



Народна банка Србије

ЗБОРНИК РАДОВА

септембар
2021

01



Народна банка Србије

ЗБОРНИК РАДОВА

септембар
2021

01

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел. 011/3027-100

Тел. 011/333-8000

www.nbs.rs

Тираж: 60 примерака

ISSN 2787-3226

Главни и одговорни уредник:

др Јоргованка Табаковић, гувернер

Заменик главног и одговорног уредника:

др Жељко Јовић, вицегувернер

Чланови уређивачког колегијума:

Саво Јаковљевић, генерални директор Сектора за економска истраживања и статистику

Никола Драгашевић, генерални директор Сектора за монетарне и девизне операције

Дарко Ковачевић, генерални директор Сектора за финансијску стабилност

Дарко Стаменковић, генерални директор Сектора за контролу пословања банака

Милан Трајковић, заменик генералног директора Сектора за економска истраживања и статистику

Мирко Ђукић, виши саветник, Сектор за економска истраживања и статистику

Техничка обрада:

Софија Марјановић, виши стручни сарадник, Сектор за економска истраживања и статистику

Издавач:

Народна банка Србије

Штампа:

Завод за израду новчаница и ковачног новца – Топчидер

Уводна реч гувернера

Народна банка Србије као водећа монетарна институција у земљи посвећена је бројним активностима и својим радом утиче на многе сфере живота наших грађана и привреде. Неке од тих активности широко су препознате и често саопштаване јавности, али постоји још много области којима се бавимо, а које нису довољно дошле од изражаја или нису у правој мери биле доступне широј јавности. У те активности спада и научноистраживачки рад, који се одвија у различитим организационим јединицама Народне банке Србије, а који нам помаже у остварењу наших основних циљева и функција.

Са жељом да и овај део наших послова учинимо доступнијим широј јавности, али и да допринесемо дискусији у оквиру академске и шире заједнице, започињемо објављивање наше нове публикације – Зборника радова Народне банке Србије. У Зборнику ће бити објављени радови претежно наших запослених, који ће се бавити узрочно-последичним односима у економији, факторима који утичу на кључне економске показатеље, али и бројним другим темама значајним за функционисање централне банке и финансијског система у целини. Управо је једна од идеја да у Зборнику представимо активности и функције Народна банка Србије које у јавности до сада нису добиле довољно пажње – од теоријских и практичних аспеката спровођења монетарне политике, девизних операција и управљања девизним резервама, регулације и супервизије финансијских институција и девизног пословања, јачања стабилности финансијског система, платног промета у земљи и са иностранством, заштите корисника финансијских услуга до свих других области које су у надлежности Народне банке Србије.

Зборник ће се бавити и анализама и актуелним трендовима у различитим областима централног банкарства. Мишљења смо да је важно знати како се економске повезаности и законитости одражавају на свакодневни живот – са овим знањем можемо на време да препознамо потенцијалне ризике и изазове и будемо спремни да на њих правовремено реагујемо.

У Зборнику ћемо проучавати и савремена кретања у научноистраживачкој области широм света. Пратићемо све дилеме и питања који су актуелни носиоцима економских политика, а анализираћемо и најновија дешавања у пракси и поредићемо их са оним што теорија описује.

Резултати које смо остварили претходних година обавезују нас да тако наставимо и у будућности, али и да стручној и широј јавности приближимо питања с којима се у свакодневном раду суочавамо, као и кључне изазове савременог централног банкарства. Сматрам и да је врло важно разумети на који начин се економска кретања и узрочно-последични односи и законитости у економији одражавају на свакодневни живот грађана и пословање привреде, а ради што боље припреме за будуће изазове. Скоро две године борбе против пандемије показују нам колико се свет стално сусреће с новим изазовима. На нама је задатак да их дочекамо што спремнији и да одговоримо правим мерама и

активностима, а у томе нам свакако помажу пракса, искуство, али и научно сазнање колико су трендови променљиви.

Наше мере и одлуке и даље ће бити правовремене, одмерене и адекватне и уважаваће домаће и глобалне трендове, а радови објављени у Зборнику показују широј јавности део анализа и активности с којима Народна банка Србије свакодневно ради на бољој будућности наших грађана.



Др Јоргованка Табаковић, гувернер

СПИСАК РАДОВА:

ОЦЕНА ЈАЧИНЕ КАНАЛА КАМАТНЕ СТОПЕ У СРБИЈИ: АНАЛИЗА НА БАЗИ ПОДАТАКА ЗА ПОЈЕДИНАЧНЕ БАНКЕ	5
МОДЕЛ <i>DSGE</i> С ФИНАНСИЈСКОМ ДОЛАРИЗАЦИЈОМ – ПРИМЕР СРБИЈЕ.....	35
ОЦЕНА СИСТЕМСКОГ РИЗИКА ФИНАНСИЈСКОГ СИСТЕМА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ И ВЕРОВАТНОЋЕ НАСТАНКА СИСТЕМСКЕ КРИЗЕ	75
ГЛОБАЛНИ ТРЕНДОВИ РАЗВОЈА ПЛАТНИХ КАРТИЦА.....	125

Радови у оквиру ове серије представљају резултат тренутних истраживања аутора и објављују се ради покретања дискусије и добијања корисних сугестија за даљи рад аутора.

Народна банка Србије

ОЦЕНА ЈАЧИНЕ КАНАЛА КАМАТНЕ СТОПЕ У СРБИЈИ: АНАЛИЗА НА БАЗИ ПОДАТАКА ЗА ПОЈЕДИНАЧНЕ БАНКЕ

Мирјана Милетић, Александар Томин, Анђелка Ђорђевић

© Народна банка Србије, септембар, 2021.

Доступно на www.nbs.rs

За ставове изнете у радовима у оквиру ове серије одговоран је аутор и ставови не представљају нужно званичан став Народне банке Србије.

Сектор за економска истраживања и статистику

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел.: (+381 11) 3027 100

Београд, Немањина 17

Тел.: (+381 11) 333 8000

www.nbs.rs

Оцена јачине канала каматне стопе у Србији: анализа на бази података за појединачне банке

Мирјана Милетић, Александар Томин, Анђелка Ђорђевић

Апстракт: У овом раду оцењена је јачина канала каматне стопе у Србији на основу података за појединачне банке. Анализа је спроведена за период од септембра 2010. до маја 2021. године, коришћењем тестова коинтеграције у панелу и оцена добијених на бази метода потпуно модификованих најмањих квадрата (*FMOLS*), динамичких оцена најмањих квадрата (*DOLS*), здружених оцена групних средина (*PMG*) и групних средина (*MG*).

Добијени резултати сугеришу постојање статистички значајне дугорочне равнотежне везе између каматних стопа на динарске кредите и каматних стопа на динарском међубанкарском тржишту новца. Пренос каматних стопа с тржишта новца на каматне стопе на динарске кредите потпун је и у случају кредита привреди и становништву, при чему је у случају привреде бржи и већи степен реакције него код становништва, јер предузећа имају на располагању више могућих извора финансирања. Добијене оцене на основу метода *FMOLS*, *DOLS*, *PMG* и *MG* врло су сличне, што указује на робусност добијених резултата. Оцена преносног ефекта вршена је и за краћи период – од септембра 2010. до краја 2014, а добијени резултати указују на то да преносни ефекат јача током времена, чему доприносе повећана конкуренција међу банкама, убрзање привредног раста и повољнији макроекономски изгледи економије. Потврђен је и статистички значајан утицај премије ризика, мерено *EMBI*, на каматне стопе на динарске кредите привреди. Због чињенице да је око две трећине кредита индексирано у иностраној валути, оцењивали смо и утицај тромесечног и шестомесечног *EURIBOR*-а на каматне стопе на евроиндексиране кредите привреди и становништву. Као и у случају динарских, и код каматних стопа на евроиндексиране кредите потврђена је дугорочна равнотежна веза и статистички значајан утицај премије ризика земље, уз готово потпун преносни ефекат и *EURIBOR*-а.

Тестирали смо и да ли поједине карактеристике банака, као што су величина, ликвидност, депозитна база, квалитет кредитног портфолија, капитализованост и учешће динарских кредита у укупним кредитима утичу на јачину канала каматне стопе.

Кључне речи: канал каматне стопе, панел, трансмисиони механизам монетарне политике.

[JEL Code]: C32, C33, E43.

[Папир у скраћеној форми презентирани на конференцији под називом *XVIth ESCB Emerging Markets Workshop*, одржаној у Риму у новембру 2018]

Нетехнички резиме

У развијеним тржишним привредама канал каматне стопе је најважнији канал трансмисионог механизма. Због тога је за сваку централну банку важно да оцени његову ефикасност, тј. брзину којом се каматне стопе на кредите и депозите прилагођавају променама референтне каматне стопе. Уопштено посматрано, процес монетарне трансмисије обухвата две фазе. У првој фази, промена референтне каматне стопе преноси се на каматне стопе на тржишту новца и у великој мери зависи од стабилности криве приноса. У другој фази, каматне стопе на тржишту новца преносе се на активне и пасивне каматне стопе, пошто представљају опортунитетни трошак или цену извора за банке. У теорији, у дугом року промена референтне стопе треба у потпуности да се пренесе на промену активних каматних стопа. Ипак, различити фактори као што су асиметричне информације, несавршена супституција, степен конкуренције међу банкама, макроекономски услови и др. могу отежати њену потпуну трансмисију.

Постоје бројна емпиријска истраживања канала каматне стопе, која се разликују у обухвату, географској покривености, методима оцене, временској димензији, одабиру егзогене варијабле и др. Ипак, сва истраживања разматрају два питања – степен и брзину преношења промене каматне стопе, при чему резултати варирају у зависности од земаља и банкарских производа. Такве разлике могу се објаснити различитим факторима – степеном конкуренције међу банкама, власничком структуром банкарског система, режимом монетарне политике, степеном развоја тржишта новца и финансијског система, степеном отворености економије, правним и културним разликама и др.

Упоредиве и конзистентне серије каматних стопа на новоодобрене кредите банака за Србију почињу од септембра 2010. То је главни разлог због чега смо се определили за метод панела у испитивању преношења промене каматних стопа на тржишту новца на различите каматне стопе банака. Иако је канал каматне стопе у Србији већ оцењиван у неколико ранијих истраживања, ово је први пут да се испитује на нивоу појединачних банака. То је било додатни подстицај за нас пошто је оваква врста анализе прилично ретка у расположивој литератури, а посебно за земље средње и источне Европе. До сада је вршена за поједине земље у зони евра и ван ње (Немачка, Италија, Белгија, Пољска и Турска). Уопштено, пронађен је готово потпун пренос у дугом року, док је у кратком року непотпун, уз разлике у обиму и брзини прилагођавања. Наши налази су слични и указују на значајну дугорочну везу између каматних стопа на кредите банака и каматних стопа на тржишту новца.

Испитивали смо и трансмисиони механизам на овом сегменту кредитног тржишта проучавањем везе између *EURIBOR*-а и каматних стопа на новоодобрене евроиндексирани кредите. Резултати су слични оним за динарске кредите – високи коефицијенти за дуги рок и скоро потпун преносни ефекат и за кредите привреди и за кредите становништву, уз значајан утицај премије ризика, мерене *EMBI*. Посматрано по наменама кредита, преносни ефекат је јачи за кредите привреди, пошто су коефицијенти за кредите за обртна средства и инвестиционе кредите виши него коефицијенти за стамбене кредите.

Обим и брзина преноса такође су одређени карактеристикама појединачних банака (величина, јачина депозитне базе, квалитет кредитног портфолија, капитал, ликвидност и учешће динарских кредита у укупним кредитима), које смо испитивали у другој фази наше анализе, сврставањем банака у две групе. Резултати указују на потпуно прилагођавање каматних стопа на кредите привреди и становништву у дугом року променама монетарне политике, док се брзина прилагођавања разликује посматрано према кластерима банака. Код кредита становништву прилагођавање је брже код малих банака, док се високо капитализоване банке, банке с вишим проблематичним кредитима и већим учешћем депозита у укупним обавезама прилагођавају спорије. Код привреде, прилагођавање је брже за мање капитализоване, ликвидније банке, као и за банке с вишом депозитном базом и нижим показатељима проблематичних кредита.

Садржај:

1. Увод	10
2. Теоријске основе канала каматне стопе	11
3. Преглед емпиријске литературе	13
4. Економетријска методологија	15
5. Опис података коришћених у анализи	18
6. Резултати анализе	20
6.1. Тестирање дугорочне везе за динарске каматне стопе на кредите	20
6.2. Тестирање дугорочне везе за каматне стопе на евроиндексиране кредите	23
6.3. Тестирање утицаја појединачних карактеристика банака на јачину канала каматне стопе	24
7. Закључак.....	26
Додатак	28
Литература	32

1. Увод

Циљање инфлације је основна стратегија монетарне политике великог броја земаља. Пошто централне банке тих земаља настоје да постигну инфлациони циљ променама каматне стопе коју користе у главним монетарним операцијама, анализа трансмисионог механизма путем различитих канала постала је кључна тема за носиоце монетарне политике, а оцена ефеката канала каматне стопе на реалну економију има важну улогу.

Преносни ефекат каматне стопе може се дефинисати као брзина којом се промена референтне стопе или стопа на тржишту новца преноси на каматне стопе банака (на кредите и депозите). Јачи пренос каматне стопе указује на ефикаснији канал каматне стопе, док потпуни пренос значи да су се промене референтне стопе у потпуности пренеле на каматне стопе банака. Поред тога, јачина преноса каматне стопе показатељ је конкуренције банака на кредитном тржишту. Стога је пренос каматне стопе важан не само за монетарну политику него и за финансијску стабилност.

Многа емпиријска истраживања трансмисионог механизма полазе од претпоставке дугорочног еквилибријума између референтне каматне стопе и стопа на тржишту новца. Ова претпоставка базира се на чињеници да банке одређују своје каматне стопе према маргиналним трошковима финансирања који су апроксимирани стопом на тржишту новца. У другом кораку је затим оцењивана веза између каматних стопа на кредите и каматних стопа на тржишту новца. Ипак, велики број емпиријских студија које су вршене за различите земље указују на непотпун пренос каматне стопе, који може бити објашњен несавршеношћу тржишта, мањим степеном конкуренције, присуством асиметричних информација и др.

Наша анализа доприноси литератури о кредитном каналу и каналу каматне стопе, пошто је прва која анализира канал каматне стопе у Србији на основу података на микронивоу.

Основу ове анализе чине тестирање дугорочне везе између референтне стопе и различитих каматних стопа на кредите банака у Србији и процена који се део промене каматних стопа банака може приписати промени референтне стопе и каматних стопа на тржишту новца. Имајући у виду релативно високо учешће евроиндексираних кредита у укупним кредитима, испитивали смо и ефекте промена *EURIBOR*-а на каматне стопе на евроиндексирани кредите. Скуп података обухвата просечне каматне стопе исказане на годишњем нивоу на новоодобрене кредите привреди и становништву у динарима и евроиндексирани кредите на узорку 19 банака које послују у Србији, у месечној динамици, у периоду од септембра 2010. до маја 2021. Емпиријско тестирање вршено је применом технике панела.

Како бисмо емпиријски испитали да ли на јачину канала каматне стопе утичу појединачне карактеристике банака, банке смо поделили у два кластера. Груписање је вршено према показатељима величине, ликвидности, јачине депозитне базе, квалитета кредитног портфолија и капитала, и за оба кластера процењени су и поређени дугорочни и краткорочни пренос каматних стопа.

Остатак радног папира је структуриран на следећи начин. У другом делу разматрају се теоријске основе и сумирају различита објашњења могућег слабијег и споријег канала каматне стопе. У трећем делу дајемо преглед литературе и емпиријских налаза који се односе на канал каматне стопе у земљама средње и источне Европе и у индустријским земљама. У четвртом делу објашњава се економетријска методологија која је коришћена у анализи, а у петом делу описује се сет података коришћен у анализи. У шестом делу представљени су емпиријски налази за целокупан узорак и према појединачним карактеристикама банака, а у седмом делу сумирани су главни закључци.

2. Теоријске основе канала каматне стопе

За тестирање ефикасности монетарне политике у првој фази кључно је праћење како се промена референтне стопе преноси на каматне стопе на тржишту новца дужих рочности, а у другој фази како промене стопа с тржишта новца утичу на каматне стопе банака на депозите и кредите.

Прва фаза, тј. пренос промене референтне стопе на стопе с тржишта новца, зависи од стабилности криве приноса. Веза између краткорочних и дугорочних (тржишних) номиналних каматних стопа представљена је рочном структуром каматних стопа. Нагиб и динамика криве приноса могу се објаснити с три главне теорије: очекивања (дугорочне каматне стопе добијају се као просек текућих и очекиваних краткорочних каматних стопа), преференције ликвидности (инвеститори захтевају премију ликвидности уколико држе мање ликвидна средства) и сегментације (каматне стопе за различите сегменте могу се одредити појединачно, у зависности од специфичних фактора понуде и тражње). Ако се рочна структура не мења током времена, промене у референтној стопи резултираће пропорционалном променом криве приноса. Ако се, из било ког разлога облик криве приноса промени, јачина преноса каматне стопе такође се може променити.

Друга фаза трансмисије посматра на који начин се промене стопа с тржишта новца одражавају на промене каматних стопа на кредите и депозите. У складу с *приступом трошкова извора* [видети *de Bondt* (2002, 2005)] банке одређују каматне стопе за клијенте према њиховим маргиналним трошковима, који се апроксимирају стопама с тржишта новца. Претпоставља се да одговарајућа стопа с тржишта новца представља опортунитетни трошак или трошак извора на основу којих банка одређује стопе на депозите и кредите, уз додавање марже како би компензовала ризик каматне стопе и кредитни ризик. Поред тога, одабир тржишних стопа сличних рочности такође осликава степен конкуренције између традиционалних банкарских производа (кредита и депозита) и небанкарских производа (инструмената тржишта капитала). Горепоменути повезаност између стопа може се објаснити путем следећих међусобних веза. Како би финансирале краткорочне кредите, банке се често ослањају на инструменте тржишта новца, чиме се повезују каматне стопе на кредите и стопе на тржишту новца. С друге стране, улагање у обвезнице је алтернатива кредитној активности банака, тако да се приноси на дугорочне државне хартије од вредности могу посматрати као опортунитетни трошкови за банке. Слична веза постоји између тржишних и каматних

стопа на депозите, пошто становништво и нефинансијски сектор могу држати своја средства не само на депозитима већ их улагати у државне хартије од вредности. Депозити се могу посматрати и као алтернативан извор финансирања за банке у односу на инструменте тржишта новца.

Сличан приступ, познат као *приступ монетарне политике*, који су изнели *Sander и Kleimeier (2004a)*, указује на то да се, ако је испуњена претпоставка стабилне криве приноса (на промене референтне каматне стопе централне банке у истој мери реагују и краткорочне и дугорочне каматне стопе), веза између референтне стопе и стопа на кредите и депозите може директно уочити.

Ако се вратимо на приступ трошкова извора, веза између међубанкарских тржишних стопа и каматних стопа на кредите и депозите може се илустровати коришћењем модела утврђивања маргиналног трошка (*marginal cost pricing model*), где је каматна стопа на кредите или депозите коју одређује банка $i^{l/d}$ једнака маргиналном трошку финансирања који се апроксимира каматном стопом с међубанкарског тржишта новца i^m и константном маржом α [видети *de Bondt (2002)*]:

$$i^{l/d} = \alpha + \beta i^m$$

Јачина преносног ефекта промене каматне стопе у претходној једначини представљена је коефицијентом β , при чему еластичност мања од један указује на непотпун преносни ефекат међубанкарских каматних стопа с тржишта новца на каматне стопе на кредите/депозите ($\beta < 1$).

Многи фактори утичу на јачину и брзину преноса промене каматне стопе [видети *Egert and MacDonald (2006)*, *Horváth, Kerekó and Naszódi (2004)*]. Потпуни пренос промене каматне стопе може да изостане у случају **асиметричних информација** (негативна селекција и морални хазард). *Stiglitz и Weiss (1981)* објашњавају како постојање асиметричних информација између зајмодаваца и зајмопримаца може да изазове ригидност навише каматних стопа на кредите. Било које повећање каматних стопа на кредите може довести до негативне селекције и/или моралног хазарда. У случају негативне селекције, ризичнији пројекти су фаворизовани у односу на сигурније, који се у таквим околностима могу сматрати непрофитабилним. Морални хазард се јавља када зајмопримци одлуче да инвестирају у ризичније пројекте због виших стопа приноса или када у случају сигурнијих пројеката не врате кредит, знајући да ће потенцијалне трошкове, делимично или у потпуности, покрити неко други (најчешће држава из буџета). Да би се избегле такве ситуације, банке могу одлучити да прилагоде каматне стопе диспропорционално расту тржишне стопе, постављајући их на нижим нивоима, испод равнотежне стопе. Ипак, асиметричне информације могу да резултирају и повећаним преносом промене каматне стопе ($\beta > 1$) када банке наплаћују диспропорционално више каматне стопе у покушају да компензују више ризике који произлазе из негативне селекције и моралног хазарда [видети *de Bondt (2005)*].

Структура **финансијског система** и доступност небанкарских извора финансирања такође могу да утичу на пренос каматних стопа. На развијеним тржиштима новца и капитала предузећа имају више избора да користе друге небанкарске изворе финансирања, што утиче на то да тражња за кредитима буде осетљивија на промену

каматних стопа. Другим речима, **непотпуна супституција** између депозита банака и других инструмената тржишта новца и капитала може изазвати непотпун пренос каматне стопе.

Степен конкуренције међу банкама такође може утицати на пренос каматних стопа. Обично виши степен конкуренције резултира вишим преносом промене каматних стопа [видети *Kot (2004)*]. Овај ефекат може зависити од смера промене референтне каматне стопе. На пример, *Mojon (2000)* закључује да интензивнија конкуренција међу банкама доприноси бржем и симетричнијем прилагођавању каматних стопа банака, док је *Weth (2002)* показао да, ако је конкуренција слаба, повећање референтне стопе резултира бржом променом каматних стопа на кредите него каматних стопа на депозите, док супротно важи када се референтна каматна стопа смањује.

Капитал и ликвидност банака могу да утичу на еластичност каматних стопа. Мање ликвидне и слабије капитализоване банке брже и у већој мери прилагођавају своје стопе него високо капитализоване и ликвидније банке, пошто имају мање могућности да умање ефекте промена тржишне стопе.

Макроекономски услови такође могу утицати на пренос промене каматне стопе [видети *Egert et al. (2007)*, *Egert and MacDonald (2009)*]. На пример, пренос промене каматне стопе је бржи у периоду вишег привредног раста, пошто повољнији економски услови за привреду и становништво омогућавају банкама да лакше пренесу промене каматне стопе на своје стопе на кредите и депозите. Већа волатилност тржишне каматне стопе обично је повезана с већом неизвесношћу, која, с друге стране, може да умањи обим и брзину преноса промене каматне стопе. *Rotenberg* и *Saloner (1987)* објашњавају ригидност цена путем теорије користи и трошкова (*menu costs theory*). Она предвиђа да ће банке променити каматне стопе на кредите када су користи од те промене веће од трошкова промене стопа. Дакле, ако је процењено да је промена референтне стопе мала и привремена и да су трошкови повезани с променом каматних стопа банака већи од користи, банке се могу одлучити да одложе промене својих стопа.

Квалитет кредитног портфолија такође може утицати на пренос промене каматне стопе. Банке с већим учешћем проблематичних кредита могу користити експанзивну монетарну политику за повећање ликвидности и јачање њиховог финансијског здравља, пре него да повећају свој кредитни портфолио и смање каматне стопе [*Saborowski and Weber (2013)*]. Стога, очекивано је да виши показатељи проблематичних кредита умањују пренос промене каматне стопе.

3. Преглед емпиријске литературе

У протекле две деценије спроведене су бројне студије о јачини канала каматне стопе. Упркос различитим приступима, већина студија закључила је да се степен и брзина преноса каматне стопе знатно разликују међу земљама и банкарским производима, посебно у кратком року. Докази о потпуном преносу промене каматне стопе варирају и до сада није постигнут консензус [*Sorensen and Werner (2006)*].

У неким од првих радова о каналу каматне стопе у развијеним економијама [Cottarelli and Kourelis (1994), Borio and Fritz (1995)] емпиријски је потврђен скоро потпуни пренос референтне каматне стопе у дугом року и непотпуно прилагођавање у кратком року. Резултати истраживања на агрегатном нивоу за земље Европске уније попут *Mojon* (2000), *Donnay and Degruse* (2001), *Toolsema et al.* (2001), *Sander and Kleimeier* (2004a), *de Bondt* (2005) и др. углавном указују на непотпун и спор пренос промене каматне стопе, с разликама у коефицијентима међу земљама. Главни налази ових анализа су следећи: каматне стопе на кредите реагују брже и у већој мери него стопе на депозите, реакција је потпунија и бржа за кредите краћих него дужих рочности. Хетерогеност преноса промене каматне стопе објашњава се различитим степеном конкуренције међу банкама, власничком структуром банкарског система, режимом монетарне политике, развојем тржишта новца и финансијског система, степеном отворености економије и др.

Доступно је и неколико анализа о каналу каматне стопе у земљама средње и источне Европе [Horvath et al. (2004), Wrobel and Pawlowska (2002), Crespo-Cuaresma et al. (2004, 2007), Sander and Kleimeier (2004b), Tieman (2004), Petrevski and Bogoev (2012), Saborowski and Weber (2013) итд.]. Резултати већине анализа указују на то да је пренос промене референтне каматне стопе у земљама средње и источне Европе бржи него у зони евра и да је виши за кредите него за депозите. Међу кредитима, уобичајено, каматне стопе на кредите становништву реагују мање и спорије него каматне стопе на кредите привреди. Хетерогеност међу земљама средње и источне Европе присутна је и може се објаснити различитим макроекономским факторима и финансијском структуром. *Crespo-Cuaresma et al.* (2007) пронашли су доказе о опадајућем преносу промене каматне стопе у пет земаља средње и источне Европе (Чешка, Мађарска, Пољска, Словачка и Словенија) у периоду од средине 1990-их до средине 2000-их, што објашњавају успоравањем инфлације, опадајућој конкуренцији међу банкама и већем ослањању на иностране изворе финансирања. *Petrevski и Bogoev* (2012) анализирали су пренос промене каматних стопа на тржишту новца на каматне стопе на кредите у три земље југоисточне Европе с фиксним режимом девизног курса, Северној Македонији, Бугарској и Хрватској. Представили су доказе о потпуном преносу промене каматне стопе у дугом року само за Северну Македонију и непотпун пренос за Бугарску и Хрватску, док је у кратком року прилагођавање непотпуно и споро за све три земље. *Saborowski и Weber* (2013) означили су ликвидност, показатеље проблематичних кредита и доларизацију кредита као факторе који отежавају пренос промене каматне стопе у групи земаља источне Европе.

Метод панела је мање заступљен у истраживању канала каматне стопе. У панелу базираном на агрегатним подацима, *Sorensen и Werner* (2006) указали су на висок степен хетерогености о преносу промене каматних стопа на тржишту новца на каматне стопе банака у зони евра. Различити дугорочни коефицијенти и коефицијенти брзине прилагођавања могу се пре свега приписати разликама у степену конкуренције међу банкама у различитим земљама. Панел анализе засноване на подацима појединачних банака, као што је случај у овом раду, веома су ретке. Радови који се односе на појединачне земље зоне евра као што су *Weth* (2002), *Gambacorta* (2008) и *de Graeve et al.* (2004, 2007) указују на готово потпун пренос у дугом року за Немачку и Италију и

хетерогене резултате за Белгију. Сва истраживања указују на непотпун пренос промене каматне стопе и различит обим и брзину прилагођавања каматних стопа на кредите у кратком року. За земље ван зоне евра, истраживања на основу података на нивоу банака вршили су *Chmielewski* (2003), *Horvath et al.* (2004), *Aydin* (2007) и *Stanislawska* (2014). У Турској [видети *Aydin* (2007)] пренос промене каматне стопе виши је за кредите становништву него за кредите привреде. Од кредита становништву, каматне стопе на готовинске кредите и кредите за куповину аутомобила мењају се пропорционално с референтном стопом, док су стамбени кредити у периоду брзог кредитног раста показали прекомерну осетљивост на промене референтне стопе. Резултати за Пољску [видети *Stanislawska* (2014)] указују на потпун пренос промене каматне стопе за депозите привреде и поједине категорије депозита становништва. Такође, потпун пренос је показан за потрошачке кредите. У погледу утицаја појединачних карактеристика банака, резултати указују да они утичу на коефицијент у дугорочној вези само у ограниченој мери.

Неколико истраживања испитује и процес преноса промене каматне стопе у зависности од смера промене референтне каматне стопе. Изгледа да реакције каматних стопа банака на промене референтне стопе или стопа на тржишту новца у одређеним случајевима зависе од тога да ли тржишне каматне стопе падају или расту [*Aydin* (2007), *Yildirim* (2013), *Mojon* (2000)] или да ли су каматне стопе банака испод или изнад равнотежних нивоа [*Hofmann* (2000), *Kleimeier and Sander* (2000)].

4. Економетријска методологија

Пре тестирања дугорочне везе између референтне стопе и различитих каматних стопа на кредите, применили смо различите тестове јединичног корена у панелу [*Levin, Lin and Chu* (2002), *Im, Peseran and Shin* (2003), *Maddala and Wu* (1999), *Choi* (2001)].

Након спровођења теста јединичног корена у панелу и утврђивања да су коришћене серије каматних стопа нестационарне, испитали смо дугорочну везу користећи Педронијеве тестове коинтеграције у панелу [*Pedroni* (1997)]. Иако смо применили свих седам Педронијевих тестова, одлуку о коинтеграцији заснивали смо на групној *ADF*, панел *ADF* и панел ρ статистици, тј. уколико је коинтеграција потврђена бар једном од ових статистика. Прецизније, имали смо у виду резултате *Pedroni* (2004) који показују да се за вредности T веће од 100 свих седам статистика понашају поприлично добро и прилично су стабилне, док за мање узорке (T мање од 20), групна *ADF* статистика је најпоузданија, а за њом следе панел *ADF* и панел ρ статистика. Определили смо се да користимо непондерисану уместо пондерисане панел Педронијеве статистике, пошто даје боље резултате у мањим узорцима. Такође, применили смо Вестерлундове тестове коинтеграције за панел [*Westerlund* (2006)], који узимају у обзир и потенцијалну зависност између јединица панела. Два од ових тестова дизајнирана су да тестирају алтернативну хипотезу да је коинтеграција референтне каматне стопе и каматних стопа присутна за све јединице у панелу (панел тестови), док друга два теста (тестови групног просека) тестирају алтернативну хипотезу да је коинтеграција присутна барем код једне јединице панела. Статистике ових тестова имају нормалну расподелу.

Дугорочна веза између релевантних макроекономских варијабли оцењена је применом метода потпуно модификованих оцена најмањих квадрата (*FMOLS*), динамичких оцена најмањих квадрата (*DOLS*), техникама оцено здружених групних средина (*PMG*), као и групних средина (*MG*).

Оцена *FMOLS* дозвољава серијску корелацију резидуала и ендегеност регресора у коинтеграционој релацији, а резултира асимптотски ефикасном оценом вектора коинтеграционе везе. Панел *FMOLS* коефицијент дугорочне везе може се израчунати на два начина: унутар димензије и између димензија. Овде ћемо представити само оценоу коинтеграционог параметра применом *FMOLS* оцено групних средина, која се добија из једначине:

$$y_{it} = \alpha_{1i} + \beta x_{it} + \mu_{it}$$

$$x_{it} = x_{it-1} + \epsilon_{it}$$

где је $\xi_{it} = (\mu_{it}, \epsilon_{it})$ вектор грешака са асимптотском коваријационом матрицом Ω_i , где је Ω_{11} дугорочна варијанса резидуала μ_{it} , Ω_{22} дугорочна коваријациона матрица између ϵ_{it} димензије $m \times m$, а Ω_{21} $m \times 1$ вектор дугорочне коваријансе између резидуала μ_{it} и сваке од ϵ_{it} .

Тада се коинтеграциони параметар добија као:

$$\beta_{GFM}^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2 \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i) y_{it}^* - T \hat{\gamma}_i \right)$$

$$y_{it}^* = y_{it} - \frac{\hat{L}_{21i}}{\hat{L}_{22i}} \Delta x_{it}$$

$$\hat{\gamma}_i = \hat{\Gamma}_{21i} + \hat{\Omega}_{21i}^0 - \frac{\hat{L}_{21i}}{\hat{L}_{22i}} \left(\hat{\Gamma}_{22i} + \hat{\Omega}_{21i}^0 \right)$$

где је x_{it} m -димензионални вектор експланаторних варијабли и \hat{L}_i доња триангуларна декомпозиција конзистентне асимптотске оцено коваријационе матрице $\Omega_i = \Omega_i^0 + \Gamma_i - \Gamma_i'$, при чему је \hat{L}_i нормализована тако да је $\hat{L}_{22i} = \hat{\Omega}_{22i}^{-1/2}$, Γ_i пондерисана сума аутоковаријанси, а $\hat{\gamma}_i$ је параметар прилагођавања серијске корелације. Оцена *FMOLS* има нормалну расподелу [видети *Pedroni 1997*, стр. 103].

Израз који претходи сумирању за све јединице посматрања i идентичан је оцено добијеној применом метода *FMOLS* за временске серије, а панел оцена добија се као просечна вредност добијених *FMOLS* оцена за сваку јединицу панела. Слично томе, t статистика на бази које се утврђује статистичка значајност параметра β_{GFM}^* може се конструисати као:

$$\hat{t}_{\beta}^{* GFM} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sum_{i=1}^n \hat{L}_{1i}^{-2} \left(\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2 \right)^{-1/2} \left(\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i) y_{it}^* - T \hat{\gamma}_i \right) \rightarrow N(0,1)$$

Да би се добила непристрасна оцена дугорочних коинтеграционих параметара, метод *DOLS* подразумева укључивање прошлих и будућих вредности првих диференци регресора. Оцена *DOLS* добија се из следеће једначине:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it} \beta_i + \sum_{j=-q}^q c_{ij} \Delta x_{it+j} + v_{it}^*$$

где је c_{ij} коефицијент уз будуће вредности или доцње првих диференци објашњавајућих променљивих. Оцена *DOLS* параметра дата је као:

$$\hat{\beta}_{GDOLS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{t=1}^T (z_{it} z'_{it}) \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T z_{it} \hat{y}_{it}^* \right),$$

где је $z_{it} = \left[x_{it} - \bar{x}_i, \Delta x_{i,t-q}, \dots, \Delta x_{i,t+q} \right]$ вектор регресора димензије $2(q+1) \times 1$ и $\hat{y}_{it}^* = y_{it} - \bar{y}_i$.

Метод *PMG*, који су развили *Pesaran, Shin и Smith* (1997), базиран је на здруживању и упросечавању оцена за јединице панела и дозвољава да се константе, краткорочни коефицијенти и варијансе грешака разликују међу јединицама посматрања, док су дугорочни коефицијенти конструисани да буду исти за све јединице посматрања. Они предлажу оцену следећег ауторегресионог модела распоређених доцњи (*ARDL*) модела реда p и q :

$$\Delta y_{it} = \mu_i + \varphi_i (y_{i,t-1} - \theta x_{it}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij} \Delta x_{i,t-j} + \epsilon_{ij}$$

Прва диференца зависне променљиве регресирана је на доцње зависних и независних променљивих у нивоима и првим диференцама. Дугорочни коефицијенти, Θ , дефинисани су да буду исти за све јединице посматрања. Тестирање статистичке значајности коефицијента уз корекцију грешке ка равнотежи добијен на основу метода *PMG* користи се као тест коинтеграције. Негативна и статистички значајна вредност овог коефицијента, φ , потврђује присуство дугорочне везе између y_{it} и x_{it} . Једначина се оцењује коришћењем метода максималне веродостојности (*maximum likelihood procedure*).

У овој поставци, Θ показује степен преноса промене каматне стопе у дугом року, а δ_{i0} пренос у кратком року (ефекат на каматне стопе на зајмове банака у року од месец дана). Коефицијент уз грешку из дугорочне једначине приказује колико брзо банке реагују на одлуке монетарне политике о каматној стопи, где се просечни период прилагођавања у месецима израчунава као $(1 - \delta_{i0})/\varphi$.

Метод на бази којег су коефицијенти из дугорочне и краткорочне везе добијени упросечавањем појединачних коефицијената оцењених за сваку јединицу панела назива се метод групних средина (*MG*). Овај метод дозвољава да се сви параметри разликују

по јединицама панела. *Pesaran, Shin и Smith (1997)* предлажу коришћење Хаусмановог теста (1978) за тестирање хомогености дугорочних коинтеграционих коефицијената. Одбацавање нулте хипотезе применом Хаусмановог теста сугерише да је панел сувише хетероген, тј. да коинтеграциони коефицијенти из дугорочне везе нису хомогени, у ком случају примена метода *PMG* није адекватна.

5. Опис података коришћених у анализи

Скуп података за динарске кредите банака обухвата просечне каматне стопе на новоодобрене кредите предузећима (*C_NB*) и становништву (*H_NB*) исказане на годишњем нивоу у месечној динамици за период од септембра 2010. до маја 2021. За оцену утицаја монетарне политике путем канала каматне стопе користили смо референтну каматну стопу (*IR*), као и међубанкарске каматне стопе за рочност од недељу дана (*BELIBOR1W*) и рочност од три месеца (*BELIBOR3M*). Основни инструмент монетарне политике је референтна каматна стопа, коју Народна банка Србије (НБС) примењује у главним операцијама на отвореном тржишту – тачније у једнонедељним обрнутим репо трансакцијама¹ – како би привремено променила услове ликвидности банкарског система. Од децембра 2012. године главне операције повлачења ликвидности на отвореном тржишту спроводе се на аукцијама по методу променљиве каматне стопе, при чему референтна каматна стопа означава максималну стопу која би могла бити прихваћена.

У посматраном периоду, у просеку је око 37% новоодобрених кредита приватном сектору било у динарима. Од тога је, са 25% новоодобрених кредита у динарима у просеку, динаризација мање изражена у сектору привреде, док је ово учешће код становништва знатно веће (66%). Имајући у виду ниво евроизације кредита, тестирали смо ефекте промене тромесечног и шестомесечног *EURIBOR*-а на каматне стопе на евроиндексирани кредите. С обзиром на то да се обавезна резерва користи као додатни инструмент монетарне политике, који такође утиче на цену извора финансирања банака, као да је и у посматраном периоду у неколико наврата мењана,² користили смо серију *EURIBOR*-а кориговану ефективном стопом обавезне девизне резерве (*RR*) по формули *EURIBOR/(1-RR)*.

Извор података о каматним стопама банака је статистика НБС. Током посматраног периода број банака на српском тржишту смањен је са 33 на 24. За тестирање ефекта промене каматне стопе за становништво укључили смо 19 банака (чија актива у просеку чини 98,2% укупне aktive банкарског сектора), а за привреду 17 банака (чија актива у просеку чини 92,2% укупне aktive банкарског сектора) за које постоје подаци о каматним стопама за цео период. Број банака обухваћених анализом за испитивање

¹ Двонедељне репо операције до јула 2012.

² Смањивањем стопе обавезне девизне резерве и повећањем дела који се издваја у динарима. Од фебруара 2016. године стопе за девизне обавезе износиле су 20% и 13% за рокове до и преко две године, од чега се 38% и 30% обавезне девизне резерве издваја у динарима. Стопе обавезне динарске резерве износиле су 5% и 0%, у зависности од рочности.

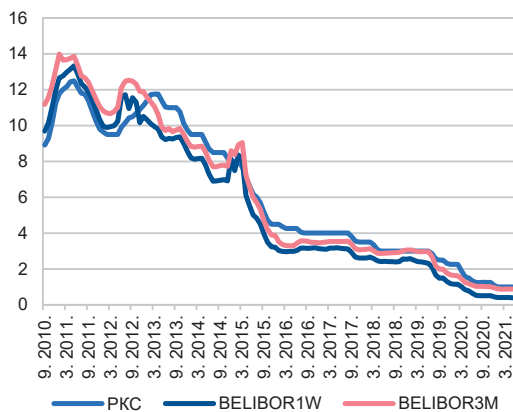
реакције различитих категорија кредита становништву и предузећима нижи је и зависи од тога да ли су током читавог посматраног периода одобриле одређену врсту кредита.

Графикон 1 приказује кретање репо стопе НБС и стопа на међубанкарском тржишту новца, Графикон 2 приказује пондерисане просечне стопе по врстама динарских кредита, док је на графиконима 3 и 4 представљено кретање стопа на тржишту новца и каматних стопа на динарске кредите привреди и становништву, респективно.

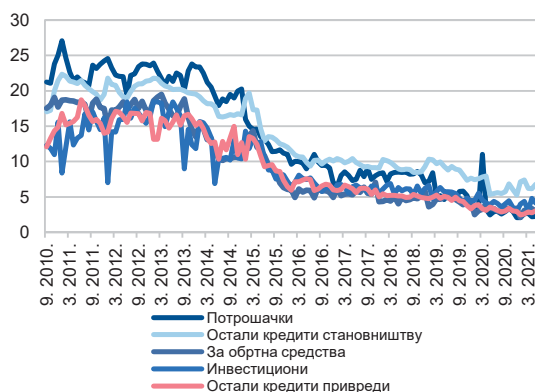
Графикон 1 потврђује да су краткорочне стопе на тржишту новца углавном одражавале кретање референтне каматне стопе. Очигледна је и веза стопа на кредите становништву и привреди с каматним стопама на међубанкарском тржишту новца (Графикон 3 и Графикон 4). Међутим, за прецизнији закључак потребно је да се дугорочна веза тестира и оцени.

Иако овај период карактеришу фазе поштравања и ублажавања монетарне политике, преовлађује период ублажавања. Најновији циклус ублажавања монетарне политике започео је у мају 2013. године, а од тада је забележен знатан пад стопа на кредите привреди и становништву, са изузетком почетка 2015. године, када је привремени недостатак динарске ликвидности у банкарском сектору проузроковао већу волатилност стопа на међубанкарском тржишту новца, а самим тим и каматних стопа на кредите. Међутим, пад каматних стопа убрзао се од марта 2015. године, заједно са убрзавањем ублажавања монетарне политике.

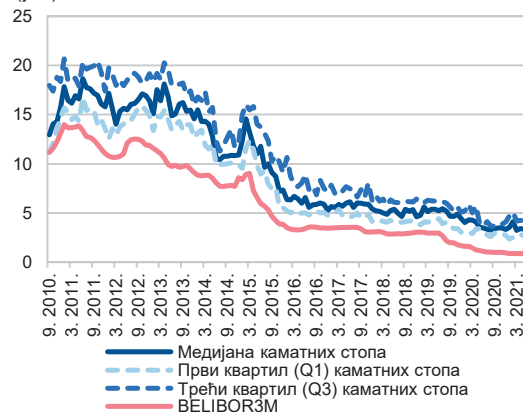
Графикон 1. Референтна каматна стопа и стопе на међубанкарском тржишту новца (у %)



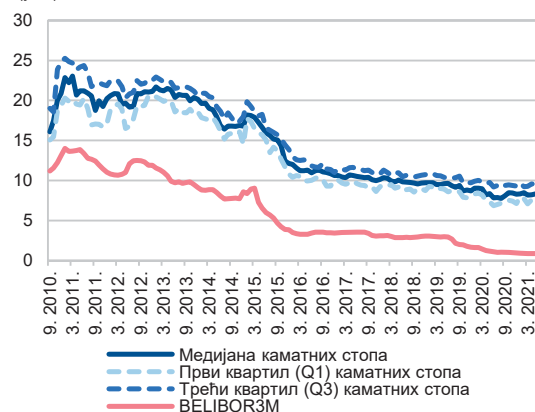
Графикон 2. Просечне пондерисане каматне стопе на динарске кредите привреди и становништву, по наменама (у %)



Графикон 3. Каматне стопе на динарске кредите привреди и BELIBOR3M (у %)



Графикон 4. Каматне стопе на динарске кредите становништву и BELIBOR3M (у %)



Извор: НБС.

Да бисмо сагледали проблем хетерогености преноса промене каматне стопе међу банкама, разматрали смо неколико карактеристика банака: **величину, квалитет кредитног портфолија, структуру финансирања, капиталну позицију и ликвидност**. Свака карактеристика је разматрана посебно. Банке су подељене у две групе према медијани сваког показатеља. Као показатељ величине користили смо укупну активу, а као показатељ квалитета портфеља, удео проблематичних кредита у укупним кредитима. Структура финансирања мерена је учешћем депозита нефинансијског сектора у укупним обавезама, а капитална позиција банака коефицијентом адекватности капитала (*CAR*), док је за оцену ликвидности коришћен удео ликвидне активе³ у укупној активи банака.

6. Резултати анализе

6.1. Тестирање дугорочне везе за динарске каматне стопе на кредите

Емпиријска анализа започета је тестирањем присуства јединичног корена у серији каматних стопа на динарске кредите. Према резултатима тестова јединичних корена на панел подацима, нестационарност временских серија у готово свим случајевима није се могла одбацити на нивоу значајности од 5%, што је довело до закључка да су променљиве нестационарне у нивоима (видети Табелу 1 у Додатку).

Коинтеграциону везу између каматних стопа на новоодобрене динарске кредите за предузећа и каматних стопа на тржишту новца *BELIBOR1W* и *BELIBOR3M* потврђују сви Педронијеви тестови за модел с константом. Дугорочна веза је такође потврђена за каматне стопе на новоодобрене динарске кредите за становништво и каматне стопе на тржишту новца према свим Педронијевим тестовима. Да би се контролисала зависност између појединачних банака, коришћен је Вестерлундов тест коинтеграције панела. Добијени резултати овог теста снажно одбацују нулту хипотезу да нема коинтеграције (видети Табелу 2 и Табелу 3 у Додатку).⁴

За оцену дугорочне везе између кредита у динарима и каматних стопа на тржишту новца коришћене су методе *FMOLS* и *DOLS*. Резултати добијени за цео узорак сугеришу да постоји значајна дугорочна веза (Табела 1) и да је преносни ефекат потпун за укупне кредите предузећима и становништву. У оба случаја преносни ефекат је израженији код новоодобрених кредита предузећима него код кредита становништву, што је у складу с налазима *Horvath et al.* (2004), *Crespo-Cuaresma et al.* (2007) и *Sander and Kleimeier* (2004b), а супротно налазима *Audin* (2007).

³ Ликвидна средства обухватају потраживања од НБС, потраживања по основу репо трансакција и улагања у државне ХоВ.

⁴ Тестови јединичног корена и коинтеграције панела урађени су и за *EURIBOR* и за каматне стопе на зајмове индексирани у еврима, али из практичних разлога представљени су само резултати оних за динарске кредите.

Табела 1. Оцена дугорочне везе каматних стопа на кредите и каматних стопа са тржишта новца

	FMOLS		DOLS	
	Кредити привреди	Кредити становништву	Кредити привреди	Кредити становништву
<i>BELIBOR1W</i>	1,29***	1,19***	1,29***	1,19***
<i>BELIBOR3M</i>	1,24***	1,15***	1,24***	1,15***

Напомена: Оцене добијене применом FMOLS и DOLS метода групних средина с бројем доцњи одређених на бази SIC критеријума. * означава статистичку значајност на 10%, ** статистичку значајност на 5%, а *** значајност на нивоу од 1%.

Да би се тестирала промена јачине канала каматних стопа током времена, оцењени су коефицијенти у два периода, 2010–2014. и 2010–2021. Добијени коефицијенти су показали јачање канала каматних стопа током времена (Табела 2), јер резултати за цео период анализе (2010–2021) сугеришу да је преносни ефекат канала каматних стопа потпун, захваљујући све већој међубанкарској конкуренцији на тржишту кредита, већем привредном расту и смањењу унутрашње и спољне неравнотеже, тј. знатно смањеној макроекономској неизвесности.

Табела 2. Оцене дугорочног параметра везе каматних стопа на кредите и каматних стопа с тржишта новца – метод DOLS

	2010–2014.		2010–2021.	
	Кредити привреди	Кредити становништву	Кредити привреди	Кредити становништву
<i>BELIBOR1W</i>	0,91***	0,68***	1,29***	1,19***
број опсервација	867	965	2166	2421
<i>BELIBOR3M</i>	0,88***	0,68***	1,24***	1,15***
број опсервација	867	965	2.166	2.421

Напомена: Оцене добијене применом DOLS метода групних средина с бројем доцњи одређених на бази SIC критеријума. * означава статистичку значајност на 10%, ** статистичку значајност на 5%, а *** значајност на нивоу од 1%.

