, un tiek pieņemts, ka šī procentu likme saglabāsies.
2. Attiecībā uz ITRO tiek ņemts vērā ITRMO programmas radītais aizstāšanas efekts, un nākotnē izmantotais apjoms tiek samazināts par ITRMO programmas ietvaros izmantoto apjomu (kopējais ITRO un ITRMO atlikums nemainās līdz pirmspēdējai ITRMO 2016. gada martā).
3. Attiecībā uz ITRMO tiek pieņemts, ka nākamajās trijās operācijās salīdzinājumā ar iepriekšējām operācijām izmantotais apjoms saruks, jo vairākums banku, kuras gribēja izmantot ECB piedāvāto lēto ilgtermiņa finansējumu, to jau ir izdarījušas. Šā pētījuma autors izmanto ekspertu slēdzienus, kuros saskaņā ar konservatīvo scenāriju paredzētais izmantotais apjoms ir 20 mljrd. eiro katrā no trim atlikušajām ITRMO (ieskaitot 2016. gada martu, kopā četras izsoles). Autors gaida, ka izmantotais apjoms pēdējā ITRMO 2016. gada jūnijā būs lielāks, jo bankas mēģinās iepriekšēji finansēt pirmajās divās ITRMO piešķirtos dārgākos aizdevumus, kuri jāatmaksā 2016. gada septembrī, kad bankas, autoraprāt, atmaksās aptuveni 30% ITRMO aizdevumu.
4. Saistībā ar iegādēm PAIP ietvaros tiek pieņemts, ka saskaņā ar ECB Padomes paziņojumu līdz 2016. gada septembrim ieskaitot tiks veiktas iegādes par 60 mljrd. eiro mēnesī. Autors aprēķina katras programmas (NOIP3, ABSIP un VSAIP) ietvaros iegādāto vērtspapīru vidējo īpatsvaru programmas darbības pirmajos četros mēnešos. Tiek izmantots pieņēmums, ka katras programmas ietvaros iegādāto vērtspapīru sadalījums saglabāsies stabils.
5. Attiecībā uz pabeigtajām programmām tiek pieņemts, ka ECB turējumi pakāpeniski samazināsies līdz nullei un to procentu likme būs atkarīga no attiecīgās programmas vidējā termiņa. Tāpat tiek pieņemts, ka ECB VSAIP turējums līdz 2025. gada septembrim saruks un ITRO stabilizēsies nemainīgā līmenī. Tiek

pieņemts, ka šā procesa nākotnes vērtības laikposmos $t + u, u = 1, 2, \dots$ atkarīgas no autora veiktajām šo turējumu un IKP aplēsēm. 1. attēlā redzamas katras PAIP programmas, ITRO un ITRMO laikrindas no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim un to aplēses periodam pēc 2015. gada septembra. 2. un 3. attēlā atspoguļotas mainīgo X_t^a un X_t^d faktiskās un aplēstās vērtības.

4. NOVĒRTĒJUMS UN REZULTĀTI

4.1. Pieņēmums

Vadoties no L. Kripnera (12) ieteikuma, šā pētījuma autors izvēlas modeļa specifiskāciju ar diviem procentu likmju nenovērojamiem faktoriem un parametru noteikšanai izmanto šādus normalizējošus ierobežojumus: 1) $\delta_1 = [1, 1]'$, 2) $\delta_1 = 0$, 3) $\mu^Q = 0$, 4) Φ^Q ir diagonālā matrica, 5) Σ ir apakšējais trijstūris un 6) $\lambda_0^1 = 0$. Modelis tiek vērtēts, izmantojot paplašināto Kalmana filtru, pieņemot, ka visas peļņas likmes tiek novērotas ar aprēķina kļūdām, kurām ir vienāda standartnovirze σ . J. H. Kristensena un G. D. Rūdebuša (4) garā X_t^1 procesā tiek izmantots vienības saknes tuvuma nosacījums abos varbūtības rādītājos, lai novērstu nelielas izlases novērtējuma mazākas noturības novirzi procentu likmju dinamikā. Tiek vērtēta logaritmiskās ticamības funkcija $-20, -15, -10, -5$ un 0 bāzes punktu režģī, un tās maksimālais lielums ir, ja $r^{LB} = -10$ bāzes punktu.

