

**Istraživanja I-70**

# **Uvođenje kompozitnog indikatora cikličkog sistemskog rizika u Hrvatskoj: mogućnosti i ograničenja**

**Tihana Škrinjaric**

Zagreb, srpanj 2022.

Navodi u tekstu stavovi su autora te ne moraju nužno izražavati stajalište ili mišljenje Hrvatske narodne banke.

**O autorici**

**dr. sc. Tihana Škrinjaric**  
Hrvatska narodna banka  
tihana.skrinjaric@hnb.hr

## Abstract

Macroprudential policy has the important task of monitoring the accumulation of cyclical systemic risks using a wide range of indicators. Decisions on the use of instruments that seek to mitigate the pro-cyclicality of the system should be made based on properly defined and stable indicators that signal future trends in the cycle itself. In its Recommendation, the European Systemic Risk Board considers several important categories of indicators for monitoring cyclical risks. Since the credit gap as the main indicator of cyclical risks has shown numerous shortcomings in practice over the years, composite indicators are developed in the literature. As there has been no such composite indicator in Croatia so far, this research considers several popular approaches of constructing a composite indicators of cyclical risks for Croatia. As there are several different approaches currently available, this research considers their characteristics, advantages and shortfalls, with special reference to Croatian data. Comparing the composite financial cycle indicator, cyclogram, systemic cyclical risk indicator, as well as additional possibilities of data aggregation in terms of principal components analysis and overheating index, the results indicate that the issue of defining an adequate indicator for Croatia is a demanding task. The reasons are found in short time series, missing characteristics of other types of crises that are available for other countries, the instability of certain variables relevant for monitoring cyclical risks, complex communication to public, etc. Finally, based on the discussion, a best indicator is chosen, and the possibilities of calibrating the countercyclical capital buffer are considered. The contribution of the research is found in giving the overview of different approaches in one place, with special focus on their comparison, which is not previously found in the literature, in proposals for improving individual indicators, and additionally, the possibility of calibrating the countercyclical capital buffer is analyzed.

**Keywords:** systemic risk, macroprudential policy, countercyclical capital buffer, composite indicators, cyclical risks

**JEL:** C14, C32, E32, 344

## Sažetak

Makroprudencijalna politika ima važan zadatak pratiti akumulaciju cikličkih sistemskih rizika pomoću širokog raspona indikatora. Odluke o upotrebi instrumenata kojima se nastoji ublažiti procikličnost sustava trebaju se donositi temeljeni na ispravno definiranim i stabilnim indikatorima koji na vrijeme signaliziraju buduća kretanja samog ciklusa. Europski odbor za sistemske rizike u svojoj Preporuci razmatra nekoliko važnih kategorija indikatora praćenja cikličkih rizika, a kako je kreditni jaz kao glavni indikator cikličkih rizika tijekom godina pokazao brojne nedostatke u praksi, u literaturi se razvijaju kompozitni indikatori koji obuhvaćaju širi skup informacija o kretanju cikličkih rizika u ekonomiji. Kako u dosadašnjoj praksi u Hrvatskoj nije postojao takav kompozitni indikator, u ovome istraživanju se razmatra nekoliko popularnih pristupa konstrukcije kompozitnih indikatora cikličkih rizika upravo za slučaj Hrvatske. Kako se radi o nekoliko različitih pristupa koji su trenutno dostupni, ovo istraživanje razmatra njihove karakteristike, prednosti i nedostatke, s posebnim osvrtom na hrvatske podatke. Usporedbom kompozitnog indikatora financijskog ciklusa, ciklograma, indikatora sistemskog cikličkog rizika, kao i dodatnim mogućnostima agregacije podataka u pogledu analize glavnih komponenti i indeksa pregrijavanja, rezultati upućuju da je problematika definiranja adekvatnog indikatora za slučaj Hrvatske zahtjevan zadatak. Razlozi se nalaze u kratkim vremenskim serijama, gdje izostaju karakteristike različitih tipova kriza koje su zahvatile druge zemlje, nestabilnosti pojedinih varijabli relevantnih za praćenje cikličkih rizika, kao i tumačenju rezultata za komunikaciju s javnosti. Na kraju se temeljem diskusije i odabira trenutno najboljeg indikatora razmatraju mogućnosti kalibracije protucikličkog zaštitnog sloja kapitala s obzirom na dobivene rezultate. Doprinos istraživanja se sastoji u sažimanju pregleda različitih pristupa na jednome mjestu, s posebnim fokusom na usporedbu, što se prethodno ne nalazi u literaturi, u prijedlozima unapređenja pojedinih indikatora, i dodatno, što se detaljno analizira mogućnost kalibracije protucikličkog zaštitnog sloja kapitala, što također nedostaje u primjenama.

**Ključne riječi:** sistemski rizik, makrobonitetna politika, protuciklički zaštitni sloj kapitala, kompozitni indikatori, ciklički rizici

**JEL:** C14, C32, E32, 344

## Sadržaj

Abstract .....	3
Sažetak .....	4
Sadržaj.....	5
1. Motivacija za uvođenje kompozitnog indikatora .....	9
2. Općenito o cikličkim kompozitnim indikatorima.....	13
3. Odabir varijabli za kompozitne indikatore .....	15
3.1. Precijenjenost cijena nekretnina.....	17
3.2. Mjere kreditne dinamike .....	17
3.3. Mjere vanjskih neravnoteža.....	19
3.4. Mjere snage bilanci kreditnih institucija .....	20
3.5. Mjere opterećenosti privatnog sektora dugom .....	21
3.6. Mjere krivog vrednovanja rizika .....	21
3.7. Ostale odabrane makroekonomske mjere.....	23
4. Kompozitni indikator financijskog ciklusa.....	23
4.1. Uvodno o kompozitnom indikatoru financijskog ciklusa .....	23
4.2. Metodologija indikatora .....	24
4.3. Transformacija varijabli .....	26
4.4. Rezultati izračuna i konstrukcije FCI.....	27
4.5. Moguća kalibracija udjela za FCI .....	34
4.6. Prijedlog ovog istraživanja za moguću kalibraciju udjela u FCI.....	35
5. Ciklogram .....	38

5.1.	Uvodno o ciklogramu.....	38
5.2.	Metodologija indikatora .....	39
5.3.	Transformacija varijabli .....	39
5.4.	Odabir varijabli za ciklogram.....	40
5.5.	Rezultati izračuna i konstrukcije ciklograma .....	42
6.	Kompozitni indikator cikličkog sistemskog rizika (d-SRI).....	46
6.1.	Uvodno o d-SRI-ju .....	46
6.2.	Metodologija indikatora .....	46
6.3.	Transformacija varijabli za d-SRI .....	49
6.4.	Odabir varijabli za d-SRI .....	50
6.5.	Rezultati izračuna d-SRI-ja .....	50
6.6.	Proširenje d-SRI indikatora (1): FSRI indikator .....	52
6.7.	Proširenje d-SRI indikatora (2): CSRI indikator .....	53
7.	Usporedba i odabir indikatora za slučaj Hrvatske .....	54
7.1.	Prednosti i nedostaci pojedinog indikatora.....	54
7.2.	Odabir najboljeg – ICSR .....	57
8.	Dodatni pristupi agregacije podataka .....	63
8.1.	Analiza glavnih komponenti .....	63
8.2.	Indeks pregrijavanja .....	66
8.3.	Aikmann i ostali (2015) pristup.....	71
8.4.	Usporedba pristupa u 8.1. – 8.3.....	74
9.	Kalibracija protucikličkog zaštitnog sloja kapitala temeljem kompozitnih indikatora .....	76

9.1. Pristup temeljen na distribucijama varijabli.....	77
9.2. Pristup temeljen iz modela signaliziranja.....	82
9.3. Pristup temeljen na tzv. pozitivnoj neutralnoj stopi.....	85
10. Zaključno.....	87
Literatura.....	90
Dodatak 1 – problematika HP jaza.....	101
Dodatak 2 - grafički prikazi i opis varijabli iz poglavlja 3.....	102
D.1. Mjere vezane uz precjenjivanje cijena nekretnina.....	102
D.2. Mjere kreditne dinamike.....	107
D.3. Mjere vanjskih neravnoteža.....	111
D.4. Mjere rizičnosti bilanci kreditnih institucija.....	115
D.5. Mjere opterećenosti privatnog sektora dugom.....	117
D.6. Mjere krivog vrednovanja rizika.....	119
Dodatak 3 – grafički prikazi i opis odabranih makroekonomskih varijabli.....	122
Dodatak 4 – opis i grafičko kretanje alternativnih FCI indikatora temeljem tablice 1 u glavnome tekstu.....	124
Dodatak 5 – usporedba FCI 1 indikatora i onog dobivenog optimizacijom udjela.....	125
Dodatak 6 – struktura FCI indikatora sa slike 3.....	126
Dodatak 7 – opis varijabli koje ulaze u ciklogram i ciklogram+ u Slovačkoj....	126
Dodatak 8– varijante ciklograma uz max-min transformaciju.....	127
Dodatak 9 – popis varijabli korištenih za analizu glavnih komponenti u Karamisheva i ostali (2019).....	128

Dodatak 10 – udjeli varijabli za kompozitni indikator temeljem analize glavnih komponenti.....	129
Dodatak 11 – usporedba ICSR indikatora temeljem jednakih udjela po kategorijama rizika i udjela temeljem PCA analize .....	130



## 1. Motivacija za uvođenje kompozitnog indikatora

Praćenje rizika i identifikacija faze financijskog ciklusa neke zemlje u okviru makrobonitetne politike predstavlja izuzetno težak, a istovremeno veoma važan zadatak. Prepoznavanje cikličnosti financijskog sustava od važnosti je za kalibraciju i implementaciju protucikličkog zaštitnog sloja kapitala (PCK u nastavku). Naime, uvođenjem protucikličkog zaštitnog sloja kapitala temeljem preporuka BCBS<sup>1</sup>-a (2011.) i ESRB<sup>2</sup>-a (2014.a) nastoji se ublažiti procikličnost financijskog sustava, koji je upravo bio jedan od izvora globalne financijske krize (GFC, engl. *global financial crisis*). Literatura prepoznaje problematiku vezanu uz točke okretanja financijskog ciklusa, točnije vrhunca i povezanost sa sistemskim krizama u bankarskom sustavu, s obzirom da je jedna od stiliziranih činjenica o financijskim ciklusima ta da je moguće prepoznati i mjeriti kumulirajuće rizike u ekspanzivnoj fazi samog ciklusa (vidjeti Borio, 2012.). U razdobljima povećanog optimizma u uzlaznoj fazi financijskog ciklusa, dolazi do svjesne i nesvjesne podcijenjenosti različitih oblika rizika što utječe na njihovo vrednovanje, a zajedno s povećanim apetitom za rizikom rezultira gomilanjem sistemskih rizika u toj fazi (Finansinspektionen, 2021.). Kako je jedna od glavnih zadaća makrobonitetne politike smanjiti procikličnost financijskog ciklusa i smanjiti sistemske rizike kada se gomilaju, postoji potreba za kontinuiranim praćenjem indikatora koji pomažu u otkrivanju u kojoj fazi samog ciklusa se neki financijski sustav nalazi. Spomenuti zaštitni sloj kapitala PCK tu predstavlja jedan od glavnih instrumenata, čija se primjena i kalibracija uvelike temelji na Baselovoj definiciji kreditnog jaza. Prema preporuci ESRB-a (2014.a), PCK je definiran kao razlomljena funkcija kreditnog jaza, za čiju se procjenu koristi omjer kredita i BDP-a (bruto domaćeg proizvoda), s obzirom da velik broj istraživanja prije desetak godina nalazi da je taj indikator pojedinačni najbolji u signaliziranju bankarskih kriza<sup>3</sup>.

Međutim, mnogobrojni problemi<sup>4</sup> Baselovog kreditnog jaza rezultirali su alternativnim pristupima modeliranja financijskog ciklusa i posljedično, kalibracije PCK. Tako da danas već postoje i meta-analize koje sumariziraju nalaze empirijskih istraživanja u

---

<sup>1</sup> *Basel Committee on Banking Supervision.*

<sup>2</sup> *European Systemic Risk Board.*

<sup>3</sup> Drehmann i ostali (2010., 2011.), Babecký i ostali (2014.), Bonfim i Monteiro (2013.), Behn i ostali (2013.), Drehmann i Juselius (2014.), Detken i ostali (2014.).

<sup>4</sup> Vidi Dodatak 1, kao i analizu u Škrinjarić i Bukovšak (2022.a, 2022.b).

praksi poput BIS (2017.), Tölö i ostali (2018.), Castro i ostali (2016.). Za veoma iscrpan popis varijabli koje su u praksi testirane kao prediktori financijskih kriza, zainteresirani čitatelji se upućuju na tablicu 1 u Tölö i ostali (2018.), gdje se predočavaju broj država za koje je provedeno istraživanje, samo istraživanje, kao i varijable koje su korištene. U okviru deset kategorija indikatora čije rezultate signaliziranja komentiraju, nalazi se oko devedeset varijabli (a iz ovoga slijedi još više njih s obzirom na različite varijante i transformacije koje se mogu raditi nad tim varijablama, vidjeti treće poglavlje ovog istraživanja). Većina analiziranih istraživanja razmatra modele ranog signaliziranja (engl. *early warning models*) za pojedinačne varijable kako bi se ustvrdila prediktivna moć signaliziranja buduće krize. Međutim, ovakve analize su korisne u slučaju dovoljnog broja podataka za varijable koje se razmatraju, pri čemu bi trebalo obuhvatiti više kriznih razdoblja. U suprotnome, rezultati mogu biti pristrani, što bi mogao biti i slučaj za hrvatske podatke, s obzirom na kratke vremenske serije relevantnih varijabli. Nalazi prethodnih istraživanja su svakako polazišna točka koje je indikatore potrebno pratiti u okviru makrobonitetne politike. Ono što je nedostatak modela signaliziranja, jest da se u okviru same metodologije može razmatrati samo jedan<sup>5</sup> indikator čija se prediktivna moć ispituje<sup>6</sup>. Jedan od mogućih rješenja su probit ili logit modeli u koje je moguće uključiti više objasnidbenih varijabli, ali je rezultat tog modela procjena vjerojatnosti krize, bez većih mogućnosti konkretnih referentnih razina pojedinih varijabli koje bi se koristile u postupku kalibracije. U ovom slučaju bi bilo potrebno modelirati referentnu razinu vjerojatnosti nastupa krize i uspoređivati sa stvarnim datumima krize, a dodatno je za veću vjerodostojnost procjena potrebno uključiti i iskustva drugih zemalja i raditi panel analizu (vidjeti BoL, 2015.). Postoje i modeli strojnog učenja (engl. *machine learning*) koji bi mogli objediniti prednosti prethodnih pristupa, no ovakav pristup je još uvijek tek u nastajanju i prema ECB (2019.a) se robusnost tek počinje uspoređivati, kao i mogućnosti samog modeliranja<sup>7</sup>.

Nositelj makroprudencijalne politike treba sintetizirati rezultate koje dobiva iz procjena, koje mogu rezultirati različitim zaključcima, u ovisnosti o indikatoru koji se razmatra,

---

<sup>5</sup> Iznimno se razmatraju multivarijantni modeli signaliziranja, no radi se o kombinaciji modela signaliziranja za pojedinačne indikatore, te se nakon izbora najboljih indikatora rezultati dalje pokušavaju sintetizirati pomoću logit ili probit modela, pa se cijeli postupak komplicira za interpretaciju i korištenje u praksi. Vidjeti Schuler i ostali (2015.).

<sup>6</sup> Za detalje o metodologiji, vidjeti Lang i ostali (2019.), Alessi i Detken (2019.), Candelon i ostali (2012.), Kaminsky i Reinhart (1999.), te izvore navedene u ESRB (2018.).

<sup>7</sup> Neke primjene i izvore literature vezane uz makroprudencijalnu politiku je moguće naći u Fouliard i ostali (2021.), dok je općenito mogućnosti primjena strojnog učenja u centralnom bankarstvu moguće naći u Doerr i ostali (2021.).

načinu sintetiziranja podataka, i drugim faktorima koji utječu na proces modeliranja i analize. Stoga se u sve više u praksi centralnih banaka nalazi pristup kojim se nastoji sintetizirati informacija o financijskom ciklusu iz više pokazatelja u jednu mjeru, s obzirom na sve veći broj indikatora koji se razmatraju u praksi. Arbatli-Saxegaard i Muneer (2020.) daju pregled trenutnih praksi centralnih banaka u Europi, vezanih uz analizu određenih varijabli u svrhu praćenja financijskog ciklusa i kalibracije PCK. Temeljem javno dostupnih informacija na web stranicama centralnih banaka, u istraživanju se predočava grafikon (Arbatli-Saxegaard i Muneer, 2020.:22) na kojem je vidljiv ukupan broj indikatora koji se koriste u pojedinoj zemlji, zajedno s klasifikacijom indikatora (mjere kreditnog razvoja, makroekonomske mjere, mjere vezane uz opterećenost dugom sektora kućanstva, itd.). Zemlje koje su uključene u analizu koriste istovremeno od šest do 35 individualnih indikatora. Preko dvadeset indikatora koriste Češka, Norveška, Cipar, Danska, Njemačka, Irska, Švedska, UK, Belgija, Poljska i Rumunjska. Češka banka koristi FCI (engl. *financial cycle indicator*) indeks konstruiran u Plašil i ostali (2015.), Slovačka banka koristi ciklogram (engl. *cyclogram*), razvijen u Rychtárik (2014.) i modificirani ciklogram (Rychtárik i banka Slovenska, 2018.), dok su Lang i ostali (2019.) razvili d-SRI (engl. *domestic systemic risk indicator*) indikator koji se temelji na uprosječivanju vrijednosti varijabli koje su pojedinačno imale najbolju moć signaliziranja budućih kriza. Ovaj posljednji indikator se koristi u ECB-u (Europska središnja banka, engl. ECB – *European Central Bank*) za Eurozonu u okviru izvještaja o financijskoj stabilnosti. Sve ove kompozitne mjere, tj. indikatori su korisni za primjenu makrobonitetne politike jer istovremeno sažimaju rezultate u jednu vrijednost (sam indeks koji se konstruira), ali je moguće vidjeti i dinamiku pojedinih sastavnica indeksa.

S obzirom na rezultate prethodnih istraživanja o previđanju financijskih ciklusa temeljem velikog skupa indikatora, idući korak predstavlja sintetizaciju odabranih varijabli u kompozitni indikator, kako bi se informacija o financijskom ciklusu lakše razumjela u odnosu na istovremeno razmatranje više pojedinačnih indikatora. Zato je glavna tema ovoga rada prikazati postojeće pristupe konstruiranja kompozitnog indikatora, ali i analizirati njihove prednosti i nedostatke, s posebnim osvrtom na hrvatske podatke. Glavni doprinos rada sastoji se u kalibraciji vrijednosti PCK temeljem dobivenih rezultata, s obzirom da vezana literatura tu često staje jer se radi o relativno zahtjevnom zadatku, kojem regulatoru pristupaju s određenom dozom fleksibilnosti i ne žele javno izvještavati o svim detaljima. Zato su rezultati ovog istraživanja korisni za nositelje makrobonitetne politike jer s jedne strane sintetiziranjem više informacija u obliku kompozitnih indikatora olakšava praćenje dinamike pojedinačnih varijabli koje

ih čine, i s druge strane, daju se smjernice kako određivati visinu PCK s obzirom na ocjenu razine kumulacije sistemskih rizika u sustavu, odnosno ocjenu pozicije ekonomije u financijskom ciklusu. Dodatno, korištenje ovakvog indikatora može doprinijeti ublažavanju, ako ne sprječavanju sistemskih financijskih kriza, koje su u prošlosti rezultirale sa značajnim gubicima (vidjeti Laeven i Valencia, 2012.; i Lo Duca i ostali, 2017., za procjenu učinaka kriza na smanjenje ukupnog outputa).

Glavni rezultati istraživanja su sljedeći. Očekivano, teško je odabrati jedan najbolji indikator, koji će temeljem kriterija pravovremenog signaliziranja kretanja cikličnosti sistemskog rizika, jednostavnosti, kriterija komunikacije s javnošću, stabilnošću i drugim kriterijima važnog za makroprudencijalnog nositelja politike. Temeljem usporedbe kompozitnog indikatora financijskog ciklusa, ciklograma, indikatora sistemskog cikličkog rizika, kao i dodatnim mogućnostima agregacije podataka u pogledu analize glavnih komponenti, indeksa pregrijavanja, i nekoliko predloženih varijanti načina transformacije i agregacije podataka, rezultati upućuju da valja istovremeno uvažiti značaj pojedinih kategorija mjera cikličnosti rizika, ali i interpretacije konačnog rezultata. Tako se temeljem dobivenoga zaključuje da je trenutno kompozitni indikator cikličkog sistemskog rizika definiran u Lang i ostali (2019.) prilagođen za slučaj hrvatskih podataka adekvatan za praćenje cikličnosti sistemskog rizika. Kalibracije PCK vrijednosti temeljem ovog indikatora rezultiraju s razumljivim interpretacijama, iako se naglašava problematika kratkih vremenskih serija i specifičnosti ponašanja pojedinih varijabli vezanih uz prošlu GFC krizu.

Ostatak ovog rada strukturiran je kako slijedi. Druga cjelina bavi se općenito o karakteristikama i izgradnji kompozitnih indikatora. Treća cjelina opisuje varijable koje se koriste prilikom izračuna većine indikatora u praksi, čime se daje uvid u razloge zašto se pojedine varijable i kategorije varijabli razmatraju prilikom modeliranja. Četvrta do šesta cjelina obrazlažu pojedinačne indikatore koji se koriste za izgradnju kompozitnog indikatora i njihovu relevantnost za kontinuirano praćenje, uz prikaz rezultata analize po pojedinačnom kompozitnom indikatoru. Spomenute tri cjeline obuhvaćaju tri indikatora za koje je dan detaljan opis takvog pristupa, kao i razlozi odabira varijabli, transformacije i načina agregacije – radi se o potpunim pristupima. Nakon toga se sedma cjelina bavi njihovom usporedbom i odabirom onog koji je adekvatan za slučaj Hrvatske. Dodatno se osma cjelina bavi dodatnim načinima agregacije podataka koje se mogu primijeniti u prethodno obrađene potpune indikatore, te se predočavaju i njihovi prednosti i nedostaci. Deveta cjelina bavi se kalibracijom PCK vrijednosti s obzirom na odabrane konstruirane indikatore. Posljednja, deseta cjelina zaključuje rad.

## 2. Općenito o cikličkim kompozitnim indikatorima

Kod konstrukcije cikličkih kompozitnih indikatora, valja imati na umu sljedeće karakteristike, prema priručniku EU<sup>8</sup>-a i UN<sup>9</sup>-a (2017.) o cikličkim kompozitnim indikatorima. Najprije, kompozitni indikatori trebaju u realnom vremenu ili za neposrednu budućnost ekstrahirati signale onog fenomena koji se razmatra, pri čemu signalni mogu biti ciklički ili latentni (izravno nemjerljivi). Problem s cikličkim signalima se nalazi u kritikama korištenja statističkih filtra koji ovise o brojnim pretpostavkama (poput već spomenutih za HP filter<sup>10</sup> i kreditni jaz). Nadalje, glavna načela kod konstrukcije indikatora su sljedeća: objektivnost i nepristranost, metodološka utemeljenost, jasnoća, transparentnost, interpretabilnost i čitljivost, konzistentnost, kao i usporedivost. Naravno, u praksi se ne mogu uvijek sva načela u potpunosti ispoštivati, s obzirom na, primjerice, odabir varijabli koje ulaze u pojedini indikator, javlja se određena pristranost. Interpretabilnost za širu javnost može također biti problem, s obzirom na metodološku podlogu koja se pritom koristi. Ovo posljednje je izuzetno važno kako bi se održala kredibilitetne politike, kroz jasnu i pravovremenu komunikaciju.

Dodatno, OECD (2012.) navodi poželjna svojstva varijabli koje su komponente pojedinih kompozitnih indikatora, od ekonomske relevantnosti i šireg obuhvata pojma koji se opisuje, do što veće frekvencije podataka, manjeg broja revizija serija koje se koriste za donošenje odluka, bez lomova i odmakova u objavi. Ovo je u praksi također teško ostvariti, stoga se prave ustupci (engl. *trade offs*) između svih navedenih svojstava. Općenito govoreći, bez obzira na same metodološke detalje izgradnje nekog indikatora (vezano uz sintetiziranje vrijednosti pojedinih pokazatelja u jednu mjeru, težine, itd.), potrebno je primijeniti nekoliko uobičajenih koraka, predloženih na Slici 1, gdje logičan slijed opisuje odabir varijabli (temeljem teorije, empirijskih rezultata ili trećeg kriterija), njihovo uređivanje kako bi bile usporedive u evaluaciji i konačno, agregacije u jednu mjeru. Naravno, u praksi se koraci na slici 1 ponavljaju dok se ne ostvari cilj indikatora, s obzirom na probleme i nedoumice koje se javljaju u primjenama. Nadalje, prema spomenutom priručniku EU-a i UN-a (2017.), indikatori mogu biti prethodeći, podudarajući i oni koji kasne (engl. *leading, coinciding, lagging*),

---

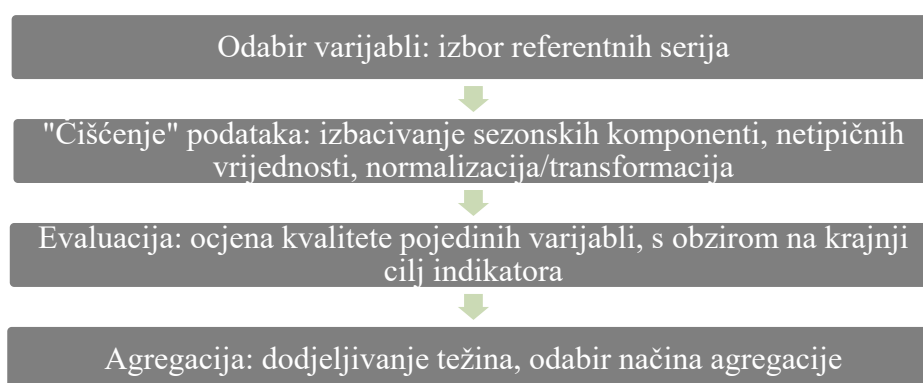
<sup>8</sup> Europska unija.

<sup>9</sup> Ujedinjeni narodi.

<sup>10</sup> *Hodrick-Prescott filter*, Hodrick i Prescott, 1997.

u ovisnosti o njihovoj svrsi. Prethodeći su oni koji se koriste za predviđanje budućih kretanja pojma od interesa, podudarajući su oni koji u realnom vremenu opisuju trenutno stanje, dok oni koji kasne služe za upotpunjavanje prošlih kretanja u ekonomiji, ako postoje rupe u podacima. U svrhu kalibracije PCK vrijednosti u zadnjem dijelu ovoga rada, od posebnog su interesa prethodeći indikatori, ali i u svrhu ocjene gdje se u financijskom ciklusu ekonomija trenutno nalazi, važni su i podudarajući indikatori. S obzirom na narav podataka koji su potrebni za makrobonitetnu politiku, teško je u praksi konstruirati prethodeće indikatore. No, mogu se temeljiti na svojstvima modela ranog signaliziranja (engl. *early warning models*) u kojima se analizira moć signaliziranja buduće krize. U nastavku se opisuju pojedini pristupi kako bi se u šestom poglavlju mogli usporediti s obzirom na svojstva, prednosti i nedostatke.

### Slika 1. Koraci izgradnje kompozitnog indikatora



Izvor: prilagodba autorice prema OECD<sup>11</sup> (2012.)

Ako se općenito razmotri svrha i karakteristike kompozitnih indikatora, bez posebnog fokusa na pojedini indikator (što se radi u idućim odjeljcima), oni općenito imaju prednost sažimanja informacija o stanju i kretanju sistemskih rizika, pri čemu se grafički mogu predočiti i ukupni rezultat, kao i kretanja po pojedinim sektorima. Na taj način se može uočiti koji sektor najviše doprinosi dinamici samog indikatora. Međutim, ovako definirane mjere rizika mogu podcijeniti ili pak precijeniti sistemski rizik prema Iossifov i Dutra (2021.)<sup>12</sup>. Zato Comelli i Ogawa (2021.) preporučaju praćenje ne samo

<sup>11</sup> Engl. *Organisation for Economic Co-operation and Development*.

<sup>12</sup> Navode da kako je sistemski rizik prociklički, pri čemu treba biti na najvećoj razini prije njegove materijalizacije prema samoj definiciji tog rizika, a istovremeno financijske frikcije doprinose povećanju povratnih veza (engl.

ukupne vrijednosti kompozitnog indikatora, već i njegovih komponenti. Na taj način se može uočiti, ako postoji, različita dinamika u ponašanju pojedinih indikatora koji čine kompozitni. Valja napomenuti da se radi o zahtjevnom zadatku, s obzirom na ekonomsko tumačenje indikatora, rezultata, ali i kvantitativnoj podlozi koja se pritom koristi za sintetiziranje informacija. Dodatno predstavlja težak zadatak kalibrirati zaštitni sloj kapitala za protucikličke sistemske rizike temeljem tako dobivenih rezultata, što BCBS (2017.) komentira kako ne pronalaze konkretna mapiranja od indikatora prema konkretnim vrijednostima PCK, i dodatno navode da iako u nekim centralnim bankama (Danske, Francuske, Italije i Španjolske) postoje toplinske mape (engl. *heat maps*) kojima se razmatra više indikatora odjednom, no čak se niti ne sintetiziraju sva kretanja u jedan kompozitni indikator. Iako su za potrebe ovog istraživanja pronađena nekolicina radova koji analiziraju kalibraciju PCK temeljem kompozitnih indikatora, radi se o pristupu koji je još uvijek tek u začetku.

### 3. Odabir varijabli za kompozitne indikatore

U ovome odjeljku se opisuju kategorije mjera koje valja pratiti uz kreditnu dinamiku i koriste se prilikom konstrukcije kompozitnih indikatora. Ideja je razmotriti dinamiku varijable kroz vrijeme, te uočiti cikličnost u njenom ponašanju ako postoji, a sama dinamika se razmatra za različite transformacije varijabli. ESRB (2014.) u preporuci o upravljanju i operacionalizacijom PCK navodi sljedeće skupine mjera koje se preporučaju pratiti paralelno uz kreditni jaz:

- (a) mjere precijenjenosti cijena nekretnina
- (b) mjere kreditne dinamike
- (c) mjere vanjskih neravnoteža
- (d) mjere snage bilanci kreditnih institucija
- (e) mjere opterećenosti privatnog sektora dugom
- (f) mjere potencijalno krivog vrednovanja rizika
- (g) mjere dobivene iz modela koje kombiniraju kreditni jaz i odabrane mjere iz (a) do (f).

U nastavku se obrazlaže odabir pojedinih indikatora u svakoj od spomenutih kategorija, koji se temelji na (ne)dostupnosti podataka i pojašnjenjima u vezanoj literaturi kako

---

*feedback loops*) između cijena imovine i neto vrijednosti ekonomskih agenata te spirala likvidnosti. Posljedica toga može biti da mjere koje aproksimiraju rizike likvidnosti i solventnosti imaju anticikličko ponašanje, što može rezultirati s podcjenjivanjem rizika i naglašavanju cikličnog ponašanja.

slijedi. Većina varijabli će se razmatrati u jednogodišnjim i (anualiziranim) dvogodišnjim stopama rasta jer se njima lovi različit stupanj ubrzanja ili usporavanja dinamike pojedine mjere (Stremmel, 2015.), te se srednjoročna komponenta ciklusa bolje "lovi" kroz ovaj tip transformacije (Comin i Gertler, 2006.). Dodatno, za pojedine tipove indikatora će se razmotriti i jazevi dobiveni statističkim filtriranjem (Hodrick-Prescott, HP filter, HP u nastavku), s obzirom da se često koriste i statistički jazevi odabranih varijabli kako bi se pratilo cikličko ponašanje kroz vrijeme. Na taj način se daje prilika različitim oblicima transformacije originalnih varijabli kako bi se ispitala mogućnost najbolje transformacije koja će korektno obuhvatiti cikličko kretanje tijekom vremena. Schüller (2018.) nadodaje da različite transformacije u obliku stopa rasta ili promjena mogu izbjeći lažne cikluse (engl. *spurious*) koje mogu statistički filtri obuhvatiti, ili je pak korisno razmotriti posebnosti kretanja varijabli za neku zemlju na način da se parametri izgladivanja u statističkom filtru prilagode tim specifičnostima.

Navedimo dodatno da za pojedine kompozitne indikatore i općenito konstrukciju mape rizika kojom se prate kretanja po pojedinim sektorima u ekonomiji neke centralne banke i postojeća istraživanja (vidjeti Venditti i ostali, 2018.; Arbatli-Saxegaard i Muneer, 2020. ili Dahl i ostali, 2011.) ne kategoriziraju mjere strogo prema podjeli ESRB-a, već ih nazivaju npr. "sektor kućanstava", "bankarski sektor", itd. Dodatno, definiraju se i posebne mjere, poput "makroekonomska klima", unutar kojih se razmatraju dodatne varijable osim onih tipičnih koje se uključuju u spomenutih šest kategorija (a) do (f), kao što su kretanje nezaposlenosti, BDP-jaza, viškova prinosa na državne obveznice pojedine zemlje u odnosu na drugu manje rizičnu (engl. *spreads*), itd. U takvim pristupima se ponekad konstruiraju kompozitni indikatori, no češće se prate tzv. toplinske karte (engl. *heat maps*), te se izravno ne koriste za kalibraciju PCK. Nekada takve makroekonomske varijable kaskaju s reakcijama ako dolazi do promjena sistemskih rizika, pa u tom slučaju tako dobiveni indikatori nisu pogodni za kalibraciju PCK (posebno je to slučaj ako se uključuje, primjerice BDP i njegova dinamika). U nastavku ovog poglavlja slijedi opis varijabli prema šest glavnih skupina mjera kojima se prati rizik tijekom vremena, dok je u Dodatku 2 predočen njihov grafički prikaz i opis kretanja. Odabran je pristup prema ESRB preporuci jer uključuje indikatore čija dinamika treba prethoditi krizama (što neki od prethodno spomenutih pristupa ne omogućavaju) te zato što omogućuje veću međunarodnu usporedivost među zemljama, s obzirom na javno dostupne objave u izvještajima vezanim uz financijsku stabilnost i makrobonitetnu politiku općenito.



### 3.1. Precijenjenost cijena nekretnina

Ako se usmjerimo na kategoriju (a), koja se odnosi na mjere precijenjenosti cijena nekretnina, ono što se uočava u literaturi jest da je korištenje mjera vezanih uz ubrzan kreditni rast i precijenjenost cijena nekretnina najčešća kombinacija u svrhu signaliziranja kriza (vidjeti Borio, 2012.; Jordá i ostali, 2015.; Behn i ostali, 2013.). Upravo je kretanje kredita u ekonomiji i cijena nekretnina izuzetno korelirano, s obzirom da se nekretnine obično financiraju kreditiranjem, i dodatno, takvi krediti čine velik udio kreditnog portfelja u bilancama banaka, što ih čini ranjivima u slučaju velikih promjena cijena nekretnina (Tölö i ostali, 2018.). Učinak bogatstva (vidjeti diskusiju i reference u Bakker, 2015.) jedan je od poticaja povećane potražnje za nekretninama, koja potom stvara cjenovne pritiske u uzlaznoj fazi ciklusa, koji dodatno stimuliraju ekspanziju kredita zbog povećane vrijednosti kolaterala (Bernanke i Gerlter, 1995.). Neka istraživanja čak nalaze i da su promjene u cijenama stambenih nekretnina prethodile promjenama na tržištu kredita (primjerice Grinderslev i ostali, 2017.), što znači da promjene na tržištu nekretnina mogu upućivati što će se u budućnosti događati s kreditiranjem.

Kretanja cijena nekretnina može biti izvor rizika i za kućanstva, i poduzeća, kao i banke. Visoke cijene nekretnina predstavljaju teret za kućanstva koja kupuju nekretnine pomoću kredita, koje zbog rasta cijena nekretnina moraju smanjiti ostalu potrošnju, što utječe i na sam BDP, kao i poduzeća kao stranu ponude. Naravno, i vrijednosti bilanci banaka koje kao kolateral drže nekretnine, u ovisnosti su o promjenama njihovih cijena. Važnost varijabli vezanih uz mjerenje precijenjenosti cijena nekretnina je detaljnije obrađena u Borio i Drehmann (2009.), Barrel i ostali (2011.), Behn i ostali (2013.) ili u Jordá i ostali (2015.).

U ovome istraživanju razmatraju se (realni<sup>13</sup>) indeks cijena stambenih nekretnina (ICSN), omjer ICSN-a i raspoloživog dohotka, najam, indeksa obujma građevinskih radova i njihove različite transformacije koje su predočene na slici D.1. u Dodatku 2.

### 3.2. Mjere kreditne dinamike

Kreditna dinamika je vjerojatno najviše praćena u praksi, ali i u empirijskim istraživanjima, s obzirom da je kreditiranje osnovna djelatnost banaka pa iz tog razloga

---

<sup>13</sup> Opise svih varijabli i izvora podataka vidjeti u Dodatku 2.

kreditna dinamika ponajviše utječe na financijsku stabilnost i kumulaciju cikličkih rizika. Upravo spomenuta kreditna dinamika, uz kretanje cijena nekretnina su u empirijskoj literaturi utvrđeni kao najbolji prediktori kriza koje su se dešavale kroz povijest (vidjeti Borio i Lowe, 2002.; Borio i Drhemann, 2009. ili Aldasoro i ostali, 2018.). Kako u razdoblju ekonomskog rasta dolazi do povećanja optimističnih očekivanja i ekonomske agente karakterizira smanjena mogućnost prepoznavanja rizika, očekuju se veći budući prihodi u skladu s trenutnim ekonomskim rastom, i privatni sektor je više sklon uzimati kredite, a s druge strane, bankarski sektor postaje više sklon davati kredite rizičnijim skupinama klijenata (Plašil i ostali, 2015.). Dodatno, Jimenéz i Saurina (2006.) nalaze da krediti odobreni tijekom ekonomske ekspanzije imaju veću vjerojatnost kasnijeg neizvršavanja obveza (engl. *default*) u odnosu na razdoblja slabog kreditnog rasta. Najveći broj studija koje analiziraju kreditne cikluse upravo uključuje mjere kojima se analizira dinamika kreditiranja privatnome sektoru: Borio i ostali (2012.), Giese i ostali (2014.), Borio (2014.), Schularick i Taylor (2012.), Borio i Drehmann (2009.), Babecký i ostali (2013.). Kreditni jaz dobiven statističkim filtriranjem (HP filtrom), tzv. Baselov jaz, opisan u smjernicama ESRB (2014.) je najčešće korištena varijabla prilikom donošenja odluke o kalibraciji PCK vrijednosti. Međutim, mnogobrojni problemi<sup>14</sup> vezani uz ovako definiranu mjeru kreditne dinamike rezultirali su definiranjem alternativnih mjera koje će pokušati riješiti neke od nedostataka Baselovog jaza. Kreditni rast bi trebao jasno odražavati podcjenjivanje rizika, za što Baselov kreditni jaz često nije odgovarajući indikator (vidjeti npr. Edge i Meisenzahl, 2011.; Bunčić i Melecky, 2014.; Galán, 2019. ili Lang i ostali, 2019.).

Nekoliko varijanti mjerenja kreditne dinamike<sup>15</sup> postoji u postojećim primjenama. Većina razmatraju jednogodišnju, dvogodišnju ili trogodišnju promjenu ili stopu rasta

---

<sup>14</sup> Vidjeti fusnotu 4.

<sup>15</sup> Plašil i ostali (2014., 2016.) u konstrukciji FCI indikatora (vidjeti poglavlje 4) razmatraju samo novoodobrene kredite jer pojašnjavaju da novi krediti, za razliku od promjene stanja kredita, nisu pod utjecajem isključivanja loših kredita iz bilanci banaka. Kao moguća alternativa novih kredita, iz financijskih računa bi se mogli prikupiti podaci o transakcijama kredita za kućanstva i poduzeća. Međutim, tromjesečni podaci o transakcijama prije 2012. godine nisu dostupni. U tom slučaju bi praksa bila temporalna disagregacija (engl. *temporal disaggregation*) u tromjesečne podatke temeljem Chow i Lin (1971.) pristupa, uz korištenje tromjesečnih vrijednosti neke varijable za koju su prije 2012. godine dostupni tromjesečni podaci, a da je njena dinamika veoma slična onoj od transakcija kredita u razdoblju nakon 2012. godine. U nedostatku takve varijable, koristimo stope rasta kredita, koje Castro i ostali (2016.) nazivaju aproksimacijama novih kredita (engl. *proxy for new credit*), unatoč nedostatku koji karakterizira ovakvu aproksimaciju. Navedeno istraživanje promjene kredita još dijeli sa sumom BDP-a kao u Baselovom omjeru u jednoj varijanti, no ovdje to ne činimo jer je dinamika gotovo identična (vidjeti dodatak 2, sliku D.5), te se mjere

(realnih) kredita, pojedinačno kućanstvima i poduzećima, za užu ili širu definiciju kredita, ili odgovarajuće stope rasta, kao i jazeve dobivene statističkim filtriranjem (vidjeti Tölö i ostali, 2018. i izvore tamo).

U ovom istraživanju pristupilo se razmatranju kreditne dinamike na sljedeći način. Najprije su za kućanstva i poduzeća prikupljeni podaci o bankovnom kreditiranju i izračunate su različite spomenute transformacije. Razmatraju se posebno krediti kućanstvima i posebno poduzećima jer postoje empirijski dokazi da rast kredita kućanstvima rezultira smanjenju rasta BDP-a u dugome roku, nakon što se dosegne određeni postotak udjela kreditiranja kućanstvima au BDP-u (vidjeti Arcand i ostali, 2015., MMF<sup>16</sup>, 2017.). Dakle, iako se u literaturi prepoznaje problematika rasta kredita kućanstvima, u odnosu na kredite nefinancijskim poduzećima, potrebno je razmotriti i jednu i drugu dinamiku radi potpunosti obuhvata. Naime, kada se razmatra uža ili šira definicija kredita za izračun Baselovog kreditnog jaza, obje obuhvaćaju oba sektora. Na sličan način je potrebno takve informacije uključiti i u kompozitni indikator. Slika D.2. u Dodatku 2 prikazuje različitu kreditnu dinamiku koja se razmatra u istraživanju.

### 3.3. Mjere vanjskih neravnoteža

Dispariteti između štednje i investicija u zemlji odražava se u vanjskim neravnotežama glede tekućeg računa, s obzirom da je on definiran ne samo temeljem razlike izvoza i uvoza, već i razlikom između štednja i investicija (Krugman, 1991.). Feldstein (1992.) objašnjava kako u kratkome roku dotok stranog kapitala može uzrokovati razliku između domaćih investicija i štednje, dok bi se u dugom roku rebalansiranje tekućeg računa trebalo odvijati najviše iz investicija. Razlog tome je što je sklonost štednji u ekonomiji u dugom roku određen stavovima kućanstava prema štednji i posuđivanju i fiskalnim poticajima ili odsustvima za privatnu štednju. U slučaju postojanja deficita tekućeg računa, domaće investicije su veće od štednje, i uzrok toga je upravo priljev kapitala iz inozemstva (vrijedi identitet *deficit tekućeg računa = domaće investicije – domaća privatna štednja – javna štednja*). Suprotno vrijedi u slučaju više domaće štednje u odnosu na investicije, višak financijskog kapitala će se investirati u inozemstvu. Onu zemlju koja posuđuje iz inozemstva koju karakterizira veći deficit tekućeg računa karakterizira veća domaća štednja ili manje investicije. Detalje je

---

opterećenosti privatnog sektora dugom temelje na dijeljenju kredita i dohotka ili bruto operativnog viška pa bi u tom slučaju razmatrali gotovo identične varijable.

<sup>16</sup> Međunarodni monetarni fond.

moguće vidjeti u seminalnim radovima poput Feldstein i Horioka (1980.), te neke primjene u Olivei (2000.).

Rast kredita u ekonomiji koji je veći od rasta domaće štednje rezultira financiranjem kreditiranja iz inozemstva stranim valutama (Tölö i ostali, 2018.). Iz tih razloga se u istraživanjima promatra bilanca plaćanja, kako bi se upotpunile informacije o mogućim kumulacijama rizika vezanih uz ukupne cikličke rizike ekonomije. Deficit tekućeg računa se interpretira kao veće investiranje u ekonomiju u odnosu na zbroj štednje privatnog i javnog sektora (Plašil i ostali, 2015.), što može u budućnosti rezultirati s problemima vraćanja onih kredita koji su financirani iz inozemstva (Giese i ostali, 2014.). Upravo je 39 ekonomija od 41 analizirane u Laeven i Valencia (2008.) imalo deficit tekućeg računa u godinama koje su prethodile krizama, a dio literature pronalazi da i neto izvoz ili kapitalni i financijski račun platne bilance i mogu predviđati buduće financijske ranjivosti (Tölö i ostali, 2018.). Jedan dio literature je posvećen valutnim krizama (engl. *currency crisis*), te je više detalja o iskustvima raznih zemalja dano u Kaminsky i ostali (1998.), gdje se razmatraju i kretanja izvoza i uvoza, kao i odnos uvoznih i izvoznih cijena (engl. *terms of trade*). Slika D.3. Dodatku 2 predočava dinamiku mjera i odgovarajućih transformacija vanjskih neravnoteža koje se razmatraju u nastavku ovog istraživanja.

### 3.4. Mjere snage bilanci kreditnih institucija

Ranjivosti bankarskog sektora trebale bi biti vidljive i u bilancama banaka. Međutim, Tölö i ostali (2018.) u svom opsežnom istraživanju literature nalaze da se rijetko koriste varijable koje mjere snagu bilanci kreditnih institucija i kumuliranje rizika unutar njih. Navode kao moguće uzroke objavljivanje financijskih izvještaja na godišnjoj razini, s određenim odmakom, kao i što može doći do strukturnih lomova u podacima zbog promjene računovodstvenih standarda izvještavanja. Dodatno, Detken i ostali (2014.) u empirijskoj analizi nalaze da je omjer kapitala i imovine (engl. *leverage ratio*, LR u nastavku) kao mjera snage bilanci kreditnih institucija imao slabe prediktivne sposobnosti za krize koje su obuhvaćene u analizi. Međutim, drugi pak pronalaze empirijske dokaze da je veći LR omjer imao stabilizacijske učinke na financijski sustav (vidjeti Laina i ostali, 2015. ili Kamin i DeMarco, 2012.). Dakle, kapital kreditne institucije mjeri kapacitete apsorpcije gubitaka kada dolazi do neotplaćivanja kredita od strane privatnoga sektora. Što je veći kapital, veća je mogućnost apsorpcije tih gubitaka i manja je vjerojatnost da će kreditne institucije u silaznoj fazi financijskog ciklusa provoditi tzv. *deleveraging*. Dodatno, razmatra se i negativni omjer depozita i kredita

privatnog sektora, s obzirom da obuhvaća informaciju o mogućnosti kreditnih institucija da se financiraju iz stabilnih dugoročnih izvora financiranja i ne ovise o izdavanju vrijednosnih papira ili kreditnim zaduživanjem.

Hrvatsko iskustvo je pokazalo da su se banke prije GFC-a financirale kreditima iz inozemstva kako bi financirale kreditni rast koji je bio brži od rasta depozita, što je povećavalo vanjske neravnoteže. Pojedinačni pristupi u praksi ne uključuju ovu skupinu mjera, poput FCI (engl. *financial conditions indicator*) indikatora u Plašil i ostali (2015.) te ECB pristup u Lang i ostali (2019.), s objašnjenjem da te mjere nisu mjere kojima se obuhvaća kumulacija neravnoteža, već mjere otpornosti bankovnog sustava. Zato će se u nastavku istraživanja razmotriti varijante nekih indikatora s uključenim mjerama snage bilanci kreditnih institucija, ali i bez njih. U Dodatku 2, na slici D.4. prikazujemo indikatore koji pripadaju ovoj skupini mjera, zajedno s njihovim odgovarajućim transformacijama.