У анализи је испитан и утицај премије ризика земље, мерено *EMBI*, на пренос каматних стопа. Резултати су потврдили повезаност са статистички значајним коефицијентима, који се крећу око 0,5 (Табела 3), што указује на то да је нижа премија ризика, заједно са ублажавањем монетарне политике НБС, допринела паду динарских каматних стопа на кредите привреди. Укључивање *EMBI* у оцену појачало је комплетност канала каматних стопа (приближило је коефицијент преноса каматне стопе близу 1). За сектор домаћинстава није потврђена статистички значајна веза између каматних стопа на кредите и премије ризика, мерено *EMBI*.

Табела 3. Оцене дугорочног коефицијента везе каматних стопа на кредите и каматних стопа с тржишта новца

	FMOLS	DOLS
	Кредити привреди	Кредити привреди
<i>BELIBOR1W</i>	1,12***	1,13***
<i>EMBI</i>	0,52***	0,48***
<i>BELIBOR3M</i>	1,07***	1,08***
<i>EMBI</i>	0,54***	0,50***

Напомена: Оцене добијене применом FMOLS и DOLS метода групних средина с бројем доцњи одређених на бази SIC критеријума. * означава статистичку значајност на 10%, ** статистичку значајност на 5%, а *** значајност на нивоу од 1%.

Постојање статистички значајне дугорочне везе потврђују и методе *PMG* и *MG* (Табела 4), које такође указују на потпуни преносни ефекат за кредите предузећима и становништву. Хаусманов тест указује на то да разлика између резултата добијених

методама *MG* и *PMG* није статистички значајна за привреду, док је у случају становништва исправније користити резултате метода *MG*. Свеукупно, резултати добијени методама *PMG* и *MG* показују да се ефекат дугорочног преноса каматних стопа за кредите предузећима креће од 1,18 до 1,30, док се резултати за кредите становништву крећу између 1,19 и 1,32, у зависности од методе оцене и коришћене каматне стопе на тржишту новца.

У Табели 4 такође су дате оцене брзине преноса каматних стопа на динарске кредите у кратком року. Коefицијенти брзине преноса (φ), у складу са очекивањима, имају негативан знак и статистички су значајни у свим случајевима. У случају кредита предузећима, 50–60% промене каматне стопе на тржишту новца након једног месеца преноси се на каматне стопе на кредите предузећима, док се код кредита домаћинствима у истом периоду пренесе 21–27% промене каматне стопе. Овај резултат није изненађујући, јер предузећа имају више извора финансирања него домаћинства. Просечан период прилагођавања код каматних стопа за кредите домаћинствима (четири-пет месеци) дужи је него у случају кредита предузећима (два-три месеца). Ово би такође могло бити повезано с чињеницом да предузећа имају више алтернативних извора финансирања од домаћинстава. Међутим, тренутна реакција на промену каматних стопа на тржишту новца (коefицијент δ_{i0}) негативна је и код кредита предузећима и код кредита домаћинствима, мада у случају кредита за домаћинства није статистички значајна.

Табела 4. *PMG* и *MG* оцене преносног ефекта каматних стопа с тржишта новца на каматне стопе на кредите

	<i>PMG</i>				<i>MG</i>			
	Кредити привреди		Кредити становништву		Кредити привреди		Кредити становништву	
	Оцена	ρ вредност	Оцена	ρ вредност	Оцена	ρ вредност	Оцена	ρ вредност
	<i>BELIBOR1W</i>, месечни просек				<i>BELIBOR1W</i>, месечни просек			
Q_i	1,235	0,000	1,344	0,000	1,296	0,000	1,225	0,000
f_i	-0,505	0,000	-0,210	0,000	-0,574	0,000	-0,254	0,000
d_{i0}	-0,377	0,019	-0,071	0,592	-0,504	0,000	-0,123	0,369
d_{i1}			0,234	0,030			0,185	0,040
λ_{i1}			0,019	0,636			0,037	0,351
m_i	1,430	0,000	1,370	0,000	1,463	0,000	1,829	0,000
Прос. период прилагођавања	2,7		5,1		2,6		4,4	
Хаусманов тест	1,210	0,271	3,460	0,060				
	<i>BELIBOR3M</i>, месечни просек				<i>BELIBOR3M</i>, месечни просек			
Q_i	1,184	0,000	1,302	0,000	1,247	0,000	1,192	0,000
f_i	-0,519	0,000	-0,221	0,000	-0,593	0,000	-0,270	0,000
d_{i0}	-0,424	0,000	0,053	0,701	-0,583	0,000	-0,011	0,942
d_{i1}			0,222	0,126			0,158	0,256
λ_{i1}			-0,002	0,954			0,017	0,636
m_i	1,220	0,000	1,337	0,000	1,200	0,000	1,791	0,000
Прос. период прилагођавања	2,7		4,3		2,7		3,7	
Хаусманов тест	1,390	0,238	3,200	0,070				
Број опсервација	2.176		2.432		2.176		2.432	

Анализа је спроведена и на различитим врстама динарских кредита – у случају привреде на кредите за обртна средства, а у случају домаћинстава на готовинске кредите (Табела 5). Резултати показују да динарски кредити предузећима за обртна средства показују прекомерну осетљивост на промене каматних стопа на међубанкарском тржишту новца, док су готовински кредити нешто мање осетљиви од осталих врста динарских кредита домаћинствима. Један од могућих разлога могао би бити тај што се

готовински кредити у великој мери рефинансирају и што су се банке међусобно надметале не само снижавањем каматних стопа већ и продужавањем рочности кредита.

Табела 5. *DOLS* оцене дугорочног коефицијента везе каматних стопа на кредите и каматних стопа с тржишта новца

	Кредити за обртна средства (15 банака)	Готовински кредити (19 банака)
<i>BELIBOR1W</i>	1,31***	1,12***
<i>BELIBOR3M</i>	1,26***	1,09***

Напомена: Оцене добијене применом *DOLS* метода групних средина с бројем доцњи одређених на бази *SIC* критеријума. * означава статистичку значајност на 10%, ** статистичку значајност на 5%, а *** значајност на нивоу од 1%.

6.2. Тестирање дугорочне везе за каматне стопе на евроиндексирани кредити

Оценили смо и дугорочну везу промене *EURIBOR*-а на кредите индексирани у еврима, како за укупне, тако и за одређене врсте зајмова – кредити за обртна средства и инвестиционе кредити за предузећа и стамбене кредити за домаћинства (табеле 6 и 7). Као и у анализи динарских кредита, користили смо методе *FMOLS* и *DOLS*. Добијени резултати сугеришу да је пренос готово потпун и у случају предузећа и домаћинства, а пронађена је и нешто снажнија веза са *EURIBOR3M* у поређењу са *EURIBOR6M*.

Табела 6. Оцена дугорочног коефицијента везе каматних стопа на евроиндексирани кредити, каматних стопа с тржишта новца и премије ризика

	<i>FMOLS</i>		<i>DOLS</i>	
	Кредити привреди	Кредити становништву	Кредити привреди	Кредити становништву
<i>EURIBOR3M</i>	0,89***	0,99***	0,94***	1,02***
<i>EMBI</i>	0,94***	0,82***	0,91***	0,81***
<i>EURIBOR6M</i>	0,90***	0,88***	0,86***	0,91***
<i>EMBI</i>	0,99***	0,81***	0,88***	0,79***

Напомена: Групи *FMOLS* и групи *DOLS* с бројем доцњи изабраним на бази *SIC* критеријума. * значи статистичку значајност на 10%, ** статистичку значајност на 5%, а *** на статистичку значајност на 1%.

Премија ризика Србије, мерено *EMBI*, опала је захваљујући побољшању макроекономских фундамената и крајем 2019. године кретала се на историјски најнижим нивоима. Томе су знатно допринеле и мере НБС, које су обезбедиле ниску и стабилну инфлацију, очувале финансијску стабилност и допринеле побољшању инвестиционе климе. Пад премије ризика допринео је и паду каматних стопа, с обзиром на то да је економетријски потврђена снажна и статистички значајна веза између премије ризика и каматних стопа на кредите индексирани у еврима и код кредита предузећима и за кредити домаћинствима. Веза је снажнија у случају кредита предузећима (статистички значајни коефицијенти од око 0,9), у односу на становништво (коефицијенти од око 0,8), јер су предузећа изложенија општим макроекономским кретањима.

Табела 7. Оцена дугорочног коефицијента везе каматних стопа на кредите, каматних стопа са тржишта новца и премије ризика

	FMOLS			DOLS		
	Кредити за обртна средства (16 банака)	Инвестициони кредити привреди (13 банака)	Стамбени кредити (15 банака)	Кредити за обртна средства (16 банака)	Инвестициони кредити привреди (13 банака)	Стамбени кредити (15 банака)
<i>EURIBOR3M</i>	1,05***	0,83***	0,61***	1,04***	0,90***	0,66***
<i>EMBI</i>	1,05***	0,84***	0,56***	1,04***	0,81***	0,54***
<i>EURIBOR6M</i>	0,96***	0,74***	0,54***	0,97***	0,80***	0,59***
<i>EMBI</i>	1,02***	0,83***	0,55***	1,00***	0,79***	0,53***

Напомена: Групи FMOLS и групи DOLS са бројем доцњи изабраним на бази SIC критеријума. * значи статистичку значајност на 10%, ** статистичку значајност на 5%, а *** на статистичку значајност на 1%.

Посматрајући посебне врсте кредита, пронашли смо јачу везу с кредитима за обртна средства (с коефицијентима између 0,96 и 1,05) у односу на инвестиционе кредите (између 0,74 и 0,9). Утицај премије ризика такође је значајан, али израженији за кредите за обртна средства, јер ти кредити имају разноврснију намену и дају се ширем кругу различитих клијената, па их банке стога могу сматрати ризичнијим. Добијени нижи коефицијенти за стамбене кредите (0,6–0,7) могу се делимично објаснити присуством програма субвенционисаног кредитирања у делу посматраног периода. Иако значајан, утицај премије ризика на ову врсту кредита такође је нижи (коефицијент 0,5), што је и разумљиво, јер је део тих кредита, осим што је адекватно колатерализован, такође осигуран код Националне корпорације за осигурање стамбених кредита.

6.3. Тестирање утицаја појединачних карактеристика банака на јачину канала каматне стопе

Да бисмо испитали да ли појединачне карактеристике банака утичу на јачину канала каматних стопа, оценили смо посебне једначине за сваку карактеристику банке (величина активе, јачина депозитне базе, квалитет кредитног портфолија, адекватност капитала, ликвидност, показатељ динаризации). Банке с вредношћу показатеља изнад медијане (осим учешћа проблематичних кредита, где важи супротно) сврстане су у Кластер I, док банке с нижим показатељем од медијане припадају Кластеру II (Табела 8). Тестирање је вршено само за динарске кредите и резултати су приказани у Додатку и указују на то да појединачне карактеристике банака више утичу на прилагођавање кредитних стопа становништва у домаћој валути у дугом року.

Табела 8. Просечне вредности индикатора у посматраном периоду по кластерима

Карактеристике банака	Медијана
Критеријум величине – укупна актива (у млрд динара)	131,7
Квалитет активе – учешће проблематичних кредита у укупним кредитима, бруто принцип*	1,7% – привреда 3,0% – становништво
Депозитна база – учешће депозита у укупној пасиви	48,8%
Адекватност капитала – коефицијент адекватности капитала	22,0%
Ликвидност – учешће ликвидних средстава** у укупној активи	23,5%
Критеријум динаризации – учешће динарских у укупним кредитима	41,8% – становништво 17,4% – привреда

* Просечна вредност показатеља у последњих 12 месеци, кластер I се односи на вредности ниже од медијане.

** Потраживања од НБС, потраживања по репо трансакцијама и улагања у државне ХоВ.

Према критеријуму величине активе (Табела 5 у Додатку), веће банке прилагођавају каматне стопе на кредите привреди нешто брже него мање банке, али одступање није

значајно. Веће банке имају лакши приступ јефтинијим изворима финансирања (будући да ову групу углавном чине супсидијари страних банака), а обично и посмогућују с квалитетнијим корпоративним клијентима, који имају шири избор могућих извора финансирања. Супротно важи у случају кредита становништву – мање банке се брже прилагођавају. Могуће објашњење је да мања вредност појединачне кредитне партије у сегменту становништва омогућава јачу конкуренцију међу банкама.

У погледу квалитета кредитног портфолија, реакција каматних стопа на кредите привреди на промене каматне стопе на тржишту новца скоро је идентична за оба кластера за *BELIBOR1W* (Табела 6 у Додатку), док је за *BELIBOR3M* виша за банке с нижим показатељима проблематичних кредита, што је у складу са интуицијом. У случају становништва, реакција је већа за банке с нижим показатељима проблематичних кредита, при чему су разлике у коефицијентима међу кластерима веће него у случају предузећа.

Разлике међу кластерима постоје и у случају извора финансирања банака. Банке с већим учешћем депозита нефинансијског сектора спорије прилагођавају каматне стопе на кредите становништву, што је у складу са очекивањима. Статистички значајна разлика постоји и код кредита привреди, али је, супротно очекивањима, нижи дугорочни коефицијент забележен за банке с мањим учешћем депозита (Табела 6 у Додатку). Један од могућих разлога је тај што овај кластер углавном чине супсидијари страних банака, који имају приступ јефтинијим изворима финансирања из иностранства, било унутар групације или путем учешћа у међународним кредитним линијама.

Резултати указују на готово идентичну дугорочну реакцију каматних стопа на кредите привреди за оба кластера банака према показатељу адекватности капитала (Табела 8 у Додатку), док се у случају кредита становништву банке с нижим показатељем адекватности капитала више прилагођавају. Спорије прилагођавање великих и добро капитализованих банака у складу је са очекивањима, јер те банке имају више капацитета да више трошкове извора не пренесу и на клијенте у случају заоштравања монетарне политике. Међутим, ова подела на кластере је оквирна, јер су све банке у Србији добро капитализоване, с појединачним вредностима показатеља далеко изнад минималних захтева за адекватност капитала.

У погледу критеријума ликвидности, теоријско очекивање да се мање ликвидне банке брже прилагођавају променама каматних стопа није потврђено, пошто ликвидније банке прате каматне стопе на тржишту новца брже од банака с нижом вредношћу показатеља ликвидне активе (Табела 8 у Додатку). То би се делимично могло објаснити чињеницом да је током посматраног периода преовладало ублажавање монетарне политике и пад каматних стопа на тржишту новца, што су ликвидније банке користиле за повећање својих тржишних учешћа. Такође, треба имати у виду да је и ова подела на кластере, као и у случају критеријума капитализације, оквирна, јер су све банке у Србији ликвидне.

Резултати указују на снажнију дугорочну реакцију банака с већим учешћем динарских кредита у укупним кредитима (Табела 9 у Додатку) и за кредите привреди и

за кредите становништву, што је у складу са очекивањима, при чему у случају предузећа разлика између кластера није значајна.

7. Закључак

Циљ овог рада био је да се испита јачина канала каматне стопе у Србији, тј. да се оцени у којој мери се промене референтне каматне стопе и каматних стопа на међубанкарском тржишту новца преносе на каматне стопе на динарске кредите. Анализа је извршена за период од септембра 2010. до маја 2021. методом панела. Новину у односу на претходна емпиријска истраживања на ову тему за Србију чини то што је оцена рађена на бази панела и добијена као просечна оцена за појединачне банке.

Резултати емпиријске анализе могу се сумирати на следећи начин:

1. Потврђена је статистички значајна дугорочна веза између референтне каматне стопе односно стопа на тржишту новца и стопа на динарске кредите банака, која указује на то да је пренос референтне каматне стопе на каматне стопе за задуживање у домаћој валути потпун.

2. Канал каматних стопа временом је јачао, што је потврђено већим коефицијентом дугорочне везе за цео посматрани периоду у односу на период 2010–2014.

- Међу могућим објашњењима јачања канала каматне стопе јесу виши ниво конкуренције, пад премије ризика и мања волатилност каматних стопа последњих година, све веће ослањање на домаће изворе финансирања, убрзање економског опоравка и јачање макроекономских фундамената итд.
- Пренос промене каматних стопа на динарске кредите потпун је и за привреду и за становништво, с дугорочним коефицијентима већим од један.
- Процене преноса промене каматне стопе у дугом року путем различитих метода (*FMOLS*, *DOLS* и *MG*) веома су сличне, што указује на робусност добијених резултата, а за привреду је потврђено да нема значајне разлике ни између оцена добијених методама *PMG* и *MG*.
- Просечно време прилагођавања каматних стопа на кредите становништву дуже је него код привреде, што се може довести у везу с чињеницом да предузећа имају више могућих извора финансирања од становништва.

3. Статистички значајна веза између каматних стопа на кредите привреди, стопа на тржишту новца и премије ризика, мерена *EMBI*, указује на то да нижа премија ризика, уз ублажавање монетарне политике НБС, утиче на пад каматних стопа на динарске кредите привреди. Укључивање *EMBI* допринело је да се коефицијент преноса промене каматне стопе приближи 1. Процена која је вршена за различите врсте динарских кредита указује на то да кредити привреди за обртна средства показују прекомерну осетљивост на промене стопа на међубанкарском тржишту новца, док су готовински кредити нешто мање осетљиви од осталих врста кредита становништву.

4. Појединачне карактеристике банака утичу на канал каматних стопа.

- Код сектора становништва, банке с већим коефицијентом адекватности капитала, банке с већим учешћем проблематичних кредита, затим већим учешћем депозита у укупним обавезама и већим учешћем динарских кредита у укупним кредитима спорије се прилагођавају променама референтне каматне стопе, при чему је и код њих пренос потпун. Супротно очекивањима, преносни ефекат је већи за банке с мањом укупном билансном активом него за банке с већом активом.
- Код привреде, прилагођавање је брже за банке с нижим показатељима проблематичних кредита, што је у складу са интуицијом. Супротно очекивањима, прилагођавање је брже за банке с већим учешћем ликвидних средстава у укупној активи и већом депозитном базом, али је, као и у случају становништва, за обе групе банака преносни ефекат потпун. Код осталих критеријума, минималне су разлике у степену реакције између банака у погледу прилагођавања каматних стопа на динарске кредите привреди.

5. Процењена веза између *EURIBOR*-а и новоодобрених евроиндексираних кредита указује на потпун пренос у случају кредита становништву по методама *FMOLS* и *DOLS*, док је за кредите привреди пренос скоро потпун. Такође, потврђен је статистички значајан утицај премије ризика. Посматрано по врстама кредита, снажнији је пренос промене каматне стопе *EURIBOR* за кредите за обртна средства него за инвестиционе кредите. Пренос за стамбене кредите је нижи него за остале врсте евроиндексираних кредита становништву.

Додатак

Табела 1. Резултати теста јединичног корена у панелу

	Кредити привреди	Кредити становништву	Кредити за обртна средства	Готовински кредити
Levin, Lin & Chu t^*	-0,769 (0,211)	0,271 (0,607)	0,110 (0,544)	0,219 (0,587)
Im, Pesaran and Shin W	2,400 (0,991)	2,13(0,983)	2,418 (0,992)	2,232 (0,987)
ADF - Fisher X^2 - stat	11,815 (0,99)	23,931 (0,963)	10,215 (0,99)	17,351 (0,998)
ADF - Choi Z - stat	2,674 (0,996)	2,211 (0,986)	2,679 (0,996)	2,331 (0,990)

Напомена: у загради приказане р вредности. коришћен модел са индивидуалним ефектима. Број доцњи одређен на бази *Schwarz*-овог информационог критеријума.

Табела 2. Резултати Педронијевог теста коинтеграције у панелу

	[C_NB, BELIBOR1W]	[H_NB, BELIBOR1W]	[C_NB, BELIBOR3M]	[H_NB, BELIBOR3M]
Panel v	9,310***	12,391***	6,730***	7,731***
Panel rho	-56,400***	-25,948***	-56,470***	-25,831***
Panel PP	-24,121***	-14,538***	-24,262***	-14,777***
Panel ADF	-15,130***	-11,227***	-15,063***	-11,349***
Group rho	-50,491***	-18,202***	-50,470***	-17,704***
Group PP	-27,350***	-12,283***	-27,634***	-12,525***
Group ADF	-18,051***	-11,513***	-17,958***	-11,609***

Напомена: Коришћен модела са индивидуалним константама. * означава статистичку значајност на 10%, ** означава статистичку значајност на 5%, а *** означава статистичку значајност на 1%. Број доцњи у моделу изабран на бази *Schwarz*-овог информационог критеријума.

Табела 3. Резултати Вестерлундовог теста коинтеграције у панелу

	[C_NB, BELIBOR1W]	[H_NB, BELIBOR1W]	[C_NB, BELIBOR3M]	[H_NB, BELIBOR3M]
Gt	-5,444 (0,000)	-4,432 (0,000)	-5,486 (0,000)	-4,554 (0,000)
Ga	-51,119 (0,000)	-33,104 (0,000)	-52,643 (0,000)	-34,886 (0,000)
Pt	-21,556 (0,000)	-19,414 (0,000)	-21,606 (0,000)	-19,862 (0,000)
Pa	-46,026 (0,000)	-31,729 (0,000)	-47,202 (0,000)	-32,288 (0,000)

Напомена: Вредности у заградама су р вредности добијене *bootstrap* методом, које су робустне на присуство зависности индивидуалних јединица посматрања.

Табела 4. *MG* оцене преносног ефекта каматних стопа с тржишта новца на каматне стопе на кредите према критеријуму величине

	Кредити привреди				Кредити становништву			
	Кластер I		Кластер II		Кластер I		Кластер II	
	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност
	BELIBOR1W, месечни просек				BELIBOR1W, месечни просек			
Q_i	1,301	0,000	1,288	0,000	1,199	0,000	1,254	0,000
f_i	-0,609	0,000	-0,535	0,000	-0,242	0,000	-0,269	0,000
d_{i0}	-0,573	0,002	-0,424	0,034	-0,098	0,639	-0,150	0,414
d_{i1}					0,279	0,064	0,081	0,553
λ_{i1}					0,076	0,050	-0,005	0,944
m_i	1,347	0,000	1,593	0,000	1,870	0,000	1,782	0,000
Прос. време прилагођавања	2,6		2,7		4,5		4,3	
Број опсервација	1.152		1.024		1.270		1.143	
	BELIBOR3M, месечни просек				BELIBOR3M, месечни просек			
Q_i	1,252	0,000	1,242	0,000	1,170	0,000	1,217	0,000
f_i	-0,626	0,000	-0,555	0,000	-0,258	0,000	-0,281	0,000
d_{i0}	-0,533	0,005	-0,640	0,000	0,039	0,859	-0,066	0,737
d_{i1}					0,293	0,106	0,008	0,969
λ_{i1}					0,046	0,227	-0,014	0,836
m_i	1,067	0,000	1,351	0,000	1,856	0,000	1,718	0,000
Прос. време прилагођавања	2,4		3,0		3,7		3,8	
Број опсервација	1.152		1.024		1.270		1.143	

Напомена: Кластер I обухвата банке с већом укупном активом, а кластер II банке са активом од 131,7 милијарди динара и ниж.

 Табела 5. *MG* оцене преносног ефекта каматних стопа са тржишта новца на каматне стопе на кредите према критеријуму квалитета активе

	Кредити привреди				Кредити становништву			
	Кластер I		Кластер II		Кластер I		Кластер II	
	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност
	BELIBOR1W, месечни просек				BELIBOR1W, месечни просек			
Q_i	1,329	0,000	1,247	0,000	1,268	0,000	1,178	0,000
f_i	-0,565	0,000	-0,588	0,000	-0,259	0,000	-0,250	0,000
d_{i0}	-0,383	0,032	-0,678	0,001	-0,198	0,058	-0,039	0,886
d_{i1}					0,166	0,202	0,207	0,218
λ_{i1}					0,072	0,256	-0,001	0,976
m_i	1,514	0,000	1,390	0,000	1,758	0,000	1,906	0,000
Прос. време прилагођавања	2,4		2,9		4,6		4,2	
Број опсервација	1.280		896		1.270		1.143	
	BELIBOR3M, месечни просек				BELIBOR3M, месечни просек			
Q_i	1,280	0,000	1,200	0,000	1,233	0,000	1,147	0,000
f_i	-0,577	0,000	-0,615	0,000	-0,274	0,000	-0,263	0,000
d_{i0}	-0,475	0,001	-0,737	0,000	-0,061	0,647	0,045	0,872
d_{i1}					0,091	0,641	0,233	0,263
λ_{i1}					0,058	0,335	-0,027	0,516
m_i	1,237	0,000	1,148	0,000	1,713	0,000	1,877	0,000
Прос. време прилагођавања	2,6		2,8		3,9		3,6	
Број опсервација	1.280		896		1.270		1.143	

Напомена: Кластер I обухвата банке с вредношћу *NPL* показатеља за привреду од 1,7% и ниже, а за становништво од 3% и ниже, а кластер II банке са *NPL* показатељем за привреду већим од 1,7% а за становништво већим од 3%.

Табела 6. **MG** оцене преносног ефекта каматних стопа с тржишта новца на каматне стопе на кредите према критеријуму депозитне базе

	Кредити привреди				Кредити становништву			
	Кластер I		Кластер II		Кластер I		Кластер II	
	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност
	BELIBOR1W, месечни просек				BELIBOR1W, месечни просек			
Q_i	1,361	0,000	1,237	0,000	1,184	0,000	1,271	0,000
f_i	-0,550	0,000	-0,596	0,000	-0,225	0,000	-0,303	0,000
d_{i0}	-0,311	0,159	-0,676	0,000	0,157	0,363	-0,434	0,010
d_{i1}					0,067	0,448	0,317	0,093
λ_{i1}					0,040	0,438	0,035	0,598
m_i	1,249	0,000	1,653	0,000	1,764	0,000	1,901	0,000
Прос. време прилагођавања	2,4		2,8		3,7		4,7	
Број опсервација	1.024		1.152		1.270		1.143	
	BELIBOR3M, месечни просек				BELIBOR3M, месечни просек			
Q_i	1,312	0,000	1,189	0,000	1,156	0,000	1,233	0,000
f_i	-0,568	0,000	-0,615	0,000	-0,225	0,000	-0,318	0,000
d_{i0}	-0,460	0,023	-0,693	0,000	0,288	0,097	-0,343	0,073
d_{i1}					0,031	0,768	0,300	0,269
λ_{i1}					0,020	0,697	0,016	0,792
m_i	0,978	0,003	1,340	0,000	1,748	0,000	1,838	0,000
Прос. време прилагођавања	2,6		2,8		3,2		4,2	
Број опсервација	1.024		1.152		1.270		1.143	

Напомена: Кластер I обухвата банке са учешћем депозита у укупној пасиви изнад 48,8%, а кластер II банке с учешћем депозита у укупној пасиви 48,8% и ниже.

Табела 7. **MG** оцене преносног ефекта каматних стопа с тржишта новца на каматне стопе на кредите према критеријуму адекватности капитала

	Кредити привреди				Кредити становништву			
	Кластер I		Кластер II		Кластер I		Кластер II	
	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност
	BELIBOR1W, месечни просек				BELIBOR1W, месечни просек			
Q_i	1,293	0,000	1,296	0,000	1,147	0,000	1,311	0,000
f_i	-0,560	0,000	-0,581	0,000	-0,249	0,000	-0,261	0,000
d_{i0}	-0,617	0,005	-0,478	0,003	0,089	0,696	-0,358	0,001
d_{i1}					0,044	0,796	0,343	0,000
λ_{i1}					-0,023	0,709	0,145	0,016
m_i	1,827	0,000	1,253	0,000	2,003	0,000	1,634	0,000
Прос. време прилагођавања	2,9		2,5		3,7		5,2	
Број опсервација	1.024		1.152		1.270		1.143	
	BELIBOR3M, месечни просек				BELIBOR3M, месечни просек			
Q_i	1,245	0,000	1,257	0,000	1,121	0,000	1,272	0,000
f_i	-0,567	0,000	-0,606	0,000	-0,264	0,000	-0,274	0,000
d_{i0}	-0,663	0,010	-0,553	0,000	0,185	0,542	-0,228	0,055
d_{i1}					-0,039	0,866	0,378	0,070
λ_{i1}					-0,036	0,531	0,077	0,001
m_i	1,570	0,000	0,984	0,000	1,983	0,000	1,577	0,000
Прос. време прилагођавања	2,9		2,6		3,1		4,5	
Број опсервација	1.024		1.152		1.270		1.143	

Напомена: Кластер I обухвата банке с коефицијентом адекватности капитала изнад 22%, а кластер II банке с коефицијентом адекватности капитала 22% и ниже.

Табела 8. *MG* оцене преносног ефекта каматних стопа с тржишта новца на каматне стопе на кредите према критеријуму ликвидности

	Кредити привреди				Кредити становништву			
	Кластер I		Кластер II		Кластер I		Кластер II	
	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	оцена	р вредност
	BELIBOR1W, месечни просек				BELIBOR1W, месечни просек			
Q_i	1,351	0,000	1,232	0,000	1,236	0,000	1,213	0,000
f_i	-0,579	0,000	-0,569	0,000	-0,234	0,000	0,278	0,000
d_{i0}	-0,401	0,061	-0,620	0,000	-0,136	0,521	0,108	0,549
d_{i1}					0,295	0,049	0,063	0,636
λ_{i1}					0,109	0,011	0,042	0,505
m_i	1,267	0,000	1,683	0,000	1,780	0,000	1,882	0,000
Прос. време прилагођавања	2,4		2,8		4,9		4,0	
Број опсервација	1.152		1.024		1.270		1.143	
	BELIBOR3M, месечни просек				BELIBOR3M, месечни просек			
Q_i	1,300	0,000	1,187	0,000	1,207	0,000	1,176	0,000
f_i	-0,581	0,000	-0,606	0,000	-0,249	0,000	0,291	0,000
d_{i0}	-0,392	0,017	-0,798	0,000	-0,010	0,966	0,012	0,952
d_{i1}					0,326	0,069	0,028	0,892
λ_{i1}					0,076	0,085	0,047	0,416
m_i	0,963	0,002	1,467	0,000	1,763	0,000	1,821	0,000
Прос. време прилагођавања	2,4		3,0		4,1		3,5	
Број опсервација	1.152		1.024		1.270		1.143	

Напомена: Кластер I обухвата банке са учешћем ликвидних средстава изнад 23,5%, а кластер II банке са учешћем ликвидне активе нижим од 23,5%.

Табела 9. *MG* оцене преносног ефекта каматних стопа с тржишта новца на каматне стопе на кредите према критеријуму динаризиције

	Кредити привреди				Кредити становништву			
	Кластер I		Кластер II		Кластер I		Кластер II	
	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	Оцена	р вредност	оцена	р вредност
	BELIBOR1W, месечни просек				BELIBOR1W, месечни просек			
Q_i	1,300	0,000	1,290	0,000	1,316	0,000	1,124	0,000
f_i	-0,557	0,000	-0,594	0,000	-0,264	0,000	0,245	0,000
d_{i0}	-0,415	0,022	-0,605	0,003	-0,028	0,870	0,228	0,302
d_{i1}					0,162	0,053	0,211	0,294
λ_{i1}					0,057	0,152	0,016	0,833
m_i	1,568	0,000	1,345	0,000	1,888	0,000	1,762	0,000
Прос. време прилагођавања	2,5		2,7		3,9		5,0	
Број опсервација	1.152		1.024		1.270		1.143	
	BELIBOR3M, месечни просек				BELIBOR3M, месечни просек			
Q_i	1,252	0,000	1,242	0,000	1,278	0,000	1,097	0,000
f_i	-0,580	0,000	-0,607	0,000	-0,286	0,000	0,250	0,000
d_{i0}	-0,455	0,009	-0,728	0,000	0,107	0,510	0,142	0,574
d_{i1}					0,104	0,353	0,219	0,426
λ_{i1}					0,034	0,373	0,002	0,998
m_i	1,325	0,000	1,060	0,001	1,888	0,000	1,682	0,000
Прос. време прилагођавања	2,5		2,8		3,1		4,6	
Број опсервација	1.152		1.024		1.270		1.143	

Напомена: Кластер I обухвата банке са учешћем динарских у укупним кредитима за становништво од 41.8% и више и за привреду од 17,4% и више.

Литература

- Aydin, H.I., 2007. "Interest Rate Pass-Through in Turkey", The Central Bank of the Republic of Turkey, Working Paper no. 07/05.
- Aziz, A. and Sh. Rummun, 2013, "Interest rate pass-through in the UK: Has the transmission mechanism changed during the financial crises", *Economic Issues*, Vol. 18, Part I.
- Bai, J. and Ng, S. 2004. "A PANIC Attack on Unit Roots and Cointegration", *Econometrica* 72, 1127-1177.
- Borio, C.E.V., Fritz, W., 1995. "The response of short-term bank lending rates to policy rates: a cross country perspective". BIS Working Paper 27, Basel.
- Chang, Y., 2003. "Nonlinear IV Unit Root Tests in Panels with Cross Sectional Dependency", *Journal of Econometrics*, 110, 261–92.
- Chmielewski, T., 2003. "Interest rate pass-through in the Polish banking sector and bank-specific financial disturbances". In: Paper Presented at the ECB Workshop on Asset Prices and Monetary Policy, Frankfurt, 11–12 December.
- Choi, I., 2001. "Unit Root Tests for Panel Data", *Journal of International Money and Finance* 20 249-272.
- Choi C. Y, L. Hu and M. Ogaki, 2004. "Robust Estimation of Structural Spurious Regressions and A Hausman-type Cointegration Test," Working paper, Department of Economics, the Ohio University.
- Coricelli, F.; Égert, B.; MacDonald, R. 2006. "Monetary transmission mechanism in Central and Eastern Europe: gliding on a wind of change". Bank of Finland, BOFIT discussion papers, Vol. 8, p. 59.
- Cottarelli, C., Kourelis, A., 1994. "Financial structure, bank lending rates, and the transmission mechanism of monetary policy". *IMF Staff Papers* 41, 587–623.
- Crespo-Cuaresma, J., Egert, B., Reininger, T., 2004. "The interest rate pass-through in new EU member states: the case of the Czech Republic, Hungary and Poland", William Davidson institute, Working paper 671.
- Crespo-Cuaresma, J., Egert, B., Reininger, T., 2007. "Interest rate pass-through in Central and Eastern Europe reborn from ashes merely to pass away?", *Journal of Policy Modeling* 29, 209–225.
- de Bondt, G. 2002. "Retail Bank Interest Rate Pass-Through: New Evidence at the Euro Area Level". ECB Working Paper No. 136.
- de Bondt, G., 2005. "Interest rate pass-through: empirical results for the Euro Area". *German Economic Review* 6, 37–78.
- De Graeve, F., De Jonghe, O. and Vander Vennet, R., 2004. "The Determinants of Pass-Through of Market Conditions to Bank Retail Interest Rates in Belgium", Ghent University, Working Paper, 261.
- De Graeve, F., De Jonghe, O., Vander Vennet, R., 2007. "Competition, transmission and bank pricing policies: evidence from Belgian loan and deposit markets". *Journal of Banking and Finance* 31, 259–278.
- Donnay, M., Degryse, H., 2001. "Bank lending rate pass-through and differences in the transmission of a single EMU monetary policy", Center for Economic Studies Discussion Paper Series 01.17, Katholieke Universiteit Leuven.

- Egert, B, Crespo-Cuaresma, J. and Reininger, T. 2007, Interest Rate Pass-Through in Central and Eastern Europe: Reborn from Ashes Merely to Pass-Away, *Journal of Policy Modeling*, Vol. 29, pp. 209-225.
- Egert, B. and Macdonald, R. 2009, Monetary Transmission Mechanism in Central and Eastern Europe: Surveying the Surveyable, *Journal of Economic Survey*, Vol. 23, No. 2, pp. 277-327.
- Enders, W. and Siklos, P.L. 2001. Cointegration and threshold adjustment. *Journal of Business and Economic Statistics*, 19, 166-176.
- Gambacorta, L., 2008. "How do banks set interest rates?" *European Economic Review* 52, 792–819.
- Horvath, C., Kreko, J., Naszodi, A., 2004. "Interest rate pass-through: the case of Hungary". MNB Working Paper 2004/8, Budapest.
- Im, K-S., Pesaran M. H and Shin Y., 1997. "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels." WP 9526, DAE, University of Cambridge. Revised June 1997.
- Kot, A. 2004. "Does Banking Sector Competitiveness Affect Interest Rate Pass-Through?". Paper presented at the 3rd Macroeconomic Policy Research Workshop, 29-30 October, National Bank of Hungary.
- Lapinskas, V. 2011. "Interest rate pass-through in Lithuania", *Ekonomika* Vol. 90(2), 28-46
- Levin, A, C-F. Lin, C-Sh. J. Chue, 1993. "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite Sample Properties", *Journal of Econometrics* 108, 1-24
- Maddala, G.S and S. Wu, 1999. "A Comparative Study of Panel Data Unit Root Tests and a Simplified Test." *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special Issue, 0305-9049.
- Mojon, B. 2000. "Financial structure and the interest rate channel of ECB monetary policy". ECB Working Paper, No. 40.
- Moon, H. R. and B. Perron, 2004. "Testing for a Unit Root in Panels with Dynamic Factors". *Journal of Econometrics* 122, 81–126.
- Mueller-Spahn, S. 2005. *The Pass-Through From Market Interest Rates to Retail Bank Rates in Germany*, Centre for Finance and Credit Markets, Nottingham, Working Paper 08/05
- Pedroni, Peter. 1997. "Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels and the case of purchasing power parity." <http://web.williams.edu/Economics/wp/pedroni.pdf>.
- Pedroni, Peter. 2004. "Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis." *Econometric Theory*, 20: 597-625.
- Pesaran, Hashem, Yongcheol Shin, and Ronald Smith. 1998. "Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels." ESE Discussion Paper 16.
- Petrevski, G., Bogoev, J., 2012. "Interest rate pass-through in South East Europe: An empirical analysis," *Economic Systems* 36.
- Rotemberg, J. and Saloner, G. 1987, *The Relative Rigidity of Monopoly Pricing*, *American Economic Review*, Vol. 77, pp. 917-926.
- Sander, H., Kleimeier, S., 2004a. "Convergence in euro-zone retail banking? What interest rate pass-through tells us about monetary policy transmission, competition and integration". University of Maastricht METEOR Research Memoranda 045.

- Sander, H., Kleimeier, S., 2004b. "Interest rate pass-through in an enlarged Europe: The role of banking market structure for monetary policy transmission in transition economies". *Journal of International Money and Finance* 23, 461–492.
- Sorensen, C.K. and T. Werner, 2006, "Bank Interest Rate Pass-Through in the Euro Area: A Cross Country Comparison", ECB Working Paper, 580.
- Stiglitz, J., Weiss, A., 1981. "Credit rationing in markets with imperfect information". *American Economic Review* 71, 393–410.
- Saborowski, C., Weber S., 2013. "Assessing the Determinants of Interest Rate Transmission Through Conditional Impulse Response Functions", IMF Working Paper, WP/13/23.
- Stanislawska, E., 2014. "Interest rate pass-through in Poland. Evidence from individual bank data", NBP Working Paper No.179.
- Toolsema, L., Sturm J-E., de Haan, J. 2001. Convergence of monetary transmission in EMU: new evidence. CESifo Working Paper 465, Munich
- Weth, M.A. 2002. "The Pass-Through from Market Interest Rates to Bank Lending Rates in Germany". Deutsche Bundesbank Discussion Paper No. 11.
- Wrobel, E., Pawlowska, M., 2002. "Monetary transmission in Poland: some evidence on interest rate and credit channels". National Bank of Poland, Materials and Studies Paper 24, Warsaw.
- Yildirim, D. 2012. Interest rate pass-through to Turkish lending rates: A threshold cointegration analysis, ERC Working Papers in Economics 12/07.

МОДЕЛ DSGE С ФИНАНСИЈСКОМ ДОЛАРИЗАЦИЈОМ – ПРИМЕР СРБИЈЕ

Мирко Ђукић, Тибор Хледик, Јиржи Полански, Љубица
Трајчев, Јан Влчек

© Народна банка Србије, септембар, 2021.

Доступно на www.nbs.rs

За ставове изнете у радовима у оквиру ове серије одговоран је аутор и ставови не представљају нужно званичан став Народне банке Србије.

Сектор за економска истраживања и статистику

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел.: (+381 11) 3027 100

Београд, Немањина 17

Тел.: (+381 11) 333 8000

www.nbs.rs

DSGE модел са финансијском доларизацијом – пример Србије

Мирко Ђукић, Тибор Хледик, Јиржи Полански, Љубица Трајчев и Јан Влчек⁵

Апстракт: У модел *DSGE* за малу отворену економију укључили смо финансијску евроизацију како би се обухватили главни канали монетарне трансмисије, у складу с карактеристикама српске економије. Наш модел, за разлику од стандардних модела *DSGE*, обухвата банкарски сектор и девизно индексирани депозите и кредите. С обзиром на те карактеристике, модел се може користити за процену ефеката номиналног девизног курса на финансијску позицију и потрошњу домаћинстава. У раду је описана структура модела, укључујући проблеме оптимизације и одговарајуће услове првог реда. Својства модела су испитана како би се ускладила с карактеристикама доларизованих економија. Конкретно, модел је калибрисан на српским подацима, уз употребу вишедимензионалног филтера, конзистентног са самим моделом, за оцену трендова и јазова.

Кључне речи: *DSGE* модел, финансијска доларизација.

[JEL Code]: E44, F41, F47.

⁵ Тибор Хледик, Јиржи Полански и Јан Влчек су у време писања овог рада радили у Чешкој народној банци, а Мирко Ђукић и Љубица Трајчев у Народној банци Србије.

Нетехнички резиме

У овом раду представљамо динамички стохастички модел опште равнотеже (*DSGE – dynamic stochastic general equilibrium*) за Србију, развијен као резултат техничке сарадње Чешке народне банке и Народне банке Србије. Модел одражава макроекономску динамику мале, отворене и делимично евроизоване економије.

Као такав, модел одговара на растуће интересовање за макрофинансијске везе у земљама у успону и развоју са евроизованим финансијским системима. Последњих деценија ове земље углавном мењају своје политике у правцу увођења циљања инфлације или дозвољавања веће флексибилности девизног курса. Међутим, због финансијске доларизације, стандардна структура модела *DSGE* и канала трансмисије није у стању да обухвати ефекте динамике девизног курса на финансијску позицију становништва и предузећа. Један од главних разлога томе је што таквом типу модела недостаје финансијски сектор, конкретно банке.

Из тог разлога, стандардни тип модела *DSGE* проширили смо укључивањем варијабли финансијског сектора и експлицитним увођењем банака у модел. Ради увођења финансијских фрикција, модел претпоставља два типа домаћинства – нето дужнике и нето штедише. Нето дужници финансирају део своје потрошње задуживањем у домаћој и иностраној валути. Пословне банке имају улогу финансијског посредника, одобравајући кредите на страни активе и прикупљајући штедњу на страни пасиве. Финансијска евроизација представљена је штедњом и кредитима у девизном знаку у билансима пословних банака. Претпоставка модела је константно учешће девизних кредита и депозита, с обзиром на то да је главни мотив евроизације у Србији сигурност (а не оптимизација портфолија).

Банке у моделу изложене су регулаторном захтеву за држање капитала, апроксимираним захтеваним рацијом кредита и депозита. Када банке одступе од овог рација, бивају пенализоване. Ако се изузме финансијски део, структура модела је конзистентна с класичним моделом *DSGE* за малу и отворену економију. Овај рад детаљно описује оптимизациони проблем економских субјеката и одговарајуће услове првог реда.

Модел је калибрисан на подацима за Србију. Србију карактерише евроизација, са око две трећине укупних депозита и кредита. За разлику од банака, предузећа и домаћинства немају девизни хедџинг, тј. нису заштићени од промене девизног курса. Како су им приходи углавном у динарима, а обавезе углавном индексиране у еврима, њихова финансијска позиција зависи од кретања девизног курса.

У раду су приказана својства модела, функције одговора на импулсе на шок у курсу, раст ризика земље, трошковни шок на цене и промену основне каматне стопе. Приказана је и моделска филтрација појединих варијабли, као и колико добро модел прогнозира варијабле на историјском периоду. Напомињемо да модел ипак није направљен с циљем да замени постојећи модел за прогнозирање *QPM*, већ да буде комплементарно аналитичко средство већ постојећој групи модела који се користе у Народној банци Србије.

Садржај:

1. Увод	40
1.1. Преглед литературе	41
2. Кратак преглед економије Србије – основа за имплементацију модела. 43	
3. Структура модела	47
3.1. Преглед модела	47
3.2. Домаћинства	48
3.2.1. Нето штедише	49
3.2.2. Нето дужници	50
3.3 Производња	51
3.3.1. Произвођачи међупроизвода	51
3.3.2. Произвођачи крајњих добара и поставка ригидних цена	52
3.4. Банкарски сектор	53
3.4.1. Велепродајне банке	54
3.4.2. Малопродајне банке	56
3.5. Централна банка	57
3.6. Држава	58
3.7. Остатак модела	59
3.7.1. Извоз	59
3.7.2. Нето инвестициона позиција	59
3.7.3. Премија ризика	59
4. Својства модела.....	60
4.1. Калибрација и анализа сензитивности	60
4.2. Функција одговора на импулсе	62
4.2.1. Неочекивана депрецијација	62
4.2.2. Шок у премији ризика	63
4.2.3. Раст каматне стопе	64
4.2.4. Инфлациони (трошковни) шок	65
4.3. Примена модела на подацима за Србију	66
4.3.1. Филтерисање података	66
4.3.2. Симулације на историји	67
5. Закључак.....	68
Прилог А: Калибрисане вредности параметара	70
Литература	72

1. Увод

Иако је макроекономска стабилизација последњих година условила опадајућу тенденцију финансијске евроизације у Србији, она се и даље може окарактерисати као релативно висока. Око две трећине депозита и кредита индексирани су у страниој валути. Та чињеница има значајне импликације на трансмисиони механизам монетарне политике, као и на деловање разних шокова на економију у целини, што је веома битно за носиоце монетарне политике у режиму циљања инфлације, који спроводи Народна банка Србије (НБС). То је био главни мотив да започнемо рад на стварању модела који би обухватио ове чињенице.

Главно средство у прогнозирању у НБС јесте модел типа *QPM*, који припада групи новокејнзијанских модела с јазовима, описан у раду *Ђукић, Момчиловић, Трајчев* (2011). Од увођења режима циљања инфлације модел је коришћен као аналитичко средство за израду пројекције инфлације и квантификацију одговарајуће реакције монетарне политике. *QPM* се показао као корисно средство за израду и представљање пројекције инфлације широј економској јавности. Иако је овај модел показао добре резултате приликом прогнозирања последњих година, недостају му одређене битне карактеристике српске економије, пре свега оне које се тичу трансмисије домаће монетарне политике у евроизованој економији, као и канали преко којих монетарна политика Европске централне банке утиче на домаћу економију.

Значај модела *DSGE* у централним банкама у порасту је последњих година. Велики број централних банака у развијеним земљама и земљама у успону увео је моделе *DSGE* као главно средство за предвиђање у оквиру система за прогнозирање и анализу политика (*FPAS*⁶), док су неке од њих још увек у процесу увођења. Употреба таквих модела у сврху подршке монетарној политици углавном је одговор на потребу за дубоком и интерно конзистентном макроекономском анализом, у складу с напретком на пољу макроекономског прогнозирања у последње време [*Christiano et al.*, (2005), *Smets and Wouters* (2003, 2007)]. Иако је у централним банкама могуће ефикасно прогнозирање употребом макроекономских модела типа *QPM*⁷, модел *DSGE*, због теоријског основа и доследне структуре (национални рачуни, релативне цене итд.)⁸, омогућава механизме за одговарање на детаљнија питања о политици, утврђивање почетних услова и анализу структурних шокова.

Модел *DSGE* имају добре теоретске микроекономске основе, што се обично истиче као њихова главна предност у односу на моделе с јазовима. Њихово извођење заснива се на претпоставци да репрезентативно домаћинство, предузеће и банка оптимизују своје одлуке с циљем да максимизују своју корисност, односно профит.

Модел који представљамо заснован је на оквиру који су развили *Roger* и *Vlcek* (2011). Модел укључује главне принципе деловања режима циљања инфлације, тј.

⁶ *Forecasting and policy analysis system* (Berg et al., 2006)

⁷ *Quarterly Projection Model* (Berg et al., 2006)

⁸ Видети дискусију у *Bruha et al.* (2013).