4.2. Rezultāti

Novērtējuma rezultāti atspoguļoti tabulā.

Tabula

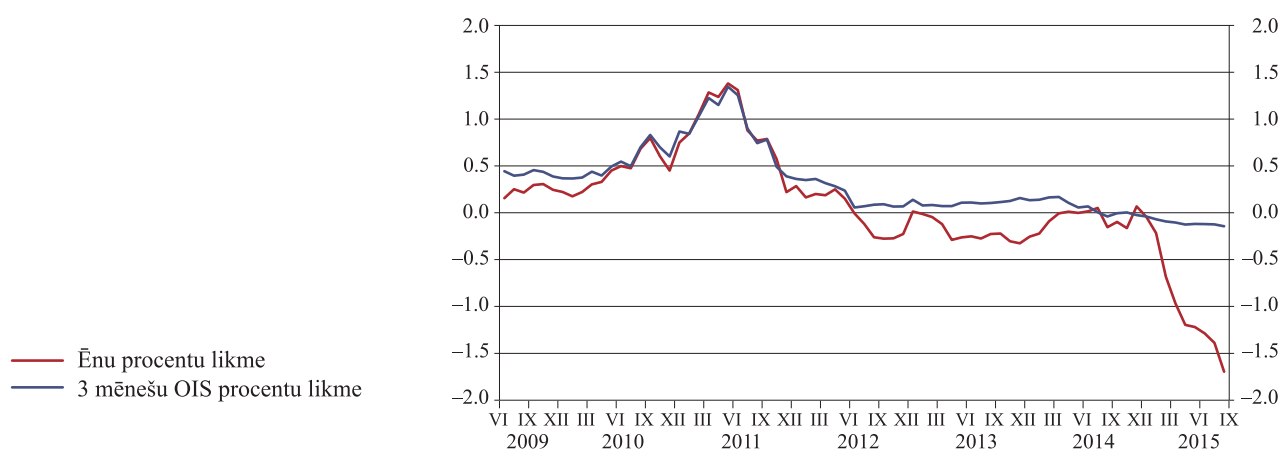
Maksimālās ticamības aplēses laikposmam no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim
(iekavās norādītas asimptotiskās standartnovirzes)

Koeficients	Vērtība	
Φ^Q	$1 - 1 \cdot 10^{-7}$	0.9797 (0.007)
λ_1	6.4754 (0.04)	96.2617 (0.34)
	-72.8188 (0.53)	-20.2015 (0.1)
λ_0	0.2831 (0.004)	
Σ	0.0009 ($5 \cdot 10^{-6}$)	-
	-0.0010 ($1.6 \cdot 10^{-5}$)	0.0001 ($4.5 \cdot 10^{-7}$)
σ	$6.73 \cdot 10^{-5}$ ($4 \cdot 10^{-7}$)	
$\delta_{2,1}$	$-2.46 \cdot 10^{-5}$ ($4.46 \cdot 10^{-7}$)	
$\delta_{2,2}$	$-2.69 \cdot 10^{-4}$ ($1 \cdot 10^{-6}$)	

4. attēlā redzamas aprēķinātās ģēnu procentu likmes, kas izmantota [2] vienādojumā, un 3 mēnešu OIS procentu likmes laikkrindas. Ģēnu procentu likmes forma atbilst citiem tās vērtējumiem, kas veikti, balstoties uz eiro zonas datiem (piemēram, V. Lemke un A. L. Vladu (14)). Tā kļuva negatīva, kad ECB prezidents Mario Dragi 2012. gada 26. jūlijā apliecināja, ka ECB savas kompetences ietvaros ir gatava darīt visu iespējamo eiro nosargāšanai. Pēc tam, kad ECB 2015. gada janvārī uzsāka PAIP, ģēnu procentu likme sāka ievērojami samazināties. Izlases perioda beigās 2015. gada septembrī tā sasniedza -1.69%.