### 3.5. Mjere opterećenosti privatnog sektora dugom

Rinaldi i Sanchis-Arellano (2006.) razmatraju teorijski i empirijski model u kojemu se razmatra veza između zaduženosti privatnog sektora, tj. omjera duga i raspoloživog dohotka kućanstva i razvoja kreditnog rizika, čije naglo povećanje smanjuje financijsku stabilnost sustava neke zemlje. Dodatno, akumulacija duga u privatnome sektoru u kratkome roku utječe na potrošnju i rast BDP-a, no ranjivosti cijelog sustava su pod utjecajem u dugome roku (Lombardi i ostali, 2017.). Zato se u literaturi sve češće nalaze analize koje mjere prate omjere duga ili otplate duga privatnog sektora u odnosu na dohodak (Giese i ostali, 2014.; Detken i ostali, 2014.; Drehmann i Juselius, 2014.; 2012.). Plašil i ostali (2015.) pojašnjavaju da ubrzan rast omjera duga i raspoloživog dohotka može biti pokazatelj da privatni sektor precjenjuje buduću mogućnost otplaćivanja kredita, što za posljedicu realizacije pogoršanja financijske situacije vodi do smanjenja njihove solventnosti, a slično vrijedi i za sektor poduzeća. U ovoj skupini mjera razmatraju se odabrane varijable i njihove transformacije predložene u Dodatku 2, na slici D.5.

### 3.6. Mjere krivog vrednovanja rizika

Kategorija (f) ESRB preporuke, mjere krivog vrednovanja rizika, može obuhvaćati krivo vrednovanje rizika od strane kreditnih institucija, ali i općenito drugih sektora ekonomije. Krive percepcije rizika tijekom određenih faza financijskog ciklusa mogu

rezultirati kumulacijom rizika, kako od strane kreditnih institucija, tako i sudionika na financijskim tržištima. Zato se u ovoj skupini mjera učestalo prate "uvjeti financiranja" (engl. *lending, financing conditions*), kojima se obuhvaća percepcija rizika od strane kreditnih institucija, koje mogu u uzlaznoj fazi ciklusa davati kredite onima kojima inače u lošijim vremenima ne bi (rizičnijim skupinama), zbog manjih kamatnih stopa, a istovremeno kreditne institucije podcjenjuju rizik koji je pritom uključen. S druge strane, kada dolazi do materijalizacije rizika, događa se suprotno. Uvjeti financiranja obuhvaćaju razlike kamatnih stopa na odabrane kredite i referentnih stopa (poput Euribora i slično). Kao druga mjera krivog vrednovanja rizika, razmatraju se stopa rasta ili promjena cijena dionica, s obzirom da ona može upotpuniti sliku o pretjeranom optimizmu ili pak nedostatku optimizma o budućim cijenama dionica (Plašil i ostali, 2015.). S druge strane pak, promjene cijena dionica u nekim istraživanjima nisu usko vezane uz financijski ciklus, te su više vezane uz poslovni (Borio, 2012., te Drehmann i ostali, 2012.), pa se zato transformacije prilagođavaju toj informaciji. Dodatno, kao mjera krivog vrednovanja rizika može se promatrati i razlika prinosa na državne obveznice zemlje koja se razmatra u odnosu na drugu manje rizičnu zemlju.

Pfeifer i Hodula (2018.) objašnjavaju da tijekom financijske ekspanzije dolazi do većih pogrešaka u procjeni o budućoj nenaplativosti kredita od strane banaka, kada su profiti veći od prosjeka, a opazive rezervacije/ispravci vrijednosti kredita manje, i upravo tada treba djelovati makrobonitetnim mjerama. Detaljnije, kada je ekonomija u fazi ekspanzije, dolazi do ubrzanja kreditnog rasta i kvalitete odobrenih kredita, te posljedično smanjenja rezervacija kredita i premije rizika. No, ako je udio neprihodonosnih kredita u ukupnima veoma mali na vrhuncu ciklusa, banke ostvaruju ciklički precijenjene profite, a još nematerijalizirani očekivani gubici su ciklički precijenjeni kamatni prihodi. Indikator prudencije banaka (BPI u nastavku, engl. *banking prudence indicator*), razvijen prema Pfeifer i Hodula (2018.) predstavlja jednu od mjera krivog vrednovanja rizika čije se promjene u ciklusu dešavaju ranije nego promjene samog kreditnog ciklusa:

$$BPI_t = \frac{\textit{kamatna marža}_t}{\frac{\textit{ispravak vrijednosti kredita}_t}{\textit{ukupni krediti privatnom sektoru}_t}}, \quad (1)$$

gdje se kamatna marža u tromjesečju  $t$  računa kao omjer neto kamatnih prihoda i kredita rizične skupine A prema Odluci HNB-a (2019.). Dodatak 2, slika D.6. predočava mjere krivog vrednovanja rizika i njihove odgovarajuće transformacije.

### 3.7. Ostale odabrane makroekonomske mjere

Već je spomenuto na početku poglavlja kako pojedini pristupi upotpunjavaju informacije dobivene iz prethodnih šest kategorija mjera s još dodatnim kretanjima odabranih makroekonomskih varijabli. Kod pojedinačnih kompozitnih indikatora će se u samome opisu spomenuti koje se dodatne varijable još razmatraju, dok su one za koje su dostupni podaci za slučaj Hrvatske predočene u Dodatku 3, zajedno s odabranim transformacijama. Predočavamo ih i uspoređujemo u analizi radi potpunosti, iako se radi o varijablama koje su vezane uz poslovni ciklus, a ne kreditni: BDP, stopa nezaposlenosti, te kretanje monetarnih agregata (vidjeti Tölo i ostali, 2018., gdje se analiziraju spomenute, ali i ostale varijable). Dodatno se može reći kako neke od tih varijabli nisu pogodne za praćenje cikličnosti financijskog sustava, ako su vezane uz poslovni ciklus koji se obično ne preklapa s financijskim. Konačno, neke varijable odražavaju jednokratne i strukturne šokove koji nisu odraz cikličnosti financijskog sustava.

## 4. Kompozitni indikator financijskog ciklusa<sup>17</sup>

### 4.1. Uvodno o kompozitnom indikatoru financijskog ciklusa

Kompozitni indikator financijskog ciklusa (FCI, engl. *financial cycle indicator*) razvijen je u Češkoj (Plašil i ostali, 2015.) kako bi se temeljem informacija takvim indikatorom lakše ocijenila pozicija te zemlje u financijskom ciklusu. Autori temelje odabir varijabli i njihovu agregaciju na idejama i konceptima u Borio (2012.), Borio i Zhu (2011.), te Plašil i ostali (2015.), gdje se financijski ciklus razmatra kroz promjene prepoznavanja rizika od strane ekonomskih subjekata, tj. dozvoljava se promjenjiva tolerancija rizika u ovisnosti o stanju ekonomije, bogatstva i bilanci. Korijeni ovakvog pristupa sagledavanja promjenjivosti tolerancije rizika nalaze se još u Minsky (1975., 1982., 1986.) i hipoteze financijske nestabilnosti (engl. *financial instability hypothesis*). U okviru ove hipoteze, nakon što je prošlo turbulentno razdoblje, ekonomija se nalazi na putu prema ravnoteži, i u oporavku se javlja tzv. financijsko mirno razdoblje (engl. *financial tranquility*) jer zajmoprimci mogu podmirivati svoje obveze. Nositelji politika

---

<sup>17</sup> Opis prema Plašil i ostali (2014.). Uz spomenuti rad, isti pristup je upotrijebljen i za slučaj Slovačke centralne banke, vidjeti Kupkovič i Šuster (2020.).

i financijski regulatori popuštaju svoje regulatorne standarde, premije rizika se smanjuju i zajmodavci počinju odobravati kredite koje inače ne bi, dok zajmoprimci pokazuju sve veće špekulativno ponašanje i dolazi do povećanog kreditiranja. Svo ovo ponašanje se kumulira dok se ne realizira financijska kriza, u kojoj dolazi do povećanja kamatnih stopa i smanjenja kreditiranja. Nakon toga ponovno dolazi oporavak i postupak se ponavlja<sup>18</sup>.

Dodatno, Borio i Zhu (2011.) objašnjavaju promjenjivu toleranciju rizika u kontekstu monetarne politike i njenog učinka na ponašanje banaka, što bi se moglo preslikati i u okvir makrobonitetne politike. Pojašnjavaju tzv. kanal preuzimanja rizika (engl. *risk taking channel*), koji se pojašnjava kao učinak promjena kamatnih stopa na percepciju rizika ili averziju prema njemu, pa se posljedično odražava i na stupanj rizičnosti portfelja, procjenjivanje imovine, kao i financiranja. Vrijednost FCI indikatora će se u danome razdoblju interpretirati kao kumuliranje rizika u financijskom sustavu, u ovisnosti o krivim percepcijama i vrednovanju rizika od strane različitih ekonomskih agenata. Ideja je da veći optimizam i sklonost riziku pojedinog sektora rezultira većom vrijednošću FCI indikatora, kao i što bi bilo dobro da se signal pojačava u slučaju da više sektora odjednom ukazuje na kumuliranje sistemskih rizika. U konstrukciji indeksa slijedi se metodološki pristup u Holló i ostali (2012.), gdje se radi o nelinearnoj funkciji temeljenoj na udjelima pojedinih varijabli, koji su određeni međusobnim korelacijama kretanja varijabli. Na taj način se amplificira učinak rasta ili pada rizika s obzirom da se uzimaju u obzir i korelacije između varijabli. U nastavku je opisana metodologija koja se koristi za izračun FCI indikatora.

## 4.2. Metodologija indikatora

Neka je  $w = (w_1, w_2, \dots, w_M)$  vektor težina koje se dodjeljuju pojedinoj varijabli koja će činiti sastavni dio FCI indikatora,  $M$  je ukupan broj varijabli koje ulaze u indeks, a  $s_t = (s_{t,1}, s_{t,2}, \dots, s_{t,M})$  je vektor transformiranih vrijednosti pojedinačnih varijabli u razdoblju  $t$ , i  $C_t$  je korelacijska matrica s koeficijentima korelacije između varijabli danih u  $s_t$  za razdoblje  $t$ . FCI<sub>*t*</sub> indikator u razdoblju  $t$  računa se kao:

$$FCI_t = (w \odot s_t)' \cdot C_t (w \odot s_t), \quad (2)$$

---

<sup>18</sup> Više detalja o Minskyjevoj hipotezi moguće je naći u Mehrling (1999.).



gdje  $\odot$  predstavlja Hadamardov umnožak. Procjene korelacija u matrici  $C_t$  dobivene su temeljem EWMA (engl. *exponentially weighted moving average*) pristupa, uz parametar izgladivanja  $\lambda = 0.94$  na sljedeći način (prema RiskMetrics, 1996.):

$$\begin{aligned}\sigma_{ij,t} &= \lambda \sigma_{ij,t-1} + (1-\lambda) \tilde{s}_{i,t} \tilde{s}_{j,t} \\ \sigma_{i,t}^2 &= \lambda \sigma_{i,t-1}^2 + (1-\lambda) \tilde{s}_{i,t}^2 \quad , \\ \rho_{ij,t} &= \sigma_{ij,t} / (\sigma_{i,t} \sigma_{j,t})\end{aligned}\quad (3)$$

gdje su  $\sigma_{i,t}^2$  varijanca serije  $s_i$  u razdoblju  $t$ , a  $\sigma_{i,t}$  standardna devijacija,  $\sigma_{ij,t}$  je kovarijanca između serija  $s_i$  i  $s_j$ ,  $\rho_{ij,t}$  je koeficijent korelacije za dvije serije, te je  $\tilde{s}_{i,t}$  vrijednost serije  $i$  umanjena za medijalnu vrijednost ( $s_{i,t} - 0.5$ ) i  $\lambda$  predstavlja parametar izgladivanja, za koji se tipično uzima vrijednost u rasponu 0.85 do 0.97 (Alexander, 2007.), u ovisnosti o pretpostavkama kolika je perzistentnost volatilnosti, frekvenciji podataka, i općenito ponašanju serija koje se razmatraju.

Nažalost ne postoji univerzalni odgovor kako odabrati parametar izgladivanja, i teško je preslikati vrijednosti iz domene analize financijskih vremenskih serija za koje se najviše primjenjuje EWMA pristup. Međutim, ovaj pristup se koristi za konstrukciju FCI indikatora, zbog jednostavnosti procjena, u odnosu na neke druge pristupe modeliranju korelacijske strukture, a prednosti se očituju i u tome što uz primjenu parsimonije (u odnosu na, primjerice DCC – engl. *dynamic conditional correlation*) ostvaruju slični rezultati kao i za neke GARCH (engl. *generalized autoregressive conditional heteroskedasticity*) modele (vidjeti Alexander, 1998.). Nadalje, i narav ovog istraživanja "prisiljava" na primjenu EWMA pristupa procjene, jer neke modele uz manji broj podataka nije moguće procijeniti, zbog pretpostavki koje moraju biti zadovoljene. Unatoč nedostacima, i poput onoga da se jednak parametar izgladivanja pretpostavlja za ponašanja svih varijanci i kovarijanci u modelu, neka istraživanja pokazuju da je u strategijama *backtestinga* EWMA modeliranje bolje u odnosu na neke standardne GARCH pristupe (vidjeti Alexander i Leigh, 1997.). Odabir parametra izgladivanja i u ovome istraživanju se temelji na prethodnim rezultatima u Plašil i ostali (2015.). Idealno bi bilo odrediti vrijednost lambde temeljem minimizacije neke od mjera prognoziranja (poput RMSE, engl. *root mean squared error*, vidjeti Bollen, 2014.), no problem u ovakvome istraživanju je što se ne radi o financijskim podacima, za koje je moguće procjenu usporediti s realiziranom volatilnošću. Međutim, standardna greška procjenitelja varijance je manja za veću vrijednost lambde. Dodatno, ovdje se radi o pravljenju ustupaka (tzv. *trade offs*) između manje greške procjene s jedne strane, te veće perzistentnosti varijance s druge.

Konačno, odabir udjela pojedine varijable u konstrukciji FCI predstavlja problem u praksi. U Plašil i ostali (2015.) se koriste jednaki udjeli, s obzirom da se množe s korelacijskom matricom, koja u konačnici određuje udjele. U Hájek i ostali (2017.) se razmatra mogućnost određivanja udjela temeljem predviđanja dinamike kretanja NPL-ova (neprihodonosnih kredita). Kako se u tom istraživanju tumači da dinamika NPL-ova predstavlja jednu od materijalizacija sistemskog rizika, koja je vidljiva tek s odmakom vremena, dinamika NPL-ova može poslužiti za kalibraciju težina u FCI indikatora. Ovdje se ne koristi varijabla koja mjeri prisustvo ili odsustvo krize kao u slučaju modela ranog signaliziranja (vidjeti šesti odjeljak), jer autori navode da u kratkom uzorku za koje imaju dostupne podatke imaju jednu krizu temeljem koje bi procjene mogle biti pristrane. Nakon što se odabere konačna lista varijabli koje će činiti sam FCI indikator, generiraju se vektori udjela, pri čemu se nametne ograničenje da je minimalni udio pojedine varijable 5%. Ako je odabrana varijabla bitna za samu konstrukciju i interpretaciju FCI indikatora, njezin udio bi trebao to i odražavati. U idućem koraku se izračunaju sve varijante FCI indikatora temeljem generiranih vektora udjela i promjena NPL-ova kao materijalizacije cikličkih rizika se regresira na FCI vrijednost, pri čemu se uzima u obzir pomak od 2, 3 ili 4 godine (u ovisnosti o tome koliko ranije FCI predviđa samu promjenu NPL-ova). Potom se temeljem najmanje RMSE mjere (engl. *root mean squared error*) odabire najbolja kombinacija udjela. Međutim, ovdje problem može biti vezan uz kratke vremenske serije, gdje se u uzorku pojavljuje jedan ciklus značajnog porasta NPL-ova vezano uz globalnu financijsku krizu gdje specifičnosti tog razdoblja mogu rezultirati s udjelima koji inače ne bi vrijedili da se cijeli postupak može ponoviti nad duljim vremenskim serijama.

### 4.3. Transformacija<sup>19</sup> varijabli

Nakon samog odabira varijabli za konstrukciju indikatora, potrebno ih je transformirati u istu mjernu jedinicu kako bi vrijednosti varijabli bile usporedive. Naime, iako svaka varijabla od interesa mjeri cikličnost rizika, one se mogu razlikovati u mjernim jedinicama. Primjerice, ako se razmatraju jazevi dobiveni statističkim filtriranjem, a istovremeno i stope rasta, u tom slučaju je potrebno radi usporedivosti izvršiti transformaciju varijabli. Za FCI indikator, literatura ne preporuča standardizaciju temeljem prva dva momenta distribucije, s obzirom da to znači da se implicitno pretpostavlja normalna distribucija varijabli koje se standardiziraju, što je rijetkost u

---

<sup>19</sup> Vidjeti detalje i izvore u Holló i ostali (2012.).

praksi. Rezultati bi mogli biti iskrivljeni, kao i što se smanjuje njihova robusnost na netipične vrijednosti. Zato se provodi transformacija temeljena na empirijskoj kumulativnoj funkciji distribucije i rangiranju (statistici rangiranja, engl. *order statistics*). Originalni skup podataka predodčen kao  $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$  se poreda od najmanje do najveće vrijednosti:  $(x_{[1]}, x_{[2]}, \dots, x_{[M]})$ ,  $x_{[1]} \leq x_{[2]} \leq \dots \leq x_{[M]}$ , gdje  $[r]$  predstavlja rang dodijeljen vrijednosti  $x_{[r]}$ . Transformirane vrijednosti  $z_t$  se sada računaju temeljem empirijske kumulativne funkcije distribucije na sljedeći način:

$$z_t = \begin{cases} \frac{r}{N}, & \text{ako } x_{[r]} \leq x_t < x_{[r+1]}, \\ 1, & \text{ako je } x_t \geq x_{[r+1]} \end{cases}, \quad (4)$$

za  $t = 1, 2, \dots, N$ . Niz  $z_t$  dobiven u (4) sada poprima vrijednosti u intervalu  $(0,1]$ . Zbog ove transformacije će i vrijednost FCI indikatora biti u intervalu između 0 i 1 što će olakšati njegovu interpretaciju. Vrijednosti pojedinačnih varijabli, kao i samog FCI indikatora, koje su bliže 0 će označavati manju kumulaciju sistemskih rizika, dok će veće vrijednosti (prema 1) označavati veći rizik<sup>20</sup>.

#### 4.4. Rezultati izračuna i konstrukcije FCI

Temeljem prethodne diskusije, tablica 1 prikazuje varijante pojedinih skupina mjera koje se koriste kao indikatori u konstrukciji FCI indikatora, pri čemu će se razmotriti nekoliko varijanti istog. Varijable su odabrane temeljem diskusije u Plašil i ostali (2015.) i odabira varijabli u tom radu, ali i temeljem specifičnosti hrvatskih podataka. U nastavku teksta predočavaju se dvije varijante koja su najbolje za slučaj Hrvatske: radi se o varijantama gdje će sve varijable biti u dvogodišnjim promjenama ili stopama rasta, zbog veće izgladenosti serija i samog kompozitnog indikatora, te će se u jednoj razmatrati pet kategorija rizika kao u originalnom radu u kojem se razvija FCI (bez rizičnosti bilanci kreditnih institucija), dok druga varijanta obuhvaća svih šest kategorija. Uspoređuju se ove dvije varijante jer u originalnom radu autori ne uključuju kategoriju rizičnost bilanci, stoga ćemo na ovaj način imati dodatnu informaciju o mogućim učincima uključivanja te kategorije na vrijednost kompozitnog indikatora. Dodatno, dinamika kretanja tekućeg računa je za Hrvatsku specifična u odnosu na neke

---

<sup>20</sup> Naravno, kod odabira varijabli za samu transformaciju, treba paziti na interpretaciju varijabli, je li povećanje vrijednosti varijable interpretirano kao kumuliranje sistemskih rizika ili ne. U ostatku rada je spomenuto koja je varijabla pomnožena s -1 kako bi ova interpretacija vrijedila.

druge zemlje (slika D.3), stoga se zbog veće stacionarnosti kompozitnog indikatora razmatraju promjene, a ne razine kao u izvornome radu.

Kako za FCI indikator veliku ulogu igra korelacija među varijablama, nastoji se smanjiti broj varijabli koje ulaze u pojedinu kategoriju rizika u slučaju da su jako korelirane, jer bi inače doprinosile dinamici kretanja kompozitnog indikatora. Primjerice, za skupinu mjera koje se odnose na precijenjenost cijena nekretnina, neće se istovremeno uključiti i kretanje cijena nekretnina i omjera cijena i dohotka. U okviru ovog pristupa izgradnje indikatora, uočava se odabir varijabli temeljem prethodne diskusije, bez posebnog testiranja statističkih svojstava ovih varijabli, ili pak modela signaliziranja. Nadalje, uočava se arbitrarnost odabira transformacije varijabli, s obzirom na kretanja varijabli u razinama ili promjenama, odnosno stopama rasta. Jedno- i dvogodišnjim transformacijama se dobiva veća promjenjivost u odnosu na HP jaz s velikim parametrom izgladivanja. Međutim, neke varijable trebaju odražavati nešto sporiju dinamiku od drugih, jer su više vezane uz kreditni nego poslovni ciklus.

**Tablica 1. Sažet prikaz opisanih varijabli koje se razmatraju za FCI indikator**

Skraćenica	Transformacija varijable	Varijabla	Skupina	Varijanta indikatora
$\Delta$ ICSN	Jednogodišnja stopa rasta	Indeks cijena stambenih nekretnina	Precijenjenost cijena nekretnina	(1-a)
A. 2 $\Delta$ ICSN	Dvogodišnja stopa rasta			(2-a)
$\Delta$ (I / Doh)	Jednogodišnja stopa rasta	Omjer cijena stambenih nekretnina i raspoloživog dohotka		(1-b)
A. 2 $\Delta$ (I/Doh)	Dvogodišnja stopa rasta			(2-b)
$\Delta$ KK	Jednogodišnja stopa rasta	Bankovni krediti kućanstvima	Kreditna dinamika	(1)
A. 2 $\Delta$ KK	Dvogodišnja stopa rasta			(2)
$\Delta$ KNFP	Jednogodišnja stopa rasta	Bankovni krediti nefinancijskim poduzećima		(1)
A. 2 $\Delta$ KNFP	Dvogodišnja stopa rasta			(2)
$\Delta$ (LR)	Jednogodišnja promjena	Omjer kapitala i imovine (pomnoženo s -1)	Snaga bilanci kreditnih institucija	(1)
A. 2 $\Delta$ (LR)	Dvogodišnja promjena			(2)
$\Delta$ (LTD)	Jednogodišnja promjena	Omjer kredita i depozita		(1)
A. 2 $\Delta$ (LTD)	Dvogodišnja promjena			(2)
$\Delta$ (K/Y)	Jednogodišnja stopa rasta	Omjer ukupnog duga kućanstava i raspoloživog dohotka	Opterećenost privatnog sektora dugom	(1)
A. 2 $\Delta$ (K/Y)	Dvogodišnja stopa rasta			(2)

$\Delta(\text{NFP}/\text{BOV})$	Jednogodišnja stopa rasta			(1)
<b>A. 2</b> $\Delta(\text{NFP}/\text{BOV})$	Dvogodišnja stopa rasta	Omjer duga poduzeća i bruto operativnog viška		(2)
$\Delta\text{CROBEX}$	Jednogodišnja stopa rasta		CROBEX, burzovni indeks tržišta dionica	(1)
<b>A. 2</b> $\Delta\text{CROBEX}$	Dvogodišnja stopa rasta			(2)
$\Delta$ marža K	Jednogodišnja promjena	Razlika kamatnih stopa na nove kredite kućanstvima i EURIBOR-a (pomnoženo s -1)	Krivo vrednovanje rizika / uvjeti financiranja	(1)
<b>A. 2</b> $\Delta$ marža K	Dvogodišnja promjena			(2)
$\Delta$ marža NFP	Jednogodišnja promjena	Razlika kamatnih stopa na nove kredite nefinancijskim poduzećima i EURIBOR-a (pomnoženo s -1)		(1)
<b>A. 2</b> $\Delta$ marža NFP	Dvogodišnja promjena			(2)
$\Delta\text{RN}$	Jednogodišnja promjena	Udio tekućeg računa u BDP-u (pomnoženog s -1)	Vanjske neravnoteže	(1)
<b>A. 2</b> $\Delta\text{RN}$	Dvogodišnja promjena			(2)

Napomena: dinamika svih varijabli opisana je i prikazana u Dodatku 1. Razmatraju se varijante indikatora s i bez kategorije "rizičnost bilanci kreditnih institucija", vidjeti Dodatak 4

Izvor: pripremila autorica prema diskusiji u prethodnim odjeljcima.

Dakle, dvije varijante koje se razmatraju u nastavku teksta se razlikuju u odabiru pet ili šest kategorija rizika, a obje razmatraju dvogodišnje promjene ili stope rasta, te se u kategoriji precijenjenosti cijena nekretnina uključuje ICSN. Ostale varijante u tablici 1 se odnose na jednogodišnje promjene i stope rasta, te alternativnu mjeru za precijenjenost nekretnina u vidu omjera cijena stambenih nekretnina i raspoloživog dohotka. Alternativni kompozitni indikatori su predočeni u Dodatku 4. Primjerice, ako se radi o varijanti indikatora (1) u tablici 1, to znači da će za njegov izračun biti korištene sve varijable u jednogodišnjim stopama rasta ili promjenama, te će se u slučaju kategorije precijenjenosti cijena nekretnina u jednoj varijanti koristiti indeks cijena stambenih nekretnina, a u drugoj omjer cijena stambenih nekretnina i dohotka. Slično se interpretiraju ostale moguće kombinacije (kojih je temeljem tablice 1 ukupno 8, vidjeti Dodatak 4 za detaljniji opis). Dodatno, u pripremi varijabli se uočilo kako su dvogodišnje promjene ili stope rasta usklađene s HP jazevima uz parametar izgladivanja 1.600 ili 25.600. U tim slučajevima su odabrane promjene ili stope rasta jer nemaju probleme koje statistički filter ima (vidjeti uvodni dio istraživanja). Dodatno, neke transformacije su odabrane uzimajući u obzir da jednostrani jazevi ne daju najbolju informaciju: primjerice, dok dvostrani jaz nije upotrebljiv jer se odluke donose s obzirom na dotok dostupnih informacija u pojedinom tromjesečju, jednostrani jaz za

slučaj precijenjenost cijena nekretnina zbog načina njegova izračuna ne daje potpunu informaciju na početku uzorka (vidjeti slike u Dodatku 2), dok dvogodišnje promjene i stope rasta daju točniju informaciju.

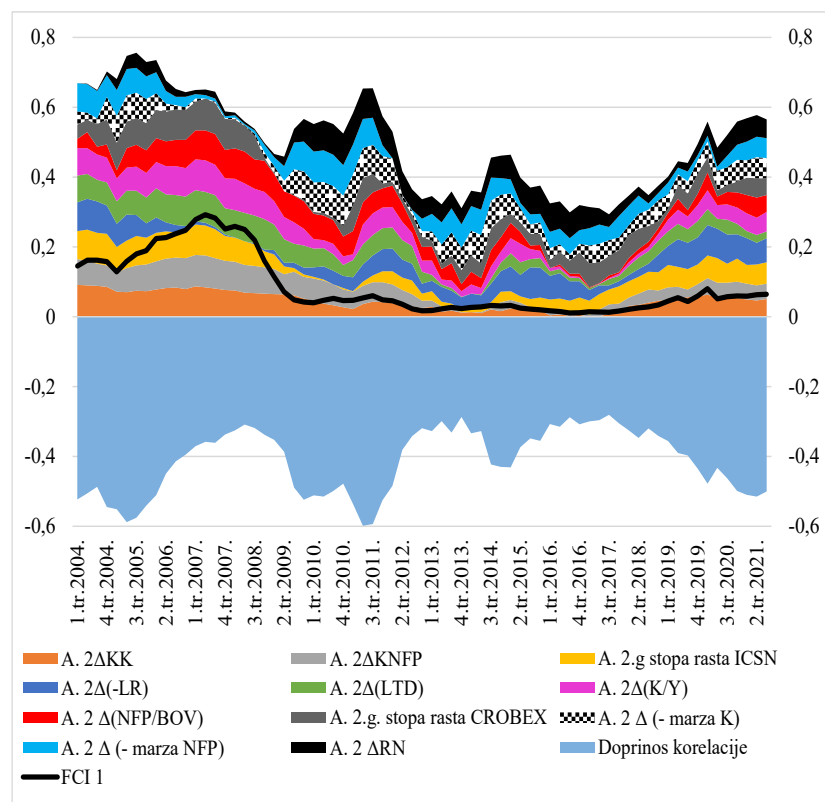
Slika 2 prikazuje dvije spomenute varijante FCI indikatora, gdje je vidljivo koje varijable ulaze u sam izračun. Promatranjem dinamike na panelu c, za FCI indikator uz parametar  $\lambda$  iz formule (3) u iznosu 0.94, uočava se izrazito povećanje FCI vrijednosti prije posljednje globalne financijske krize, ali i sa već povišenih razina koje su bile ponajviše rezultat velikog kreditiranja privatnog sektora, porasta cijena nekretnina, kao i promjena snage bilanci banaka (vidljivo u strukturi na panelu a). Kako se ovaj indikator izračunava temeljem formule gdje se koristi i korelacijska matrica za sve parove varijabli, na slici 2 se razmatra i doprinos prosječne korelacije smanjenju vrijednosti samog indikatora. Naime, iako povećanje pojedinačnih vrijednosti svih varijabli doprinosi povećanju vrijednosti FCI, ako ne upućuju u povećanje ili smanjenje u istom razdoblju, negativna korelacija će doprinijeti smanjenju samog indikatora. Zato vrijednosti FCI od 2018. godine do kraja promatranog razdoblja nisu toliko velike kao na početku, jer osim što promjene vrijednosti pojedinačnih varijabli nisu toliko velike, manja koreliranost varijabli smanjuje konačnu vrijednost samog indikatora. Nakon što je indikator dosegao maksimalnu vrijednost početkom 2007. godine, uslijedio je njegov drastičan pad, kao posljedica krize koja je nastupila, kada se vrijednosti svih varijabli smanjuje, dolazi do korekcije cijena na tržištu stambenih nekretnina, ali se smanjuju i vanjske neravnoteže. Od 2017. godine slijedi blagi oporavak, koji traje do danas. Međutim, iako se na prvi pogled može reći kako su posljednje 3 godine vrijednosti FCI indikatora na puno manjoj razini u odnosu na rast ostvaren prije financijske krize (zbog specifičnosti tog razdoblja), to ne znači da, s obzirom na samu distribuciju FCI indikatora i varijabli koje ga čine, takve vrijednosti ne upućuju na umjerenu razinu rizika (vidjeti poglavlje o kalibraciji PCK).

Preostali indikatori na slici 2, na panelima c i d odnose se na testiranje robusnosti ovog indikatora. Naime, promjena vrijednosti parametra izgladivanja u formuli (3) će rezultirati s više ili manje volatilnom serijom FCI vrijednosti. FCI\_85, FCI\_94 i FCI\_97 predočavaju varijacije početnog indikatora u ovisnosti je li  $\lambda$  vrijednosti 0.85 kao najmanja iz literature, do 0.97 kao najveća. Za kalibraciju PCK je važno da je indikator izgladjen, što ide u prilog većoj vrijednosti  $\lambda$ , kao i činjenica da je većina varijabli koje ga čine se ne mogu značajno mijenjati od jednog tromjesečja do drugog (perzistentnost), stoga korištenje veće vrijednosti  $\lambda$  u slučaju konstrukcije FCI indikatora ima više smisla i temelja. Uočava se jednostavnost interpretacije FCI indikatora kao kompozitne mjere kumulacije cikličkih rizika: veća vrijednost se tumači

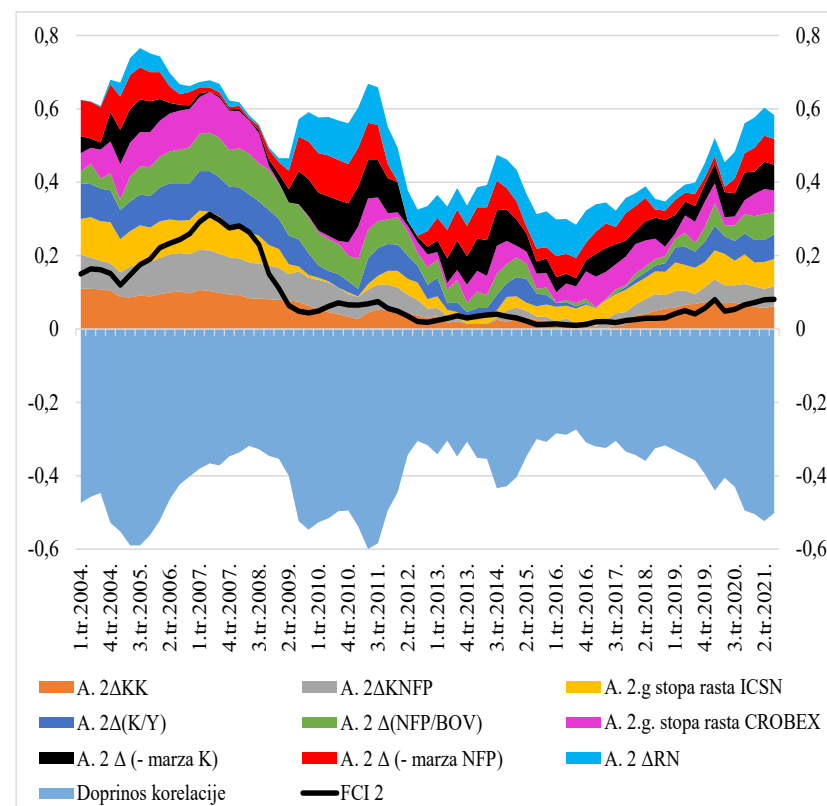
kao veća kumulacija, a dodatno se i može razmatrati dinamika kretanja pojedinih kategorija koje čine sam indikator. Korisnost korištenja ovog indikatora se uočava baš na slici 2 (paneli a i b), jer se sada može vidjeti koji su izvori povećanja cikličkih rizika. Konačno, usporedi li se još dinamika FCI 1 i 2 indikatora, s i bez kategorije "rizičnost bilanci kreditnih institucija", uočava se veoma slično kretanje oba indikatora, no nešto su veće vrijednosti za slučaju isključivanja te kategorije (panel b, odnosno d na slici 2) kada dolazi do povećanja vrijednosti FCI, što znači da u ovoj kategoriji rizika ipak nije bilo pretjeranog ponašanja koje je doprinisilo povećanju sistemskih rizika. No, s obzirom na važne informacije koje daje ova kategorija rizika, preporuča se i daljnje praćenje u okviru izračuna kompozitnog indikatora.

Slika 2. Odabrani FCI indikatori i njihova dinamika

a. FCI indikator, varijable u varijanti (2) iz tablice 1, šest kategorija mjera rizika

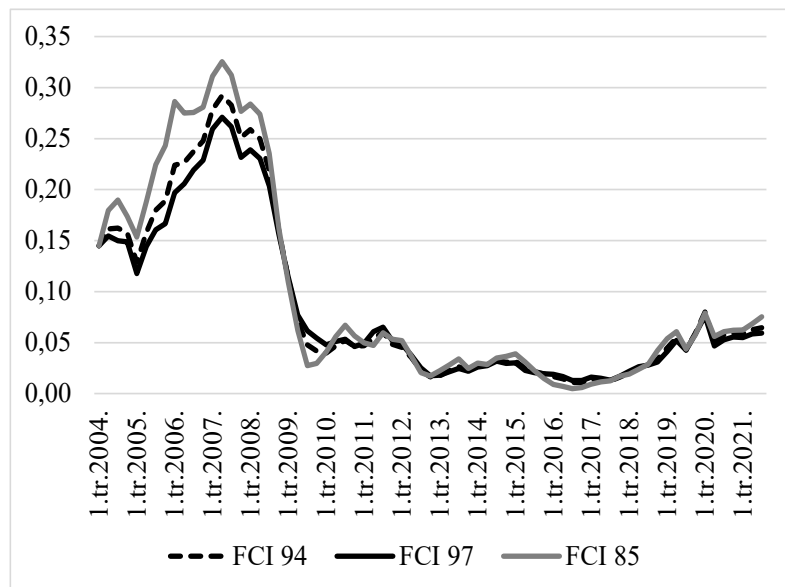


b. FCI indikator, varijable u varijanti (2) iz tablice 1, pet kategorija mjera rizika

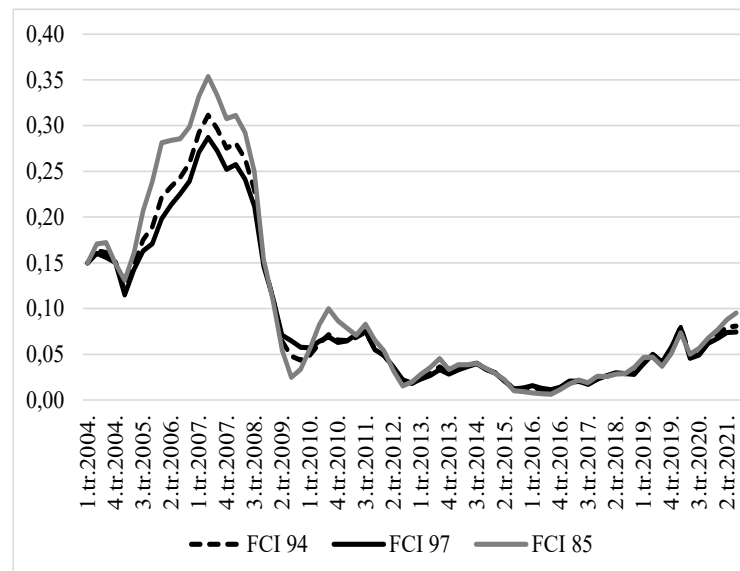




c. FCI indikator iz a, različite vrijednosti lambda u formuli (3)



d. FCI indikator iz b, različite vrijednosti lambda u formuli (3)



Napomena: 85, 94 i 97 označavaju vrijednosti lambda u formuli (3) kod procjene FCI indikatora. Tumačenja kratica dana su u tablici 1.

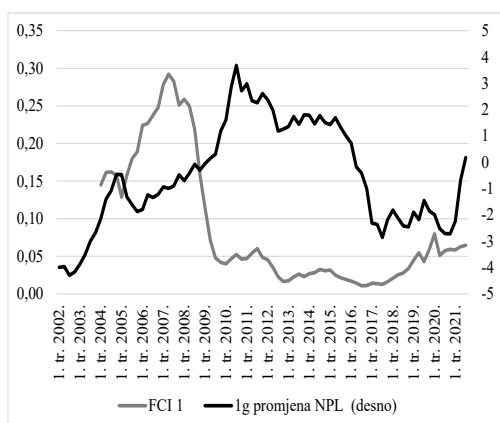
Izvor: HNB, izračun autorice

#### 4.5. Moguća kalibracija udjela za FCI

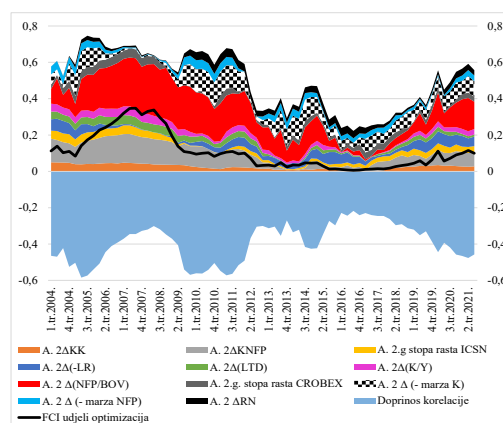
Konačno, pratimo Hájek i ostali (2017.) za konstrukciju nove varijante FCI 1 indikatora, temeljem dodjele udjela pojedinoj varijabli na način da se procijeni model u kojem se jednogodišnja promjena udjela NPL-ova predviđa temeljem 100.000 varijanti FCI indikatora i odabire se onaj koji ima najmanju RMSE vrijednost.

**Slika 3. Usporedba dinamike FCI i NPL i novi FCI indikator temeljem udjela u tablici 2**

a. Usporedba FCI 1 indikatora i promjene NPL-ova



b. FCI indikator kao rezultat optimizacije udjela



Napomena: dinamika FCI indikatora na panelu b. je uvećana na Slici 4. b. za usporedbu s ostalim indikatorima.

Izvor: HNB, izračun autorice

Naime, ako se razmotri slika 3 (lijevi panel), gdje se prikazuje dinamika kretanja FCI indikatora sa slike 2 (panel a), te jednogodišnja promjena udjela NPL-ova (nepihodonosnih kredita), uočava se da postoji određen odmak u "reakciji" NPL-ova u odnosu na dinamiku FCI<sup>21</sup> vezano uz događanja nakon što je nastupila GFC kriza. No, s obzirom na specifičnost spomenute krize, u razdoblju do 2011. godine FCI indikator

<sup>21</sup> Za optimizaciju je odabrano 12 tromjesečja, jer su uspoređene maksimalne vrijednosti FCI indikatora sa slike 3, panel a, i promjene NPL-ova.

relativno uspješno predviđa promjenu NPL-ova, što za ostatak razdoblja nije slučaj. Slika 3 (desni panel) uspoređuje FCI indikator dobiven optimizacijom udjela (danih u tablici 2), gdje se uočava da određene razlike postoje, s obzirom da najveći udio temeljem rezultata dobivaj varijabla opterećenost poduzeća dugom, kao i krediti poduzećima, ali i marža kamatnih stopa na nove kredite kućanstvima. U Dodatku 5 je predočena usporedba FCI 1 indikatora, te novoga sa slike 3 (panel b) kako bi razlike u njihovim dinamikama bile vidljivije. Ovdje se javlja problematika interpretacije dobivenih udjela. Naime, na njihove vrijednosti ne utječe samo dinamika pojedinih varijabli, već i cijela promjenjiva korelacijska struktura, koja doprinosi konačnoj ocjeni RMSE mjere.

**Tablica 2. Udjeli varijabli u FCI indikatoru temeljem optimizacije**

<b>Varijabla:</b>	A.2ΔKK	A.2ΔKNFP	A.2 s. rasta ICSN	A.2Δ(-LR)
Udio:	5%	15.98%	5%	6.94%
<b>Varijabla:</b>	A.2Δ(LTD)	A.2Δ(K/Y)	A.2Δ(NFP/BOV)	A.2 s. rasta CROBEX
Udio:	5%	5%	28.5%	5%
<b>Varijabla:</b>	A.2Δ (- marža K)	A.2Δ (- marža NFP)	A.2ΔRN	-
Udio:	13.58%	5%	5%	

Napomena: tumačenja skraćenica dana su u tablici 1.

Izvor: HNB, izračun autorice

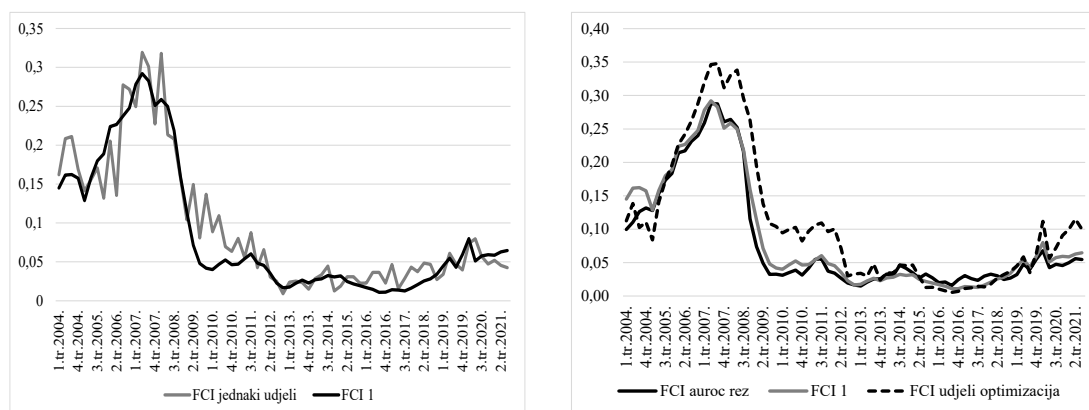
#### 4.6. Prijedlog ovog istraživanja za moguću kalibraciju udjela u FCI

Osim prethodno spomenutog pristupa, ono što bi se moglo učiniti za dodjelu udjela varijablama za ulazak u izračun FCI indikator jesu još dva pristupa: prvi, u kojemu se jednaki udjeli dodjeljuju po kategorijama varijabli koje ulaze u indikator, te drugi, u kojemu se temeljem rezultata modela signaliziranja (vidjeti odjeljak 6.2.) odabere takva struktura udjela temeljem kojih je FCI indikator najbolje signalizirao prethodnu GFC krizu. S obzirom da u literaturi nema konsenzusa kako raspodijeliti udjele varijablama za izračun samog indikatora, a razlike u rezultatima mogu biti velike, prvi spomenuti pristup smanjuje subjektivnost u donošenju takvih odluka. Naime, ako je bitno pratiti svih šest kategorija mjera izvora sistemskih rizika, može se reći da im treba dodijeliti jednake udjele. No, i takav pristup ima nedostatak što nije prilagođen za neke

specifičnosti pojedine zemlje. S druge strane, dodjela udjela temeljem stručne procjene može biti pod utjecajem događanja vezanih za prošlu krizu, čime se također utječe na krajnji rezultat. Drugi spomenuti pristup je komplementaran u nekoj mjeri s metodologijom u poglavlju šest, gdje se odabir varijabli temelji na signaliziranju budućih kriza. Iako i to može unijeti određenu pristranost u rezultate, važno je znati kako su se pojedine varijable "ponašale" u pretkriznom razdoblju.

#### Slika 4. Usporedba alternativnih FCI indikatora s FCI 1 sa slike 2

- a. FCI jednaki udjeli po kategorijama    b. FCI dobiven iz modela signaliziranja mjera



Napomena: na panelu b. se uspoređuje i dinamika FCI indikatora temeljem optimizacije sa Slike 3.

Izvor: HNB, izračun autorice

Slika 4. uspoređuje obje varijante FCI 1 indikatora (s originalnim vrijednostima sa slike 2), gdje je na lijevom panelu vidljivo da dolazi do veće volatilnosti indikatora u slučaju davanja jednakih udjela po šest kategorija mjera<sup>22</sup>, dok na desnom uočavamo neznatne razlike između originalne serije i one dobivene modelom signaliziranja. Ovakvi pristupi mogu biti dodatna provjera robusnosti rezultata prilikom odabira jednog pristupa koji će se koristiti za praćenje cikličkih sistemskih rizika. Valja napomenuti da usporedba udjela u tablici 3 s onima u tablici 2 upućuje na veće razlike, što znači da odabir

<sup>22</sup> S obzirom da je sada veća težina dana nekim varijablama koje same ulaze u pojedinu kategoriju, kao npr. promjena cijena stambenih nekretnina, ta volatilnost se u većoj mjeri preslika u konačnu vrijednost FCI indikatora.

pristupa kojim će se ova problematika modelirati može znatno utjecati na rezultate i posljedično kalibraciju PCK vrijednosti. Primjerice, iako je dinamika indeksa CROBEX prije GFC krize bila veoma slična onoj u drugim zemljama, gdje dionička tržišta imaju puno veći značaj, i time je dobila gotovo 21% udjela u izračunu, s obzirom na veoma slabu dinamiku kretanja tog indikatora zadnjih gotovo 15 godina, može se postaviti pitanje koliko je opravdano i dalje davati toliku težinu ovoj varijabli<sup>23</sup>. U dodatku 6 su detaljnije predočene strukture oba FCI indikatora sa slike 4 kako bi se lakše uočile razlike u odnosu na strukturu FCI 1 indikatora.

**Tablica 3. Udjeli varijabli u FCI indikatoru temeljem modela signaliziranja**

Varijabla:	A.2ΔKK	A.2ΔKNFP	A.2 s. rasta ICSN	A.2Δ(-LR)
Udio:	5%	5%	5%	14.1%
Varijabla:	A.2Δ(LTD)	A.2Δ(K/Y)	A.2Δ(NFP/BOV)	A.2 s. rasta CROBEX
Udio:	10.13%	6.68%	11.33%	20.69%
Varijabla:	A.2Δ (- marža K)	A.2Δ (- marža NFP)	A.2ΔRN	-
Udio:	9.38%	7.61%	5%	

Napomena: tumačenja skraćenica dana su u tablici 1.