правило монетарне политике којим се инфлација држи око циља. Даље, садржи неке стандардне карактеристике модела *DSGE* (нпр. рационална очекивања и ригидности цена), као и нестандартне карактеристике битне за земље у успону, као што је доларизација/евроизација. Евроизација је остварена експлицитним укључивањем банкарског система у модел, с високим учешћем депозита и кредита у девизном знаку. Укључивање евроизованог дела финансијског система у модел дозвољава и укључивање стопе обавезне резерве на девизне обавезе банака.

Нека од решења модела (нпр. константно равнотежно учешће финансијске евроизације) одражавају настојање аутора да модел буде једноставан за коришћење. Једноставност је била приоритет при изради модела, са идејом да се модел примени на српске податке и омогући његова оперативна употреба у каснијој фази. Додавање додатних елемената у модел често води његовом претераном компликовању. Како смо у овом раду настојали да нађемо равнотежу између укључивања нових елемената у модел и његове једноставности, усредсредили смо се првенствено на евроизацију и финансијску интермедијацију. Зато у модел, на пример, нисмо укључили капитал и инвестиције, док је фискална политика укључена у најсведенијој форми.

Што се тиче улоге у монетарној политици НБС, модел *DSGE* користиће се пре свега као комплементарно аналитичко средство, док ће *QPM* због својих задовољавајућих перформанси и даље бити главни модел за прогнозирање. Главна сврха развоја модела *DSGE* јесте да допринесе процесу доношења одлука у НБС продубљивањем анализе трансмисије монетарне политике и финансијског система. Овај модел нам омогућује да анализирамо карактеристике трансмисионог механизма које *QPM* не обухвата, као и анализу из теоретске перспективе.

Модел је калибрисан (а не оцењен), јер су у обзир узети скорашњи подаци и специфичне карактеристике српске економије. По нашем мишљењу, калибрација модела је логичан избор, с обзиром на то да српске податке карактеришу одређени недостаци, као што је одсуство дугих временских серија и велики број структурних ломова.

Наставак рада је структуриран на следећи начин. Након прегледа литературе на тему модела *DSGE* с финансијском доларизацијом, у другом делу представљамо неке основне чињенице о српској економији. Након тога следи детаљна анализа структуре модела у трећем делу, постављање параметара у четвртом делу и на крају закључак рада.

1.1. Преглед литературе

Од 1970-их многи истраживачи настојали су да побољшају карактеристике неокејнзијанских модела, који су у то време били доминантни. Истраживања су се фокусирали на развој нових макромодела изведених из макроекономских основа и базираних на рационалним очекивањима, као одговор на Лукасову критику. Као резултат, модели *DSGE* успешно су одговарали на већину тада постављених захтева.

Имајући у виду да је Србија високо евроизована економија, у овом прегледу посебан нагласак стављамо на литературу која обрађује ову тему. Евроизација/доларизација може бити званична (*de jure*), када се страна валута легално користи за плаћања (заједно

с домаћом валутом или уместо ње), или незванична, када страну валуту делимично користе економски субјекти, када није званично одобрена за плаћање. Постоје три типа незваничне доларизације: трансакцијска доларизација (када се страна валута користи за плаћање), ценовна доларизација (када су цене индексирани у страниој валути) и финансијска доларизација (када се страна валута користи као чувар вредности).⁹

Овде нас занима финансијска доларизација, која представља учешће стране валуте у активни и пасиви финансијског система. Израз „доларизација” потиче из чињенице да већина земаља која се суочава са овом појавом долази из Латинске Америке, где се долар често користи паралелно с домаћом валутом. Проблем евроизације постоји и у великом броју земаља средње и источне Европе, где страна валута, првенствено евро, чини значајан део финансијских портфолија резидената. Због тога у случају Србије користимо термин „евроизација”, док појмове „доларизација” и „евроизација” користимо као синониме за исту појаву.

Yeyati (2006) даје добар преглед импликација финансијске доларизације на трансмисиони механизам монетарне политике. Према њему, модели који покушавају да обухвате финансијску доларизацију обично то чине путем три канала: 1) портфолио приступ, који финансијску доларизацију види као оптималан избор на бази дистрибуције реалних приноса у различитим валутама с циљем да се минимизира варијанса портфолија; 2) несавршеност тржишта, где се финансијска доларизација посматра као одговор на несавршеност тржишта, у смислу да ризик неизмирења обавеза дужника у локалној валути по високој каматној стопи премашује исти ризик за страну валуту, када је ризик пада локалне валуте мали; 3) институционални поглед, који наглашава на који начин заказивање институција може подстаћи финансијску доларизацију, када, на пример, држава, тј. централна банка, није посвећена одржању ниске инфлације, што подстиче очекивања да би држава могла свој реални дуг умањити инфлацијом, подиже каматне стопе и води расту инфлационих очекивања.

Финансијска криза 2008. ставила је у центар пажње значај финансијских фрикција и њихов утицај на реалну економију. Од тада, бројни истраживачки радови настојали су да их укључе у макроекономске моделе. Овде се могу генерално разликовати три приступа: 1) механизам финансијског акцелератора, који је базиран на асиметричности информација између дужника и зајмодавца, 2) модели с колатералима, у којима су зајмови осигурани колатералом дужника, 3) директно увођење банака у модел, углавном под претпоставком да су банке суочене са оперативним трошковима или захтевима регулатора.

Ize и *Parrado* (2006) истражују узроке реалне и финансијске доларизације у контексту модела мале отворене економије. Њихов налаз је да финансијска доларизација расте у условима волатилности инфлације, а пада у време волатилности девизног курса. Још један пример овог типа литературе јесте рад *Rennhack* и *Nozaki* (2006), који налазе да финансијска доларизација представља рационалан одговор на

⁹ *Castillo et al.* (2006).

повећану макроекономску неизвесност повезану с високом инфлацијом и волатилношћу девизног курса.

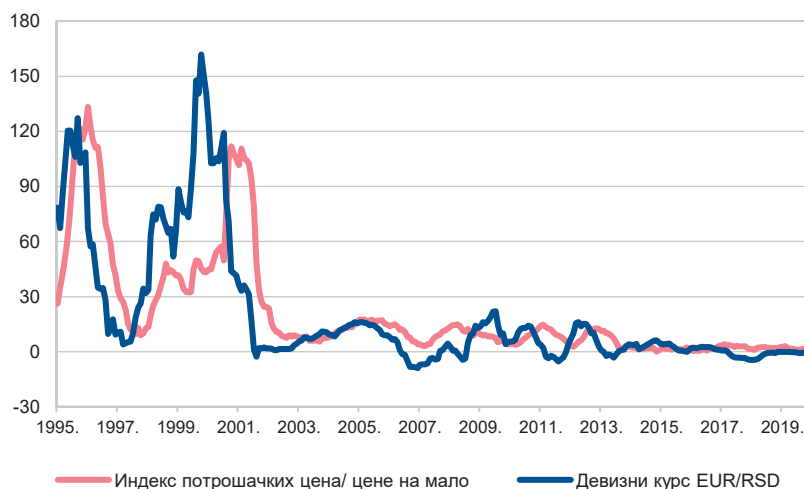
Надограђујући моделе које су развили *Goodhart, Osorio* и *Tsomocos* (2009) и *Martinez* и *Tsomocos* (2012), Урошевић и Грга (2014) развили су модел *DSGE* за Србију, у који су укључили финансијску доларизацију и страно власништво над банкама. Они у овом раду наглашавају јаку везу између курсног ризика и ризика неизвршења обавеза од стране дужника у девизном знаку. Депрецијација повећава ризик неизмирења обавеза, за шта економски субјекти (у моделу) плаћају одређене пенале, због чега трпи економска активност. За разлику од нашег модела, базираног на циљању инфлације као режиму монетарне политике, Урошевић и Грга моделирају централну банку као парцијалног извора ликвидности, чије акције не зависе од стања система (нема активне монетарне политике). Аутори закључују да је због знатног учешћа девизних кредита и депозита канал каматних стопа у Србији слаб, а да је девизни канал доминантан.

Поменимо на крају овог дела модел *DSGE* Народне банке Румуније, који укључује финансијску евроизацију *Soraciu et al.* (2016), на примеру два типа предузећа, у зависности од валуте у којој се задужују. Како је део предузећа изложен девизном ризику, овим проширењем у модел се уводе билансни ефекти, што за последицу има контракционе ефекте депрецијације на бруто домаћи производ кроз ниже инвестиције.

2. Кратак преглед економије Србије – основа за имплементацију модела

Висок ниво евроизације у Србији је дуготрајан проблем, чији корени датирају неколико деценија уназад. После рецесионих и инфлаторних осамдесетих година прошлог века, економска криза кулминирала је почетком деведесетих година, с ратом у бившој Југославији и економским санкцијама против Србије. Привреда је доживела

Слика 1. Инфлација и девизни курс
(мг. промене, у %)



Извор: НБС.

колапс у том периоду, док је фискална доминација над монетарном политиком резултирала једном од највиших стопа хиперинфлације икада забележене, чији је врхунац био крајем 1993. Банкарски систем је пропао и, као последица тога, штедња домаћинстава је практично нестала из система. То је изазвало дуготрајну кризу поверења у банкарски систем, па се штедња држала у „сламарицама” уместо у банкама. Током тог периода немачка марка је скоро потпуно заменила динар, практично преузимајући све функције новца.

После монетарне реформе 1994, инфлација је привремено враћена на једноцифрене нивое, али се након неког времена због наставка фискалне доминације поново убрзала, па је у појединим периодима премашивала и 100%. Мада је поверење у банкарски систем враћено током 2000-их (штедња становништва износила је преко 11 милијарди евра крајем 2019, укупно у домаћој и страним валутама), а инфлација спуштена на умерене нивое (око 10% у просеку до 2013, а око 2% од 2014. до данас), степен евроизације и даље је висок.

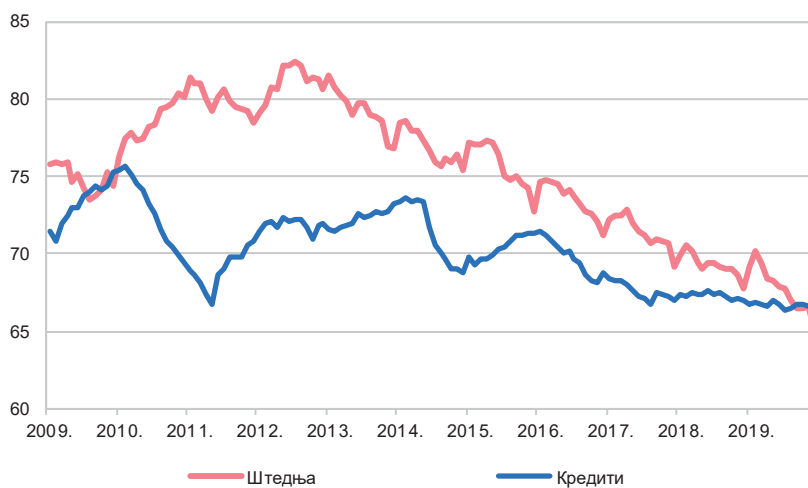
Уопште, могу се разликовати три типа евроизације: трансакциона, ценовна и финансијска. Прва два типа суштински више не постоје у Србији. Скоро све трансакције врше се у локалној валути и, мада пренос од курса на цене није занемарљив (0,15 у кратком року), већина цена није директно девизно индексирана (с појединим изузецима, као што су цене некретнина, аутомобила и пакет-аранжмана).

С друге стране, и поред опадајуће тенденције, финансијска евроизација је још увек висока. Крајем 2019. године 78% депозита становништва и 65% депозита становништва и привреде држани су у страниј валути (углавном еуро), упркос позитивној разлици (спреду) између каматних стопа на динаре и евре, те стабилном девизном курсу. Додатни извор евроизације је страно власништво над пословним банкама, које повлаче девизна средства из иностранства (углавном од својих матица). С обзиром на то да им је највећи део пасиве у девизном знаку, банке одобравају већи део кредита (67% становништву и привреди) у девизно индексираним инструментима.

Треба, ипак, приметити тренд пада стопе евроизације последњих година (слика 2), који се не случајно подудара са обарањем стопе инфлације на ниске нивое, што потврђује тезу да је главни узрок евроизације у Србији заштита од макроекономске нестабилности.

Док слично учешће девизних инструмената на страни активе и пасиве чини банке заштићеним од девизног ризика, код предузећа и становништва то није случај. Како је већи део њихових прихода у динарима, а већи део обавеза према банкама у девизном знаку, на њихову финансијску позицију утичу флукуације курса. То даље значи да депрецијација динара негативно утиче на домаћу потражњу, с обзиром на то да се предузећа, домаћинства, као и држава, суочавају с већим теретом отплате (израженим у локалној валути), што им оставља мање средстава за потрошњу и инвестиције. Слика 3 показује јаку везу између промене девизног курса и домаће апсорпције у Србији. Када је негативан ефекат депрецијације на домаћу тражњу јачи од позитивног ефекта на нето извоз, економска активност ће пасти. Депрецијација истовремено повећава учешће спољног дуга у бруто домаћем производу (61,5% у 2019).

Слика 2. Учешће девизне и девизно-индексиране штедње и кредита у укупној штедњи и кредитима (у %)



Извор: НБС.

Слика 3. Реални девизни курс и домаћа апсорпција (годишње промене, у %)



Извор: РЗС и НБС.

Стога, приликом спровођења монетарне и девизне политике, централна банка мора да узме у обзир њене ефекте на финансијску стабилност заједно с примарним циљем стабилности цена.

Још један изазов за монетарну политику у евроизованој економији представља слабији канал каматне стопе. Иако постоји снажан пренос од стопе НБС на динарске каматне стопе, као што је приказано на слици 4, каматне стопе на девизно индексиране кредите (60%) и девизне депозите (64%) нису под утицајем основне каматне стопе НБС. Те каматне стопе првенствено одређују монетарни услови у зони евра и премија ризика Србије (која, између осталог, зависи од глобалне аверзије према ризику).

Смањење степена евроизације један је од разлога због којих је НБС крајем 2008. увела режим циљања инфлације. Инфлациони циљ првобитно је био постављен на $10 \pm 2\%$, с постепеним линеарним снижењем на $4 \pm 1,5\%$ од краја 2012, да би почетком 2017. био додатно снижен, на $3 \pm 1,5\%$, где се и данас налази. Главни инструмент монетарне политике *de facto* је једнонедељна репо стопа, која делује кроз разне канале трансмисије, при чему је канал девизног курса најјачи и најбржи.

Слика 4. Каматне стопе на динаре
(у %)



Извор: НБС.

Како је велики део економије евроизован, стопа обавезне резерве такође се користи као инструмент монетарне политике, између осталог, ради утицања на девизно индексиране стопе. У оквиру стратегије смањења евроизације, девизна пасива подлеже много већој стопи обавезне резерве ($13\text{--}20\%$ у зависности од рока доспећа) од динарске обавезе ($0\text{--}5\%$). Овај инструмент има улогу и у очувању финансијске стабилности, с обзиром на то да штедњу чини безбеднијом, мада по цену већих каматних стопа на кредите. Поред тога, од банака се захтева да држе одређени проценат девизне обавезне резерве у динарима (тренутно $30\text{--}38\%$ у зависности од доспећа извора финансирања).

На крају, НБС користи директне интервенције на девизном тржишту како би се умањила волатилност девизног курса. Стога се политика девизног курса НБС може окарактерисати као руковођено флукутирајући режим. Интервенције се користе само да би се смањила краткорочна волатилност девизног курса, а не да би се утицало на његов тренд.

Након увођења режима циљања инфлације, главни изазови монетарне политике били су висока нестабилност цена хране и депрецијацијски притисци, нарочито у условима избијања светске финансијске кризе. Због шокова у ценама хране и премији ризика, инфлација у овом периоду била је врло нестабилна и, у просеку, изнад циља. Тек од краја 2013. НБС је успела да стабилизује инфлацију на ниском нивоу, око 2% .

Србија је мала отворена економија, изложена спољним шоковима. Пре светске финансијске кризе раст је углавном био подстицан растом домаће потражње, што је

довело до неодрживе спољне неравнотеже. После колапса *Leman Brothers*-а, успоравање домаће потражње, депрецијација динара, све веће инвестиције у извозни сектор, а на крају и фискална консолидација, знатно су смањили спољну неравнотежу. Дефицит текућих трансакција већ је 2009. пао на мање од трећине његовог нивоа из 2008. године и од тада се углавном креће у интервалу 6–11% БДП-а. Године 2019. извоз се налазио 144%, а увоз 53% изнад преткризног нивоа, али је, упркос томе, учешће извоза у бруто домаћем производу (61%) и даље веће од учешћа извоза (51%).

3. Структура модела

3.1. Преглед модела

Модел који представљамо у овом раду базиран је на моделу с финансијском доларизацијом, који су развили *Roger* и *Vlček* (2011). Модел је проширен да би се укључиле поједине важне карактеристике којих нема у оригиналном моделу. Поред неколико важних карактеристика модела *DSGE* (нпр. реалне и номиналне ригидности), укључен је и банкарски сектор, чиме се обухвата кредитни канал и степен евроизације у економији.

Модел садржи два типа домаћинства (штедише и дужници),¹⁰ радну снагу, произвођаче међупроизвода, извознике, банке, монетарне и фискалне власти.¹¹ Домаћинства користе финална потрошачка добра, штеде или узимају кредите од пословних банака и истовремено представљају радну снагу. Произвођачи користе радну снагу и увозне производе да би произвели међупроизводе. Претпоставка је да произвођачи константан део својих активности финансирају кредитима код пословних банака. Монополистички конкурентни произвођачи крајњих добара користе међупроизводе да би произвели финална добра и одређују њихове цене суочени са Калвовим сигналом. Домаћинства и држава користе финалне производе. Извозници су у моделу независни од остатка економије и суочени су са егзогеним односима размене.

Пословне банке примају депозите од домаћинства и позајмљују из иностранства на страни пасиве, а одобравају кредите на страни активе. Претпоставка је да су депозити и обавезе према иностранству савршени супститути. Банке су, поред тога, у обавези да одржавају одређени однос кредита и депозита, а ако одступе, суочавају се с пеналима.¹² Монетарне власти циљају међугодишњу инфлацију четири тромесечја унапред на основу правила монетарне политике. Држава финансира своју потрошњу издавањем државних обвезница и прикупљањем пореза. Претпоставка је да је однос државне и приватне потрошње константан у дугом року.

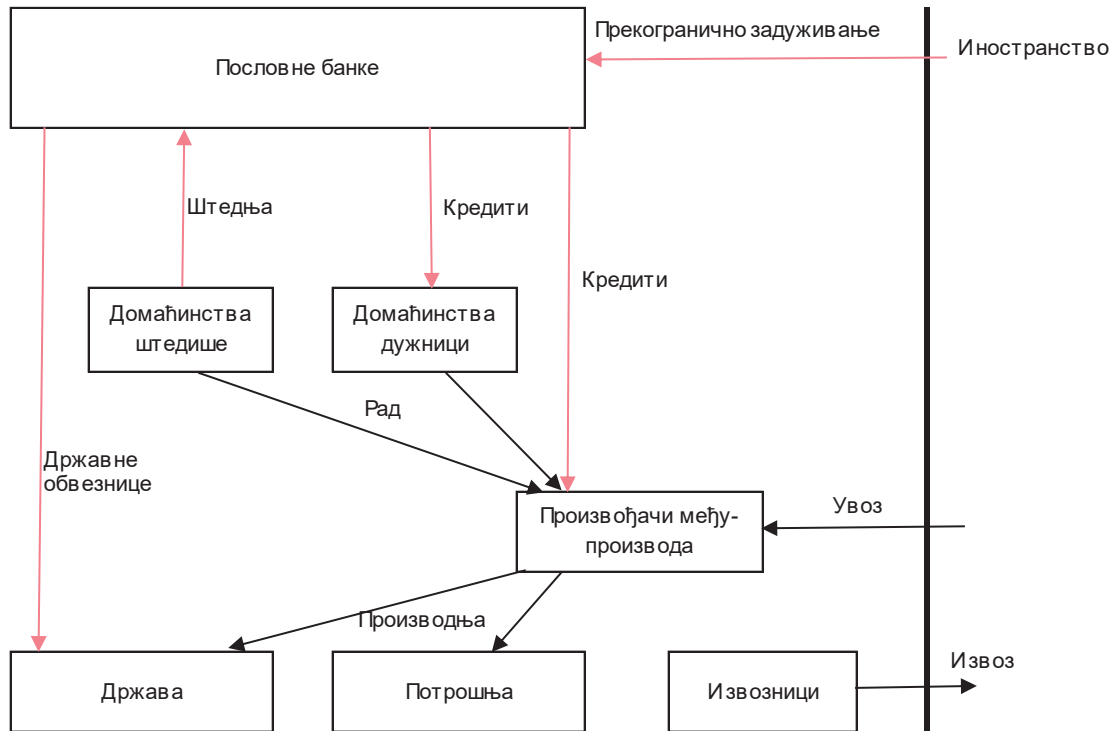
¹⁰ Слично приступу *Gerali et al.* (2010) са стрпљивим и нестрпљивим домаћинствима.

¹¹ Произвођачи финалних добара и велепродајне банке уведени су из техничких разлога ради поједностављења решавања оптимизационог проблема.

¹² На ово се може гледати имлицитно као на регулаторни захтев банкама за одржање одређеног нивоа капитала.

Модел узима у обзир везу између реалних и номиналних варијабли на конзистентан начин. Структура модела приказана је на слици 5.

Слика 5. Структура модела



Напомена: црне линије - реални токови, црвене линије - финансијски токови

3.2. Домаћинства

У моделу домаћинства су подељена на нето штедише и нето дужнике. Ова подела је нарочито битна у доларизованим економијама, с обзиром на то да су ефекти депрецијације домаће валуте на финансијску позицију позитивни код штедиша, а негативни за дужнике. При томе, реакција дужника на депрецијацију је бржа и израженија зато што директно утиче на њихове рате изражене у домаћој валути, што умањује њихов расположиви доходак за потрошњу. Насупрот томе, штедише у девизном знаку спорије реагују на раст свог богатства (израженог у домаћој валути) изазван депрецијацијом. Ову разлику моделирамо различитим коефицијентима, уз „навику” (*habit*) за ове две групе (више о томе у делу 4.1).

Домаћинства не оптимизују свој портфолио према степену евроизације (он је у моделу фиксан), с обзиром на то да она представља пре неку врсту осигурања од макроекономске волатилности, него начин да се повећају приноси.

Домаћинства максимизирају своју функцију корисности, балансирајући између потрошње (која захтева рад) и слободног времена. Функција корисности садржи

коэффициент за навику (што је коэффициент виши, то становништво теже мења навике у потрошњи). Проблем максимизације има следећу форму:

$$\max_{C_t^h, N_t^h} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [(1 - \chi^h) \log (C_t^h(i) - \chi^h \bar{C}_{t-1}^h) - N_t^h(i)], \quad (1)$$

где C^h означава реалну потрошњу, \bar{C}_{t-1}^h претходну потрошњу, N^h количину рада (број радних часова), β је дисконтни фактор и χ^h коефицијент за перзистентност у навикама.

3.2.1. Нето штедише

Домаћинства нето штедише користе крајње производе, обезбеђују понуду радне снаге и штеде у домаћој и иностраној валути у пословним банкама. Њихов доходак се састоји од зарада, прихода од депозита, трансфера од државе и дивиденди од власништва у предузећима и банкама.

Горепоменути проблем максимизације постављен је уз буџетско ограничење:

$$P_t C_t^s(i) + D_t^d(i) + S_t D_t^f(i) \leq W_t^s N_t^s(i) + (1 + i_{t-1}^{dd}) D_{t-1}^d(i) + (1 + i_{t-1}^{df}) S_t D_{t-1}^f(i) + \gamma^s \Gamma_t + \Pi_t, \quad (2)$$

где је P_t ниво цена,¹³ D_t^d депозити у домаћој валути, D_t^f депозити у иностраној валути, S_t номинални девизни курс, W_t^s номиналне зараде, i_{t-1}^{dd} каматна стопа на депозите у домаћој валути, i_{t-1}^{df} каматна стопа на депозите у иностраној валути, $\gamma^s \Gamma_t$ трансфери државе и Π_t дивиденде (профит).

Финансијска евроизација је уведена кроз претпоставку да домаћинства штеде и у домаћој и у иностраној валути. Учешће стране валуте у укупној штедњи, $\lambda \in [0,1]$, егзогено је, где виши ниво параметра имплицира веће учешће евроизације. Када учешће λ укључимо у једначину (2), а затим једначину ограничења укључимо у једначину (1), добијамо Лангранжову функцију:

$$\begin{aligned} \max_{C_t^s(i), D_t^d(i), N_t^s(i)} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{ & [(1 - \chi^s) \log (C_t^s(i) - \chi^s \bar{C}_{t-1}^s) - N_t^s(i)] \\ & - \Lambda_t^s [P_t C_t^s(i) + D_t^d(i) - W_t^s N_t^s(i) - (1 + i_{t-1}^{dd})(1 - \lambda) D_{t-1}^d(i) \\ & - (1 + i_{t-1}^{df}) \dot{S}_t \lambda D_{t-1}^d(i) - \gamma^s \Gamma_t - \Pi_t] \}, \quad (3) \end{aligned}$$

где је D_{t-1} укупни депозити и $\dot{S}_t = \frac{S_t}{S_{t-1}}$ бруто промена девизног курса, при чему $\dot{S}_t > 1$ означава депрецијацију, а $\dot{S}_t < 1$ апрецијацију. Λ_t^s означава скривену вредност богатства (*shadow price of wealth*).

¹³ Ради једноставности, не правимо разлику између нивоа цена и дефлатора потрошње.

Под претпоставком флексибилности зарада, решење поменутог оптимизационог проблема даје следеће једначине:¹⁴

$$\frac{1 - \chi^s}{C_t^s - \chi^s C_{t-1}^s} = \Lambda_t^s P_t, \quad (4)$$

$$\Lambda_t^s = \beta \Lambda_{t+1}^s [(1 - \lambda)(1 + i_t^{dd}) + \lambda(1 + i_t^{df}) \dot{S}_{t+1}], \quad (5)$$

$$\Lambda_t^s W_t^s = 1. \quad (6)$$

Услов првог реда по раду (6) може се заменити у (4) и (5) да би се искључила скривена вредност богатства. Услови оптималности тада имају форму:

$$\frac{C_t^s - \chi^s C_{t-1}^s}{1 - \chi^s} = \frac{W_t^s}{P_t}, \quad (7)$$

$$\frac{C_{t+1}^s - \chi^s C_t^s}{C_t^s - \chi^s C_{t-1}^s} = \beta [(1 - \lambda)(1 + i_t^{dd}) + \lambda(1 + i_t^{df}) \dot{S}_{t+1}] \frac{1}{\dot{P}_{t+1}}, \quad (8)$$

где је $\dot{P}_{t+1} = \frac{P_{t+1}}{P_t}$ очекивана (брutto) стопа инфлације. Једначина (7) изједначава реалне зараде и маргиналну стопу супституције између потрошње и слободног времена, док (8) показује да ће потрошња у будућности (наштрб садашње) бити већа ако су реалне каматне стопе на домаћу и страну штедњу више.

3.2.2. Нето дужници

Део домаћинстава чине нето дужници. Циљ им је сличан као код нето штедиша, с том разликом што они повећавају своју потрошњу задужујући се код пословних банака. Стога је њихово буџетско ограничење:

$$P_t C_t^b(i) + (1 + i_{t-1}^{ld}) L_{t-1}^{hd}(i) + (1 + i_{t-1}^{lf}) S_t L_{t-1}^{hf}(i) \leq W_t^b N_t^b(i) + L_t^{hd}(i) + S_t L_t^{hf}(i) + (1 - \gamma^s) \Gamma_t, \quad (9)$$

где L_t^{hd} означава кредите у домаћој, а L_t^{hf} кредите страном валути. Учешће страних кредита у укупним кредитима исто је као код штедње, λ . У сваком периоду дужник отплаћује свој кредит по раније договореној каматној стопи за кредите у домаћој (i_{t-1}^{ld}) и страном валути (i_{t-1}^{lf}), а затим се поново задужују по новој стопи. Њихов приход се састоји из зарада од рада и трансфера од државе.

Овде смо увели ограничење у задуживању као проценат (m) номиналне зараде.¹⁵

¹⁴ Претпостављен је симетрични еквилибријум након извођења услова првог реда, $\bar{C}_t^s = C_t^s(i) = C_t^s$. Према томе, ниједна од једначина оптималности у раду не садржи индексе за континуум домаћинстава, предузећа или банака.

¹⁵ У Iacoviello (2005) колатерално ограничење односи се на вредност стана, али српске банке су у тренутку израде модела имале регулаторно ограничење да месечна рата не може прећи одређени проценат плате дужника.

$$L_t^h \leq mW_t^b N_t^b. \quad (10)$$

Заменом (10) у буџетско ограничење елиминишу се кредити из проблема максимизације, који сада има следећу форму:

$$\begin{aligned} \max_{C_t^b(i), N_t^b(i)} E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{ & [(1 - \chi^b) \log (C_t^b(i) - \chi^b \bar{C}_{t-1}^b) - N_t^b(i)] \\ & - \Lambda_t^b [P_t C_t^b(i) + (1 + i_{t-1}^{ld})(1 - \lambda)mW_{t-1}^b(i)N_{t-1}^b(i) + (1 + i_{t-1}^{lf})\dot{S}_t \lambda mW_{t-1}^b(i)N_{t-1}^b(i) \\ & - W_t^b N_t^b(i)(1 + m) - (1 - \gamma^s)\Gamma_t] \}, \end{aligned} \quad (11)$$

где је Λ_t^b скривена цена богатства нето дужника.

Решавање максимизационог проблема даје:

$$\frac{1 - \chi^b}{C_t^b - \chi^b C_{t-1}^b} = \Lambda_t^b P_t, \quad (12)$$

$$\frac{\Lambda_t^b}{\Lambda_{t+1}^b} = \frac{1}{\Lambda_{t+1}^b W_t^b (1 + m)} + \beta W_t^b m [(1 - \lambda)(1 + i_t^{ld}) + \lambda(1 + i_t^{lf})\dot{S}_{t+1}]. \quad (13)$$

Изједначавањем маргиналне стопе супституције између потрошње и рада добијамо везу између потрошње, реалних каматних стопа и реалне зараде:

$$\begin{aligned} \frac{C_{t+1}^b - \chi^b C_t^b}{C_t^b - \chi^b C_{t-1}^b} &= \beta W_t^b m [(1 - \lambda)(1 + i_t^{ld}) + \lambda(1 + i_t^{lf})\dot{S}_{t+1}] \frac{1}{\dot{P}_{t+1}} \\ &+ \frac{1}{1 + m} \frac{P_t}{W_t^b} \frac{C_{t+1}^b - \chi^b C_t^b}{1 - \chi^b} \end{aligned} \quad (14)$$

3.3 Производња

3.3.1. Произвођачи међупроизвода

Домаћи произвођачи међупроизвода користе рад и увозна добра, кроз Коб–Дагласову производну функцију с константним приносима на обим:

$$Y_t = A_t M_t^\alpha N_t^{1-\alpha}, \quad (15)$$

где је A_t укупна факторска продуктивност, M_t увозна добра, N_t рад, а α учешће увозних добара у производњи. Ради једноставности модела, из једначине смо изоставили капитал.¹⁶ Тотална факторска продуктивност је перзистентна и дефинисана егзогено:

$$A_t = \rho_\alpha A_{t-1} + \varepsilon_t^\alpha. \quad (16)$$

Предузећа максимизирају профит при одговарајућим ценама инпута, конкретно номиналним зарадама и страним ценама P_t^* помноженим с курсом S_t . Она финансирају

¹⁶ Због емпиријског дела, потрошњу замењујемо збиром потрошње и инвестиција да бисмо избегли искључивање инвестиција из наше анализе.

(константни) део своје производње задуживањем у домаћој или страниј валути. Стопа евроизације кредита је константна и једнака евроизацији депозита λ . Максимизација профита има следећу форму:

$$\max_{N_t, M_t, L_t^{fd}, L_t^{ff}} \mathcal{L}_t = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Xi_{0,t} [P_t^Y Y_t - W_t N_t - P_t^* S_t M_t + L_t^{fd} + L_t^{ff} S_t - (1 + i_{t-1}^{ld}) L_{t-1}^{fd} - (1 + i_{t-1}^{lf}) L_{t-1}^{ff} S_t], \quad (17)$$

где је P_t^Y цена међупроизвода, $W_t N_t$ и $P_t^* S_t M_t$ трошкови рада и увоза,¹⁷ L_t^{fd} зајмови у домаћој валути, L_t^{ff} зајмови у страниј валути, i_t^{ld} и i_t^{lf} одговарајуће каматне стопе на зајмове и $\Xi_{t,s} = \beta^{s-t} \frac{\Lambda_s}{\Lambda_t}$ дисконтни фактор, номинално језгро за одређивање цена (номинални *pricing kernel*) [Anderle et al. (2009)].

Ако се претпостави следеће ограничење за кредите

$$L_t^{fd} + L_t^{ff} S_t = L_t^f \ll \kappa P_t^Y Y_t, \quad (18)$$

где је κ учешће банкарских кредита у финансирању (номиналне) производње, а L_t^f представља укупан обим кредита, оптимизациони проблем постаје:

$$\max_{N_t, M_t} \mathcal{L}_t = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \Xi_{0,t} [P_t^Y A_t M_t^\alpha N_t^{1-\alpha} - W_t N_t - P_t^* S_t M_t + \kappa P_t^Y A_t M_t^\alpha N_t^{1-\alpha} - (1 + i_{t-1}^{ld})(1 - \lambda) \kappa P_{t-1}^Y A_{t-1} M_{t-1}^\alpha N_{t-1}^{1-\alpha} - (1 + i_{t-1}^{lf}) \lambda \kappa P_{t-1}^Y A_{t-1} M_{t-1}^\alpha N_{t-1}^{1-\alpha} S_t]. \quad (19)$$

Услови првог реда за тражњу за оптималним инпутима су

$$W_t N_t = (1 - \alpha) P_t^Y Y_t \left[1 + \kappa - \kappa \Xi_{t,t+1} [(1 + i_t^{ld})(1 - \lambda) + (1 + i_t^{lf}) \lambda S_{t+1}] \right], \quad (20)$$

и

$$P_t^* S_t M_t = \alpha P_t^Y Y_t \left[1 + \kappa - \kappa \Xi_{t,t+1} [(1 + i_t^{ld})(1 - \lambda) + (1 + i_t^{lf}) \lambda S_{t+1}] \right]. \quad (21)$$

3.3.2. Произвођачи крајњих добара и поставка ригидних цена

Произвођачи крајњих добара, који су у нашем моделу истовремено њихови продавци, коригују њихове цене према Калвовом правилу, које описује ригидност у променама цена.¹⁸ Континуум j монополистички конкурентних произвођача финалних

¹⁷ Произвођачи међупроизвода користе агрегатни рад, $N_t = \gamma^s N_t^s + (1 - \gamma^s) N_t^b$, а W_t је пондерисани просек зарада штедиша и дужника ($W_t = \gamma^s W_t^s + (1 - \gamma^s) W_t^b$).

¹⁸ Користимо Калво–Јунову поставку укључивањем ригидних цена у модел. Calvo (1983) развио је модел с континуалном временском димензијом, у коме је свакој фирми дозвољено да мења цене само када прими случајни сигнал. Фирме прате једначину са савршеним предвиђањем при постављању цена. У проширењу Yun-а (1996), предузећа максимизирају садашњу вредност реалних профита када одређују цену.

добара користи међупроизводе произведене у земљи да би произвели финална добра, која користе домаћинства и држава. Производна функција има једноставну форму:

$$\mathcal{Y}_t(j) = Y_t(j), \quad (22)$$

где је $\mathcal{Y}_t(j)$ производ j -тог произвођача. Максимизација профита има форму:

$$\max_{P_t(j), Y_t(j)} \sum_{t=0}^{\infty} \xi_p^t [P_t(j) \mathcal{Y}_t(j) - P_t^Y Y_t(j)] \quad (23)$$

где је P_t цена крајњег производа, а $(1 - \xi_p)$ вероватноћа сигнала реоптимизације цена. Произвођачи крајњег производа суочени су са опадајућом кривом тражње за њиховим производима:¹⁹

$$Y_t(j) = \left(\frac{P_t(j)}{P_t} \right)^{-\theta_p} \bar{Y}_t, \quad (24)$$

где је \bar{Y}_t агрегатна тражња за међупроизводима дефинисана касније једначином (27).

Ако би се претпоставила ретроактивна индексација за произвођаче који не примају сигнал да реоптимизују цене, услови првог реда имплицирали би хибридную верзију Филипсове криве:

$$\log \dot{P}_t = \frac{1}{1 + \beta} \log \dot{P}_{t-1} + \frac{\beta}{1 + \beta} \log \dot{P}_{t+1} + \frac{(1 - \xi_p)(1 - \xi_p \beta)}{\xi_p(1 + \beta)} \log \left(\frac{P_t^Y * \text{markup}}{P_t} \right) + \varepsilon_t^p, \quad (25)$$

где цена крајњег производа (у дугом року) представља маргиналне трошкове (P_t^Y) с маржом. Према томе, израз $\log \left(\frac{P_t^Y * \text{markup}}{P_t} \right)$ може се интерпретирати као реални маргинални трошкови, који се могу линеаризовати на следећи начин:

$$\begin{aligned} rmc_t &= (1 - \alpha)(w_t + \Lambda_t) + \frac{1 - \alpha}{1 - \chi} (c_t - \chi c_{t-1}) + \alpha z_t \\ &+ \Psi \left((1 - \lambda)(r_t^{ld} - r_t^{dd}) + \lambda(r_t^{lf} - r_t^{df}) \right) - a_t. \end{aligned} \quad (26)$$

Крајњи производи користе се за домаћу апсорпцију, тј. не извозе се:²⁰

$$\bar{Y}_t = C_t + G_t. \quad (27)$$

3.4. Банкарски сектор

Токови депозита и кредита у моделу реализују се у банкарском сектору, тј. предузећа и домаћинства не могу директно позајмљивати с међународних тржишта, а све депозите држе у домаћим банкама.

¹⁹ Крива тражње је резултат максимизације профита савршено конкурентног (нулти профит) агрегатора који саставља диференцирана добра, као у производној функцији с константним приносом на обим из *Dixit and Stiglitz* (1977). Претпоставка оптимизационог проблема описана је у *Erceg et Al.* (2000). Слична претпоставка је коришћена за остале конкурентне секторе у моделу.

²⁰ Постоји разлика између домаће апсорпције \bar{Y}_t и Y_t , које је ознака за бруто домаћи производ.

Техничка претпоставка модела је да постоје два нивоа банака: велепродајне и малопродајне.²¹ Прво, репрезентативна велепродајна банка прикупља депозите од домаћинстава, позајмљује средства из иностранства и купује домаће државне обвезнице. Депозити домаћинстава и позајмице из иностранства јесу супститути на страни пасиве велепродајне банке. Слично томе, кредити предузећима и кредити домаћинствима савршени су супститути на страни активе.

Друго, малопродајне банке купују кредите од велепродајних банака, диференцирају их и даље их одобравају предузећима и домаћинствима. Малопродјна банка с времена на време има прилику да промени цену, тј. каматне стопе на кредите и депозите.

3.4.1. Велепродајне банке

Да бисмо илустровали улогу велепродајних банака у моделу, приказујемо декомпозицију биланса стања и токове активе и пасиве биланса успеха (табеле 1 и 2). Све варијабле које су карактеристичне за банкарски сектор садрже слово тилда у ознаци.

Табела 1. Биланс стања банака

Актива		Пасива	
Кредити домаћинствима у домаћој валути	\tilde{L}_t^{hd}	\tilde{D}_t^d	Штедња домаћинстава у домаћој валути
FX кредити домаћинствима	$\tilde{L}_t^{hf} S_t$	$\tilde{D}_t^f S_t$	FX штедња домаћинстава
Кредити предузећима у домаћој валути	\tilde{L}_t^{fd}	$\tilde{F}_t^B S_t$	Позајмљивање из иностранства
FX кредити предузећима	$\tilde{L}_t^{ff} S_t$		
Државне обвезнице	\tilde{B}_t		
Обавезна резерва	$rr S_t (\tilde{D}_t^f + \tilde{F}_t^B)$		

Табела 2: Биланс успеха банака

Приходи	Расходи
$(1 + i_{t-1}^{bd}) \tilde{L}_{t-1}^{hd} - \tilde{L}_t^{hd}$	$(1 + i_{t-1}^{dd}) \tilde{D}_{t-1}^d - \tilde{D}_t^d$
$(1 + i_{t-1}^{bf}) \tilde{L}_{t-1}^{hf} S_t - \tilde{L}_t^{hf} S_t$	$(1 + i_{t-1}^{df}) \tilde{D}_{t-1}^f S_t - \tilde{D}_t^f S_t$
$(1 + i_{t-1}^{bd}) \tilde{L}_{t-1}^{fd} - \tilde{L}_t^{fd}$	$(1 + i_{t-1}^{*}) (1 + Prem_{t-1}) \tilde{F}_{t-1}^B S_t - \tilde{F}_t^B S_t$
$(1 + i_{t-1}^{bf}) \tilde{L}_{t-1}^{ff} S_t - \tilde{L}_t^{ff} S_t$	$f_c \left(\frac{\tilde{L}_t + \tilde{B}_t}{\tilde{D}_t} \right)$
$(1 + i_{t-1}^{bd}) \tilde{B}_{t-1} - \tilde{B}_t$	
$rr (\tilde{D}_{t-1}^f S_t + \tilde{F}_{t-1}^B S_t) - rr (\tilde{D}_t^f S_t + \tilde{F}_t^B S_t)$	

Велепродајна банка максимизира профит:

$$\max_{\tilde{D}_t^d, \tilde{D}_t^f, \tilde{F}_t^B, \tilde{L}_t^{hd}, \tilde{L}_t^{hf}, \tilde{L}_t^{fd}, \tilde{L}_t^{ff}, \tilde{B}_t} \sum_{t=0}^{\infty} \Xi_{0,t} \{ \tilde{D}_t^d + \tilde{D}_t^f S_t + \tilde{F}_t^B S_t - \tilde{L}_t^{hd} - \tilde{L}_t^{fd} - (\tilde{L}_t^{hf} + \tilde{L}_t^{ff}) S_t - \tilde{B}_t \}$$

²¹ Ова претпоставка је чисто техничка. Служи само томе да поједностави извођење модела и не представља сегментацију банака на српском финансијском тржишту.

$$\begin{aligned}
 & -rr(\bar{D}_t^f S_t + \bar{F}_t^B S_t) + rr(\bar{D}_{t-1}^f S_t + \bar{F}_{t-1}^B S_t) \\
 & + (1 + i_{t-1}^{bd})(\bar{L}_{t-1}^{hd} + \bar{L}_{t-1}^{fd}) + (1 + i_{t-1}^{bf})(\bar{L}_{t-1}^{hf} + \bar{L}_t^{ff}) S_t + (1 + i_{t-1}^{bd}) \bar{B}_{t-1} \\
 & - (1 + i_{t-1}^{dd}) \bar{D}_{t-1}^d - (1 + i_{t-1}^{df}) \bar{D}_{t-1}^f S_t - (1 + i_{t-1}^*) (1 + Prem_{t-1}) S_t \bar{F}_{t-1}^B \\
 & \quad - fc\left(\frac{\bar{L}_t + \bar{B}_t}{\bar{D}_t}\right), \tag{28}
 \end{aligned}$$

уз билансно ограничење:

$$\bar{L}_t^{hd} + \bar{L}_t^{hf} S_t + \bar{L}_t^{fd} + \bar{L}_t^{ff} S_t + \bar{B}_t + rr(\bar{D}_t^f S_t + \bar{F}_t^B S_t) = \bar{D}_t^d + \bar{D}_t^f S_t + \bar{F}_t^B S_t \tag{29}$$

На страни пасиве биланса стања, банке позајмљују из иностранства (\bar{F}_t^B) и прикупљају депозите од домаћинстава и у страном ($\bar{D}_t^f S_t$) и у домаћој валути (\bar{D}_t^d). На страни активе, банке одобравају предузећима кредите у домаћој (\bar{L}_t^{fd}) и страном валути ($\bar{L}_t^{ff} S_t$), као и кредите предузећима у домаћој (\bar{L}_t^{hd}) и страном валути ($\bar{L}_t^{hf} S_t$), инвестирају у домаће обвезнице (\bar{B}_t) и држе одређену стопу обавезне резерве (rr) на пасиву код централне банке. Претпоставка је да је стопа обавезне резерве константна.

С једне стране, банке плаћају каматне стопе i_t^{dd} на депозите у домаћој валути и i_t^{df} на депозите у страном валути, при чему је ова последња функција страних каматних стопа (i_t^*) и премије ризика земље ($Prem_t$). С друге стране, добијају каматне стопе i_t^{bd} на кредите у домаћој валути и државне обвезнице, као и i_t^{bf} на кредите у страном валути. Функција $fc\left(\frac{\bar{L}_t + \bar{B}_t}{\bar{D}_t}\right)$ имплицира ниже профите када банка одступи од егзогено дефинисаног циљаног односа кредита и депозита. Конкретна спецификације ове функције није потребна, с обзиром на то да су само њени изводи потребни за динамику каматне стопе [видети *Roger and Vlcek* (2011)]. Ови трошкови плаћају се држави.

Услов оптималности након преуређења преставаља једначину непокривеног каматног паритета, са изводом функције пенализације²² и обавезном резервом:

$$(1 + i_t^{dd}) = (1 + i_t^*) (1 + Prem_t) \dot{S}_{t+1} \frac{1}{1 - rr} - \frac{rr}{1 - rr} \dot{S}_{t+1} + \left(\frac{\bar{L}_t^d + \bar{L}_t^f + \bar{B}_t}{\bar{D}_t} - \eta \right) \omega_1, \tag{30}$$

и

$$(1 + i_t^{bd}) = (1 + i_t^*) (1 + Prem_t) \dot{S}_{t+1} \frac{1}{1 - rr} - \frac{rr}{1 - rr} \dot{S}_{t+1} + \left(\frac{\bar{L}_t^d + \bar{L}_t^f + \bar{B}_t}{\bar{D}_t} - \eta \right) \omega_2, \tag{31}$$

где је η захтевани ратио кредита и депозита, а ω_1 и ω_2 параметри скалирања. Према томе, функција пенализације обезбеђује механизам којим се модел затвара, балансирајући кредите и депозите у економији. Ако су банке суочене с високом

²² Извод трошковне функције по депозитима је $\left[fc\left(\frac{L+B}{D}\right) \right]' = -fc'(D)$ док за извод по страним депозитима претпостављамо да је једнак нули, т.ј. $\left[fc\left(\frac{L+B}{D}\right) \right]' = 0$.

тражњом за кредитима, повећање стопа на кредите и депозите стимулисаће штедњу и дестимулисаће узимање кредита. Овакав механизам сличан је премији еластичној на дуг, који су описали *Schmitt-Grohe* и *Uribe* (2001).²³ Може се приметити и да, ако је стопа обавезне резерве на нули и ако нема захтеваног односа кредита и депозита, (30) и (31) постају чисти непокривени каматни паритети.

Преуређењем услова првог реда по кредитима и депозитима у страниј валути и претпостављајући да су $fc'(\bar{D}_t^f)$ и $fc'(\bar{L}_t^f)$ једнаки нули, добијамо:

$$(1 + i_t^{df}) = (1 + i_t^*)(1 + Prem_t), \quad (32)$$

$$(1 + i_t^{bf}) = (1 + i_t^*)(1 + Prem_t) \frac{1}{1 - rr} - \frac{rr}{1 - rr}. \quad (33)$$

Под претпоставком да су $Prem_t$, i_t^* и $\dot{S}_{t+1} - 1 = \Delta S_{t+1}$ ниски, тако да су њихови производи блиски нули, (30)–(33) могу се представити у економски интуитивнијој форми:

$$i_t^{dd} = \frac{i_t^* + Prem_t}{1 - rr} + \Delta S_{t+1} + \left(\frac{\bar{L}_t^d + \bar{L}_t^f + \bar{B}_t}{\bar{D}_t} - \eta \right) \omega_1, \quad (34)$$

$$i_t^{df} = \frac{i_t^* + Prem_t}{1 - rr} + \Delta S_{t+1} + \left(\frac{\bar{L}_t^d + \bar{L}_t^f + \bar{B}_t}{\bar{D}_t} - \eta \right) \omega_2, \quad (35)$$

$$i_t^{df} = i_t^* + Prem_t, \quad (36)$$

$$i_t^{bf} = \frac{i_t^* + Prem_t}{1 - rr}. \quad (37)$$

Важно је нагласити да (34) даје једначину непокривеног каматног паритета, тј. како разлика (спред) између домаћих и страних каматних стопа утиче на динамику девизног курса. Каматна стопа на штедњу у динарима одређена је основном каматном стопом НБС:

$$i_t^{dd} = i_t^{mp} - Prem_t^{dd}, \quad (38)$$

где је $Prem_t^{dd}$ разлика (спред) између основне каматне стопе и каматне стопе на депозите у локалној валути. Јака веза између ове две стопе може се приметити на слици 4.