4. attēls

Ģēnu procentu likme un 3 mēnešu OIS procentu likme (%)



4.3. ECB bilances ietekme uz ilgtermiņa procentu likmi

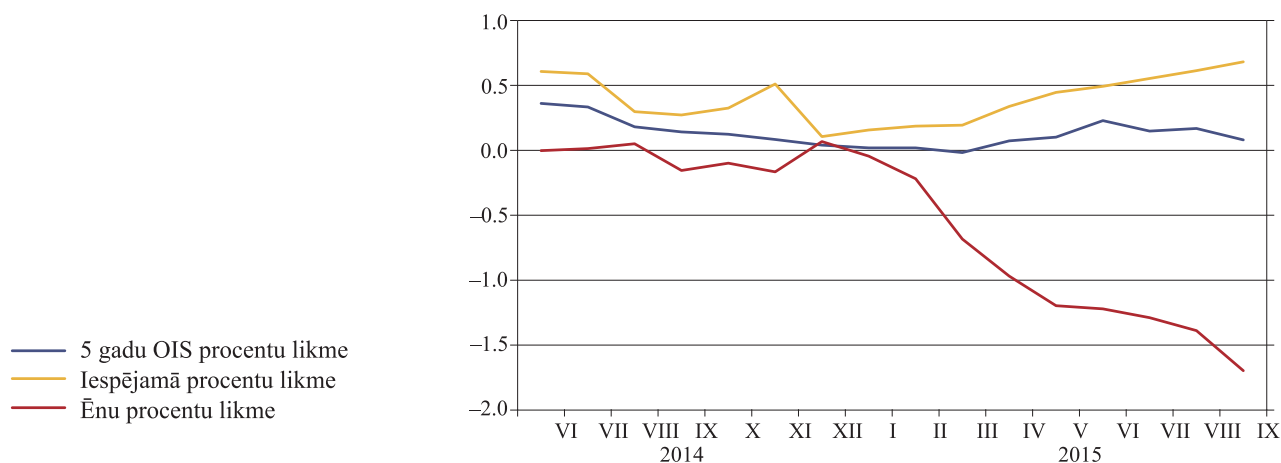
5. attēls atspoguļo 5 gadu OIS procentu likmes faktisko un iespējamo dinamiku kopš 2014. gada jūnija, kad ECB samazināja noguldījumu iespējas procentu likmi līdz negatīvam līmenim. Autors izvēlējies 5 gadu termiņu, jo tādējādi tiek aptverti termiņi, kam ECB veiktajās iegādēs tiek dota priekšroka. Piecu gadu procentu likmes iespējamās vērtības iegūtas no modeļa, pieņemot, ka ECB bilance un tās vidējais termiņš no 2009. gada jūlija nav mainījies. Salīdzināšanas nolūkos grafiskajā attēlā iekļauta arī ģēnu procentu likme, kuru var uzskatīt par monetārās politikas nostājas rādītāju.³

³ Tomēr daži pētījumi (piemēram, M. D. Bauers un G. D. Rūdebušs (2) un L. Kripners (12)) liecina, ka šis nav stabils monetārās politikas nostājas rādītājs.

5. attēls

5 gadu OIS procentu likme, iespējamā procentu likme un ēnu procentu likme

(%)