Izvor: HNB, izračun autorice

<sup>23</sup> Prilikom provedbe svih analiza za ovo istraživanje, jedan dio vremena je posvećen pitanju uključiti li općenito dinamiku CROBEX-a ili ne u sve analizirane indikatore, s obzirom da većina pristupa i empirijskih istraživanja uključuje dinamiku cijena dionica, jer ona nije "umrtvljena" u drugim državama, ali i zbog interpretacije krivog vrednovanja rizika od strane investitora u toj kategoriji mjera cikličnosti rizika. Kako je većina analiziranih indikatora uspoređena u raznim kombinacijama s uključivanjem i isključivanjem pojedinih "problematičnih" varijabli, uključujući i CROBEX, uočeno je da nema većih promjena za konačni indikator i njegovu dinamiku. Dodatno, potrebno je ostaviti fleksibilnost oko uključivanja i isključivanja pojedinih varijabli u sve kategorije mjera cikličnog rizika.

## 5. Ciklogram

### 5.1. Uvodno o ciklogramu

Ciklogram je grafički prikaz kompozitnog indikatora sistemskog rizika, razvijen u Rychtarik (2014., 2018.) i primjenjuje se u Slovačkoj. Glavna ideja ciklograma je sažimanje informacija o dinamici kretanja većeg broja relevantnih varijabli na grafičkom prikazu, kako bi se lakše ocijenilo u kojoj fazi financijskog ciklusa se nalazi ekonomija.

U odnosu na FCI indikator, ovdje se agregacija informacija temelji na linearnoj funkciji, bez korelacija među varijablama. Ciklogram, dakle, prikazuje prosječnu vrijednost razvoja cikličkog rizika u ekonomiji. Tako se najprije definiraju varijable koje čine srž ciklograma (engl. *core variables*) poput kreditnog jaza, jaza BDP-a, rasta kredita, dinamike neprihodonosnih kredita i opterećenost privatnog sektora dugom, a potom i dodatne varijable (engl. *supplementary*) koje čine sliku potpunijom: stopa nezaposlenosti, kretanja na tržištu nekretnina, stopa bankrota poduzeća, uvjete financiranja banaka, pouzdanje potrošača, itd. U originalnoj publikaciji iz 2014. godine razmatra se manji skup varijabli, no u onoj iz 2018. definira se ciklogram+, dobiven temeljem šireg skupa varijabli u odnosu na originalni pokazatelj. Dok se originalni ciklogram temelji na transformaciji varijabli kao za FCI indikator (formula (4)), ciklogram+ se temelji na nešto drugačijoj transformaciji (vidjeti odjeljak 5.2). Naziv ciklogram obilježava u suštini grafički prikaz temeljem kojeg se uočava prisustvo ili odsustvo kumulacije cikličkog rizika u cijelom sustavu, ali i pojedinačnim komponentama (npr. rizici u sektoru kućanstava). Kako sam autor u Rychtarik (2014, 2018.) navodi, ideja i definiranje ovakvog indikatora, temelji se na iskustvu slovačke ekonomije, posebno prije globalne financijske krize i zdravom razumu – ne nalaze se teorijska uporišta i pojašnjenja za odabir pojedinih varijabli kao u prethodnom slučaju, već se odluke o izboru varijabli temelje na praćenju vlastitih iskustava u ekonomiji, drugih iskustava i nalaza u literaturi o kretanjima i ponašanju pojedinih varijabli prije određenih kriza, ali i dostupnosti podataka. Dodatno, Rychtarik (2014.) navodi da se ovdje odabir varijabli temelji na praćenju cikličkih kretanja varijabli relevantnih za Slovačku kroz zadnjih desetak godina. Ovdje se, dakle, uočava problematika ovakvih istraživanja i analiza, da je u praksi teško jednoznačno za sve zemlje odrediti jedan indikator, pristup njegova izračuna, kao i sve detalje na koje je potrebno paziti prilikom njegove izrade. Zato ne čudi raznolikost u pristupima kvantifikacije cikličkih sistemskih rizika.

## 5.2. Metodologija indikatora

Vrijednost ciklograma je linearna kombinacija vrijednosti pojedinih varijabli koje ulaze u sam izračun, pri čemu se udjeli mogu dodijeliti na dva načina. Prvi način je da sve varijable dobivaju jednak udio, pa bi se radilo o sljedećoj funkciji:

$$CIKLOGRAM_t = \frac{\sum_{i=1}^N z_{i,t}}{N}, \quad (5)$$

gdje  $z_{i,t}$  predstavlja transformiranu vrijednost pojedine varijable  $i$  u razdoblju  $t$ , a  $N$  je broj varijabli. Drugi način se odnosi na dodjelu jednakih udjela po skupinama varijabli koje čine sam indikator, pa se tako varijable mogu grupirati prema šest kategorija ESRB smjernica koje su prethodno već spomenute, ili prema kategorijama "ciklus", "banke" i "klijenti" prema Rychtarik (2014.). U tom slučaju se unutar pojedine kategorije udio podijeli još s brojem varijabli koliko ih ima. Time se u suštini dodjeljuju veći udjeli onim varijablama kojih ima manje po pojedinoj skupini, kako ne bi veći broj varijabli u nekoj skupini svojom dinamikom prevladao i time značajnije utjecao na sam ciklogram. Općenito se može vrijednost ciklograma u oba pod-slučaja zapisati na sljedeći način:

$$CIKLOGRAM_t = \sum_{i=1}^N w_i z_{i,t}, \quad (6)$$

gdje sada  $w_i$  predstavlja udio pojedine varijable  $i$ . Ovdje se radi o linearnoj kombinaciji transformiranih varijabli, te međusobne korelacije nisu uzete u obzir, kao što su u slučaju FCI indikatora. I ovdje se uočava problematika odabira udjela za pojedinu varijablu, jer se mogu dodijeliti jednaki udjeli, ili se može preslikati postupak optimizacije kao za prošli indikator. Za varijantu ciklogram+ se ujednačio broj varijabli po pojedinoj skupini mjera kako bi se ublažili problemi dodjeljivanja udjela. U radovima koji definiraju ciklogram ne nalaze se prijedlozi dodjele udjela temeljem nekih posebnih modela, kao u slučaju FCI indikatora.

## 5.3. Transformacija varijabli

Za potrebe ciklograma se varijable transformiraju u Rychtarik (2014.) na sljedeći način. Najprije se odrede rang vrijednosti svake varijable, ali umjesto korištenja transformacije kao u formuli (4), gdje se rang pojedine vrijednosti dijeli s maksimalnim rangom, ovdje se temeljem razreda vrijednosti ranga dodjeljuju ocjene 1 do 9. Oni rangovi koji po vrijednosti pripadaju do 10. percentila distribucije pojedine varijable poprimaju vrijednost 1, potom oni koji se nalaze između 10. i 20. percentila poprimaju vrijednost

2, itd. do najvećih vrijednosti (jednake ili veće od 80. percentila) koje poprimaju vrijednost 9:

$$z_{i,t} = \begin{cases} 1, & \text{ako } rang_{i,t} < x_{i,t}^{10\%} \\ 2, & \text{ako } x_{i,t}^{10\%} \leq rang_{i,t} < x_{i,t}^{20\%} \\ \dots \\ 9, & \text{ako } rang_{i,t} \geq x_{i,t}^{80\%} \end{cases} \quad (7)$$

Kako je ciklogram linearna kombinacija varijabli iz (7), i on će poprimiti vrijednosti od 1 do 9. Za ciklogram+ (Rychtarik, 2018.) se radi modifikacija transformacije varijabli, na način da se računa max-min transformacija:

$$z_{i,t} = \frac{x_{i,t} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}, \quad (8)$$

gdje je  $x_{i,t}$  vrijednost varijable  $i$  u tromjesečju  $t$ , a  $x_{min}$  i  $x_{max}$  su odgovarajuća minimalna i maksimalna vrijednost u cijelom razdoblju. Na taj način će vrijednosti transformiranih varijabli biti u intervalu  $[0,1]$ . Dodatno, transformacija u (8) se mogla izvršiti i na način da nove varijable poprimaju vrijednost u intervalu  $[-1,1]$ <sup>24</sup>. Ova posljednja transformacija se preporuča u ovom istraživanju, kako bi rezultat u vidu kompozitnog indikatora poprimao i pozitivne i negativne vrijednosti, koje je lakše percipirati i vezati uz ekspanzivne i kontrakcijske faze ciklusa.

#### 5.4. Odabir varijabli za ciklogram

Rychtarik (2014., 2018.) navodi pet skupina varijabli koje čine sam ciklogram, pri čemu se velik broj njih preklapa s varijablama vezanim uz FCI indikator. Radi se o gotovo identičnom opisu kao i za sam FCI. S obzirom na veći ili manji broj uključenih varijabli u analizu, razmatra se ciklogram i ciklogram+. Problematika primjene ovog pristupa za hrvatske podatke nalazi se u tome što neke vremenske serije nisu dovoljno dugačke (npr. ESI engl. *economic sentiment index*, stopa bankrota poduzeća), dok druge ne postoje (npr. *LTV* omjeri, engl. *loan to value*).

Općenito govoreći, odabir varijabli se u ovom pristupu temelji i na preferencijama donositelja odluka, jer se navodi kako je lista dinamička, s obzirom na promjene koje varijable čine ciklogram, ali i njihova definicija (razina, omjer, stopa rasta, itd.). U

<sup>24</sup> Tada bi formula bila  $z_{i,t} = \frac{2(x_{i,t} - x_{min})}{x_{max} - x_{min}} - 1$ .



odatku 7 se detaljno opisuju varijable koje se koriste u Slovačkoj. Ono što se može reći za odabir varijabli u Slovačkoj da je problematično jest nekoliko stvari. Prvo, koriste se istovremeno varijable u svojim razinama ali i jazevima ili promjenama. Razmatranje cikličnosti ponašanja nekog indikatora iziskuje ekstrakciju ciklusa (bilo to putem statističkog filtra, stopa rasta, itd.), pa nije jasno zašto se istovremeno promatra i razina indikatora i neka njegova transformacija, a u radu se ne navodi pojašnjenje zašto istovremeno razmatraju i razinu varijable i njenu transformaciju. Iako neka varijabla u razinama može imati ciklično ponašanje kao neka druga u promjenama, u spomenutim radovima nije vidljivo pojedinačno kretanje takvih varijabli, stoga ostaje pretpostaviti da se radi o takvom ponašanju varijable da nije bilo potrebno raditi dodatne transformacije. Još jedan problem predstavljaju neprihodonosni krediti, koji se u prethodnom pristupu (FCI) razmatraju kao materijalizacija rizika, dok su ovdje korišteni kao jedna od varijabli koje treba pratiti za samu kumulaciju rizika.

Konačno, valja napomenuti da iako je korisno razmatrati indikatore neizvjesnosti, sentimenta i slične metrike, jer se radi o varijablama koje doprinose prognoziranju u realnom vremenu (tzv. *nowcasting*), no ovakve varijable nemaju cikličko ponašanje, već (ponekad i jako) ovise o jednokratnim ekonomskim, političkim, klimatskim i sličim šokovima, što iako utječe na stabilnost nekog financijskog sustava, ali ne obuhvaćaju ciklično ponašanje rizika. Iz tog razloga je stajalište ovog istraživanja da se takve varijable ne uključuju u kompozitne indikatore temeljem kojih se kasnije kalibriraju PCK vrijednosti, ali svakako ih je važno pratiti kako bi slika bila potpunija kod donošenja odluka.

Zato ćemo u nastavku razmotriti nekoliko varijanti ciklograma, prikazanim u tablici 4, gdje su u varijanti (1) sve varijable kao za slučaj FCI 1 indikatora iz tablice 1, u dvogodišnjim promjenama ili stopama rasta; te u drugoj varijanti gdje se odabrane varijable razmatraju kao HP jazevi<sup>25</sup>, s obzirom da je kreditna dinamika sporija u odnosu na neke druge varijable. Uz ove dvije varijante, razmotrit će se njihove proširene verzije, gdje će se uključiti i kretanje BDP-a i stope nezaposlenosti, a radi potpunosti usporedbe s obzirom na originalno istraživanje<sup>26</sup>. Udjeli će se dodijeliti

---

<sup>25</sup> Odabir se temelji na rezultatima analize u idućem odjeljku, vidjeti detalje odabira tamo. U tablici 4 se navodi koje varijable su u jazevima.

<sup>26</sup> Kako se radi o realizacijama negativnih kretanja koje kaskaju za kretanjima varijabli koje trebaju upućivati na kumulaciju rizika, korištenje ovakvih pokazatelja može smanjiti prediktivnu moć kompozitnog indikatora koji treba mjeriti kumuliranje rizika prije nego se on materijalizira. Vrijednosti NPL-ova i njihova dinamika se neće uključiti kao u originalnom istraživanju, jer prema Berti i ostali (2017.), NPL se može promatrati i kao strukturni problem u

svakoj skupini varijabli po 1/6, odnosno po 1/7 kada će biti uključene i makroekonomske varijable. Za transformaciju se najprije odabire formula (7) te su rezultati predočeni u idućem odjeljku, dok se max-min transformacija odabrana na način da varijable poprimaju vrijednosti u intervalu  $[-1,1]$  i rezultati takvih izračuna prikazuju u dodatku 8, gdje se dobiva dinamika koja je intuitivnija za interpretaciju, s obzirom da dinamika varijabli u originalnom obliku (koje odražavaju ciklus) varira između pozitivnih i negativnih vrijednosti.

**Tablica 4. Varijante ciklograma za slučaj Hrvatske**

Ciklogram	Sastavnice ciklograma	Dodatne informacije
<b>Varijanta 1</b>	Varijable kao anualizirane dvogodišnje stope rasta i promjene	Varijanta bez, potom uz dinamiku BDP-a i stope nezaposlenosti
<b>Varijanta 2</b>	Kombinacija varijabli kao anualizirane dvogodišnje stope rasta ili promjene te HP jazevi za parametar izgladivanja 125.000 <sup>27</sup>	Jazevi za kreditnu dinamiku i opterećenost dugom privatnog sektora, varijanta bez, potom uz dinamiku BDP-a i stope nezaposlenosti

Napomena: NPL označava neprihodonosne kredite. Skraćenice ostalih varijabli su opisane u tablici 1. S obzirom na dodatak dinamike BDP i nezaposlenosti, radi se o ukupno 4 varijante.

*Izvor: izradila autorica prema diskusiji u tekstu*

## 5.5. Rezultati izračuna i konstrukcije ciklograma

Za potrebu konstrukcije ciklograma, pretpostavljaju se jednaki udjeli za sve kategorije rizika za svaki ciklogram, te su rezultati izračunatih ciklograma iz tablice 4 prikazani na slici 5. Kako se radi o transformaciji varijabli pomoću formule (7), sve vrijednosti postaju pozitivne, pri čemu veća vrijednost upućuje na veću kumulaciju rizika unutar pojedine kategorije. Dodatno su svi izračuni ponovljeni za slučaj max-min

---

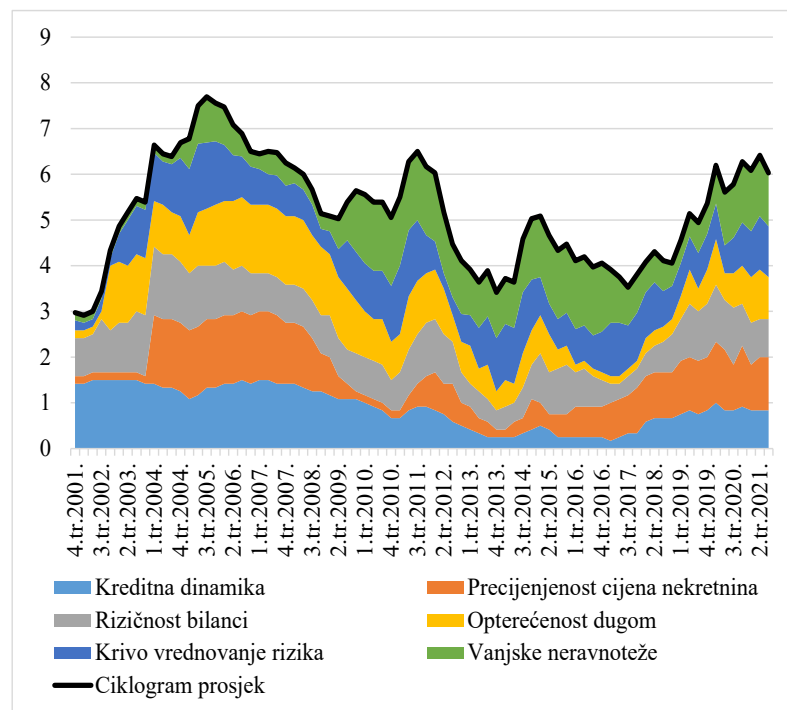
euro području, koji je više vezan uz poslovni ciklus, stoga kaska kao i BDP i nezaposlenost za promjenama u financijskom ciklusu.

<sup>27</sup> S obzirom da nije poznato koliko traje financijski ciklus u Hrvatskoj, vrijednost parametra izgladivanja od 125.000 znači da se pretpostavlja da on traje oko 3 puta dulje u odnosu na poslovni, ciklus, odnosno da traje oko 22.5 godina. Odabir vrijednosti 400.000 bi značilo da traje oko 30 godina, no problematika presporog zatvaranja jaza je poznata u literaturi vezanoj uz kreditni jaz, vidjeti Valinskytė i Rupeika (2015.) ili Galán (2019.).

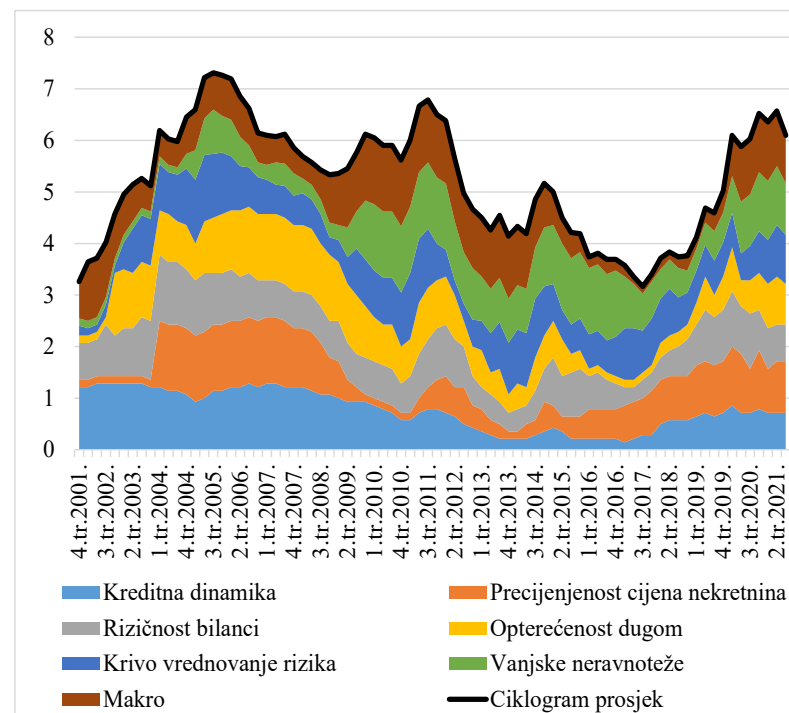
transformacije i predočeni u dodatku 8, gdje se zbog pozitivnih i negativnih vrijednosti kretanja varijabli može raditi o lakšoj interpretaciji, koja je intuitivnija u odnosu na sliku 4. Iako se i u ovom slučaju kao i za FCI indikator radi o kumulacijama rizika na početku promatranog razdoblja, prije GFC krize, kao i ponovnoj kumulaciji na kraju promatranog razdoblja, ovdje nije uključena korelacijska struktura. Zato se čini da je u prosjeku kumulacija sistemskog rizika u zadnjih nekoliko godina već na razinama poput onih tijekom 2000.-ih. Za upotrebu u praksi je zato preporučljivo koristiti max-min transformaciju. Iako se radi o intuitivnijim interpretacijama, javno objavljene publikacije gdje se razmatra ciklogram nemaju ovaj pristup, pa se ovakva mogućnost predočavanja rezultata ostavlja za budućnost, kao prijedlog ovog istraživanja. Ako se još razmotre interpretacije dobivene na slici 5, vrijednosti pojedinih kategorija rizika su uvijek pozitivne, s obzirom na transformaciju u (7), pri čemu svaka kategorija poprima vrijednosti od 1 do 9, no radi lakšeg praćenja rezultata su reskalirane vrijednosti na način da su podijeljene s brojem kategorija koliko ih ima (šest, odnosno sedam). Zato je teže interpretirati ovakvu dinamiku jer se postavlja pitanje kako će se određivati granice za određenu kategoriju rizičnosti. Iako i ovaj pristup lovi smanjenje rizika u recesivnom razdoblju, zbog načina odabira varijabli, odnosno njihovih transformacija, dvogodišnje stope rasta "love" blage oporavke kroz 2011. i 2014. godinu, naprosto zbog niske osnovice koja je prethodila i rezultat na slici 5 može krivo upućivati na kumulaciju rizika.

Slika 5. Struktura ciklograma iz tablice 4, temeljem varijabli iz tablice 1

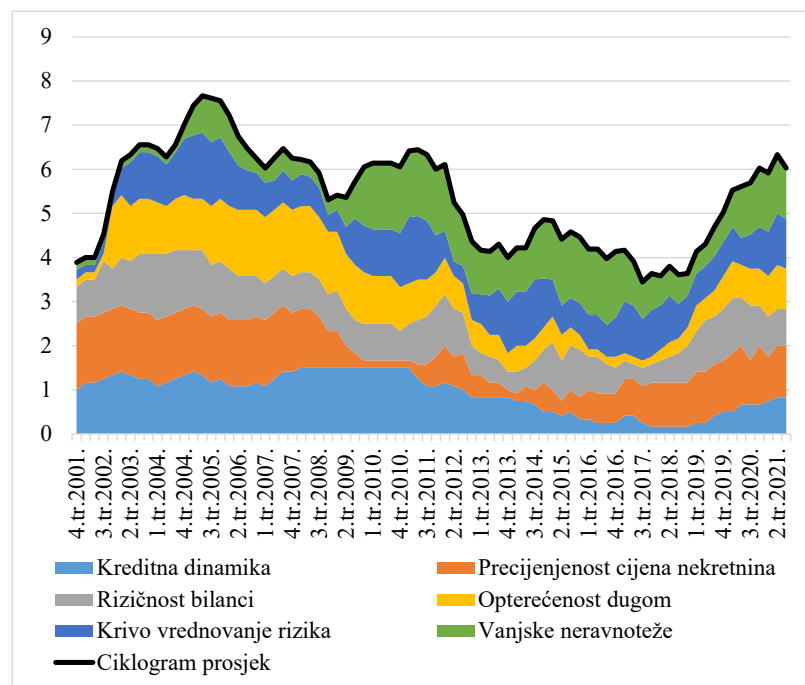
a. Varijable varijanta (2) u tablici (1)



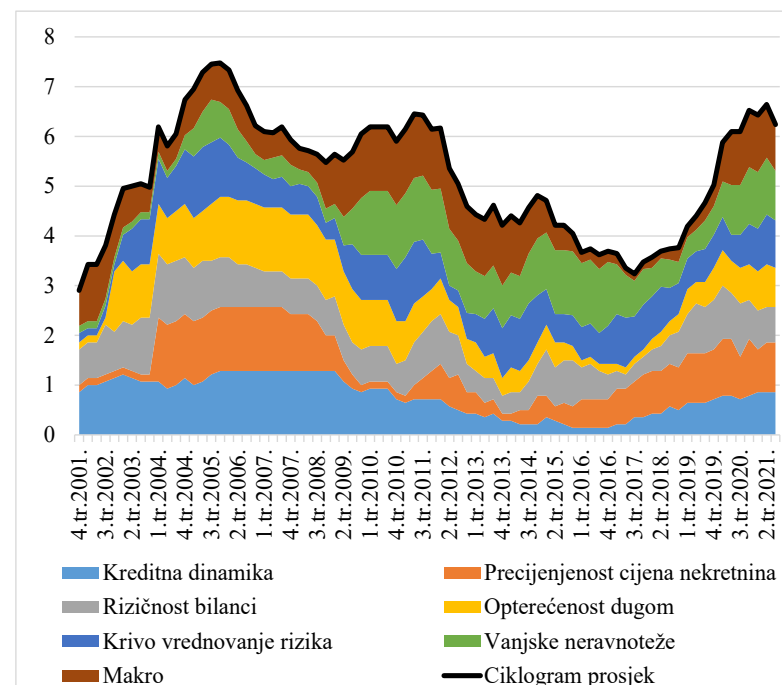
b. Varijanta iz a. uz makroekonomske varijable



c. Varijanta (2) ciklograma u tablici 4



d. Varijanta iz c. uz makroekonomske varijable



Napomena: u kategoriji "makro" nalazi se negativan BDP jaz uz lambda 1.600, te analizirana dvogodišnja promjena stope nezaposlenosti.

Izvor: HNB, izračun autorice

## 6. Kompozitni indikator cikličkog sistemskog rizika (d-SRI)

### 6.1. Uvodno o d-SRI-ju

Kompozitni indikator cikličkog sistemskog rizika razvijen je u Lang i ostali (2019.), naziva d-SRI (engl. *domestic systemic risk indicator*). Temelji se na odabiru varijabli koje u modelima signaliziranja (engl. *early warning signalling models*) imaju najbolju prediktivnu moć krize, pri čemu se pokriva pet od šest skupina<sup>28</sup> mjera prema ESRB preporuci. Glavna razlika ovog indikatora u odnosu na prethodna dva pristupa jest što se odabir varijabli i njihovih transformacija temelji na rezultatima modela signaliziranja kriza. Ideja je temeljem iskustva prethodnih kriza odabrati one varijable koje su najbolje predviđale te krize, kako bi se koristile kao polazišna točka za praćenje kumulacije sistemskih rizika.

Istraživanje Lang i ostali (2019.) je potaknuto problemima korištenja kreditnog jaza (već spomenuto u uvodu) i zato se, uz shvaćanje važnosti i drugih kategorija mjera, uz njega razmatraju i druge varijable. Dodatno su autori motivirani prethodnim radovima u kojima se testira moć signaliziranja budućih kriza, gdje se pronalazi da ciklička kretanja cijena nekretnina ili vanjskih neravnoteža mogu predviđati buduće krize. Dakle, radi se o empirijskom pristupu izgradnje kompozitnog indikatora, temeljen na rezultatima prethodnih empirijskih radova, pri čemu se vodi računa o tome da se pokriva pet skupina mjera. Dok su prethodna dva indikatora (FCI i ciklogram) temeljena na jednoj krizi (GFC) i zemlji za koje su prvi puta razvijani, ovdje se radi o pristupu temeljenom na panelu<sup>29</sup> zemalja i razdoblju od više desetljeća, kako bi se temeljem više sistemskih kriza ocijenila važnost i moć signaliziranja pojedinih varijabli. Pritom se razmatraju različite varijante transformacije varijabli, u svrhu pronalaska one koja ima najbolje rezultate procjena i ne razmatra se pojedini teorijski pristup. U odnosu na FCI i ciklogram, ovdje se odabir varijabli temeljio na empirijskom istraživanju signaliziranja kriza, gdje su varijable rangiranje prema najboljoj moći predviđanja buduće krize.

### 6.2. Metodologija indikatora

Slično kao ciklogram, d-SRI indikator se konstruira kao linearna kombinacija transformiranih varijabli, uz dane udjele  $w_i$  i vrijednosti transformiranih varijabli  $z_{i,t}$ :

<sup>28</sup> Jedino pojašnjenje za razmatranje 5 od 6 skupina mjera, pri čemu je izuzeta skupina "snaga bilanci banaka", koje se nalazi u radu jest jedna fusnota u kojoj se navodi da ta skupina ne mjeri kumulaciju cikličkog rizika, već samo otpornost bankovnog sustava.

<sup>29</sup> Zemlje euro područja, UK, Danska i Švedska.

$$d-SRI_t = \sum_{i=1}^N w_i z_{i,t}, \quad (9)$$

pri čemu sam indikator poprima vrijednosti okvirno u rasponu između -2 i 2, s obzirom na samu transformaciju varijabli (vidjeti idući odjeljak), i interpretira se kao prosječno odstupanje agregiranog cikličkog rizika od medijalne vrijednosti. Ono što je relevantno vezano uz metodologiju ovog indikatora, jest model signaliziranja<sup>30</sup> (engl. *early warning model of signalling*), koji se opisuje u nastavku. Ideja modela jest da kretanje jedne varijable, nazvane indikator, dovoljno rano prethodi kretanju varijable, nazvana ranjivost (engl. *vulnerability variable*) koja je vezana uz datume nastupa financijske ili bankarske krize. U ovome pristupu je potrebno odrediti datume kada nastupa kriza, temeljem kojih se definira binarna varijabla ranjivost. Kako varijabla indikator treba svojom dinamikom unaprijed signalizirati nastup krize, varijabla ranjivost se određuje na sljedeći način prema ECB (2017.):

$$ranjivost_t = \begin{cases} 1, & \text{za 12 do 5 tromjesečja prije krize} \\ \text{izostaviti podatak, za 4. do 1. tromjesečje prije krize i sama kriza} \\ 0, & \text{inače} \end{cases} \quad (10)$$

a dodatno se razmatraju i varijante šestnaest do pet tromjesečja prije krize (vidjeti Gálan, 2019), dvanaest do sedam (Behn i ostali, 2013.) i dvadeset do tri (vidjeti Financijsku stabilnost, Br. 13, HNB, 2014.). U razdoblju koje prethodi krizi, indikator treba poprimati veće vrijednosti u odnosu na dugoročni trend ili prosjek (uobičajeno se indikatori definiraju na način da veća vrijednost znači veći rizik), dok u razdoblju koje se smatra da nije krizno, indikator treba poprimati manje vrijednosti. Nadalje, formalni datumi kriza se temelje na opsežnoj analizi prethodnih kriza u ESRB (2018.b), ECB (2017.), Duprey i ostali (2017.), te Dimova i ostali (2016.), temeljem kojih je analiza u ovome istraživanju obuhvatila formalne datume: listopad 2008. do lipanj 2012. godine.

Varijable za koje se ispituje koliko su dobri indikatori signaliziranja se potom analiziraju na način da se razmotre percentili distribucije same varijable, kako bi se odredila referentna razina  $\tau$  koja će određivati razinu za koju indikator poprima vrijednost 1 (ako je u određenom tromjesečju vrijednost veća od  $\tau$ ) ili 0 (ako je manja). Pritom se razmatra kolika je vrijednost indikatora u razdobljima za koje je definirana ranjivost u formuli (10). Ideja je da indikator poprima vrijednosti 0 ili 1 u što više slučajeva kada sama ranjivost poprima 0 ili 1. U tu svrhu se prebrojavaju slučajevi kada i ranjivost i indikator poprimaju oboje vrijednost 0 ili 1, te kombinacije kada je jedna vrijednost 0 i druga 1.

<sup>30</sup> Vidjeti Kaminsky i Reinhart (1999.), Borio i Drehman (2009.), Drehman i drugi (2010., 2011.) ili Alessi i Detken (2011.).

Zato se formira konfuzijska matrica, predložena u tablici 5, kako bi se procijenile greška tipa 1 (T1, propuštena krizna stanja, *type I error, missed vulnerable states, false negative*), i tipa 2 (T2, lažni alarmi, *type II error, false alarms, false positive*).  $A$  je ukupan broj istinitih pozitivnih (engl. *true positive*),  $B$  je ukupan broj lažnih pozitivnih (engl. *false positive*),  $C$  je ukupan broj lažnih negativnih (engl. *false negative*) i  $D$  je ukupan broj istinitih negativnih (engl. *true negative*) signala. Uočava se kako se greške tipa 1 i 2 izračunavaju kao  $T1 = \frac{C}{A+C}$  i  $T2 = \frac{B}{B+D}$ .

**Tablica 5. Konfuzijska matrica**

Signal / Ranjivost	Kriza	Nije kriza
Indikator signalizira krizu	$A$	$B$ (Tip 2)
Indikator ne signalizira krizu	$C$ (Tip 1)	$D$

Kao prva funkcija cilja koja se može optimizirati za pronalazak optimalne razine  $\tau$ , može se razmatrati sljedeća funkcija:

$$\arg \min_{\tau} [\theta T1 + (1 - \theta)T2] = \arg \min_{\tau} [\theta \frac{C}{A+C} + (1 - \theta) \frac{B}{B+D}], \quad (11)$$

gdje je cilj minimizirati udio grešaka tipa 1 i 2, pri čemu se dodjeljuju različiti udjeli  $\theta$  i  $(1 - \theta)$  greškama, s obzirom na preferencije makrobonitetne politike,  $0.5 < \theta < 1$ <sup>31</sup>. Druga funkcija cilja koja se također učestalo koristi je sljedeća:

$$\arg \max_{\tau} J = \arg \max_{\tau} [\frac{D}{D+B} + \frac{A}{A+C} - 1], \quad (12)$$

gdje se također mogu dodijeliti udjeli  $\theta$  i  $(1 - \theta)$ . Kada se raspolaze s duljim vremenski serijama, u kojima je obuhvaćeno više kriza koje se analiziraju, udjeli  $\theta$  i  $(1 - \theta)$  mogu varirati, kako bi se odrazile preferencije donositelja odluka s obzirom na ne signaliziranje kriza koje se jesu realizirale ili lažnog pak signaliziranja kriza (jer svaka greška, i tip 1 i tip 2, nosi sa sobom određene troškove). Za evaluaciju modela signaliziranja, koristi se vrijednost AUROC (engl. *area under the receiver operating characteristic curve*). U koordinatnom sustavu se može razmotriti krivulja dobivena na način da se na  $x$ -osi razmatra vrijednost greške tipa 2, dok se na  $y$ -osi razmatra udio točno signaliziranih kriza (tj.  $1 - T1$ ). Za različite vrijednosti  $\tau$  iz polazne distribucije indikatora koji se analizira se konstruira krivulja ROC (engl. *receiver operating characteristic curve*) kao prikaz kumulativne funkcije distribucije, te se računa vrijednost površine ispod te krivulje. Kako AUROC poprma vrijednosti iz

<sup>31</sup> Vidjeti Alessi i Detken (2009.: str. 12) o pojašnjenju kako je globalna financijska kriza utjecala na promjenu preferencija i povećanje vrijednosti  $\theta$ .



intervala [0.5,1], vrijednosti bliže 0.5 znače da odabrani indikator slučajno točno signalizira buduću krizu, dok vrijednosti bliže 1 znače da gotovo i nemamo grešaka tipa 1 i 2, tj. odabrani indikator dobro signalizira buduću krizu ili njeno odsustvo. Lang i ostali (2019.) unutar svake skupine mjera odabiru one koje imaju maksimalnu vrijednost AUROC-a.

Konačno, nakon odabira varijabli koje čine d-SRI, Lang i ostali (2019.) dodjeljuju udjele na način da na panelu zemalja za kojeg procjenjuju indikatore ponovno koriste varijablu ranjivost iz (11) i regresiraju ju na najbolje pojedinačne signalizatore kriza. One varijable koje imaju najveće procijenjene parametre u modelu dobivaju veći udio u d-SRI-ju. Procijenjene vrijednosti parametara su potom transformirane u udjele na način da se svaki parametar podijelio sa sumom svih parametara, čime se osigurava da je suma udjela jednaka 1. Jedino dodatno ograničenje koje se nametnulo jest da je minimalan udio pojedine varijable u kompozitnom indikatoru bar 5%. Kako i sami autori navode, prednost ovakvog pristupa u odnosu na druge je što se kroz panel analizu uzimaju obzir zajednički uzorci ponašanja specifičnih varijabli oko kriza, te se smanjuju pristranosti procjena nad samo jednom zemljom.

### 6.3. Transformacija varijabli za d-SRI

Nakon što se odrede koji indikatori ulaze u konstrukciju d-SRI-ja, potrebno ih je transformirati radi usporedivosti, kao i u slučaju prethodnih indikatora. Ovdje se radi o standardizaciji, gdje se vrijednost pojedinog indikatora umanjuje za medijan i potom se razlika podijeli sa standardnom devijacijom samog pokazatelja. Rezultat toga će biti indikator koji će se interpretirati kao prosječno odstupanje od medijalne vrijednosti kompozitnog indikatora. Kako Lang i ostali (2019.) analizu rade s panel podacima, standardizacija se temelji na karakteristikama podataka prema svim zemljama i razdobljima uključenih u analizu:

$$z_{i,k,t} = \frac{x_{i,k,t} - x_{med,k}}{\sigma_{x_k}}, \quad (13)$$

gdje  $i$  predstavlja pojedinu zemlju,  $k$  varijablu koji je odabran za kompozitni indikator,  $t$  je tromjesečje,  $x$  je početna vrijednost varijable,  $x_{med,k}$  i  $\sigma_{x_k}$  su medijalna vrijednost i standardna devijacija za sve zemlje i tromjesečja za odabranu varijablu  $k$ . Odabire se medijan zbog veće robusnosti na netipične vrijednosti, no ovdje se uočava da standardizacija ovisi i o kretanjima vrijednosti za druge zemlje u analizi, ne samo o vlastitim karakteristikama zemlje koja se analizira. U slučaju izračuna ovog indikatora za pojedinačnu zemlju, transformacija ovisi samo o vlastitim distribucijama i smanjuje se usporedivost s onim zemljama koje koriste rezultate kalibracija i procjena u Lang i ostali (2019.). No, za one zemlje koje su uključene u spomenuto istraživanje, omogućava se međusobna usporedivost.

#### 6.4. Odabir varijabli za d-SRI

Ovim pokazateljem se nastoji pokriti pet<sup>32</sup> skupina mjera koje su već prethodno spominjane. Radi veće usporedivosti sa zemljama koje su se nalazile u uzorku istraživanja, slijedi se opis u Lang i ostali (2019.), te se odabiru sljedeće varijable i odgovarajući udjeli:

1. analizirana dvogodišnja promjena omjera kredita (KUD, kredit uža definicija, vidjeti Dodatak 2) i BDP-a (36%)
2. analizirana dvogodišnja stopa rasta realnih kredita (KŠD, kredit šira definicija, vidjeti Dodatak 2) (5%)
3. analizirana trogodišnja promjena omjera cijena nekretnina i dohotka (17%)
4. udio tekućeg računa platne bilance<sup>33</sup> u BDP-u (20%)
5. analizirana dvogodišnja promjena omjera servisiranja duga i dohotka (5%)
6. analizirana trogodišnja promjena realnog burzovnog indeksa (17%),

za koje je empirijska analiza pokazala da su upravo to najbolji signalizatori prethodnih kriza. Ono što ostaje problem jest što se normalizacija podataka vršila samo nad hrvatskim podacima. Stoga rezultati nisu u potpunosti usporedivi s ostalim zemljama, no daje se polazna točka.

#### 6.5. Rezultati izračuna d-SRI-ja

U ovome pristupu konstrukcije kompozitnog indikatora nema prostora za promjene kombinacije varijabli kao u slučaju prethodna dva pristupa, no sami udjeli ili transformacija varijabli se mogu mijenjati s obzirom na prethodna iskustva, ili karakteristike varijabli. Slika 6 prikazuje indikator dobiven prema Lang i ostali (2019.) istraživanju. Krizna razdoblja su ulovljena u svim varijantama indikatora, kao i kumuliranje rizika u posljednjih nekoliko kvartala.

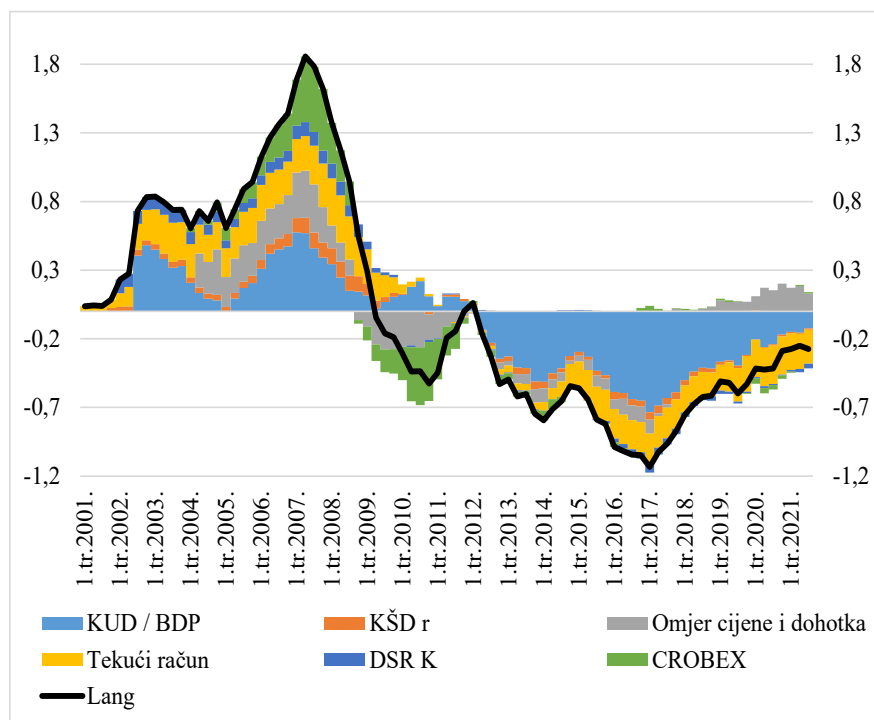
Svi indikatori su dosegli najviše razine u razdoblju gospodarskog uzleta koje je prethodilo globalnoj financijskoj krizi, čemu su pridonijeli svi uključeni pokazatelji. Dolaskom globalne financijske krize te ulaskom hrvatskog gospodarstva u višegodišnju recesiju vrijednost oba indikatora ubrzano pada kao rezultat usporavanja kreditnog rasta, pada cijena stambenih nekretnina te smanjenja vanjskih neravnoteža. Najniža vrijednost indikatora je zabilježena krajem 2016. godine, nakon čega započinje oporavak, koji je uz privremene zastoje prisutan sve do danas. Uzlazni trend kretanja oba indeksa upućuje na oporavak kreditnog i financijskog ciklusa kojima su svojstveni niska percepcija rizika te kumuliranje sistemskih rizika. Najveći

<sup>32</sup> Lang i ostali (2019.) samo navode kratko u istraživanju da ne uključuju skupinu mjera "snaga bilanci banaka" s obzirom da one mjere otpornost bankovnog sustava, a ne mjere kumulirane rizike.

<sup>33</sup> Pomnoženo s -1, kako bi smjer kretanja ovog indikatora bio u skladu s ostalim indikatorima i ukupnom ocjenom.

doprinos porastu šireg d-SRI-ja od 2017. daju rastuća precijenjenost stambenih nekretnina i ubrzanje kreditne aktivnosti.

**Slika 6. d-SRI indikator prema Lang i ostali (2019.)**



Izvor: HNB, izračun autorice

Kalibracija PCK vrijednosti temeljem ovakvog pristupa u konačnici upotpunjuje odlukom koja se može temeljiti na razmatranju kretanja pojedinačnih varijabli koje su bitne za donošenje takve odluke. Primjerice, ako se radi o prigušenoj kreditnoj dinamici u ekonomiji, a druge varijable koje ulaze u izračun d-SRI-ja doprinose povećanju cikličkih rizika, može se donijeti i odluka o nultoj stopi PCK ako bi pozitivna stopa još više usporila kreditni rast. Valja napomenuti da se tumačenje d-SRI indikatora u slučaju normalizacije prema Lang i ostali (2019.) tumači kao prosječno odstupanje od medijalne razine rizika<sup>34</sup>, što znači da i negativne vrijednosti ovog indikatora mogu upućivati na potrebu za pozitivnom stopom PCK. Naime, vrijednost d-SRI-ja u iznosu 0 bi značio da je ekonomija u prosjeku na medijalnoj razini cikličkih rizika, tj. kombinacija odabranih varijabli i njihove trenutne razine u linearnoj kombinaciji mogu rezultirati sa medijalnom razinom ukupnog rizika.

<sup>34</sup> U samome Lang i ostali (2019.) istraživanju to je prosječno odstupanje od medijalne razine rizika za cijeli panel zemalja, dok se u slučaju analize pojedine zemlje kao u ovome istraživanju radi o odstupanju od medijalne razine za tu zemlju.

## 6.6. Proširenje d-SRI indikatora (1): FSRI indikator

FSRI (engl. *financial stability risk indicator*) indikator predstavljen je u ECB (2018.), i predstavlja proširenje d-SRI-ja za mjere kojima se obuhvaća stupanj povezanosti financijskog sustava, prelijevanja šokova unutar njega, kao i šokovi zaraze. Autori su pokazali da tako konstruiran indikator ima dobru prediktivnu moć predviđanja recesija u veoma kratkome roku. Dakle, radi se o indikatoru koji mjeri i cikličnost financijskog sustava, kao i skor recesiju, ali i obuhvaća mjere koje se odnose na presječne podatke. Ideja je obuhvatiti i rizike koji se odnose na povezanosti unutar financijskog sustava, ali i cijele ekonomije. Uz postojeće indikatore koji se koriste za d-SRI indikator, definiraju se i oni koji mjere povezanost (engl. *co-movement*) unutar financijskog sustava, posebno kada se radi o realizaciji cikličkih rizika koji su se kumulirali. Najprije se u 4 osnovne kategorije skupe podaci o kretanjima mjera vezanih uz apetit za rizikom, neravnoteže u nefinancijskom sektoru, ranjivosti financijskog sektora te mjere prelijevanja i zaraze (s obzirom da se radi o nekoliko desetaka mjera, detaljan popis dan je u tablici A2 [ovdje](#)). Prve tri kategorije uključuju većinom varijable koje su i do sada razmatrane u prethodnim odjeljcima, dok je četvrta skupina ta koja nadopunjuje prve tri s obzirom na informacije o povezanosti financijskog sustava i međusobnoj izloženosti. Unutar te četvrte kategorije se mjeri sektorska povezanost, amplifikacija šokova, sistemska nelikvidnost te "zaraza" među bankama (mjera koja daje informaciju o tome ako jedna banka u sustavu krene imati probleme koliko će se to odraziti i prelitati na druge (povezane) banke). S obzirom da se radi o velikom broju pojedinačnih indikatora, nakon što se prikupe svi podaci, provodi se faktorska analiza gdje se za svaku od 4 skupine mjera procjenjuje jedan faktor i potom se faktori uprosječuju u FSRI indikator.

Kvantilnom regresijom procjenjuje se kretanje lijevog repa distribucije stope rasta BDP-a u kratkome roku (idući kvartal), i rezultati analize za euro područje su pokazali da je ovako definiran indikator dobar prediktor negativnih kretanja BDP-a. S obzirom na to, ovaj indikator može biti problematičan za kalibraciju PCK, ako bi se htio koristiti u tu svrhu. Naime, d-SRI indikator se konstruirao temeljem modela signaliziranja, gdje se kriza predviđa u razdoblju od nekoliko godina do nekoliko tromjesečja prije same krize. A sada konstrukcija FSRI indikatora uz dodatak rizika vezanih uz prelijevanja šokova rezultira s mjerom koja predviđa ekonomski rast, odnosno pad u idućem kvartalu. Stoga u tom kontekstu ovaj indikator nije najbolji za kalibraciju PCK. No, koristan je za okvirnu ocjenu ukupne ekonomske situacije u zemlji, s obzirom na set korisnih informacija koje se odnose na povezanost sustava, jer se razmatra čak 11 različitih pristupa<sup>35</sup> modeliranja prelijevanja raznih šokova.

<sup>35</sup> Mjere i modeli poput CoVaR, delta CoVar, SRISK, itd. Vidjeti detalje i tumačenja u spomenutoj publikaciji.