3.4.2. Малопродајне банке

Постоји континуум k монополистички конкурентних малопродајних банака које купују кредите од veleпродајних банака, диференцирају их и даље их одобравају домаћинствима и предузећима. Претпоставка монополистичке конкуренције уводи ригидност у каматне стопе на кредите. Логика је слична као код ригидности цена

²³ У моделској једначини коригујемо услов непокривеног каматног паритета да бисмо увели одређену перзистентност у реакцији номиналног девизног курса на шокове.

описане у 3.3.2. У складу с *Benes and Lees* (2007), постоји вероватноћа реоптимизације стопе на кредите $(1 - \xi_n)$, где се $n \in d, f$ односи на кредите у домаћој односно у страниој валути. Максимизација профита:

$$\max_{i_t^{ln}(k)} \sum_{t=0}^{\infty} \xi_n^t [(1 + i_t^{ln}(k))L_t^n(k) - (1 + i^{bn})L_t^n(k)], \quad (39)$$

ограничена је опадајућом кривом тражње за кредитима:

$$L_t^n(k) = \left(\frac{1 + i_t^{ln}(k)}{1 + i^{bn}} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} \tilde{L}_t^n, \quad (40)$$

где θ представља еластичност на каматне стопе.

Услови првог реда дају једначину типа Филипсове криве за обе каматне стопе:

$$i_t^{ld} = \frac{1}{1+\beta} i_{t-1}^{ld} + \frac{\beta}{1+\beta} i_{t+1}^{ld} + \frac{(1-\xi_d)(1-\xi_d\beta)}{\xi_d(1+\beta)} \left(\frac{i_t^{bd} + Sprd^d}{i_t^{ld}} \right), \quad (41)$$

$$i_t^{lf} = \frac{1}{1+\beta} i_{t-1}^{lf} + \frac{\beta}{1+\beta} i_{t+1}^{lf} + \frac{(1-\xi_f)(1-\xi_f\beta)}{\xi_f(1+\beta)} \left(\frac{i_t^{*} + Prem_t + Sprd^f}{i_t^{lf}} \right), \quad (42)$$

где $Sprd^d$ и $Sprd^f$ означавају спредове (маржу) у домаћем банкарском сектору на домаће и стране кредите, респективно.

На крају, укупна понуда кредита и депозита једнака је тражњи, што дефинишу следећи идентитети:

$$\tilde{L}_t^n = L_t^n \quad (43)$$

$$\tilde{D}_t^m = D_t^m \quad (44)$$

$$\tilde{F}_t^B = F_t^B \quad (45)$$

$$(46)$$

где $n \in \{hd, hf, fd, ff\}$ и $m \in \{d, f\}$.

3.5. Централна банка

Централна банка циља међугодишњу инфлацију ($\log \dot{P}4$) четири тромесечја унапред на основу правила монетарне политике за једнонедељни *BELIBOR*, који у овом моделу третирамо као оперативни циљ.

Функција реакције централне банке има форму:

$$i_t^{mp} = \phi_i i_{t-1}^{mp} + (1 - \phi_i) \left(\bar{r}_t^{mp} + \log \dot{P}_t^{target} + \phi_p (\log \dot{P}_{t+4} - \log \dot{P}_{t+4}^{target}) \right) + \varepsilon_t^{mp}, \quad (47)$$

где је i_t^{mp} основна каматна стопа НБС, \bar{r}_t^{mp} равнотежна реална каматна стопа, $\log \dot{P}_t^{target}$ циљана инфлација, док израз у унутрашњој загради обележава одступање инфлације од циља четири периода унапред. Параметар ϕ_i представља перзистентност каматне стопе, док је ϕ_p пондер одступања од циља у правилу (јачина реакције монетарних власти на одступање). Шок монетарне политике је ε_t^{mp} .

3.6. Држава

Држава у моделу прикупља паушалне порезе, наплаћује казну од банака, издаје обвезнице и троши крајње производе. Њено буџетско ограничење је:

$$P_t G_t + (1 + i_{t-1}^{bd}) B_{t-1} = B_t + \Gamma_t, \quad (48)$$

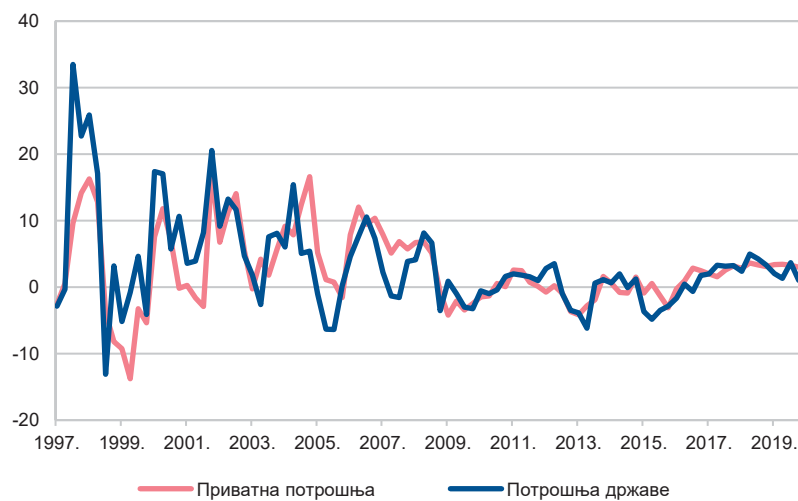
где Γ_t означава паушалне порезе и приходе од казни банака. Буџетско ограничење државе није правило фискалне политике [Andrle et al. (2009)]. Претпоставка је да је однос државних обвезница и државне потрошње константан.

Држава прилагођава своју потрошњу тако да одржи однос номиналне државне и приватне потрошње константним.

$$\frac{P_t G_t}{P_t C_t} = \left(\frac{P_{t-1} G_{t-1}}{P_{t-1} C_{t-1}} \right)^{\rho_g} \left(\frac{PG}{PC} \right)^{1-\rho_g} \exp(\varepsilon_t^G). \quad (49)$$

Ово једноставно фискално правило у складу је са емпиријски показаном снажном корелацијом између кретања приватне и државне потрошње на историјском периоду (слика 6).

Слика 6. Приватна и јавна потрошња
(мг раст, у %)



Извор: РЗС и НБС.

3.7. Остатак модела

3.7.1. Извоз

Реални извоз функција је стране тражње и реалног девизног курса, као апроксимације ценовне конкурентности извозних предузећа:

$$X_t = X_{t-1}^{\rho_x} \left(\frac{P_t^*}{P_t^X / S_t} \right)^{\omega_x} (Y_t^*)^{\omega_{Y^*}} \exp(\varepsilon_t^X) \quad (50)$$

где параметар ρ_x представља перзистентност тражње за извозом, ω_x еластичност тражње за извозом на релативне промене цена, а ω_{Y^*} еластичност извоза на страну тражњу.

Цена извоза, P_t^X , независна је од домаћег привредног циклуса и у потпуности је одређена на међународним тржиштима,²⁴ а изведена преко односа размене.

Односи размене следе ауторегресиони процес:

$$TOT_t = TOT_{t-1}^{\rho_{tot}} \exp(\varepsilon_t^{tot}), \quad (51)$$

који су преко идентитета повезани са извозним ценама:

$$TOT_t = \frac{P_t^X}{P_t^* S_t} \quad (52)$$

Страна тражња је егзогени $AR(1)$ процес:

$$Y_t^* = Y_{t-1}^{\rho_{Y^*}} \exp(\varepsilon_t^{Y^*}). \quad (53)$$

3.7.2. Нето инвестициона позиција

Из буџетског ограничења домаћинства и државе, као и монополистичке конкурентности предузећа и банака, може се извести једначина нето инвестиционе позиције:

$$F_t^B = F_{t-1}^B (1 + i_{t-1}^*) \dot{S}_t (1 + Prem_{t-1}) - P_t^X X_t + P_t^* S_t M_t, \quad (54)$$

где позитивна вредност нето девизних резерви F_t^B имплицира да је земља нето дужник.

3.7.3. Премија ризика

Премија ризика прилагођава се нивоу и променама нето инвестиционе позиције. Логика ове везе је да виши ниво нето инвестиционе позиције одражава већа

²⁴ Ово својство нам омогућује да ухватимо контрациклично кретање спољнотрговинског биланса у земљама у успону [Aguilar and Gopinath (2004)], с обзиром на то да је извоз у моделу егзоген, а увоз процикличан.

позајмљивања из иностранства, што за последицу има даљи раст премије ризика и самим тим више трошкове камата. Једначина која описује кретање премије ризика дата је на следећи начин:

$$Prem_t = \rho_{Prem} Prem_{t-1} + (1 - \rho_{Prem})(\omega_p(F_t^B - F_{t-1}^B) + \omega_{pl}F_t^B) + \varepsilon_t^{premia}, \quad (55)$$

где ω_p одређује сензитивност премије ризика земље променама у задуживању у иностранству, а ω_{pl} сензитивност премије на ниво спољне задужености земље.

4. Својства модела

Испитивање својстава модела омогућава нам да оценимо у којој мери модел обухвата основне карактеристике српске економије. Приликом израде модела покушали смо да репродукујемо и допунимо основне карактеристике модела *QPM* који НБС већ користи, узимајући притом у обзир емпиријске доказе и основну економску логику.

Филтрација конзистентна с моделом, која резултира оцењеним јазовима и трендовима на основу историјских података, спроведена је употребом Калмановог филтера,²⁵ што је представљено у делу 4.3. Посебна пажња посвећена је калибрацији и оцени параметара, која је показана у делу 4.1. Ради оцене динамичких својстава модела, прво смо анализирали функције одговора на импулсе, што је дато у делу 4.2.

4.1. Калибрација и анализа сензитивности

Параметри модела су калибрисани.²⁶ Током калибрисања, неколико критеријума је коришћено при подешавању вредности параметара, као што су анализа сензитивности и одговора на импулсе, експертска процена, сагласност с литературом и искуства других земаља.

Параметри модела могу се поделити у четири групе: 1) параметри равнотежног стања, који одређују својства модела у дугом року, 2) учешћа у равнотежном стању, 3) транзиторни параметри, који одређују краткорочну динамику модела и 4) перзистентност.

Параметри равнотежног стања углавном су били калибрисани, при чему су у обзир узети скорашњи трендови, уз експертске процене. Њихове вредности дате су у табели А1.

Калибрација транзиторних параметара спроведена је уз помоћ анализе моделских одговора на импулсе и анализе сензитивности ради утврђивања теоретски утемељеног

²⁵ Употреба мултиваријационе процедуре погодна је зато што не захтева претходно филтерисање. Модел се користи употребом *IRIS Toolbox*-а (Benes, 2014).

²⁶ Један мали део параметара оцењен је методом најмањих квадрата. Ово је коришћено за перзистентност егзогених варијбли и појединих дугорочних трендова.

понашања модела и одражавања специфичних карактеристика српске економије. Вредности тих параметара дате су у табели А2.

Као што смо већ рекли, ниво евроизације у Србији је 78% за депозите становништву (без привреде) и 67% за кредите привреди и становништву. Како у моделу користимо јединствено учешће за евроизације, узели смо вредност која је између ове две, 71%, која је ближа евроизацији кредита, с обзиром на то да је њихов укупан износ знатно већи од износа девизне штедње. У моделу је претпостављен фиксни ниво евроизације.

Како је показао *Fuhrer* (2000), да би се узео у обзир „грбав” (*hump-shaped*) одговор потрошње на разне шокове, неопходно је у њену једначину укључити тзв. навику. Увођење навике одражава чињеницу да потрошачи, док реагују на шокове који погађају привреду, настоје да умање осцилације потрошње, чиме доприносе споријем реаговању потрошње. Ми смо подесили различите коефицијенте за навику у моделу с два типа домаћинства. Нето штедише ће теже променити свој образац потрошње, па је њихов коефицијент за навику подешен на 0,8, што је више у односу на 0,3 за дужнике.

Ригидности цена укључене су путем Калвовог механизма, где је вероватноћа да ће предузеће примити сигнал да реоптимизује цене подешен на 0,35. Ово за последицу има то да ће предузеће мењати цене на девет месеци, што је, на пример, чешће него у зони евра у целини [видети *Smets and Wouters* (2003)] и чешће него у појединим земљама зоне евра [видети *Levy and Smets* (2010)].²⁷

Како је српска економија мала и отворена, са знатном зависношћу од страног капитала, осетљивост премије ризика земље на учешће позајмљивања из иностранства у укупној потрошњи има значајну улогу у објашњењу њеног динамичког одговора на разне шокове. Ми смо овај параметар подесили на 0,005, што је вредност која за резултат даје пожељне ефекте и понашање модела.

Одговарајућа калибрација параметара који представљају трошкове казне за банкарски сектор у проширеној једначини непокривеног каматног паритета показала се веома битном за постизање пожељних својстава модела. Виши параметар за казну даје већи значај захтеваном односу кредита и депозита у одређивању каматних стопа на депозите и кредите. У зависности од разлике (спреда) између тих стопа, ово утиче на реалне маргиналне трошкове предузећа, а самим тим и на инфлацију. Уз помоћ анализе сензитивности, вредност тих параметара одредили смо на 0,03 у једначини за каматне стопе на домаће депозите и на 0,02 за велепродајне каматне стопе на кредите.

Оцењени параметри укључују перзистентност раста трендова реалних варијабли у моделу. Они су приказани у табели А3 заједно с перзистентношћу из структурних једначина.

²⁷ На пример, предузећа у Италији и Португалији мењају цене у просеку на десет, односно дванаест месеци, респективно. С друге стране, у Словачкој и Румунији цене се мењају чешће, свака четири или пет месеци, респективно. *Murarik* (2011) за Чешку је израчунао да имплицитан период без промена за сва изабрана добра износи десет до једанаест месеци.

Учешћа у моделу израчуната су углавном тако што су у обзир узети скорашњи подаци, али и структурни ломови након избијања светске финансијске кризе (табела А4).

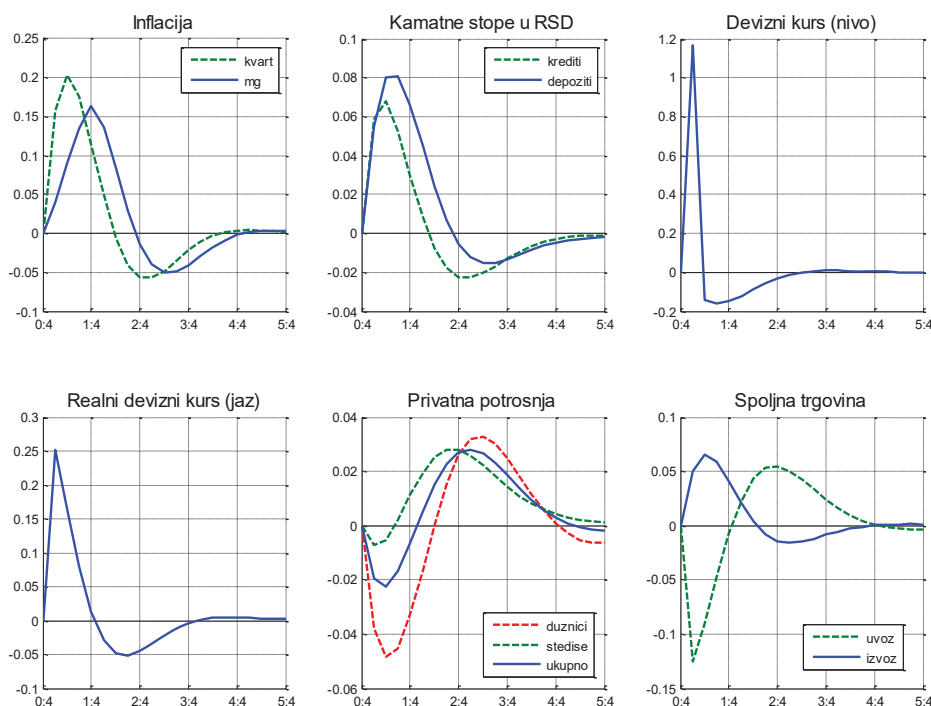
4.2. Функција одговора на импулсе

4.2.1. Неочекивана депрецијација

Неочекивана номинална депрецијација има снажне реалне последице у евроизованој/доларизованој економији. С обзиром на позајмљивање у страниј валути, свака депрецијација подиже трошкове отплате дужника. Стога, као последица номиналне депрецијације, дужници смањују своју потрошњу.

Овакво понашање може се видети када симулирамо неочекивани депрецијацијски шок од 1% иницијално. То најпре подиже стопу инфлације, што даље узрокује поштравање монетарне политике централне банке. Као последица, повећава се и депозитна и каматна стопа на кредите у локалној валути. Док штедише у почетку не мењају своју потрошњу, дужници је смањују. Смањење је подстакнуто већим домаћим каматним стопама на кредите у случају домаћих дужника, као и већим трошковима отплате оних који су позајмљивали у страниј валути. Поред домаћинстава, предузећа која позајмљују у страниј валути такође се суочавају с већим трошковима отплате због номиналне депрецијације. То ствара додатне притиске навише на домаће цене. Укупна потрошња се опоравља у наредним периодима, јер се очекује пораст инфлације, што смањује реалне каматне стопе на депозите и кредите.

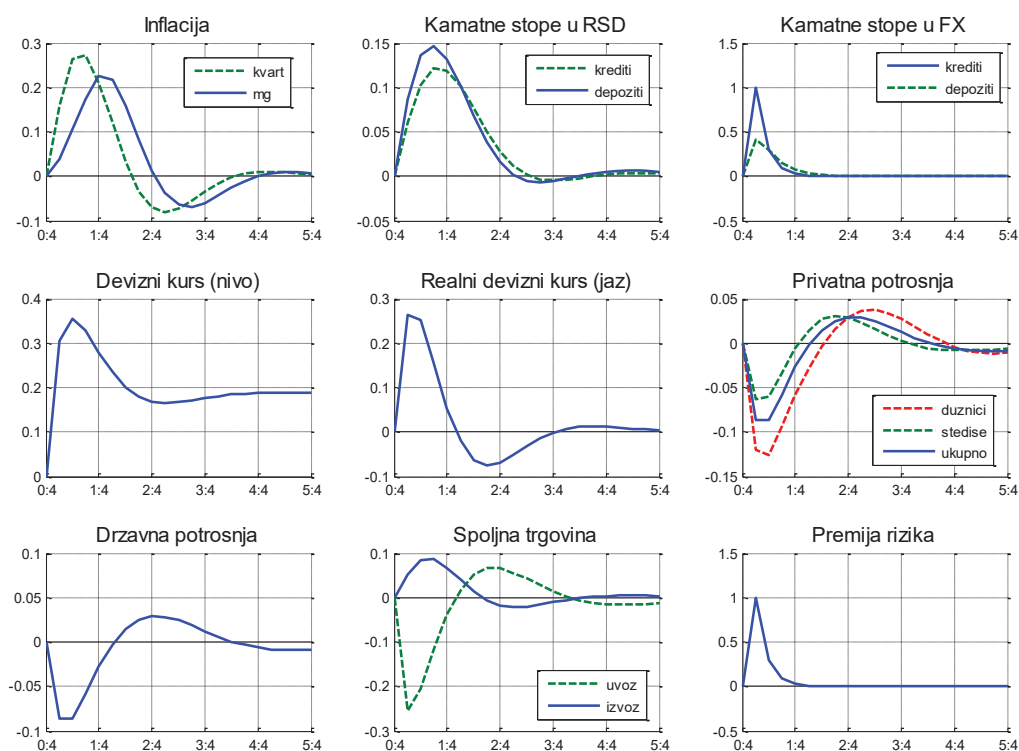
Слика 7. Шок у ном. девизном курсу (одступање у %/п.п. од равнотежног стања)



4.2.2. Шок у премији ризика

Висока мобилност токова капитала чини економије рањивим на шокове у премији ризика. Као што се може видети на слици 8, као директан резултат раста премије ризика за 1 процентни поен, каматна стопа на девизе расте, а домаћа валута последично слаби. Депрецијација подстиче раст инфлације, што за последицу има заоштравање монетарне политике. Виша каматна стопа (и на домаћу валуту и на девизе) негативно утиче на домаћу потрошњу (што ублажава инфлаторне притиске потекле од депрецијације). С друге стране, нето извоз је у порасту услед реалне депрецијације динара. Шок слаби како се премија ризика враћа у почетно стање.

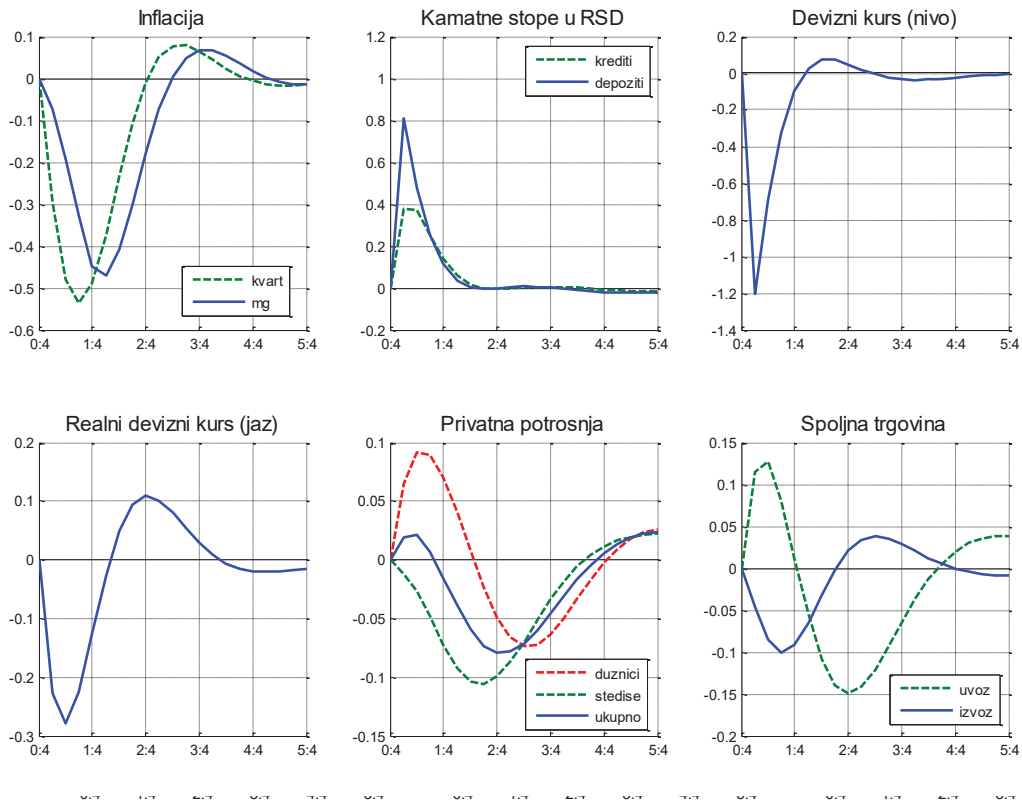
Слика 8. Шок у премији ризика (одступање у %/п.п. од равнотежног стања)



4.2.3. Раст каматне стопе

У овој симулацији претпоставили смо егзогени раст основне каматне стопе централне банке од 100 базних поена. Промене у основној каматној стопи делују путем два главна канала – канала девизног курса и канала каматне стопе. Прво, подизање каматне стопе узрокује номинално јачање динара преко непокривеног каматног паритета. То имплицира реалну апрецијацију, стварајући дезифлаторне притиске путем нижих реалних маргиналних трошкова, али и негативно утиче на бруто домаћи производ због угрожавања спољне конкурентности. Истовремено, виша реална каматна стопа дестимулишућа је за потрошњу штедиша, што резултира негативним ефектима на бруто домаћи производ. Може се приметити да је у случају потрошње дужника почетни ефекат шока позитиван, јер се њихова рата смањује због номиналне апрецијације (слика 9).

Слика 9. Раст основне каматне стопе (одступања у %/п.п. од равнотежног стања)

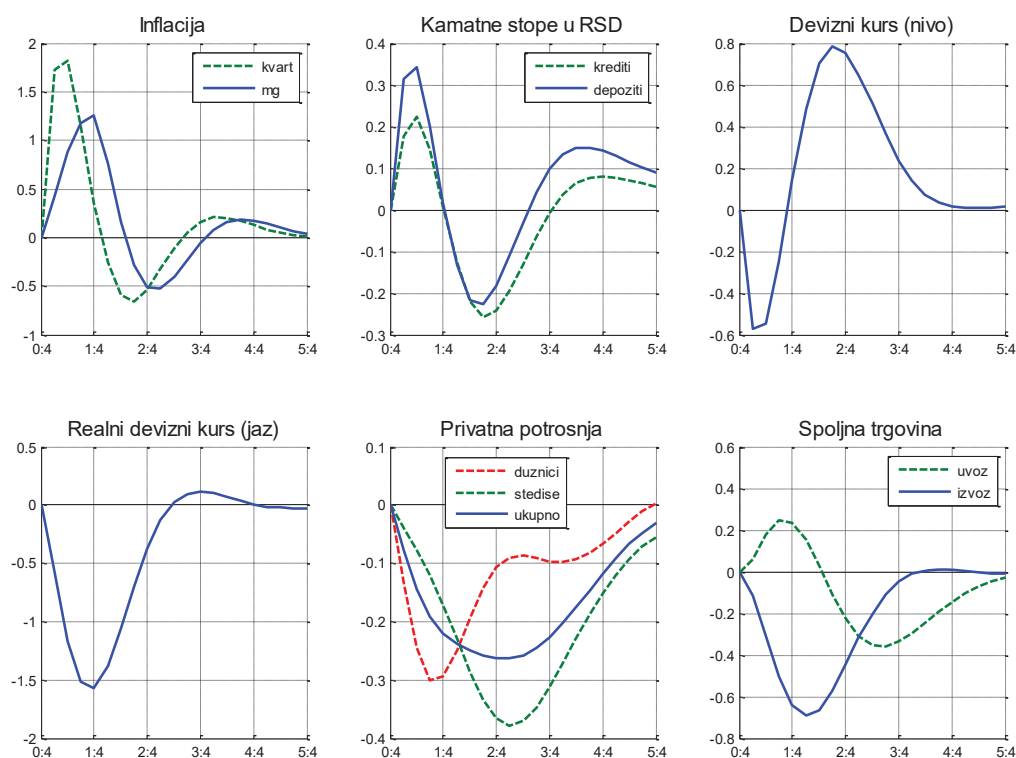


4.2.4. Инфлациони (трошковни) шок

Неочекивани шокови на инфлацију су чести, и узороковани екстерним или интерним факторима. Веома често ти шокови могу бити повезани с појединачном компонентом из индекса потрошачких цена.

Шок од 1 процентног поена у тромесечној инфлацији (слика 10) повећава међугодишњу инфлацију, која, због своје перзистентности, достиже свој максимум три тромесечја касније. Централна банка постепено повећава своју основну каматну стопу, реагујући на међугодишњу инфлацију четири периода унапред. Ова реакција изазива номиналне апрецијације курса, што, заједно са инфлацијом, подстиче реално јачање динара. Последични пад ценовне конкурентности резултира падом нето извоза, што је главни разлог томе зашто бруто домаћи производ достиже минимум годину дана након шока. У исто време, реална апрецијација снижава реалне маргиналне трошкове произвођача међупроизвода, што додатно доприноси смањењу инфлације. Иницијално више реалне каматне стопе на депозите дестимулишу потрошњу, доприносећи паду цена.

Слика 10. Шок у инфлацији (одступања у %/п.п. од равнотежног стања)



4.3. Примена модела на подацима за Србију

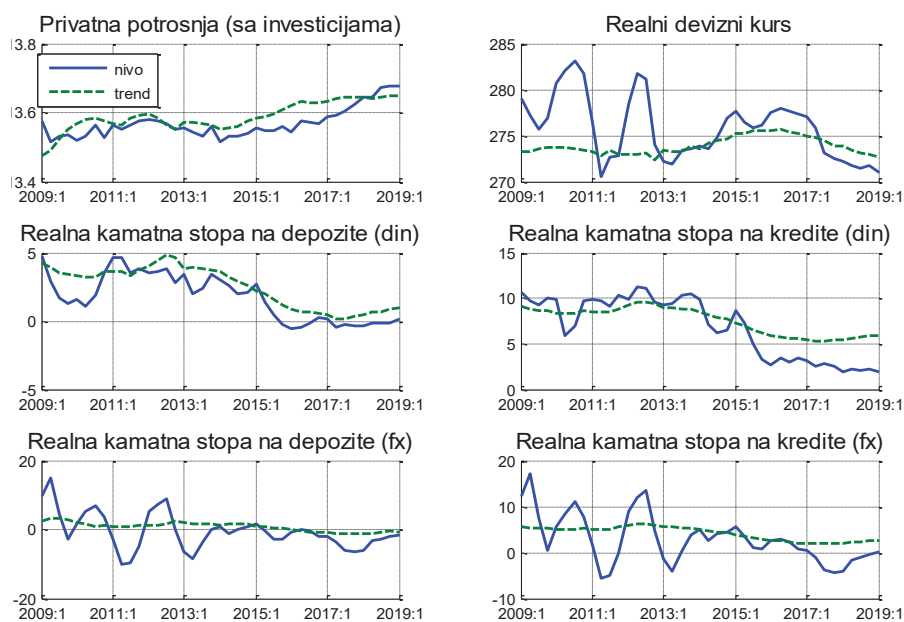
4.3.1. Филтрирање података

Модел који је представљен у претходном делу јесте стационаран, без раста у равнотежном стању. Стога, да би се применио на податке, модел је допуњен једноставним једначинама за трендове. Ове једначине су подешене тако да се трендови враћају у равнотежно стање са одређеном перзистентношћу. Поред тога, трендови појединих варијабли повезани су једначинама, као што је реални непокривени каматни паритет, који повезује реалну каматну стопу за Србију, реалну каматну стопу за зону евра, премију ризика и реални девизни курс. Овде нећемо улазити у детаље ових једначина, већ ћемо графички приказати филтрацију појединих варијабли.

За примену модела на подацима користимо стандардни двострани Калманов филтер [Harvey (1990), Hamilton (1994)]. Веродостојност модела процењена је визуелном анализом резултата филтрације, уместо формалне оцене методом максималне вероватноће. Конкретније, параметри модела који су резултат калибрације анализе сензитивности третирају се као дати у процесу филтрације Калмановим филтером. Стандардне девијације резидуала и грешке мерења калибрисани су у складу с моментима података и макроекономском причом. Декомпозиција шокова је спроведена и проверена је њихова усклађеност са економском интуицијом.

Филтрација је урађена на начин конзистентан с моделом, што значи да су оцењени јазови (потрошња, каматне стопе и др.) и трендови (премија ризика, равнотежне каматне стопе и др.) варијабли повезани једначинама описаним у делу 3.

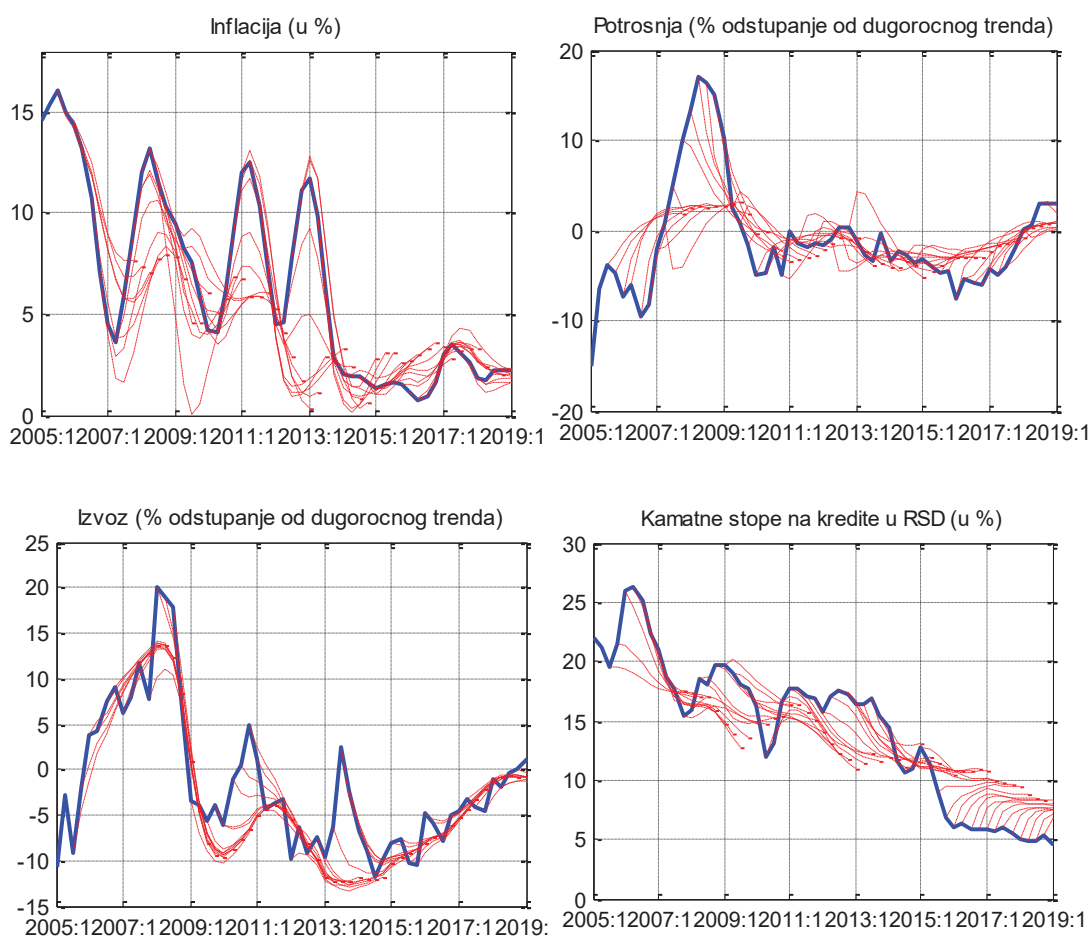
Слика 11. Филтрирани подаци



4.3.2. Симулације на историјским подацима

Сврха симулација на историјским подацима јесте да се провери како модел предвиђа варијабле на претходним периодима. У случају нестационарних серија, фокус је на циклусу, тј. на јазовима. Овде износимо на који начин модел објашњава инфлацију, јаз потрошње, јаз извоза и домаће каматне стопе на кредите. Како модели представљају поједностављен приказ стварности, симулације на историјским подацима далеко су од савршених, али се ипак може рећи да модел релативно добро предвиђа кретање посматраних варијабли (слика 12). Овде треба додати да намеравана сврха овог модела није да буде коришћен за прогнозу, већ пре свега за симулације шокова (одговори на импулсе), тако да смо у калибрацији модела више водили рачуна о овом последњем.

Слика 12. Унутарузорачке симулације на историјским подацима



5. Закључак

Главни циљ овог рада био је да се представе резултати пројекта техничке сарадње између Чешке народне банке и НБС, чији је фокус био на изради модела *DSGE* са укљученом финансијском евроизацијом. Модел је развијен тако да буде комплементаран аналитички алат Сектору за економска истраживања и статистику у НБС.

Неки од избора при моделирању (константан степен финансијске евроизације, егзогени извоз итд.) одражавају настојање аутора да модел буде погодан за употребу. Модел узима у обзир главне карактеристике трансмисије монетарне политике и разних шокова у високо евроизованој економији, као што је српска, с циљањем инфлације као стратегијом централне банке. Финансијска евроизација у моделу значи да банке прикупљају депозите домаћинстава (не предузећа, ради једноставности) у домаћој и иностраној валути и одобравају кредите домаћинствима и предузећима, такође у домаћој и иностраној валути.

У коначној верзији модела, каматне стопе на штедњу и кредите у девизном знаку функције су каматне стопе на стране (евро) обвезнице (резултат монетарне политике Европске централне банке) и ризика земље, као и стопе девизне обавезне резерве НБС.

Централна банка користи своју основну каматну стопу (представљена Тејлоровим правилом) као главни инструмент монетарне политике. Њена каматна стопа директно утиче на каматну стопу на штедњу у динарима и индексне ефекте на каматне стопе на динарске кредите.

Својства модела, конкретно, одговори на импулсе, генерално су у складу с теоријом за доларизоване економије и посматраним односима између променљивих у Србији. Негативни шок у премији ризика повећава девизне каматне стопе, преко депрецијације динара и веће инфлације, што за последицу има заоштравање монетарне политике. Депрецијација, с једне стране, побољшава нето извоз, али, с друге стране, заједно с већим каматним стопама, смањује домаћу тражњу.

То што је две трећине кредита привреди и становништву индексирано у девизном знаку очигледно чини канал каматних стопа слабијим, док већи део трансмисије иде преко девизног курса. Међутим, чак је и ово последње умањено реакцијом задужених домаћинстава. У случају депрецијације домаће валуте, то је због смањења њихове потрошње, јер се њихов тренутни терет плаћања камате на кредите индексиране у динарима повећава.

Наставак вишегодишњег тренда пада евроизације у Србији имао би импликације на својства модела. У том случају би, на пример, каматни канал трансмисионог механизма монетарне политике био јачи, док би ефекти промена девизног курса на финансијску позицију становништва и предузећа били блажи.

Коефицијенти модела калибрисани су тако да се добију логични одговори на импулсе и што је више могуће објасни кретање података за Србију. Оцена модела употребом Бајесијанске методе један је од задатака који се налази пред нама када дуже временске серије постају доступне (неки подаци су доступни само од 2010. године).

Како је модел у форми јазова, његова примена на податке представљала је велики изазов. Филтрирање података да би се добили јазови обављено је на начин конзистентан с моделом. Признајемо, међутим, да објашњење података моделом захтева даљи рад. Упркос томе, модел сматрамо корисним алатом за анализу односа између променљивих за високо доларизовану економију, посебно ако се узме у обзир сложеност канала у таквој економији. У том смислу, модел допуњује постојећи модел *QPM*, који покрива инфлацију много детаљније, али је мање детаљан када су у питању канали монетарне политике и евроизација.

Да закључимо, ову фазу видимо само као почетак процеса развоја модела *DSGE* за Србију. Даљи развој једначина, рекалибрација како би се боље уклопио у податке и/или Бајесијанска оцена коефицијента главни су будући задаци који се тичу модела представљеног у овом раду.

Прилог А: Калибрисане вредности параметара

Табела А1. Калибрисане вредности параметара равнотежног стања

Параметар	Вредност
Раст приватне потрошње	2%
Раст државне потрошње	1,5%
Раст извоза	9%
Раст увоза	6%
Раст односа размене	0%
Раст реалног девизног курса	0%
Реална кам. стопа на депозите у динарима	2,5%
Реална кам. стопа на депозите у еврима	1,9%
Реална кам. стопа на кредите у динарима	8,9%
Реална кам. стопа на кредите у еврима	5,9%
Страна реална каматна стопа	0%
Инфлациони циљ	3%
Страни инфлациони циљ	2%
Премија ризика	2,5%

Табела А2. Калибрисане вредности транзиторних параметара

Параметар	Вредност
Перзистентност монетарне политике	0,65
Коефицијент реакције на одступање од циља	2
Учешће увоза у производњи међупроизвода	0,65
Дисконтни фактор	0,99
Навика (штедише)	0,8
Навика (дужници)	0,3
Учешће девизних депозита у укупним депозитима	0,76
Сензитивност премије ризика на раст учешћа страног задуживања у потрошњи	0
Сензитивност премије ризика на раст нивоа страног задуживања у потрошњи	0,005
Параметар за пенализацију банака за i_t^{dd}	0,05
Параметар за пенализацију банака i_t^{bd}	0,02
Еластичност извоза на реални девизни курс	0,1
Еластичност извоза на страну тражњу	1,5
Ригидност кам. стопа на кредите – RSD	0,4
Ригидност кам. стопа на кредите – EUR	0,4
Ригидност цена	0,65
Ригидност плата	0,8

Табела А3. **Оцењени параметри – ауторегресиони параметри за трендове раста реалних варијабли у моделу**

Параметар	Вредност
Приватна потрошња	0,65
Државна потрошња	0,46
Извоз	0,70
Увоз	0,73
Реални девизни курс	0,50
Односи размене	0,83
Каматне стопе на депозите у динарима	0,76
Каматне стопе на депозите у еврима	0,76
Каматне стопе на кредите у динарима	0,63
Каматне стопе на кредите у еврима	0,69

Табела А4. **Односи у моделу**

Параметар	Вредност
Однос приватне и укупне потрошње	82%
Однос државне и укупне потрошње	18%
Однос номиналног извоза и ном. страног задуживања	46%
Однос номиналног увоза и ном. страног задуживања	76,5%
Однос кредита и депозита	1,7
Однос државних обвезница и депозита	25,4%
Учешће прив. потрошње и инвестиција у БДП-у	97%
Учешће државне потрошње у БДП-у	22%
Учешће увоза у БДП-у	49%
Учешће извоза у БДП-у	30%
Однос кредита и укупне потрошње	28%
Однос обвезница и укупне потрошње	4%

Литература

- Abel, A. B. (1990), „Asset Prices under Habit Formation and Catching Up with the Joneses”, *American Economic Review*, 80(2): 38–42.
- Aguiar, M., and Gopinath, G. (2004), „Emerging Market Business Cycles: The Cycle is the Trend”, *NBER Working Papers* 10734, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Andrle, M., Hledik, T., Kamenik, O., and Vlcek, J. (2009), „Implementing the New Structural Model of the Czech National Bank”, *Working Papers* 2009/2, Czech National Bank, Research Department.
- Benes, J., and Lees, K. (2007), „Monopolistic Banks and Fixed Rate Contracts: Implications for Open Economy Inflation Targeting”.
- Berg, A., Karam, P. D., and Laxton, D. (2006), „Practical Model-based Monetary Policy Analysis: A How-To Guide”.
- Bruha, J., Hledik, T., Holub, T., Polansky, J., and Tonner, J. (2013), „Incorporating Judgements and Dealing with Data Uncertainty in Forecasting at the Czech National Bank.” *Research and Policy Notes* 2013/02, Czech National Bank, Research Department.
- Calvo, G. A. (1983), „Staggered prices in a utility-maximizing framework”, *Journal of Monetary Economics*, 12(3), 383–398.
- Castillo, P., Montoro, C., and Tuesta, V. (2006), „An estimated stochastic general equilibrium model with partial dollarization: a Bayesian approach”, *Documents de Trabajo* (Banco Central de Chile), (381), 1.
- Christiano, L. J., Eichenbaum, M., and Evans, C. L. (2005), „Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy”, *Journal of Political Economy*, 113(1), 1–45.
- Copaciu, M., Nalban, V., and Bulete, C. (2016), „REM 2.0 An estimated DSGE model for Romania”, In 11th Dynare Conference, Brussels, National Bank of Belgium.
- Dixit, A. K. and Stiglitz, J. E. (1977), „Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity”, *American Economic Review*, 67(3), 297–308.
- Đukić, M., Momčilović, J., and Trajčev, Lj. (2011), „Structure and use of the medium term projection model in the National Bank of Serbia”, *Economic Annals*, 56(188), 32–61.
- Erceg, C. J., Henderson, D. W., and Levin, A. T. (2000), „Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts”, *Journal of Monetary Economics*, 46(2), 281–313.
- Gerali, A., Neri, S., Sessa, L., and Signoretti, F. M. (2010), „Credit and Banking in a DSGE model of the Euro Area”, *Journal of Money, Credit and Banking*, 42 (s1), 107–141.
- Goodhart, C. A. E., Osorio C., Tsomocos, D. (2009), „Analysis of Monetary Policy and Financial Stability: A New Paradigm”, *CESifo Working Paper* No. 2885, Munich: CESifo Group Munich.
- Hamilton, J. D. (1994), „Time series analysis”, volume 2 of *Princeton university press Princeton*.
- Harvey, A. C. (1990), „Forecasting, structural time series models and the Kalman filter”, *Cambridge university press*.
- Iacoviello, M. (2005), „House prices, borrowing constraints, and monetary policy in the business cycle”, *American economic review*, 739–764.
- Ize, A., and Rerrado, E. (2006), „Real Dollarization, Financial Dollarization and Monetary Policy”, Central Bank of Chile Santiago de Chile.

- Levy, D., and Smets, F. (2010), „Price setting and price adjustment in some European Union countries: Introduction to the special issue”, *Managerial and Decision Economics*, 31(2-3), 63–66.
- Martinez, J-S., and Tsomocos, D. (2012) „Liquidity Effects on Asset Prices, Financial Stability and Economic Resilience”, mimeo, Oxford: University of Oxford.
- Murarik, R. (2011), „Price Setting Behaviour in the Czech Republic, Micro Data Evidence”, *Statistica: Statistics and Economy Journal*.
- Rennhack, R., and Noyaki, M. (2006), „Financial Dollarization in Latin America”, International Monetary Fund.
- Roger, S., and Vlcek, J. (2011), „Putting financial and external linkages into a small macro model for emerging market and low income countries”.
- Schmitt-Grohe, S., and Uribe, M. (2001), „Closing Small Open Economy Models”, *Departmental Working Papers 200115*, Rutgers University, Department of Economics.
- Smets, F., and Wouters, R. (2003), „An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Euro Area”, *Journal of the European Economic Association*, 1(5), 1126–1175.
- Smets, F., and Wouters, R. (2007), „Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach”, *CEPR Discussion Papers 6112*, C.E.P.R. Discussion Papers.
- Urošević, B., and Grga, N. (2014), „Application of dynamic stochastic general equilibrium models to the case of the Serbian economy”, *Economic annals*, 59(201), 35–68.
- Yeyati, E. L. (2006): „Financial dollarization: evaluating the consequences”, *Economic Policy*, 21(45), 62–118.
- Yun, T. (1996), „Nominal price rigidity, money supply endogeneity, and business cycles”, *Journal of Monetary Economics*, 37(2–3), 345–370.

**ОЦЕНА СИСТЕМСКОГ РИЗИКА
ФИНАНСИЈСКОГ СИСТЕМА РЕПУБЛИКЕ
СРБИЈЕ И ВЕРОВАТНОЋЕ НАСТАНКА
СИСТЕМСКЕ КРИЗЕ**

Дарко Ковачевић

© Народна банка Србије, септембар, 2021.

Доступно на www.nbs.rs

За ставове изнете у радовима у оквиру ове серије одговоран је аутор и ставови не представљају нужно званичан став Народне банке Србије.

Сектор за финансијску стабилност

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел.: (+381 11) 3027 100

Београд, Немањина 17

Тел.: (+381 11) 333 8000

www.nbs.rs

Оцена системског ризика финансијског система Републике Србије и вероватноће настанка системске кризе

Дарко Ковачевић

Апстракт: Циљ овог рада је формирање показатеља системског стреса (ПСС) финансијског система Републике Србије на основу предложене модификације приступа оцене системског стреса који омогућава адекватније агрегирање посматраних показатеља у оквиру сегмената финансијског система. Поред тога, детаљно су приказане предности предложеног приступа у односу на најчешће коришћене приступе агрегације у литератури. Такође, предложена је математичка формулација нивоа системског ризика у финансијском систему и аналитички оквир система раног упозорења заснованог на оцени вероватноће настанка системске кризе у случајевима постојања произвољног броја режима. Показано је да је ПСС у стању да правилно препозна кризне периоде, као и ниво системског ризика финансијског система Републике Србије. У раду је показано да вероватноће настанка системске кризе, у задатом временском периоду, одлично прате динамику неопажених периода. Оптималан период у случају коришћених показатеља и релативно кратких временских серија износи шест месеци, што може пружити благовремене сигнале носиоцима политика ради ублажавања негативних ефеката на финансијску и макроекономску стабилност.

Кључне речи: Финансијска стабилност, Системски ризик, Финансијска криза, Марковљев прекидачки модел, Систем раног упозорења.