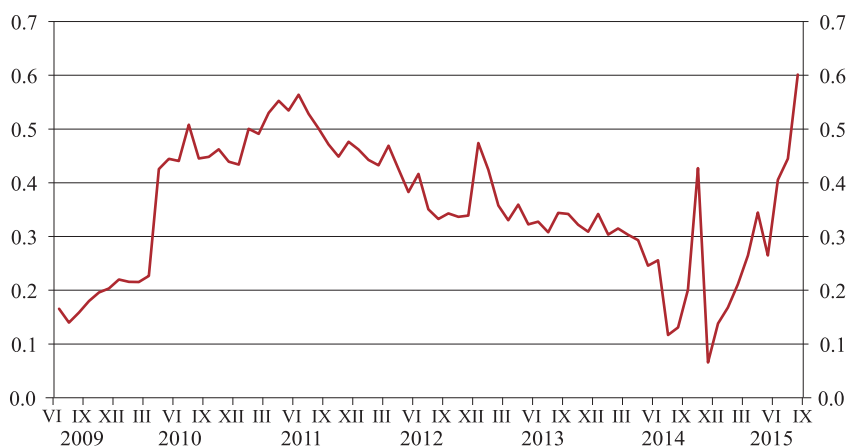
5. attēlā redzams, ka no 2015. gada janvāra sāka palielināties iespējamās un faktiskās 5 gadu OIS procentu likmes. Uz modeli balstītā iespējamā procentu likme liecina, ka septembra beigās 5 gadu OIS procentu likme bija aptuveni par 60 bāzes punktiem zemāka, nekā tā būtu citkārt.

6. attēlā atainota iespējamās un faktiskās 5 gadu OIS procentu likmes starpība, un šo starpību var uzskatīt par procentu likmju samazinājumu nestandarta monetārās politikas pasākumu ieviešanas dēļ. No 2013. gada sākuma līdz 2014. gada septembrim ECB bilances apjoms pakāpeniski saruka, jo bankām bija iespēja atmaksāt 3 gadu ITRO. Tas noteica iespējamās un faktiskās 5 gadu OIS procentu likmes starpības pakāpenisku samazināšanos (līdz 12 bāzes punktiem) 2014. gada augustā. 2. un 3. attēlā redzams, ka šajā periodā kritās arī ECB bilances apjoms un tās vidējais ilgums. No 2015. gada marta, kad tika uzsākta VSAIP, iespējamās un faktiskās 5 gadu OIS procentu likmes starpība sāka strauji palielināties.

6. attēls

Iespējamās un faktiskās 5 gadu OIS procentu likmes starpība

(procentu punktos)



Lielās svārstības 2014. gada novembrī un decembrī noteica ITRO pozīcijas ECB bilancē samazināšanās tikko uzsāktās ITRMO radītā aizstāšanas efekta dēļ. Turklāt

ECB 2014. gada novembrī uzsāka ABSIP. Neraugoties uz to, ka šīs programmas apjoms ir mazāks nekā VSAIP apjoms, tās ilgums uzsākšanas brīdī bija vairāk nekā 30 gadu – daudz lielāks nekā visām pārējām programmām. Autors savā turpmākajā darbībā plāno aplūkot ITRO raksturīgās iezīmes kā atsevišķus faktorus, kas var palīdzēt novērst šādas lielas teorētiskās starpības svārstības.

5. SECINĀJUMI

Reaģējot uz krīzi, ECB intensīvi izmantoja Eirosistēmas bilanci kā monetārās politikas instrumentu nolūkā īstenot savu cenu stabilitātes nodrošināšanas mandātu. To noteica likviditātes nepietiekamība un tirgus darbības pasliktināšanās, kas kavēja paredzētās monetārās politikas nostājas transmisiju, kā arī nepieciešamība veikt turpmākus stimulējošus monetārās politikas nostājas pasākumus, kad īstermiņa procentu likme sasniedza efektīvo zemāko robežu.

Šajā pētījumā piedāvāta procentu likmju modeļa termiņstruktūra, kurā ņemta vērā NZR un kurā ietverts katras PAIP un ITRO apjoms eiro, kā arī to termiņstruktūra.

Autors novērtē modeli, izmantojot datu izlasi par laikposmu no 2009. gada jūlija līdz 2015. gada septembrim un lietojot paplašinātā Kalmana filtra metodi. Modeļa specifikācija ļauj veikt sistēmisku faktisko un iespējamo procentu likmju starpības novērtējumu, skaidri modelējot PAIP un ITRO ietekmi.