## 6.7. Proširenje d-SRI indikatora (2): CSRI indikator

U istoj publikaciji u kojoj se razmatra FSRI, ECB (2018.), definira se i CSRI indikator (engl. *cyclical systemic risk indicator*), koji je dobiven kao kombinacija d-SRI indikatora (vidjeti poglavlje 6), te e-SRI (e se odnosi na izloženosti, engl. *exposure*) koji mjeri cikličnost rizika vezan za izloženosti zemlje prema inozemstvu. Dakle, najprije se konstruiraju d-SRI i e-SRI indikatori, prema opisu u poglavlju 6, a potom se kombiniraju u CSRI indikator. S obzirom da je d-SRI detaljno već opisan, preostaje još razmotriti e-SRI. On se konstruira kao težinski prosjek d-SRI-ja onih zemalja prema kojima je najviše izložen bankovni sustav zemlje za koju se konstruira eSRI, pri čemu se udjeli dodjeljuju temeljem veličine izloženosti. Primjerice, ako financijski sustav neke zemlje ima značajnu izloženost prema drugim zemljama, s obzirom na veličinu izloženosti po pojedinoj zemlji se dodijele udjeli njihovim domaćim indikatorima cikličkog rizika (njihovim d-SRI), i tako dobiven prosjek predstavlja e-SRI prve zemlje. Udjeli se mijenjaju tijekom vremena, temeljem izravne izloženosti imovine u drugim bankovnim sustavima. Ovaj pristup je važan za one zemlje čiji bankovni sustavi imaju velike izloženosti prema drugim zemljama. Konačno, CSRI predstavlja težinsku sredinu d-SRI i e-SRI vrijednosti, pri čemu ECB (2018.) opisuje da se dodjela težina temelji na rezultatima modela signaliziranja krize. Onaj indikator koji ima bolje rezultate korištenja tog modela, ima veći udio u konačnici. Za potrebe ovog indikatora, potrebni su podaci o izloženosti pojedine zemlje u drugim zemljama, ali i podaci svih varijabli za sve zemlje, kako bi se njihovi d-SRI mogli konstruirati, a potom i sam CSRI indikator. Kako mnoge zemlje još uvijek imaju veoma kratke vremenske serije, kao i Hrvatska, izračun ovakvog indikatora još uvijek predstavlja problem. Zato ne iznenađuje da se primjena ovog indikatora rijetko nalazi u praksi.

Jedna varijanta kombinacije FSRI i d-SRI pristupa pronalazi se u primjeni u Švedskoj (vidjeti Krygler i van Santen, 2020), gdje se razmatraju varijable kao i u slučaju d-SRI indikatora, dok se e-SRI komponenta ne procjenjuje, već u cijeli kompozitni indikator ulazi globalni dug države prema 21 zemlji<sup>36</sup>, a vezano uz povezanosti unutar financijskog sustava (vezano uz FSRI), koristi se nekoliko mjera međuovisnosti najvećih banaka, kao i općenito izloženosti pojedinim sektorima. Dodatno se uključuju i indikatori neizvjesnosti (domaća, svjetska, politička, ekonomska). Transformacije varijabli uključuju pomične prosjeke i jazeve iz statističkog filtriranja i dobivena mjera je na neki način hibrid između indikatora koji dovoljno rano unaprijed upozorava na buduće promjene u sustavu (poput d-SRI) i one koja predviđa samo jedno tromjesečje unaprijed (poput FSRI). U ovom pristupu se sve varijable normaliziraju putem prosjeka i standardiziraju (kod ostalih spomenutih vezanih indikatora se koristi medijan). Ovakav hibridan pristup predstavljao bi problem u praksi vezan uz

<sup>36</sup> Za potrebe ovog istraživanja nisu pronađeni primjeri zemalja koje računaju e-SRI kako je opisan u ovome odjeljku, jedino je najbliža interpretacija pronađena za slučaj Švedske u vidu globalnog duga države (engl. *global government debt*).

kalibraciju PCK vrijednosti, jer je teško interpretirati rezultate tako dobivenog indikatora u svrhu pravovremenog signaliziranja kriza. No, za svrhu određivanja okvirnog stanja u ekonomiji i financijskom sustavu na kraći rok pruža puno korisnih informacija.

## 7. Usporedba i odabir indikatora za slučaj Hrvatske

### 7.1. Prednosti i nedostaci pojedinog indikatora

Temeljem prethodnih opsežnih prikaza može se učiniti sažeta usporedba prednosti i nedostataka, kao i primjenjivosti pojedinih indikatora za slučaj Hrvatske. Općenito su svi kompozitni indikatori dobri u pogledu sažimanja više informacija u jedan broj, jer je teže pratiti dinamiku i komplementarnost svih pojedinačnih varijabli istovremeno, posebice kada treba donositi odluku o PCK vrijednosti. Dodatno, neke obrađene indikatore je relativno jednostavno interpretirati jer se svi konstruiraju na način da veća vrijednost upućuje na veći ciklički rizik. Međutim, razlike su sljedeće.

Odabir varijabli je u nekim pristupima arbitran, u smislu što se daje velika sloboda odabira što će reprezentirati pojedinu skupinu mjera. Primjerice, za FCI indikator i skupinu mjera opterećenost privatnog sektora dugom se arbitrarno odabire jednogodišnja ili dvogodišnja promjena/stopa rasta neke varijable. To znači da donositelj odluke može biti subjektivan i ispitati različite varijante odabira varijabli i njihove transformacije kako bi odgovarale određenom narativu, a upravo daljnji razvoj cikličkih rizika u budućnosti može imati drugačiju dinamiku od one koja se htjela prikazati za neko prethodno razdoblje. U drugim pristupima se radi o temeljenju odluke koje varijable i u kojem obliku ulaze u sam indikator na modelima signaliziranja. Ovdje se primarno misli na d-SRI indikator<sup>37</sup>, koji je razvijen temeljem analize panel podataka u kojima se razmatra moć signaliziranja kriza za dug vremenski period u kojem je obuhvaćeno više kriza. Na taj način se smanjuje pristranost rezultata vezana uz specifične krize ili zemlje. Kako u toj analizi nije obuhvaćena i Hrvatska, preostaje preslikati što je moguće vjernije rezultate za trenutno dostupne podatke. Nadalje, ako se promatra usporedivost indikatora po zemljama, bilo bi poželjno da je indikator temeljen na metodologiji koja je u potpunosti usporediva među zemljama. Na taj način se može dobiti uvid u poziciju pojedine zemlje ne samo u kojoj fazi financijskog ciklusa se nalazi, već i u odnosu na ostale zemlje. Dodatno, ako je potrebno analizirati i izloženosti jedne zemlje u financijskom sustavu druge, potrebno je da su kompozitni indikatori usporedivi. To je omogućeno za slučaj izračuna d-SRI indikatora, dok primjerice, za ciklogram to nije moguće, jer nema jedinstvenih smjernica. Nadalje, općenito treba naći

---

<sup>37</sup> I pojedine pristupe agregaciji u idućem odjeljku.

balans i između broja varijabli koje ulaze u indikator. Premalen i prevelik broj varijabli mogu rezultirati s problemima: premali broj može stvarati pristranosti kretanja kompozitnog indikatora, čija je svrha više informacija sažeti u jednu. Prevelik broj varijabli može rezultirati s lovljenjem "buke" u odnosu na prave signale prije nego nastupi kriza. Stoga treba naći balans, jer ne postoji formula za optimalan broj varijabli u praksi. Taj problem se u nekoj mjeri može ublažiti na način da se dodijele jednaki udjeli po skupinama mjera rizičnosti varijabli, a ne na razini pojedine varijable.

Posebno, ako se komentiraju još prednosti i nedostaci po pojedinom indikatoru, zaključci su sljedeći. FCI indikator kao jednu od prednosti ima način kako se on konstruira, s obzirom da se informacija o korelacijama pojedinih varijabli uključuje u njegov izračun. Ako više skupina mjera upućuje na povećanje ili smanjenje cikličkih rizika, to će povećati ili smanjiti FCI vrijednosti dodatno. Međutim, to komplicira samu interpretaciju rezultata, jer se radi o nelinearnoj funkciji koju je teško komunicirati javnosti. Iako se grafički predočava doprinos prosječne korelacije, sama vrijednost indikatora ovisi o promjenjivoj korelacijskoj strukturi i kretanje FCI vrijednosti koje u nekom razdoblju pada ili se povećava nije moguće izravno interpretirati pomoću povećavanja rizika u nekoj kategoriji mjera rizika, već ovisi i o korelacijama, kojih je sve više<sup>38</sup> što se broj varijabli u indikatoru povećava. Nadalje, kretanje FCI indikatora ovisi o izboru varijabli, koriste se nepromjenjivi udjeli (što zbog kratkih vremenskih serija, što zbog nedostatka informacija kojim varijablama dodijeliti veći udio i zašto) varijabli u izračunu, kao i što dodavanjem novih podataka vodi revizijama prethodnih vrijednosti FCI indikatora (zbog promjena svojstava distribucije pojedinih varijabli). No, posljednje kritike vezane za udjele i revidiranje podataka se odnose u suštini na sve indikatore, što znači da je tijekom vremena potrebno revidirati koji god pristup se razmatra.

Za ciklogram bi se moglo reći da ima prednost grafičkog predočavanja kretanja ne samo kompozitnog indikatora, već i varijabli koje ga čine, no većina drugih indikatora se također na taj način mogla predočiti i pratiti. Ono što se može reći da je prednost ciklograma, i drugih indikatora u koje ne ulaze jazevi iz statističkog filtriranja, jest što u izračun implicitno ne ulaze problemi vezani uz statističko filtriranje (npr. problem posljednje točke kod HP filtra, vidjeti detalje u fusnoti 4). S druge strane, odabir varijabli, iako se temelji na prethodnim nalazim u literaturi, je ipak arbitraran u smislu transformacija, i zato rezultati mogu značajno varirati, što ima posljedicu na kalibraciju PCK vrijednosti. Nadalje, korištenje jednogodišnjih promjena ili stopa rasta rezultira s prevelikim oscilacijama samog kompozitnog indikatora (ovo vrijedi i u slučaju FCI-ja), i zato se u empirijskim istraživanjima koriste i anualizirane dvogodišnje ili trogodišnje promjene ili stope rasta, koje će konačni niz izglatiti. No, to nije u skladu s opisima odabranih varijabli u radovima vezanim uz ovaj tip kompozitnih indikatora.

---

<sup>38</sup> Ukupan broj je jednak binomnom koeficijentu  $n$  povrh  $k$ , gdje je  $n$  broj varijabli koje ulaze u indikator, a  $k$  je jednak 2.

d-SRI indikator smanjuje arbitrarnost odabira varijabli i njihovih transformacija u analizi, jer se obuhvaćaju sve moguće varijante mjerenja cikličnosti u ponašanju i pronalazi se ona koja je najbolje signalizirala prethodne krize. Problem koji se ovdje nalazi jest kada se razmatra samo jedna zemlja, zbog nedostatka podataka, no ipak je povećana usporedivost među zemljama ako se slijedi opisana metodologija koja je provedena nad panelom zemalja. Općenito još govoreći, ako se usmjerimo na samu transformaciju varijabli za izračun indikatora, teško je reći koja bi bila najbolja. Za kratke vremenske serije je teško odrediti njihova statistička svojstva poput stacionarnosti, i načina distribuiranosti, što sve utječe na konačan izračun indikatora. Naime, idealan indikator bi bio onaj koji je stacionaran jer je za takve serije manji problem procjenjivati momente distribucije, te čije bi varijable bile normalno distribuirane, pa bi transformacija u obliku normalizacije varijabli bila neupitna. Konačno, sažetak usporedbe svih opisanih pristupa dan je u tablici 5.

Zaključno, s obzirom na prednosti i nedostatke pojedinog pristupa, d-SRI indikator ima jednostavnu interpretaciju i mogućnost komuniciranja s javnošću, te se odabir varijabli temelji na većoj objektivnosti u odnosu na druga dva pristupa. Ono što se uočava ovdje, jest da za razliku od prethodna dva kompozitna indikatora, postoji model temeljem kojeg se rangiraju najbolje varijable koje su upućivale na probleme prije nego je nastupila financijska kriza. Iz tih razloga se trenutno preporuča korištenje d-SRI indikatora za slučaj Hrvatske. Dok se za FCI i ciklogram može diskutirati koja će varijabla ući u sam izračun i u kojoj transformaciji, te će posljedično rezultat ovisiti o subjektivizmu donositelja odluke, ovdje ipak postoji podloga temeljena na karakteristikama i ponašanju varijabli prije krize, pri čemu se istovremeno uzimaju u obzir razne transformacije i odabire se ona koja najbolje signalizira krizu. Idući odjeljak predočava slučaj d-SRI indikatora prilagođenog za ponovljeno testiranje signaliziranja krize, za slučaj hrvatskih podataka.

**Tablica 5. Sažetak opisa razmatranih pristupa za konstrukciju kompozitnog indikatora**

Indikator	Transformacija varijabli	Metoda sažimanja informacija	Odabir varijabli	Prednosti	Nedostaci
FCI	Statistika rangiranja	Nelinearna funkcija (iz teorije portfelja)	Teorija financijskih ciklusa, prethodna literatura, bez empirijske evaluacije karakteristika varijabli prije krize	Uzima u obzir i korelacije varijabli, grafički prikaz, nema problema vezanih uz statističko filtriranje, robusnost zbog skaliranja vrijednosti u interval (0,1]	Ne temelji se na karakteristikama varijabli prije prethodnih kriza, odabir varijabli podložan velikim promjenama, teže komunicirati agregaciju varijabli, volatilnost rezultata s obzirom na odabir varijabli, ne postoji način evaluacije rezultata
Ciklogram	Temeljem percentila distribucije ili max-min	Obični prosjek / težinski prosjek	Prethodna iskustva kretanja varijabli oko kriza pojedine zemlje	Grafički prikaz, nema problema vezanih uz statističko filtriranje, jednostavna agregacija	Ne temelji se na karakteristikama varijabli prije prethodnih kriza, odabir varijabli podložan velikim



					promjenama, volatilnost rezultata s obzirom na odabir varijabli ne postoji način evaluacije rezultata
<b>d-SRI</b>	Normalizacija temeljem medijana i standardne devijacije pojedine serije Ili max-min	Obični prosjek / težinski prosjek	Modeli signaliziranja i rangiranje najboljih varijabli prema prediktivnoj moći	Temelji se na karakteristikama varijabli prije prethodnih kriza, jednostavna agregacija, robustan <sup>39</sup> indikator	Ne uzima u obzir korelacije između varijabli, mogućnost pristranih rezultata u slučaju analize jedne zemlje

Napomena: Drugi stupac "transformacija varijabli" se odnosi na varijable koje su već prethodno definirane kao statistički jazevi, stope rasta, promjene ili neka druga definicija. Nadalje, moguće je definirati hibridni kompozitni indikator na način da se promijeni transformacija varijabli u odnosu na onu koja je odabrana u originalnim istraživanjima.

Izvor: *pripremila autorica temeljem prethodnih poglavlja.*

## 7.2. Odabir najboljeg – ICSR

S obzirom na prednosti d-SRI indikatora, dodatno se razmatra njegova proširena varijanta, u kojoj se za svih 6 kategorija mjera rizika za sve prikupljene podatke i varijable u Dodatku 2, ponavlja postupak opisan u Lang i ostali (2019.). Sada se umjesto preslikavanja varijabli u užoj varijanti (naziva se uža zbog manjeg broja varijabli koje čine taj indikator), razmatraju varijable koje su najbolje signalizirale prošlu krizu u Hrvatskoj. S obzirom na prijevod na hrvatski jezik, u nastavku obilježavamo ICSR (indikator cikličkog sistemskog rizika). Za potrebe konstrukcije ICSR indikatora, razmatraju se za sve varijable koje su opisane u trećem poglavlju, te predočene u dodatku 2, zajedno sa svim transformacijama. Vrijednosti parametra izgladivanja u slučaju HP jazeva temelje se na nalazima prethodne literature<sup>40</sup> o većoj snazi signaliziranja budućih kriza u ovisnosti o samom parametru, ali i nedostatku informacija koliko bi trajanje ciklusa pojedine skupine varijabli moglo iznositi. Zbog velikog broja varijabli, ne navodimo ih pojedinačno u ovome istraživanju, već samo one koje su na kraju najbolje u svojoj skupini mjera<sup>41</sup>.

Postupak odabira varijabli bio je sljedeći. Nakon svih odgovarajućih transformacija, za sve varijable je procijenjena AUROC vrijednost i unutar svake skupine mjera su izdvojene one koje su imale najveću vrijednost. Kako su neke AUROC vrijednosti unutar pojedine skupine mjera bile veoma blizu jedna drugoj, odabrane su sve ponajbolje varijable u pojedinu skupinu. Tako tablica 6 predočava po pojedinoj skupini one varijable koje su imale najveću

<sup>39</sup> U Lang i ostali (2019.) provjeravana je robusnost s obzirom na procjene u realnom vremenu.

<sup>40</sup> Detalje o problematici izbora parametra izgladivanja kod HP filtra vidjeti u Detken i ostali (2014.), Drehmann i ostali (2010.) ili Wezel (2019.).

<sup>41</sup> Cijeli popis zajedno s rezultatima modela signaliziranja dostupni su na zahtjev.

moć signaliziranja prethodne krize. Iako se radi o analizi jedne krize nad samo jednom zemljom, što može doprinijeti pristranosti u rezultatima, ipak se dobiva okvirna slika o tome koje varijable su odražavale najviše kumulaciju cikličkih rizika, barem šesnaest do pet tromjesečja prije same krize. Udjeli svih varijabli temelje se na dodjeljivanju jednakih udjela svakoj kategoriji rizika i potom dodjeli jednakih udjela unutar svake kategorije, s obzirom da se radi o objektivnom načinu dodjeljivanja udjela. Dodatno, analiza u prethodnim odjeljcima, gdje su udjeli temeljeni na modelu signaliziranja prethodne krize znači da su udjeli mogli biti definirani s velikom pristranošću, s obzirom na specifično ponašanje nekih varijabli u nekoliko tromjesečja što su prethodila GFC krizi. Svakako bi u budućim analizama trebalo još razmisliti o alternativnim načinima dodjele udjela u odnosu na jednake i temeljene na modelima signaliziranja.

**Tablica 6. Najbolji indikatori izabrani za konstrukciju ICSR-a**

Kategorije rizika	Skraćeni naziv pokazatelja	Opis pokazatelja
<b>Mjere kreditne dinamike</b>	KK 125k	HP jaz <sup>42</sup> za širu definiciju kredita kućanstvima, 125.000 parametar izgladivanja
	KNFP 125k	HP jaz za širu definiciju kredita nefinancijskim poduzećima, 125.000 parametar izgladivanja
	KUD 125k	HP jaz za omjer uže definicije kredita i zbroja BDP-a iz tekućeg i prethodna 3 tromjesečja, 125.000 parametar izgladivanja
<b>Mjere rizičnosti financiranja kreditnih institucija</b>	- Kap / Im 2g	A. dvogodišnja promjena negativnog omjera kapitala i imovine kreditnih institucija
	- Dep / Kred 2g	A. dvogodišnja promjena negativnog omjera depozita i kredita privatnog sektora
<b>Mjere potencijalnog precjenjivanja cijena nekretnina</b>	ICSN 2g	A. dvogodišnja stopa rasta indeksa cijena stambenih nekretnina
	P / I 2g	A. dvogodišnja stopa rasta omjera cijena stambenih nekretnina i raspoloživog dohotka
	IOGR 2g	A. dvogodišnja stopa rasta indeksa obujma građevinskih radova
<b>Mjere opterećenosti privatnog sektora dugom</b>	DNFP / BOV 125k	HP jaz za omjer duga poduzeća i zbroja bruto operativnog viška iz tekućeg i prethodna tri tromjesečja, 125.000 parametar izgladivanja
	DK / Doh 125k	HP jaz za omjer duga kućanstava i raspoloživog dohotka, 125.000 parametar izgladivanja

<sup>42</sup> Buduća istraživanja će upotpuniti ovaj pristup na način da će se HP jazevi korigirati s prognozama van uzorka, pri čemu je potrebna posebna detaljna analiza i usporedba osnovnih modela prognoziranja kojima se to radi. S obzirom na zadovoljavajuće rezultate ICSR indikatora u ovome istraživanju, u pogledu interpretacija i pravovremene kalibracije PCK vrijednosti u devetom poglavlju, za sada se korekcije HP jazeva ostavljaju za budućnost.

	DSR K 125k	HP jaz mjera servisiranja duga – kućanstava (engl. DSR – <i>debt servise ratio</i> ), 125.000 parametar izgladivanja
	DSR NFP 125k	HP jaz mjera servisiranja duga – poduzeća (engl. DSR – <i>debt servise ratio</i> ), 125.000 parametar izgladivanja
<b>Mjere vanjskih neravnoteža</b>	- NX / BDP 2g	A. dvogodišnja promjena negativnog udjela neto izvoza roba i usluga u BDP-u
	- CA /BDP 2g	A. dvogodišnja promjena negativnog udjela tekućeg računa u BDP-u
	CROBEX 2g	A. dvogodišnja stopa rasta CROBEX-a
<b>Mjere potencijalno krivog vrednovanja rizika</b>	- marža K 2g	A. dvogodišnja promjena negativne marže kamatnih stopa na nove kredite kućanstvima u odnosu na tromjesečni Euribor
	- marža NFP 2g	A. dvogodišnja promjena negativne marže kamatnih stopa na nove kredite poduzećima u odnosu na tromjesečni Euribor

Napomena: dvogodišnje promjene su analizirane, u oznaci "A". Oznake "-" prije skraćenica nekih varijabli odnose se na negativnu vrijednost, odnosno da su vrijednosti pomnožene s -1.

Izvor: HNB, izračun autorice

Nadalje, određena pristranost se može javiti u slučaju analize jedne zemlje, poput ovog istraživanja, s obzirom na uzorak u kojemu je uključena jedna kriza. No, s obzirom na dobivene rezultate u tablici 6, većina varijabli se preklapa s prethodnom literaturom koja je također ispitala moć signaliziranja kriza, na širem skupu zemalja kao i duljem vremenskom rasponu. Zato se rezultati mogu smatrati pouzdanima, ali naravno, potrebno je pratiti i ostale relevantne pokazatelje kod donošenja odluke o visini PCK. Zato slika 7 predočava proširene<sup>43</sup> indikatore temeljem varijabli iz tablice 6, temeljem standardizacije varijabli (a panel), a radi usporedbe s početnim načinom transformacije varijabli se u varijanti na panelu b razmatra indikator uz max-min transformacije varijabli, čime se više čuva originalna dinamika kretanja, s obzirom da je transformacija pomoću medijana i standardne devijacije više vezana uz pretpostavku normalne distribucije varijabli<sup>44</sup>.

U praksi se zato mogu razmatrati varijante indikatora uz jedan ili drugi oblik transformacije varijabli, s obzirom da niti jedan pristup nije u potpunosti idealan, a na taj način će se više informacija dobivati o mogućem položaju u kojem se ekonomija nalazi vezano uz financijski ciklus. Konačno, sama interpretacija rezultata na slici 7 je dosta intuitivna, s obzirom da se vrijednosti i pojedinih kategorija rizika, ali i samog konačnog kompozitnog indikatora kreću

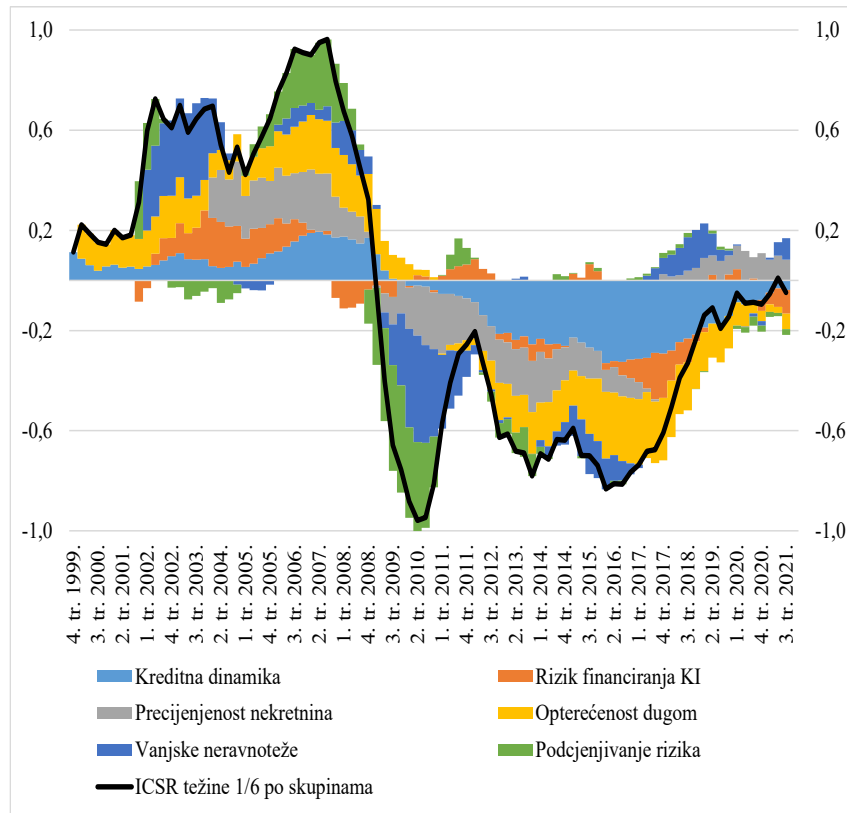
<sup>43</sup> Prošireni s obzirom na broj varijabli u odnosu na originalno istraživanje Lang i ostali (2019.).

<sup>44</sup> Provedeni su pojedinačni testovi o normalnosti distribucija pojedinačnih varijabli i za većinu varijabli je odbačena nulta hipoteza. S obzirom na tu činjenicu, preporuča se koristiti max-min transformaciju .

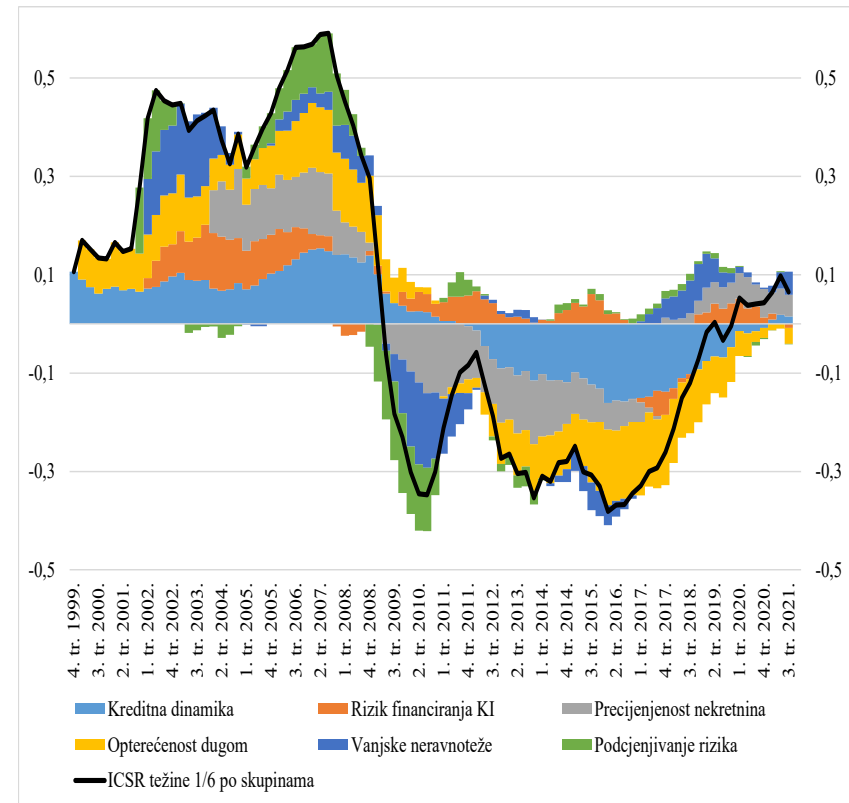
u intervalima koji obuhvaćaju i pozitivne i negativne vrijednosti. Kako panel a predočava transformaciju temeljem medijana i standardne devijacije, vrijednost 0 se interpretira da prosječno odstupanje od medijalne razine rizika iznosi nula standardnih devijacija, odnosno da se ekonomija uz takvu kombinaciju varijabli nalazi na medijalnoj razini rizika vezanog uz financijski ciklus. Panel b je dobiven max-min transformacijom pa nema izravnu interpretaciju kao prethodna, no dobiva se slična dinamika, a ujedno se ublažava problem distribucija podataka koje nisu zvonolike. Dodatno, iako se radi o dvogodišnjim promjenama ili stopama rasta koje se koriste za izračun ovako definiranog indikatora, za razliku od prethodna dva pristupa, ovdje povećanja u 2011. i 2014. godini ostaju u negativnom području, zbog kojeg se posljedična kalibracija PCK vrijednosti neće mijenjati za ta podrazdoblja.

**Slika 7. Indikatori cikličkog sistemskog rizika za Hrvatsku**

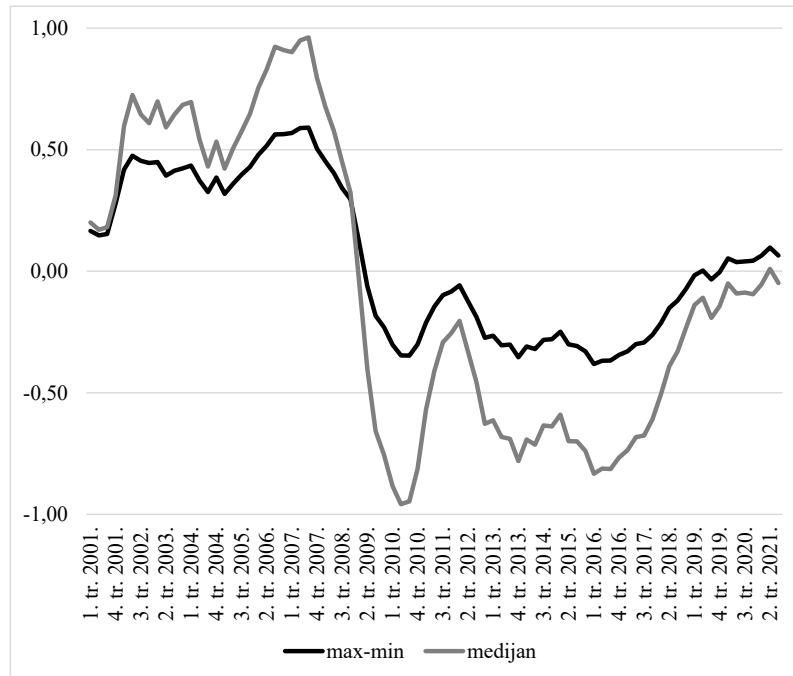
a. Prošireni indikator cikličkih sistemskih rizika



b. Prošireni indikator iz panela a., max-min transformacija



c. Usporedba kretanja indikatora iz panela a i b



Napomena: Popis varijabli koje se koriste u panelu a. dan je u tablici 6.

Izvor: HNB, izračun autorice

## 8. Dodatni pristupi agregacije podataka

U nastavku se razmatra još nekoliko pristupa izračuna kompozitnog indikatora, koji su pronađeni u literaturi, a vezani su uz temu ovog istraživanja. Radi se o pojedinačnim modelima ili metodama sažimanja podataka, gdje se u suštini prvi dio istraživanja temeljio na prikazu prethodnih radova koji su analizirali sličnu tematiku, te su potom odabrali one varijable koje su relevantne za pojedinu zemlju, ali i koje su se pokazale najboljim signalizatorima kriza u prethodnoj literaturi. Gdje je moguće, predlaže se unapređenje metodologije kako bi bolje odgovarala hrvatskim podacima, da bi se pristranosti procjena smanjile i da bi rezultate bilo jednostavnije tumačiti. Radi se o tri pristupa koji su relativno jednostavni za primjenu, a neki bi se mogli koristiti za upotpunjavanje glavne analize nekim od prethodno obrađivanih kompozitnih indikatora.

Ovdje se ne radi o potpunim indikatorima gdje se opisuje način odabira varijabli, transformacija, agregacija, već se odnose na dio cijelog pristupa. Primjerice, analiza glavnih komponenti je jedan od mogućih načina odabira udjela koji će se dodijeliti varijablama koje čine kompozitni indikator. Sam odabir varijabli i njihova prethodna transformacija nisu bitni, stoga se ne radi o potpunom kompozitnom indikatoru, već samo jednom dijelu metodologije. Kako je odabran ICSR indikator kao najbolji u prethodnim odjeljcima, varijable i njihove transformacije su temeljene iz tog pristupa, dok se neke modifikacije odabira udjela ili načina agregacije razmatraju u nastavku.

### 8.1. Analiza glavnih komponenti

Analiza glavnih komponenti (engl. *principal components analysis, PCA*) koristi se za analizu velikog broja koreliranih varijabli, pri čemu se originalni skup varijabli pretvara u novi skup nekoreliranih varijabli, nazvanih glavne komponente, koje su linearne kombinacije originalnih varijabli. Varijance dobivenih glavnih komponenata imaju određena svojstva, npr. prva glavna komponenta objašnjava što veći udio varijacije originalnih podataka. PCA metodologija je korisna u slučaju da je inicijalni skup varijabli sačinjen od njihovog velikog broja, kako bi se smanjila dimenzionalnost analize<sup>45</sup>. Ovaj pristup se koristi u Karamisheva i ostali (2019.), gdje se pojedine varijable koje su odabrane za konstrukciju kompozitnog indikatora najprije

---

<sup>45</sup> Detalje teorije PCA analize vidjeti u, primjerice, Tabachnick i Fidell (1996.).

normaliziraju, potom se filtriraju kako bi se izdvojila ciklička komponenta, provodi se PCA analiza i odabire jedna varijanta za kompozitni indikator financijskog ciklusa. Međutim, ovdje je potrebno zadovoljiti određene pretpostavke koje PCA analiza nosi sa sobom (linearnost međudnosa varijabli u analizi, prva dva momenta distribucije varijabli su dovoljna za opis cijele distribucije, veća varijanca rezultirajuće komponente ima važniju dinamiku u odnosu na ostale, vidjeti detalje u Jackson, 1991.).

U Karamisheva i ostali (2019.) se radi o konstrukciji varijable financijskog ciklusa, ali autori uključuju i cikličko kretanje BDP-a u analizu. No, duljine trajanja poslovnog i financijskog ciklusa nisu jednake, što je poznato u literaturi (vidjeti Drehmann i ostali, 2010.). Zato se ovdje u nastavku fokusiramo na samu metodologiju i varijable koje pripadaju već spomenutim skupinama mjera prema preporukama ESRB-a<sup>46</sup>. Odabir varijabli se može temeljiti na bilo kojem pristupu, stoga ovdje u nastavku odabir varijabli temeljimo kao za slučaj prethodnog kompozitnog indikatora, ICSR (tablica 6). Nakon statističkog filtriranja varijabli, provodi se PCA analiza, gdje se analiza ograničava na jednu glavnu komponentu. Dvije osnovne varijante koje se analiziraju u ovom odjeljku su predočene u tablici 7.

Nadalje, treba napomenuti da u Karamisheva i ostali (2019.) autori najprije normaliziraju varijable, a potom izvlače cikličke komponente, iako je više uobičajeno najprije izvući cikličku komponentu, a potom normalizirati ili transformirati varijable. U samom istraživanju se na navode razlozi zašto, no može se pretpostaviti kako autori žele smanjiti/povećati cikličnost pojedinih varijabli prije izvlačenja ciklusa, jer implicitno pretpostavljaju da je za sve varijable duljina ciklusa jednaka. Kako je potrebno procijeniti sam kompozitni indikator, pretpostavlja se da je prva glavna komponenta u PCA analizi upravo ta koja ga definira. Nakon što se procijene udjeli svake varijable temeljem korelacije svake varijable s prvom glavnom komponentom, na način da se svaka korelacija podijeli sa njihovom sumom, definira se kompozitni indikator kao suma umnožaka tako dobivenih udjela i normaliziranih vrijednosti svih varijabli<sup>47</sup>. Ovdje se uočavaju problemi s korištenjem PCA kao temelja za određivanje udjela i dinamike cikličkih rizika. Udjeli varijabli se korigiraju bez ekonomskog tumačenja, i teško je takve korekcije komunicirati drugima. Posljedično se mogu donositi i krivi zaključci kod kalibracije PCK.

---

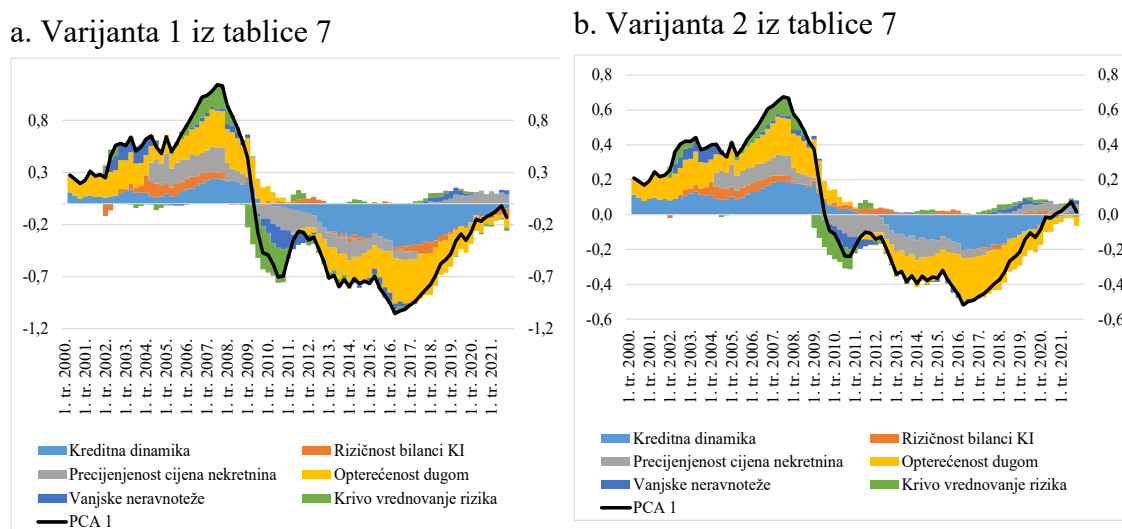
<sup>46</sup> Popis varijabli koje se koriste u Karamisheva i ostali (2019.) predočen je u dodatku 8.

<sup>47</sup> U dodatku 10 su dani udjeli varijabli za varijante PCA indikatora u ovome poglavlju.



Tablica 7. Varijante skupa varijabli koje se razmatraju u analizi

Varijanta indikatora	Opis
Varijanta 1	Varijable iz tablice 6, normalizacija temeljem medijana i standardne devijacije pojedine varijable.
Varijanta 2	Varijable iz tablice 6, normalizacija temeljem max-min transformacije.

Slika 8. Kompozitni indikatori temeljem PCA analize<sup>48</sup>

Napomena: udjeli pojedine varijable u indikatorima su dani u dodatku 11.

Izvor: HNB, izračun autorice

Slika 8 uspoređuje dinamiku kretanja dobivenih kompozitnih indikatora, te je dinamika veoma slična onoj iz prethodnog odjeljka. Međutim, dodatan problem ovog pristupa se nalazi i u pojašnjavanju udjela varijacije početnog skupa podataka temeljem prve glavne komponente. Jako mali udio te varijacije je pojašnjen u oba slučaja, 50.16% i 48.68% za varijantu (1), odnosno (2). Konačno, pitanje je je li zadovoljena pretpostavka nepromjenjivih korelacija između varijabli, što je bitno za PCA analizu, s obzirom da za većinu parova varijabli dolazi do značajnih promjena u vrijednosti korelacije, koja se u nekim slučajevima izrazito mijenja, od gotovo -1 do vrijednosti 1. Time se postavlja pitanje validnosti korištenja ovakve analize. Iako rezultati na slici 6 odgovaraju onima u

<sup>48</sup> U dodatku 10 su uspoređeni ISCR i PCA indikatori za slučaj max-min transformacije i varijante gdje su uključeni jazevi i promjene varijabli.

prethodnom poglavlju, razlog tome je što zbog većeg broja varijabli koje čine sam indikator u PCA analizi dolazi do raspodjele na gotovo jednake udjele. Zato s ovakvim pristupom treba biti oprezan. Konačno, interpretacija dinamika na slici 8 je identična onim na slici 7, jedina je razlika u načinu odabira udjela pojedinih varijabli u kompozitnome indikatoru.

## 8.2. Indeks pregrijavanja

U Chen i Svirydzenka (2021.) definira se indeks pregrijavanja (engl. *overheating index*, OI), temeljem prethodne analize moći signaliziranja pojedinačnih varijabli iz skupina mjera kreditne dinamike, precijenjenosti cijena nekretnina i drugih tipičnih indikatora koji su već obrađeni i u ovome istraživanju. Na uzorku od 59 razvijenih i zemalja u razvoju autori najprije utvrđuju koje varijable najbolje predviđaju financijske krize te potom najbolje indikatore uključuju u sam indeks. Posebno su razmatrali panel razvijenih zemalja (za koje je utvrđeno da su najbolji signalizatori kriza jaz burzovnog indeksa i BDP-a) i zemalja u razvoju (kreditni jaz te jaz burzovnog indeksa i cijena nekretnina). Temeljem rezultata modela signaliziranja, definiraju indeks pregrijavanja kao sljedeću linearnu kombinaciju:

$$OI_t = \sum_{i=1}^N w_i I_t^i, \quad (14)$$

gdje su  $w_i$  udjeli pojedine varijable  $i$ , a sama varijabla  $I^i$  je indikator varijabla, definirana na način da poprima vrijednost 1 ako vrijednost njenog odgovarajućeg jaza prelazi referentnu razinu/granicu, a 0 inače. Referentne granice autori određuju na način da procijene dvostrani jaz u godini koja prethodi krizi<sup>49</sup> i izračunaju prosječnu razinu jaza za tu godinu. Same udjele  $w$  određuju tako da iz modela signaliziranja koje su najprije proveli izračunaju greške tipa 1 i 2 i temeljem njih dodjeljuju veći ili manji udio, s obzirom na same greške.

Kako nisu opisani detalji oko dodjele udjela temeljem tih grešaka, ovdje će se pretpostaviti sljedeće. Za varijable koje se uključuju u indeks OI će se zbrojiti greške tipa 1 i 2 i temeljem manje vrijednosti tog zbroja će se veći udio pridodati pojedinoj varijabli u formuli (14). Nedostatak ovog pristupa je vezan uz način dodjeljivanja udjela

---

<sup>49</sup> Nije pojašnjeno zašto se razmatra dvostrani jaz, kao i zašto u godini prije krize. Kako ovdje raspolazemo s malo podataka, razmatramo cijeli uzorak koji je na raspolaganju i odgovarajuće referentne razine iz pojedinačnih modela signaliziranja za pojedinu varijablu.

temeljem grešaka tipa 1 i 2, kada se radi o slučaju jedne krize u uzorku kao za slučaj hrvatskih podataka<sup>50</sup>. S obzirom da je *OI* kombinacija varijabli koje poprimaju vrijednost 0 ili 1, nalazit će se u intervalu  $[0,1]$ , pri čemu veća vrijednost upućuje na veći rizik, slično kao i neki od prethodnih kompozitnih indikatora. Valja napomenuti da pozitivna vrijednost ovog indeksa znači da već postoji kombinacija varijabli koje su prešle referentnu razinu i za koje se već u modelima signaliziranja tumači da uskoro nastupa kriza. Ovdje se interpretacija *OI* indeksa ipak razlikuje u odnosu na prethodne indikatore. Dok je, primjerice i FCI indikator u intervalu  $(0,1]$ , pozitivne vrijednosti FCI-ja do neke razine tumačimo da još nema akumulacije rizika takve da će se uskoro dogoditi moguća materijalizacija.

U nastavku se prikazuju rezultati za varijable koje su za slučaj ICSR indikatora (vidjeti tablicu 6) bile najbolji signalizatori prethodne krize, pri čemu rezultate valja uzeti s oprezom, jer se radi o jednoj krizi temeljem koje su računate greška tipa 1 i 2. Rezultati bi bili više pouzdani kada bi se raspolagalo s puno duljim vremenskim serijama. Temeljem rezultata dobivenih za ICSR indikator, tablica 8 predočava izračunate udjele prema pristupu za *OI* indeks. Sada se definiraju binarne varijable *I* za formulu (14), tako da se kretanje pojedine varijable svakog tromjesečja uspoređuje s referentnom razinom iz modela signaliziranja. I konačno, *OI* indeks je konstruiran temeljem binarnih varijabli i udjela iz tablice 8, te je predöčen na slici 9 na panelu a. Najveći udjeli temeljem modela signaliziranja dani su omjeru cijena nekretnina i dohotka, omjeru depozita i kredita, indeksu cijena nekretnina te kreditima kućanstvima (stupac "udio"). S obzirom na već spomenuti problem jedne krize u analiziranom uzorku, kako bi se smanjila pristranost procjena, uz ove udjele razmatra se i *OI* indeks uz jednake udjele svim varijablama. Rezultati tako dobivenog kompozitnog indikatora su predöčeni na slici 9 (panel b). Oba indikatora na panelu a i b mogu se tumačiti kao prosječna vrijednost pregrijavanja s obzirom na to jesu li određene varijable prešle referentnu granicu ili ne. Kako transformirane varijable mogu poprimiti vrijednost 0 ili 1, uočava se da male vrijednosti konačnog indikatora u razdoblju nakon GFC krize znače da je veoma mali broj varijabli prešao referentnu razinu, kao i što je moguće da se radi o varijablama koje imaju mali udio u tablici 8 (za slučaj panela a). No, dinamika je slična FCI indikatoru,

---

<sup>50</sup> Naime, neke varijable su imale veoma male greške tipa 1 i 2 i time im se dodijelila većina udjela u konačnom indikatoru, no kako se radilo o samo 2 varijable (dinamika CROBEX-a i IOGR-a), udjeli su korigirani na način da se svim ostalim varijablama najprije dodijelio odgovarajući udio temeljem rezultata modela signaliziranja, a potom su po jedan postotni bod umanjeni udjeli svake varijable i dodijeljeni su CROBEX-u i IOGR-u.

kao i d-SRI-ju, iako se zbog problematike referentnih razina vezanih uz prošlu krizu postavlja pitanje takvih granica za pouzdaniju analizu.

**Tablica 8. Dodjeljivanje udjela varijablama za OI indeks temeljem grešaka tipa 1 i 2**

Skraćeni naziv pokazatelja	T1	T2	Zbroj	Udio
KK 125k	0,08	0,08	0,16	8,84%
KNFP 125k	0,08	0,21	0,29	4,47%
KUD 125k	0,00	0,41	0,41	2,84%
- Kap / Im 2g	0,50	0,00	0,50	2,15%
- Dep / Kred 2g	0,00	0,09	0,09	15,82%
ICSN 2g	0,00	0,13	0,13	11,09%
P / I 2g	0,00	0,09	0,09	17,14%
IOGR 2g	0,00	0,00	0,00	8,00%
DNFP / BOV 125k	0,00	0,22	0,22	6,10%
DK / Doh 125k	0,00	0,49	0,49	2,24%
DSR K 125k	0,00	0,49	0,49	2,24%
DSR NFP 125k	0,00	0,33	0,33	3,73%
- NX / BDP 2g	0,00	0,61	0,61	1,57%
- CA /BDP 2g	0,08	0,45	0,53	1,95%
CROBEX 2g	0,00	0,00	0,00	8,00%
- marža K 2g	0,33	0,16	0,49	2,22%
- marža NFP 2g	0,25	0,19	0,44	2,60%

Napomena: tumačenja kratica varijabli dano je u tablici 6.

Izvor: HNB, izračun autorice

Zbog veće promjenjivosti pojedinačnih varijabli dolazi i do veće oscilacije samog *OI* indeksa u obje varijante na početku promatranog razdoblja. Kada sve varijable imaju jednak udio (desni panel), uočavaju se nešto veće vrijednosti *OI* indeksa u zadnjem promatranom razdoblju, iako je dinamika slična onoj za prethodno analizirane

indikatore. Paneli c i d slike 9 daju detalje same strukture OI indeksa: na panelu c. se vidi sama struktura indeksa s panela b, pa se na taj način dobiva informacija koje varijable uzrokuju povećanje samih cikličkih rizika, te dodatno panel d prikazuje broj varijabli koje prelaze svoju referentnu razinu u nekom tromjesečju. Za donošenje odluka o visini PCK je i takva informacija bitna, s obzirom da OI indeks može biti pozitivan u nekom tromjesečju, ali ako se radi o slučaju da su npr. samo dvije varijable od svih u tablici 8 prešle referentnu razinu, ne mora se raditi o situaciji kumulacije cikličkih rizika i potrebi za pozitivnom stopom PCK, ali valja nastaviti pratiti daljnju dinamiku svih kretanja.