[JEL Code]: C32, G01, E44

Нетехнички резиме

Једна од важних лекција светске финансијске кризе из 2008. године јесте да национални регулатори и други органи надлежни за надзор финансијског система нису имали адекватне алате којима би се олакшало сагледавање и мерење системског ризика у реалном времену. Предуслови за развој аналитичких алата за препознавање системских ризика подразумевали су, с једне стране, разумевање економских процеса који доводе до акумулације ових ризика, а с друге стране, анализе догађаја који могу евентуално да проузрокују материјалне трошкове у реалној економији. Финансијска нестабилност може постати системски значајна, преко спољног и/или унутрашњег шока, ако је већи део финансијског система истовремено погођен. Почетак кризе на системском нивоу обично је праћен одређеним догађајем који је активира, док је опоравак дуготрајан процес, при чему је тренутак изласка из кризе често непознат. Иако је свака финансијска криза јединствена у погледу узрока, као и канала простирања на различите сегменте тржишта, од интереса је поређење различитих системских догађаја одређеним показатељима којима се може мерити ниво системског стреса.

Циљ овог рада је формирање показатеља системског стреса (ПСС) финансијског система Републике Србије на основу модификације приступа оцене системског стреса који су предложили Холо и група аутора, а који омогућава агрегирање посматраних показатеља у оквиру сегмената финансијског система. Како се композитни показатељ заснива на кретањима у различитим сегментима финансијских тржишта, он омогућава добру процену повезаности између ових сегмената, односно пружа могућност оцене системске компоненте, као и оцену кретања појединачних фактора ризика. Представљен је детаљан аналитички оквир за рачунање композитног показатеља и системске компоненте ризика који је заснован на примени Марковљевих прекидачких модела с динамичким транзитивним вероватноћама. Утврђене су предности и недостаци различитих приступа агрегације подиндекса сегмената финансијског система, на основу којих смо у раду предложили приступ који је у сагласности с методологијом композитног показатеља и омогућава егзактно математичко формулисање нивоа системског ризика. Поред тога, валидиран је број режима системске кризе применом методе Гаусових компонената. Оба приступа идентично су оценила број режима и моменте дистрибуција ПСС-а, што упућује на јединственост добијених резултата.

Такође, представљен је аналитички оквир за сигнале раног упозорења, који се заснива на методологији коришћеној приликом израчунавања ПСС-а и који омогућава јединствен оквир, не само за оцену тренутног нивоа стреса у систему већ и за оцену вероватноће настанка системске кризе у будућности у случајевима постојања произвољног броја режима. Квалитет класификације предложеног модела валидиран је оценом мера квалитета класификације у случају постојања произвољног броја режима, али и квалитативно на основу јавних обраћања носилаца економских политика и експерата.

Показано је да је ПСС у стању да правилно препозна кризне периоде, ниво системског ризика финансијског система, као и да оцени вероватноћу настанка системске кризе, пружајући значајне информације о степену акумулације ризика на финансијским тржиштима, као и могућим импликацијама на финансијску и макроекономску стабилност.

Садржај:

1. Увод.....	80
2. Формирање показатеља системског стреса	82
2.1. Сегменти финансијског система и одабрани показатељи.....	85
2.2. Оцена периода системског стреса и броја режима	91
2.3. Анализа кретања показатеља системског стреса	94
2.4. Анализа фактора ризика и степена стреса у посматраном периоду	97
3. Оцена вероватноће настанка системске кризе.....	100
3.1. Критични нивои вероватноће настанка системске кризе и оптимални хоризонт предвиђања	103
3.2. Анализа вероватноће настанка системске кризе.....	104
3.3. Верификација сигнала раног упозорења настанка системске кризе	107
4. Закључак.....	108
Прилог 1. Анализа метода агрегација подиндекса	110
Прилог 2. Списак показатеља за рачунање показатеља системског стреса	117
Прилог 3. Статистике оцењених вредности параметара модела	118
Прилог 4. Модели за оцену вероватноће настанка системске кризе.....	119
Прилог 5. Историја вести о кризи од 2008 до 2010. године.....	121
Литература	122

1. Увод

Светска финансијска и економска криза 2008. године показала је да су постојале слабости у регулацији финансијских система на међународном нивоу. Једна од важних лекција ове кризе јесте да национални регулатори и други органи надлежни за надзор финансијског система нису имали адекватне алате којима би се олакшало сагледавање и мерење ризика у реалном времену. Други проблем је био тај што регулатори нису имали адекватне регулаторне механизме за хитну интервенцију чак и када су били свесни ризика и када су оцењени неповољни трендови који могу утицати на целокупни финансијски систем. Финансијска криза је показала да микропруденцијалном надзору финансијских тржишта и посредника треба додати тзв. макропруденцијалну регулацију и надзор [Borio (2003)], с циљем да препозна неравнотеже и рањивости на нивоу финансијског система као целине. Сходно томе, покренут је велики број иницијатива, чији је циљ био преиспитивање постојећих регулаторних оквира. Истовремено, покренут је интензиван истраживачки рад ради формирања нових аналитичких алата који би надлежни органи за макропруденцијални надзор користили за правовремено доношење одлука.

Предуслови за развој аналитичких алата за препознавање системских ризика, с једне стране, јесу разумевање процеса који доводе до акумулације ових ризика, а с друге стране, анализе догађаја који могу евентуално да проузрокују материјалне трошкове (настанак финансијске кризе са значајним трошковима у реалној економији [Crotty (2009)]). У научној литератури говори се о три главна извора системског ризика: акумулација финансијских неравнотежа [Obstfeld and Rogoff (2009)], нпр. велики кредитни раст повезан са значајним растом цене активе, егзогени екстерни и/или интерни шокови, који утичу на учеснике на финансијском тржишту истовремено [Houben et al. (2004)], и ефекат ширења финансијске заразе (*contagion*) [Schwarcz (2008)].

Међународно искуство показује да финансијским кризама с високим трошковима по реалну економију често претходи упоран и прекомеран раст одређених видова активе. Током тих периода, раст потрошње и инвестиција, као и експанзија кредита за финансирање даљег раста, може постати самоодржавајући процес (*self-perpetuating process*), праћен акумулацијом ризика. Ове периоде обично карактерише слабљење стандарда банака при одобравању кредита, те и ризичније категорије дужника имају приступ банкарским средствима. Овај, наизглед одржив раст кредита, потрошње и инвестиција може бити прекинут чак и мањим финансијским шоковима уколико дође до истовременог утицаја на неколико сегмената финансијског система.

Финансијска нестабилност може постати системски значајна, преко спољног и/или унутрашњег шока, ако је већи део финансијског система истовремено погођен. Као резултат тога, у зависности од акумулације ризика и неравнотежа у билансима, велики број финансијских институција може се суочити са смањеним квалитетом капитала и проблема у пословању, који се често назива примарним ефектом. Финансијска зараза може да се јави ендегено, без обзира на поменуте процесе. Уколико, као резултат негативних спољашњих и/или унутрашњих шокова, једна банка или више њих негативно утичу на одрживост пословања других финансијских институција или чак

финансијских тржишта у целини, онда је присутан ефекат заразе који се назива секундарним ефектом.

Ово се најчешће дешава у случају неочекиваних проблема у функционисању системски значајних финансијских институција који се могу одразити на друге финансијске институције и финансијска тржишта. Важно је истаћи да у овом случају ефекти не произлазе нужно из макроекономског окружења, већ из неодговарајуће пословне политике, оперативног модела и функције управљање ризиком појединачне системски важне финансијске институције. Почетак кризе обично је праћен одређеним догађајем који је активира, док је опоравак дуготрајан процес, при чему је тренутак изласка из кризе често непознат. Поред тога, иако је свака финансијска криза јединствена у погледу узрока, као и канала простирања на различите сегменте тржишта, од интереса је да се одређеним показатељима којима се мери ниво системског стреса пореде различити системски догађаји.

Степен финансијског стреса зависи у највећој мери од величине шока који је погодио систем, степена акумулације ризика и неравнотежа у финансијском систему и реакција доносилаца одлука задужених за очување макрофинансијске стабилности, као и тржишних очекивања у погледу тих реакција. Први корак великог броја националних регулатора у успостављању унифициране методологије за израчунавање показатеља који су у стању да оцене здравље финансијског сектора јесу показатељи финансијског здравља (*financial soundness indicators*), које је предложио Међународни монетарни фонд ради међународног поређења и формирања оквира макропруденцијалних политика на националним нивоима [*IMF* (2008)]. За разлику од многобројних показатеља који се односе на економску активност и који се могу изразити у новчаном еквиваленту, ниво финансијског стреса нема своје јединствено обличје у реалној економији. Пошто не можемо да га меримо директно, идеја с којом је формиран показатељ системског стреса (ПСС), представљен у овом раду, јесте да се мере различите манифестације тог стреса. Циљ ПСС-а представља агрегирање фактора различитих сегмената финансијског система у један композитни показатељ. Како се композитни показатељ заснива на кретањима у различитим сегментима финансијских тржишта, он пружа добру процену повезаности између ових сегмената, односно пружа могућност оцене системске компоненте, као и оцену кретања појединачних фактора ризика.

Главни циљ овог рада представља конструкција ПСС за Републику Србију. Основни или општи циљ ПСС-а, као и других показатеља финансијског здравља, јесте оцена тренутног нивоа стреса (или његово одсуство) у финансијском систему. Рад пружа детаљан аналитички оквир за формирање показатеља чак и у случајевима недостатка високофреквентних података, истовремено узимајући у обзир карактеристике домаћег финансијског система које се односе на евроизацију и значајно страно власништво банкарског сектора и где је један од примарних трансмисионих механизма монетарне политике канал девизног курса. Детаљно је обрађена агрегација показатеља сегмената финансијског система и указано на предности и недостатке сваког приступа. Такође, пружен је оквир за формирање оцене вероватноће настанка системске кризе, заснован на методологији за израчунавање ПСС-а, који представља природно унапређење поменуте методологије.

Рад је подељен у четири целине. Након уводног дела, у другом делу представићемо аналитички оквир за агрегацију показатеља различитих сегмената финансијског система и формирање композитног показатеља коришћењем динамичких Марковљевих прекидачких режима. Детаљно ће бити обрађени и показатељи различитих сегмената финансијског система Републике Србије и идентификоване историјске епизоде повишеног стреса.

У трећем делу приступамо формирању методологије и математичког модела за израчунавање вероватноће настанка системске кризе, у произвољном временском хоризонту, на основу приказане методологије ПСС-а. Одабраћемо најбољи модел раног упозорења на основу мера квалитета класификације режима у случајевима постојања произвољног броја режима. Поред тога, валидираћемо добијене вероватноће настанка системске кризе на основу јавних навода носилаца економске политике Републике Србије о стању финансијског система у периоду од 2008. до почетка 2021. године.

На крају, у четвртном делу, закључићемо овај рад пружајући главне резултате спроведене анализе и доприносе научној литератури у виду представљене целовите методологије за оцену не само појединачних ризика у финансијском систему и системског ризика у целини већ и сигнала раног упозорења системске кризе.

2. Формирање показатеља системског стреса

Ради решавања неких од ових питања, овом анализом уводимо финансијски стрес-индекс под називом показатељ системског стреса – ПСС на основу методологије композитног показатеља системског стреса – *CISS*, која је предложена у раду *Hollo et al.* (2012). Основни или општи циљ ПСС-а, као и других показатеља финансијског здравља, јесте оцена тренутног нивоа нестабилности, тј. тренутног нивоа стреса у финансијском систему. У том смислу, финансијски систем се може дефинисати као скуп финансијских тржишта, посредника и инфраструктуре. Посебан подиндекс обрачунава се за сваки од сегмената финансијског система, након одговарајуће трансформације појединачних показатеља. Главна методолошка иновација приликом формирања ове врсте показатеља, представљена у раду *Hollo et al.* (2012), јесте примена портфолио теорије на агрегацију подиндекса у композитни показатељ. Портфолио агрегација узима у обзир различите мере асоцијација између различитих подиндекса. Као резултат тога, показатељ додељује већи пондер у моменту када стрес преовладава у неколико сегмената тржишта истовремено, што упућује на чињеницу да је системски ризик/стрес већи ако је финансијска нестабилност широко распрострањена у већем делу финансијског система.

Други елемент агрегације које карактерише системски ризик јесте чињеница да су тежинске функције портфолија за сваки подиндекс калибрисане на основу њиховог утицаја на индекс индустријске производње као меру економске активности једне земље.

Први корак у израчунавању ПСС-а представља формирање подиндекса за сваки од изабраних сегмената финансијског система. Најчешће коришћен приступ при агрегацији јесте приступ једнаких варијанси, који додељује исте тежине свим

посматраним показатељима. Пожељно је методологијом обухватити заједнички фактор варијабилитета који се јавља у подацима. Како би се утицаји појединачних серија података свели на упоредив ниво, неопходно је стандардизовати улазне податке свођењем на заједничку меру. У овом раду примењена је емпиријска кумулативна функција расподеле која сваки од показатеља своди на интервал од нула до један коришћењем следеће формуле:

$$z_t = F_T(x_t) = \begin{cases} r/T & \text{за } x_{[r]} \leq x_t < x_{[r+1]}, r = 1, 2, \dots, T-1 \\ 1 & \text{за } x_t \geq x_{[T]} \end{cases} \quad (1)$$

где су $x_{[r]}$, $r = 1, 2, \dots, T-1$, $t = 1, 2, \dots, T$ и T представља дужину узорка. На овај начин сваки податак у серији добија свој ранг који одговара квантилу кумулативне функције расподеле вероватноће између нула и један.

На основу портфолио агрегације композитног показатеља [*Hollo et al. (2012)*], висока корелација између појединачних ризика доприноси повећању ризика целокупног портфеља. С друге стране, ако је корелација између појединачних делова портфеља ниска, смањује се ризик целог портфеља, односно долази до диверсификације појединачних ризика.

За разлику од оригиналног приступа, у коме аутори вредност подиндекса добијају коришћењем приступа једнаких варијанси, односно отежане суме показатеља у оквиру једног сегмента, ми предлажемо другачије формирање ових показатеља, а које би било у сагласности с приступом формирања композитног показатеља и омогућава егзактно математичко формулисање нивоа системског ризика S_{ys} . Анализа постојећих и предложеног приступа агрегације детаљно је обрађена у Прилогу 1. Ако целокупан ризик појединачног сегмента посматрамо као један подиндекс, тада вредност овог показатеља, на основу теорије агрегирања ризика портфеља, можемо добити као:

$$SI_i^t = \sqrt{(\mathbf{W}_i \circ \mathbf{Z}_i^t) \mathbb{C}_t (\mathbf{W}_i \circ \mathbf{Z}_i^t)^T}, \quad (2)$$

где $z_{i,j}^t$ представља трансформисане показатеље у оквиру сегмента i , w_i временско инваријантну тежинску функцију једнаких варијанси, а \mathbb{C}_t матрицу корелација, док \circ представља Адамаров производ:

$$\begin{aligned} \mathbf{Z}_i^t &= (z_{i,1}^t, z_{i,2}^t, \dots, z_{i,j_i}^t) \\ \mathbf{W}_i &= (w_{i,1}, w_{i,2}, \dots, w_{i,j_i}), \end{aligned} \quad (2)$$

где j_i представља број показатеља сегмента финансијског система i . За тежинске функције сматрамо $w_{i,j_m} = w_{i,j_n}, \forall m, n \in J_i$.

Од појединачних подиндекса SI_i^t добијамо ПСС на основу следеће једначине:

$$SSI^t = \sum_{j=1}^q (\mathbf{W}_k \circ \mathbf{SI}^t) \mathbf{I} (\mathbf{W}_k \circ \mathbf{SI}^t)^T + (\mathbf{W} \circ \mathbf{SI}^t) (\mathbb{C}_t - \mathbf{I}) (\mathbf{W} \circ \mathbf{SI}^t)^T, \quad (3)$$

где $W_k = [w_k]$, $w_k = \begin{cases} 1 & k = j \\ 0 & k \neq j \end{cases}$, q представља број посматраних сегмената, I представља јединичну матрицу, $SI^t = (SI_1^t, SI_2^t, \dots, SI_q^t)$ одговарајуће векторске вредности подиндекса и $W = (w_1, w_2, \dots, w_q)$ одговарајућу векторску тежину подиндекса.

Први део једначине (3) односи се на утицај појединачних сегмената, односно подиндекса, док други део једначине (3) егзактно одређује ниво системског ризика Sys у тренутку t :

$$Sys^t = (W \circ SI^t)(C_t - I)(W \circ SI^t)^T \quad (4)$$

Типично, у случајевима негативних шокова у финансијском систему, више сегмената финансијског система бива погођено у исто време, што изазива високу повезаност сегмената [Lo Duca and Peltonen (2011)]. Такође, одговарајућа сума чланова може се приказати у компактнијој форми која је коришћена у раду Hollo et al. (2012):

$$PCC^t = (W \circ SI^t)C_t(W \circ SI^t)^T \quad (5)$$

Бројне су дефиниције системског ризика у научној литератури и углавном се дефинише на основу крајњег утицаја на реалну економију [De Bandt et al. (2009)]. Овде уочавамо везу између финансијског система и реалне економије, о којој смо говорили на почетку овог рада. Вектор отежања подиндекса W је константан током времена и оцењује се методом максималне веродостојности путем анализе утицаја подиндекса на међугодишњу стопу раста индустријске производње – IP :

$$\hat{l}(W|SI) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln(f(X|SI)), \text{ где} \quad (6)$$

$$f(SI|W) = \frac{1}{2\pi^{T/2} \sqrt{\det|\Sigma_t|}} \exp\left(-\frac{1}{2}((W^T SI - IP)\Sigma_t(W^T SI - IP)^T)\right)$$

Са ограничењима:

$$\sum_{i=1}^q w_i = 1 \text{ и } w_i > 0$$

У случају рачунања подиндекса, као и у случају ПСС-а, C_t представља матрицу временски променљивих корелационих коефицијената, која је дефинисана као:

$$C_t = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12,t} & \dots & \rho_{1q,t} \\ \rho_{21,t} & 1 & \dots & \rho_{2q,t} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{q1,t} & \rho_{q2,t} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Општи члан ове матрице је коефицијент корелације између променљиве i и j у тренутку t :

$$\rho_{ij,t} = \frac{\sigma_{ij,t}}{\sigma_{i,t}\sigma_{j,t}} \quad (8)$$

где је $i = 1, \dots, q$ и $j = 1, \dots, q$, $\sigma_{ij,t}$ је коваријанса између променљиве i и j у тренутку t , а $\sigma_{i,t}$ и $\sigma_{j,t}$ стандардне девијације променљиве i и j у тренутку t . Оцењују се симултано методом експоненцијално отежаних покретних просека (*EWMA*) на основу следећих формула:

$$\begin{aligned} \sigma_{ij,t} &= \lambda\sigma_{ij,t-1} + (1 - \lambda)(s_{i,t-1} - \mu_{i,t-1})(s_{j,t-1} - \mu_{j,t-1}) \\ \mu_{i,t} &= \lambda\mu_{i,t-1} + (1 - \lambda)s_{i,t-1} \end{aligned} \quad (9)$$

Вредност параметра опадања λ одређује перзистентност процеса коваријације. Високе вредности $\lambda \rightarrow 1$ означавају високу инерцију и ниску реакцију процеса на предходне вредности, и обратно [*Alexander (2009)*]. Овде $i = 1, \dots, q$ и $j = 1, \dots, q$, $\mu_{i,t}$ представља очекивану вредност променљиве, а параметар λ узима константну вредност од 0,93 [*Louzis and Vouldis (2013)*].

2.1. Сегменти финансијског система и одабрани показатељи

Главна разлика између ПСС-а и осталих показатеља финансијског здравља представља фокус овог показатеља на системску димензију финансијског стреса. ПСС обухвата 25 показатеља који осликавају величину финансијског стреса у шест најважнијих сегмената финансијског система Републике Србије: девизно тржиште, јавне финансије, тржиште новца, тржиште капитала, банкарски сектор и међународно окружење.

Један од циљева при одабиру променљивих за конструкцију ПСС-а био је обухват сегмената домаћег финансијског система, као и карактеристике међународног окружења, што се може видети у Прилогу 2. Сегменти су именовани на следећи начин: девизно тржиште – *FX*, јавне финансије – *GOV*, тржиште новца – *MON*, тржиште капитала – *EQU*, банкарски сектор – *BANK* и међународно окружење – *FOR*. Обухват показатеља домаћег финансијског система у великој мери осликава карактеристике финансијског система Републике Србије. Подаци обухватају период од јануара 2008. године закључно с мартom 2021. године. Иако временска серија обухвата период од свега тринаест година, сматрамо да је ПСС успешно дефинисао периоде који су се јавили у овом раздобљу. Променљиве су узете на месечном нивоу, иако сама методологија пружа могућност коришћења података веће фреквенције. Услед мале заступљености финансијских институција на тржишту капитала и недостатка тржишних показатеља, коришћени су месечни подаци из регулаторних извештаја финансијских институција. Самим тим, неки од показатеља који се користе у развијеним економијама [*Hollo et al. (2012)*] нису могли бити примењени у случају Републике Србије.

Први од анализираних сегмената финансијског система представља девизно тржиште. Коришћени показатељи узимају у обзир карактеристике домаћег финансијског система које се односе на релативно високу евроизацију и знатно учешће

банака у већинском власништву страних лица и где је један од најважнијих трансмисионих канала монетарне политике, поред канала каматне стопе, канал девизног курса. Поред тога што евроизација умањује ефикасност вођења монетарне и фискалне политике, кретање девизног курса изузетно је важно у условима високог кредитирања у иностраној валути, као што је то случај у Србији и присутног валутно индукованог ризика дужника. Ниво девизног курса је резултанта привредних кретања једне земље, висине каматних стопа, као и специфичности економије и њеног окружења. Поред кретања девизног курса, за обрачун ПСС-а користи се и реализована волатилност курса динара према еврџу. Показатељи волатилности се генерално посматрају као одраз неизвесности, односно што је већа волатилност, то ће и вредности показатеља који мере ниво стреса бити већа, указујући на повећане турбуленције на тржиштима. Девизно тржиште може да реагује на нове информације које се односе на очекивана кретања курса. Ипак, испоставља се да све ове информације неће увек пресудно утицати на девизни курс. Након неког времена може се утврдити да поједине информације нису биле релевантне услед асиметричне информисаности учесника. Зато је очекивано да флукуације девизног курса посматране у дужем периоду буду мање од флукуација у краћем периоду [*Dornbusch (1976)*]. Следећи показатељ девизног тржишта који се користи при формирању ПСС-а јесте просечна дневна разлика између куповног и продајног курса динара према еврџу базирана на индикативним котацијама с међубанкарског девизног тржишта и односи се на ликвидност тог валутног пара. Ликвидност било које имовине, уопштено говорећи, односи се на брзину утржења имовине. Разлика између куповног и продајног курса у себи садржи уграђену премију на ризик ликвидности, па раст те разлике води порасту вредности ПСС-а. Последњи показатељ девизног тржишта односи се на апсолутну вредност девизних интервенција Народне банке Србије на домаћем девизном тржишту. Све особине девизног курса које су досад објашњене односе се на курс, који се формира слободно на домаћем девизном тржишту на основу понуде и тражње девиза. Народна банка Србије примењује режим руковођено пливајућег девизног курса и спроводи интервенције на међубанкарском девизном тржишту ради ублажавања прекомерних краткорочних осцилација курса динара према еврџу, без намере да се утиче на одређени ниво девизног курса, нити на тренд његовог кретања, као и ради очувања стабилности цена и финансијског система и одржавања адекватног нивоа девизних резерви. Ово право Народне банке Србије у складу је с Меморандумом Народне банке Србије о циљању (таргетирању) инфлације као монетарне стратегије, која се формално примењује од јануара 2009. године, као и с програмима монетарне политике. Народна банка Србије својим девизним интервенцијама у извесној мери апсорбује стрес, који би се у супротном у потпуности одразио на девизни курс динара према еврџу. С обзиром на то, вредност девизних интервенција Народне банке Србије на домаћем девизном тржишту осликава притиске на домаћу валуту и тиме утиче на ПСС.

Други сегмент финансијског система којим оцењујемо ПСС јесте тржиште новца. Тржиште новца представља сегмент финансијских тржишта на коме се тргује краткорочним финансијским инструментима. Генерално, тргује се активом чији је рок доспећа мањи од годину дана. На овом тржишту најчешће се обављају послови трансакција жиралним новцем и краткорочним кредитима, есконтни и ломбардни

послови, као и послови с краткорочним хартијама од вредности. Пошто тржиште новца омогућава тражиоцу да у што краћем року утржи одређену активу за готовину, основну карактеристику овог тржишта представља ликвидност. Први показатељ стања на тржишту новца је *BEONIA* (*Belgrade OverNight Index Average*), која представља каматну стопу која се формира као пондерисани просек каматних стопа на преконоћне позајмице на новчаном међубанкарском тржишту. У складу са Одлуком о достављању Народној банци Србије података о преконоћним позајмицама на међубанкарском новчаном тржишту, преконоћна позајмица представља позајмљивање динарских средстава једне банке другој банци, где је рок враћања позајмице крај наредног радног дана од дана њеног давања. Укључивањем каматне стопе *BEONIA*, претпостављамо да би се у случају већих турбуленција у банкарском сектору могло догодити да се банке интензивно задужују, што би подигло просечну међубанкарску каматну стопу, па би вредност ПСС-а тада расла. Ипак, ако посматрамо историјско кретање ове стопе, примећујемо да *BEONIA* обично прати стопу по којој се врше репо операције. Поред вредности каматне стопе *BEONIA*, користимо и стандардну девијацију стопа по којима су закључене појединачне трансакције на међубанкарском тржишту новца у односу на каматну стопу *BEONIA*. Уколико стопе по којима се обављају трансакције на међубанкарском тржишту битно одступају од каматне стопе *BEONIA*, то може бити сигнал неизвесности на тржишту новца. Раст стандардне девијације води расту вредности ПСС-а. Поред вредности каматне стопе *BEONIA*, користимо и разлику између каматне стопе *BEONIA* и референтне каматне стопе. Референтна каматна стопа је основни инструмент монетарне политике Народне банке Србије. Негативна вредност овог показатеља говори о довољно високом нивоу ликвидности у банкарском систему, па очекивано умањује вредност ПСС-а. С друге стране, ако су банке принуђене да се задужују по вишој каматној стопи у односу на референтну, то треба да буде сигнал да се суочавају с мањком ликвидности. Поред поменутих показатеља, укључили смо и разлику између максималне постигнуте каматне стопе на преконоћне позајмице на међубанкарском тржишту и каматне стопе на кредитне олакшице. Према Одлуци о каматним стопама које Народна банка Србије примењује у поступку спровођења монетарне политике, каматна стопа на износ преконоћног кредита за одржавање дневне ликвидности банака (кредитне олакшице) одређује се у висини референтне каматне стопе увећане за 0,9 процентних поена. Као залог за овај кредит банке треба да приложи одређену количину динарских хартија од вредности. Ако банка није успела да подигне такав кредит код Народне банке Србије, већ је била принуђена да се задужи на међубанкарском тржишту по неповољнијој каматној стопи, значи да је имала велику потребу за додатном ликвидношћу. Ово се може тумачити као знак стреса, па позитивна вредност овог показатеља треба да увећа вредност ПСС-а. Следећи показатељ ликвидности на тржишту новца јесте издвојеност обавезне резерве. Последњег дана обрачунског периода, просек издвојености обавезне резерве за период треба да буде једнак или већи 100% обрачунатих обавезних резерви. Иако је најбоље да издвојена обавезна резерва тада буде тачно 100% обрачунатих, већа вредност није нарочито забрињавајућа, јер значи да банке имају више ликвидности него што им је неопходно. Вредност мања од 100% упућује на могућ проблем с ликвидношћу. Ово може да значи да банке нису у стању да издвоје довољно средстава за обавезну резерву, тј. да нису довољно ликвидне. Релативно висока евроизација наше привреде чини нас зависним од кретања евра на

међународним тржиштима. Из тог разлога, у обрачун ПСС-а укључена је и разлика између тромесечне каматне стопе *EURIBOR* (*Euro InterBank Offered Rate*) и каматне стопе на немачке државне обвезнице *BUND* рочности три месеца. *EURIBOR* је просечна међубанкарска каматна стопа коју између себе нуде највеће европске банке. Такође, коришћена је разлика између тромесечне каматне стопе *EURIBOR* и преконоћне каматне стопе *EONIA* (*Euro OverNight Index Average*). Каматна стопа *EONIA* је значајна зато што не само да у себи садржи тржишна очекивања монетарне политике Европске централне банке већ и ограничава кретање каматних стопа дужег доспећа. Динамика кретања разлике налазила се у фокусу емпиријских студија утицаја финансијских криза на тржиште новца [*Tamakoshi and Hamori* (2015)], које упућују на то да одређена кретања овог показатеља могу представљати рани сигнал могућих турбуленција на тржишту новца.

Тржиште капитала, као трећи сегмент финансијског система који је коришћен приликом израчунавања ПСС-а, представља тржиште на коме се новчана средства нуде и потражују дугорочно. Тржиште капитала представља институционализовано тржиште које одликују јасна правила понашања учесника и стандардизације производа. Учесницима на тржишту капитала трговање омогућава диверсификацију улагања и оптималну рочну трансформацију средстава. Светска финансијска криза показала је да, упркос мишљењима о ограниченим ефектима кризе на плитка и недовољно развијена тржишта капитала, као што је тржиште капитала у Србији, ефекти могу бити значајни. Први репрезентативни показатељ тржишта капитала односи се на трансформацију *СМАХ* [*Illing and Liu* (2006)] индекса најликвиднијих акција Београдске берзе *BELEX15* ради утврђивања наглог или продуженог пада цене капитала, који представља симптом присутног стреса на тржишту капитала. *BELEX15* квантификује перформансе најликвиднијег дела домаћег тржишта капитала. Индексну корпу акција чине обичне акције на регулисаном тржишту, а које су током претходна два тромесечја имале минимум 80% трговања на којима су закључене трансакције. Оне акције које испуњавају овај критеријум рангирају се у односу на тржишну капитализацију у слободном промету. Трансформација *СМАХ* мери максимални кумулирани губитак у одређеном периоду. За потребе овог рада посматра се максимални кумулирани губитак у току претходних 12 месеци. Веће вредности овог показатеља значе и већи кумулирани губитак, па подиже вредност ПСС-а, и обратно. Уколико је вредност акција одређене компаније висока, тржиште ту компанију процењује као вредну и стабилну. Новац уложен у њу неће бити изгубљен, јер је ризик да таква компанија пропадне мали. Инвеститори процењују све релевантне информације приликом трговања и њихова перцепција ризика остаје забележена у цени акције. Зато раст вредности овог индекса говори о мањем ризику. Разлог због којих се подаци с берзе једноставно тумаче јесте тај што берза представља једно од најликвиднијих тржишта. Ту се све трансакције обављају у реалном времену, те се информације брзо уграђују у цену. Зато цена или принос формиран на берзи представљају антиципирајуће показатеље. Поред кретања цене, од посебног интереса је и промет који се често везује за асиметричност информација учесника на тржишту [*Chae* (2005)]. Тржишни учесници не могу бити савршено информисани о пословању субјеката, па у периодима финансијског стреса тргују знатно мање из опреза. Мање вредности промета индекса *BELEX15* указују на то да вредност

ПСС-а треба да буде већа. Следећи показатељи које ћемо користити јесу реализована волатилност индекса *BELEX15* исказаног преко цене на затварању, као и реализована волатилност промета индекса *BELEX15*. Ако су колебања цене односно промета значајна, инвеститори не могу са сигурношћу да процене компанију у коју улажу. Висок степен неизвесности интерпретира се као сигнал стреса, па подиже вредност ПСС-а.

Последице финансијских криза на сегмент јавних финансија огледају се у смањењу јавних прихода услед пада економске активности. Истовремено, расту издаци и дефицит, који се покрива већим задуживањем државе на домаћем и међународним тржиштима, које у условима финансијских неравнотежа постаје скупље. Расте и потреба за државним интервенцијама ради очувања стабилности економије. Светска финансијска криза поставила је изазов државама да одрже ниво потрошње која подржава будући привредни раст. У случајевима дужих кризних периода, јавља се потреба за подржавањем агрегатне тражње, што ће ублажити притиске на јавну потрошњу, што је додатно отежано ако постоји висок дефицит пре кризе. Ово може довести до кризе сувереног дуга, која се дефинише као економски и финансијски ефекти изазвани перцепцијом немогућности државе да плати свој јавни дуг. То се обично дешава када нека земља достигне критични ниво спољног дуга и истовремено ниског привредног раста. Први показатељ јавних финансија представља разлика приноса до доспећа десетогодишње државне еврообвезнице Републике Србије и немачке десетогодишње државне обвезнице, која говори о перцепцији ризика дуга Републике Србије у односу на ниско ризичан дуг Немачке. Када разлика приноса расте, вредност ПСС-а такође расте, будући да је већи потенцијални принос повезан с већим ризиком. Следећи показатељ је разлика котација приноса до доспећа десетогодишње државне еврообвезнице. Разлика котација приноса има аналогно значење, као што је објашњено раније у раду. Велика разлика означава да се улагање у ову обвезницу перципира као ризично, па повећава вредност ПСС-а. Велика премија за ризик уграђена у разлику говори о ризику ликвидности. Показатељи волатилности указују на несигурност инвеститора у погледу вредновања активе, односно што је већа волатилност, то ће и вредности показатеља који мере ниво стреса бити веће, указујући на повећане турбуленције на тржишту. Из тог разлога у обрачун ПСС-а уврштена је и реализована волатилност приноса до доспећа десетогодишње државне еврообвезнице Републике Србије. Индекс обвезница тржишта у настајању за Србију (*EMBI Global Serbia*) представља један од подиндекса на основу ког се формира *EMBI Global* [Cavanagh and Long (1999)] и има њему аналогно значење. Повећање перцепције ризика води расту индекса обвезница тржишта у настајању, а самим тим и ПСС-а. Високе вредности консолидованог фискалног дефицита [IMF (2001)] у односу на бруто домаћи производ означава неодрживост јавног дуга једне државе и угроженост суверена као дужника и често представља сигнал инвеститорима увећаног ризика одрживости фискалне политике. *Attinasi et al.* (2009) показали су да државе које се сусрећу с највишим повећањем маргина приноса на државне хартије од вредности јесу управо државе које су у преткризном периоду имале висок однос дефицита и бруто домаћег производа. Из тог разлога, континуирано високе вредности учешћа дефицита у бруто домаћем производу представљају показатељ нагомилавања фискалних ризика и повећавају ПСС.

Посебно важан сегмент финансијског система представља банкарски сектор. Будући да је српски финансијски систем банкоцентричан, са учешћем банкарског сектора од преко 90% у активи целокупног финансијског сектора, значајан утицај на ниво ПСС-а односи се на овај сегмент. С обзиром на то да тек мањи број банака има котације акција на Београдској берзи, нису коришћени тржишни показатељи, већ регулаторни и извештајни подаци. Од репрезентативних показатеља користе се одступање, односно јаз укупних депозита, који представља цикличну компоненту укупних депозита оцењен као једнострани Ходрик–Прескотов филтер, где параметар ламбда узима вредност 14.400 [Louzis and Vouldis (2013)]. Предност примене јазова односи се на чињеницу да они садрже информације о кумулираном ефекту неравнотежа. У том смислу, јазови представљају прецизнију меру неравнотеже од стопа раста. Уколико се депозити налазе у неком тренутку испод свог дугорочног тренда, јаз је негативан, те постоји могућност да ће банке бити суочене са смањењем извора финансирања. Позитиван депозитни јаз, с друге стране, има повољан ефекат на изворе финансирања и ликвидност банака, а самим тим и на ПСС. Следећи показатељ је кредитни јаз, који се, такође, одређује као циклична компонента кретања кредита уз помоћ једностраног Ходрик–Прескотовог филтера. Негативни јаз значи да банке одобравају мање кредита него обично. Ово се може догодити због поштравања кредитних стандарда услед повећане перцепције ризика или смањене тражње за кредитима, што се везује за смањену потрошњу. У оба случаја, то је неповољан сигнал и подиже вредност ПСС-а. С обзиром на знатно учешће банака у већинском власништву страних лица, коришћен је показатељ отежане суме осигурања од кредитног ризика (*Credit default swap*) банака матица, где је тежински фактор пропорционалан учешћу у укупној билансној активи домаћег сектора [Dumičić (2014)]. Процена осигурања од кредитног ризика укључује процену рејтинга државе, фискалне и макроекономске стабилности, као и кредитни рејтинг посматране финансијске институције, који обухвата показатеље пословања и стратегију развоја. Осигурање од кредитног ризика представља антиципирајући показатељ који у реалном времену прати динамику кризних периода, те се може потенцијално користити и при формирању сигнала раног упозорења [Podpiera and Ötker (2010)]. У прилог томе говори и чињеница да су се вредности осигурања од кредитног ризика појединачних земаља повећале неколико пута током 2007. године, док показатељи финансијског здравља нису показивали знаке нагомилавања ризика све до 2008. године.

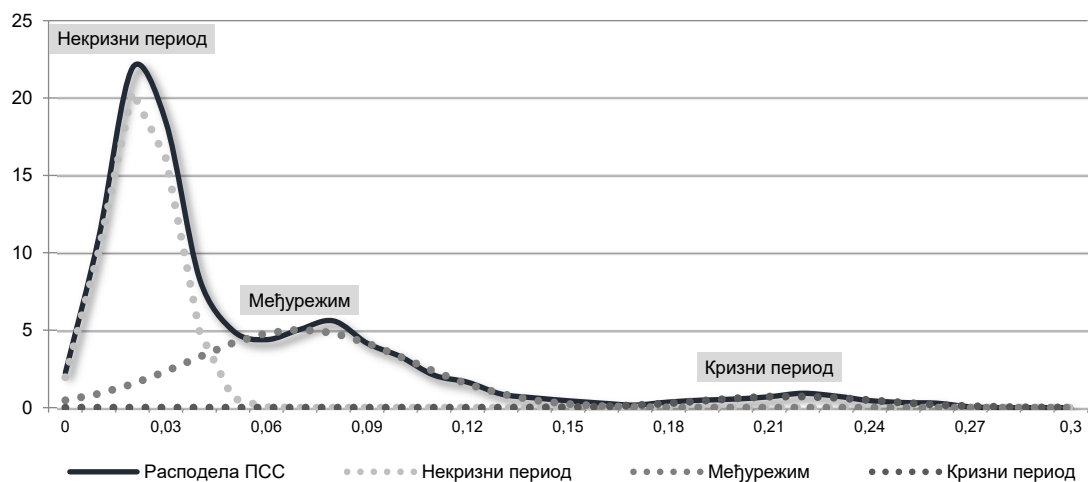
Последњи сегмент који се користи при израчунавању ПСС-а представља сегмент међународног окружења, који добија на важности услед регионализације тржишта и утицаја глобалних кретања на мале, отворене економије као што је српска. Први показатељ који је коришћен у оцени ризичности међународног окружења јесте глобални индекс обвезница тржишта у настајању (*EMBI Global*) [Cavanagh and Long (1999)]. *EMBI Global* дефинише тржишта земаља у развоју коришћењем података о доходу по становнику, као и историју реструктурирања јавног дуга. При агрегирању, у композитни *EMBI Global* уводе се релаксиранији инструменти у односу на неке друге показатеље и омогућава обухват земаља у развоју, те је обухват овог показатеља шири. Тежински фактори по појединачним државама приликом агрегације у складу је с њиховом тржишном капитализацијом. Отвореност српске економије и укљученост у

међународне токове капитала наглашава утицај међународних фактора на домаћа тржишта. Из тог разлога, од посебног интереса је праћење тржишта капитала у земљама у окружењу с обзиром на високу корелисаност с тржиштем капитала у Србији и укључивање показатеља који се односи на просечну вредност берзанских индекса земаља у окружењу, који може упутити на акумулацију стреса на овим тржиштима и евентуалног негативног утицаја на домаћа тржишта.

2.2. Оцена периода системског стреса и броја режима

Аналитички оквир има за циљ раздвајање периода високог финансијског стреса од периода са умереним или ниским нивоом стреса и заснива се на претпоставци да су својства временске серије ПСС-а зависна од релације простор–стање. На пример, претпоставља се да финансијски стрес има тенденцију груписања око различитих локалних нивоа атрактора у различитим режимима, испољавајући перзистентност у различитим раздобљима, а да се само транзиција између различитих режима одвија нагло и непредвидиво (тј. стохастички). Особине ПСС-а могу се уочити на основу емпиријске функције расподеле вероватноће, која је приказана на Слика 1.

Слика 1. Показатељ системског ризика изражен сумом Гаусових дистрибуција



Дистрибуција вероватноће ПСС-а очигледно је мултимодална и великој мери асиметрична ка десном репу дистрибуције. Ова карактеристика функције дистрибуције вероватноће сугерише на то да се емпиријска функција вероватноће може представити сумом одговарајућих параметарских расподела, од којих свака карактерише засебан прекидачки режим. Применом модела Гаусових компонената (*Gaussian mixture models*) [Press (2007)], који је приказан на Слици 1, могу се видети моменти расподела режима, који су приказани у Табели 1. Модели Гаусових компонената представљају параметарске функције густине вероватноће добијене на основу отежаних сума Гаусових расподела.

Табела 1. Основне статистике примене Гаусових мешања дистрибуција у зависности од броја режима

	2	3	4	5
<i>AIC</i>	-655,38	-688,76	-685,42	-682,60
<i>BIC</i>	-640,03	-664,21	-651,66	-639,64
Веродостојност	-332,69	-352,28	-353,71	-355,31

У моделу у наставку дате су оцене момената Гаусових дистрибуција у случају постојања три различита прекидачка режима на основу вредности информационих критеријума *AIC* и *BIC*, представљених у Табели 1.

Табела 2. Моменти Гаусових дистрибуција у случају постојања три режима

	Очекивана вредност	Стандардна девијација режима	Тежинска функција
Некризни период	0,0223	5,04E-05	56,2%
Међурежим	0,0696	5,82E-04	36,2%
Кризни период	0,1929	1,60E-03	7,6%

Као што се може видети на основу прелиминарне анализе режима, поред повећања очекиване вредности, имамо и раст волатилности показатеља при повећању ризичности одговарајућих периода.

Модели Марковљевих прекидачких режима [*Hamilton (1989)*] представљају једну од најпопуларнијих нелинеарних техника за анализу временских серија у научној литератури. Ови модели подразумевају коришћење вишедимензионалних структурних једначина које објашњавају понашање система простор–стања у случају постојања више прекидачких режима. Ако се дозволе пребацивања између структурних једначина, ови модели могу анализирати сложене динамичке обрасце понашања у временским серијама. Унапређење Марковљевих прекидачких модела представља механизам који омогућава да се пребацивање између различитих стања врши уз помоћ неопажене променљиве стања – X^S . Велика предност увођења променљиве стања јесте омогућавање зависности промене структуре модела и вероватноћа преласка из једног режима у други.

Полазећи од дефиниције генерализованог модела Марковљевих прекидачких режима (*generalized Markov switching model*), добијамо:

$$y_t = \sum_{i=1}^{N_{ns}} \beta_i x_{i,j}^{N_{ns}} + \sum_{i=1}^{N_s} \Phi_j S_t x_{i,j}^{N_s} + \varepsilon, \quad (10)$$

где N_s означава прекидачке параметре, а N_{ns} непрекидачке параметре.

Модел са укљученим само прекидачким параметрима добија се за $x_{i,j}^{N_{ns}} = 0$, односно

$$y_t = \sum_{i=1}^{N_s} \Phi_j S_t x_{i,j}^{N_s} + \varepsilon, \quad (11)$$

где $x_{i,j}^{N_S} = [1 \ 1 \ \dots \ 1]$, $i = 1, 2, \dots, N_S$ и $|S_t|$ представља број прекидачких режима. Број режима није *a priori* познат, те се мора претпоставити расподела кретања зависне променљиве y_t . Под претпоставком локалне нормалности зависне функције $(y_t | S_t = i; \theta_i) \sim N(\mu_i^F, \sigma_i^F)$, где $i = 1, 2, 3$ а θ_i^F представља скуп параметара неограниченог, односно пуног модела режима i , добијамо густину условне вероватноће зависне променљиве y_t као:

$$f(y_t | S_t = i, \theta_i^F) = \frac{1}{2\pi^{n/2} \sigma_i^F} \exp\left(-\frac{(y_t - \mu_i^F)}{2\sigma_i^F}\right) \quad (12)$$

Условна вероватноћа режима j може се изразити преко једначине:

$$\begin{aligned} P_r(S_t = j | \Psi_{t-1}, \theta_j^F) &= \sum_{i=1}^{|S_t|} P_r(S_t = j, S_{t-1} = i | \Psi_{t-1}^S, \Psi'_{t-1}, \theta_j^F) = \\ &= \sum_{i=1}^{|S_t|} P_r(S_t = j | S_{t-1} = i, \Psi_{t-1}^S, \theta_j^F) P_r(S_{t-1} = i | \Psi'_{t-1}, \theta_i^F), \end{aligned} \quad (13)$$

где $P_r(S_t = j | S_{t-1} = i, \Psi_{t-1}^S, \theta_j^F)$ представља условну транзитивну вероватноћу преласка из једног режима у други на основу претходних информација Ψ^S , θ_i^F представља оцењен вектор осетљивости транзитивних вероватноћа у односу на променљиву стања X^S . Условљена транзитивна вероватноћа може бити дефинисана пробит трансформацијом $\Phi(\cdot)$:

$$P_r(S_t = j | S_{t-1} = i, \Psi_{t-1}^S, \theta_j^F) = \Phi(X^S, \Psi^S) \quad (14)$$

Када добијемо нове информације вероватноћа налажења у режиму j , једначина (12) може се ажурирати:

$$\begin{aligned} P_r(S_t = j | \Psi_t, \theta_j^F, y_t) &= \frac{f(S_t = j, y_t | \Psi_{t-1}, \theta_j^F)}{f(y_t | \Psi_{t-1}, \theta_j^F)} = \\ &= \frac{f(y_t | S_t = j | \Psi_{t-1}, \theta_j^F) P_r(S_t = j | \Psi_{t-1}, \theta_j^F)}{\sum_{i=1}^{|S_t|} f(y_t | S_t = i | \Psi_{t-1}, \theta_i^F) P_r(S_t = i | \Psi_{t-1}, \theta_i^F)} \end{aligned} \quad (15)$$

На основу које се рачуна логаритмована функција веродостојности:

$$\log L = \sum_{j=1}^{|S_t|} \sum_{i=1}^{|S_t|} f(y_t | S_t = j, S_{t-1} = i, \Psi_{t-1}^S, \theta_j^F) \cdot P_r(S_t = j, S_{t-1} = i | \Psi_{t-1}^S, \theta_j^F) \quad (16)$$

Максимизацијом логаритмоване функције веродостојности $\max_{\theta_j^F}(\log L)$ добија се скуп параметара финалног модела.

У генерализованом случају добија се скуп једначина прекидачких режима

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \mu_1 + \varepsilon_{1t}; \varepsilon_{1t} \sim N(0, \sigma_1) \\
 y_2 &= \mu_2 + \varepsilon_{2t}; \varepsilon_{2t} \sim N(0, \sigma_2) \\
 &\vdots \\
 y_{|S_t|} &= \mu_{|S_t|} + \varepsilon_{|S_t|t}; \varepsilon_{|S_t|t} \sim N(0, \sigma_{|S_t|})
 \end{aligned} \tag{17}$$

Транзитивна матрица режима у тренутку t дефинисана је као:

$$P_t = \begin{bmatrix} p_{(1|1)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) & p_{(1|2)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) & \dots & p_{(1|S_t)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) \\ p_{(2|1)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) & p_{(2|2)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) & \dots & p_{(2|S_t)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ p_{(S_t|1)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) & p_{(S_t|2)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) & & p_{(S_t|S_t)}^t(\mathbf{X}^S, \Psi^S) \end{bmatrix} \tag{18}$$

где \mathbf{X}^S означава вектор променљиве стања, а Ψ^S вектор параметара система. Детаљније информације о алгоритму максимизације очекивања (*Expectation maximisation*) којим оцењујемо параметре модела могу се наћи у *Dempster et al. (1977)*.