Iegūtie rezultāti liecina, ka ēnu procentu likme kļuva negatīva pēc tam, kad ECB prezidents Mario Dragi 2012. gada 26. jūlijā apliecināja, ka ECB ir gatava darīt visu iespējamo eiro saglabāšanai un procentu likmes stabilizēšanai aptuveni -1.7% līmenī līdz 2015. gada septembrim. 5 gadu OIS procentu likme saruka aptuveni par 40 bāzes punktiem VSAIP uzsākšanas brīdī 2015. gada martā, un 2015. gada septembra beigās tā bija aptuveni par 60 bāzes punktiem zemāka, nekā tā būtu, ja netiktu īstenota PAIP.

Būtu apsverama piedāvātās modelēšanas pieejas turpmāka izmantošana šādu tēmu izpētē: 1) efektīvā monetārā stimula novērtēšana, ēnu procentu likmes vietā izmantojot monetārās politikas nostājas Kripnera alternatīvo rādītāju; 2) nestandarta monetārās politikas pasākumu faktora detalizētāka dalījuma (ITRO un PAIP) apsvēršana; un 3) programmu gaidu ietekme pirms to oficiālās uzsākšanas (K. Altavilla, Dž. Karboni un R. Motto (1)).

PIELIKUMS

P1. Faktoru kondicionālie momenti

Faktoru kondicionālās gaidas ir šādas:

$$E_t^{\mathbb{Q}} X_{t+i}^1 = (1 - (\Phi^{\mathbb{P}})^i) \mu^{\mathbb{P}} + (\Phi^{\mathbb{P}})^i X_t^1 \quad [11].$$

Ēnu procentu likmes kondicionālās gaidas ir:

$$E_t^{\mathbb{Q}} s_{t+i} = \mu_{t,t+i} = \delta_0 + \delta_1 E_t^{\mathbb{Q}} X_{t+i}^1 + \delta_2 X_{t+i}^2 \quad [12].$$

Kondicionālās variānces ir:

$$Var_t^{\mathbb{Q}}[s_{t+i}] = \sigma_{t,t+i}^2 = \delta_1' Var_t^{\mathbb{Q}}[X_{t+i}^1] \delta_1 \quad [13].$$

Kondicionālās autokovariānces ir:

$$Cov_t^{\mathbb{Q}}[s_{t+i}, s_{t+j}] = \sigma_{t,t+i,t+j} = \delta_1' Cov_t^{\mathbb{Q}}[X_{t+i}^1, X_{t+j}^1] \delta_1 \quad [14].$$

P2. Īsās procentu likmes kondicionālie momenti

Īsās procentu likmes gaidas ir šādas:

$$E_t[r_{t+i}] = E_t[\max(0, s_{t+i})] = \mu_{t,t+i} \Phi\left(\frac{\mu_{t,t+i}}{\sigma_{t,t+i}}\right) + \sigma_{t,t+i} \phi\left(\frac{\sigma_{t,t+i}}{\mu_{t,t+i}}\right) \quad [15].$$

Autokovariānces ir šādas:

$$\begin{aligned} E_t[r_{t+i} r_{t+j}] &= E_t[\max(0, s_{t+i}) \max(0, s_{t+j})] \\ &= (\mu_{t,t+i} \mu_{t,t+j} + \sigma_{t,t+i,t+j}) \Phi^d(-\zeta_{t,t+i}, -\zeta_{t,t+j}; \chi_{t,t+i,t+j}) \\ &\quad + \sigma_{t,t+j} \mu_{t,t+i} \phi(\zeta_{t,t+j}) \Phi\left(\frac{\zeta_{t,t+i} - \chi_{t,t+i,t+j} \zeta_{t,t+j}}{\sqrt{1 - \chi_{t,t+i,t+j}^2}}\right) \\ &\quad + \sigma_{t,t+i} \mu_{t,t+j} \phi(\zeta_{t,t+i}) \Phi\left(\frac{\zeta_{t,t+j} - \chi_{t,t+i,t+j} \zeta_{t,t+i}}{\sqrt{1 - \chi_{t,t+i,t+j}^2}}\right) \\ &\quad + \sigma_{t,t+i} \sigma_{t,t+j} \sqrt{\frac{1 - \chi_{t,t+i,t+j}^2}{2\pi}} \phi\left(\sqrt{\frac{\zeta_{t,t+i}^2 - 2\chi_{t,t+i,t+j} \zeta_{t,t+i} \zeta_{t,t+j} + \zeta_{t,t+j}^2}{1 - \chi_{t,t+i,t+j}^2}}\right) \end{aligned} \quad [16],$$

