

Broj 01/534
Podgorica, 08.03.2021. godine

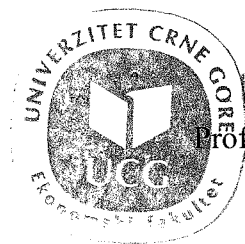
UNIVERZITET CRNE GORE
-Odboru za doktorske studije i Senatu-

Predmet: Materijal za sjednicu Odbora i Senata


Poštovani,

U skladu sa članom 34. Pravila doktorskih studija, dostavljamo Vam materijal za narednu sjednicu Odbora za doktorske studije, odnosno Senata Univerziteta Crne Gore i to:

-Obrazac PD (Prijava teme doktorske disertacije) sa propratnom dokumentacijom za kandidata mr Damira Sindika.



DEKAN


Prof. dr Nikola Milovic

**UNIVERZITET CRNE GORE
EKONOMSKI FAKULTET PODGORICA
DOKTORSKE STUDIJE**

Br. 01/ 542

Podgorica, 08.03.2021. god.

Na osnovu čl. 64. Statuta Univerziteta Crne Gore, člana 34. Pravila doktorskih studija, Vijeće Ekonomskog fakulteta je na II elektronskoj sjednici održanoj 05.03.2021.godine donijelo

O D L U K U

1. Predlaže se Komisija za ocjenu podobnosti teme doktorske disertacije „**Nelinearna dinamička analiza disekvilibriruma i haosa u agregatima raspoloživog dohotka, imetka i potrošnje u EU makroekonomiji**“ i kandidata **mr Damira Sindika** u sastavu:
 - Dr Vladimir Kaščelan, redovni profesor, Ekonomski fakultet Podgorica, Univerzitet Crne Gore, mentor;
 - Dr Ljiljana Kaščelan, redovni profesor, Ekonomski fakultet Podgorica, Univerzitet Crne Gore, komentor;
 - Dr Josip Tica, redovni profesor, Ekonomski fakultet Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska, član.
2. Odluka se dostavlja Centru za doktorske studije UCG na dalji postupak.

O B R A Z L O Ž E N J E

Kandidat **mr Damir Sindik** se obratio Komisiji za doktorske studije sa Prijavom teme doktorske disertacije (obrazac PD) i zahtjevom da se imenuje Komisija za ocjenu podobnosti teme doktorske disertacije „**Nelinearna dinamička analiza disekvilibriruma i haosa u agregatima raspoloživog dohotka, imetka i potrošnje u EU makroekonomiji**“ i kandidata.

Komisija za doktorske studije je, nakon razmatranja dokumentacije i zahtjeva kandidata, predložila Vijeću fakulteta da donese Odluku da se imenuje Komisija za ocjenu podobnosti teme doktorske disertacije „**Nelinearna dinamička analiza disekvilibriruma i haosa u agregatima raspoloživog dohotka, imetka i potrošnje u EU makroekonomiji**“ i kandidata **mr Damira Sindika**.

Na osnovu izloženog odlučeno je kao u dispozitivu.

DOSTAVLJENO:

-a/a

-referentu doktorskih studija,

-Centru za doktorske studije.



PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	M.Sc. Damir V. Sindik
Fakultet	Ekonomski Fakultet Podgorica
Studijski program	Doktorske studije Ekonomije
Broj indeksa	D 4/16
Ime i prezime roditelja	Vinko T. Sindik (Hilda Đ. Marović Sindik)
Datum i mjesto rođenja	28.10.1975., Kotor (SFRJ)
Adresa prebivališta	Ul. Kralja Nikole 122/21, 81000 Podgorica, Crna Gora
Telefon	067-302-554
E-mail	damirsindik@live.ac.me , sindikdamir@gmail.com
BIOGRAFIJA I BIBLIOGRAFIJA	
Obrazovanje	<p>Magistar Ekonomije – Bankarstva (Magistrirao sa ocjenom 10,00), Ekonomski Fakultet u Podgorici (EF), Univerzitet Crne Gore (2015)</p> <p>Diplomirani Inženjer Elektrotehnike – Elektronike (Diplomirao sa ocjenom 10,00), Elektrotehnički Fakultet u Podgorici (ETF), Univerzitet Crne Gore (2002)</p> <p>Elektrotehničar za elektroniku i telekomunikacije (Završio srednju i osnovnu školu sa Diplomom Luča I, i Maturirao sa prosječnom ocjenom 5,00), Srednja stručna škola „Mladost“ u Tivtu (1994)</p>
Radno iskustvo	<p>Decembar 2016. – Centralna banka Crne Gore (CBCG), Podgorica Šef odjeljenja za poslove Nadgledanje platnih sistema Crne Gore</p> <p>April 2010. – Novembar 2016. Centralna banka Crne Gore (CBCG), Podgorica Viši Savjetnik na poslovima Nadgledanja platnih sistema Crne Gore</p> <p>April 2010. – Oktobar 2013. Glavni Risk Menadžer za Operativne Rizike Centralne banke Crne Gore</p> <p>Decembar 2005. – Mart 2010. Centralna banka Crne Gore (CBCG), Podgorica Oracle DBA i IT Sistem Inženjer</p> <p>Oktobar 2000. – Decembar 2005. IT kompanija „MG Soft“ Podgorica</p>