2.3. Анализа кретања показатеља системског стреса

Различите спецификације модела које користе зависну променљиву $\psi_t^S = y_{t-h}$ као променљиву стања и за различите вредности броја режима i приказане су у Прилогу 3. Ауторегресивни модел с јединичним кашњењем боље прати динамику кретања ПСС-а током кризног периода, али треба бити обазрив при укључивању зависне променљиве у виду ауторегресивних чланова у једначини (10). Укључивањем ауторегресивног члана зависне променљиве и омогућавањем да коефицијенти уз овај члан буду прекидачки омогућава се да се и најмање варијације показатеља, чак и при врло ниским вредностима, односно када се показатељ налази у најмање ризичном режиму, могу протумачити као стресне епизоде. Ови модели, по правилу, имају боље вредности информационих критеријума *AIC* и *BIC*, као и вредности максималне веродостојности. На нестабилност модела упућују вишеструки прелази између супротних режима (нпр. из некризног у кризни режим). Такође, транзитивне матрице вероватноћа показују тенденцију да по дијагонали немају највеће транзитивне вероватноће. Овај проблем се у највећој мери односи на немогућност оптимизационог алгоритма да конвергира глобалном оптимуму у случају мултимодалног проблема, односно у случају великог броја параметара који се оцењују. Из тог разлога, за оцену функције веродостојности у једначини (16) коришћен је приступ [*Kovačević et al. (2014)*], који омогућава проналажење глобалног оптимума чак у и случају великог броја параметара. У складу с једначинама (3) до (6), као и једначином (16), добијен је вектор отежања \mathbf{W} по дефинисаним сегментима финансијског система:

$$\begin{aligned}
 w_{FX} &= 0,202 \\
 w_{GOV} &= 0,125 \\
 w_{MON} &= 0,229 \\
 w_{EQU} &= 0,125
 \end{aligned} \tag{19}$$

$$w_{BAN} = 0,194$$

$$w_{FOR} = 0,122$$

На основу вектора отежање приказаног у (19) може се видети да највећи оцењени утицај на ПСС имају сегменти тржишта новца, девизно тржиште и банкарски сектор, док сегмент јавних финансија, тржиште капитала и међународно окружење бележе нешто ниже вредности.

Спецификација преферираног модела представљана је ауторегресивним процесом с јединичним кашњењем променљиве стања $SAR(1)$ с три прекидачка режима, у којем слободан члан и варијанса резидуала представљају прекидачке параметре. Овакав модел назваћемо пуним динамичким Марковљевим моделом с три прекидачка режима с јединичним кашњењем променљиве стања $F-DMS(3)-SAR(1)$. Префериран модел има најбоље статистике које се односе на вредности информационих критеријума, као што се може видети у Прилогу 3. Поред тога, приказани су и резултати и оцена мере квалитета класификације режима (*Regime Classification Measure*) предложена у раду *Ang and Bekaert* (2002) и *Baele* (2005) у случајевима постојања више од два режима, која се добија на основу следеће једначине:

$$RCM(|S_t|) = 100 \left(1 - \frac{|S_t|}{|S_t| - 1} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{|S_t|} \left(p_{i,t} - \frac{1}{|S_t|} \right)^2 \right) \quad (20)$$

Ниже вредности RCM означавају бољу могућност раздвајања режима. Као што се може видети у Прилогу 3, пун модел $F-DMS(3)-SAR(1)$ забележио је најбоље резултате класификације режима. У случају постојања три прекидачка режима, на основу једначина у поглављу 2.2. добија се систем прекидачких једначина

$$y_1 = 2,31E - 02 + \varepsilon_{1t}; \varepsilon_{1t} \sim N(0, 6,30E - 05) \text{ некризни период}$$

$$y_2 = 7,40E - 02 + \varepsilon_{2t}; \varepsilon_{2t} \sim N(0, 3,95E - 04) \text{ међурежим}$$

$$y_3 = 1,87E - 01 + \varepsilon_{3t}; \varepsilon_{3t} \sim N(0, 1,86E - 03) \text{ кризни период}$$

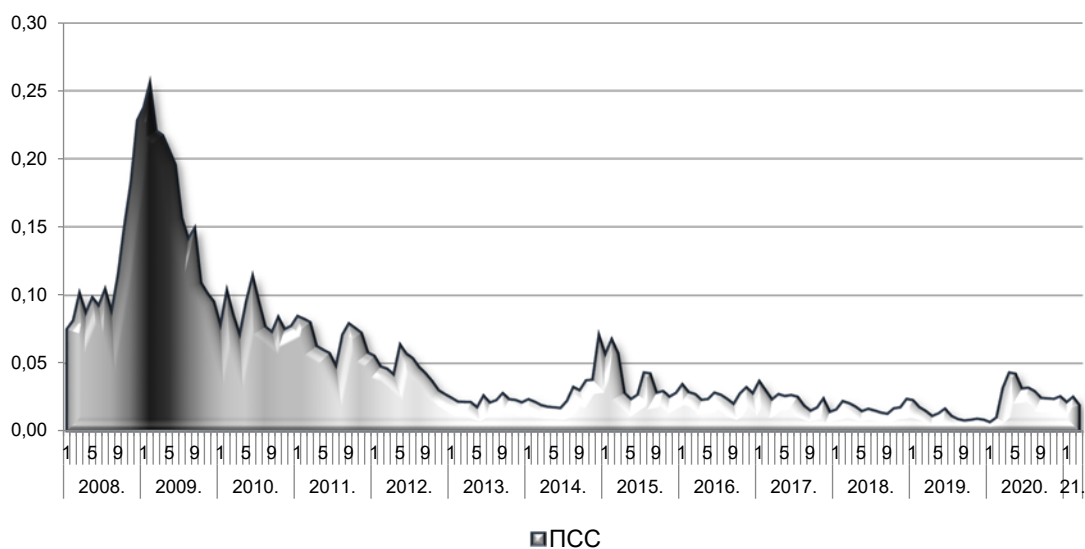
Пошто се ради о пуном моделу $F-DMS(3)-SAR(1)$, означимо параметре овог модела с натписом F :

$$\mu_1^F = 2,31E - 02, \delta_1^F = 6,30E - 05$$

$$\mu_2^F = 7,40E - 02, \delta_2^F = 3,95E - 04$$

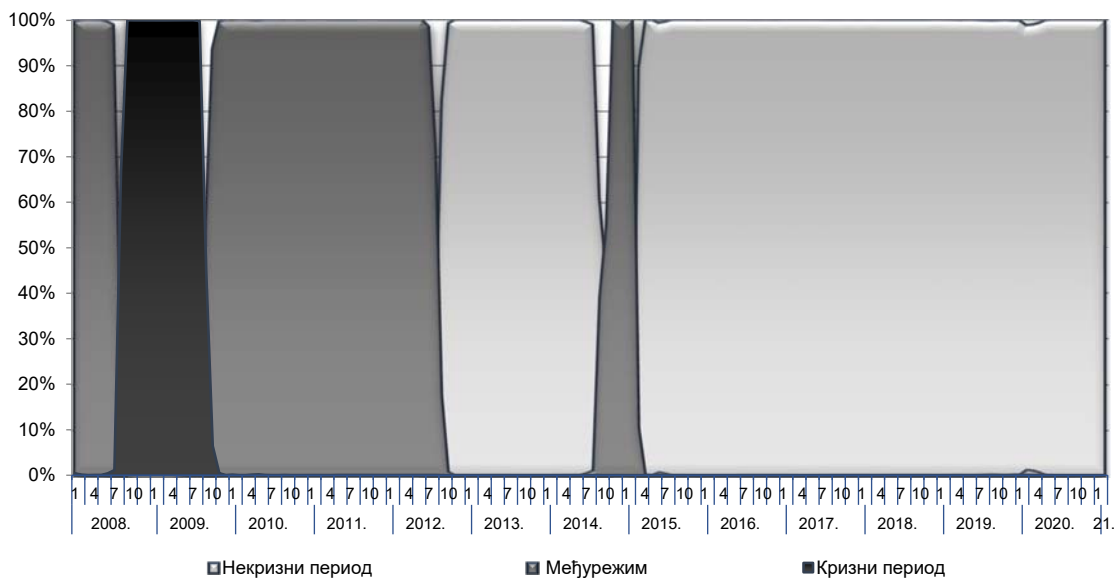
$$\mu_3^F = 1,87E - 01, \delta_3^F = 1,86E - 03$$

Слика 2. Кретање показатеља системског стреса



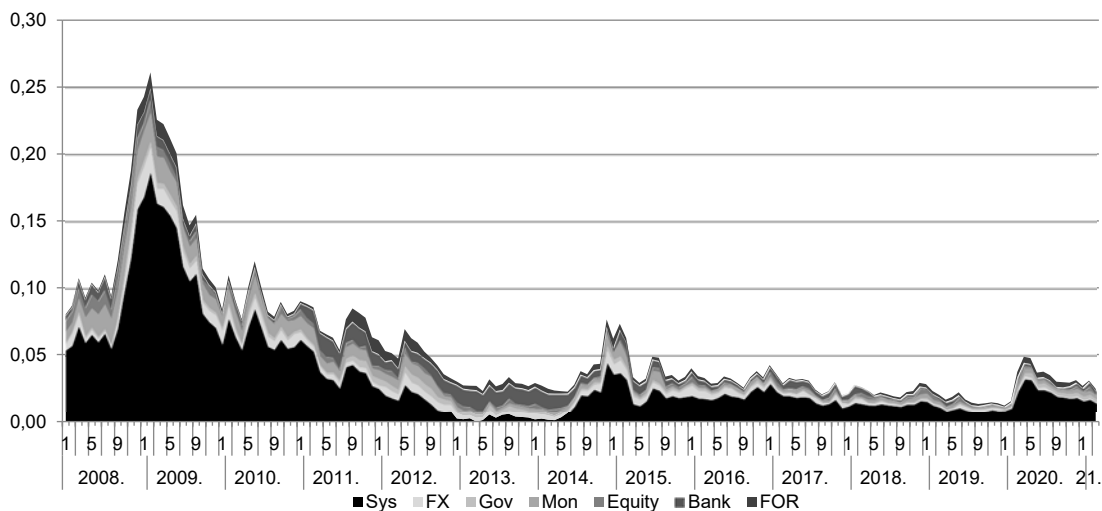
Оцењена очекивана вредност и волатилност, у статистичком смислу, разликују се у различитим режимима. Такође, вредности су у складу с прелиминарном анализом добијеном применом модела Гаусових мешања приказаној у Табели 2. Ниво очекиване вредности је најнижи у случају некризног периода и износи $\mu_1^F = 2,31E - 02$. У случају кризног периода она износи $\mu_3^F = 1,87E - 01$, што је у складу са очекиваним понашањем ПСС-а, односно да при порасту ризичности режима расте и вредност ПСС-а. С друге стране, волатилност такође оправдава економске фундаменте, где су очекиване више вредности колебања показатеља управо у кризним периодима, осликавајући повећану неизвесност. Волатилност у кризном периоду износи $\delta_3^F = 1,86E - 03$ и знатно је виша у односу на некризни и међукризни период. Како бисмо детаљније сагледали динамику режима, морамо уочити главна обележја сваког периода.

Слика 3. Условне вероватноће режима применом модела $F-DMS(3) SAR (1)$



продубљују и симултано да јачају. На девизном тржишту слаби домаћа валута према еврџу за преко 10% међугодишње, уз истовремени раст распона између куповног и продајног курса, осликавајући неизвесност на девизном тржишту. Јавне финансије такође трпе значајне шокове. У децембру 2008. године Србија бележи највишу историјску вредност премије ризика обвезница тржишта у настајању – преко 1.300 базних поена. Упоредо с тим расте и консолидовани фискални дефицит, који на крају 2009. године износи близу 4,2% бруто домаћег производа. Просечна месечна вредност *BEONIA* у јануару 2009. године достиже максимум од 18,2%. Берзански индекси бележе огроман пад. *BELEX15* је за једанаест месеци опао с преко 1.800 (јун 2008) на 400, колико је износио у априлу 2009. године. Банкарски сектор бележи кризу ликвидности, јер долази до повлачења око 6,2% укупних депозита, односно око 1,3 милијарде динара. Истовремено, захваљујући подршци матица банака које послују у Републици Србији, ликвидносна структура банака је очувана, спречавајући знатније потресе. Земље у окружењу такође се суочавају са знатним шоковима. Берзански индекси земаља у окружењу у просеку губе 55% на вредности у односу на јануар 2008. године, док глобални индекс обвезница тржишта у настајању Србије достиже свој историјски максимум у децембру 2008. године. На основу Сlike 2 и Сlike 4 можемо видети да ПСС и системска компонента достижу свој историјски максимум у фебруару 2009. године, с нивоом ПСС-а од 0,26, када је јачина кризе у Републици Србији била најизраженија.

Слика 5. Кретање показатеља системског стреса по компонентама и приказ најзначајнијих фактора ризика



У периоду од октобра 2009. до августа 2012. године постепено се смирује светска економска криза, која поприма локални карактер кризе сувереног дуга. Криза зоне евра одвија се од краја 2009. године. Неколико чланица зоне евра (Грчка, Португалија, Ирска, Шпанија и Кипар) нису у стању да отплате или рефинансирају свој државни дуг или да обезбеде значајна средства у своје финансијске системе без помоћи других земаља зоне евра или међународних финансијских институција. Европска централна банка реагује смањењем каматних стопа и обезбеђивањем повољнијих кредита ради обезбеђења ликвидности финансијског система зоне евра. У септембру 2012. године Европска централна банка смирује финансијска тржишта најавом неограничене подршке земљама

чланица зоне евра. Домаћи финансијски систем није у толикој мери погођен као током почетка 2009. године. Видљив је пораст нивоа показатеља ПСС-а у јуну 2010, септембру 2011. и мају 2012. године. У јуну 2010. године повећава се волатилност на домаћем девизном тржишту, што изазива знатније девизне интервенције Народне банке Србије у том периоду. У сегменту банкарског сектора успорава кредитна активност и расте ризичност матица банака у грчком власништву услед повећања вредности осигурања од кредитног ризика Грчке.

У септембру 2011. године јавља се следеће знатније повећање ПСС-а, у највећој мери услед кретања у међународном окружењу. У сегменту међународног окружења повећава се ниво ризика суверена, поготово Грчке и Италије, који се преноси на раст ризика банкарских група ових држава. Поред тога, нагло скачу индекси обвезница тржишта у настајању, приказујући повишену перцепцију ризика инвеститора ка тржиштима у настајању. У јуну 2012. године јавља се још један период повишеног стреса, када домаћа валута знатно слаби, бележећи 11,5% међугодишњег пада. Истовремено, први пут од избијања кризе, консолидован фискални дефицит прелази ниво од 6%, док просечна премија осигурања од кредитног ризика матица домаћих банака у страном власништву бележи историјски максимум, поготово у случају грчких и кипарских банака, осликавајући ризик сувереног дуга.

Период од децембра 2012. до почетка 2020. године обележава период ниског ризика, са стабилним вредностима нивоа системског ризика, осим периода повишеног стреса од септембра 2014. године до априла 2015. године. Овај период обележава период стабилног девизног курса и ниске и стабилне инфлације. Такође, стабилизује се вредност берзанског индекса *BELEX15*. Банкарски сектор је адекватно капитализован и високо ликвидан, уз смањене кредитне активности током 2013. и почетком 2014. године. Јављају се појединачне епизоде повишеног стреса у одређеним сегментима, који нису знатније утицали на системску компоненту ризика. Крајем 2014. године консолидован фискални дефицит достиже вредност од 6,2%, након чега почиње да пада, док индекс обвезница тржишта у настајању бележи нешто више вредности у односу на претходни период.

Пандемија изазвана вирусом корона почетком 2020. године узроковала је незапамћену здравствену и економску кризу на светском нивоу. Ради заштите живота људи, уведене су мере које су биле праћене потресима на међународном финансијском и робном тржишту, изразитим растом неизвесности и бегом у сигурну активу, што је за последицу имало оштар пад глобалне економске активности. Услед оваквих неизвесних кретања током другог тромесечја 2020. године, на раст ПСС-а највише су утицала кретања на међународном тржишту. Од краја априла, када је достигла своју највишу вредност од 312 базних поена у току 2020. године, премија ризика *EMBI* на дуг у доларима Србије враћа се на силазну путању и на крају другог тромесечја достиже вредност од 137 базних поена. Током целе 2020. очувана је релативна стабилност курса динара према еврџу, упркос појачаној неизвесности услед кризе изазване пандемијом вируса корона, уз правремене и адекватне девизне интервенције. Умерени депрецијацијски притисци, који су као последица пандемије били присутни од марта, постепено су слабили током године, а у новембру и децембру 2020. године преовладали су апрецијацијски притисци. Обиман пакет економских мера за ублажавање негативних

последица пандемије резултирао је растом фискалног дефицита и јавног дуга, који је, ипак, био међу најмањим у Европи. Учешће јавног дуга централне државе у бруто домаћем производу повећано је са 52,0% крајем 2019. на 57,4% бруто домаћег производа крајем 2020. Започети опоравак светске привреде од средине 2020. успорио је поновно ширење вируса корона од октобра 2020. године, које је условило враћање рестриктивних мера у многим земљама. Добри макроекономски фундаменти и предузете обимне мере монетарне и фискалне политике омогућили су да Република Србија боље санира последице изазване вирусом корона од већине европских земаља.

3. Оцена вероватноће настанка системске кризе

У последње време велики број научних радова бави се начинима побољшавања модела за рано упозорење, углавном путем развоја нових аналитичких алата. Поред традиционалних бинарних модела који се заснивају на примени трансформације Логит или пробит [*Berg and Pattillo (1998)*], у литератури се јављају вишедимензионални алати који се заснивају на коришћењу већег броја показатеља при конструкцији сигнала раног упозорења [*Rose and Spiegel (2012)*, *Bussiere and Fratzscher (2006)*, *Frankel and Saravelos (2010)*], применом машинског учења [*Kou et al. (2019)*], док је примена Марковљевих прекидачких модела детаљно објашњена у раду *Abiad (2003)*. У раду аутора *Kliesen et al. (2012)* наглашава се чињеница да је финансијске кризе готово немогуће предвидети. Оне су подстакнуте различитим покретачима и јављају се у различитим облицима, па је тешко најавити нове кризе ослањајући се на старе видове упозорења. Додатан проблем је тај што се ниво финансијског стреса не може директно измерити, јер нема свој еквивалент у реалној сфери.

Ми ћемо применити тзв. приступ униваријантних сигнала (*univariate signalling approach*), који се заснива на оцени одређеног сигнала током претходних кризних периода, на основу којих се проналазе критичне вредности изнад којих показатељ упућује на велику могућност појаве кризе. Овакав приступ омогућује једноставнију интерпретацију добијених резултата. Детаљнија анализа врста приступа за формирање сигнала раног упозорења може се наћи у *Kaminsky (1999)*.

У овом раду предлажемо приступ сигнала раног упозорења који се заснива на вероватноћи настанка системске кризе на основу методологије представљене у претходном поглављу. Овај приступ омогућава, за разлику од бинарних модела, анализу већег броја режима који се по интензитету могу сврстати у више или мање кризне. Иако је *ex-post* идентификација помоћу ПСС-а добра, у генералном случају неопажених кризних периода, односно периода које тек протоком времена можемо оценити као кризне и при препознавању главних фактора кризе у прошлости и доношењу закључака о периодима повећаних турбуленција, сигнали раног упозорења омогућавају благовремено дизање свести доносилаца одлука о могућем наступању системске кризе и пружају довољно времена за правовремену реакцију.

На основу пуног модела објашњеног у претходном поглављу, приступамо дефинисању ограниченог модела за оцену вероватноће настанка системске кризе. Главна карактеристика динамичких Марковљевих прекидачких модела представљају

условне транзитивне матрице стања. За разлику од статичких Марковљевих модела, вероватноће прелазака из једног режима у други временски су зависне од ендогене независне променљиве стања \mathbf{X}^S . У раду *Diebold et al. (1994)* представљени су основни градивни блокови за добијање динамичких вероватноћа. Претпоставимо, на основу пуног модела, да се кретање зависне променљиве, у овом случају ПСС-а, може дефинисати као:

$$(y_i | S_t = i; \theta_i) \sim N(\mu_i^F, \sigma_i^F), \quad (21)$$

где $i = 1, 2, 3$ на основу резултата приказаних у Табели 1 и Табели 8, а θ_i представља скуп параметара режима i .

Коришћењем оцењених параметара пуног модела који се односе на моменте дистрибуција зависне променљиве y_t добијамо ограничен модел. Скуп параметара модела делимо на два скупа. Први скуп се односи на параметре момената дистрибуција зависне променљиве α_i^F режима i , док се други скуп односи на параметре променљиве стања који се користе при процени условних транзитивних вероватноћа β_i^F , односно $\theta_i^F = (\alpha_i^F, \beta_i^F)$.

Ограничен модел добија се максимизацијом логаритамске функције веродостојности на основу променљиве стања s доцњом h :

$$\begin{aligned} \log L &= \sum_{j=1}^{|S_t|} \sum_{i=1}^{|S_t|} f(y_t | S_t = j, S_{t-1} = i, \Psi_{t-h}^S, (\alpha_i^F, \beta_i^R)) \cdot \Pr(S_t = j, S_{t-1} = i | \Psi_{t-h}^S, (\alpha_i^F, \beta_i^R)), \end{aligned} \quad (21)$$

где $|\cdot|$ означава кардиналност скупа.

Максимизацијом логаритмоване функције веродостојности $\max_{\beta_i^R}(\log L)$ добијамо скуп параметара ограниченог модела – модела β_i^R .

Условна вероватноћа режима j на основу предходних информација Ψ_{t-h} , а на основу параметара пуног модела (α_i^F, β_i^R) , добија се као:

$$\begin{aligned} \Pr(S_{t+1} = j | \Psi_{t-h}, (\alpha_i^F, \beta_i^R)) &= \sum_{i=1}^{|S_t|} \Pr(S_{t+1} = j, S_t = i | \Psi_{t-h}, \Psi'_{t-h}, (\alpha_i^F, \beta_i^R)) = \\ &= \sum_{i=1}^{|S_t|} \Pr(S_{t+1} = j | S_t = i, \Psi_{t-h}^S, (\beta_i^R)) \Pr(S_t = i | \Psi'_{t-h}, (\alpha_i^F)) \end{aligned} \quad (22)$$

Рекурзијом долазимо до условне вероватноће режима j у тренутку $t + h$ на основу претходних информација ψ_t :

$$\Pr(S_{t+h} = j | \psi_t, (\alpha_i^F, \beta_i^R)) = \sum_{i=1}^{|S_t|} \Pr(S_{t+h} = j, S_{t+h-1} = i | \psi_t^S, \psi'_t, (\alpha_i^F, \beta_i^R)) = \quad (23)$$

$$= \sum_{i=1}^{|S_t|} P_r \left(S_{t+h} = j | S_{t+h-1} = i, \psi_t^S, (\beta_i^R) \right) P_r \left(S_{t+h-1} = i | \psi_t^F, (\alpha_i^F) \right),$$

где $P_r \left(S_{t+1} = j | S_t = i, \psi_t^S, (\alpha_i^F, \beta_i^R) \right)$ представља условну вероватноћу преласка из једног режима у други на основу претходних информација и параметара променљивих стања ψ^S , а β_i^R представља оцењен вектор осетљивости транзитивних вероватноћа у односу на променљиве стања \mathbf{X}^S .

Условљена транзитивна вероватноћа може бити дефинисана, у генералном случају, пробит трансформацијом као у једначини (14):

$$P_r \left(S_{t+1} = j | S_t = i, \psi_{t-h}^S, (\beta_i^R) \right) = \Phi(\mathbf{X}^S, \mathbf{B}^R). \quad (24)$$

У случају постојања више од два режима, груписањем можемо дефинисати скуп некризних режима $\{nc\}$ и скуп кризних режима $\{c\}$. Посматрајмо транзитивну матрицу у следећем облику:

$$P_r(\cdot | \cdot) = \begin{bmatrix} P_r(S_{t+1} = \{nc\} | S_t = \{nc\}, \cdot) & P_r(S_{t+1} = \{nc\} | S_t = \{c\}, \cdot) \\ P_r(S_{t+1} = \{c\} | S_t = \{nc\}, \cdot) & P_r(S_{t+1} = \{c\} | S_t = \{c\}, \cdot) \end{bmatrix} \quad (25)$$

Условна транзитивна вероватноћа останка у некризним режимима $\{nc\}$ у тренутку $t + 1$ може се израчунати као:

$$P_r(S_{t+1} = \{nc\} | S_t = \{nc\}, \cdot) = \frac{\sum_{j=1}^{|S_{nc}|} \sum_{i=1}^{|S_{nc}|} P_r(S_t = i | \cdot) P_r(S_{t+1} = j | S_t = i, \cdot)}{\sum_{i=1}^{|S_{nc}|} P_r(S_t = i | \cdot)} \quad (26)$$

Истовремено, условну транзитивну вероватноћу останка у кризним режимима $\{c\}$ у тренутку $t + 1$ можемо означити као:

$$P_r(S_{t+1} = \{c\} | S_t = \{c\}, \cdot) = \frac{\sum_{j=1}^{|S_c|} \sum_{i=1}^{|S_c|} P_r(S_t = i | \cdot) P_r(S_{t+1} = j | S_t = i, \cdot)}{\sum_{i=1}^{|S_c|} P_r(S_t = i | \cdot)} \quad (27)$$

Условна транзитивна вероватноћа преласка из некризних режима $\{nc\}$ у кризни режим $\{c\}$ тренутку $t + 1$ може се израчунати као:

$$P_r(S_{t+1} = \{c\} | S_t = \{nc\}, \cdot) = \frac{\sum_{j=1}^{|S_c|} \sum_{i=1}^{|S_{nc}|} P_r(S_t = i | \cdot) P_r(S_{t+1} = j | S_t = i, \cdot)}{\sum_{i=1}^{|S_{nc}|} P_r(S_t = i | \cdot)} \quad (28)$$

Условна транзитивна вероватноћа преласка из кризних режима $\{c\}$ у некризни режим $\{nc\}$ тренутку $t + 1$ добија се тривијално на основу једначине (28).

Вероватноћа да ће наступити бар један кризни период у временском интервалу $t + \gamma + 1, t + \gamma + 2, \dots, t + \gamma + hor$ назваћемо вероватноћом настанка системске кризе PSC , који се може једнозначно израчунати као:

$$PSC_{t+\gamma} = 1 - \left(P_r(S_{t+\gamma} = \{c\} | S_{t+\gamma-1} = \{nc\}, \cdot) P_r(S_{t+\gamma} = \{c\}, \cdot) P_r(S_{t+\gamma} = \{nc\} | S_{t+\gamma-1} = \{nc\}, \cdot)^{(hor-1)} + P_r(S_{t+\gamma} = \{nc\}, \cdot) P_r(S_{t+\gamma} = \{nc\} | S_{t+\gamma-1} = \{nc\}, \cdot)^{hor} \right) \quad (29)$$

где $\gamma = 1, 2, \dots, h$ и $P_r(S_{t+\gamma} = \{c\}, \cdot)$ израчунава се рекурзивно применом једначине (23).

Једначина (29) указује на то да вредност вероватноће настанка системске кризе $PSC_{t+\gamma}$ у тренутку $t + \gamma$ представља оцену условних вероватноћа које се заснивају на неодређености режима у коме се налазимо у претходном тренутку $t + \gamma - 1$.

3.1. Критични нивои вероватноће настанка системске кризе и оптимални хоризонт предвиђања

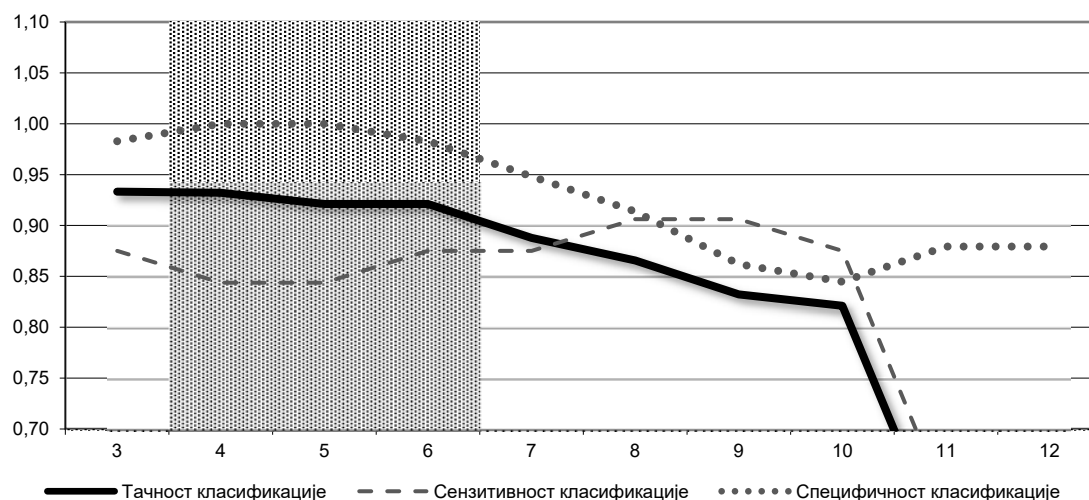
У Прилогу 4 приказани су ограничени модели у којима се доцња h зависне променљиве стања мења у интервалу од три до 12 месеци у случају постојања три режима, у складу са анализом спроведеном у претходним поглављима. Вредности предвиђања мање од три месеца нису узете у разматрање услед кратког хоризонта предвиђања, чиме се губи на употребној моћи система раног упозорења. Као што се може видети у случају мањих доцњи, вредности оцењене веродостојности су више. Тако у случају постојања доцње од три месеца веродостојност износи 281,5, док у случају доцње од 12 месеци веродостојност износи 250,46. Такође, мера квалитета класификације режима RCM опада с повећањем доцње зависне променљиве, која достиже минимум при доцњи од десет месеци и износи 0,0194. Вредности информативних критеријума AIC и BIC опадају с повећањем доцње. Како бисмо одабрали најбољу спецификацију модела, морамо оценити квалитет класификације сваког модела.

У случају постојања три режима, применом једначине (29) израчуната је вероватноћа да ће наступити бар један кризни период у временском интервалу $t + \gamma + 1, t + \gamma + 2, \dots, t + \gamma + hor$ за временски хоризонт $hor = 6$ месеци. Ову вероватноћу ограничених модела назваћемо PSC^R . У Прилогу 4, у Табели 11, приказане су вредности горњег и доњег критичног нивоа вероватноће настанка системске кризе PSC^R , при коме се достиже максимална тачност класификације режима приказаних на Слици 3, који су добијени на основу вероватноћа режима пуног модела.

Као што се може видети у Прилогу 4, у Табели 11, доње критичне границе b_l у случајевима свих модела блиске су вредности нула и крећу се у интервалу $[0,01-0,1]$. С друге стране, горње критичне границе b_u , које служе за одвајање кризног периода од некризног и међукризног периода, налазе се у знатно ширем интервалу $[0,15-0,8]$. На

основу тачности вишекласне класификације [Sokolova and Lapalme (2009)], можемо видети да при доцњама променљиве стања које су веће од десет месеци максимална тачност класификације знатно опада. У случају доцњи од 11 и 12 месеци, одговарајуће максималне тачности класификације износе 0,57. Такође, при овим доцњама сензитивност класификација пада на ниске вредности, што упућује на закључак да оптимални хоризонт предвиђања мора бити строго мањи од 11 месеци. Специфичност класификације у случају свих модела креће се у интервалу од 0,84, па до теоријске максималне вредности 1.

Слика 6. Оцена параметара вишекласне класификације у зависности од доцње променљиве стања



Овде се мора направити компромис између тачности класификације и хоризонта предвиђања. На Слици 6 представљене су тачност, сензитивност и специфичност класификације у зависности од хоризонта предвиђања, односно доцње променљиве стања. Видимо да се у случају доцњи до шест месеци добијају вредности тачности класификације изнад 90%. Поред тога, у случају доцње од шест месеци, сензитивност и специфичност класификације имају високе вредности, што оправдава коришћење доцње од шест месеци и критичних нивоа за класификацију режима од 0,005 за доњи, односно 0,760 за горњи критични ниво класификације. У Прилогу 4, на Слици 16, приказане су фамилије кривих тачности класификације у односу на кретање горње критичне вредности у случају доцње од шест месеци, за постављене вредности доњих критичних нивоа на 0,005, 0,1 и 0,2, респективно.

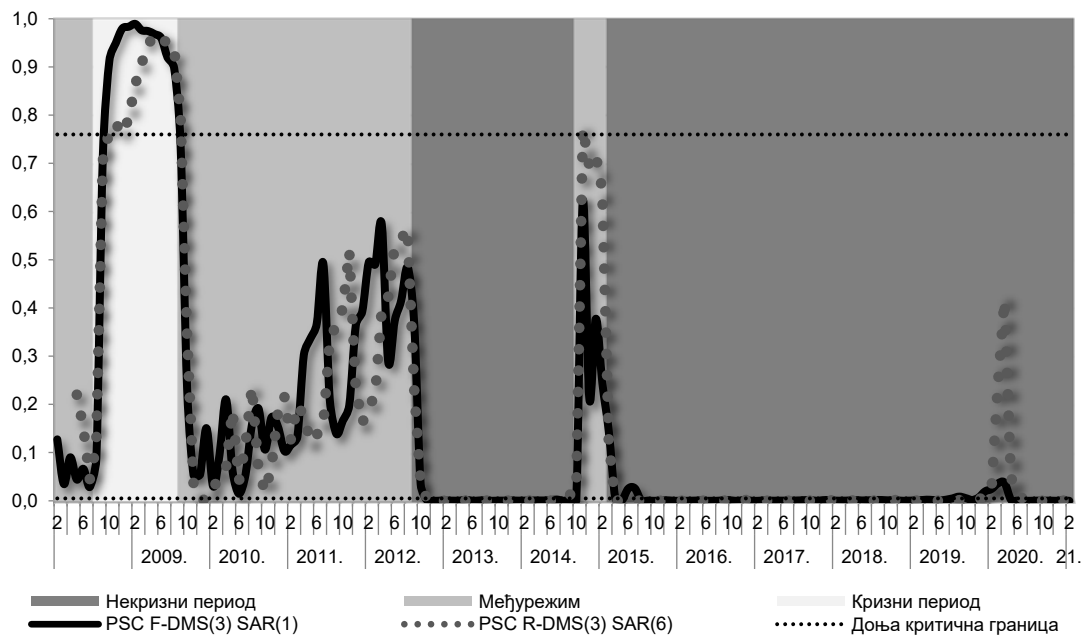
3.2. Анализа вероватноће настанка системске кризе

У Табели 3 приказане су вредности транзитивних вероватноћа на основу пуног модела $F-DMS(3) SAR(1)$ за последњи тренутак t узорка, односно за март 2021. године, на основу које је применом једначина (24) до (29) добијена пројекција транзитивних матрица у интервалу $t + 1, t + 2, \dots, t + 6$, која је приказана у Табела 4.

Табела 3. Транзитивна матрица модела $F-DMS(3) SAR (1)$ у марту 2021. године

	Некризни	Међукризни	Кризни
Некризни	98,9%	24,0%	16,8%
Међукризни	1,1%	55,8%	34,1%
Кризни	0,0%	20,2%	49,1%

Транзитивне вероватноће понашају се у складу са очекивањем да се по дијагонали налазе највеће вредности, односно да је вероватноћа останка у истом режиму највећа. Друго, вероватноћа преласка из кризног у некризни период износи 16,8%, док вероватноћа преласка из некризног у кризни период износи приближно 0%. Даљи режими носе мање вероватноће преласка у односу на суседне, што је у складу са очекиваним понашањем транзитивних матрица. Исте особине показују и пројектоване транзитивне вероватноће на основу ограниченог модела $R-DMS(3) SAR (6)$, приказане у Табели 4.

Слика 7. Кретање сигнала раног упозорења пуног модела $F-DMS(3) SAR (1)$ и ограниченог модела $R-DMS(3) SAR (6)$ 

На Слици 7 приказано је кретање вероватноће настанка системске кризе на основу пуног модела $F-DMS(3) SAR (1)$ и ограниченог модела $R-DMS(3) SAR (6)$. Као што се може видети, вероватноће настанка системске кризе добро прате динамику пуног модела. Ипак, могу се уочити неслагања вероватноћа у међукризном режиму у периоду од новембра 2009. године до августа 2012. године, где долази до кашњења вероватноће настанка системске кризе ограниченог модела од четири месеца. Друго, одмах након кризног периода, вероватноћа ограниченог модела пада на веома ниске вредности у новембру 2009. године. Ипак, овај месец није погрешно класификован као некризни услед ниске вредности доње критичне вредности вероватноће од 0,005. Очевидно је и недостизање високих вредности вероватноће у периоду од октобра 2008. до фебруара 2009. године, али је ниво изнад горње критичне вредности, те је овај период тачно

класификован као кризни. Приметан је и нешто виши ниво вероватноће настанка системске кризе у децембру 2014. године, у ком случају је ограничен модел сврстао овај месец у кризни, док је вероватноћа пуног модела имала нешто ниже вредности, које упућују на повећани ризик периода, али ипак у недовољном нивоу за сврставање у кризни период. Такође, приметно је повећање сигнала раног упозорења редукованог модела у априлу и мају 2020. године на 0,241 и 0,416, респективно, али с нивоима знатно нижим од вредности горње критичне границе, након чега је сигнал у константном паду све до априла 2020. године. Оба модела су некризне периоде класификовали идентично.

Табела 4. Пројектоване вредности условних транзитивних вероватноћа од априла 2021. до септембра 2021. године

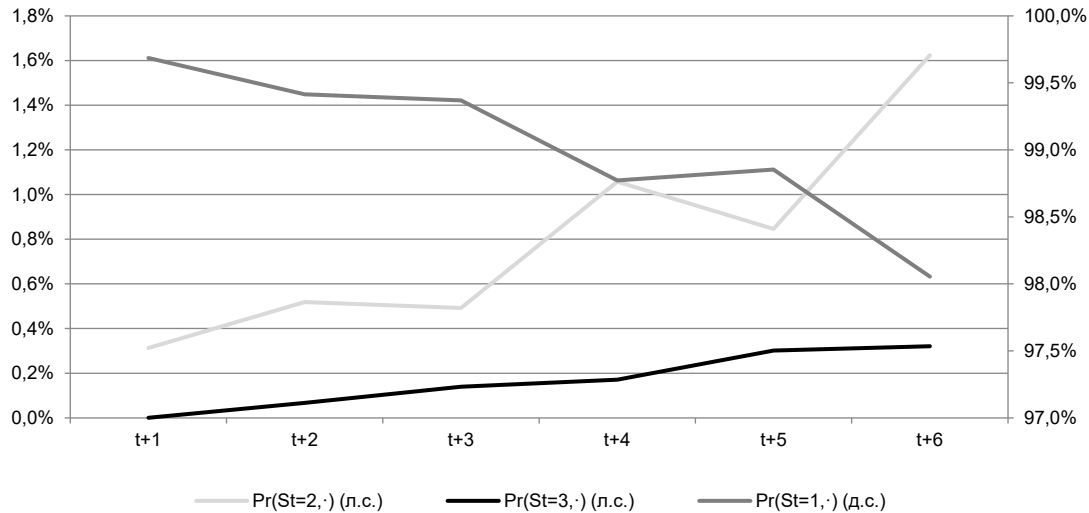
<i>R-DMS(3) SAR (6)</i>		Некризни	Међукризни	Кризни
Април 2021.	Некризни	99,7%	25,1%	17,9%
	Међукризни	0,3%	53,7%	35,4%
	Кризни	0,0%	21,2%	46,7%
Мај 2021.	Некризни	99,6%	25,4%	18,2%
	Међукризни	0,4%	53,3%	35,3%
	Кризни	0,0%	21,3%	46,5%
Јун 2021.	Некризни	99,8%	23,7%	16,4%
	Међукризни	0,2%	55,6%	35,6%
	Кризни	0,0%	20,6%	48,0%
Јул 2021.	Некризни	99,2%	27,6%	20,8%
	Међукризни	0,8%	50,3%	34,8%
	Кризни	0,0%	22,1%	44,5%
Август 2021.	Некризни	99,8%	24,0%	16,7%
	Међукризни	0,2%	55,2%	35,6%
	Кризни	0,0%	20,8%	47,7%
Септембар 2021.	Некризни	98,9%	28,7%	22,1%
	Међукризни	1,1%	48,8%	34,4%
	Кризни	0,0%	22,5%	43,4%

На Слици 8 приказано је пројектовано кретање вероватноће режима $P_r(S_t = j | \cdot)$ у посматраном временском хоризонту од шест месеци, односно у периоду од априла 2021. до септембра 2021. године, пројектованих на основу једначине (23). Као што се може видети, пројектован је раст вероватноће налажења у кризном периоду $P_r(S_t = 3 | \cdot)$ током периода пројекције. Такође, у овом периоду пројектован је пад вероватноће некризног режима $P_r(S_t = 1 | \cdot)$ са 99,5% у првом месецу пројекције на 98% шестог месеца. Истовремено, расте вероватноћа међукризног режима $P_r(S_t = 2 | \cdot)$.

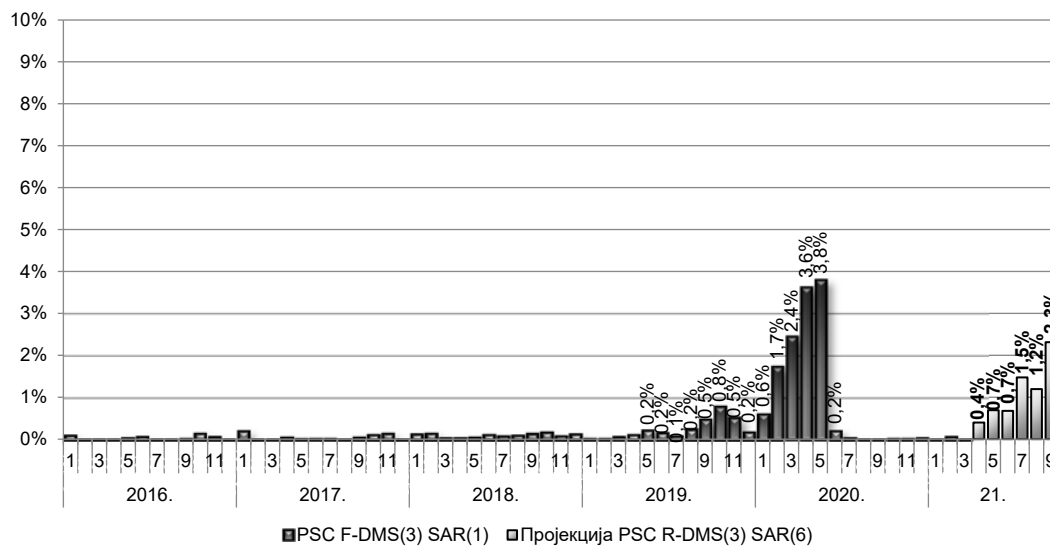
На Слици 9 приказано је историјско кретање оцењене вероватноће настанка системске кризе у било ком тренутку током наредних шест месеци – *PSC* на основу пуног модела *PSC F-DMS(3) SAR (1)* у периоду од јануара 2016. до марта 2021. године и пројекција вероватноће настанка системске кризе – *PSC* у било ком тренутку током периода април–септембар 2021. године на основу ограниченог модела *PSC R-DMS(3) SAR(6)* добијена на основу једначине (29). Максимална вредност добија се у септембру 2021. године, са 2,3% вероватноће настанка системске кризе у било ком тренутку у периоду од септембра 2021. до марта 2022. године. Видимо да се ради о малим

вредностима вероватноће, која не упућује на значајну вероватноћу настанка кризе у посматраном периоду.

Слика 8. Пројектовано кретање вероватноће режима у посматраном временском хоризонту од шест месеци



Слика 9. Кретање сигнала раног упозорења пуног модела *PSC F-DMS(3) SAR(1)* у периоду јануар 2016 – фебруар 2021. и пројекција ограниченог модела *PSC R-DMS(3) SAR(6)* у периоду март–септембар 2021. године

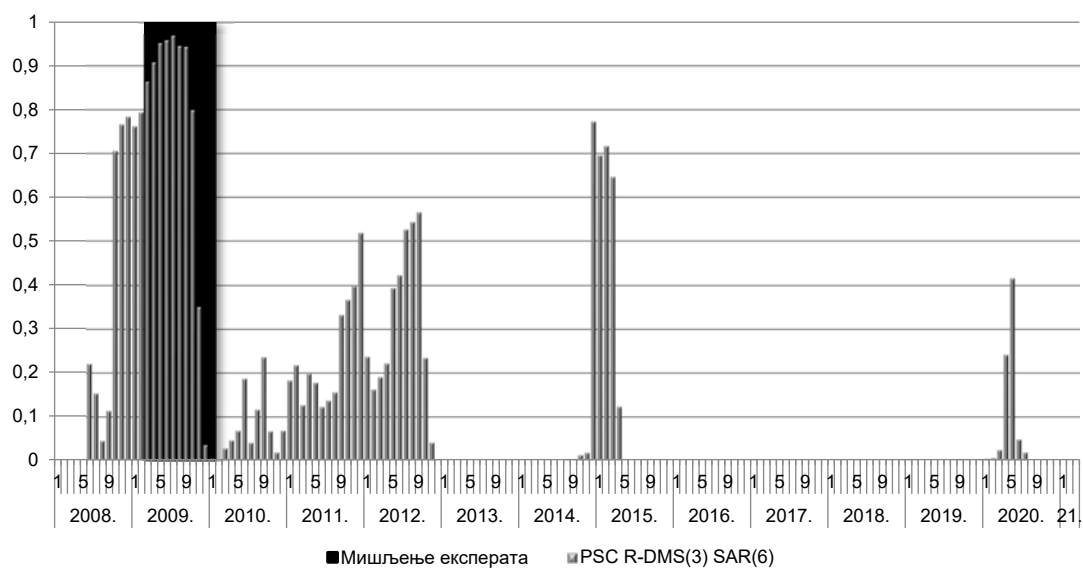


3.3. Верификација сигнала раног упозорења настанка системске кризе

На Слици 10 приказано је кретање вероватноће настанка системске кризе, док су прним правоугаоником приказане изјаве о перцепцији ризика у јавним гласилима носилаца економске политике. Детаљне изјаве експерата, с датумима објава, дате су у Прилогу 5. Након оптимистичних изјава експерата на крају 2008. године, у новембру се јавља први наговештај могуће кризе у јавним гласилима, у којима се наводи да је могућ настанак кризе у наредном периоду. Прва јавна изјава о томе да се Република Србија

налази у кризи дата је у марту 2009. године. Као што се са слике може видети, вероватноћа настанка системске кризе приближава се горњем критичном нивоу у октобру 2008. године. Вероватноћа настанка системске кризе јавила се четири месеца пре прве званичне потврде. Такође, вероватноћа се вратила на нормалне нивое током октобра 2009. године, односно три месеца пре прве јавне констатације експерата да је Република Србија изашла из кризе, која се први пут јавља крајем јануара 2010. године. Ефективни период предвиђања на основу вероватноће настанка системске кризе, иако по спецификацијама износи шест месеци, у случају емпиријске анализе на основу јавних обраћања експерата износи четири месеца. Видљива је асиметричност у периодима перцепције настанка и престанка кризе. Наиме, приметно је да период сигнализирања пре настанка кризе нешто дужи од периода након смиривања кризе. Ова разлика се може објаснити потребом за потврду у случају негативних вести како се не би унела додатна нестабилност на тржишта. С друге стране, приметан је оптимизам у случају позитивних изјава ради смиривања тржишта, који се огледа у краћем периоду између сигнала раног упозорења и првих званичних изјава о окончању кризе.

Слика 10. Вероватноћа настанка системске кризе и натписи у јавним медијима



4. Закључак

У овом раду представљен је ПСС Републике Србије. У рачунању ПСС-а, шест сегмената финансијског система агрегирано је у композитни индекс, који динамички узима у обзир њихове међусобне мере сагласности. Пружен је детаљан аналитички оквир за рачунање композитног показатеља и системске компоненте ризика, који је заснован на примени Марковљевих прекидачких модела с динамичким транзитивним вероватноћама. Препознати су предности и недостаци различитих приступа агрегације подиндекса сегмената финансијског система које улазе у обрачун ПСС-а. Поред тога, валидиран је број режима системске кризе применом методе Гаусових компонената. Оба приступа идентично су оценила број режима и моменте дистрибуција ПСС-а, што

упућује на јединственост добијених резултата. У другом делу рада пружен је аналитички оквир за сигнале раног упозорења, који се заснива на методологији коришћеној приликом израчунавања ПСС-а и који пружа јединствен оквир не само за оцену тренутног нивоа стреса у систему већ и за оцену вероватноће настанка системске кризе у будућности. Дат је аналитички оквир за оцену вероватноће настанка системске кризе у случајевима постојања произвољног броја режима. Квалитет класификације предложеног модела валидиран је путем оцена мера квалитета класификације у случају постојања произвољног броја режима, али и квалитативно на основу јавних обраћања носилаца економских политика и експерата.