kur $\zeta_{t,t+i} = \frac{\mu_{t,t+i}}{\sigma_{t,t+i}}$, $\chi_{t,t+i,t+j} = \frac{\sigma_{t,t+i,t+j}}{\sigma_{t,t+i} \sigma_{t,t+j}}$ un ϕ ir viendimensijas standarta normālais pdf, Φ – viendimensijas standarta normālais cdf, Φ_2 – kumulatīvā divdimensiju Gausa sadalījuma funkcija ar korelāciju $\chi_{t,t+i,t+j}$ un Φ^d apzīmē dekumulatīvo divdimensiju Gausa sadalījuma funkciju, konkrēti:

$$\Phi^d(\zeta_{t+i}, \zeta_{t+j}; \chi_{t,t+i,t+j}) = 1 - \Phi(\zeta_{t+i}) - \Phi(\zeta_{t+j}) + \Phi_2(\zeta_{t+i}, \zeta_{t+j}; \chi_{t,t+i,t+j}).$$

Vienādojuma $i = j$ [16] formulu var vienkāršot šādi:

$$E_t[r_{t+i}^2] = (\mu_{t,t+i}^2 + \sigma_{t,t+i}^2) \Phi(\zeta_{t,t+i}) + \mu_{t,t+i} \sigma_{t,t+i} \phi \zeta_{t,t+i} \quad [17].$$

P3. Obligāciju cenas un peļņas likmes

n perioda nulles kupona obligācijas P_t^n cenu izsaka šādi:

$$P_t^n = E_t^{\mathbb{Q}} \exp(-\sum_{i=0}^{n-1} r_{t+i}) = \exp(-r_t) E_t^{\mathbb{Q}} \exp(-\sum_{i=1}^{n-1} r_{t+i}) \quad [18].$$

Pieņemot, ka $\sum_{i=0}^{n-1} r_{t+i}$ ir mazs un eksponenciāli paplašinās šīs summas pakāpēs līdz otrajai kārtai, tiek iegūts

$$P_t^n = \exp(-r_t) E_t^{\mathbb{Q}} \left[1 - \sum_{i=1}^{n-1} r_{t+i} + \frac{1}{2} (\sum_{i=1}^{n-1} r_{t+i})^2 \right] \quad [19]$$

vai

$$P_t^n = \exp(-r_t) \left(1 - \sum_{i=1}^{n-1} E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+i} + \frac{1}{2} (\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{n-1} E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+i} r_{t+j}) \right) \quad [20].$$

Konkrēti $n = 2$ gadījumā tiek iegūts

$$P_t^2 = \exp(-r_t) \left(1 - E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+1} + \frac{1}{2} E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+1}^2 \right) \quad [21]$$

un $n = 3$ gadījumā –

$$P_t^3 = \exp(-r_t) \left[1 - E_t^{\mathbb{Q}} (r_{t+1} + r_{t+2}) + \frac{1}{2} E_t^{\mathbb{Q}} (r_{t+1}^2 + 2r_{t+1}r_{t+2} + r_{t+2}^2) \right] \quad [22].$$

[20] formulu var uzrakstīt rekursīvi:

$$P_t^n = P_t^{n-1} \exp(-r_t) \left(-E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+n-1} + \sum_{i=1}^{n-1} E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+i} r_{t+n-1} + \frac{1}{2} E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+n-1}^2 \right) \quad [23].$$