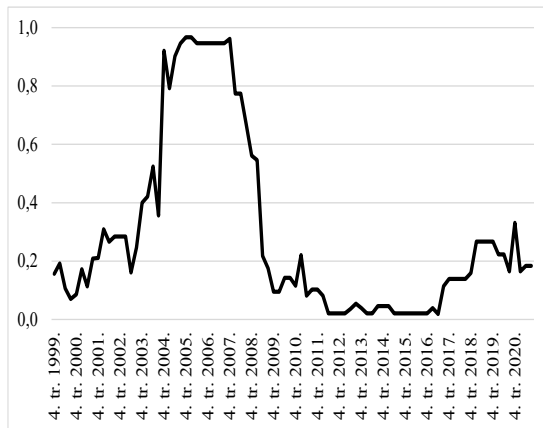
Ovako konstruiran indikator koristan bi bio u praksi kao dodatan za praćenje kumulacije cikličkih sistemskih rizika, s obzirom da se njime dobivaju dodatne informacije u odnosu na prethodno analizirane kompozitne indikatore: saznajemo kakva je struktura indikatora koji kad je pozitivan govori da je kumulacija rizika prisutna u toj mjeri koliko on iznosi, . Međutim, ujedno je to i nedostatak za analize poput one za hrvatski slučaj, kada analiza uključuje jednu krizu pa su referentne razine pod utjecajem specifičnih zbivanja GFC krize.

Zato se u tu svrhu radi prijedlog jedne moguće korekcije ovako definiranog indikatora. Umjesto referentne razine iz modela signaliziranja, razmatra se je li svaka varijabla iznad ili ispod medijalne razine. Kako se medijalna razina može interpretirati da je varijabla na središnjoj razini cikličkih rizika, informacija jesu li kretanja iznad ili ispod te razine rizika može biti značajna za donositelja odluka. Zato slika 10 prikazuje OI indeks i njegovu strukturu za slučaj izračuna binarnih varijabli koje poprimaju vrijednost 1 ako pojedinačna varijabla prelazi svoju medijalnu razinu, a 0 inače.

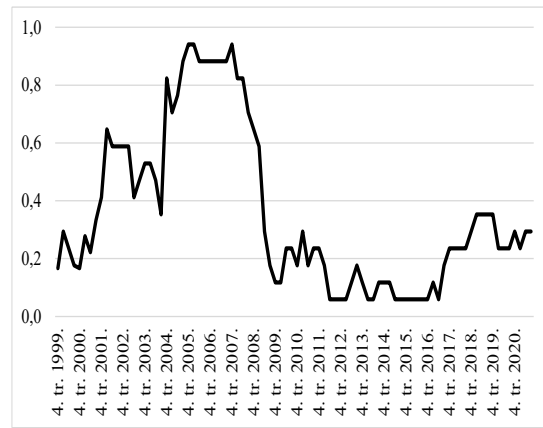
Ono što se uočava sada na slici 10 jest da od 2018. godine naovamo da gotovo polovica varijabli u tom razdoblju poprima vrijednosti veće od svojih medijana, što može biti korisna informacija prilikom donošenja odluka o visini stope PCK. Dakle, kao što je već spomenuto, ovakav pristup bio bi u praksi koristan za upotpunjavanje glavne analize gdje se analiza pozicija financijskog ciklusa, a s ovim pristupom se dobije dodatna informacija i koliko varijabli i kada prelazi određenu referentnu razinu koja je važna za donositelja odluka.

**Slika 9. Usporedba OI indeksa temeljem varijabli iz tablice 8**

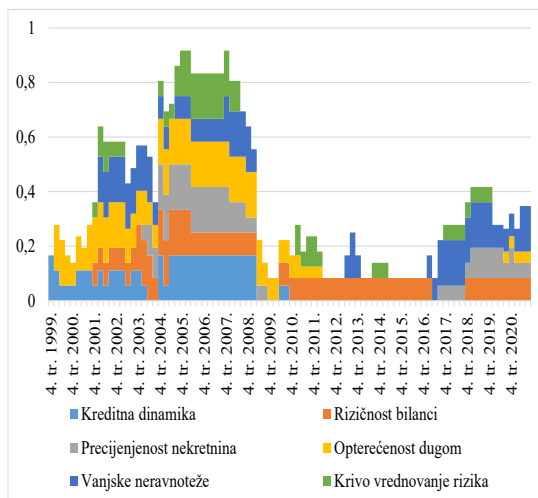
a. OI indeks, udjeli u tablici 8



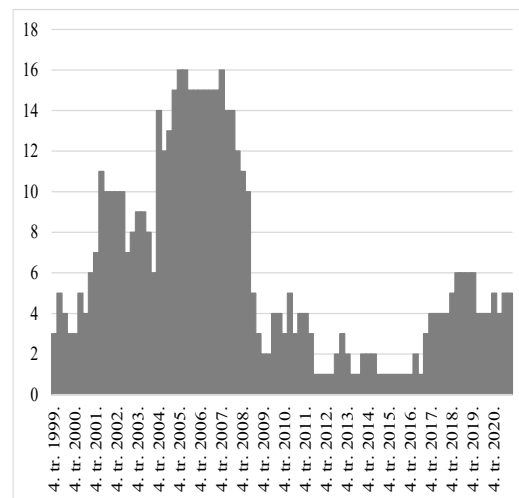
b. OI indeks, jednaki udjeli svih varijabli



c. Struktura OI indeksa, jednaki udjeli



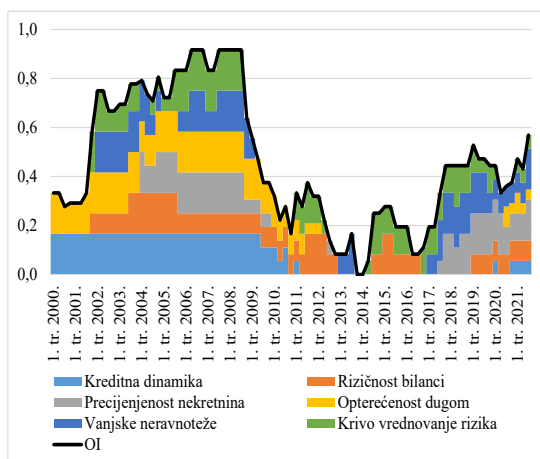
d. Broj varijabli koje prelaze svoju referentnu razinu



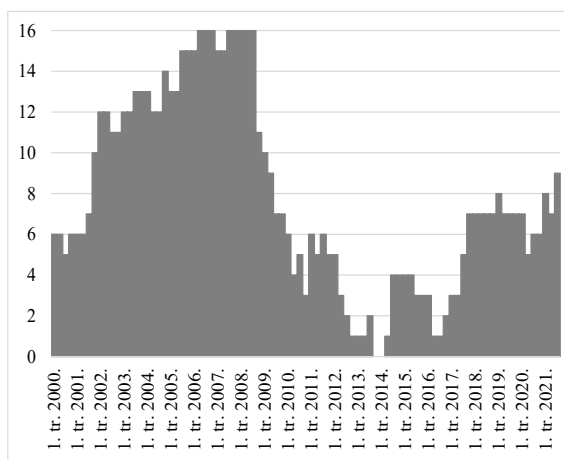
Izvor: HNB, izračun autorice

Slika 10. Prijedlog korekcije OI indeksa

a. Kretanje OI indeksa i struktura



b. Broj varijabli koje prelaze medijalnu razinu u danom tromjesečju



Izvor: HNB, izračun autorice

### 8.3. Aikmann i ostali (2015) pristup

U publikaciji FED-a, Aikmann i ostali (2015.), nalazi se nekoliko pristupa agregacije cikličkih rizika u jedan indikator, gdje je fokus izvršen na američki financijski sustav. Ovdje se nećemo zadržavati na odabiru varijabli, s obzirom na širok skup varijabli koje se razmatraju u samome radu, od kojih mnoge nisu dostupne za hrvatske podatke (npr. promjene standarda odobravanja kredita prema SLOOS, *Senoir Loan Officer Opinion Survey*, ili FICO skorovi, engl. *FICO scores for mortgages sold to Government-Sponsored Enterprises*), već će se koristiti varijable iz poglavlja 6.

Valja još samo napomenuti da se odabir varijabli u Aikmann i ostali (2015.) temelji na rezultatima prethodnih vezanih istraživanja i američkim iskustvima, pri čemu su neke varijable razmatrane u razinama, neke kao promjene ili stope rasta (dakle, bez dodatnih pojašnjenja zašto postoje takve razlike, niti temeljenju na, primjerice, modelima signaliziranja). Nekoliko varijanti transformacija i agregacija varijabli koje se koriste su opisane u nastavku. Varijable se transformiraju normalizacijom i standardizacijom (dakle, implicitna je pretpostavka normalnosti distribucija), pri čemu se koriste pomični prozori za tu transformaciju (s obzirom na dostupnost podataka za američku ekonomiju). U drugoj varijanti transformacije se koristi pristup procjene kvantila distribucije originalne varijable, te mapiranja u interval (0,1), dakle kao u slučaju FCI

indikatora. Nadalje, kako postoji veći broj varijabli koje se razmatraju u ovome istraživanju, nakon što se transformiraju, grupiraju se u pod-indikatore na način da se izračuna običan prosjek za svaki. Tako, primjerice, postoje sljedeći pod-indikatori: "apetit za rizikom", ili "neravnoteže nefinancijskog sektora". Agregacija transformiranih varijabli, odnosno dobivenih pod-indikatora se vrši formulom:

$$V_t = \left[ \sum_{i=1}^N w_i (v_{i,t})^r \right]^{\frac{1}{r}}, \quad (15)$$

gdje je  $V$  vrijednost indikatora cikličkog rizika ili ranjivosti, dobiven kao linearna kombinacija pod-indikatora  $v_i$ ,  $i$  je pojedini pod-indikator,  $i \in \{1, \dots, N\}$ ,  $w_i$  su njihovi udjeli, a zbog pretpostavke konstantne elastičnosti supstitucije pod-indikatora, uvodi se parametar  $r$  i njegova recipročna vrijednost, pa je  $1/(1-r)$  elastičnost supstitucije pod-indikatora<sup>51</sup>. U okviru definiranja indikatora formulom (15), razmatraju nekoliko varijanti:

1. pretpostavka da je  $r = 1$  i da su svi udjeli  $w_i$  jednaki, dobiva se običan prosjek.
2. zanemarivanje eksponenta  $r$ , dodjela jednakih udjela  $w_i$ , te razmatranje  $1/r = 1/N$ , rezultira s geometrijskim prosjekom. U radu je pogrešno opisano da se dodijeli vrijednost  $r = 0$ , zbog dijeljenja u  $1/r$ , te se ne navodi da se pretpostavlja da je  $1/r = 1/N$ , a naziva se rezultat geometrijskom sredinom, stoga je ovdje modificiran opis kako bi bilo u skladu s definicijom geometrijskog prosjeka. Korisnost geometrijskog prosjeka u kontekstu financijske stabilnosti je važna iz razloga što umnožak rezultira ili s pojačavanjem šokova ako većina pod-indikatora ide u istome smjeru. Međutim, problem je ako je krajnji umnožak negativan, a radi se o parnom korijenu. O tome se ne raspravlja u radu.
3. pretpostavka da je  $r = 2$  i da su svi udjeli jednaki, dobiva se RMS (engl. *root mean square*) mjera. U ovom slučaju se uzima u obzir da će se interpretirati povećanje cikličkih rizika i u slučaju da samo neke komponente indikatora upućuju na to, jer se kvadriraju udjeli sub-indikatora, što će značiti da veće vrijednosti postaju još veće, a one koje upućuju da rizika nema (veoma su male), će poprimiti još manju kvadriranu vrijednost. Ovo predstavlja i prednost i nedostatak: ako se želi argumentirati da se kumuliraju ciklički rizici, dovoljan je

---

<sup>51</sup> Autori ne pojašnjavaju zašto odabiru ovaj pristup. Ako se preslika interpretacija konstantne elastičnosti supstitucije faktora proizvodnje iz mikroekonomske teorije, u kontekstu indikatora cikličkih rizika, ovdje to znači da će omjer postotnih graničnih doprinosa promjene samog indikatora za svaki par pod-indikatora biti uvijek nepromjenjiv, za povećanje omjera tih pod-indikatora za 1%. Radi se o dosta restriktivnoj pretpostavci.



manji broj varijabli koje će to upućivati, posebno ako se razmatra veći broj varijabli u cijelom indikatoru. S druge strane, ako manji broj varijabli upućuje na kumulaciju rizika, a ostatak ne, teško je tumačiti da se radi o mjeri koja obuhvaća različite aspekte ekonomije, a posebno ako se tijekom vremena mijenja skup varijabli koje upućuju na kumulaciju rizika ili ne.

#### 4. Kao poseban pristup se razmatra već opisana PCA analiza.

Može se reći da je posebna problematika kada se razmatraju umnošci varijabli, kao i korijeni (u slučajevima kada se radi o parnim korijenima), a većina varijabli koje ulaze u kompozitne indikatore, bilo dane kao stope rasta ili jazevi iz filtriranja poprimaju i negativne vrijednosti. U tom slučaju kombinacija umnožaka pozitivnih i negativnih vrijednosti može izuzetno varirati u ovisnosti o broju negativnih vrijednosti, teže je interpretirati dobiven rezultat, kao i što se može dogoditi da se radi o parnom broju varijabli čiji je umnožak negativan broj, za koji se ne može računati odgovarajući parni korijen.

U nastavku predočavamo rezultate agregiranja za drugi i treći<sup>52</sup> slučaj i varijable korištene za ICSR indikator. Odmah predlažemo transformaciju varijabli kao u slučaju FCI indikatora, gdje se razmatraju percentili distribucije, te se tako varijable kreću u intervalu (0,1) i zbog čega se neće javljati problem negativnog umnoška vrijednosti pod parnim korijenom. Tako lijevi panel slike 11 prikazuje kretanje geometrijskog prosjeka, dok desni prikazuje RMS indikator. S obzirom na množenje vrijednosti pojedinih varijabli unutar šest skupina mjera rizika, teško je interpretirati strukturu na panelu a, dok je više intuitivno tumačenje strukture na panelu b.

Unatoč drugačijim definicijama kompozitnih indikatora u odnosu na prethodno analizirane, i indikatori na slici 11 love povećanje cikličkih rizika od 2018. godine naovamo. Sama interpretacija rezultata je teža u odnosu na prethodno obrađivane slučajeve u kojima se računa obični ili težinski prosjek. Naime, geometrijski prosjek je rezultat umnožaka kretanja vrijednosti varijabli po pojedinim kategorijama rizika, te su potom ti rezultati pomnoženi za konačnu vrijednost indikatora. Ono što se može iskoristiti jest promatranjem vrijednosti pojedinih kategorija na panelu a slike 11, gdje veći umnožak rezultira s većim udjelom pojedine kategorije mjera rizika u formiranju konačne vrijednosti samog indikatora. No, za komunikaciju s javnosti se javljaju

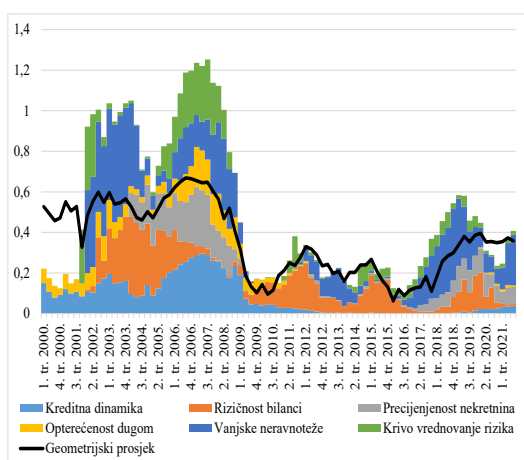
---

<sup>52</sup> Prvi slučaj je već razmotren kao sam d-SRI indikator, dok je četvrti slučaj također razmotren u naslovu PCA analiza.

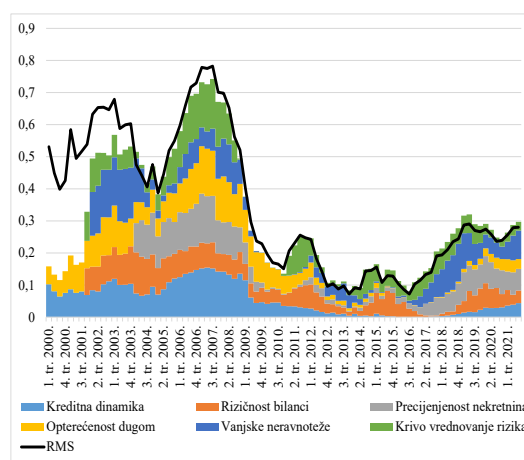
problemi. Nešto je jednostavniji slučaj RMS indikatora na panelu b, ali se radi o kvadriranju vrijednosti prije samog uprosječivanja, pa nema izravne interpretacije kao što je to bio slučaj kod d-SRI indikatora.

**Slika 11. Geometrijski prosjek i RMS kao kompozitni indikatori**

a. Geometrijski prosjek



b. RMS indikator



Izvor: HNB, izračun autorice

Ako bi se ovakvi indikatori razmatrali u praksi, mogli bi se eventualno razmatrati kao pomoćni indikatori, s obzirom da ih je teže komunicirati i interpretirati zbog nelinearnog načina izračuna. Također, upravo zbog nelinearnosti funkcije u (15) se otežava način kalibracije stope PCK, a u praksi valja težiti pristupu koji je informativan, ali i lakše upotrebljiv.

#### 8.4. Usporedba pristupa u 8.1. – 8.3.

S obzirom na obrađene pristupe u prethodnim odjeljcima, uočavaju se njihovi prednosti i nedostaci. Valja imati na umu da se PCA analiza odnosi na odabir udjela varijabli koje ulaze u indikator, dok se geometrijski prosjek i RMS odnose na način agregacije varijabli, a OI indeks se primarno fokusira na dodatnu transformaciju varijabli koje ulaze u kompozitni indikator.

PCA analiza je jednostavan pristup analize, no ne radi se o posebnom načinu konstruiranja novog indikatora, već jednom od mogućih statističkih pristupa sažimanja

informacija u jedan niz, točnije jednu glavnu komponentu. No, ovdje se javlja više problema nego koristi. Problem PCA analize jest to što je za kratke vremenske serije, s kojima raspolaže i Hrvatska, teško testirati validnost pretpostavki PCA analize i općenito faktorskih modela; kao i što faktorski modeli pretpostavljaju linearnu korelaciju između varijabli, što ne mora biti slučaj u praksi. Iako je PCA analiza relativno jednostavna u odnosu na neke druge pristupe, teško je objasniti statističko utežavanje u kontekstu makrobonitetne politike i ciljeva. Još jedan nedostatak PCA analize jest taj što se pretpostavlja da je korelacija među varijablama nepromjenjiva, što također ne mora biti slučaj.

Geometrijski prosjek i RMS kao način agregiranja imaju već spomenut problem kada se koriste varijable koje poprimaju negativne vrijednosti i dodatno se otežava interpretabilnost rezultata. Time običan prosjek koji se primjenjuje u ICSR-u ima prednost jer valja razmatrati i dio koji se odnosi na komunikaciju s javnošću.

Konačno, OI indikator ima dobru osnovu za daljnju nadogradnju ICSR indikatora, ali za slučaj kada se raspolaže s puno više podataka i kriza u uzorku, temeljem kojih se dobiju pouzdaniji rezultati. S obzirom da se OI temelji na referentnim razinama iz modela signaliziranja, za slučaj Hrvatske on nije u potpunosti primjenjiv, zbog specifičnog rasta pojedinih varijabli prije GFC krize. Time se određene referentne razine takvih varijabli možda više neće premašiti. Zato za buduće analize valja razmisliti o odabiru drugih referentnih razina. Tablica 9 u nastavku još sažima neke prednosti i nedostatke svih analiziranih pristupa u ovome odjeljku.

**Tablica 9. Sažetak opisa razmatranih pristupa za agregaciju**

Pristup	Transformacija varijabli	Metoda sažimanja informacija	Odabir varijabli	Prednosti	Nedostaci
PCA	Normalizacija temeljem prosjeka i standardne devijacije pojedine serije	Težinski prosjek temeljem korelacija iz prve glavne komponente	Opis kao za FCI, ciklogram ili ICSR (ili njihova kombinacija)	Jednostavna agregacija	Pretpostavke PCA analize, promjenjivost korelacija u analizi, loša objasnidbena moć prve glavne komponente
Geometrijski prosjek	Normalizacija temeljem prosjeka i standardne devijacije pojedine serije	Formula za geometrijski prosjek	Opis kao za FCI, ciklogram ili ICSR (ili njihova kombinacija)	Jednostavna agregacija	Teško ekonomski opravdati odabir metode sažimanja informacija, ne uzima u obzir korelacije između varijabli, ako se odabir varijabli temelji na opisu za FCI, ne postoji način evaluacije rezultata, problematika negativnih vrijednosti varijabli u izračunu

<b>RMS</b>	Normalizacija temeljem prosjeka i standardne devijacije pojedine serije	Drugi pozitivni korijen sume kvadrata vrijednosti varijabli	Opis kao za FCI, ciklogram ili ICSR (ili njihova kombinacija)	Jednostavna agregacija	Teško ekonomski opravdati odabir metode sažimanja informacija, ne uzima u obzir korelacije između varijabli, ako se odabir varijabli temelji na opisu za FCI, ne postoji način evaluacije rezultata, odsustvo rizika u nekom sektoru nadoknađuje se drugim sektorom zbog kvadriranja vrijednosti varijabli.
<b>OI</b>	Binarna varijabla s obzirom na rezultate modela signaliziranja	Obični prosjek / težinski prosjek	Opis kao za FCI, ciklogram ili ICSR (ili njihova kombinacija)	Ako se temelji na odabiru varijabli kao ICSR, temelji se na karakteristikama varijabli prije prethodnih kriza, jednostavna agregacija	Ne uzima u obzir korelacije između varijabli, ako se odabir varijabli temelji na opisu za FCI, ne postoji način evaluacije rezultata

Napomena: Drugi stupac "transformacija varijabli" se odnosi na varijable koje su već prethodno definirane kao statistički jazevi, stope rasta, promjene ili neka druga definicija. Nadalje, moguće je definirati hibridni kompozitni indikator na način da se promijeni transformacija varijabli u odnosu na onu koja je odabrana u originalnim istraživanjima.

Izvor: pripremila autorica temeljem prethodnih poglavlja.

## 9. Kalibracija protucikličkog zaštitnog sloja kapitala temeljem kompozitnih indikatora

Prethodno analizirani kompozitni indikatori predstavljaju polaznu točku za određivanje visine protucikličkog zaštitnog sloja kapitala, čija je svrha ublažavanje cikličkih sistemskih rizika koji mogu proizaći iz prekomjernoga kreditnog rasta prema privatnom nefinancijskom sektoru, dok tijekom negativnih gospodarskih kretanja služi bankama za apsorpciju mogućih gubitaka uz očuvanje njihove kreditne aktivnosti. Osnovni princip modeliranja visine stope  $ZS(pck)$  temelji se na linearnoj funkciji vrijednosti kreditnog jaza, pri čemu  $ZS(pck)$  postaje pozitivna u slučaju da kreditni jaz premašuje donju referentnu granicu  $L$  (engl. *lower*), linearna rastuća funkcija je od donje granice  $L$  do gornje granice  $H$  (engl. *higher*), nakon koje  $ZS(pck)$  poprima vrijednost 2.5%. U intervalu od  $L$  do  $H$  se radi o funkcijskom obliku jednadžbe pravca kroz dvije točke. Kako kompozitni indikatori predstavljaju linearnu ili nelinearnu kombinaciju varijabli koje su transformirane radi usporedivosti, nije moguće izravno preslikati formulu za kalibraciju  $ZS(pck)$  na kompozitne indikatore.

Mogući načini kalibracije donje i gornje granice  $L$  i  $H$  kao za kalibraciju  $ZS(pck)$  su sljedeći, pri čemu se najviše usmjeravamo na ICSR indikator zbog odabira kao trenutno adekvatnog za slučaj Hrvatske. Jedan način razmišljanja jest promatranje karakteristika distribucija varijabli koje ulaze u sam indikator, kao i samog indikatora, kako bi se ocijenile vrijednosti koje poprimaju kada se radi o tzv. umjerenoj razini rizika, ili tek o njegovom početnom kumuliranju. Idući način jest odabir referentnih razina temeljem rezultata modela signaliziranja krize za svaku pojedinačnu varijablu, dok se treći način veže uz prvi pristup temeljen na distribucijama, ali predstavlja njegovo proširenje na tzv. neutralnu pozitivnu stopu. Njihov opis i izračuni su u nastavku, nakon određenih opaski.

S obzirom da se odabir referentnih granica za kalibraciju PCK vrijednosti u najvećem broju pristupa temelji na distribuciji tih vrijednosti, kao i karakteristikama indikatora prije GFC krize, određena pristranost se uključuje u samo modeliranje. Za kratke vremenske serije, poput onih za Hrvatsku, nije moguće dobiti informaciju o prosječnim vrijednostima indikatora koje su prethodile krizama. Ako bi se analiza usmjerila samo na vrijednosti prije te jedne krize u uzorku, buduća kretanja indikatora mogla bi biti takva da više ne dosegnu donju referentnu razinu potrebnu za aktivaciju PCK vrijednosti na vrijeme. Iako se u nastavku razmatraju određeni percentili distribucije indikatora, i te vrijednosti su pod utjecajem dinamike koja je prethodila GFC-u. S druge strane, u publikacijama Češke narodne banke (vidjeti diskusije u Hájek i ostali, 2017. i tamo spomenutim referencama) u kojima su vremenske serije podjednake duljine kao i za slučaj Hrvatske, se navodi kako je u serijama uključen vrh i dno, koji predstavljaju nekakve okvirne maksimalne i minimalne vrijednosti koje je indikator u prošlosti ostvario i uključene su u analizu za određivanje polazne točke raspona PCK vrijednosti. U svakom slučaju valja imati na umu za daljnje analize da će biti potrebno revidirati i granice za kalibraciju PCK s obzirom na karakteristike budućih faza financijskog ciklusa u Hrvatskoj.

### 9.1. Pristup temeljen na distribucijama varijabli

Najprije se razmatraju karakteristike distribucije ICSR indikatora. Ako se razmatra transformacija varijabli max-min gdje je interval za pojedinu varijablu  $(-1,1)$ , sam ICSR indikator također može poprimiti vrijednosti unutar tog intervala kao njihova linearna kombinacija. Bez obzira na način transformacije varijabli za izračun kompozitnog indikatora, distribucija dobivenog indikatora služi kao polazna točka za određivanje vrijednosti donje i gornje granice za kalibraciju PCK. Određene su donja i gornja

granica vrijednosti ICSR-a koje će se interpretirati kao donja i gornja granica u formuli za kalibraciju  $ZS(pck)$ . Razmatraju se vrijednosti kako je prikazano u tablici 10, za koje je izračunata vrijednost ICSR takva da je ona 40. ili 45. percentil distribucije samog pokazatelja za donju, odnosno 90. percentil ili maksimum za gornju granicu.

**Tablica 10. Prijedlozi donje i gornje granice ICSR-a za kalibraciju  $ZS(pck)$**

Donja	Gornja
40. percentil indikatora ICSR	90. percentil indikatora ICSR
40. percentil indikatora ICSR	Maksimalna vrijednost indikatora ICSR
45. percentil indikatora ICSR	90. percentil indikatora ICSR
40. percentil indikatora ICSR	Maksimalna vrijednost indikatora ICSR

*Izvor: diskusija autorice u tekstu*

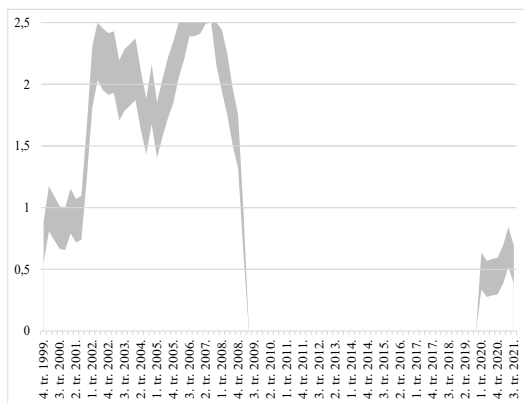
Za donju granicu se biraju 40. i 45. percentil jer se 50. percentil, odnosno medijan može protumačiti kao srednja razina kumulacije rizika. Ako bi se razmotrila opcija standardizacije varijabli (slika 6), tada se ICSR tumači kao prosječno odstupanje vrijednosti svih kategorija rizika od medijalne razine rizika. Dodatno, kako se od najave promjene stope  $ZS(pck)$  do primjene radi o pomaku od 12 mjeseci, a ako ekonomija ulazi u fazu kumuliranja cikličkih rizika prema umjerenim razinama, bolje je razmatrati vrijednosti indikatora koje će ostaviti dovoljno vremena za izgradnju zaštitnog sloja kapitala, znači one koje se nalaze ispod medijana distribucije. Stoga se za donju granicu predlaže nekoliko varijanti (40-45% percentil distribucije), kako bi se uzela u obzir (ne)sklonost postepenijoj izgradnji  $ZS(pck)$  i dozvoljavanju većeg prostora za donošenje odluke o njegovoj samoj izgradnji. Analogno, za gornju granicu se također razmatra nekoliko opcija, s obzirom da je maksimalna vrijednost ICSR-a ostvarena u specifičnoj situaciji prije prošle krize, te može biti prevelika vrijednost za kalibraciju PCK. Zato se u tu svrhu razmatraju i vrijednosti koje u trenutku modeliranja čine 90. percentil distribucije. Nakon što su izračunate sve donje i gornje granice, koriste se kao vrijednosti  $L$  i  $H$  u formuli za kalibraciju  $ZS(pck)$ , a umjesto jaza se razmatra vrijednost ICSR u pojedinom tromjesečju.

Kako postoji četiri kombinacije kalibracije PCK vrijednosti prema tablici 10, razmatra se rezultirajuća cijela distribucija mogućih PCK vrijednosti na slici 12, za slučaj oba indikatora ICSR na slici 7, za max-min transformaciju varijabli (panel b slike 6), ali i

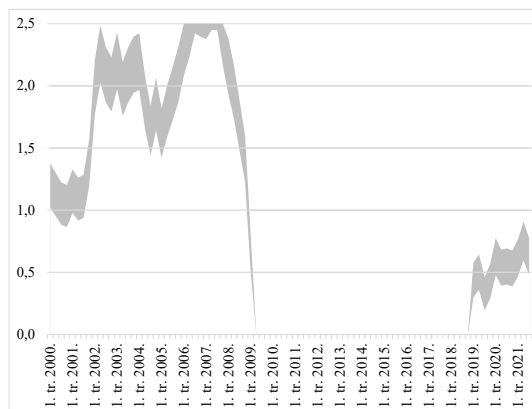
standardizaciju (panel a). Rezultirajuće PCK distribucije su veoma slične, pri čemu povećanje svih varijabli prije globalne financijske krize koje je rezultiralo povećanjem ICSR-a u značajnoj mjeri rezultira i s povećanjem PCK vrijednosti u tom razdoblju, kada se maksimalna stopa od 2.5 ostvaruje u 2006. godini. S obzirom na kretanja varijabli u zadnjih nekoliko tromjesečja, pozitivne vrijednosti PCK upućuju da se ponovno radi o kumulaciji cikličkih rizika. Međutim, valja naglasiti kako je kalibracija samo mehaničko preslikavanje vrijednosti iz jedne varijable u drugu, i kod definiranja takvih funkcionalnih odnosa nije moguće ugraditi informacije o tome je li ekonomija u uzlaznoj ili silaznoj fazi ciklusa, je li kreditiranje u ekonomiji prigušeno ili pojačano, i drugim relevantnim informacijama koje se koriste za donošenje odluke o vrijednosti PCK. Zato valja napomenuti da kalibracija PCK vrijednosti temeljem bilo koje mjere ili indikatora predstavlja samo polaznu točku za makrobonitetnu politiku.

**Slika 12. Distribucija PCK vrijednosti za ICSR indikator, temeljem tablice 10**

a. Max-min transformacija



b. Standardizacija



Izvor: HNB, izračun autorice

U okviru ovog prvog pristupa komentiraju se još razmatranja vezana uz FCI i ciklogram. Naime, odabir varijabli za ulazak u kompozitni indikator se može temeljiti na pristupu Lang i ostali (2019.), no sama sintetizacija može biti temeljena i na načinima kako je to opisano za FCI i ciklogram. Kako se u slučaju FCI radi o nelinearnoj funkciji, nije moguće izravno kalibrirati samu vrijednost FCI kao kreditni jaz, ali se ponovno temeljem distribucijskih karakteristika pojedinačnih varijabli može dobiti okvirna slika o kretanjima PCK vrijednosti, na način da se za vrijednosti samog

indikatora po intervalima dodjeljuju određene razine PCK. Tablica 11 sažima takav pristup, gdje donja i gornja granica označavaju vrijednosti samog indikatora koji se uzima u obzir. Prvo što treba imati na umu jest da se pozitivna stopa PCK odnosi na one vrijednosti kompozitnih indikatora koji se tumače na način da se već radi o određenoj kumulaciji cikličkih rizika, pri čemu srednja razina rizika već predstavlja određen problem, kada je već neko vrijeme prije toga trebalo krenuti sa pozitivnom stopom PCK. Ideja je postepeno graditi PCK, uz dovoljno vremena, da se ne dogodi slučaj naglih povećanja stopi kada je ekonomija već sve bliže materijalizaciji rizika.

**Tablica 11. Polazna točka za moguću kalibraciju PCK temeljem intervalnog pristupa**

Donja granica	Gornja granica	PCK u %
-	ICSR <sub>40</sub>	0.00
ICSR <sub>40</sub>	ICSR <sub>m</sub>	0.25
ICSR <sub>m</sub>		0.50
		0.75
.	.	1.00
.	.	1.25
.	.	1.50
		1.75
		2.00
	ICSR <sub>max</sub>	2.25
ICSR <sub>max</sub>	1	2.50

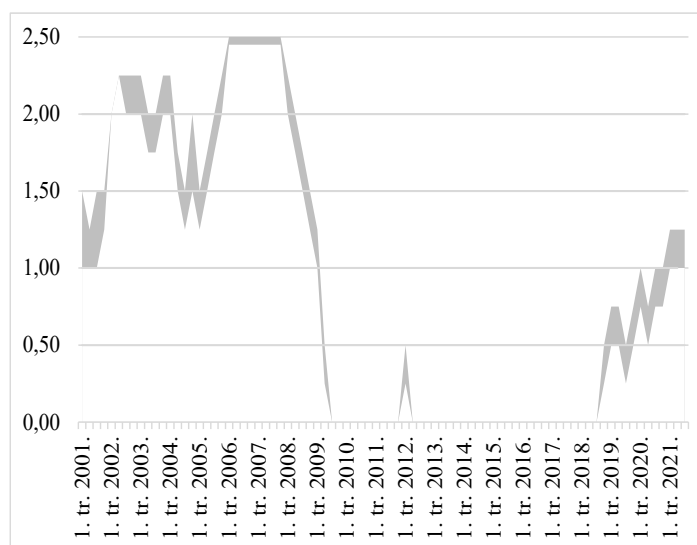
*Izvor: modifikacija prema CNB (2020) i vlastita promišljanja*

Kao donja granica za početnu aktivaciju PCK vrijednosti, u tablici 11 je odabrana ICSR vrijednost koja je 40. percentil njegove distribucije, ali to može biti i neka druga vrijednost. Odabrana je ova s obzirom na prethodnu diskusiju. Dalje donositelj odluke sam određuje koje će biti granice intervala unutar kojih se nalazi ICSR vrijednost kako bi se njima dodijelila stopa PCK u vrijednosti 0.50%, 0.75%, itd. do maksimalne vrijednosti od 2.5%. Kao primjer je u tablici 11 za aktivaciju stope u vrijednosti od 2.5% prikazana maksimalna vrijednost ICSR indikatora, no ponovno se napominje kako



ovdje nema odrednica u literaturi, već ovisi o onome koji vrši kalibraciju i donosi odluku. U prvom intervalu se može tumačiti da još nema značajne kumulacije cikličkih rizika i odgovarajuća stopa PCK iznosi 0. Nadalje, idući interval bi bio između ICSR<sub>40</sub> i iduće vrijednosti ICSR<sub>m</sub>, gdje *m* označava percentil po odabiru, temeljem iskustva, rekalkibracije temeljem dostupnih podataka, a vrijednost ICSR<sub>m</sub> se tumači analogno kao za prethodnih 40%. U tablici 11 je za maksimum u zadnjem retku zadana vrijednost 1, koja se odnosi na maksimum koji bi ICSR mogao poprimiti za slučaj max-min transformacije. Ako se slijedi transformacija prema opisu u poglavlju za FCI indikator, koji poprima vrijednosti u intervalu (0,1), taj maksimum bi bio 1, no donja granica u prvome retku tablice 11 bi bila 0 umjesto prazne ćelije za slučaj max-min transformacije. Pritom duljina pojedinog intervala ne mora biti jednaka. Ovaj pristup se može primijeniti i na linearnu verziju ICSR indikatora, ali i na slučaj odabira nelinearne funkcije za agregaciju vrijednosti pojedinih varijabli.

**Slika 13. Distribucija PCK vrijednosti za ICSR indikator**



Izvor: HNB, izračun autorice

Na slici 13 se predočava distribucija PCK za max-min transformaciju varijabli, zbog više varijanti mogućih kalibracija, gdje su se donje i gornje granice povećavale i smanjivale, da bi se obuhvatilo više (ne)sklonosti povećavanju PCK vrijednosti. Temeljem tablice 11 i odabira donje granice za pozitivnu stopu PCK u vrijednosti 40. i 45. percentila kompozitnog indikatora, a 90. percentila i maksimuma za granicu kada je PCK u vrijednosti 2.5%, ostali intervali su raspoređeni na način da se razlika između

spomenutih donjih i gornjih granica preraspodijelila u jednakim iznosima između preostalih razreda. Dinamika na slici 13 potvrđuje onu na prethodnoj slici, no nešto je osjetljivija kalibracija u ovome slučaju, jer su PCK vrijednosti nešto veće na kraju promatranog razdoblja u odnosu na panel a slike 12.

## 9.2. Pristup temeljen iz modela signaliziranja

Idući pristup koji bi se mogao primijeniti za kalibraciju vrijednosti PCK je upravo donja referentna granica iz modela signaliziranja, gdje se granica  $L$  temelji upravo na rezultatima procjene referentne razine  $\tau$  koja je minimizirala sumu grešaka tipa 1 i 2 ili maksimizirala Youdenov indeks (vidjeti šesto poglavlje). Na taj način je za svaku varijablu koja čini indikator ICSR procijenjena odgovarajuća granica  $L$ . Kako se za konstrukciju ICSR-a koriste transformirane vrijednosti svake pojedine varijable u vidu max min normalizacije, i njihove odgovarajuće granice  $L$  su prvo normalizirane kako bi se vrijednost pojedine normalizirane varijable u tromjesečju  $t$  usporedile s normaliziranom granicom  $L$ . Ako je vrijednost realizacije veća od  $L$ , u tom slučaju se ta vrijednost uzima u obzir, dok u suprotnom slučaju poprima vrijednost 0. Formalno, vrijedi sljedeće:

$$y_{i,t} = \begin{cases} z_{i,t}, & \text{ako } z_{i,t} > L_i \\ 0, & \text{inače} \end{cases} \quad (17)$$

gdje je  $y_{i,t}$  vrijednost varijable  $i$  koja ulazi u izračun u ICSR u tromjesečju  $t$ ,  $z_{i,t}$  su transformirane vrijednosti svih varijabli koje se razmatraju,  $L_i$  je normalizirana referentna razina dobivena modelima signaliziranja za varijablu  $i$ . Sada se konstruira novi ICSR indikator, koji je dobiven slično kao  $OI$  indeks. Naime,  $OI$  indeks je uzimao u obzir one varijable koje su prelazile odgovarajuće referentne razine  $L$ , ali su varijable poprimale vrijednost 1 ili 0. Ovdje varijable poprimaju vrijednost koliko i iznose u danom tromjesečju (normalizirano) ako prelaze granicu  $L$ . Odabrana je ovakva transformacija, kako bi se novo dobiveni kompozitni indikator izravno mogao preslikati u PCK vrijednosti. Taj "novi" ICSR indikator predstavlja prosječnu vrijednost onih varijabli koje u danom tromjesečju prelaze svoju referentnu razinu  $L$ :

$$\widetilde{ICSR}_t = \sum_{i=1}^N w_i z_{i,t} \quad (18)$$

i PCK vrijednosti se kalibriraju temeljem tih vrijednosti. Ovdje pozitivna vrijednost  $\widetilde{ICSR}_t$  znači da se radi o razdoblju u kojem pojedinačne varijable signaliziraju krizu. Međutim, specifičnosti ponašanja tih varijabli prije posljednje krize mogu biti takva da

se radi o karakteristikama koje su bile specifične za to razdoblje i moguće je da se buduća kumulacija cikličkog rizika prema razinama koje se smatraju umjerene do visoke ostvaruje i za manje vrijednosti referentnih razina  $L_i$ . Primjerice, kreditni jaz vezan za kućanstva koji prema modelu signaliziranja najbolje razdvaja signale da nastupa buduća kriza je 76. percentil odgovarajuće distribucije tog jaza. No, donositelju odluke je ova razina možda već previsoka da bi reagirao tek nakon što se prijede taj percentil u danom tromjesečju<sup>53</sup>. Ipak, radi potpunosti usporedbe, vrijednosti  $L_i$  se koriste kao polazna točka za definiranje PCK vrijednosti na sljedeći način:

$$PCK_t = \begin{cases} 2.5 \cdot \overline{ICSR}_t / \max\{\overline{ICSR}\}, \\ 0, \text{ inače} \end{cases}, \quad (19)$$

gdje  $\max\{\overline{ICSR}\}$  predstavlja maksimalnu vrijednost koju indikator u (18) ostvaruje u promatranom razdoblju. Slika 14 prikazuje kretanje PCK vrijednosti za slučaj opisane kalibracije, gdje se uočava veća volatilitnost u kretanju same stope PCK, čime ovaj pristup nije pogodan za slučaj hrvatskih podataka. Naime, kako ovaj pristup "lovi" prelazak referentne razine samo jedne varijable, dok druge mogu biti ispod referentne razine, PCK vrijednost može ovisiti o dinamici samo jedne varijable u nekom tromjesečju. Zato i postoje šiljci u pojedinim tromjesečjima na slici 14. Zaključuje se kako trenutno ovakav pristup nije primjenjiv u praksi.

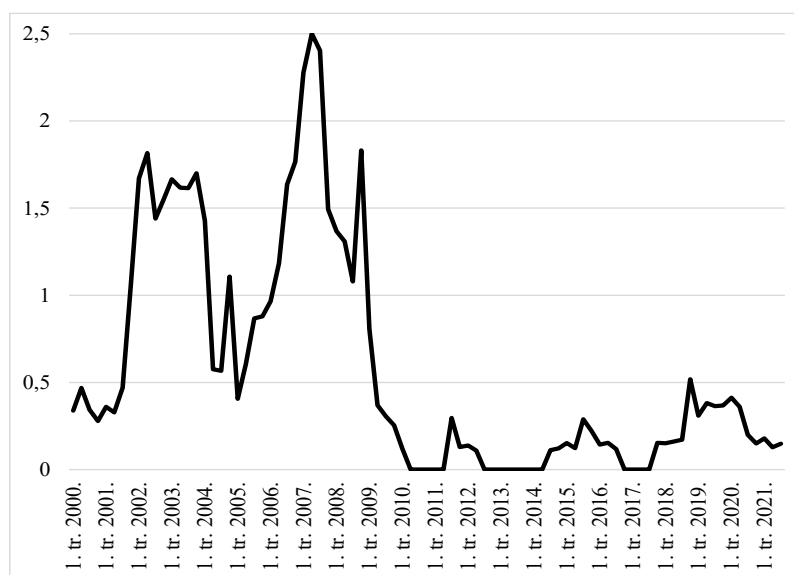
U okviru ovog pristupa valja još komentirati Aikman i ostali (2015) kalibraciju, gdje se PCK kalibrira u ovisnosti o donjoj granici  $L$  kao 65. percentil, i gornjoj granici  $H$  kao 85. percentil distribucije agregiranog indikatora<sup>54</sup>. U analizi autori naglašavaju da ako je indikator stacionaran, u tom slučaju očekuju da u njihovoj analizi PCK bude pozitivna stopa trećinu vremena, dok bi na maksimalnoj vrijednosti od 2.5% trebala biti oko 15% vremena. Ovaj pristup nije primjenjiv na hrvatske podatke zbog izuzetno kratkih vremenskih serija, zbog kojih bez obzira na pristup konstrukcije kompozitnog indikatora on rezultira kretanjem koje ne podsjeća na stacionarnu seriju. Iako je već spomenuta važnost stacionarnosti indikatora za lakše modeliranje, takva razmatranja još uvijek nisu moguća za hrvatske podatke, a dodatno se postavlja pitanje zašto su uzeti upravo analizirani percentili u Aikman i ostali (2015.) jer se ne nalazi pojašnjenje što

<sup>53</sup> A dodatan je i problem u slučaju kratkih serija kao što se radi o hrvatskim podacima, za koje bi navedeni percentil mogao biti previsok za buduće kalibracije, ako se radi o vrijednosti koja je ostvarena u specifičnom razdoblju poput visokog rasta kredita početkom 2000. godina.

<sup>54</sup> Prethodna fusnota pojašnjava problematiku odabira ovakvo visokih percentila.

predstavlja povišenu ili umjerenu razinu cikličkih rizika. Štoviše, autori kalibriraju dodatno i donju granicu  $L$  na način da ako bar tri varijable (od četrnaest koje ulaze u izračun kompozitnog indikatora) prelaze svoj 80. percentil da PCK tada postane pozitivna stopa. Ovdje se vidi problematika takvog pristupa. Naime, zašto se uzimaju u obzir barem tri varijable za određivanje o pozitivnoj stopi PCK ili ne, ne razmatraju se koje tri varijable od cijelog skupa. Nadalje, kad se već razmatra njih sedamnaest kao bitnima za određivanje cikličnosti sistemskih rizika i u svrhu kalibracije vrijednosti PCK, postavlja se pitanje problematičnosti kalibracije ako je potrebno mijenjati broj varijabli koje ulaze u sam izračun. Konačno, duljina trajanja pojedinih faza financijskog ciklusa se može mijenjati kroz vrijeme, kao i jačina uzleta ili pada. Time se kalibracija granica za PCK vrijednosti naprosto mora mijenjati kroz određeno vrijeme kada će nositelj makroprudencijalne politike raspolagati s više podataka. Zato se stalno naglašava pojam upravljačke diskrecije (engl. *guided discretion*), koja znači da se donošenje odluka temelji i na rezultatima ovakvih kvantitativni analiza, ali i na iskustvu stručnjaka (engl. *expert judgement*), pogotovo kada se raspolaže s kratkim vremenskim serijama kao za slučaj Hrvatske.