Показано је да је ПСС у стању да правилно препозна кризне периоде, као и ниво системског ризика финансијског система, те да оцени системску компоненту стреса, пружајући значајне информације о степену акумулације ризика на финансијским тржиштима, као и на могуће импликације на финансијску и макроекономску стабилност. У раду је дата детаљна анализа главних фактора нестабилности у периодима повишеног стреса за период од јануара 2008. до марта 2021. године на основу кретања композитног ПСС-а. За агрегирање показатеља појединачних сегмената финансијског система у подиндекс сегмената предложен је приступ који произлази из приступа агрегације композитног индекса. Детаљно су приказане предности предложеног приступа у односу на најчешће коришћене приступе агрегације у литератури.

За разлику од *ex-post* идентификације неопажених кризних периода и главних фактора ризика који су до њих довели у прошлости, сигнали настанка системске кризе омогућавају правовремено сигнализирање могућег наступања системске кризе и фактора који до тога доводе, те пружају могућност правовремених реакција. У раду је показано да сигнали раног упозорења одлично прате динамику неопажених периода, пружајући оцену вероватноће наступања системске кризе у произвољном временском хоризонту. Оптималан период у случају Републике Србије и релативно кратких временских серија износи шест месеци. На основу квалитативне анализе јавних саопштења носилаца економске политике Републике Србије, показано је да је ефективни период предвиђања нешто краћи и износи између четири и шест месеци.

Приказани ПСС може представљати одличан додаток постојећим аналитичким алатима којима се оцењује финансијска стабилност као што су макропруденцијални стрес-тестови, индекс финансијског стреса и индекс стабилности банкарског сектора [NBS (2021)] и пружити додатне информације о мери системског ризика у финансијском систему Републике Србије.

Прилог 1. Анализа метода агрегација подиндекса

У овом прилогу су приказана кретања индекса применом различитих метода агрегације података, као и разлози за примену предложеног метода агрегације. Први приступ агрегације назива се метод једнаких варијанси (*Equal variances*) и заснива се на примени истих тежина при агрегацији. Метод једнаких варијанси генерише индекс који даје једнаку важност свакој променљивој. Ово је најчешћи метод агрегације који се користи у литератури [Illing and Liu (2003)]. Основна претпоставка овог модела јесте нормалност променљиве, што уједно представља и највећи недостатак поменуте методе, јер не узима у обзир појаву дебелих репова у дистрибуцији, хетероскедастичности и појаву која се назива груписање волатилности [McNeil and Frey (2000)] (*Volatility clustering*). Предност оваквог приступа представља једноставност, као и чињеница да у великом броју случајева ми не знамо *apriori* тежинске функције при агрегацији, тако да су претпоставке ове методе валидне.

Друга анализирана метода јесте примена методе основних компонената (*Principal component analysis*). Ова метода представља статистичку процедуру која користи ортогоналну трансформацију ради редуковања димензије података и узима у обзир линеарну корелацију између временских серија [Jolliffe (2002)]. Ортогоналне компоненте називају се основне компоненте или главне компоненте. Број основних компонената мањи је или једнак димензији улазног простора. Основне компоненте се рангирају на основу процента објашњеног варијабилитета улазног простора. Прва основна компонента је дефинисана као компонента која објашњава највећи део варијација улазних података. За сваки сегмент финансијског система користи се прва основна компонента и овај приступ назваћемо „прва *PCA* компонента”. Као што ћемо видети, основни недостатак овог приступа лежи у чињеници да прва основна компонента често објашњава мали проценат варијабилитета у подацима и самим тим не осликава у довољној мери динамику података.

Следећи приступ је такође заснован на примени свих основних компонената. Поред прве компоненте, свака следећа компонента објашњава, у опадајућем редоследу, варијабилитет улазних података. Овај приступ [Louzis and Vouldis (2013), Hatzius et al. (2010)] заснива се на отежаној суми вредности основних компонената у зависности од вредности објашњеног варијабилитета. Како не бисмо узимали све основне компоненте, узимамо само оне компоненте које кумулативно објашњавају више од одређеног процента укупног варијабилитета улазних података. Особина ортогоналности основних компонената чини да се агрегацијом ових компонената решава проблем мултиколинеарности у оквиру улазног простора.

Користећи податке који су дефинисани на почетку овог рада, добијамо стандардизоване вредности индекса за све методе агрегације у периоду од посебног интереса, а које су приказане на Слици 14. Као што се може видети, сви индекси имају сличну динамику кретања системског стреса Републике Србије. Томе у прилог говори и висока корелисаност између индекса добијених различитим методама агрегације, који су приказани у Табела 5. Вредности линеарне корелације крећу се у интервалу од 0,79 до 0,94. Највиша међусобна корелисаност индекса забележена је између приступа једнаких варијанси и приступа свих основних компонената, док је најнижа вредност

забележена између приступа једнаких варијанси и приступа у коме користимо само прву основну компоненту.

Табела 5. Вредности међусобних корелација различитих приступа агрегације подиндекса

	Једнаке варијансе	Прва <i>РСА</i> комп.	Све <i>РСА</i> комп.	Портфолио агрегација
Једнаке варијансе	1,00	0,79	0,97	0,88
Прва <i>РСА</i> комп.	0,79	1,00	0,85	0,94
Све <i>РСА</i> комп.	0,97	0,85	1,00	0,90
Портфолио агрегација	0,88	0,94	0,90	1,00

Разлог томе лежи у чињеници да прва компонента није довољна у свим сегментима да опише варијабилитет података. Ово је нарочито видљиво у сегментима девизног тржишта – *FX* и јавних финансија – *GOV*, где прве основне компоненте објашњавају свега 32,9%, односно 43,9% варијабилитета, респективно, као што се може видети у Табели 6.

Иако имају сличну динамику, знатније одступање између различитих индекса јавља се у периоду од маја 2012. године до јануара 2013. године. Нивои показатеља заснованих на методама једнаких варијанси и методи свих основних компонената знатно су виши у односу на друге две методе. При одабиру методе која најбоље описује ПСС-а у случају финансијског система Републике Србије, детаљније ћемо анализирати наведени период како бисмо оценили разлике у приступима. Пажњу ћемо усмерити на две методе, и то методу једнаких варијанси и методу која укључује матрицу коваријансе.

Табела 6. Процент варијансе података по основним компонентама

	1. комп	2. комп	3. комп	4. комп	5. комп	6. комп	7. комп
<i>FX</i>	32,9%	32,3%	21,2%	13,5%			
<i>GOV</i>	43,9%	30,3%	16,7%	7,2%	2,0%		
<i>MON</i>	51,6%	16,4%	14,9%	9,5%	4,2%	2,8%	0,5%
<i>EQU</i>	51,1%	30,0%	16,3%	2,6%			
<i>BANK</i>	49,8%	33,5%	16,7%				
<i>FOR</i>	72,5%	27,5%					

На Слици 15 приказана је динамика кретања подиндекса за сваки сегмент финансијског система Републике Србије. На Слици 15 приказане су и условне корелације коришћењем методе експоненцијално отежаних покретних просека (*EWMA*) временских серија сегмента. Међусобне корелације су агрегиране упросецавањем вредности узајамних корелација коришћењем формуле

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum R'_{i,j} \text{ где } R'_{i,j} = \begin{cases} R_{i,j}, & \forall i > j \\ 0 & \text{иначе} \end{cases} \quad (30)$$

Даља анализа асимптотских својстава вишедимензионалних мера сагласности (*Concordance measures*) могу се видети у раду *Joe* (1990).

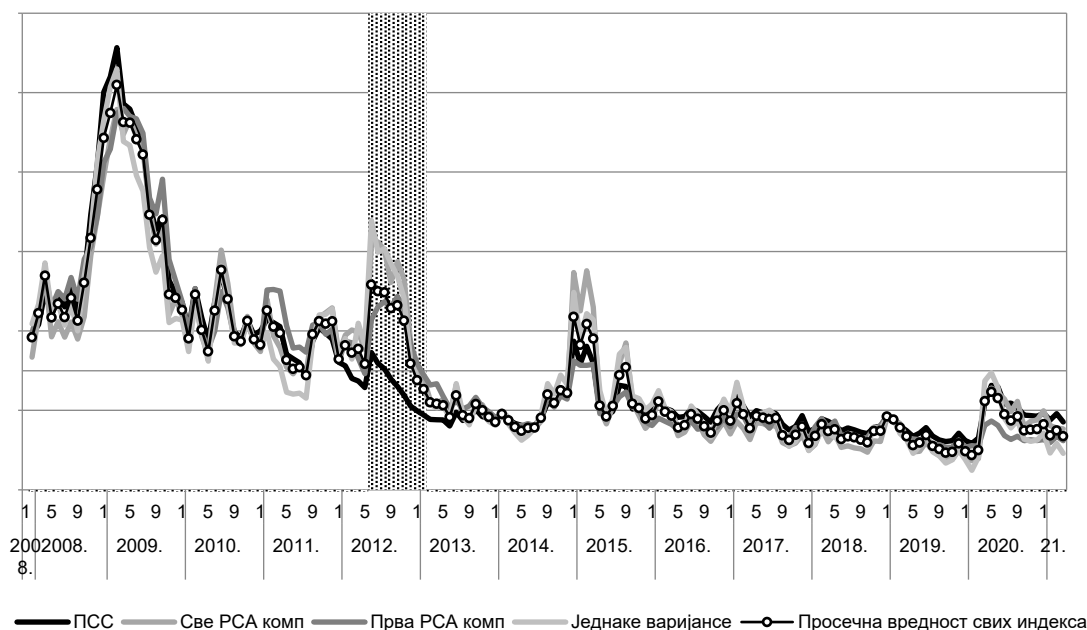
У периоду од маја 2012. до јануара 2013. године видимо разлику у нивоу ПСС-а, која настаје услед разлика у појединачним сегментима, а нарочито у случају јавних финансија, тржишту новца и сегменту банкарског сектора. Разлике између подиндекса највеће су у случају највеће разлике између вредности неусловне корелације (Табела 7) и вредности условне временски променљиве корелације добијеној једначинама (7) до (9), као и једначином (30).

Табела 7. Вредности неусловне корелације показатеља сегмената

	Неусловна корелација
<i>FX</i>	0,1060
<i>GOV</i>	0,1426
<i>MON</i>	0,2593
<i>EQU</i>	0,3445
<i>BANK</i>	0,1770
<i>FOR</i>	0,4803

На основу анализе разлике подиндекса за сваки сегмент понаособ и разлике вредности неусловне корелације вредности условне корелације, које су приказане на Слици 15, видимо да у свим случајевима, осим у случају тржишта капитала, постоји снажна линеарна условљеност између разлике вредности неусловне корелације и условне корелације у односу на одступање ова два подиндекса. Друга карактеристика линеарне апроксимације, која је приказана на Слици 15, јесте да у случају поклапања вредности неусловне корелације и вредности условне корелације долази до поклапања подиндекса. На Слици 15 крстићима је посебно обележен период од маја 2012. до јануара 2013. године, у коме се јавило највеће одступање између два индекса. Као што се може видети, ради се о екстремним вредностима разлике између корелација. Ово показује да агрегирање помоћу методе основних компонената, иако пружа могућност узимања у обзир неусловних корелација вишедимензионалног простора улаза, нема добру могућност праћења динамичких мера сагласности између променљивих. Иако се добро показује у случајевима редукције улазног простора, не прати добро динамику, поготово у случајевима када долази до нагле промене коваријансе улазног простора која се јавља при променама режима, што је од посебног интереса при формирању ПСС-а.

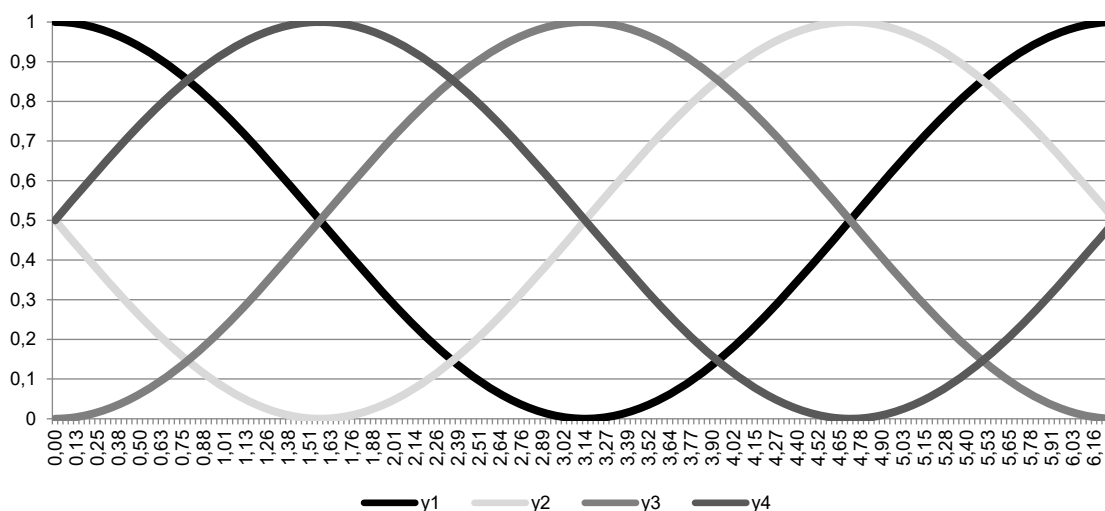
Слика 11. Кретање показатеља системског стреса приликом различитих метода агрегације



На следећем примеру може се видети ова особина методе основних компонената. Претпоставимо да је улазни простор, приказан на Слици 12, у складу са синусним функцијама

$$y_i = \frac{\sin\left(\left(x + \left(\frac{\pi}{2}\right)\right)i + 1\right)}{2}, i = 1,2,3,4 \tag{31}$$

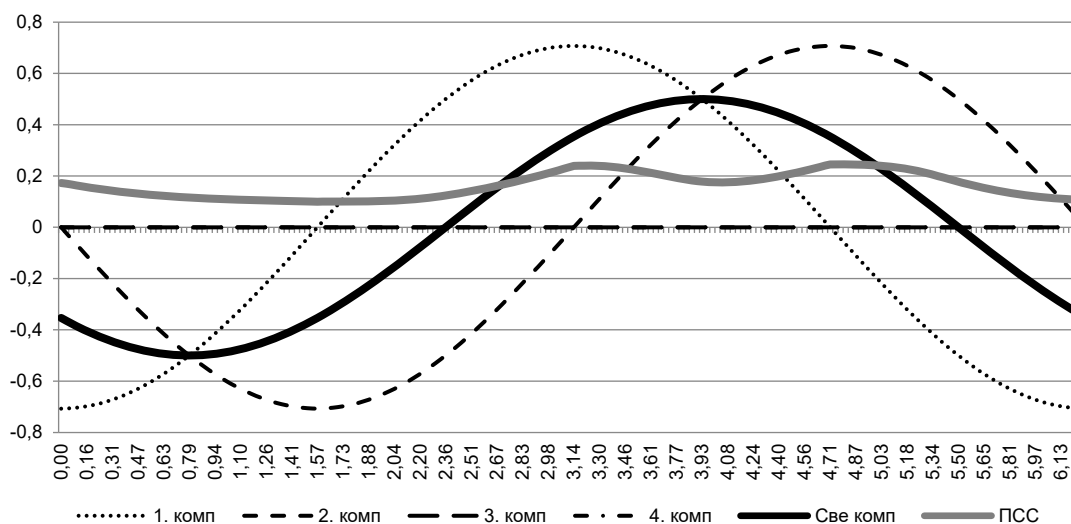
Слика 12. Пример комонотоничних и контракомонотоничних сигнала



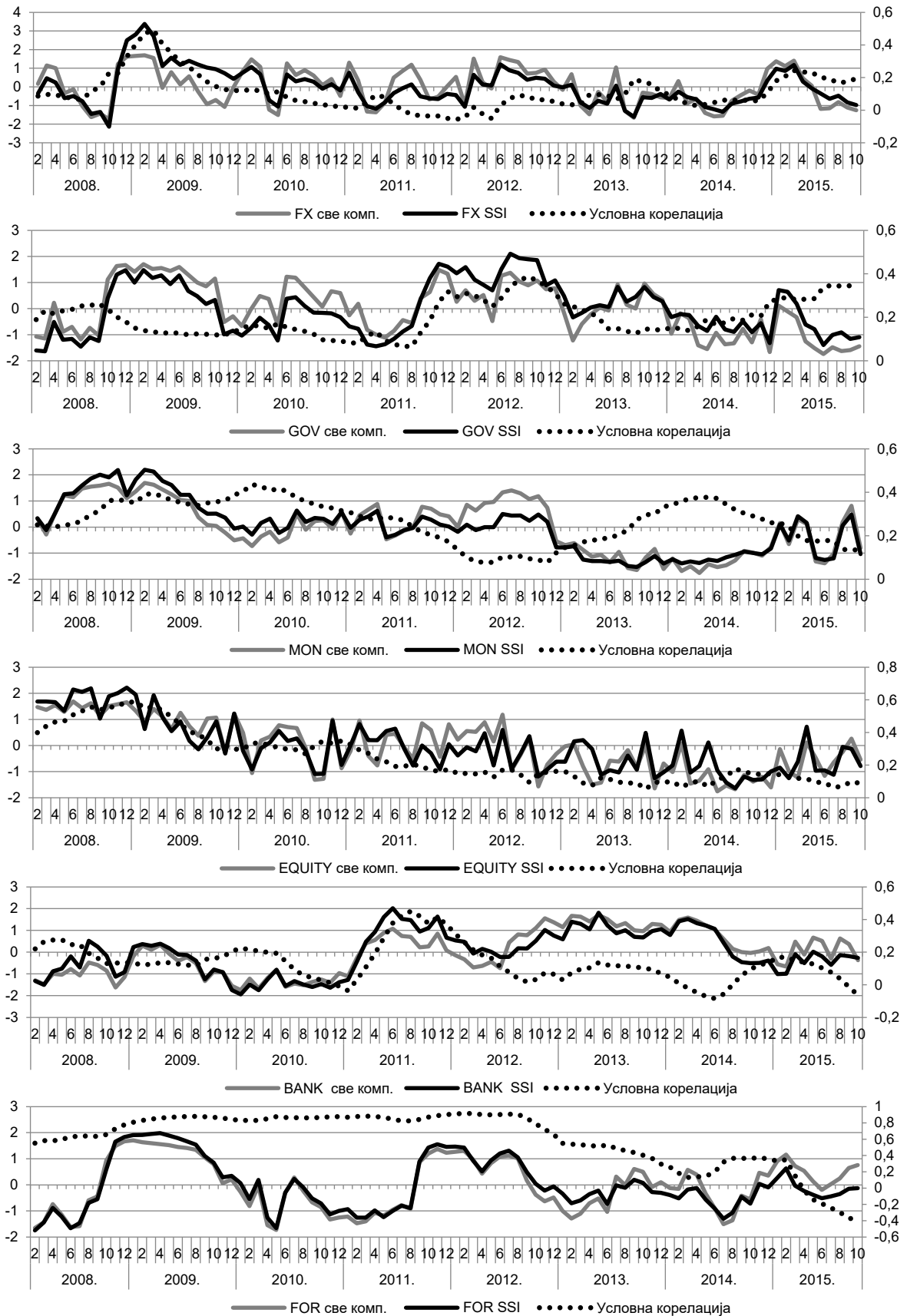
Као што се може видети, збир ових сигнала у времену је константан. Такође, постоје два пара сигнала који су контракомонотонични [McNeil et al. (2015)], и то $\{y_1, y_3\}$ и $\{y_2, y_4\}$, те се поништавају међусобно. Приликом методе свих основних компонената, која је приказана на Слици 13, можемо видети да постоје прве две компоненте које

објашњавају 100% варијабилитета сигнала. Ове компоненте су померене у времену, с тим да прва компонента има шири опсег од друге компоненте. Трећа и четврта компонента имају вредности које су блиске нули. Агрегирањем прве две компоненте добијен је индекс приказан пуном црном линијом. Стандардизована вредност индекса креће се у интервалу $[-0,5-0,5]$. Нормализацијом, којом стандардизован индекс сводимо на јединични интервал, достижу се обе граничне вредности у интервалу, што представља недостатак примене ове методе. Наиме, агрегација основних компонента покрива цео нормализован интервал и на тај начин амплификују утицај екстремних вредности. С друге стране, портфолио агрегација има много мирнију динамику. Опсег овог индекса креће се у интервалу $[0,1-0,25]$, што је у складу с претпоставком о константности индекса парова контракомонотоничких променљивих и кретањем неусловне корелације. Друга предност овог начина агрегације јесте та што не захтева даљу нормализацију и на тај начин не постиже екстремне вредности јединичног интервала, омогућавајући правилнији обухват динамике самог индекса.

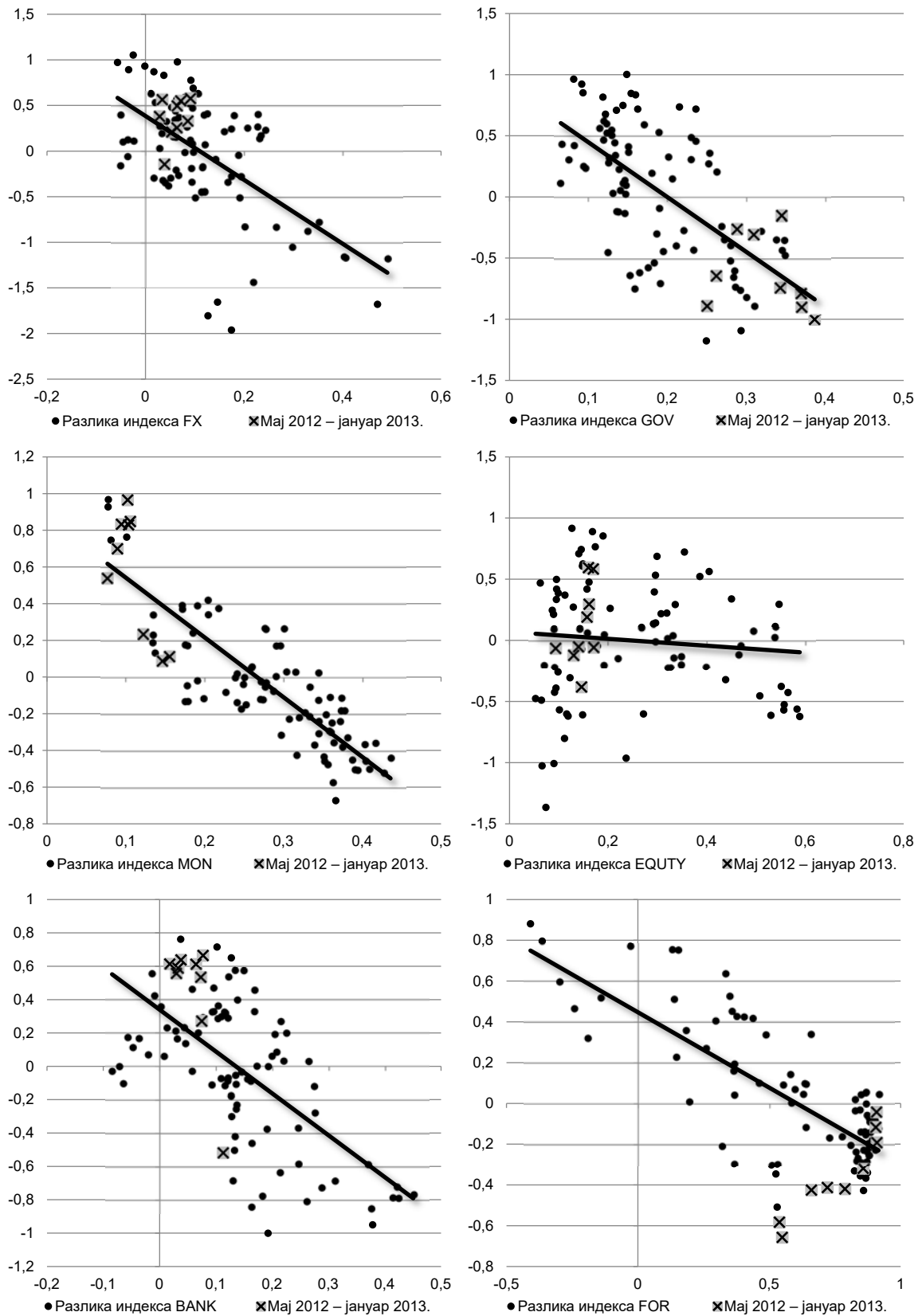
Слика 13. Пример кретања показатеља заснованих на приступу свих основних компонента и приступа портфолио агрегације



Слика 14. Кретање подиндекса применом приступа свих компонената и приступа портфолио агрегације по сегментима и вредности условне корелације серија подиндекса



Слика 15. Разлика вредности подиндекса применом приступа свих компонената и приступа портфолио агрегације по сегментима у зависности од вредности условне корелације серија у подиндексу



Прилог 2. Списак показатеља за рачунање показатеља системског стреса

Сегмент	Показатељ	Ознака
Девизно тржиште	Међугодишња стопа раста курса RSD према EUR	<i>FX.EUR_RSD_MG</i>
	Реализована волатилност међугодишње стопе раста курса RSD према EUR	<i>FX.RV</i>
	Апсолутна вредност интервенција Народне банке Србије на девизном тржишту	<i>FX.NBS_Interventions</i>
	Разлика између продајног и куповног курса RSD према EUR	<i>FX.B_A_spread</i>
Јавне финансије	Разлика приноса до доспећа 10Г државне обвезнице и 10Г немачке државне обвезнице	<i>Gov.YTM_RS_minus_BUND</i>
	Разлика између продајне и куповне цене 10Г државне обвезнице	<i>Gov.B_A_spread_RS</i>
	Реализована волатилност приноса до доспећа 10Г државне обвезнице	<i>Gov.YTM_RS_RV</i>
	EMBI Global Србије	<i>Gov.EMBI_G_Serbia</i>
	Консолидовани фискални резултат (у % БДП-а)	<i>Gov.Deficit</i>
Тржиште новца	Просечна отежана каматна стопа по основу преконоћних позајмица на међубанкарском тржишту – BEONIA	<i>Money.BEONIA</i>
	Разлика између BEONIA и референтне каматне стопе	<i>Money.BEONIA_minus_REFRATE</i>
	Стандардна девијација BEONIA	<i>Money.BEONIA_StDev</i>
	Разлика између максималне стопе на преконоћне позајмице и каматне стопе на кредитне олакшице	<i>Money.DEPOSIT_CREDIT_Rates</i>
	Просечна издвојеност динарске обавезне резерве 17. у месецу	<i>Money.Allocated_RR</i>
	Разлика између тромесечне каматне стопе на EURIBOR и приноса до доспећа немачке државне обвезнице	<i>Money.EURIBOR_MINUS_BUND</i>
	Разлика између тромесечне каматне стопе на EURIBOR и преконоћне каматне стопе EONIA	<i>Money.EURIBOR_MINUS_EONIA</i>
Тржиште капитала	CMAX трансформација берзанског индекса BELEX15	<i>Equity.CMAX_BELEX15</i>
	Промет берзанског индекса BELEX15	<i>Equity_BELEX15_turn</i>
	Реализована волатилност берзанског индекса BELEX15	<i>Equity_BELEX15_RV</i>
	Реализована волатилност промета берзанског индекса BELEX 15	<i>Equity.RV_BELEX15_turn</i>
Банкарски сектор	Кредитни јаз помоћу једностраног HP филтера	<i>Banking.Loan_Gap</i>
	Депозитни јаз помоћу једностраног HP филтера	<i>Banking.Deposits_gap</i>
	Отежана сума CDS матичних банака у складу са учешћем у билансној суми	<i>Banking.weight_CDS</i>
Међународно окружење	Композитни EMBI GLOBAL	<i>FOR.EMBI_G_comp</i>
	Просечна вредност берзанских индекса земаља у окружењу	<i>FOR.Stock_indexes</i>

Извор НБС, МФИН, *Bloomberg* и Београдска берза.

Прилог 3. Статистике оцењених вредности параметара модела

Табела 8. Основне статистике при различитим вредностима доцње зависне променљиве стања и броја режима

	F-DMS(2) SAR (0)	F-DMS(3) SAR (0)	F-DMS(2) SAR (1)	F-DMS(3) SAR (1)	F-DMS(2) SAR (2)	F-DMS(3) SAR (2)
Веродостојност	225.93	286.29	227.84	289.3	226.69	285.97
Број параметара	6	12	6	12	6	12
AIC	-439.86	-548.58	-443.68	-554.6	-441.37	-547.93
BIC	-424.66	-518.19	-428.48	-524.21	-426.24	-517.67
RCM	3.17%	2.26%	2.91%	2.11%	2.78%	2.64%
Нормалност (p вредност)	3.95E-01	1.00E-03	3.11E-01	1.00E-03	2.93E-01	1.00E-03
Аутокорелација	0.00E+00	1.13E-08	0.00E+00	2.97E-09	0.00E+00	8.47E-11
ARCH	4.47E-08	5.15E-03	2.27E-08	1.66E-02	4.23E-07	2.43E-03

Табела 9. Статистике оцењених вредности параметара F-DMS(3) SAR (1) модела

F-DMS(3) SAR (1)	коэффициент	Стандардна грешка	p вредност
Варијанса (1)	6.30E-05	1.00E-05	0.00E+00
Варијанса (2)	3.95E-04	1.09E-04	4.00E-04
Варијанса (3)	1.86E-03	1.23E-03	1.33E-02
Очекивана вредност (1)	2.31E-02	8.61E-04	0.00E+00
Очекивана вредност (2)	7.40E-02	3.05E-03	0.00E+00
Очекивана вредност (3)	1.87E-01	1.31E-02	0.00E+00
$P_{a(1 1)}$	9.11E+01	8.88E+00	0.00E+00
$P_{a(1 2)}$	-3.81E+01	9.05E+03	9.97E-01
$P_{a(1 3)}$	3.61E+02	1.96E+06	1.00E+00
$P_{a(2 1)}$	2.47E+01	5.18E+00	0.00E+00
$P_{a(2 2)}$	-8.98E+00	7.55E+00	2.36E-01
$P_{a(2 3)}$	9.11E+01	8.88E+00	0.00E+00

Остале вредности параметара транзитивних вероватноћа $P_{a(3|1)}$, $P_{a(3|2)}$ и $P_{a(3|3)}$ добијају се на основу приказаних транзитивних вероватноћа

Прилог 4. Модели за оцену вероватноће настанка системске кризе

Табела 10. Статистике ограничених модела у зависности од доцње променљиве стања

Хоризонт	AIC	BIC	Нормалност	ARCH	RCM	Веродостојност
<i>R-DMS(3) SAR(3)</i>	-561,83	-542,53	1,00E-03	2,42E-04	0,0252	285,85
<i>R-DMS(3) SAR(4)</i>	-551,08	-536,01	1,00E-03	2,43E-04	0,0263	281,54
<i>R-DMS(3) SAR(5)</i>	-540,71	-525,71	1,00E-03	9,94E-06	0,0245	276,36
<i>R-DMS(3) SAR(6)</i>	-538,98	-524,05	1,00E-03	2,22E-06	0,0250	275,49
<i>R-DMS(3) SAR(7)</i>	-535,91	-521,05	1,00E-03	3,83E-07	0,0233	273,96
<i>R-DMS(3) SAR(8)</i>	-526,81	-512,01	1,00E-03	9,80E-08	0,0221	269,40
<i>R-DMS(3) SAR(9)</i>	-518,62	-503,89	1,00E-03	1,07E-07	0,0215	265,31
<i>R-DMS(3) SAR(10)</i>	-520,79	-506,14	1,00E-03	3,24E-09	0,0194	266,40
<i>R-DMS(3) SAR(11)</i>	-515,76	-501,18	1,00E-03	5,95E-10	0,0209	263,88
<i>R-DMS(3) SAR(12)</i>	-511,05	-496,54	1,00E-03	5,26E-11	0,0211	261,53

Табела 11. Оцена квалитета класификације ограничених модела у зависности од доцње променљиве стања

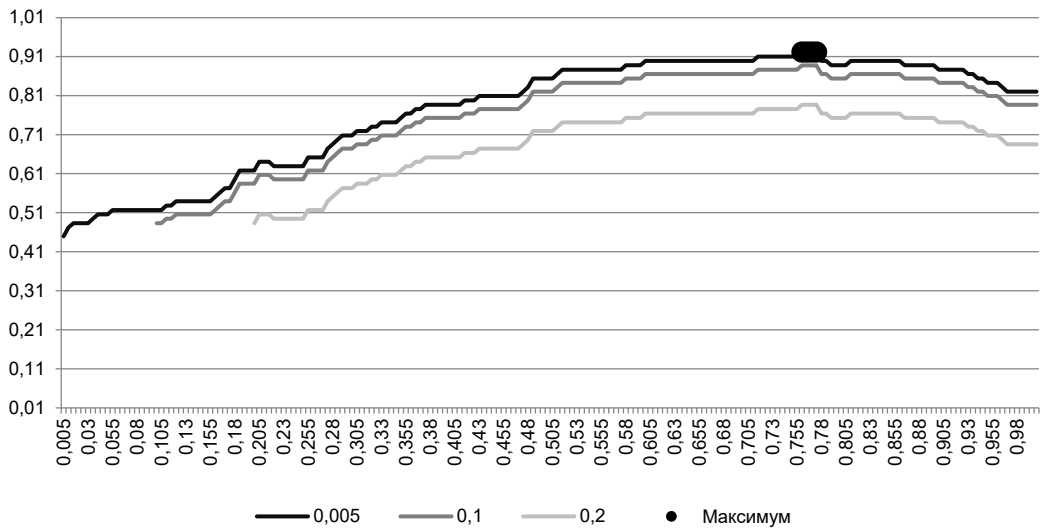
	b_l	b_u	Тачност класификације	Сензитивност класификације	Специфичност класификације
<i>R-DMS(3) SAR(3)</i>	0,010	0,805	0,9333	0,875	0,983
<i>R-DMS(3) SAR(4)</i>	0,005	0,720	0,9322	0,844	1,000
<i>R-DMS(3) SAR(5)</i>	0,005	0,715	0,9211	0,844	1,000
<i>R-DMS(3) SAR(6)</i>	0,005	0,760	0,9211	0,875	0,983
<i>R-DMS(3) SAR(7)</i>	0,005	0,740	0,8878	0,875	0,948
<i>R-DMS(3) SAR(8)</i>	0,005	0,620	0,8656	0,906	0,914
<i>R-DMS(3) SAR(9)</i>	0,005	0,460	0,8322	0,906	0,862
<i>R-DMS(3) SAR(10)</i>	0,005	0,460	0,8211	0,875	0,845
<i>R-DMS(3) SAR(11)</i>	0,001	0,260	0,5767	0,532	0,879
<i>R-DMS(3) SAR(12)</i>	0,001	0,015	0,5767	0,551	0,879

Табела 12. Статистике оцењених вредности параметара модела *R-DMS(3) SAR (6)*

<i>R-DMS(3) SAR (6)</i>	Коефицијент	Стандардна грешка	<i>p</i> вредност
Варијанса (1)	6,30E-05	-	-
Варијанса (2)	3,95E-04	-	-
Варијанса (3)	1,86E-03	-	-
Очекивана вредност (1)	2,31E-02	-	-
Очекивана вредност (2)	7,40E-02	-	-
Очекивана вредност (3)	1,87E-01	-	-
$Pa_{(1 1)}$	1,14E+02	1,94E+01	0,00E+00
$Pa_{(1 2)}$	-2,79E+01	1,15E+01	1,65E-02
$Pa_{(1 3)}$	-3,82E+01	5,19E+03	9,94E-01
$Pa_{(2 1)}$	3,61E+02	1,30E+05	9,98E-01
$Pa_{(2 2)}$	2,38E+01	4,54E+00	0,00E+00
$Pa_{(2 3)}$	-7,25E+00	3,99E+00	7,11E-02

Остале вредности параметара транзитивних вероватноћа $Pa_{(3|1)}$, $Pa_{(3|2)}$ и $Pa_{(3|3)}$ добијају се на основу приказаних транзитивних вероватноћа.

Слика 16. Фамилија кривих кретање тачности класификације у случају три режима у зависности од доње и горње критичне вредности (хоризонтална оса) класификације



Прилог 5. Историја вести о кризи од 2008 до 2010. године

I expect that the crisis will be mitigated before they are reflected negative effects on our country. (Дневник, 3. 10. 2008)

„Србија из ове велике светске финансијске кризе излази неокрњена... Показало се да је наша рестриктивна монетарна политика постојана заштита од уласка криза попут актуелне.” (Дневник, 16. 10. 2008)

Global crisis threatens Serbia in 2009. (Stratfor, 4. 11. 2008)

„Криза је у Србију стигла раније него што се очекивало, за шта су одговорни 'домаћи економски актери'.” (Б92, 3. 3. 2009)

„Криза није престала, али слаби.” (РТВ Пинк, 12. 5. 2009)

Serbia has emerged from the crisis according to economical indicators. (БЕТА, 20. 1. 2010)

„Србија, формално и статистички посматрано, изашла из кризе.” (Данас, 17. 5. 2010)

Литература

- Abiad, M. A. (2003), „Early warning systems: A survey and a regime-switching approach”, International Monetary Fund.
- Alexander, C. (2009), „Market Risk Analysis, Value at Risk Models”, *John Wiley & Sons*.
- Ang, A., and Bekaert, G. (2002) „Regime switches in interest rates”, *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(2), 163–182.
- Attinasi, M. G., Checherita-Westphal, C. D., and Nickel, C. (2009), „What explains the surge in euro area sovereign spreads during the financial crisis of 2007–09?”.
- Baele, L. (2005), „Volatility spillover effects in European equity markets”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 40(02), 373–401.
- Berg, A., and Pattillo, C. A. (1998), „Are currency crises predictable? A test”.
- Borio, C. (2003), „Towards a macroprudential framework for financial supervision and regulation?”, *CEifo Economic Studies*, 49(2), 181–215.
- Bussiere, M., and Fratzscher, M. (2006), „Towards a new early warning system of financial crises”, *Journal of International Money and Finance*, 25(6), 953–973.
- Cavanagh, J., and Long, R. (1999) „Introducing the JP Morgan Emerging Markets Bond Index Global (EMBI Global)”, *Emerging markets research*, JP Morgan Securities Inc.
- Chae, J. (2005), „Trading volume, information asymmetry, and timing information”, *The journal of finance*, 60(1), 413–442.
- Crotty, J. (2009), „Structural causes of the global financial crisis: a critical assessment of the ‘new financial architecture’”, *Cambridge Journal of Economics*, 33(4), 563–580.
- De Bandt, O., Hartmann, P., and Peydro, J. (2009), „Systemic risk in banking: An update”, *Oxford Handbook of Banking*, Oxford University Press, Oxford.
- Dempster, A. P., Laird, N. M., and Rubin, D. B. (1977), „Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm”, *Journal of the royal statistical society, Series B (methodological)*, 1–38.
- Diebold, F. X., Lee, J. H., and Weinbach, G. C. (1994), „Regime switching with time-varying transition probabilities”, *Business Cycles: Durations, Dynamics, and Forecasting*, 144–165.
- Dornbusch, R. (1976), „Expectations and Exchange Rate Dynamics”, *The Journal of Political Economy*, Vol. 84, pp. 1161–76.
- Dumičić, M. (2014), „Pokazatelji financijskog stresa za male otvorene visokoeuroizirane zemlje – primjer Hrvatske”, HNB Istraživanja, 43.
- Frankel, J. A., and Saravelos, G. (2010), „Are leading indicators of financial crises useful for assessing country vulnerability? Evidence from the 2008-09 global crisis”, National bureau of economic research.
- Hamilton, J. D. (1989), „A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle”, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 357–384.
- Hatzius, J., Hooper, P., Mishkin, F. S., Schoenholtz, K. L., and Watson, M. W. (2010), „Financial conditions indexes: A fresh look after the financial crisis”, National Bureau of Economic Research.
- Hollo, D., Kremer, M., and Lo Duca, M. (2012), „CISS-a composite indicator of systemic stress in the financial system”.

- Houben, A., Kakes, J., and Schinasi, G. J. (2004), „Toward a framework for safeguarding financial stability”, International Monetary Fund.
- Illing, M., and Liu, Y. (2003), „An index of financial stress for Canada”, Bank of Canada.
- Illing, M., and Liu, Y. (2006), „Measuring financial stress in a developed country: An application to Canada”, *Journal of Financial Stability*, 2(3), 243–265.
- IMF (2001), Government finance statistics manual 2001, Statistics Department.
- IMF (2008), „Financial Soundness Indicators: Compilation Guide”, International Monetary Fund.
- Joe, H. (1990), „Multivariate concordance”, *Journal of multivariate analysis*, 35(1), 12–30.
- Jolliffe, I. (2002), „Principal component analysis”, Wiley Online Library.
- Kaminsky, G. L. (1999), „Currency and banking crises-the early warnings of distress”, International Monetary Fund.
- Kliesen, K. L., Owyang, M. T., and Vermann, E. K. (2012), „Disentangling diverse measures: A survey of financial stress indexes”, *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 94(5), 369–398.
- Kovačević, D., Mladenović, N., Petrović, B., and Milošević, P. (2014), „DE-VNS: Self-adaptive Differential Evolution with crossover neighborhood search for continuous global optimization”, *Computers & Operations Research*, 52, 157–169.
- Kou, G., Chao, X., Peng, Y., Alsaadi, F. E., & Herrera-Viedma, E. (2019), „Machine learning methods for systemic risk analysis in financial sectors”, *Technological and Economic Development of Economy*, 25(5), 716–742.
- Lo Duca, M., and Peltonen, T. A. (2011), „Macro-financial vulnerabilities and future financial stress-Assessing systemic risks and predicting systemic events”.
- Louzis, D. P., and Vouldis, A. T. (2013), „A financial systemic stress index for Greece”.
- McNeil, A. J., and Frey, R. (2000), „Estimation of tail-related risk measures for heteroscedastic financial time series: an extreme value approach”, *Journal of empirical finance*, 7(3), 271–300.
- McNeil, A. J., Frey, R., and Embrechts, P. (2015), „Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools: Concepts, Techniques and Tools”, *Princeton university press*.
- NBS (2021), *Annual Financial Stability Report 2020*, National bank of Serbia publications.
- Obstfeld, M., and Rogoff, K. (2009), „Global imbalances and the financial crisis: products of common causes”.
- Podpiera, J., and Ötker, M. I. (2010), „The fundamental determinants of credit default risk for European large complex financial institutions”, International Monetary Fund.
- Press, W. H. (2007), „Numerical recipes 3rd edition: The art of scientific computing”, *Cambridge university press*.
- Rose, A. K., and Spiegel, M. M. (2012), „Cross-country causes and consequences of the 2008 crisis: early warning”, *Japan and the World Economy*, 24(1), 1–16.
- Schwarcz, S. L. (2008), „Systemic risk”, *Georgetown Law Journal*, 97(1).
- Sokolova, M., and Lapalme, G. (2009), „A systematic analysis of performance measures for classification tasks”, *Information Processing & Management*, 45(4), 427–437.
- Tamakoshi, G., and Hamori, S. (2015), „The European Sovereign Debt Crisis and Its Impacts on Financial Markets”, Routledge.

ГЛОБАЛНИ ТРЕНДОВИ РАЗВОЈА ПЛАТНИХ КАРТИЦА

Александар Лагатор

© Народна банка Србије, септембар, 2021.

Доступно на www.nbs.rs

За ставове изнете у радовима у оквиру ове серије одговоран је аутор и ставови не представљају нужно званичан став Народне банке Србије.

Сектор за платни систем

НАРОДНА БАНКА СРБИЈЕ

Београд, Краља Петра 12

Тел.: (+381 11) 3027 100

Београд, Немањина 17

Тел.: (+381 11) 333 8000

www.nbs.rs

Глобални трендови развоја платних картица

Александар Лагатор

Апстракт: У овом раду описани су најбитнији глобални трендови развоја платних картица. Област платних картица специфична је по томе што је одликује висок степен мултидисциплинарности, јер, осим технолошког, обухвата и разне друге аспекте попут правног, тржишног, финансијског, социјалног па и политичког. Због тога фактори развоја платних картица нису увек само технолошке природе већ неретко и тржишне, правне, финансијске, социјалне и политичке. Циљ овог рада је управо представљање наведених аспеката развоја на што је могуће једноставнији и концизнији начин, с обзиром на то да су, због своје мултидисциплинарности, теме које се тичу платних картица најчешће изузетно комплексне и обимне. На крају рада описана је и ситуација у Србији, где се у великој мери прате технолошка и законска решења која постоје у свету. Поред трендова развоја платних картица, у овом раду је дата и одређена критичка анализа аутора у вези с појединим трендовима развоја, у смислу предности, недостатака, проблема у реализацији и научених лекција из досадашњих бројних искустава у свету.

Кључне речи: платне картице, трендови развоја, чип картице, EMV, CPA, бесконтактна плаћања, интернет плаћања, PCI DSS, IFR, PSD2, NFC, HCE, јака аутентификација, 3-D Secure, SRC.

[JEL Code]: C32, G01, E44.

Нетехнички резиме

На глобалне трендове развоја платних картица, због изражене мултидисциплинарности ове области, утичу многи фактори који нису искључиво технолошког типа. Неретко су то и тржишни, правни, финансијски, социјални, па и политички фактори. Због стално присутне јаке конкуренције на глобалном тржишту платних картица, постоје и стални изазови у овој области, и у погледу нових пословних и технолошких сервиса и решења, и у погледу проблема на тржишту попут нарушавања здраве конкуренције. Због тога су у последње време у свету присутна доминантно два правца решавања постојећих изазова – нова технолошка решења и нова законска решења.

Прекретница у развоју нових технолошких решења у области платних картица десила се појавом платних картица с чипом, деведесетних година прошлог века. Технологија с чипом обезбедила је полазну основу за наредна нова техничка решења (бесконтактне картице и плаћања помоћу мобилних телефона), а принципи заштите података ове технологије постају све присутнији и код најновијих решења за безбедност плаћања на интернету.

Осим технолошког развоја, изазови у области платних картица све су чешће тржишне природе, због чега се у последње време све више примењује законска регулатива у њиховом решавању. Циљ ове нове законске регулативе јесте кориговање поремећаја на тржишту, уз задржавање принципа слободног тржишта, што није лако испунити, због чега су свакој новој законској регулативи претходиле године анализа, консултација, јавних дискусија, па и судских спорова.

Садржај:

1. Увод	130
2. Кратак историјат платних картица	130
3. Платне картице са чипом као почетак новије историје платних картица	131
4. Бесконтактне платне картице	134
5. Плаћања помоћу мобилног телефона	135
6. Нова решења за безбедност плаћања на интернету	136
7. Стандард за заштиту података платних картица – PCI DSS.....	138
8. Експанзија коришћења дебитних платних картица као последица светске економске кризе 2007-2008. год.....	139
9. Национални картични системи као све присутнији тренд	140
10. Државе као регулатори и фактори развоја платних картица	142
11. Трендови развоја платних картица у Србији.....	144
12. Закључак	146
Литература	147

1. Увод

Због стално присутне јаке конкуренције на глобалном тржишту платних картица, постоје и стални изазови у овој области, и у погледу нових пословних и технолошких сервиса и решења, и у погледу проблема на тржишту попут нарушавања здраве конкуренције. Због тога су у последње време у свету присутна доминантно два правца решавања постојећих изазова – нова технолошка решења и нова законска решења, што је и тема овог рада.

Теме изложене у овом раду намењене су пре свега стручним лицама чији су делокруг рада платне картице или послови који, у мањој или већој мери, имају везе с платним картицама, затим стручним лицама која тек почињу или разматрају да се баве овим пословима, али и свима другима којима је ова област из неког разлога од интереса.

Поред самог представљања трендова развоја платних картица, у овом раду је дата и одређена критичка анализа аутора у вези с појединим трендовима развоја, у смислу предности, недостатака, проблема у реализацији и научених лекција из досадашњих бројних искустава која постоје у свету.

2. Кратак историјат платних картица

Зачетником идеје концепта платних картица сматра се амерички писац и новинар Едвард Белама (1850–1898), који је у свом роману научнофантастичног жанра „Поглед уназад” први пут употребио термин „кредитна картица”, коју од државе добија сваки грађанин заједно са одређеним новчаним средствима за куповину помоћу картице као инструмента плаћања.

Првим формама платних картица сматрају се различите врсте кованица од пластике, бакра, алуминијума или челика, различитог облика и величине, с рељефно уписаним бројем рачуна, именом и ознаком трговца и често с малом рупом за постављање на привеске. Крајем 19. и почетком 20. века такве кованице користиле су се за утврђивање наплатних рачуна у хотелима и продавницама тако што су се превлачиле преко комада папира уместо ручног записивања информација на њима. То је убрзало процес наплате, али није било довољно добро за идентификацију клијената, па су се често јављали проблеми и злоупотребе.