No [20] vienādojuma tiek iegūts aptuvena peļņas likmju rādītāja vienādojums

$$y_t^n = -\frac{1}{n} \ln(P_t^n) = g_n^{app}(X_t, \theta) \quad [24],$$

kur

$$g_n^{app}(X_t, \theta) = -\frac{1}{n} \left\{ -r_t + \ln \left[1 - \sum_{i=1}^{n-1} E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+i} + \frac{1}{2} (\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{n-1} E_t^{\mathbb{Q}} r_{t+i} r_{t+j}) \right] \right\} \quad [25].$$

P4. Paplašinātā Kalmana filtra izveide

Pāreja notiek [1] vienādojumā. No [24] vienādojuma izriet, ka rādītāja vienādojumiem ir šāda forma:

$$y_t^n = g_n^{app}(X_t^1, \theta) + \eta_{t+1}^n \quad [26],$$

kur η_{t+1}^n ir rādītāja kļūda, kas atbilst termiņa peļņas likmei n .

Rādītāja [24] vienādojums ir nelineārs attiecībā uz stāvokļa mainīgajiem X_t , tāpēc jāizmanto paplašinātais Kalmana filtrs. Lai to iegūtu, [24] vienādojums tiek linearizēts punktā $X_{t|t-1}^1$, kur $X_{t|t-1}^1 = (1 - \Phi^{\mathbb{P}}) \mu^{\mathbb{P}} + \Phi^{\mathbb{P}} X_{t-1|t-1}^1$ ir stāvokļa prognozēšana soli uz priekšu noteiktā laika brīdī t_{i-1} :

$$g_n^{app}(X_t^1, \theta) \approx g_n^{app}(X_{t|t-1}^1, \theta) + \frac{\partial g_n^{app}(X_t^1, \theta)}{\partial X} (X_t^1 - X_{t|t-1}^1).$$

Atvasinājums ir šāds:

$$\frac{\partial g_n^{\alpha p p}(X_t^1, \theta)}{\partial X} = -\frac{1}{n} \frac{\partial \ln(P_t^n)}{\partial X} = -\frac{1}{n} \frac{\partial(P_t^n)}{\partial X} \frac{1}{P_t^n}$$

$$E_t^Q X_{t+i}^1 = (1 - (\Phi^P)^i) \mu^P + (\Phi^P)^i X_t^1 \quad [27].$$

P5. Mainīgā X_t^b izveide

$$X_t^b = \begin{cases} \frac{(LTRO_t + CBPP_t)}{GDP_t}, 2009M7 - 2010M4; \\ \frac{(LTRO_t + CBPP_t + SMP_t)}{GDP_t}, 2010M5 - 2010M10; \\ \frac{(LTRO_t + CBPP_t + SMP_t + CBPP2_t)}{GDP_t}, 2010M11 - 2014M8; \\ \frac{(LTRO_t + CBPP_t + SMP_t + CBPP2_t + TLTRO_t)}{GDP_t}, 2014M9; \\ \frac{(LTRO_t + CBPP_t + SMP_t + CBPP2_t + TLTRO_t + CBPP3_t)}{GDP_t}, 2014M10; \\ (LTRO_t + CBPP_t + SMP_t + CBPP2_t + TLTRO_t + CBPP3_t + ABSPP_t) \frac{1}{GDP_t}, 2014M11 - 2015M2; \\ (LTRO_t + CBPP_t + SMP_t + CBPP2_t + TLTRO_t + CBPP3_t + ABSPP_t + PSPP_t) / GDP_t, 2015M3 - 2015M9. \end{cases}$$