**Slika 14. Kretanje PCK vrijednosti za kalibraciju temeljem modela signaliziranja**



Izvor: HNB, izračun autorice

### 9.3. Pristup temeljen na tzv. pozitivnoj neutralnoj stopi

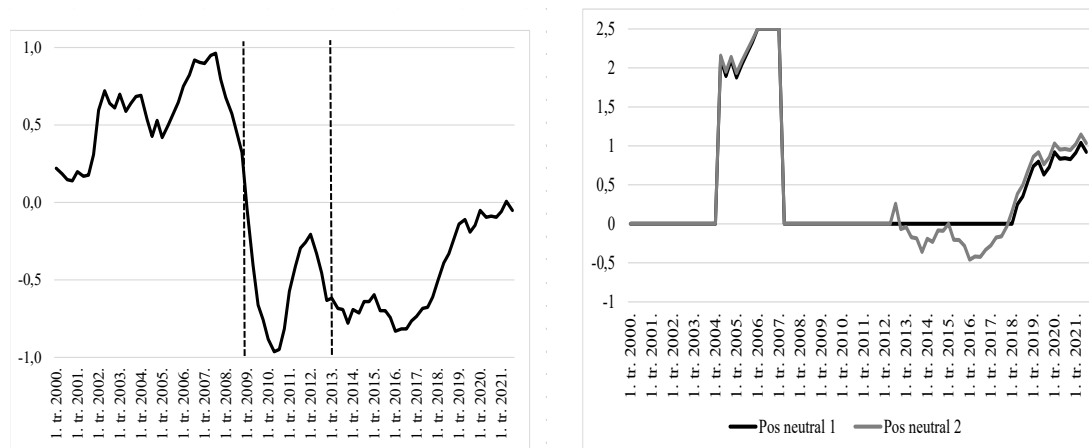
Neko vrijeme već postoji termin tzv. pozitivna neutralna stopa (engl. *positive neutral rate*), što znači da se odredi pozitivna stopa PCK i u slučaju kada se ekonomija nalazi u fazi umjerenih rizika. Naime, s jedne strane postoje promišljanja kako je potrebno PCK izgrađivati u fazi oporavka, dok s druge strane prudentniji stav kaže kako bi i prije tog oporavka, čim krene kumuliranje rizika trebalo krenuti s postepenom izgradnjom zaštitnog sloja kapitala (vidjeti Banque de France, 2019.; Babić i Fahr, 2019.; ESRB, 2018.), čak i ako sistemski rizici (još) nisu povišeni. Kako je većina zemalja već izašla iz razdoblja prigušenih rizika nakon posljednje financijske krize, razdoblje od zadnjih nekoliko godina se može smatrati takvim da se može početi primjenjivati pozitivna neutralna stopa može (ESRB, 2018.). Strategija pozitivne neutralne stope ima prednost što se vrijednosti PCK može iz pozitivne stope u bilo kojem dijelu financijskog ciklusa spustiti na 0, skuplja se više kapitalnih zahtjeva koje kreditne institucije mogu koristiti kada se javi potreba te postoji potencijal poboljšanja upotrebljivosti zaštitnih slojeva kapitala (prema Stojkova, 2020.). Za razliku od neutralne ili prirodne kamatne stope u okviru monetarne politike koja se odnosi na razinu kamatne stope koja ostvaruje nulti jaz BDP-a i ciljana stopa inflacije (a koja može biti i negativna što je bio slučaj u nekim državama u zadnjih nekoliko godina), pozitivna neutralna stopa PCK se odnosi na činjenicu da se u onim financijskim sustavima koji nemaju dovoljno drugih zaštitnih slojeva kapitala (što propisanih, što dobrovoljnih) u suštini nametne pozitivna stopa PCK koja će vrijediti u razdobljima financijskog ciklusa u kojima su rizici prigušeni, odnosno radit će se o stopi koja će odražavati razinu sistemskog rizika koja je prihvatljiva od strane makroprudencijalnog nositelja politike. Po svojoj definiciji je PCK stopa koja iznosi 0 ili više, a maksimalno do 2.5%, pa vrijednost 0 zapravo odražava neutralnu razinu za razdoblja kada se smatra da nema kumulacije cikličkih rizika. No, kao što je spomenuto, u onim zemljama u kojima kreditne institucije karakterizira ukupni zbroj ostalih zaštitnih slojeva kapitala takav da jedva prelaze minimalnu granicu, javlja se pojam pozitivne neutralne stope PCK vrijednosti kako bi se osiguralo dovoljno kapitala za slučaj preokreta financijskog ciklusa.

Pristup pozitivne neutralne stope se može povezati i s teorijom financijskih ciklusa prema Drehmann i ostali (2012., 2013.), gdje za razvijene ekonomije financijski ciklus traje oko 15 godina, pri čemu silazna faza od vrha ciklusa do dna u traje upola manje u odnosu na uzlaznu fazu, a dodatno se uzlazna faza cijeli na dvije pot-faze: prva gdje su rizici prigušeni jer se radi o oporavku nakon krize, i druga faza koja se poistovjećuje sa spomenutim razdobljem u kojem se većina zemalja nalazi prema ESRB (2018.). Obje pot-faze traju podjednako, što znači da uz trajanje ciklusa od oko 15 godina i ove

spomenute faze, uzlazna faza traje oko 10 godina (pot-faze traju svaka po 5), dok silazna faza traje oko 5 godina. Ako se vodimo takvim idejama, te s obzirom na odabir parametra izgladivanja u vrijednosti od 125.000 za jazeve u kompozitnom indikatoru, i s obzirom na službeni datum završetka krize u Hrvatskoj (drugo tromjesečje 2012. godine prema Duprey i Klaus, 2017.), onda je razdoblje prigušenih rizika trajalo do drugog prvog 2017. godine, nakon čega je potrebno razmotriti pozitivnu neutralnu stopu PCK. Uz ove informacije, razmatra se pozitivna stopa PCK od onog tromjesečja kada ICSR poprima vrijednost 40. percentila, kako se previsoka stopa ne bi zadala za prenisoku razinu ICSR indikatora.

Kao primjer kalibracije PCK u tom slučaju pretpostavlja se pozitivna stopa 0.25 za vrijednost ICSR indikatora u trećem tromjesečju 2018. godine, što predstavlja jednu točku s koordinatama (-0.39, 0.25). Da bi se PCK definirao kao linearna funkcija kretanja ICSR vrijednosti, pretpostavlja se da je za 90. percentil ICSR-a maksimalna vrijednost PCK, 2.5%, čime se dobiva druga točka s koordinatama (0.72, 2.5). Temeljem dvije točke se modelira jednadžba pravca i za preostale razine ICSR-a se određuje vrijednost PCK. Dodatna je pretpostavka da je u razdoblju krize PCK = 0. Time se za odabrano razdoblje krize i post kriznog oporavka (lijevi panel slike 14) dobiva sljedeće kretanje PCK vrijednosti na slici 15 (desni panel). Naravno, kretanje PCK vrijednosti može imati i drugačiju dinamiku u ovisnosti o tome kolika je to neutralna stopa koja se želi definirati za situaciju kada se rizici ne smatraju još povišenima. Ako se zanemari pristup prve pot-faze oporavka, te se odmah po završetku kriznog razdoblja krene kalibrirati pozitivna stopa PCK (od trećeg tromjesečja 2012. godine na dalje), tada se uz jednu prethodnu točku (0.72, 2.5) koristi druga koja je vezana za treće tromjesečje 2012. godine (-0.46, 0.25). U tom slučaju je kalibracija predložena sivom krivuljom na Slici 15. (desni panel), i uočava se problematika da negativne vrijednosti PCK koje su rezultat daljnjeg smanjivanja ICSR indikatora nisu upotrebljive u prvoj pot-fazi oporavka financijskog ciklusa. S obzirom da još ne postoji javni konsenzus oko načina kalibriranja PCK vrijednosti u slučaju strategije pozitivne neutralne stope, rezultate na slici 13 valja uzeti s oprezom. Buduća istraživanja trebaju više pažnje posvetiti ovome pristupu.

**Slika 15. ISCR indikator (lijevi panel) i odgovarajuće PCK vrijednosti (desni panel)**



Napomena: okomite linije na lijevome panelu označavaju formalne datume završetka krize i završetka razdoblja kada su rizici prigušeni. Pos neutral 1 i 2 su PCK vrijednosti temeljem opisa u tekstu za dvije strategije.

Izvor: HNB, izračun autorice

## 10. Zaključno

Makroprudencijalna politika zahtjeva pravovremenu i točnu ocjenu pozicije financijskog ciklusa u kojoj se nalazi neka ekonomija. Zato se ovo istraživanje bavi svojstvima, prednostima i nedostacima nekoliko popularnih pristupa izračuna kompozitnih indikatora koji lovi kumulaciju cikličkih rizika kroz vrijeme. Kompozitni indikatori se preporučaju koristiti u praksi, iz razloga što se dobiva potpunija slika o drugim potencijalnim izvorima kumulacije rizika osim same kreditne dinamike. S obzirom na svu prethodnu analizu, može se preporučiti korištenje ICSR (indikatora cikličkog sistemskog rizika), uz normalizaciju varijabli prema max-min transformaciji, s obzirom na prednosti ovog indikatora u odnosu na preostale. No, za potpuniju sliku, bilo bi korisno upotpuniti analizu temeljem nekog od preostalih indikatora, koji daju i informaciju poput one koliko varijabli prelazi određenu referentnu razinu u pojedinom tromjesečju.

Nadalje, uočava se nekoliko mogućih pravaca daljnjih unapređenja kompozitnih indikatora i načina njihova izračuna. Kada se raspolože s duljim vremenskim serijama,

moguće je raditi transformacije varijabli u realnom vremenu. To znači da bez obzira na odabir načina transformacije varijabli, on može biti rađen na način da se i same referentne vrijednosti koje se koriste u transformaciji mijenjaju u ovisnosti o dolasku nove informacije. Na taj način se može provjeriti robusnost odabrane transformacije, jer ako je odabran dobar pristup, s obzirom na karakteristike podataka, novo dodane informacije ne bi smjele značajno mijenjati ishod, tj. dinamiku indikatora. Dodjela udjela pojedinim varijablama se također treba razmotriti u kontekstu drugačijih pristupa u odnosu na one koji su analizirani u prethodnim odjeljcima. Naime, u slučaju kada postoji mali broj podataka ili odsustvo teorijskog modela koji bi pojašnjavao kolika je važnost pojedine varijable za definiranje kompozitnog indikatora, dodjela jednakih udjela prema analiziranih šest kategorija mjera izvora cikličkih rizika barem isključuje subjektivnost donositelja odluka temeljem rezultata procjena. Uz veći broj podataka u budućnosti, moglo bi se pristupiti procjeni nekog oblika VAR (engl. *vector autoregression*) modela u kojem se analizira dinamika i međuovisnost između varijabli od interesa i temeljem dekompozicije varijance bi se mogli determinirati udjeli.

Valja napomenuti da u ovome istraživanju rezultati predstavljaju polaznu točku za daljnju analizu i primjenu u praksi, posebice glede granica vezanih za kalibraciju pojedinog kompozitnog indikatora, ili pojedinih varijabli koje ulaze u njega. U analizi je pokazan problem kalibracija temeljenih na prošloj GFC krizi, gdje su neke varijable poprimile vrijednosti koje se možda u budućnosti više neće ni približno realizirati, s obzirom da makroprudencijalna politika upravo nakon GFC krize uvodi instrumente kojima se upravo ciklički rizici ublažavaju, u odnosu na ono što se dešavalo prije same krize. Za potrebe uspostave metodologije i inicijalne kalibracije, razmatrane su granice koje su opisivane kroz tekst, s obzirom da je obuhvaćen jedan vrh i jedno dno u kontekstu prošlog financijskog ciklusa. Naravno, taj vrh i dno su specifični za takvu jedinu krizu u uzorku i zato je potrebno po dolasku novih informacija izvršiti rekalkulaciju, na način da se razmotre distribucijska svojstva indikatora i bez uključivanja GFC krize i tih specifičnih vrijednosti. Praksa je nažalost još relativno mlada, te ne postoje upute ili neki konsenzus što točno činiti. Zato se prilikom donošenja odluka o vrijednosti protucikličkog zaštitnog sloja kapitala razmatra i cjelokupna gospodarska situacija, očekivanja o budućim kretanjima, kao i što je uključena prosudba stručnjaka (engl. *expert judgement*). No, svakako će u budućnosti trebati dosta pažnje posvetiti ovome pitanju.

Nadalje, nekoliko puta je kroz istraživanje spomenut problem GFC krize i baziranja rezultata na njoj, što uvodi određen oblik pristranosti vezan i uz odabir varijabli jer su se uočili nedostaci praćenja pojedinih važnih indikatora cikličnosti rizika i mogućeg



prelijevanja u realni sektor. Ono što je pozitivno što se sada na vrijeme prepoznaju novi izvori rizika, poput *cyber* rizika, klimatskih promjena, rizici vezani uz kriptovalue, itd. pa su već pokrenute inicijative u EU<sup>55</sup> da se kreira podloga s metodološke strane kako pristupiti praćenju takvih rizika i cjelokupnoj analizi ovih novih izvora rizika za financijski sustav. Problematika je kada se uspostavljaju temelji njihova praćenja, s obzirom da u tim slučajevima nije moguće pratiti neku postojeću ustaljenu praksu. Dodatno, kriza uzrokovana korona-virusom je pokazala da koordinirano djelovanje politika doprinosi rješavanju problema kad je on izbio, a radilo se o potpuno novom izvoru moguće materijalizacije rizika u financijskom sustavu. Neizvjesnosti još uvijek postoje u trenutku pisanja ovoga rada, no određene pouke su već shvaćene. No, svakako se uočava da će u budućnosti trebati definirati nove indikatore koji će uključivati i nove oblike praćenja sistemskih rizika.

Treba razmisliti i o načinu sintetiziranja informacija u jedan broj. Iako je korisnost FCI indikatora vezana uz uključivanje korelacijske strukture, model kojim se procjenjuju korelacije nije realističan, zbog pretpostavke jednake dinamike koja determinira sve parove korelacija. Složeniji modeli poput spomenutog DCC-a (engl. *dynamic conditional correlation*, vidjeti odjeljak o načinu agregacije podataka za FCI indikator) se mogu procijeniti tek kada se skupi dovoljan broj opservacija, što valja ispitati u budućnosti. Zato trenutne procijenjene korelacije mogu i iskrivljivati rezultate u jednu ruku ako se radi o pogrešnim procjenama. Zato se indikatori temeljeni na linearnoj kombinaciji vrijednosti pojedinih varijabli za sada mogu koristiti kao polazna točka za određivanje polazne točke u kojoj fazi ciklusa se financijski sustav nalazi. U tom smislu, trenutno se može preporučiti korištenje ICSR indikatora za slučaj Hrvatske, s obzirom da on (iako za jednu krizu) pruža informaciju o ponašanju odabranih varijabli prije financijske krize, a ne komplicira se interpretacija s obzirom na način transformacije varijabli niti njihova kombinacija u samom izračunu. Pritom je korisno istovremeno pratiti i slučaj proširenog ICSR indikatora, ali i užeg indikatore, prema nalazima prema Lang i ostali (2019).

U ovome istraživanju se razmatra povezivanje stope PCK sa svojstvima distribucije kompozitnog indikatora ili pak referentnim razinama pojedinih varijabli iz modela signaliziranja, no u budućnosti se analiza može proširiti na analizu modela profitabilnosti banaka (prema razmatranjima u Lang i Forletta, 2020); ili pak u

---

<sup>55</sup> U obliku različitih radnih skupina, kooperacije Europske središnje banke s centralnim bankama, itd., vidjeti primjere ovdje: <https://www.ecb.europa.eu/paym/cyber-resilience/html/index.en.html> .

kontekstu strest testa (vidjeti Couaillier i Scalone, 2021). Glavni doprinos ovog istraživanja se sastoji u kalibraciji vrijednosti PCK temeljem nekoliko pristupa, gdje vezana literatura često staje, s obzirom na zahtjevnost ovakve analize. Rezultati ovog istraživanja korisni su za nositelje makrobonitetne politike jer s jedne strane sintetiziranjem više informacija u obliku kompozitnih indikatora olakšava praćenje dinamike pojedinačnih varijabli koje ih čine, i s druge strane, daju se smjernice kako određivati visinu PCK s obzirom na ocjenu razine kumulacije sistemskih rizika u sustavu, odnosno ocjenu pozicije ekonomije u financijskom ciklusu. Naravno, već spomenuti problem kalibracije koja ovisi i o specifičnim vrijednostima kretanja indikatora u pretkriznom razdoblju vezanih za GFC krizu i dalje stoji i zato rezultate u ovom istraživanju valja shvatiti kao polaznu točku za buduće revidiranje ove metodologije.

## Literatura

Aikman, D., Kiley, M. T., Lee, S. J., Palumbo, M. G. i Warusawitharana, M. N. (2015.): *Mapping Heat in the U.S. Financial System*. Finance and Economics Discussion Series 2015-059. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System.

Aldasoro, I., Borio, C. i Drehmann, M. (2018.): *Early warning indicators of banking crises: expanding the family*. BIS Quarterly Review, Bank for international settlement.

Alessandri, P., Bologna, P., Fiori, R. i Sette, E. (2015.): *A note on the implementation of a Countercyclical Capital Buffer in Italy*. Occasional papers (questioni di economia e finanza), No. 278. Banca D'Italia.

Alessi, L i Detken, C. (2018.): *Identifying excessive credit growth and leverage*. Journal of Financial Stability, 35, 215-225.

Alexander, C. (1998.): *Risk Management and Analysis: Measuring and Modelling Financial Risk*, Wiley & Sons.

Alexander, C. (2007.): *Moving Average Models for Volatility and Correlation, and Covariance Matrices*. U: Handbook of finance, ur. Fabozzi, F. J., Wiley & Sons.

- Alexander, C. O., i Leigh, C. T. (1997.): *On the Covariance Matrices Used in Value at Risk Models*. The Journal of Derivatives, 4(3), 50–62. doi:10.3905/jod.1997.407974
- Arbatli-Saxegaard, E. C. i Muneer, M. A. (2020.): *The countercyclical capital buffer: A cross-country overview of policy frameworks*. Norges Bank, Staff memo, No. 6/2020.
- Arcand, J. L., Berkes, E. i Panizza, U. (2015.): *Too much finance?*. Journal of economic growth, 20(2), 105-148.
- Babecký, J., Havránek, T., Matěju, J., Rusnák, Šmídková, K. i Vašíček, B. (2014.): *Banking, Debt, and Currency Crises in Developed Countries: Stylized Facts and Early Warning Indicators*. Journal of Financial Stability, 15, 1–17.
- Babić, D. i Fahr, S. (2019.): *Shelter from the storm: recent countercyclical capital buffer (CCyB) decisions*. Dostupno na [https://www.ecb.europa.eu/pub/financial-stability/macprudential-bulletin/html/ecb.mpbu201903\\_04~b8ad0c67e9.en.html](https://www.ecb.europa.eu/pub/financial-stability/macprudential-bulletin/html/ecb.mpbu201903_04~b8ad0c67e9.en.html).
- Bakker, B. (2015.): *The role of wealth in the financial crisis*. Dostupno na: <https://www.weforum.org/agenda/2015/02/the-role-of-wealth-in-the-financial-crisis/>.
- Bank of England (2014.): *The Financial Policy Committee's powers to supplement capital requirements: A Policy Statement*. Bank of England.
- Banque de France (2019.): *Banque de France Bulletin: Financial stability and financial system*. 222/1. Dostupno na: [https://www.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/819103\\_bdf222-1\\_coussin\\_en\\_v4.pdf](https://www.banque-france.fr/sites/default/files/medias/documents/819103_bdf222-1_coussin_en_v4.pdf)
- Barrell, R., Davis, E. P., Karim, D. i Liadze, L. (2010.): *Bank Regulation, Property Prices and Early Warning Systems for Banking Crises in OECD Countries*. Journal of Banking and Finance, 34 (9), 2255–2264.
- BCBS (2011.): *Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems*. Basel Committee on Banking Supervision.
- BCBS (2017.): *Range of practices in implementing the countercyclical capital buffer policy*. Basel Committee on Banking Supervision.
- Behn, M., Detken, C., Peltonen, T. i Schudel, W. (2013.): *Setting Countercyclical Capital Buffers Based on Early Warning Models: Would It Work?*. ECB Working Paper No. 1604. European Central Bank.

- Bernanke, B. S. i Gerlter, M. (1995.): *Inside the black box: the credit channel of monetary policy transmission*. Journal of economic perspectives, 9(4), 27-48.
- Berti, K., Engelen, C. i Vašiček, B. (2017.): *A macroeconomic perspective on non-performing loans (NPLs)*. Quarterly Report on the Euro Area, 16(1), 7-21.
- BIS (2017.): *Range of Practices in Implementing the Countercyclical Capital Buffer Policy*. Bank for International Settlements, June 2017.
- BNB (2018.): *Economic review 2/2018*. Bulgarian National Bank, Dostupno na: [https://www.bnb.bg/bnbweb/groups/public/documents/bnb\\_publication/pub\\_ec\\_r\\_2018\\_02\\_en.pdf](https://www.bnb.bg/bnbweb/groups/public/documents/bnb_publication/pub_ec_r_2018_02_en.pdf).
- BoL (2015.): *Application of the countercyclical capital buffer in Lithuania*. Teminių straipsnių serija, No. 5/2015. Bank of Lithuania working papers.
- Bollen, B. (2014.): *What should the value of lambda be in the exponentially weighted moving average volatility model?.* UNE Business School Occasional Papers, No. 2014-01. University of New England's Business School, Armidale, Australia.
- Borio, C. (2012.): *The Financial Cycle and the Marco-economy: What have we learnt*, BIS Working Paper Series, No. 395. Bank for International Settlement.
- Borio, C. (2014.): *The financial cycle and macroeconomics: what have we learnt?.* Journal of Banking & Finance, 45, 182-198.
- Borio, C. i Drehmann, M. (2009.): *Assessing the risk of banking crises – revisited*. BIS Quarterly Review. Bank for international settlement.
- Borio, C. i Lowe, P. (2002.): *Asset prices, financial and monetary stability: exploring the nexus*. BIS Working Papers, No 114. Bank for international settlement.
- Borio, C. i Zhu, H. (2011.): *Capital regulation, risk-taking and monetary policy: a missing link in the transmission mechanism?.* Journal of Financial Stability, 8(4), 236-251.
- Borio, C., i Drehmann, M. (2009.): *Assessing the Risk of Banking Crises - Revisited*. BIS Quarterly Review, 29–46. Bank for international settlement.
- Bunčić, D. i Melecky, M. (2014.): *Equilibrium credit: The reference point for macroprudential supervisors*, Journal of Banking & Finance, 41, 135-154.

Candelon, B., Dumitrescu, E-I. i Hurlin, C. (2012.): *How to Evaluate an Early-Warning System: Toward a Unified Statistical Framework for Assessing Financial Crises Forecasting Methods*. IMF Economic Review, 60(1), 75-113.

Castro, C., Estrada, Á. i Martínez, J. (2016.): *The countercyclical capital buffer in Spain: An analysis of key guiding indicators*. Working Paper (Documentos de Trabajo), No. 1601. Banco d'España.

Chen, S. i Svirydzenka, K. (2021.): *Financial Cycles – Early Warning Indicators of Banking Crises?*. IMF Working paper, WP/21/116, International Monetary Fund.

Chow, G. C. i Lin, A.-L. (1971.): *Best linear unbiased interpolation, distribution, and extrapolation of time series by related series*. The Review of Economics and Statistics, 53(4), 372–375.

CNB (2020.): *The CNB's approach to setting the countercyclical capital buffer*. Dostupno na: [https://www.cnb.cz/export/sites/cnb/en/financial-stability/.galleries/macprudential\\_policy/countercyclical\\_capital\\_buffer/ccyb\\_methodology.pdf](https://www.cnb.cz/export/sites/cnb/en/financial-stability/.galleries/macprudential_policy/countercyclical_capital_buffer/ccyb_methodology.pdf)

Comelli, F. i Ogawa, S. (2021.): *What Can We Learn from Financial Stability Reports?*. IMF working paper, No. 200. International Monetary Fund.

Comin, D. i Gertler, M. (2006.): *Medium-term business cycles*. The American Economic Review, 96(3), 523–551.

Couaillier, C. i Scalone, V. (2021.): *Risk-to-Buffer: Setting Cyclical and Structural Capital Buffers through Banks Stress Tests*. Banque de France working paper, No. 830. Banque de France.

Coudert, V. i Idier, J. (2016.): *An early warning system for macroprudential policy in France*, Banque de France Working Paper Series, No. 609. Banque de France.

Dahl, G. A., Kloster, T. B., Larsen, U., Rakkestad, K. J., Reisvaag, R., Syvesten, B. D. H. i Træe, C. B. (2011.): *A Cobweb Model of Financial Stability in Norway*, Norges bank publication series Staff Memo, No. 15. Norges Bank.

Detken, C., Weeken, O., Alessi, L., Bonfim, D., Boucinha, M., Castro, C., Frontczak, S., Giordana, G., Giese, J., Wildmann, N., Kakes, J., Klaus, B., Lang, J-H., Puzanova, N. i Welz, P. (2014.): *Operationalising the countercyclical capital buffer: indicator*

*selection, threshold identification and calibration options*, ESRB Occasional Paper Series 5, European Systemic Risk Board.

Doerr, S., Gambacorta, L. i Serena, J. M. (2021.): *Big data and machine learning in central banking*. BIS Working Papers, No. 930, Bank for International Settlements.

Drehmann, M. i Juselius, M. (2012.): *Do debt service costs affect macroeconomic and financial stability?*, BIS Quarterly Review. Bank for International Settlements.

Drehmann, M. i Juselius, M. (2014.): *Evaluating early warning indicators of banking crises: Satisfying policy requirements*, International Journal of Forecasting, 22(3), 493-518.

Drehmann, M., Borio, C. i Tsatsaronis, K. (2012.): *Characterising the financial cycle: don't lose sight of the medium term!*, BIS working papers, No. 380. Bank for International Settlements.

Drehmann, M., Borio, C. i Tsatsaronis, K. (2013.): *Can We Identify the Financial Cycle?*, in: *The Role of Central Banks in Financial Stability How Has It Changed?*, poglavlje 7, 131–156, World Scientific Books, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

Drehmann, M., Borio, C., Gambacorta, L, Jiménez, G. i Trucharte, C. (2010.): *Countercyclical capital buffers: exploring options*, BIS working papers, No. 317. Bank for International Settlements.

Duprey, T. i Klaus, B. (2017.): *How to predict financial stress? An assessment of Markov switching models*. ECB Working Paper, No. 2057. European Central Bank.

ECB (2018.): *A new Financial Stability Risk Index (FSRI) to predict near term risks of recessions i Predicting the likelihood and severity of financial crises over the medium term with a Cyclical Systemic Risk Indicator (CSRI)*. European Central Bank. Dostupno na: <https://www.ecb.europa.eu/pub/financial-stability/fsr/html/ecb.fsr201805.en.html#toc2>

ECB (2019): *Macroprudential policy at the ECB: Institutional framework, strategy, analytical tools and policies*, ur.: Constâncio, V., Occasional Paper Series, No. 227. European Central Bank.

Edge, R. i Meisenzahl, R. (2011.): *The Unreliability of Credit-to-GDP Ratio Gaps in Real Time: Implications for Countercyclical Capital Buffers*, International Journal of Central Banking, 7(4), 261-298.

ESRB (2018a.): *A review of macroprudential policy in the EU in 2017. Special feature B. Use of the countercyclical capital buffer – a cross country comparative analysis*. European Systemic Risk Board.

ESRB (2018b.): *The ESRB handbook on operationalising macroprudential policy in the banking sector*. European Systemic Risk Board. Dostupno na: [https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/reports/esrb.report180115\\_handbook~c9160ed5b1.en.pdf?437ea9aa6f907daf9aa7e9f8b39f38a4](https://www.esrb.europa.eu/pub/pdf/reports/esrb.report180115_handbook~c9160ed5b1.en.pdf?437ea9aa6f907daf9aa7e9f8b39f38a4).

EU i UN (2017.): *Handbook on Cyclical Composite Indicators For Business Cycle Analysis*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. European Union i United Nations.

Feldstein, M. (1992.): *The Budget and Trade Deficits Aren't Really Twins*. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 3966.

Feldstein, M. i Horioka, C. (1980.): *Domestic Saving and International Capital Flows*, The Economic Journal, 90, 314-329.

Finansinspektionen (2021). *Finansinspektionen's approach to setting the countercyclical capital buffer*. Dostupno na: <https://www.finansinspektionen.se/contentassets/4f41f48b00674f42bbd543461080d09f/principer-tillampning-kontracyklisk-kapitalbuffert-eng.pdf>.

Fouliard, J., Howell, M. i Rey, H. (2021): *Answering the Queen: Machine learning and financial crises*. BIS Working Papers, No. 926, Bank for International Settlements.

Galán, J. E. (2019.): *Measuring Credit-to-GDP Gaps. The Hodrick-Prescott Filter Revisited*, Documentos de Trabajo No. 1906, Banco de España.

Galati, G., Hindrayanto, I., Koopman, S. J. i Vlekke, M. (2016.): *Measuring Financial Cycles with a Model-Based Filter: Empirical Evidence for the United States and the Euro Area*, Tinbergen Institute Discussion Papers 16-029/III, Tinbergen Institute.

Geršl, A. i Seidler, J. (2012.): *Credit Growth and Capital Buffers: Empirical Evidence from Central and Eastern European Countries*. ACTA VSFS, 6(2), 91. Research Policy Notes, Czech National Bank.

Giese J., Andersen, H., Bush, O., Castro, C., Farag, M. i Kapadia, S. (2014). *The credit-to GDP gap and complementary indicator for macroprudential policy: evidence from the UK*. International Journal of finance and Economics, 119(3), 457-471.

Grinderslev, O. J., Kramp, P. L., Kronborg, A. F. i Pederson, J. (2017.): *Financial Cycles: Implementing SRISK in a Danish context*, Danmark Nationalbank. Working Paper No. 105. Danmark National Bank.

HNB (2017.): *Financijska stabilnost 18*, Hrvatska narodna banka, dostupno na: <https://www.hnb.hr/documents/20182/1972383/h-fs-18-2017.pdf>.

HNB (2019.): *Odluka o klasifikaciji izloženosti u rizične skupine i načinu utvrđivanja kreditnih gubitaka*, Neslužbeni pročišćeni tekst, Hrvatska narodna banka, ("Narodne novine", br. 114/2017. i 110/2018.).

Hodrick, R. i Prescott, E. (1997.): *Postwar U.S. Business Cycles. An Empirical Investigation*. Journal of Money, Credit, and Banking, 29, 1–16.

IMF (2017.): *Global financial stability report. Is growth at risk?*. Međunarodni monetarni fond, dostupno na: <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR>.

Iossifov, P., K. i Dutra-Schmidt, T. (2021.): *Cyclical Patterns of Systemic Risk Metrics: Cross-Country Analysis*, IMF Working Paper WP/21/28, Washington: Međunarodni monetarni fond.

J.P.Morgan (1996.): *Reuters RiskMetrics™—Technical Document RiskMetrics Technical Document - Fourth Edition*. Dostupno na: <https://www.msci.com/documents/10199/5915b101-4206-4ba0-ae2-3449d5c7e95a>.

Jackson, J. E. (1991.): *A User's Guide to Principal Components*, Wiley & Sons.

Jiménez, G. i Saurina, J. (2006.): *Credit Cycles, Credit Risk, and Prudential Regulation*. International Journal of Central Banking, 65–98.

Jordá, O., Schularick, O. i Taylor, A. M. (2015.): *Leveraged Bubbles*, Journal of Monetary Economics, 76, (Supplement), S1–S20.



- Kakes, J. i Nijskens, R. (2018.): *Size of the banking sector: implications for financial stability*. De Nederlandsche Bank Occasional Studies, No. 6. Nederlandsche Bank.
- Kamin, S., i DeMarco, L. (2012.): *How Did a Domestic Housing Slump Turn into a Global Financial Crisis?*, Journal of International Money and Finance, 31(1), 10–41.
- Kaminsky G., Lizondo, S., i Reinhart, C. (1998.): *Leading Indicators of Currency Crises*, IMF Staff Papers, 45(1). International Monetary Fund.
- Kaminsky, G. L. i Reinhart, C. M. (1999.): *The twin crises: the causes of banking and balance-of-payments problems*, American Economic Review, 89 (3), 473-500.
- Karamisheva, T., Markova, G., Zahariev, B. i Pachedzhiev, S. (2019.): *Financial Cycle in the Bulgarian Economy and Its Interaction with the Business Cycle*. Discussion papers, No. DP/113/2019, Bulgarian National Bank.
- Krugman, P. (1991.): *Has the Adjustment Process Worked?*, Policy Analyses in International Economics, 34. Washington: Institute for International Economics.
- Krygler, D., van Santen, P. (2020.): *A new indicator of risks and vulnerabilities in the Swedish financial system*. Staff Memo. Sveriges Riksbank.
- Kupkovič, P. i Šuster, M. (2020.): *Identifying the Financial Cycle in Slovakia*. NBS working paper, 2/20202. National Bank of Slovakia.
- Laeven, L. i Valencia, F. (2008.): *Systemic Banking Crises: A New Database*. IMF Working Paper No. WP/08/224, Međunarodni monetarni fond.
- Laeven, L. i Valencia, F. (2012.): *Systemic banking crises database: an update*. IMF working paper No. WP/12/163, Međunarodni monetarni fond.
- Laina, P., Nyholm, J. i Sarlin, P. (2015.): *Leading Indicators of Systemic Banking Crises: Finland in a Panel of EU Countries*. Review of Financial Economics 24,18–35.
- Lang, J- H. i Forletta, M. (2020.): *Cyclical systemic risk and downside risks to bank profitability*. Working Paper Series, No. 2405. European Central Bank.
- Lang, J-H., Izzo, C., Fahr, S. i Ruzicka, J. (2019): *Anticipating the bust: a new cyclical systemic risk indicator to assess the likelihood and severity of financial crises*. Occasional Paper Series, No. 219. European Central Bank.

Lo Duca, M., Koban, A., Basten, M., Bengtsson, E., Klaus, B., Kusmierczyk, P., Lang, J-H., Detken, C. i Peltonen, T. (2017.): *A new database for financial crises in European countries*. Occasional paper series, No. 194. European Central Bank.

Lombardi, M. J., Mohatny, M. i Shim, I. (2017.): *The real effects of household debt in the short and long run*. BIS working paper, No 607. Bank for International Settlement.

Mehrling, P. (1999.): *The Vision of Hyman P. Minsky*. Journal of Economic Behavior & Organization, 39, 129-158.

Minsky, H. P. (1975.): *John Maynard Keynes*, New York: Columbia University Press.

Minsky, H. P. (1982.): *Can "it" happen again? Essays on instability and finance*. New York: M. E. Sharpe.

Minsky, H. P. (1986.): *Stabilizing an Unstable Economy*, New Haven: Yale University Press.

Miroslav, P., Konecny, T., Seidler, J. i Hlavac, P. (2015.): *In the Quest of Measuring the Financial Cycle*, Working Papers 2015/05, Czech National Bank.

Miroslav, P., Seidler, J. i Hlaváč, P. (2016.): *A New Measure of the Financial Cycle: Application to the Czech Republic*, Eastern European Economics, 54(4), 296-318.

Ng, T. (2011.): *The predictive content of financial cycle measures for output fluctuations*. BIS quarterly review, 53-65. Bank for International Settlement.

OECD (2012.): *OECD system of composite leading indicators*. Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj, dostupno na: <https://www.oecd.org/sdd/leading-indicators/41629509.pdf>.

Olivei, G. P. (2000.): *The Role of Savings and Investment in Balancing the Current Account: Some Empirical Evidence from the United States*. New England Economic Review, Federal Reserve Bank of Boston, 3-14.

Pfeifer, L. i Hodula, M. (2018.): *A profit-to-provisioning approach to setting the countercyclical capital buffer: the Czech example*. CNB working paper series, No. 5/2018. Czech National Bank.

Plašil, M., Konečný, T., Seidler, J. i Hlaváč, P. (2015.): *In the Quest of Measuring the Financial Cycle*. Working paper series, No. 5/2015. Czech National Bank.

Rinaldi, L. i Sanchis-Arellano, A. (2006.): *Household debt sustainability: what explains household non-performing loans? An empirical analysis*. ECB Working Paper Series No. 570. European Central Bank.

Rünstler, G. i Vlekke, M. (2016.): *Business, Housing, and Credit Cycles*, ECB Working Paper Series No. 1915. European Central Bank.

Rychtarik, Š. (2014.): *Analytical background for the counter-cyclical capital buffer decisions in Slovakia*. Biatec Ročník 22, 4/2014, National Bank of Slovakia.

Rychtárik, Š. (2018.): *Follow-up on ccyb in slovakia: build-up, calibration and release*. Biatec, 26(3), str. 20–24. National Bank of Slovakia.

Schularick, M. i Taylor, A. M. (2012.): *Credit booms gone bust: monetary policy, leverage cycles, and financial crises, 1870-2008*. The American Economic Review, 102(2), str. 1029-1061.

Schüler, Y. S. (2018.): *Detrending and financial cycle facts across G7 countries: mind a spurious medium term!*, ECB Working Paper series, No. 2138. European Central Bank.

Schüler, Y.S., Hiebert, P. i Peltonen, T. (2015.): *Characterising the financial cycle: a multivariate and time-varying approach*. ECB Working Paper Series No. 1846, European Central Bank.

Stojkova, K. (2020.): *Different Approaches to Implementing a Countercyclical Capital Buffer*, Bulletin RBoA. Reserve Bank of Australia. Dostupno na: <https://www.rba.gov.au/publications/bulletin/2020/sep/different-approaches-to-implementing-a-countercyclical-capital-buffer.html>.

Stremmel, H. (2015.): *Capturing the financial cycle in Europe*. ECB Working Paper Series, No. 1811. European Central Bank.

Škrinjarić, T., Bukovšak, M. (2022a.): *Novi indikatori kreditnog jaza u Hrvatskoj: Unapređenje kalibracije protucikličkog zaštitnog sloja kapitala*. Istraživanja HNB-a I-69, Hrvatska narodna banka.

Škrinjarić, T., Bukovšak, B. (2022.b): *Unapređenje kalibracije protucikličkog zaštitnog sloja: novi indikatori kreditnog jaza*, Ekonomska misao i praksa, nadolazeći članak.

Tabachnick, B. G. i Fidell, L. S. (1996.): *Using multivariate statistics*, Needham Heights, MA, Allyn & Beacon.

Töölö, E., Laakkonen, H. i Kalatie, S. (2018.): *Evaluating Indicators for Use in Setting the Countercyclical Capital Buffer*. International Journal of Central Banking, 14(2), str. 51-111.

Valinskytė, N. i Rupeika, G. (2015.): *Leading Indicators for the Countercyclical Capital Buffer in Lithuania*, Occasional Paper Series, No.4/2015, Lietuvos Bankas.

Venditti, F., Coulmba, F. i Sorrentino, A. M. (2018.): *A risk dashboard for the Italian economy*, Banca D'Italia Occasional Papers, No. 425. Bank of Italy.

Wezel, T. (2019.): *Conceptual Issues in Calibrating the Basel III Countercyclical Capital Buffer*, IMF working papers, No. 19/86. International Monetary Fund.

## Dodatak 1 – problematika HP jaza

Priistranost kreditnog jaza dobivenog HP (Hodrick i Prescott, 1997) filtriranjem kako to propisuje ESRB (2014.a) jedan je od problema, zbog toga što u procjenu dugoročnog trenda ulazi i razdoblje kreditne ekspanzije prije globalne financijske krize, nakon čega dolazi do produljenog razdoblja smanjenja vrijednosti jaza (vidjeti Lan i ostali, 2019; Galán, 2019.), što je upravo karakteristika i hrvatskog kreditnog jaza. Nadalje, problematika značajne promjene kreditnog jaza s obzirom na iznenadne promjene vrijednosti BDP-a i posljedično promjene PCK, kao u slučaju šoka zbog pandemije koronavirusa, ne zadovoljava svojstvo otpornosti i stabilnosti indikatora navedenih u Kauko (2012.) i nosi za posljedicu naznačivanja da je potrebno imati pozitivnu stopu PCK, a ekonomija je u situaciji kontrakcije (Repullo i Saurina, 2011; Drehmann i Tsatsaronis, 2014.).

Poznat je i problem određivanja vrijednosti parametra izgladivanja u HP filtru, čija promjena ovisi o pretpostavci duljine kreditnog ciklusa neke zemlje, i s time i velike razlike u vrijednosti kreditnog jaza te posljedično i kalibracija PCK (vidjeti Dell'Ariccia i ostali, 2012.; Rünstler i Vlekke, 2016.; Wezel, 2019.). Korištenje HP filtra za kratke vremenske serije, poput one za hrvatske podatke, je često spominjan problem. Naime, same apsolutne vrijednosti kreditnog jaza se mogu značajno razlikovati u ovisnosti o početnom razdoblju s kojim kreće postupak filtriranja. S time se veže problem početne točke (engl. *first point problem*). Jokipii i ostali (2020.) te Drehmann i Tsatsaronis (2014.) komentiraju ovaj problem. U ovisnosti o tome koja je početna točka za provedbu filtriranja, rezultirajući jazevi se mogu značajno razlikovati. Nije svejedno je li u uzorku početna točka u razdoblju faze gomilanja sistemskih rizika (engl. *build up phase*), ili pak u vrhu ili dnu kreditnog ciklusa. Grafički primjeri se mogu zorno vidjeti u Lang i ostali (2019.). Nadalje, poznat je i problem posljednje točke (engl. *end point problem*). Dodavanje novog podatka početnom uzorku značajno može promijeniti kretanje dugoročnog trenda, vidjeti Canova (1998.), Pedersen (2001.) te Edge i Meisenzahl (2011.). Dobar prediktor financijskog ciklusa treba biti stabilan i ne bi smio značajno mijenjati signal u ovisnosti o dodavanju novog podatka samoj seriji. Dodatno, neka istraživanja za neke zemlje pronalaze slabiju moć signaliziranja kriza temeljem kreditnog jaza kako je propisano Baselom (Geršl i Seidler, 2012.; Rychtarik 2014., Castro i ostali, 2016.; i Plašil i ostali, 2016.). Detaljnije se ovi problemi analiziraju u Škrinjarić i Bukovšak (2022.).

## Dodatak 2 - grafički prikazi i opis varijabli iz poglavlja 3

U dodatku 2 opisuju se varijable koje se koriste u istraživanju u okviru šest kategorija mjera rizičnosti prema ESRB (2014.) preporuci. S obzirom da se radi o velikom broju mogućih mjera i njihovih transformacija, s obzirom na praksu drugih centralnih banaka, ali i rezultata u objavljenoj literaturi, u nastavku se ukratko opisuju same varijable i odabrane transformacije. Predočeni su izvorni oblici varijabli, te njihove jednogodišnje i anularizirane dvogodišnje promjene ili stope rasta, kao i jazevi dobiveni HP filtrom, uz parametre izgladivanja u vrijednostima 1.600 (pretpostavka trajanja poslovnog ciklusa 7.5 godina), te 25.600, 85.000, 125.000 i 400.000, s obzirom na pretpostavku trajanja kreditnog ciklusa koji traje od 2 do 4 puta dulje u odnosu na poslovni ciklus<sup>56</sup>. Ono što se može primijetiti jest da dvogodišnja dinamika nekih varijabli često ima sličnu dinamiku kao i HP jaz za parametar izgladivanja 1.600, pa se preferira odabir dvogodišnje promjene jer je izgladenija u odnosu na sam jaz u većini slučajeva. Ovo je bitno za stabilniji pokazatelj kako bi i kalibracija PCK vrijednosti bila stabilnija.

### D.1. Mjere vezane uz precjenjivanje cijena nekretnina

Slika D.1. predočava kretanje mjera vezanih uz precjenjivanje cijena nekretnina zajedno s njihovim transformacijama. Ako se, primjerice, razmotri ICSN (indeks cijena stambenih nekretnina), rast indeksa je zabilježen u razdoblju prije posljednje GFC, nakon čega dolazi do kontrakcije indeksa u narednim godinama, sve do 2018. godine, u kojoj se uočava ponovni snažni rast, pri čemu je vrijednost nominalnog ICSN-a u 2020. premašio maksimum iz 2008. godine. Cjenovni pritisci se ponovno odražavaju na tržištu nekretnina, već nekoliko posljednjih godina za redom. Slična je dinamika prisutna i u ostalim mjerama. Zbog veće volatilnosti jednogodišnjih stopa rasta, razmatraju se i anularizirane dvogodišnje stope rasta, kao i jazevi dobiveni HP filtrom. I kompozitni indikator odstupanja cijena stambenih nekretnina od fundamenata (panel i, j) upućuje na iste zaključke, s obzirom da on sažima informacije o kretanjima iz prethodnih panela i šest pokazatelja na njima u jednu informaciju.

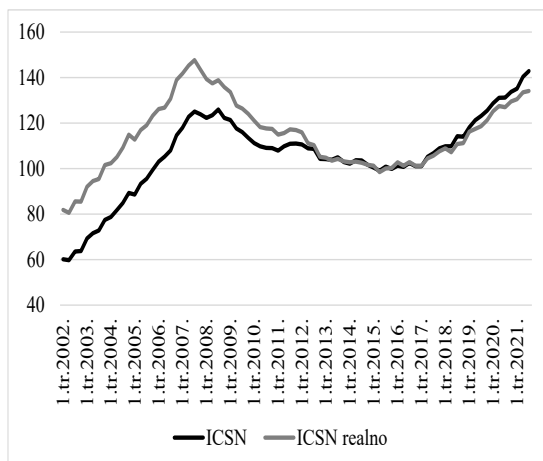
U slučaju korištenja varijabli u okviru ove kategorije mjera rizika, s obzirom na kratke vremenske serije, dvogodišnja dinamika daje kvalitetniju informaciju s obzirom da je za procjenu jednostranih HP jazeva (panel j) potrebno fiksirati početno razdoblje procjene,

<sup>56</sup> Vidjeti detaljna pojašnjenja u Drehmann i ostali (2010.), Rünstler i Vlekke (2016.) ili Galáti i ostali (2016.).

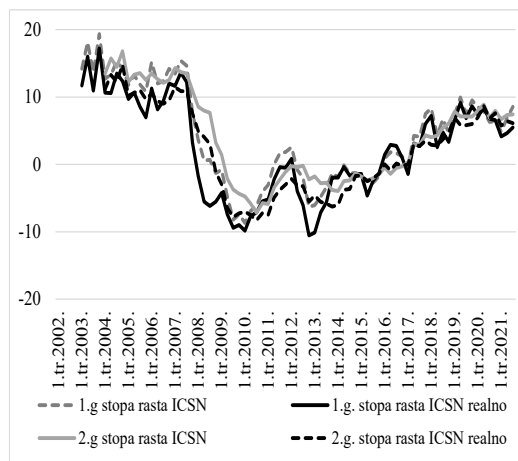
za koje je dinamika kretanja varijabli veoma blizu HP trend vrijednosti, a s druge strane dvostrani jazevi (panel i) nisu pogodni jer se temelje na pretpostavci da u zadnjem tromjesečju u kojem su dostupni podaci imamo informacije o budućnosti. No, radi potpunosti se kao i za ostale kategorije mjera predočavaju različite transformacije kako bi bilo jasnije zašto određena transformacija ulazi u kompozitni indikator ili ne, te zašto ima bolju ili lošiju moć signaliziranja prethodne krize.