Првим правим платним картицама сматрају се картице *Charge-Plate*, које су коришћене у САД од 1930. до касних педесетих година 20. века. Идејни творац и произвођач тих картица била је америчка компанија *Farrington Manufacturing Co.* Картице су биле израђене од метала, правоугаоног облика с рељефно одштампаним именом, градом и државом корисника, а издавали су их велики трговачки ланци својим купцима. Рељефно одштампани текст превлачио се преко белог и индиго папира уместо ручног уписивања на папир, што је убрзало процес куповине, а како су били наведени и подаци о купцу, проблеми и злоупотребе били су ограничени и прихватљиви. Поред варијанте да се налазе код купаца, ове картице су се често чувале на продајним местима.

Тридесетих година прошлог века појавиле су се платне картице најпре америчких, а затим и осталих светских авио-компанија (*Air Travel Card*). Оне су се базирале на систему нумерације издавалаца картица (авио-компанија), као и рачуна клијената. Плаћање овим картицама било је одложено (кредитно), а често је подразумевало и одређене попусте. Ове картице сматрају се првим међународним платним картицама, будући да су их прихватили сви чланови Међународне асоцијације за ваздушни превоз (*International Air Transport Association*).

Прва платна картица за општу употребу (за коришћење код више трговаца) била је картица *Diners Club*, која је настала 1950. године. Она је била кредитног типа, што је подразумевало измиривање комплетног дуга на крају месеца (*charge card*). Убрзо након ове картице, појавиле су се и картице сличне намене, *Carte Blanche* и *American Express*, која је ускоро постала и интернационална.

Првом правом кредитном картицом (с кредитном линијом на бази месечне наплате одређеног процента укупног преосталог дуга – *revolving credit*) сматра се платна картица *BankAmericard*, која се појавила 1958, а коју је основала *Bank of America* и постепено је лиценцирала другим банкама најпре у САД, а затим и у другим земљама света. Године 1976. усвојено је ново заједничко име за ову картицу – *Visa*. Истовремено с наведеним дешавањима, као одговор тржишне конкуренције, 1966. године група банака издаје картицу *Master Charge*, која с временом прераста у картицу *MasterCard*.

Платне картице *Visa* и *MasterCard* и данас су доминантне на светском тржишту, а њихов допринос глобалном развоју платних картица несумњив је. Међутим, деловање ова два брэнда с временом постаје препознато и као нека врста монопола или тзв. дуопола (термин који се све чешће користи), чему доприносе и чињенице да је њихов начин функционисања веома сличан, да имају доминантно учешће на тржишту већине земаља у свету, да су прошли сличне фазе трансформације власништва и да у последње време имају све више заједничких власника у својој све сложенијој структури власништва. У оваквим условима, као одговор на постојећу ситуацију, појављује се и све више локалних и националних картичних система ради демонополизације и боље регулације својих тржишта, као и снижавања трошкова и смањења зависности од ова два глобална картична система, о чему ће у овом раду бити више речи.

3. Платне картице с чипом као почетак новије историје платних картица

Од седамдесетих година прошлог века све до деведесетих година, платне картице с магнетном траком биле су доминантна технологија платних картица. Ова технологија је омогућила дигитализацију трансакција плаћања путем *POS* (уређаји на продајним местима) и *АТМ* (банкомати за исплату готовине) уређаја и мрежа за пренос података. Међутим, магнетна трака је била искључиво пасиван дигитални медијум за читање идентификационих података, без могућности уписа или додатних функционалности.

Деведесетих година прошлог века појављују се прве платне картице с чипом, најпре у Француској (прва платна апликација на чипу под називом *B4/B0*), а затим и шире, а

развили су их и глобални картични системи *Visa* и *MasterCard*. Основни разлози за увођење платних картица с чипом били су унапређење безбедности (спречавање злоупотреба) и могућност додатних функционалности.

Када је реч о унапређењу безбедности, платне картице с чипом омогућиле су напредне криптографске функционалности за врло поуздану аутентификацију корисника (криптован *PIN*), идентификацију (дигитални потпис и динамичка аутентификација) издаваоца картице и саме картице, као и спречавање копирања (*skimming*) платне картице. То је знатно унапредило безбедност трансакција коришћењем платних картица с чипом.

Када је реч о додатним функционалностима платних картица с чипом, ова технологија је, поред основне функције плаћања на *POS* и *ATM* уређајима, омогућила и поуздану аутентификацију код плаћања на интернету, идентификацију код картичне контроле приступа пословним просторијама запосленог, идентификацију грађана за сервисе електронске управе, контролу старости купца код куповине алкохолних пића, разних трговачких програма попушта за сталне купце (тзв. *Loyalty* програми), плаћање карата у градском превозу итд. Ове додатне функционалности омогућили су и неки картични системи, нпр. немачки *Girocard* (аутентификација на интернету, идентификација грађана за сервисе електронске управе, контрола старости купца код куповине алкохолних пића) и јапански *JCB* (аутентификација на интернету, идентификација грађана за сервисе електронске управе, идентификација код картичне контроле приступа пословним просторијама запосленог, плаћање карата у градском превозу).

Да би се смањили трошкови банака за израду платних картица с чипом за различите картичне системе, компаније *Visa*, *MasterCard*, *EuroPay* 1994. године започеле су пројекат под називом *EMV*, који је подразумевао заједничку техничку спецификацију за платне картице с чипом за сва три картична система, тако да се исти чип могао користити за сва три картична система. Године 1996. објављена је прва званична верзија техничке спецификације *EMV*, а три године касније, 1999, основано је удружење *EMVCo* с циљем даљег одржавања и развоја техничких спецификација за подршку платним картицама с чипом. До данас, овом удружењу су приступили и картични системи *JCB* (2004), *AMEX* (2009), *UnionPay* и *Discover* (2013). Године 2005. издата је и прва верзија заједничке спецификације платне апликације на чипу под називом *CPA* (*Common Payment Application*), а нешто касније, 2008. године, и прва верзија протокола *CPA* за бесконтактна плаћања.

Платне картице с чипом данас су уобичајене и свеprisутне, док се магнетне траке на платним картицама све ређе користе. Међутим, иако је коришћење чипа донело видљиви напредак код плаћања платним картицама, он ипак није био у оној мери у којој се очекивало и како је најављивано. У наставку је детаљније образложена ова чињеница.

Један од основних проблема које је донела технологија платних картица с чипом била је изузетна комплексност и висока цена њене реализације. Због тога је прелазак с магнетних картица на платне картице с чипом био изузетно спор на готово свим тржиштима, изузев на неколико њих који су и били зачетници ове технологије. Стога су картични системи, попут система *Visa* и *MasterCard*, били принуђени да дају додатна

подстицајна средства за поменути прелазак. Када ни то није дало очекиване резултате, уведена су правила о пребацавању одговорности за злоупотребе (*liability shift*) на страну која није увела чип технологију и, на крају, стриктна обавеза и рок за прелазак, поступно за разна тржишта, што је, након више од једне деценије, на крају дало планиране резултате на глобалном нивоу.

Иако је чип технологија омогућила висок ниво безбедности и додатних функционалности, оне нису искоришћене у мери у којој се првобитно очекивало, пре свега због комплексности и цене реализације. Примера ради, за већину опционих функционалности (поуздана аутентификација код плаћања на интернету, идентификација код картичне контроле приступа пословним просторијама запосленог, идентификација грађана за сервисе електронске управе, плаћање карата у градском превозу итд.) неопходно је да постоји додатна апликација на чипу, као и додатна меморија, што изискује комплекснију израду, самим тим и додатне трошкове, као и знатно већу финалну цену платне картице с чипом. Зато су с временом напуштене идеје додатних функционалности на истом чипу (на истој чип картици), већ су се оне, по правилу, уграђивале на посебним чип картицама предвиђеним за одређене функционалности (лична карта с чипом за сервисе електронске управе, посебна картица с чипом за плаћање карата у градском превозу, као што је нпр. *Oyster card* у Лондону, посебне картице с чипом *proximity* за контролу приступа пословним просторијама запосленог итд.).

Интересантно је да се најкомплекснији део функционалности чипа платне картице односи на криптографске операције код *offline* плаћања (где се плаћање обавља између *POS* терминала и картице с чипом, без коришћења мреже за пренос података). Ово се односи на *ODA* (*Offline Data Authentication*) процес аутентификације издаваоца картице и саме картице, што захтева сложене криптографске операције, али и сложену подршку банке издаваоца у вези с криптографским паровима кључева и сертификатима. Међутим, ова функционалност је битна, у смислу безбедности, само код *offline* плаћања. Код трансакција на банкоматима (*ATM*) та функционалност се не користи, а код *online* плаћања на *POS* терминалима она није неопходна, с обзиром на то да се ту (као и код банкомата) користи знатно једноставнији криптографски метод аутентификације издаваоца и картице помоћу размене криптограма *ARQC/ARPC*, на мрежи за пренос података, који не захтева сложену подршку банке издаваоца у вези с криптографским паровима кључева и сертификатима. Будући да се *offline* плаћања полако напуштају у свету, престаје и потреба за комплексном функционалношћу *ODA* (*Offline Data Authentication*) на картици с чипом, без које би процедуре у банкама које се односе чип технологију биле неупоредиво једноставније, а реализација и саме чип картице знатно јефтиније. Није немогуће да ће се то у скоријој будућности и десити.

Без обзира на постојање спецификације *CPA* (*Common Payment Application*), која пружа могућност коришћења исте чип апликације за више картичних система, у пракси се за *Visa* и *MasterCard* и даље користе њихове посебне спецификације – *VSDC* (*Visa Smart Debit/Credit*) и *MasterCard M/Chip*, пре свега због особености спецификације *M/Chip*, која с временом све више одступа од концепта заједничке спецификације *CPA*.

Ипак, с обзиром на то да је слободна за коришћење, спецификација *CPA* постала је битна основа за развој многих локалних и националних картичних система.

Платне картице с чипом знатно су допринеле безбедности трансакција платним картицама. Међутим, то се односи само на плаћања картицом (*card present*), а не и на плаћања без присуства картице (*card not present*), као што су плаћања на интернету, ручни унос на *POS* терминалу или наручивање телефоном, која су остала на нижем нивоу безбедности. Као последица тога, злоупотребе су прешле (*fraud migration*) с ранијих начина плаћања доминантно на плаћања на интернету, која су мање заштићена. Стога се приступило решавању новог проблема – повећању безбедности плаћања на интернету, о чему ће бити више речи у наредним поглављима.

4. Бесконтактне платне картице

Првом бесконтактном платном картицом сматра се јужнокорејска картица *Upass*, која се од 1995. године користи за плаћање у градском превозу. Од 2008. картични системи *Visa*, *MasterCard* и *American Express* почињу готово истовремено да нуде бесконтактне платне картице. Данас је бесконтактно плаћање постало све распрострањеније, а на многим тржиштима је и доминантно. Најчешће се користе тзв. хибридне чип платне картице, које имају и контактни и бесконтактни интерфејс за плаћање.

Бесконтактне картице су првобитно биле намењене специфичним врстама плаћања, која су подразумевала мање износе и брже извршење плаћања великог броја купаца на продајном месту (продавнице брзе хране, киосци, градски превоз и слично). Међутим, од неког тренутка, глобални картични системи, попут система *Visa* и *MasterCard*, започели су врло интензивну кампању за увођење овог начина плаћања на свим продајним местима, најпре подстицајним средствима, а затим и стриктном обавезом да се овај начин плаћања уведе на свим продајним местима.

Постоје мишљења да је разлог за такву кампању и предност поменутих глобалних картичних система у односу на локалне и националне картичне системе, с обзиром на то да у то време ови системи нису имали на располагању техничко решење за бесконтактна плаћања. Иако је удружење *EMV CO* креирало и спецификацију *CPA* за бесконтактна плаћања, она је и даље општег типа, без довољно техничких детаља који би омогућили њену лакшу примену у пракси, због чега су локални и национални картични системи знатно каснили с применом бесконтактног плаћања.

Као одговор на проблем недостатка отворене техничке спецификације за бесконтактна плаћања, компанија *Gemalto* развила је спецификацију под називом *PURE*, као и одговарајуће *CPA* платне картице, које су на располагању свим картичним системима, а недуго затим и компанија *IDEMIA* почиње да нуди слично решење. У марту ове године, компаније *IDEMIA*, *G&D* и *NXP* основале су удружење *WLA (White Label Alliance)* ради даљег развоја отворених техничких решења за бесконтактна плаћања, која ће бити на располагању свим картичним системима.

Тренутно је реализовано неколико бесконтактних плаћања коришћењем наведених отворених стандарда. За сада се највише користе решења *PURE* (нпр. *Vcard* у Бугарској и *EFTPOS* у Аустралији), али је и све више планова за коришћење и нових најављених отворених решења.

Без обзира на постојеће проблеме и почетне скромне планове за бесконтактна плаћања, ова врста плаћања ће највероватније бити све доминантнија у будућности. Томе су допринели и многи неочекивани захтеви тржишта, као нпр. једноставније и брже плаћање без *PIN*-а (до неког износа), и појава пандемије вируса корона, где је бесконтактно плаћање препознато и као једна од пожељних мера у борби против пандемије.

5. Плаћања помоћу мобилног телефона

Први концепт плаћања помоћу мобилног телефона био је тзв. *m-commerce*, који се први пут помиње 1997. године у смислу преношења функционалности постојећег *e-commerce*-а (плаћања картицом на интернету) на мобилне телефоне. У почетку је овај нови вид плаћања донео предност само у погледу веће мобилности купца, који више није био везан за рачунар. С временом су се предности умножавале, пре свега у погледу слања рекламних информација на мобилни телефон (*push notification*), а затим и веће безбедности коју мобилни телефон пружа.

С временом је коришћење мобилних телефона еволуирало у различите нове врсте плаћања, које су биле везане за различите канале плаћања (*omnichannel*).

Најпре се, с појавом *NFC* (*Near-field Communication*) мобилних телефона, појавила и могућност бесконтактнoг плаћања мобилним телефоном на *POS* терминалу. У почетку је за омогућавање овакве врсте плаћања било неопходно и учешће мобилног оператера и произвођача *SIM* картица, као и коришћење протокола *SWP* (*Single Wire Protocol*), што је подразумевало повезивање жицом *SIM* картице и *NFC* чипа на мобилном телефону, који су међусобно комуницирали преко поменутог протокола. Међутим, због великог броја учесника и комплексности примене, ово решење није озбиљније заживело у пракси.

Са увођењем новог концепта под називом *HCE* (*Host Card Emulation*), престала је потреба за описаним комплексним решењем, као и за учешћем мобилног оператера и произвођача *SIM* картица. Нови концепт, који је настао 2012, а почео шире да се примењује 2014, подразумева софтверску симулацију платне картице с чипом коришћењем напредних криптографских техника, што ускоро добија много ширу примену, укључујући замену бесконтактне картице с чипом мобилним телефоном, *e-wallet* на мобилном телефону (попут *Google Pay* и *Apple Pay*), као и нови концепт безбедности плаћања на интернету и мобилним телефоном под називом *SRC* (*Secure Remote Commerce*), о чему ће бити више речи у наредном поглављу.

Интересантно је да су се, убрзо након појављивања првих решења плаћања помоћу мобилног телефона, појавила масовна предвиђања да су ова решења револуционарна и да ће потпуно заменити стандардну форму платних картица у врло кратком временском

периоду. Међутим, иако је постојало доста аргумената за овакве закључке, то се до данас није десило. Разлог је у томе што у пракси и даље постоји јако много ограничавајућих фактора: обавезна *NFC* функционалност, коју још увек има само мали проценат, по правилу скупљих мобилних телефона; и даље релативно компликовано подешавање и коришћење мобилних телефона за плаћање; заинтересованост за коришћење платне картице пре свега млађе популације, која има већа техничка знања и истовремено редовна примања.

Без обзира на постојеће проблеме и ограничења у вези с плаћањем помоћу мобилног телефона, ова врста плаћања се заиста може сматрати најперспективнијим у будућности, с обзиром на то да је мобилни телефон постао уређај који је увек с нама. Ипак, не треба потценити ни континуирану потребу тржишта за различитим решењима и каналима плаћања за различите намене и групе корисника, тако да највероватније није реално очекивати да само једна врста плаћања постане доминантна у односу на већину других.

6. Нова решења за безбедност плаћања на интернету

Прва плаћања платним картицама на интернету појавила су се веома брзо након појаве интернета и првих веб-сајтова, конкретно 1992. на сајту за продају књига *www.books.com*.

У првом периоду коришћења платних картица на интернету, све до 2000. године, није постојала посебна додатна заштита код ове врсте плаћања, због чега се постепено повећавао број злоупотреба. Као што је раније поменуто, с појавом платних картица с чипом, злоупотребе су додатно прешле с трансакција код којих је присутна платна картица (које су због појаве технологије чипа постале много безбедније) на трансакције на интернету које су биле мање заштићене. Тржиште је брзо одговорило појавом нових решења за додатну заштиту код ове врсте плаћања, а касније и новим обавезујућим правилом најпре од стране картичних система, а затим и од регулатора, пре свега у Европској унији.

Прва напреднија технолошка решења за безбедност плаћања на интернету увела је компанија *Visa* почетком двехиљадитих година, под именом *Verified by Visa*, а затим и именом *3-D Secure*, које су убрзо прихватиле и остале картичне организације – *MasterCard* (под називом *SecureCode*), *Discover* (под називом *ProtectBuy*), *JCB* (под називом *J/Secure*) и *American Express* (под називом *SafeKey*). Сва наведена решења се заснивају на концепту *3-D Secure*, који подразумева додатну заштиту у три домена: домену прихватиоца картица (у пракси софтверски модул *MPI-Merchant Plug In* на сајту трговца), домену издаваоца картица (у пракси *ACS-Access Control Server* за аутентификацију корисника картица) и домену интероперабилности (у пракси *DS-Directory Server* за контролу и повезивање остала два домена).

Наведена *3-D Secure* решења за безбедност трансакција на интернету најпре су била опциона за учеснике плаћања, а затим је уведен и концепт пребацивања одговорности на страну која их није применила (*liability shift*) путем правила картичних система.

Потпуна обавеза њиховог коришћења правилима картичних система уведена је само за поједина тржишта која су сматрана ризичнијим, али не и за сва тржишта глобално. При томе, начин примене није био стриктно дефинисан у погледу типа и степена заштите, већ је постојао слободан избор методе заштите од стране учесника (нпр. стална лозинка, променљива лозинка, додатни уређаји типа токена и сл.).

Дуго времена концепт *3-D Secure* био је власништво компаније *Visa* (познат под називом *3-D Secure Version 1*). Самим тим, остали картични системи су морали или да развијају сопствене варијанте овог концепта или да плаћају трошкове лиценце компанији *Visa*.

С обзиром на бројне наведене недостатке постојећих решења на тржишту у вези с безбедношћу плаћања на интернету (одсуство обавезног увођења, исувише слободан избор степена заштите, непостојање отвореног стандарда за слободно коришћење), Европска унија је 2015. донела тзв. директиву *PSD2 (Revised Directive on Payment Services)*, којом је, поред осталог, увела детаљније и стриктније обавезе за реализацију безбедног плаћања на интернету. Овом директивом уведена је обавезна примена тзв. јаке аутентификације (*strong authentication*) корисника на интернету, што подразумева истовремену примену најмање два од следећа три механизма аутентификације – нешто што корисник зна (нпр. стална лозинка), нешто што корисник поседује (нпр. токен или мобилни телефон) и нешто што корисник јесте (нпр. отисак прста, фотографија лица, зенице ока и сл.).

Као одговор на техничке захтеве дефинисане у директиви *PSD2*, асоцијација *EMVCo* је 2016. објавила нову, отворену верзију спецификације *3-D Secure*, коју слободно могу користити сви картични системи, познату под називом *3-D Secure Version 2*. Осим слободног коришћења, ова директива је донела и знатно шире могућности коришћења иновативних метода аутентификације корисника, укључујући и биометрију. Ова нова верзија спецификације *3-D Secure* већ је уведена у највећем делу Европске уније, чиме су знатно смањене злоупотребе код плаћања картицом у овом региону, што ће се највероватније проширити и постепеним увођењем у остатку света, ако се имају у виду слична искуства са увођењем платних картица с чипом.

Реакције тржишта на директиву *PSD2* и обавезну двофакторску аутентификацију код плаћања на интернету најпре су биле доминантно негативне, пре свега због потребних улагања у реализацију и кратких рокова. Међутим, након првих реализација, препознато је да нова верзија спецификације *3-D Secure* нуди решења која могу бити и комфорнија и једноставнија за кориснике, а самим тим и конкурентнија на тржишту. Навешћемо пример: ранија јака аутентификација компликованим коришћењем токена замењена је једноставнијим коришћењем *SMS* порука на мобилном телефону, а све чешће су у понуди и биометријске технике, које корисницима додатно олакшавају аутентификацију (препознавање лица или зенице ока преко мобилног телефона, отисак прста читан на мобилном телефону и сл.).

Без обзира на велики потенцијал и нове могућности биометријске аутентификације на интернету, тренутно доминанто решење у пракси јесте истовремено коришћење сталне лозинке (оно што корисник зна) и променљиве лозинке која се шаље као *SMS* порука на мобилни телефон, што се донекле може сматрати додатно оптерећујућим за

корисника. Коришћење биометрије (оно што корисник јесте) уместо нпр. памћења сталне лозинке знатно би олакшало аутентификацију. Међутим, када је реч о биометрији као једном од фактора аутентификације, ова област је још увек у фази развоја, где и даље постоје многа отворена питања, доминантно везана за поузданост. Наиме, показало се да није довољно коришћење само тзв. статичких физичких карактеристика корисника (нпр. црте лица, зенице ока, отиска прста), јер оне могу да се копирају. Због тога се у последње време уводе и тзв. бихевиоралне методе биометрије (препознавање гласа, динамике покрета код својеручног потписа, динамике куцања, гестикулације и сл.), што би знатно допринело поузданости и олакшало аутентификацију корисника, али је, с друге стране, само увођење оваквих решења за сада изузетно комплексно, а најчешће и скупо. Међутим, према досадашњим искуствима, ако се с временом дође до бољих и ефикаснијих решења аутентификације и оне се омасове, то би неминовно довело и до нових прихваћених стандарда и поједностијења реализације.

С обзиром на велике изазове код реализације безбедног плаћања на интернету, пре свега са аспекта заштите, али и лакшег коришћења од стране корисника, последњих година глобални картични брендови развили су концепт *SRC (Secure Remote Commerce)*, за који се често користи и термин *Click to Pay*. Овај концепт, с једне стране, нуди поједностављено и унифицирано коришћење различитих канала безбедног плаћања од стране корисника (с било ког рачунара, лаптопа, таблета или мобилног телефона), али је, с друге стране, његова реализација прилично сложена. Примена овог концепта подразумева неколико комплексних компонената (систем *SRC*, који повезује и координира осталим компонентама; *DPA-Digital Payment Application*, преко које корисник комуницира са системом; *DCF-Digital Card Facilitator*, који чува и шаље податке о кориснику и платној картици; *SRC Initiator*, који размењује податке између трговца и компоненте *DCF*; и *SRC Participating Issuer*, који аутоматски региструје кориснике у систему *SRC*), као и сложена криптографска решења чија су основа протокол *3-D Secure* и протоколи токенизације.

Ради лакше и шире реализације новог концепта *SRC (Secure Remote Commerce)* за безбедније и лакше плаћање на интернету, асоцијација *EMVCo* је у јуну ове године објавила своју техничку спецификацију *EMV Secure Remote Commerce Specifications, v1.0*, која ће сигурно олакшати примену овог новог концепта.

7. Стандард за заштиту података платних картица – PCI DSS

С појавом првих напреднијих решења заштите код коришћења платних картица, попут технологије с чипом и аутентификације на интернету, појавиле су се и нове компоненте, као и нови учесници картичних система, што је повећало комплексност реализације, па самим тим и комплексност заштите података. Ради лакше и ефикасније заштите података, глобални картични системи *Visa, MasterCard, American Express, Discover* и *JCB 2006*. формирали су тзв. *Payment Card Industry Security Standards Council*, асоцијацију која је исте године објавила прву верзију стандарда под називом *PCI DSS – Payment Card Industry Data Security Standard*.

Стандард *PCI DSS* најпре је дефинисао најбитније аспекте заштите само појединих учесника картичног система, да би с временом обухватио све учеснике (прихватиоце, издаваоце, процесоре, трговце и све остале пружаоце сервиса) и аспекте заштите (*PIN*-а, идентификационих података о платним картицама, канала преноса података, безбедног чувања података, заштићеног приступа подацима, итд.).

У садашње време глобални картични системи својим правилима прописују обавезну примену стандарда *PCI DSS* за све учеснике система без изузетка. Међутим, начин провере испуњености овог стандарда зависи од величине учесника, у смислу обима промета који учесник остварује – за учеснике с малим прометом довољна је самостална процена испуњености (*SAQ – Self-Assessment Questionnaire*), за учеснике са средњим прометом неопходна је екстерна процена (*QSA – Qualified Security Assessor*), док је за учеснике с великим прометом неопходна одговарајућа интерна процена (*ISA – Internal Security Assessor*). Провера испуњености се обавља редовно, годишње или тромесечно, зависно од врсте захтева.

Технички захтеви стандарда *PCI DSS* подељени су у шест група:

1. Безбедност мреже за пренос података и система;
2. Безбедност података о платним картицама и корисницима;
3. Управљање рањивошћу система;
4. Имплементација јаке контроле приступа;
5. Редовни надзор и тестирање безбедности мреже за пренос података;
6. Одржавање политике безбедности информација.

Свака од наведених група захтева подељена је у подгрупе које обухватају различите аспекте заштите података код различитих учесника система.

Стандарди *PCI DSS* дефинитивно обезбеђују врло висок ниво безбедности података код свих учесника картичног система. Међутим, они захтевају и знатне додатне трошкове у вези са увођењем и редовне провере испуњености, што врло вероватно представља велику препреку за многе потенцијалне учеснике система. Међутим, с обзиром на толико широку обавезу испуњености за све учеснике система без изузетка, са омасовљењем је логично очекивати и смањење трошкова по учеснику. Нажалост, трошкови увођења и редовне провере испуњености још су увек високи, што за сада фаворизује веће учеснике у односу на мање.

8. Експанзија коришћења дебитних платних картица као последица светске економске кризе 2007–2008.

До појаве светске економске кризе 2007–2008, у развијеним земљама света доминантно су се користиле кредитне картице, пре свега због бројних погодности које су оне нудиле. Осим повољних кредитних линија, кредитне картице су коришћене без ограничења код свих врста плаћања, што није био случај с дебитним картицама, које су биле везане за текуће рачуне и лимитиране тренутним стањем на рачуну, што је као последицу имало и додатна ограничења код одређених врста плаћања.

Интересантно је да до 2007–2008. плаћања без присуства картице (*card not present*), попут плаћања на интернету, наручивања преко телефона или имејла, врло често нису била омогућена за дебитне платне картице. Разлог за то су биле веома компликоване и дуге процедуре у случају злоупотреба, што није било проблематично код кредитних картица (јер је корисник и даље имао довољно средстава на располагању због високих кредитних лимита), али јесте код дебитних картица (јер је лимит код дебитних картица везан за тренутно стање на текућем рачуну, које је много ниже од кредитног лимита, па је самим тим кориснику на располагању знатно мање средстава, до окончања поступка рекламације због злоупотреба). Из наведених разлога, кредитне картице су се дуго времена користиле за плаћање на интернету без икакве додатне заштите (аутентификације), с обзиром на то да је код ове врсте плаћања, према правилима картичних система, одговорност доминантно на страни трговаца, тако да су корисницима картица у случају злоупотреба, након окончања процедуре рекламација, по правилу враћана средства на кредитни рачун.

Познато је да је разлог за појаву светске економске кризе 2007–2008. био пре свега давање недовољно контролисаних позајмица и кредита, што је с временом резултирало тзв. „пуцањем балона” најпре у САД, а затим последично и у остатку света. Иако је ово било везано, пре свега, за тржиште некретнина, пракса недовољно контролисаних кредита била је присутна и код кредитних линија везаних за кредитне картице. Наиме, за разлику од ранијег периода, када је месечна отплата преосталог дуга код кредитних картица била најчешће на нивоу 10–15%, тај ниво је до 2007–2008. пао на само 2–3%, што је драстично продужило отплату дуга (са 1–2 године на чак 5–7 година), а самим тим и драстично увећало укупан дуг корисника картице на име камата (са 15–20% на чак 100–150%).

Описана лоша искуства корисника кредитних картица, као и све лошија глобална економска ситуација, довели су до масовног преласка с коришћења кредитних на коришћење дебитних картица, што је индуковано и од стране корисника и од стране издавалаца картица. Међутим, у овим новим условима више нису била прихватљива дотадашња ограничења код коришћења дебитних картица (попут онемогућавања плаћања на интернету), што је убрзало развој решења за постојећа ограничења код дебитних картица. Може се сматрати да је ова ситуација допринела и убрзаном развоју решења за безбедније плаћање на интернету, упоредо са експанзијом коришћења дебитних картица.

9. Национални картични системи као све присутнији тренд

Први национални картични системи настали су упоредо с настанком данашњих глобалних картичних система као што су *Visa* и *MasterCard*. Првим националним картичним системом сматра се француски *Carte Bleue*, који је настао 1967, а недуго затим (1967) основан је и европски систем *Eurocheque*, који је врло брзо имао и своју варијанту платне картице – *Eurocheque guarantee card*. Међутим, систем *Eurocheque* био је прилично скуп за трговце, а имао је и лошија техничка решења од све присутнијих глобалних система – *Visa* и *MasterCard*, тако да су картице *Eurocheque* све мање

прихватане од стране трговаца, што је на крају довело до укидања овог система 2001. С обзиром на то да су картице *Eurocheque* доминантно коришћене у Немачкој, у овој земљи су оне наставиле да се користе под новим именом – *EC (Electronic Cash)*, док су у осталим европским земљама картице *Eurocheque* замењене картицама *Maestro*, које се биле власништво *MasterCard*-а. Оваква ситуација је довела до настанка немачке националне платне картице – *Girocard* 2007. године.

У складу са описаним, први национални картични системи настали су доминантно у развијеним земљама, најпре с намером да буду у корак с развојем платних картица или чак да предњаче у односу на њих (нпр. француски *Carte Bleue*), а затим и као последица недостатака постојећих система и потребе да буду независни од других картичних система (нпр. немачки *Girocard*). Може се рећи да су први национални картични системи настали више због бржег развоја и конкурентности него због неопходности.

С временом се појављују и нови национални картични системи, али сада много више због неопходности него због бржег развоја и конкурентности. Наиме, с врло брзим ширењем глобалних картичних система *Visa* и *MasterCard*, расте и њихова доминација, што је постепено резултирало знатним повећањем трошкова учесника система, као и потпуном зависношћу од ових система на тржиштима која нису имала друга алтернативна решења. Овај проблем је препознат најпре у развијенијим земљама света, а затим и много шире. Оваква ситуација је била окидач за настајање све више националних картичних система широм света, што траје и данас.

Чињеница да се генерално око 95% свих трансакција платних картица реализује у земљи, а само 5% као међународне трансакције додатно иде у прилог развоју националних картичних система. Због тога је у свету све више земаља код којих доминира коришћење националних платних картица у односу на коришћење картица глобалних брендова.

Табела 1. Преглед постојећих националних картичних система који су доминантни на својим локалним тржиштима

Држава	Назив картичног система	Карактеристике
НЕМАЧКА	Girocard	90 милиона издатих картица
ФРАНЦУСКА	Cartes Bancaires	64,5 милиона издатих картица, 83% свих картица
ДАНСКА	Dankort	84% учешћа у промету
ШПАНИЈА	ServiRed, Sistema 4B, Euro 6000	Више од 70 милиона издатих картица
ИТАЛИЈА	Carta Si, PagoBancomat	-
НОРВЕШКА	Bank Asept	7 милиона издатих картица
БЕЛГИЈА	Bancontact	15,7 милиона издатих картица
БЕЛОРУСИЈА	BelCard	5 милиона издатих картица
ЈАПАН	JCB	77 милиона издатих картица
КИНА	UnionPay	6 милијарди издатих картица, 100% учешћа у промету у земљи
ЈУЖНА КОРЕЈА	BC Card	52 милиона издатих картица
САУДИЈСКА АРАБИЈА	SPAN	100% учешћа у промету у земљи
АУСТРАЛИЈА	eftpos	70% трансакција дебитним картицама у земљи
НОВИ ЗЕЛАНД	eftpos	60% трансакција на POS терминалима
КАНАДА	Interac	-

Извор: веб-сајтови централних банака наведених земаља и наведених националних картичних система.

Табела 2. Преглед националних картичних система који су настали у последњих десет година

Држава	Назив картичног система	Карактеристике
БРАЗИЛ	ELO	Покренут 2011. године
ИНДИЈА	RuPay	Покренут 2012. године
РУСИЈА	Мир	Покренут 2014. године
ТУРСКА	Troy	Покренут 2016. године

Извор: веб-сајтови централних банака наведених земаља и наведених националних картичних система.

Евидентно је да број нових националних картичних система у свету константно расте и да ће се тај тренд наставити.

10. Државе као регулатори и фактори развоја платних картица

Познато је да је један од основних принципа савремене светске економије принцип слободног тржишта, који би требало да буде доминантан фактор и у области развоја. Међутим, повремено се дешавају одређени мањи или већи поремећаји на тржишту с краћим или дужим трајањем. У ситуацијама поремећаја тржишта с дужим трајањем, природно је и логично да се државе интензивније укључе у решавање постојећих проблема, пре свега путем законске регулативе. Овакви примери постоје и у области платних картица.

Први проблеми на тржишту везани за платне картице датирају још од раних седамдесетих година прошлог века и били су претежно везани за судске спорове између трговаца и глобалних картичних система *Visa*, *MasterCard* и *American Express*.

Већ на самом почетку свог постојања, картичне шеме *Visa* и *MasterCard* поставиле су спорно правило да банке издаваоци морају да бирају чије ће картице издавати. Након жалби банака Министарству правде САД (*U.S. Department of Justice*), које је усвојило жалбе на основу постојећег антимонополског закона, картичне шеме *Visa* и *MasterCard* биле су приморане да укину ово правило и дозволе банкама да истовремено издају обе врсте картица.

Деведесетих година прошлог века картичне шеме *Visa* и *MasterCard* поставиле су ново спорно правило – да банке које издају њихове картице не могу истовремено да издају и друге картице попут картица *Discover* и *American Express*. Овај случај је завршен на америчком суду 2001. пресудом да поменуто правило озбиљно нарушава принципе здраве конкуренције и да мора да буде укинута.

Истовремено с претходно описаним случајем, деведесетих година прошлог века велики амерички трговци су покренули још један судски спор у вези с правилом картичних шема *Visa* и *MasterCard* о обавези прихватања свих типова картица, с обзиром на то да је прихватање кредитних картица било знатно скупље за трговце од прихватања дебитних картица. Епилог овог судског процеса била је погодба са овим картичним шемама да се постојеће правило укине тако да трговци могу да бирају који тип картица ће прихватати.

Од 2000. године било је на десетине различитих судских спорова између трговаца и глобалних картичних шема *Visa*, *MasterCard* и *American Express*, пре свега у вези с високим међубанкарским накнадама, које су негативно утицале на трошкове трговаца и на коначне продајне цене. Ови судски спорови су се водили и ван САД (нпр. у Европској унији и Уједињеном Краљевству), али овог пута најчешће није било крајњих пресуда, већ су готово све пресуде биле поништаване на вишим судовима или враћане на поново суђење. Разлози за овакву ситуацију највероватније су били изузетна комплексност саме проблематике и велики број засебних случајева без јединственог и консолидованог приступа.

Након више година анализа, консултација, дискусија и судских спорова у вези с високим међубанкарским накнадама, Федералне резерве САД (*FED – Federal Reserve System*) 2011. донеле су регулативу о међубанкарским накнадама – *Regulation II (Debit Card Interchange Fees and Routing)*. Ова регулатива се односи само на дебитне картице и прописује максимални износ међубанкарске накнаде за дебитне картице од 21 цент и додатних 0,05% по трансакцији. Од овог правила су изузети мали трговци, који су посебно дефинисани у регулативи.

Нешто касније, 2015. Европска унија је донела Регулацију о међубанкарским накнадама (*Interchange Fee Regulation*), којом се разрешава овај проблем и у Европској унији тако што су стриктно дефинисани максимални износи међубанкарских накнада и за дебитне (0,2%) и за кредитне (0,3%) картице. Поред тога, овом регулативом се дозвољава трговцима да бирају које ће картице прихватати и забрањује се изједначавање финалних трговачких провизија ако за различите картице постоје различите међубанкарске накнаде (*unblending*).

Сличан, али нешто другачији приступ законском регулисању међубанкарских накнада имала је и Аустралија, која је још 2003. увела периодичне (*banchmark*) анализе тренутних нивоа међубанкарских накнада, на основу којих је најпре давала сугестије за њихово самостално ажурирање од стране картичних брендова, а касније је увела и обавезне максималне износе међубанкарских накнада који се по потреби ажурирају на основу периодичних анализа, што је дефинисано тзв. Стандардом о међубанкарским накнадама (*Interchange Standard for the EFTPOS System*), који је део Закона о платним системима (*Section 18 of the Payment Systems Act*). Тренутно максимална међубанкарска накнада за кредитне картице износи 0,8%, док за дебитне картице износи 15 центи ако је дефинисана као фиксни износ или 0,2% ако је дефинисана као процентуални износ.

Ради бољег уређења области платних система, 2007. Европска унија доноси Директиву о платним услугама (*PSD – Payment Services Directive*), која је до краја 2009. спроведена путем закона свих земаља Европска уније. У овој директиви платне картице се помињу само као један од инструмената плаћања.

Нешто касније, 2015. године Европска унија доноси допуњену Директиву о платним услугама (*PSD2 – Revised Directive on Payment Services*) ради регулисања безбеднијих и иновативнијих платних система. Допуне се односе пре свега на боље регулисање сервиса пружања информација о рачунима корисника (*AIS – Account Information Services*), као и на безбедније коришћење платних картица, увођењем обавезне јаке аутентификације (*SCA – Strong Customer Authentication*). Концепт јаке аутентификације

подразумева тзв. двофакторску аутентификацију, тј. истовремену примену најмање два од следећа три механизма аутентификације – нешто што корисник зна (нпр. стална лозинка), нешто што корисник поседује (нпр. токен или мобилни телефон) и нешто што корисник јесте (нпр. отисак прста, фотографија лица, зенице ока и сл.). Концепт јаке аутентификације се најчешће везује за плаћања картицама на интернету, али се он у Директиви заправо односи на све врсте плаћања платним картицама (осим неких изузетака за мање износе трансакција), што посредно значи и обавезу коришћења платних картица с чипом (као нешто што корисник има). Реакције тржишта на директиву *PSD2* и обавезну двофакторску аутентификацију најпре су биле доминантно негативне, пре свега због потребних улагања у имплементацију и кратких рокова, али су се веома брзо појавила решења на тржишту која су, поред испуњења нових захтева, нудила и комфорнија и једноставнија техничка решења за кориснике, тако да се може рећи да је, након почетних проблема, ова директива ипак донела већу безбедност и иновативнија и комфорнија решења за кориснике.

11. Трендови развоја платних картица у Србији

Као и у многим другим земљама, коришћење платних картица у бившој Југославији почело је осамдесетих година прошлог века, платним картицама глобалних картичних система. На почетку су то биле доминантно картице *Visa* и *Diners*. Након увођења санкција СР Југославији 1992, једна од директних последица били су и проблеми с коришћењем платних картица глобалних картичних система. Као одговор на ову ситуацију, 1996. домаће банке крећу са издавањем домаће картице *YUBA*.

Након распада Југославије и укидања санкција 2000. године, платне картице глобалних картичних система поново су успостављене, паралелно с коришћењем домаће картице *YUBA*. Међутим, у овом периоду плаћање платним картицама било је недовољно развијено и заступљено, а ситуација је била чак и много лошија него пре санкција. Постоји податак да је 1992. платне картице имало двоструко више корисника него након укидања санкција 2000. године.

С обзиром на тадашњу прилично неповољну ситуацију с коришћењем платних картица, недостатке техничких решења домаће картице *YUBA*, као и одсуство било каквих развојних активности у овој области, Народна банка Србије 2003. покрене пројекат националне картице *DinaCard* с циљем убрзавања развоја ове области плаћања.

У року од само неколико година, пројекат националне картице *DinaCard* подстиче значајан развој платних картица у земљи, и то не само картица *DinaCard*, већ и картица осталих присутних брендова – *Visa*, *MasterCard*, *Diners* и *American Express*. Укупан број платних картица с неколико стотина хиљада расте на неколико милиона, број *POS* терминала с неколико хиљада на неколико десетина хиљада, а број банкомата с неколико десетина на неколико хиљада. Под утицајем нове конкурентне домаће картице *DinaCard* и нове регулативе Народне банке Србије, трошкови учесника система платних картица знатно су смањени, а пре свега трговачке провизије и трошкови корисника картица.

Након почетног успеха, пројекат националне картице *DinaCard* почиње да се суочава и с многим изазовима, који су заправо карактеристични за све националне картичне системе. На првом месту то је изузетно јака конкуренција глобалних картичних система, најпре са аспекта прилично агресивног маркетинга и притисака на учеснике система (пре свега на банке, а затим и на трговце), а затим и са аспекта брзог увођења нових технолошких решења једним делом због унапређења, а другим делом и због предности над домаћим системом, код којег је по правилу увођење нових технолошких решења нешто спорије.

Нови проблеми с којима пројекат националне картице *DinaCard* почиње да се суочава овог пута сасвим су друге природе у односу на почетне, тако да се они могу третирати и као додатни покретачи даљег развоја плаћања платним картицама у земљи. Да би осигурали даљи позитиван конкурентски утицај на тржиште платних картица у земљи, Народна банка Србије и систем *DinaCard* константно прате трендове развоја платних картица у свету с циљем њиховог увођења у Србију. Ово се односи и на нова технолошка решења, али и на нову законску регулативу која постоји у свету.

Ради преношења одредаба Директиве о платним услугама Европске уније (*PSD – Payment Services Directive*) у законску регулативу Србије, Народна банка Србије 2014. доноси Закон о платним услугама. У вези с Регулацивом о међубанкарским накнадама Европске уније (*Interchange Fee Regulation*), Народна банка Србије је 2018. донела Закон о међубанкарским накнадама и посебним правилима пословања код платних трансакција на основу платних картица. Поменути законима доследно се спроводе одредбе директива Европске уније у законску регулативу Србије, као део процеса придруживања Србије Европској унији.

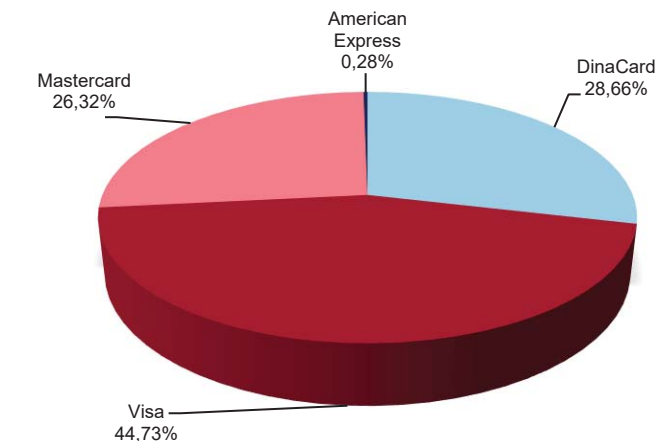
Када су у питању постојећи трендови технолошког развоја платних картица у Србији, може се рећи да су у Србији присутни сви трендови развоја који постоје и у свету. На овом плану, потпуно очекивано, доминирају глобални картични системи, пре свега *Visa* и *MasterCard*, донекле и појачано у односу на нека друга тржишта, управо због постојања јаке конкуренције домаће картице *DinaCard*. С друге стране, и систем *DinaCard* континуирано прати нове технолошке трендове да би се принципи здраве конкуренције одржали и позитивно утицали на развој.

Од 2010. систем *DinaCard* започиње сарадњу са системом *Discover*, што је резултирало заједничком платном картицом *DinaCard-Discover*, којом се може плаћати и у иностранству на глобалним мрежама *Discover*, *DCI* и *Pulse*. Од 2018. систем *DinaCard* започиње сарадњу са системом *Union Pay International*, која је већ резултирала прихватањем картица *China Union Pay* у Србији, а ускоро се очекује и издавање заједничке картице *DinaCard-UPI*, којом ће се плаћати и у иностранству на глобалној мрежи *Union Pay International*. Од 2019. све нове издате картице *DinaCard* су с чипом, а ускоро се очекује и издавање бесконтактних картица *DinaCard*. У односу на неколико година пре, и број трансакција платним картицама на интернету вишеструко је увећан.

Иако је у великом броју земаља национални картични систем доминантан у односу на друге присутне картичне системе, то није случај у Србији. Увођењем система *DinaCard* и додатне законске регулативе циљ Народне банке Србије није био потискивање глобалних картичних система који су присутни у земљи, већ враћање

здраве конкуренције и отклањање постојећих проблема на тржишту. Да је овај циљ и испуњен, показује и прилично равномерна расподела учешћа великих картичних система у Србији, која је дата у наставку.

Графикон 1. Расподела учешћа великих картичних система у Србији у 2020.



Извор: НБС.

12. Закључак

На глобалне трендове развоја платних картица, због изражене мултидисциплинарности ове области, утичу многи фактори који нису искључиво технолошког типа. Неретко су то и тржишни, правни, финансијски, социјални, па и политички фактори. Због стално присутне јаке конкуренције на глобалном тржишту платних картица, постоје и стални изазови у овој области, и у погледу нових пословних и технолошких сервиса и решења, и у погледу проблема нарушавања здраве конкуренције. Због тога су у последње време у свету присутна доминантно два правца решавања постојећих изазова – нова технолошка решења и нова законска решења.

Можда је кључна реч за решавање многих постојећих и будућих проблема у овој области – избалансираност. Узрок већине проблема најчешће је нарушавање баланса на тржишту, услед којег су регулатори пре или касније приморани да реагују. Овде је веома важно и да та реакција буде адекватно избалансирана како би се задржали принципи слободног тржишта и истовремено кориговале негативне појаве, што најчешће није лако.

Када је реч о мањим учесницима на тржишту платних картица, пре свега локалним и националним картичним системима, присутна је нека врста константне инфериорности ових система у односу на глобалне картичне системе. Глобални картични системи су главни покретачи развоја на тржишту, али су као такви и доминантни, што често доводи до њиховог свесног или несвесног наметања технолошких решења, трошкова и правила. Због тога је постојање конкуренције локалних и националних картичних система, као и повремених законских интервенција, од великог значаја за регулисање тржишта платних картица.

Литература

- EMVCo LLC (2014), „A Guide to EMV Chip Technology, version 2.0”,
<https://www.emvco.com/>
- Thales Digital Identity and Security (2021),
<https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/government/inspired/biometrics>
- EMVCo LLC (Jun 2021), EMV Secure Remote Commerce Specifications, v1.0,
<https://www.emvco.com/emv-technologies/src/>
- PCI DSS Compliance Guide (2021), <https://www.pcicomplianceguide.org>
- PCI DSS DOCUMENT LIBRARY (2021),
https://www.pcisecuritystandards.org/document_library
- Interchange Fee Regulation (IFR) (2015), Regulation (EU) 2015/751 of the European Parliament and of the Council.
- Revised Directive on Payment Services (PSD2) (2015), DIRECTIVE (EU) 2015/2366.
- Reserve Bank of Australia (2012), Interchange Fees in the EFTPOS System
- Закон о платним услугама (2018), „Службени гласник РС”, р. 139/2014 и 44/2018.
- Закон о међубанкарским накнадама и посебним правилима пословања код платних трансакција на основу платних картица (2018), „Службени гласник РС”, бр. 44/2018.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

336.71

ЗБОРНИК радова / Народна банка
Србије ; главни и одговорни
уредник Јоргованка Табаковић. - 2021
(сеп.)- . - Београд : Народна
банка Србије, 2021- (Београд : Завод за
израду новчаница и кованог
новца - Топчидер). - 30 cm

ISSN 2787-3226 = Зборник радова
(Народна банка Србије)
COBISS.SR-ID 46532361