LITERATŪRA

1. ALTAVILLA, Carlo, CARBONI, Giacomo, MOTTO, Roberto. *Asset Purchase Programmes and Financial Markets: Lessons from the Euro Area*. European Central Bank Working Paper, No. 1864, November 2015. 54 p.
2. BAUER, Michael D., RUDEBUSCH, Glenn D. *Monetary Policy Expectations at the Zero Lower Bound*. Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper, No. 2013-18, May 2015. 45 p.
3. BLACK, Fischer. Interest Rates as Options. *The Journal of Finance*, vol. 50, issue 5, December 1995, pp. 1371–1376.
4. CHRISTENSEN, Jens H., RUDEBUSCH, Glenn D. *Estimating Shadow-Rate Term Structure Models with Near-Zero Yields*. Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper, No. 2013-07, June 2013. 39 p.
5. D'AMICO, Stefania, ENGLISH, William, LÓPEZ-SALIDO, David, NELSON, Edward. The Federal Reserve's Large-Scale Asset Purchase Programmes: Rationale and Effects. *The Economic Journal*, vol. 122, issue 564, November 2012, pp. 415–446.
6. D'AMICO, Stefania, KING, Thomas B. Flow and Stock Effects of Large-Scale Treasury Purchases: Evidence on the Importance of Local Supply. *Journal of Financial Economics*, vol. 108, issue 2, May 2013, pp. 425–448.
7. GAGNON, Joseph, RASKIN, Matthew, REMACHE, Julie, SACK, Brian. The Financial Market Effects of the Federal Reserve's Large-Scale Asset Purchases. *International Journal of Central Banking*, vol. 7, No. 1, March 2011, pp. 3–43.
8. HAMILTON, James D., WU, Jing Cynthia. The Effectiveness of Alternative Monetary Policy Tools in a Zero Lower Bound Environment. *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 44, issue s1, February 2012, pp. 3–46.
9. HÖRDAHL, Peter, TRISTANI, Oreste, VESTIN, David. A Joint Econometric Model of Macroeconomic and Term-Structure Dynamics. *Journal of Econometrics*, vol. 131, issue 1–2, 2006, pp. 405–444.
10. IHRIG, Jane, KLEE, Elizabeth, LI, Canlin, SCHULTE, Brett, WEI, Min. *Expectations about the Federal Reserve's Balance Sheet and the Term Structure of Interest Rates*. Finance and Economics Discussion Series, No. 2012-57, July 2012. 63 p.
11. KRIPPNER, Leo. *A Tractable Framework for Zero Lower Bound Gaussian Term Structure Models*. Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper, No. DP2013/02, August 2013. 65 p.
12. KRIPPNER, Leo. *A Comment on Wu and Xia (2015), and the Case for Two-Factor Shadow Short Rates*. CAMA (Centre for Applied Macroeconomic Analysis) Working Paper, No. 48/2015, December 2015. 38 p.
13. KRISHNAMURTHY, Arvind, VISSING-JØRGENSEN, Annette. *The Effects of Quantitative Easing on Interest Rates: Channels and Implications for Policy*. Brookings Papers on Economic Activity, Fall, October 2011, pp. 215–288.

14. LEMKE, Wolfgang, VLADU, Andreea L. *A Shadow-Rate Term Structure Model for the Euro Area*. ECB workshop, September 2014. 38 p.
15. LI, Canlin, WEI, Min. *Term Structure Modeling with Supply Factors and the Federal Reserve's Large Scale Asset Purchase Programs*. Finance and Economics Discussion Series, No. 2014-07, 17 December 2012. 33 p.
16. MEANING, Jack, ZHU, Feng. *The Impact of Recent Central Bank Asset Purchase Programmes*. BIS Quarterly Review, December 2011. 11 p.
17. PRIEBSCH, Marcel A. *Computing Arbitrage-Free Yields in Multi-Factor Gaussian Shadow-Rate Term Structure Models*. Finance and Economics Discussion Series, No. 2013-63, September 2013. 36 p.
18. SWANSON, Eric T. *Let's Twist Again: A High-Frequency Event-Study Analysis of Operation Twist and Its Implications for QE2*. Brookings Papers on Economic Activity, Spring 2011. 58 p.
19. VAYANOS, Dimitri, VILA, Jean-Luc. *A Preferred-Habitat Model of the Term Structure of Interest Rates*. CEPR Discussion Paper, No. 7547, November 2009. 58 p.
20. WU, Jing Cynthia, XIA, Fan Dora. *Measuring the Macroeconomic Impact of Monetary Policy at the Zero Lower Bound*. NBER Working Paper, No. 20117, May 2014. 56 p.