**Slika D.1. Varijable vezane uz mjere precjenjivanja cijena nekretnina i njihove razne transformacije**

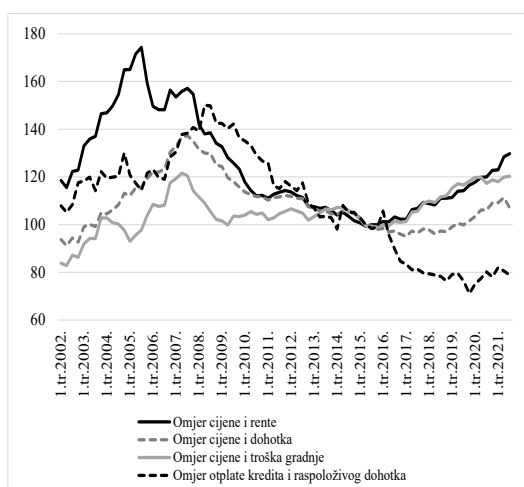
a. Indeksi cijena nekretnina, u indeksnim bodovima



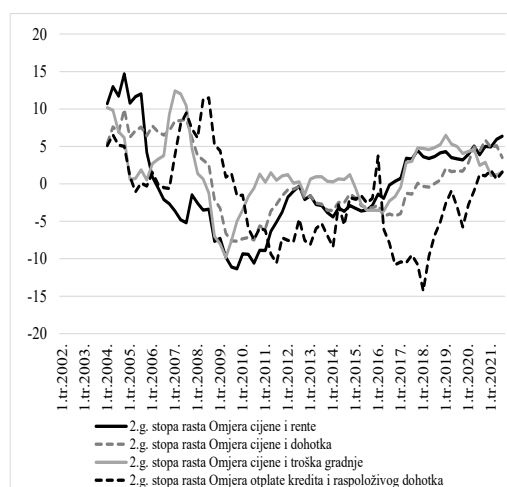
b. Stope promjene indeksa cijena nekretnina



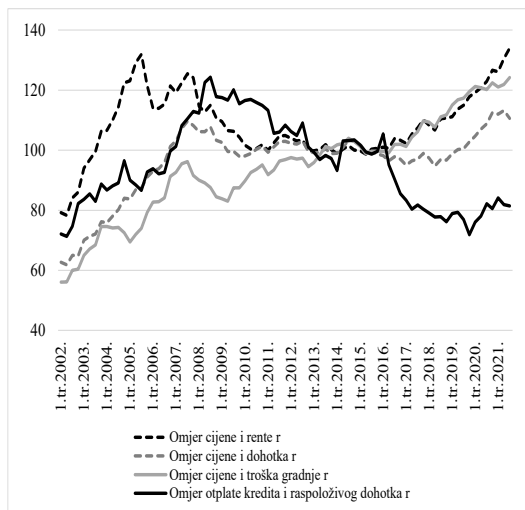
c. Odabrani omjeri vezani uz cijene nekretnina – realni, u indeksnim bodovima



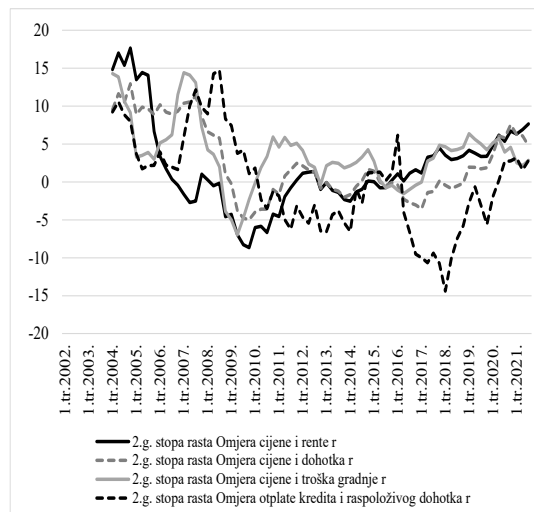
d. Stope promjene odabranih omjera u c.



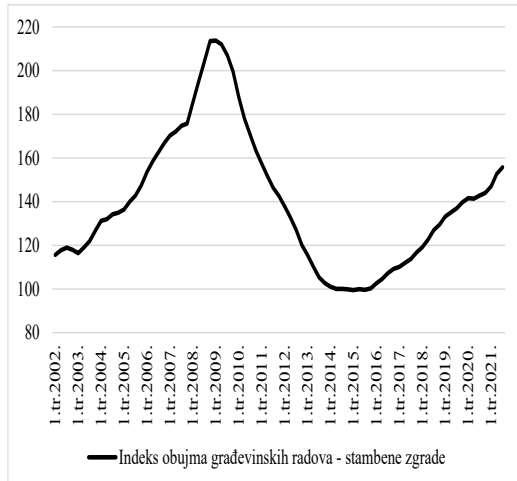
e. Odabrani omjeri vezani uz cijene nekretnina – nominalni, u indeksnim bodovima



f. Stope promjene odabranih omjera u e.



g. Indeks obujma građevinskih radova - stambene zgrade, u indeksnim bodovima

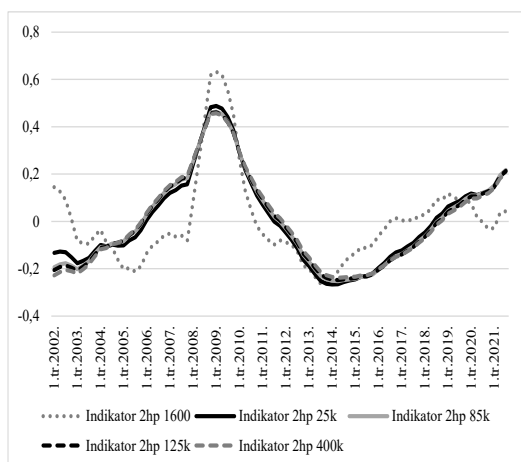


h. Stope promjene indeksa obujma građevinskih radova

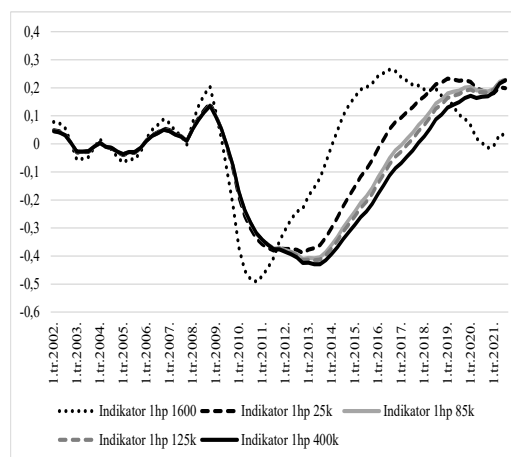




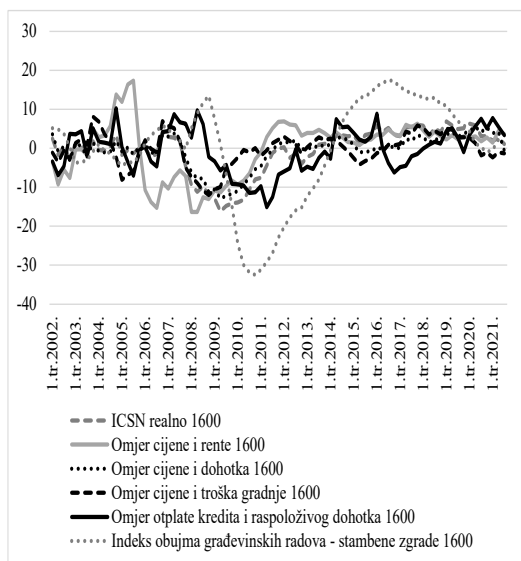
i. Indikator odstupanja cijena nekretnina od fundamenata – dvostrani HP jaz, razne lambde



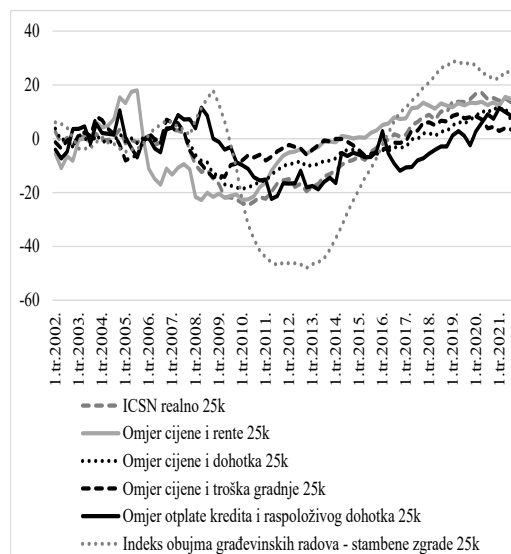
j. Indikator odstupanja cijena nekretnina od fundamenata – jednostrani HP jaz, razne lambde



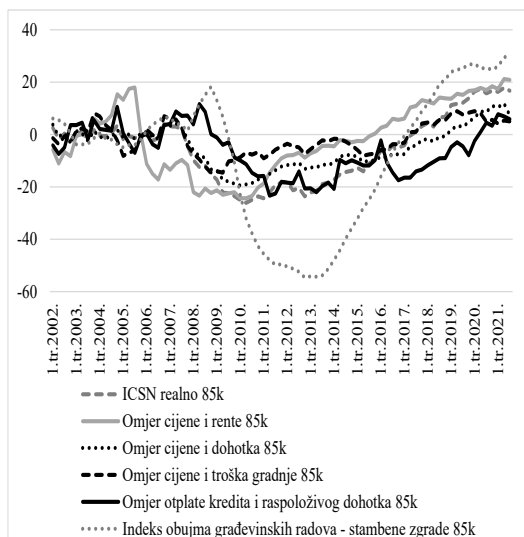
k. HP jazevi za odabrane mjere, lambda 1.600, jednostrani jaz



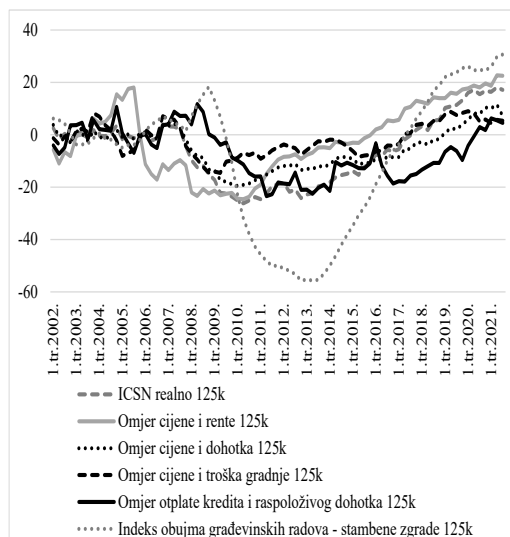
l. HP jazevi za odabrane mjere, lambda 25.600, jednostrani jaz



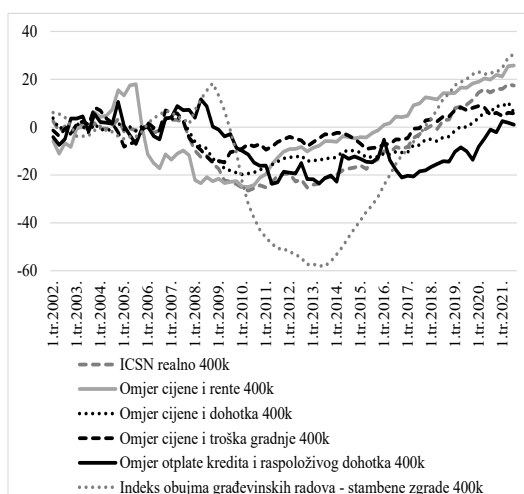
m. HP jazevi za odabrane mjere, lambda 85.000, jednostrani jaz



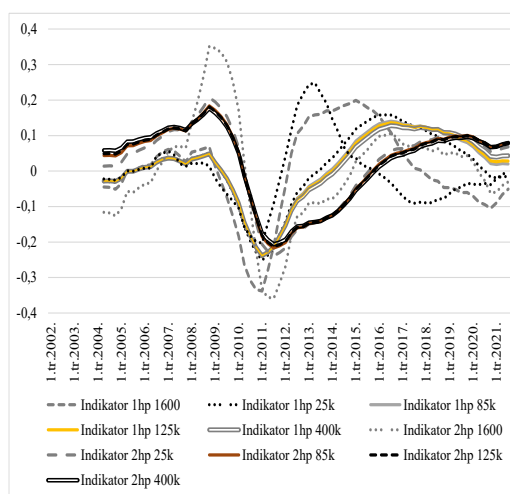
n. HP jazevi za odabrane mjere, lambda 125.000, jednostrani jaz



o. HP jazevi za odabrane mjere, lambda 400.000, jednostrani jaz



p. Indikator odstupanja cijena nekretnina od fundamenata, dvogodišnje promjene



Napomena: dvogodišnje stope rasta su analizirane na godišnju razinu. Oznaka "r" označava realno "1hp" i "2hp" jaz dobiven jednostranim, odnosno dvostranim HP filtrom.

Izvor: HNB, izračun autorice

## D.2. Mjere kreditne dinamike

Kreditna dinamika prikazana je na slici D.2, gdje je vidljiv izuzetan rast kreditiranja početkom 2000. godina, posebice sektoru kućanstva. Naglo smanjenje kreditiranja je prisutno u svim obuhvaćenim mjerama u 2009. godini, nakon čega je rast kreditiranja bio prigušen nekoliko godina, posebice u sektoru poduzeća. Međutim, u sektoru kućanstva se uočava rast kreditiranja ponovno od 2017. godine naovamo. Jednogodišnje i dvogodišnje promjene kreditiranja su pozitivne već nekoliko godina za redom, što upućuje na oporavak kreditne dinamike u odnosu na prethodno razdoblje krize. S obzirom na tu dinamiku, kreditni jazevi dobiveni statističkim filtriranjem razmatranih serija rastu i zatvaraju se na kraju promatranog razdoblja. Ono što je karakteristično za kreditnu dinamiku jest da promjene na razini jedne ili dvije godine mogu imati puno veću volatilitnost u odnosu na ispravan odabir HP jaza. Poseban problem za slučaj hrvatskih podataka je dinamika tih promjena ili stopa rasta početkom 2000., kada se zbog financijskog produbljanja radi o najvećem zabilježenom rastu kredita (panel b, c ili d). Zbog toga se može javiti velika pristranost kompozitnog indikatora prema ekstremno velikim vrijednostima u tom razdoblju, te može biti problematično kod kalibracije PCK vrijednosti.

Kako se kreditni jaz za ukupne kredite koji se koristi za kalibraciju PCK vrijednosti temelji na HP filtru, za veću usporedivost se mogu koristiti i HP jazevi za slučaj kredita kućanstvima i poduzećima. Time se spomenuti problem velikog rasta kredita ublažava, i sam kompozitni indikator neće biti pod tolikim utjecajem kreditnog rasta u određenim razdobljima.

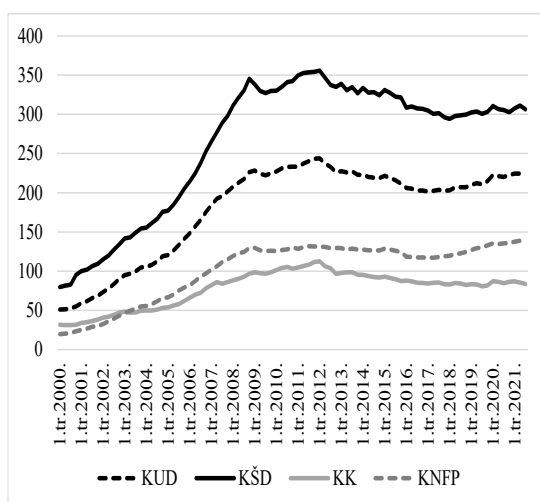
U nekim istraživanjima se razmatraju promjene kreditnih omjera, pa se i takva transformacija razmatra u ovome istraživanju, no na panelu j se uočava slična dinamika dvogodišnjih promjena vrijednosti kredita kao i kreditnih omjera. No, radi potpunosti usporedbi, razmatraju se sve transformacije na slici D.2. Zadnjih nekoliko panela na slici D.2. (paneli k.-s.) predočavaju jazeve kredita, kao i jazeve kreditnih omjera, s obzirom da se statistički jazevi dobiveni HP filtrom najčešće koriste u istraživanjima, ali i u primjeni u centralnim bankama.

Dozvoljavaju se različite vrijednosti parametra izgladivanja, s obzirom da nije poznato trajanje kreditnog ciklusa u Hrvatskoj. Relativno kratke vremenske serije financijskih varijabli otežavaju procjenu duljine trajanja kreditnog ciklusa u Hrvatskoj, pa se prema nalazima iz literature pretpostavlja da je ono od 2 do 4 puta dulje u odnosu na poslovni ciklus. U HP filteru se stoga koriste različite vrijednosti parametara izgladivanja

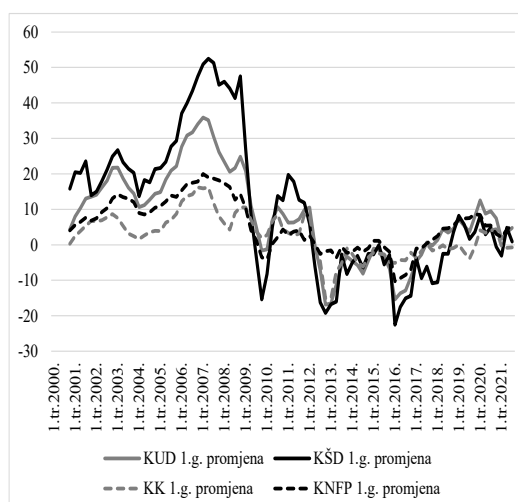
(lambda): 25.600, 85.000, 125.000 i 400.000, pri čemu veći parametar pretpostavlja dulje trajanje financijskog ciklusa (vidjeti prethodnu fusnotu).

**Slika D.2. Kreditna dinamika, vrijednosti kredita i različite transformacije**

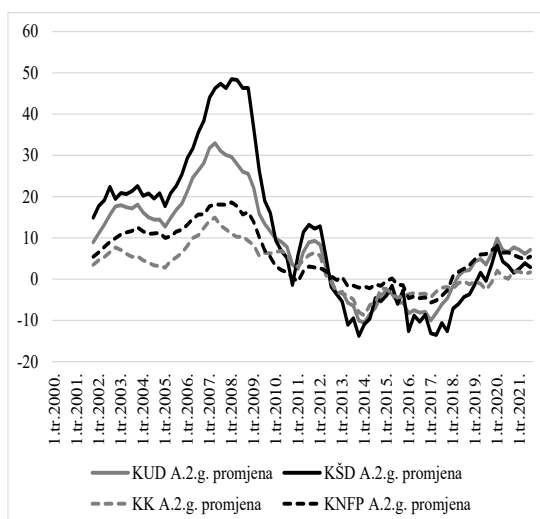
a. Krediti uža i šira definicija, bankovni krediti kućanstvima i nefinancijskim poduzećima, u mlrd kn



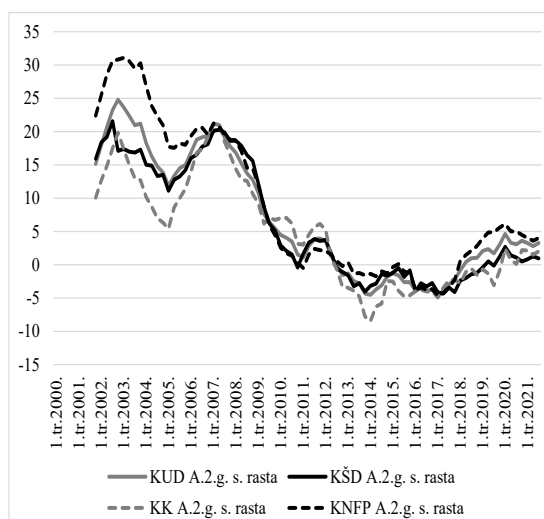
b. Jednogodišnje promjene kredita u a.



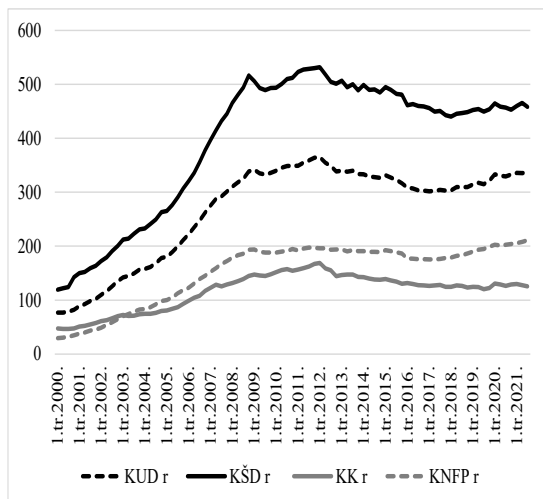
c. Dvogodišnje promjene kredita u a.



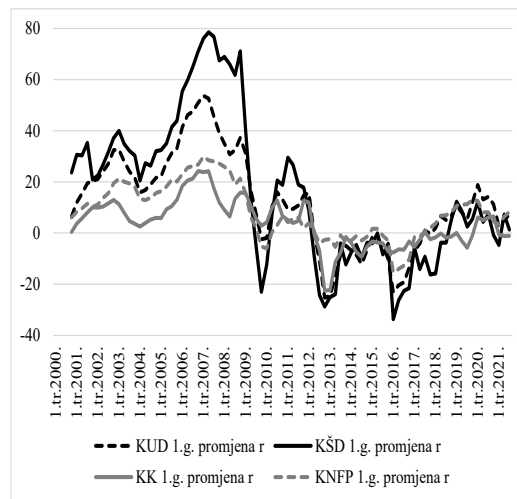
d. Dvogodišnje stope rasta kredita u a.



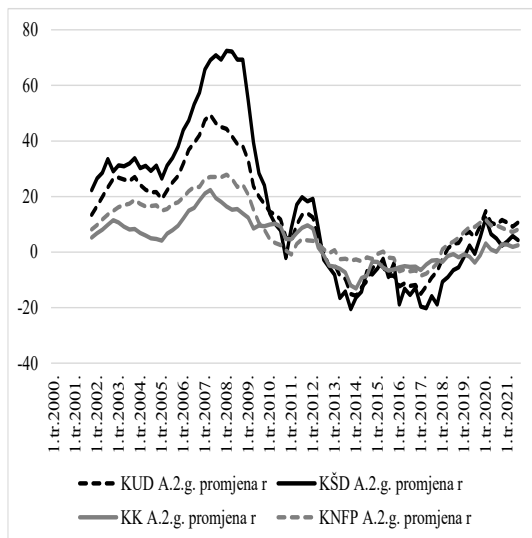
e. Krediti uža i šira definicija, bankovni krediti kućanstvima i nefinancijskim poduzećima, u mlrd kn, realni



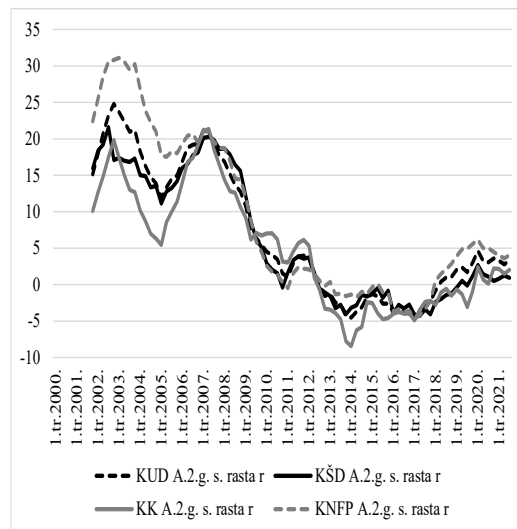
f. Jednogodišnje promjene kredita u e.



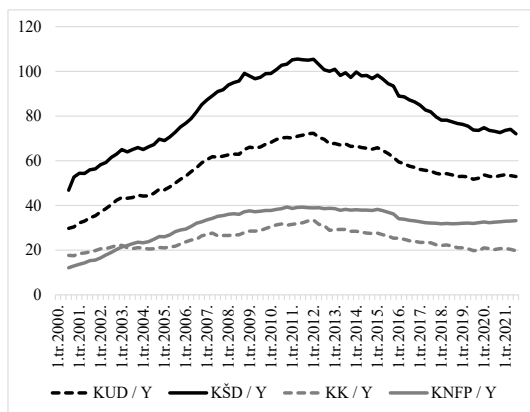
g. Dvogodišnje promjene kredita u e.



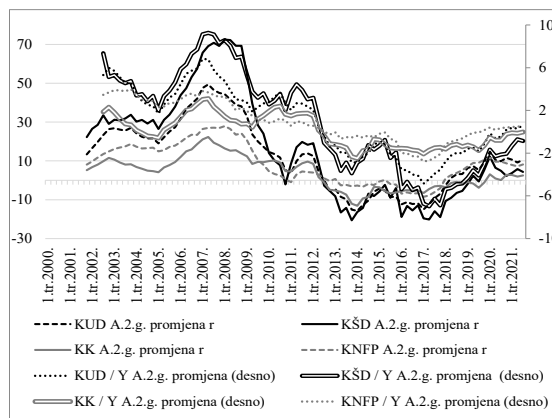
h. Dvogodišnje stope rasta kredita u e.



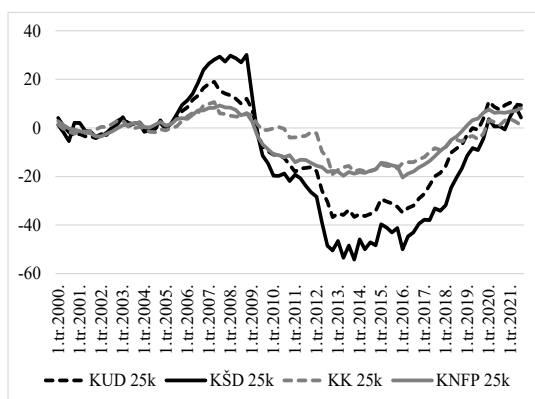
i. Omjer kredita iz a. i BDP-a



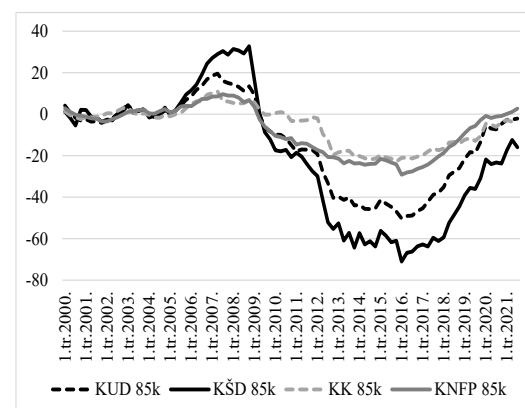
j. Usporedba dvogodišnjih promjena kredita iz a. i omjera iz i.



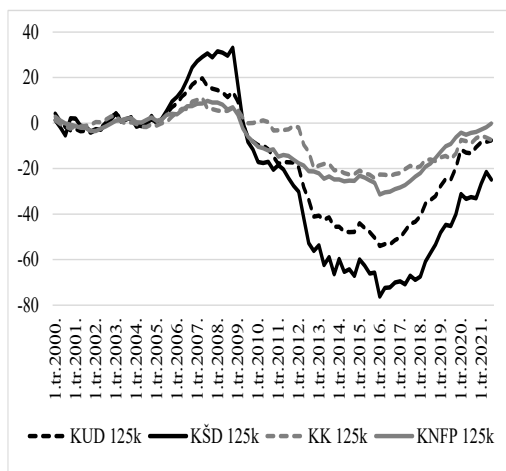
k. Kreditni jazevi za kredite u a., lambda 25.600



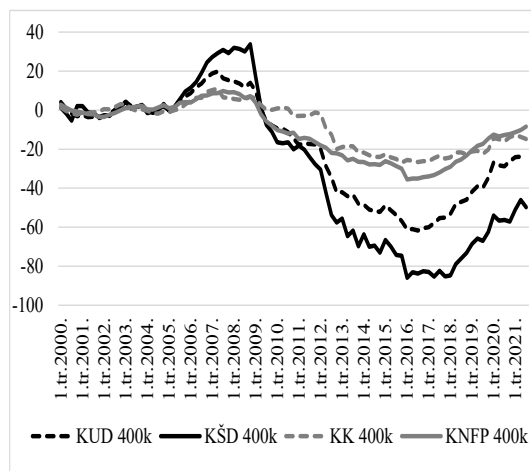
l. Kreditni jazevi za kredite u a., lambda 85.000



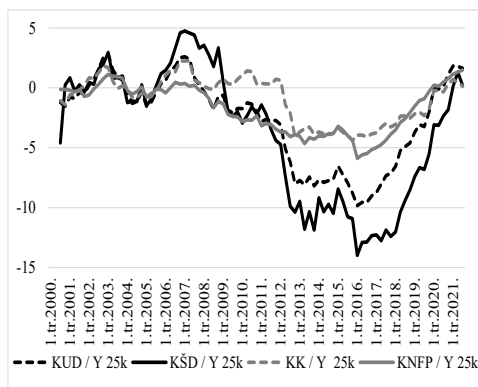
m. Kreditni jazevi za kredite u a., lambda 125.000



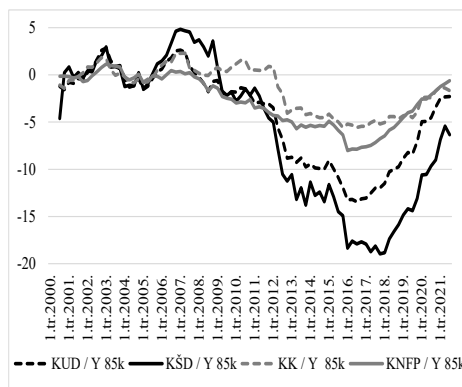
n. Kreditni jazevi za kredite u a., lambda 400.000



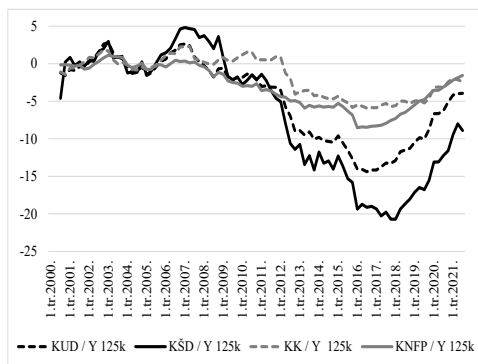
o. Kreditni jazevi za kreditne omjere, lambda 25.600



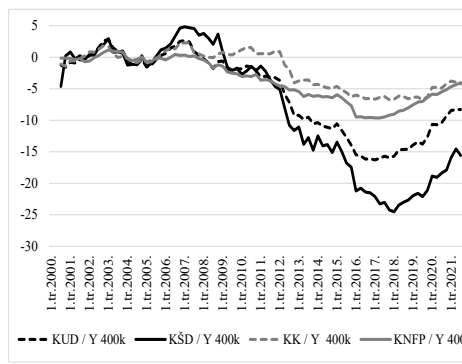
p. Kreditni jazevi za kreditne omjere, lambda 85.000



q. Kreditni jazevi za kreditne omjere, lambda 125.000



r. Kreditni jazevi za kreditne omjere, lambda 400.000



Napomena: KUD, KŠD, KK i KNFP označavaju kredite užu definiciju, kredite širu definiciju, kredite kućanstvima i kredite nefinancijskim poduzećima, "A" je anualizirano, "r" označava realno. Omjeri kredita i BDP-a su izračunati na način da je vrijednost kredita u tekućem tromjesečju podijeljen sa zbrojem BDP-a iz tekućeg i prethodna tri tromjesečja. Kreditni omjeri u o. i odgovarajuće transformacije u p. – s. se odnose na opisane omjere kredita i BDP-a.

Izvor: HNB, izračun autorice

### D.3. Mjere vanjskih neravnoteža

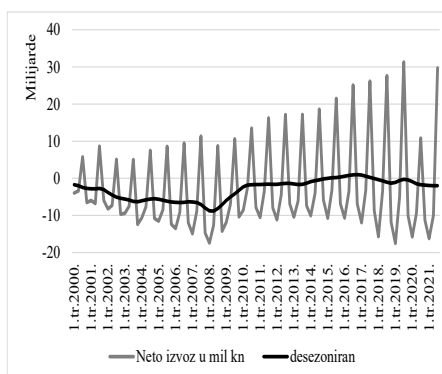
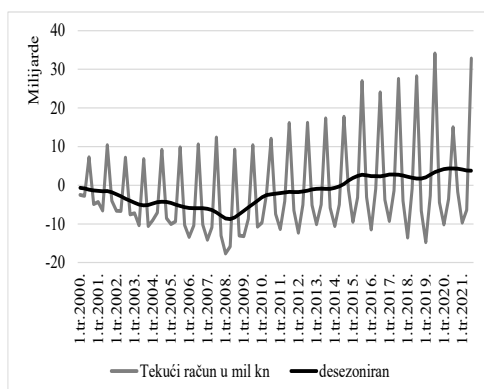
Slika D.3 prikazuje kretanje vrijednosti tekućeg računa, neto izvoza i kapitalnog računa, te uvjete razmjene, kao i njihove različite transformacije. Većina literature usmjerava se na tekući račun (vidjeti Plašil i ostali, 2014.; 2016.; Kupkovič i Šuster, 2020.), no u nekim pristupima se razmatraju i neto izvoz te kapitalni račun, ali i bruto inozemni dug. Zato se u kategoriji mjera vanjskih neravnoteža u ovome istraživanju razmatraju sve

mogućnosti. Veliki deficit na tekućem računu je prisutan u razdoblju sve do vrhunca ekonomske ekspanzije, nakon koje je uslijedila GFC i recesija u Hrvatskoj. Višegodišnji oporavak je trajao sve do 2016. godine, od kada se ostvaruje suficit. Dinamika kapitalnog računa je puno volatilnija na panelu e., što može stvarati probleme u analizi. Zato se razmatraju i promjene, kao i statistički jazevi, s obzirom da promjene (vidjeti panel h. kao primjer) karakterizira prevelika promjenjivost kroz vrijeme, što bi kompozitnom indikatoru doprinosilo veću promjenjivost, a time i kasnije kalibraciju protucikličkog zaštitnog sloja kapitala. Kako je ova skupina mjera više vezana uz poslovni ciklus nego kreditni, u slučaju korištenja HP jazeva razmatraju se manje vrijednosti parametra izgladivanja, ili pak promjene.

S obzirom da suficit tekućeg računa ne predstavlja kumulaciju sistemskih rizika, varijabla saldo se u analizi množi s vrijednošću  $-1$  kako bi povećanje ovog pokazatelja predstavljalo upravo to (vidjeti Karamisheva i ostali, 2021.). Slično vrijedi i za neto izvoz te uvjete razmjene. One serije koje su pod izrazitim učinkom sezone su, naravno, desezonirane prije daljnjih transformacija i korištenja u analizi.

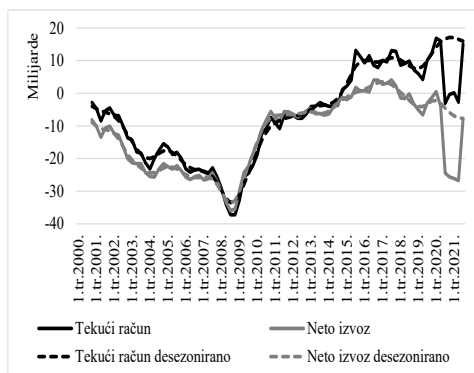
### Slika D.3. Mjere vanjskih neravnoteža i transformacije

a. Kretanje tekućeg računa, u mlrd HRK      b. Kretanje neto izvoza, u mlrd HRK

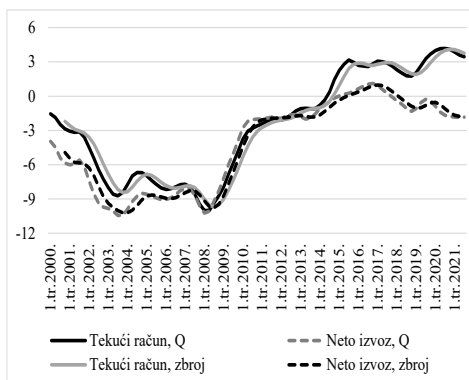




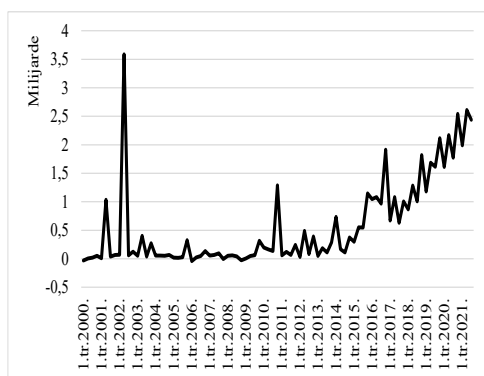
c. Pomične sume vrijednosti za a. i b. (nesezonirano)



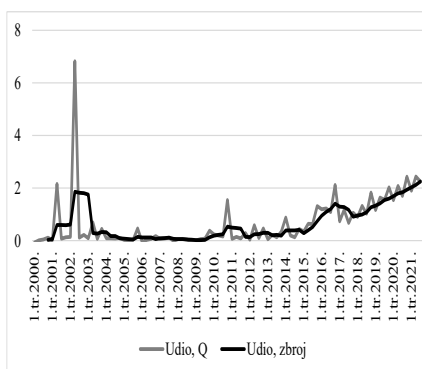
d. Udio tekućeg računa i neto izvoza u BDP-u, desezonirane vrijednosti, u %



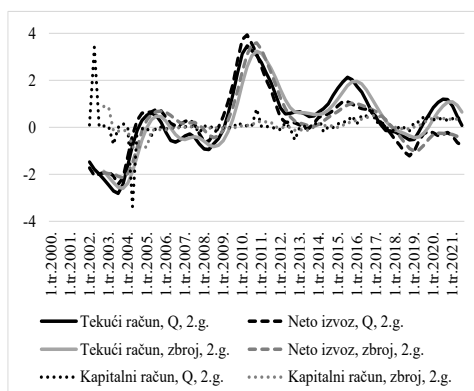
e. Kretanje kapitalnog računa, u mlrd HRK



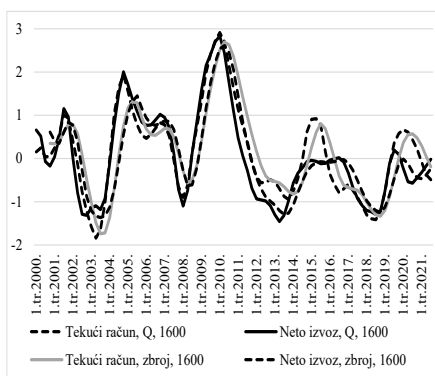
f. Udio kapitalnog računa u BDP-u, u %



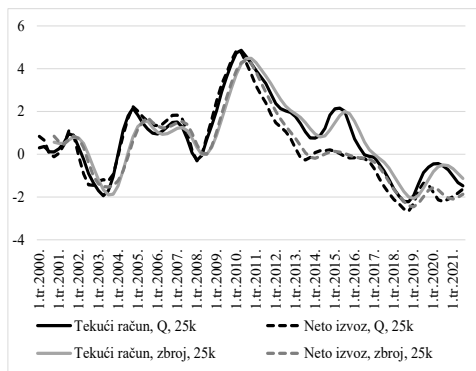
g. Promjene kretanja udjela tekućeg i kapitalnog računa te neto izvoza u BDP-u



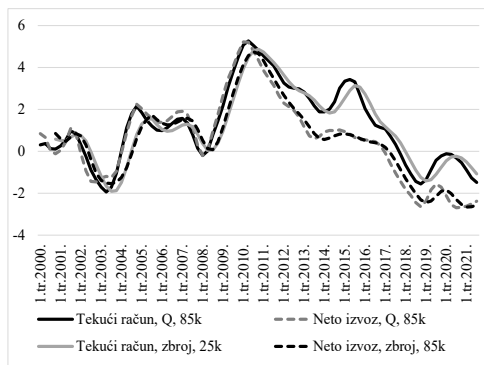
h. Jazevi kretanja udjela tekućeg računa i neto izvoza u BDP-u, lambda 1.600



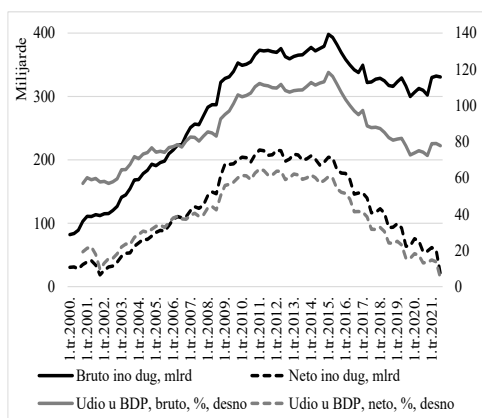
i. Jazevi kretanja udjela tekućeg i kapitalnog računa te neto izvoza u BDP-u, lambda 25.600



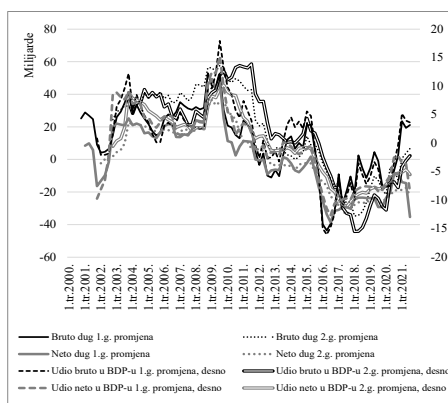
j. Jazevi kretanja udjela tekućeg i kapitalnog računa te neto izvoza u BDP-u, lambda 85.000



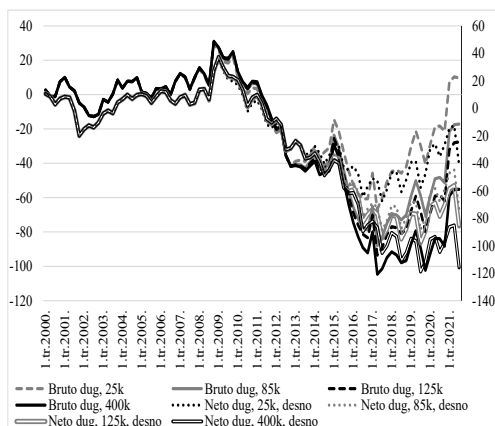
k. Bruto i neto inozemni dug



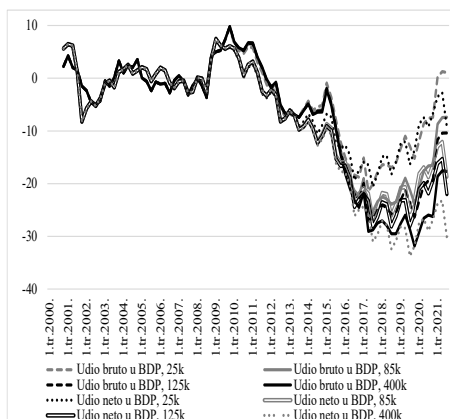
l. promjene duga u k.



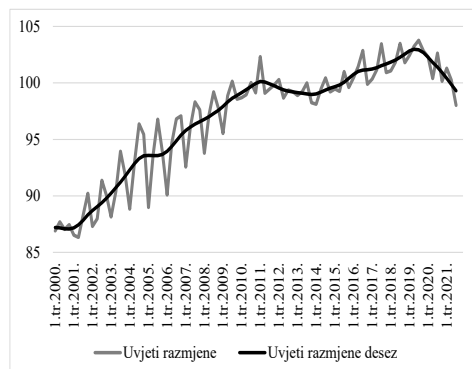
m. Jaz bruto i neto inozemnog duga iz k., razine



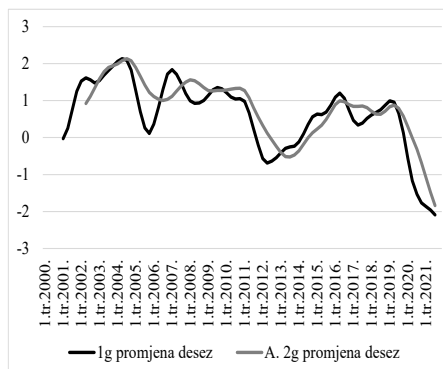
n. Jaz bruto i neto inozemnog duga u k., udio u BDP



o. Uvjeti razmjene



p. Promjena uvjeta razmjene



Napomene: pomične sume u c. se odnose na zbroj vrijednosti u tekućem i prethodna tri tromjesečja, "Q" označava izračun omjera temeljem vrijednosti u tekućem kvartalu, "zbroj" označava izračun omjera temeljem pomičnih suma. Uvjeti razmjene je omjer deflatora izvoza i deflatora uvoza pomnožen sa 100%. "desez" označava desezonirano.

Izvor: HNB, izračun autorice

#### D.4. Mjere rizičnosti bilanci kreditnih institucija

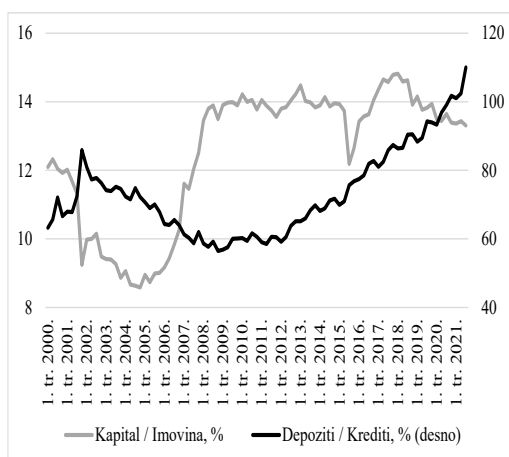
U kategoriji mjera rizičnosti bilanci kreditnih institucija razmatra se LR omjer, koji se računa kao omjer kapitala banke u odnosu na ukupnu imovinu. Slika D.4. prikazuje LR omjer i odgovarajuće promjene i stope rasta. S obzirom da veći LR omjer znači da je banka bolje pripremljena za apsorpciju gubitaka, potrebno ga je pomnožiti s – 1 prije nego se razmatra u analizi, u svrhu interpretacije kumuliranja rizika (to je učinjeno i u drugim vezanim istraživanjima, vidjeti Karamisheva i ostali, 2019.).

Druga mjera snage bilanci banaka je omjer kredita i depozita privatnome sektoru (engl. *loan to deposits ratio*, LTD), s obzirom da su dodatan izvor ranjivosti financijskog sustava volatilnosti u načinu kako se banke financiraju, točnije ako banke svoje financiranje previše oslanjaju na nestabilne izvore financiranja (Bank of England, 2014.). Kako se depoziti obično smatraju stabilnim izvorom financiranja (Krygier i Santen, 2020.), omjer kredita i depozita je istražen u literaturi za predviđanje financijskih ciklusa (Alessandri i ostali, 2015.; Drehmann i Juselius, 2014.; Giese i ostali, 2014.; Rychtarik, 2014.). Na slici D.4. je također prikazana dinamika omjera kredita i depozita, kao i njene transformacije.

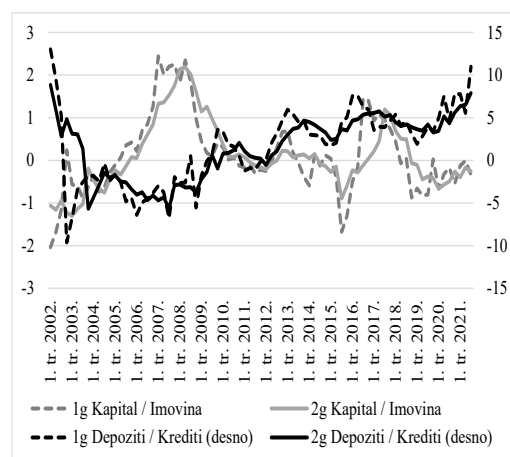
Konačno, razmatraju se i udio imovine kreditnih institucija u BDP-u, te udio neprihodonosnih (NPL, engl. *nonperforming loans*) kredita u ukupnima i njihove transformacije. Dok literatura pronalazi vezu između većine bankarskog sektora i mjerama sistemskog rizika u ekonomiji (vidjeti detaljno u Kakes i Nijskens, 2018.), Berti i ostali (2017.) pronalaze da NPL-ovi predstavljaju strukturni problem euro područja, vezan uz poslovni ciklus, čija dinamika kaska za predviđanje buduće kumulacije sistemskih rizika. To je vidljivo i u slučaju hrvatskih podataka (panele g i h).

**Slika D.4. Mjere rizičnosti bilanci kreditnih institucija i njihove transformacije**

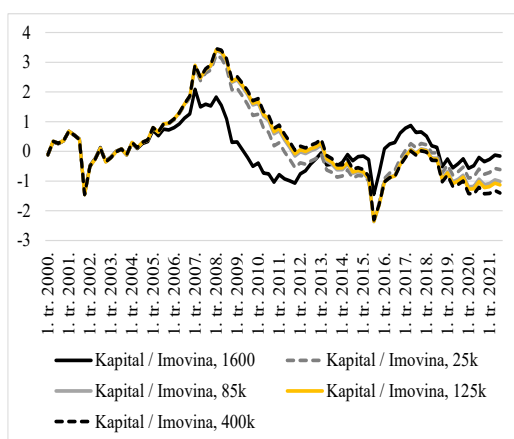
a. Omjer kapitala i ukupne imovine i omjer kredita i depozita privatnog sektora



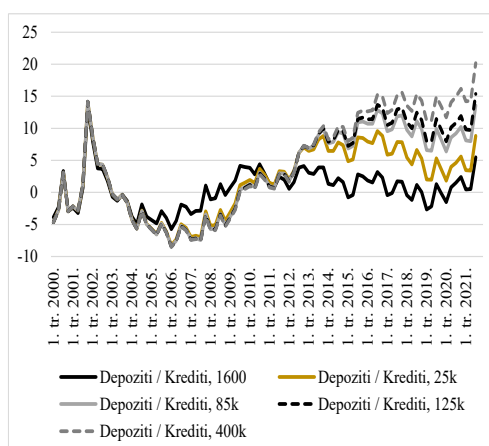
b. Promjene omjera iz a.



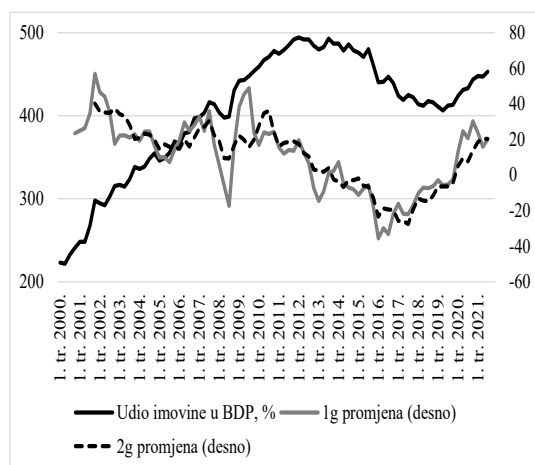
c. Jazevi omjera iz a., kapital u imovini



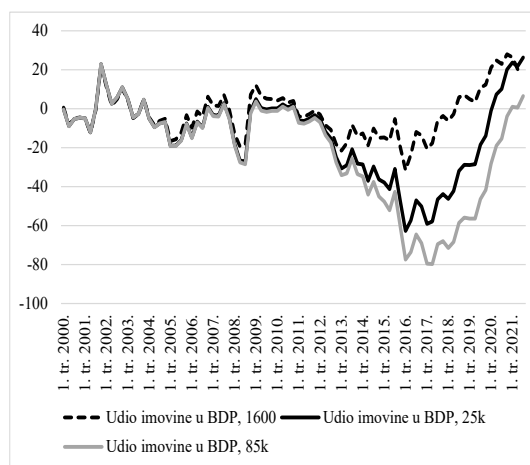
d. Jazevi omjera iz a., depoziti u kreditima



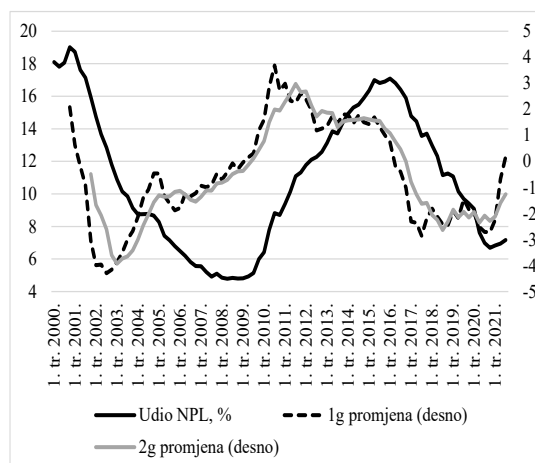
e. Udio imovine u BDP-u, % i promjene



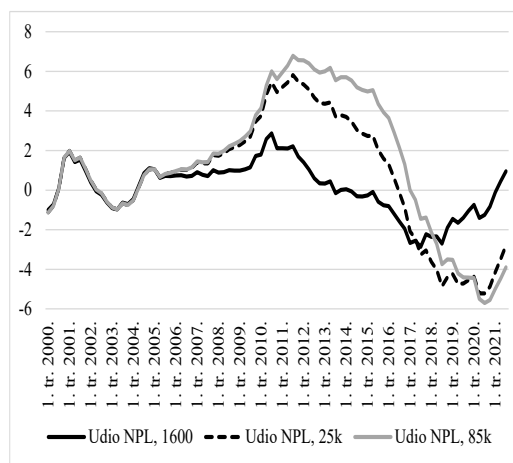
f. HP jazevi za udio imovine u BDP-u iz e.



g. Udio NPL-ova u ukupnim kreditima, % i promjene



h. HP jazevi za udio NPL-ova iz g.



Napomene: Sve transformacije su predočene bez množenja s -1, što je naknadno učinjeno prije korištenja za kompozitne indikatore. Dvogodišnje promjene su anualizirane.

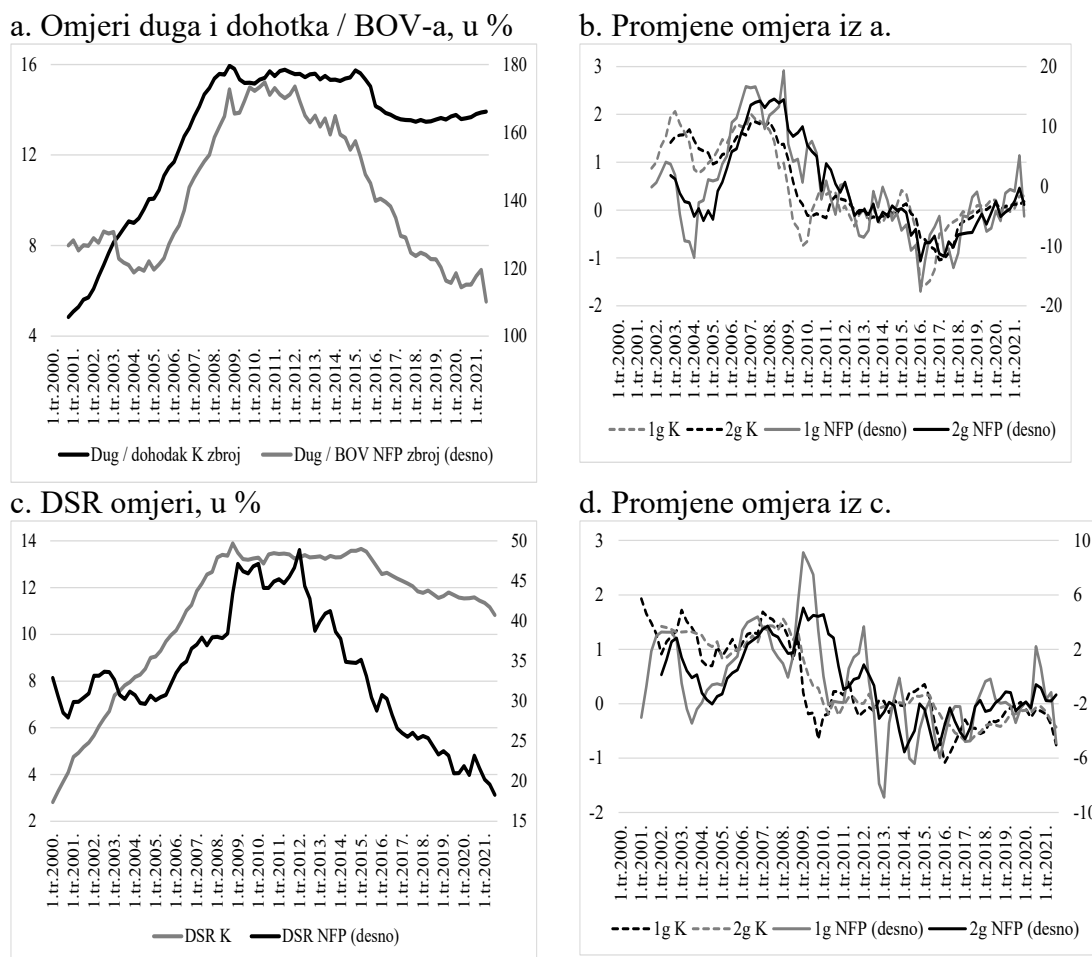
Izvor: HNB, izračun autorice

## D.5. Mjere opterećenosti privatnog sektora dugom

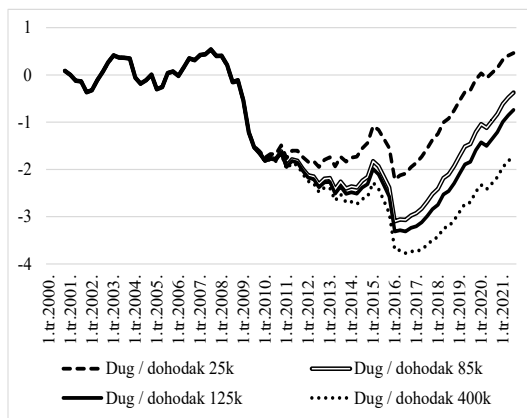
S obzirom na prethodnu literaturu, tipične mjere opterećenosti privatnog sektora dugom koje se koriste (i u ovom) istraživanju su omjer ukupnog duga i dohotka za sektor kućanstava, odnosno omjer ukupnog duga i bruto operativnog viška (BOV) za sektor poduzeća, pri čemu se razmatra omjer duga u tekućem tromjesečju i zbroja dohotka ili BOV-a u tekućem i prethodna tri tromjesečja. Njihove vrijednosti i transformacije su predočene na slici D.5., gdje se uočava da je dinamika ovih varijabli više vezana uz

kreditni ciklus, jer su promjene (panel b i c) prevolatilne, dok jazevi dobiveni HP filtrom rezultiraju sa izgladenijim nizovima. Nadalje, razmatraju se i omjeri servisiranja duga, posebno za sektor kućanstva u odnosu na sektor poduzeća (DSR omjeri, engl. *debt service ratio*), također na slici D.5. uočava se povećanje opterećenja dugom oba sektora u pretkriznom razdoblju tijekom 2000.-ih godina, nakon čega je uslijedilo višegodišnje razduživanje sektora poduzeća. Posljednjih nekoliko godina (desni panel) se bilježi umjereno povećanje ovih pokazatelja (vidljivo na panelima gdje su predloženi jazevi, paneli e do h).

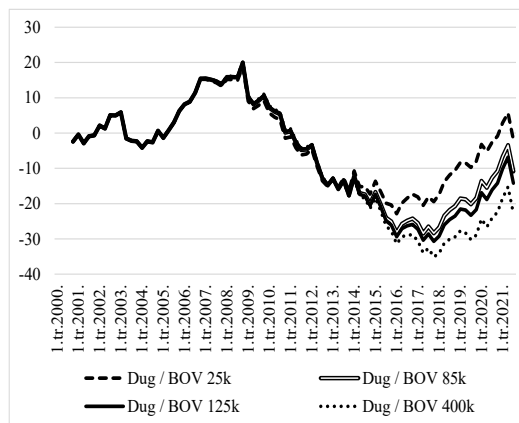
**Slika D.5. Mjere opterećenosti privatnog sektora dugom i odabrane transformacije**



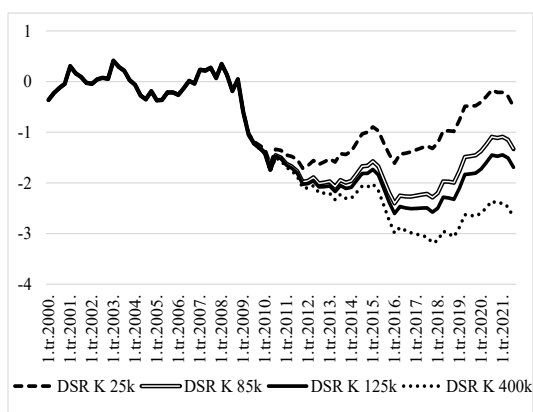
e. HP jazevi omjera u a., K



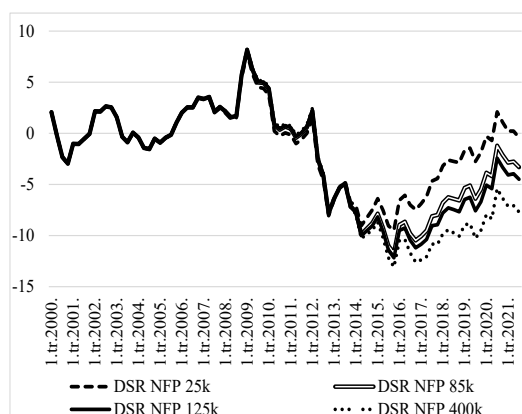
f. HP jazevi omjera u a., NFP



g. HP jazevi DSR omjera, K



h. HP jazevi DSR omjera, NFP



Napomena: BOV označava bruto operativni višak, DSR označava engl. debt service ratio, K i NFP označavaju kućanstva i nefinancijska poduzeća, "zbroj" označava omjer duga i zbroja dohotka ili BOV-a u tekućem i prethodna tri tromjesečja.

Izvor: HNB, izračun autorice

## D.6. Mjere krivog vrednovanja rizika

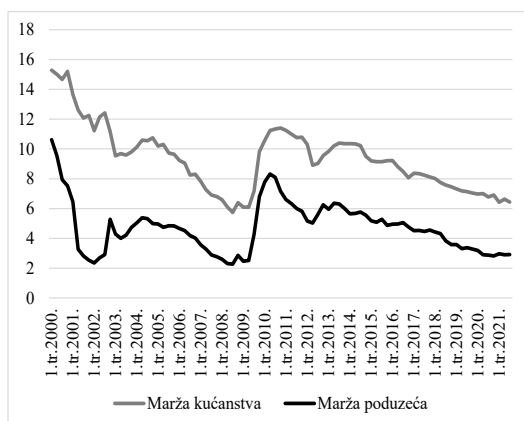
U skupini mjera krivog vrednovanja rizika uključene su sljedeće varijable. Kamatne marže za nove kredite kućanstvima i kredite poduzećima, pri čemu je osnovica (engl. *benchmark*) za izračun marže tromjesečni Euribor<sup>57</sup>. Slika D.6. predočava marže i

<sup>57</sup> S obzirom da u Hrvatskoj ZIBOR više ne postoji, koristit će se EURIBOR, koji je korišten i u Pokupović i ostali (2020.).

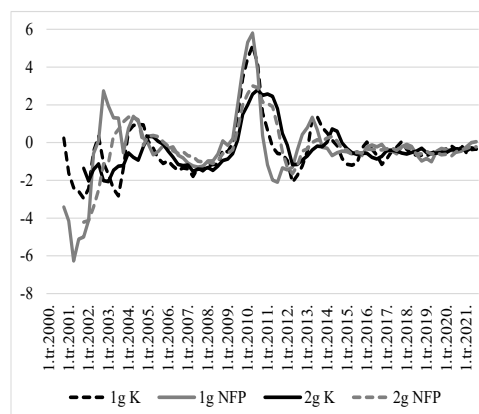
njihove transformacije u pogledu promjena i jazeva<sup>58</sup>. Slika D.6. (panel c i d) predočava kretanje dioničkog indeksa i njegove transformacije. Uočava se ubrzan rast prije posljednje financijske krize, nakon kojega se vrijednost indeksa također ubrzano smanjuje te stagnira već 13-ak godina, što odražava slabu trgovinsku aktivnost.

**Slika D.6. Mjere krivog vrednovanja rizika i njihove transformacije**

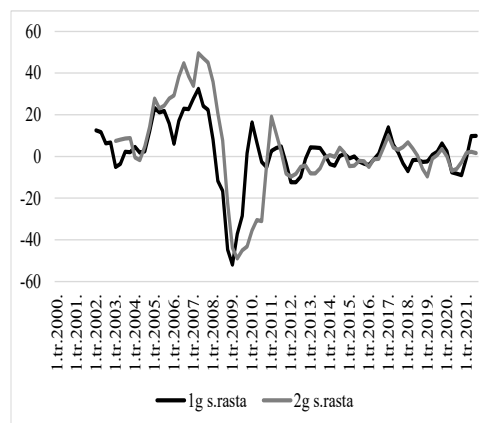
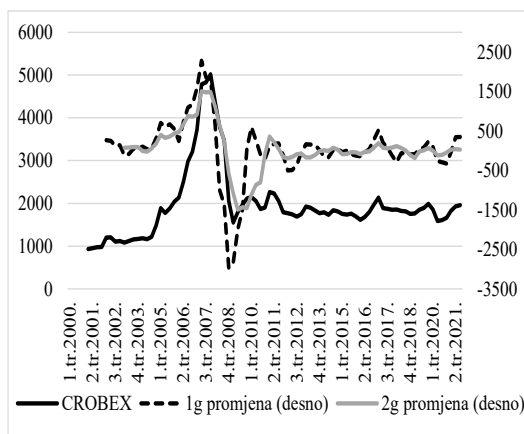
a. Kamatne marže, u p. b.



b. Promjene kamatnih marži iz a.



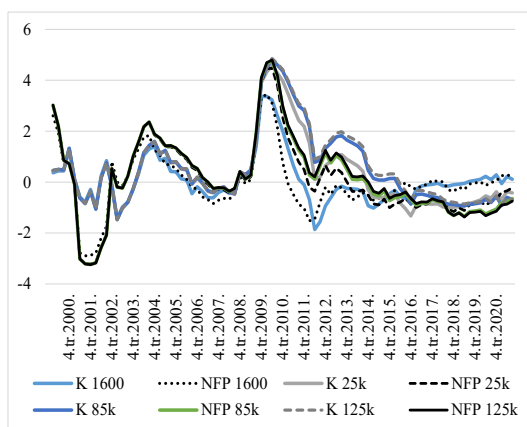
c. Indeks CROBEX, u bodovima, i d. Stope rasta CROBEX-a iz c. promjene



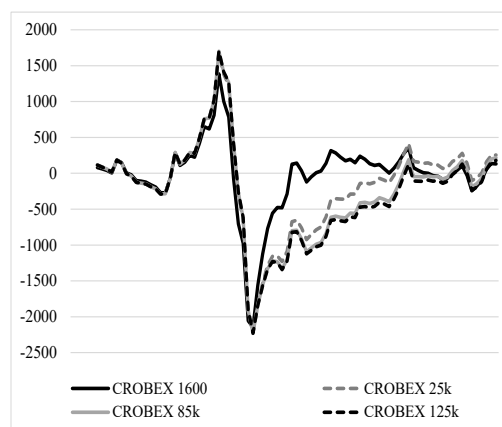
<sup>58</sup> Radi tumačenja da povećanje indikатора rezultira s povećanjem cikličkih rizika, i razlika kamatnih stopa se množi s -1. Naime, u fazi uspona poslovnog ciklusa, zbog povoljnog makroekonomskog okruženja, pozitivan stav ekonomskih agenata zajedno s rastućim dohotkom i profitima vodi do smanjenja percepcije rizika, što vodi do smanjenja razlike u navedenim kamatnim stopama. Kako se povećanje ostalih varijabli tumači kao kumuliranje rizika, kamatne marže na slici D.6. će se pomnožiti s -1 kod samih izračuna.



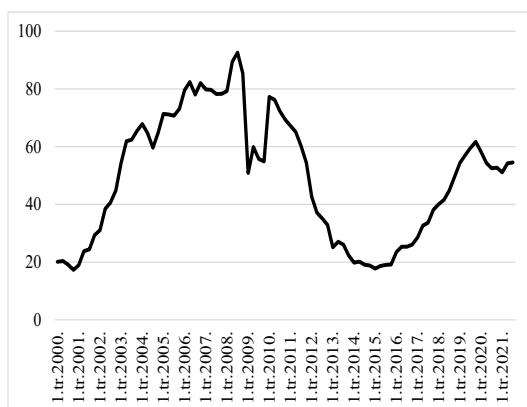
e. HP jazevi kamatnih marži u a.



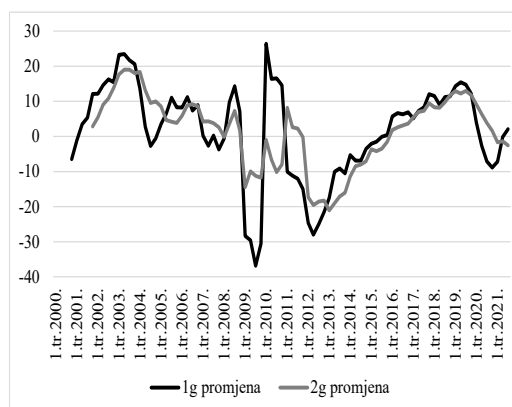
f. HP jazevi indeksa u c.



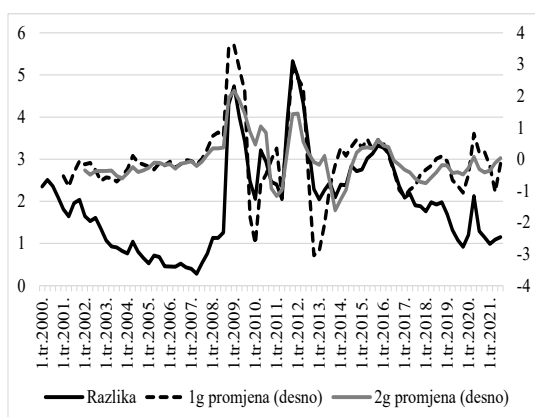
g. BPI indikator i promjene



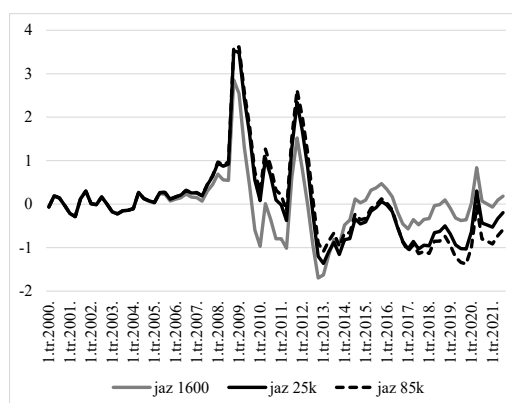
h. HP jazevi BPI indikatora u g.



i. Razlika prinosa na državne obveznice i promjene



j. HP jazevi razlike prinosa na državne obveznice u i.



Napomena: K, NFP, 1g, 2g, 1600, 25k i 85k označavaju redom: kućanstva, nefinancijska poduzeća, jednogodišnja promjena ili stopa rasta, anualizirana dvogodišnja promjena ili stopa rasta, te jazevi za parametre izgladivanja 1.600, 25.000 i 85.000

Izvor: HNB, izračun autorice

BPI indikator opisan glavnome tekstu je također predočen u okviru ovih mjera, gdje se na panelu g. uočava već opisano ponašanje banaka vezano uz rezervacije kredita i u slučaju Hrvatske za pretkrizno razdoblje, kao i velik rast BPI indikatora. U recesiji se njegova vrijednost značajno smanjuje do ponovnog oporavka u zadnjih nekoliko godina, do posljednjih nekoliko opservacija u 2020. godini koja je specifična zbog pandemije uzrokovane koronavirusom. Prednost korištenja mjere BPI u okviru kompozitnog indeksa sastoji se u jednostavnosti izračuna i interpretacije BPI-a, a s druge strane, nedostatak se očituje u tome što ovaj indikator ne daje sliku o karakteristikama i strukturi klijenata kojima banke daju kredite. S obzirom da u Plašil i ostali (2015.) te Kupović i ostali (2020.) ne razmatraju BPI varijablu, već se i sama skupina mjera ne promatra kao krivo vrednovanje rizika od strane banaka, u ovom istraživanju se razmatraju kombinacije s i bez BPI indikatora.

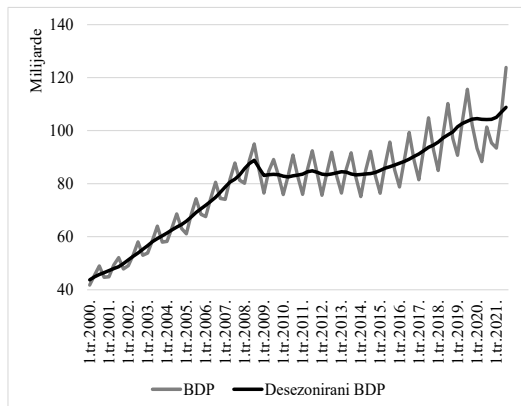
Konačno, zbog nedostajućih podataka o kretanjima prinosa korporativnih obveznica u Hrvatskoj, prema Venditti i ostali (2018.) se razmatra razlika u prinosima na 10-godišnju generičku obveznicu Hrvatske i Njemačke, čija je dinamika prikazana na panelima i i j, kako bi se aproksimiralo općenito krivo vrednovanje rizika za cijelu ekonomiju.

### **Dodatak 3 – grafički prikazi i opis odabranih makroekonomskih varijabli**

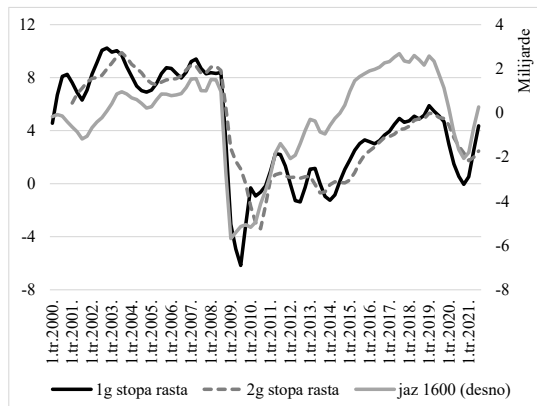
S obzirom na različite pristupe i sagledavanja rizičnosti tijekom konstrukcije kompozitnih indikatora, dodatno se razmatraju i sljedeće odabrane varijable: BDP i njegova dinamika, stopa nezaposlenosti te kretanje novčane mase. Ono što se uočava promatranjem slike D.7. jest da dinamika ovih varijabli ne slijedi financijski ciklus, već poslovni, pa se za hrvatski slučaj ne preporuča korištenje ovakvih pokazatelja za konstrukciju kompozitnog indikatora, ali valja pratiti i ova kretanja da bi se dobila potpunija slika o kretanjima u ekonomiji.

Slika D.7. Kretanje odabranih varijabli

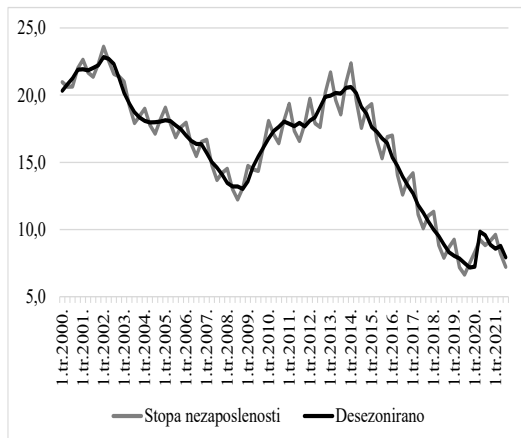
a. Kretanje BDP-a



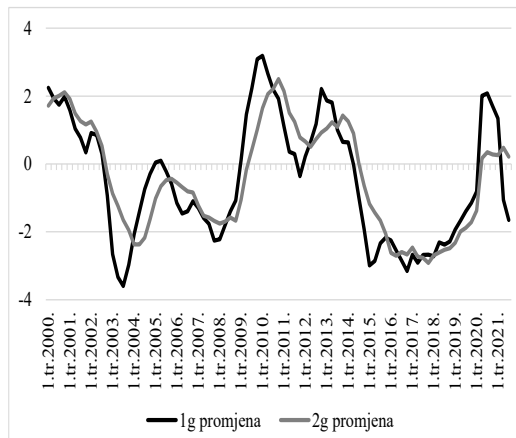
b. Stope rasta i jaz desezoniranog BDP-a



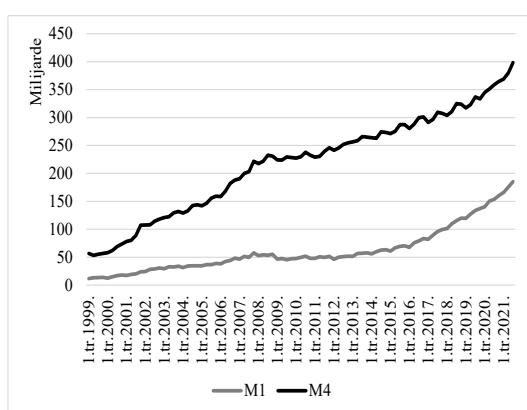
d. Stopa nezaposlenosti



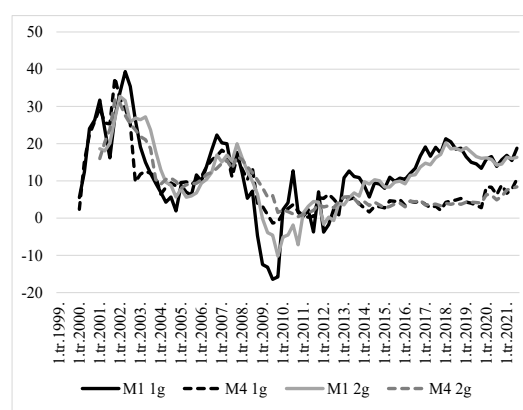
e. Promjene i jaz nezaposlenosti



f. Kretanje novčane mase



g. Stope rasta novčane mase



Napomene: 1g, 2g i 1600 redom označavaju jednogodišnju stopu rasta ili promjenu, anualiziranu dvogodišnju stopu rasta ili promjenu i jaz dobiven uz parametar izgladivanja 1.600

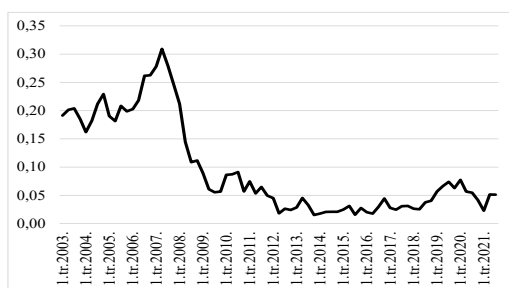
Izvor: HNB, izračun autorice

## Dodatak 4 – opis i grafičko kretanje alternativnih FCI indikatora temeljem tablice 1 u glavnome tekstu

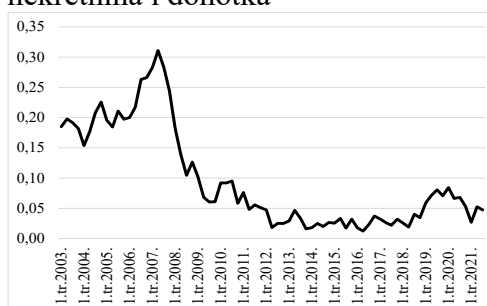
Temeljem tablice 1 u glavnome tekstu, moguće je razmotriti ukupno 8 varijanti FCI indikatora, od kojih su 2 predočene u samome tekstu. Ovdje se opisuju ostalih 6 varijanti, te su predočeni rezultati izračuna i tih alternativnih FCI indikatora. Prva varijanta uključuje varijable pod (1) u stupcu "varijanta indikatora", pri čemu se koristi  $\Delta$ ICSN, druga varijanta umjesto  $\Delta$ ICSN koristi  $\Delta$  (I / Doh), dok su treća i četvrta varijanta prve dvije ali bez kategorije "rizičnost bilanci". Potom je peta kategorija ona koja uključuje varijable sa oznakom (2) u stupcu "varijanta indikatora", pri čemu se u skupini precijenjenost cijena nekretnina koristi  $A \cdot 2\Delta$  (I/Doh), dok se u šestoj varijanti iz pete isključuje ponovno "rizičnost bilanci". U glavnome tekstu su varijante (2), ali s  $A \cdot 2\Delta$ ICSN u kategoriji precijenjenost cijena nekretnina, s i bez kategorije snaga bilanci kreditnih institucija. Za slučajeve jednogodišnjih promjena i stopa rasta se uočava volatilnost FCI indikatora koja je veća u odnosu na ostale, što nije pogodno za kalibracije PCK stopa.

Slika D.8. Varijante FCI indikatora temeljem tablice 1

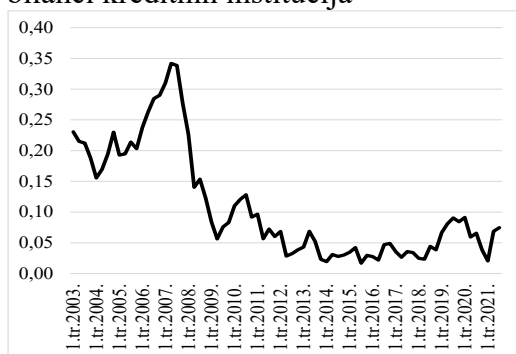
a. Varijanta (1), uz ICSN



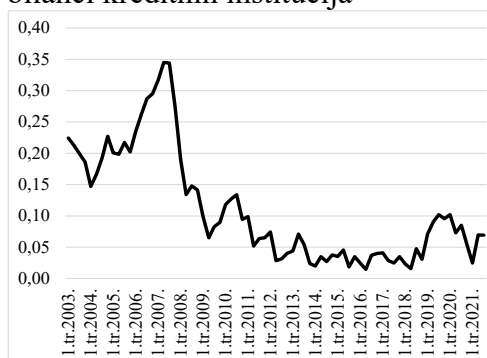
b. Varijanta (1), uz omjer cijena nekretnina i dohotka



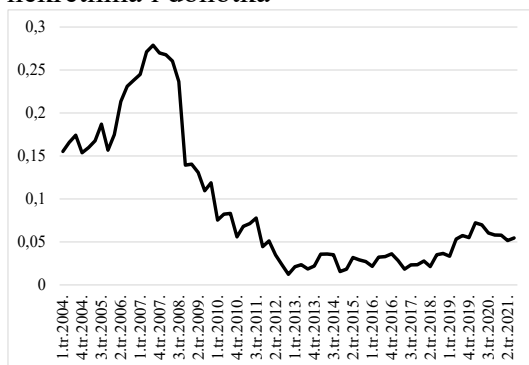
c. Varijanta iz panela a., bez rizičnosti bilanci kreditnih institucija



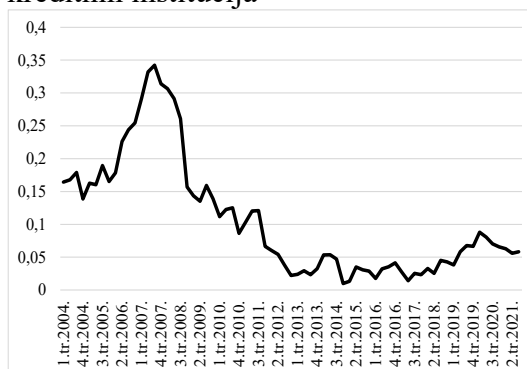
d. Varijanta iz panela b., bez rizičnosti bilanci kreditnih institucija



e. Varijanta (2), uz omjer cijena nekretnina i dohotka

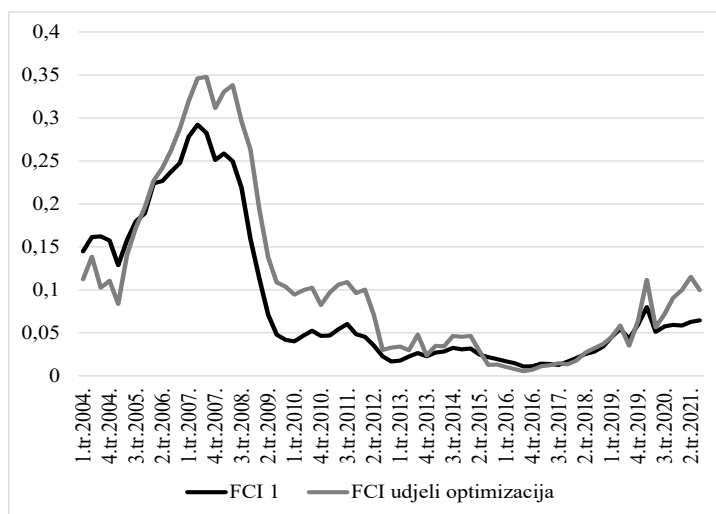


f. Varijanta iz e., bez rizičnosti bilanci kreditnih institucija



Izvor: HNB, izračun autorice

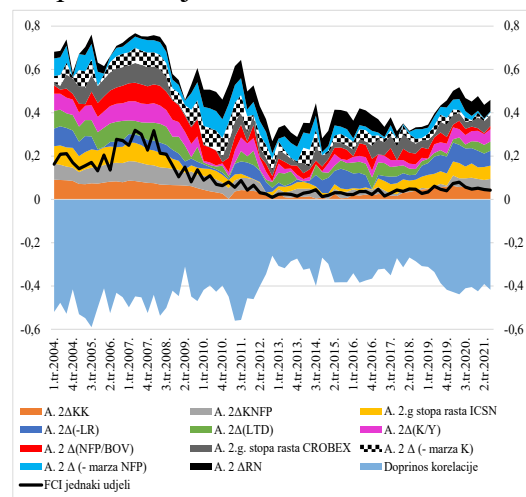
## Dodatak 5 – usporedba FCI 1 indikatora i onog dobivenog optimizacijom udjela



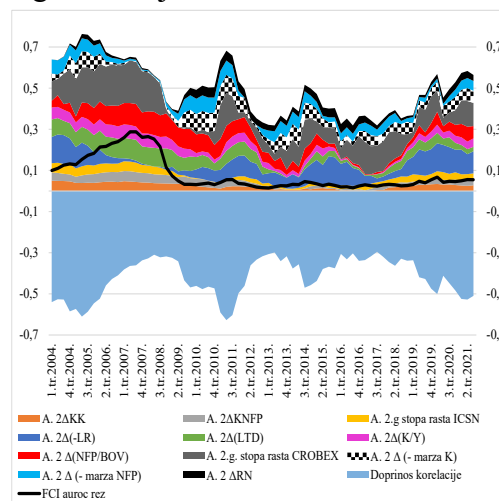
Izvor: HNB, izračun autorice

## Dodatak 6 – struktura FCI indikatora sa slike 3

a. Struktura za jednake udjele po skupinama mjera



b. Struktura za rezultate modela signaliziranja



Izvor: HNB, izračun autorice

## Dodatak 7 – opis varijabli koje ulaze u ciklogram i ciklogram+ u Slovačkoj

U prvoj (Rychtarik, 2014.) varijanti ciklograma razmatraju se:

1. kategorija "ciklus": kreditni jaz, BDP jaz
2. kategorija "banke": kreditni rast (apsolutna promjena), dinamika NPL-ova (neprihodonosnih kredita, razine)
3. kategorija "klijenti": opterećenost dugom kućanstava, opterećenost dugom poduzeća (razine i jazevi)

i dodatne varijable u svakoj od kategorija redom:

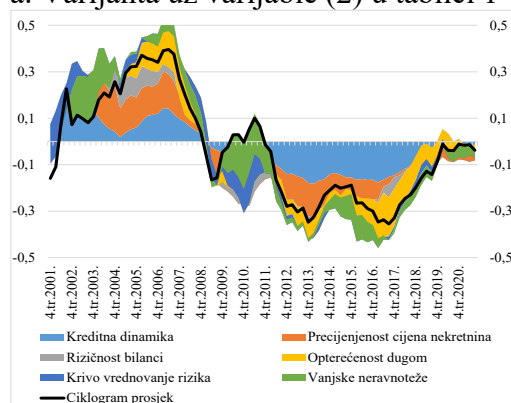
1. stopa nezaposlenosti i rast cijena nekretnina (relativna promjena)
2. stopa bankrota poduzeća, LTV omjeri (engl. *loan to value*) i uvjeti kreditiranja
3. indeks priuštivosti nekretnina (engl. *housing affordability index*) i pouzdanje potrošača.

U novijoj varijanti (Rychtarik, 2018.) nalaze se sljedeće skupine varijabli koje se koriste za ciklogram i ciklogram+:

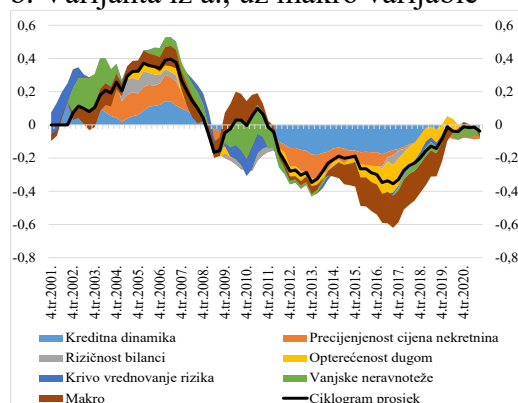
1. tržište kredita: kreditni jaz dobiven temeljem omjera kredita i BDP-a, kao u slučaju običnog kreditnog omjera, no posebno se razmatra jaz za kredite kućanstvima i kredite poduzećima; jednogodišnja promjena bankovnih kredita kućanstvima i poduzećima
2. apetit za rizikom: vrijednost neprihodonosnih kredita (posebno kućanstva i posebno poduzeća), stopa bankrota poduzeća, kamatne marže (posebno krediti za nekretnine, posebno krediti poduzećima, sve u razinama
3. zaduženost: razina zaduženosti kućanstava i poduzeća, kao i odgovarajući jazevi
4. tržište nekretnina: stopa rasta cijena nekretnina, stopa rasta cijena nekretnina u Bratislavi (odnosno glavni grad države koja se razmatra u analizi), omjer cijena nekretnina i raspoloživog dohotka, omjer cijene nekretnina i rente i omjer cijena stanova i kuća (sve u razinama)
5. makroekonomija: ESI (indikator ekonomskog sentimenta, engl. Economic Sentiment Indicator), jaz BDP-a, stopa nezaposlenosti, jaz prihoda<sup>59</sup> i razina udjela tekućeg računa u BDP-u.

## Dodatak 8– varijante ciklograma uz max-min transformaciju

a. Varijanta uz varijable (2) u tablici 1

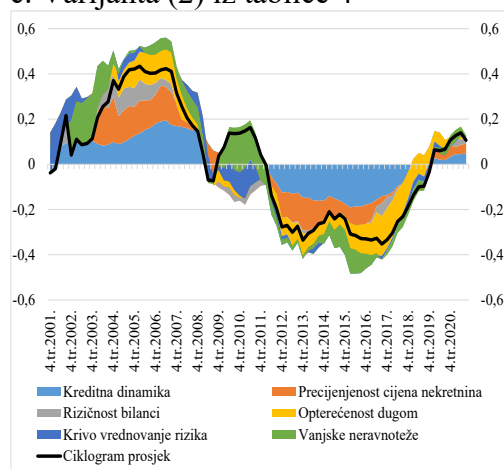


b. Varijanta iz a., uz makro varijable

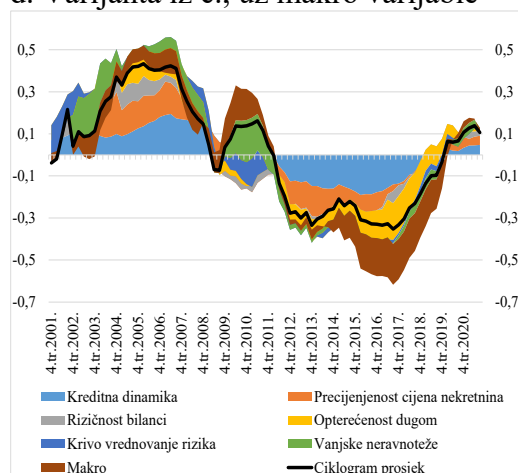


<sup>59</sup> U Rychtarik (2018.) se ne pojašnjavaju detalji na koje prihode se misli, kao niti kolika je vrijednost parametra izgladivanja korištena za izračun jazeva pojedinih varijabli, kao ni što se sve razmatra u zaduženosti kućanstava ili poduzeća.

c. Varijanta (2) iz tablice 4



d. Varijanta iz c., uz makro varijable



Napomena: max-min transformacija je napravljena tako da su varijable transformirane u interval [-1,1].

Izvor: HNB, izračun autorice

## Dodatak 9 – popis varijabli korištenih za analizu glavnih komponenti u Karamisheva i ostali (2019)

Karamisheva i ostali (2019.) analiziraju sljedeće skupine varijabli (prije prelaska na usporedbu s poslovnim ciklusom i BDP-om), za koje potom ispituju koja kombinacija rezultira s najboljim<sup>60</sup> rezultatima:

1. mjere kreditne dinamike i opterećenosti dugom: kreditni jaz (posebno kućanstva i nefinancijska poduzeća), godišnja stopa rasta kredita (posebno kućanstva i nefinancijska poduzeća);
2. mjere precijenjenosti cijena nekretnina: godišnja stopa rasta indeksa cijena nekretnina;
3. mjere vanjskih neravnoteža: omjer tekućeg računa u BDP-u (pomnožen s -1);
4. razlike kamatnih stopa: razlika između kamatnih stopa na nove kredite i EURIBOR-a (posebno kućanstva i nefinancijska poduzeća) (pomnožene s -1);

<sup>60</sup> Najbolji u okviru PCA analize, takvi da je najveći udio varijacije početnih podataka objašnjen, ali i da je najveća vrijednost indeksa podudaranja (engl. *concordance index*).



5. mjere snage bilanci banaka: omjer kapitala i imovine (pomnožen s -1), omjer profita i imovine te omjer kredita i depozita.

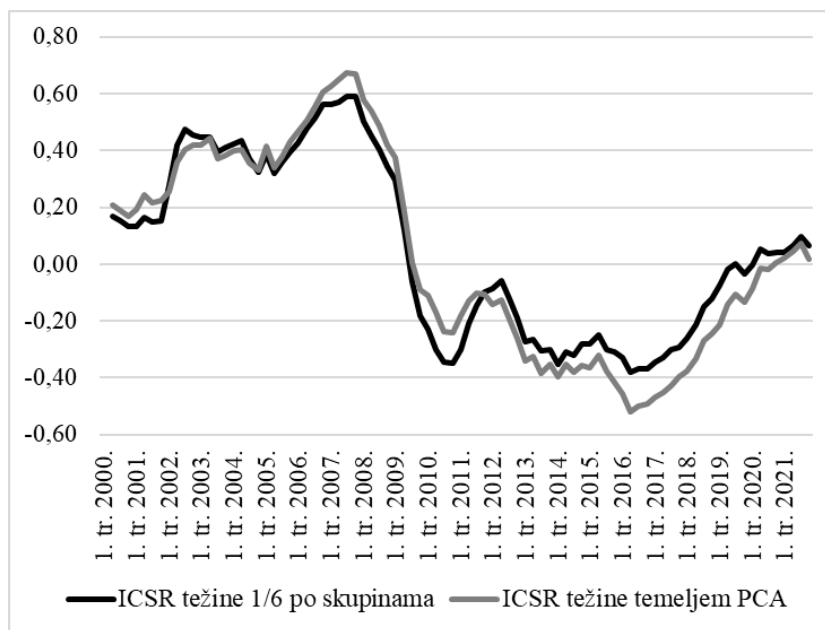
## **Dodatak 10 – udjeli varijabli za kompozitni indikator temeljem analize glavnih komponenti**

Udjeli pojedinih varijabli u PCA kompozitnim indikatorima sa slike 6

<b>Varijabla</b>	<b>Varijanta (1)</b>	<b>Varijanta (2)</b>
<b>KK 125k</b>	0.07	0.07
<b>KNFP 125k</b>	0.07	0.07
<b>KUD 125k</b>	0.07	0.07
<b>- Kap / Im 2g</b>	0.04	0.04
<b>- Dep / Kred 2g</b>	0.07	0.06
<b>ICSN 2g</b>	0.06	0.05
<b>P / I 2g</b>	0.06	0.05
<b>IOGR 2g</b>	0.04	0.05
<b>DNFP / BOV 125k</b>	0.07	0.07
<b>DK / Doh 125k</b>	0.07	0.07
<b>DSR K 125k</b>	0.07	0.07
<b>DSR NFP 125k</b>	0.06	0.06
<b>- NX / BDP 2g</b>	0.04	0.04
<b>- CA /BDP 2g</b>	0.05	0.05
<b>CROBEX 2g</b>	0.06	0.05
<b>- marža K 2g</b>	0.05	0.05
<b>- marža NFP 2g</b>	0.05	0.05

*Izvor: HNB, izračun autorice*

## Dodatak 11 – usporedba ICSR indikatora temeljem jednakih udjela po kategorijama rizika i udjela temeljem PCA analize



Izvor: HNB, izračun autorice

#### IZDAVAČ

Hrvatska narodna banka  
Trg hrvatskih velikana 3  
10000 Zagreb  
T. +385 1 4564 555  
www.hnb.hr

#### GLAVNI UREDNIK

Ljubinko Jankov

#### UREDNIŠTVO

Vedran Šošić  
Gordi Sušić  
Davor Kunovac  
Maroje Lang  
Davor Galinec  
Maja Bukovšak  
Dražen Odorčić  
Boris Cota  
Tomislav Ridzak  
Evan Kraft  
Ante Žigman

#### IZVRŠNI UREDNIK

Katja Gattin Turkalj

#### DIZAJNER

Vjekoslav Gjergja

Za stajališta iznesena u ovom radu odgovorni su autori i ta stajališta nisu nužno istovjetna službenim stajalištima Hrvatske narodne banke.

Molimo korisnike ove publikacije da pri korištenju podataka obvezno navedu izvor.

ISSN 1334-0077 (online)

**Uvođenje kompozitnog indikatora cikličkog sistemskog  
rizika u Hrvatskoj: mogućnosti i ograničenja**

ISSN 1334-0131 (online)