	Projektant IT rješenja i Sistem Inženjer, Oracle DBA, Cyber Security
Popis radova	
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	Nelinearna dinamička analiza disekvilibrjuma i haosa u agregatima raspoloživog dohotka, imetka i potrošnje u EU makroekonomiji
Na engleskom jeziku	Nonlinear dynamical analysis of disequilibrium and chaos in aggregates of disposable income, wealth and consumption in EU macroeconomics
Objasnenje teme	
<p>Ekonomске zavisnosti i kretanja spadaju u kategoriju kompleksnih dinamičkih sistema (Commendatore et al., 2017; Shone, 2001), koji uvijek imaju nelinearnu prirodu (Akhmet & Fen, 2015). Ekonomski sistemi obiluju stohastičnim kretanjima i promjenama, koja su inherentno utkana u samu prirodu ekonomskih pojava, tj. ekonomija zavisi i zasniva se na stohastici (Chiang, 2005; Puu, 2013). Međutim, skup svih brojnih mikroekonomskih pojava, koje su po svojoj prirodi stohastične, posjeduje na makroekonomskom nivou određene determinističke osobine (Craig et al., 1991; Burda & Wyplosz, 2013; Giavazzi, et al. 2017). Deterministički dio makroekonomskih pojava inherentno posjeduje nelinearnu vremensku zavisnost varijabli, pa se iste jedino mogu adekvatno proučavati putem <i>Nelinearne Dinamičke Analize</i> (NDA) (Strogatz, 2015; Fuchs, 2014; Bischi et al., 2010). U ekonomiji, suštinski, korektno se modeluje jedino sa <i>nelinearnim disekvilibrjumskim zavisnostima</i>, jer iste prezentuju bit ekonomskih procesa (Bischi et al., 2012; Grasman et al., 2012; Hommes, 1997).</p> <p>Linearizacija nelinearnih procesa u ekonomiji, uopšteno gledano, daje ponekad i u određenoj mjeri zadovoljavajuće rezultate (Verbeek, 2008; Wooldridge, 2016; Adams et al., 2015). Međutim, gotovo uvijek se koriste idealizovani modeli međusobne ekvilibrijumske zavisnosti, što nikako ne odgovara stvarnim i stalnim <i>ekonomskim fluktuacijama</i>. Takođe, pomenutim linearizacijama se zanemaruju suštinske i suptilne promjene u sistemu (Berliner, 1992; Bolotin et al., 2007). Ekonomska dinamika procesa često u sebi nosi klicu novih procesa koji se javljaju, ili će se tek javiti, u širem vremensko-prostornom okviru (Cvitanovic, 1984). Kao dodatna antiparadigma, naročito u ekonometriji, javlja se izučavanje budućih kretanja na osnovu (neposredno) prethodnih vrijednosti nezavisne promjenjive (Greene, 2003).</p> <p>Za očekivati je da naredna vrijednost nekog relativno stabilnog ekonomskog procesa bude, u narednoj vremenskoj instanci, po vrijednosti relativno blizu njene u vremenu prethodne vrijednosti (Faggini & Parziale, 2012). Međutim, ne možemo sa sigurnošću tvrditi da li će ista ići na gore ili na dolje sa narednom vrijednošću, u odnosu na poznatu (Hill, et al., 2018). Za očekivati je da naredna vrijednost prati teorijsku liniju trenda i samim tim „pokazuje“ očekivani znak buduće promjene. Ta vrijednost se obično nalazi unutar granica relativno manjih odstupanja prethodne vrijednosti promjenjive, par ili nekoliko procenata. Ovakav vid prognoziranja i analiziranja ekonomskih varijabli je doveo istraživače u subrealni domen djelimično i uslovno pouzdane spoznaje.</p>	

Pristup koji nudi NDA (Shilnikov, 2001), u kombinaciji sa *teorijom disekvilibriruma* (Chiarella et al., 2011), *teorijom haosa* (Strogatz, 2015; Murphy, 2010) i *teorijom inverznog modeliranja* (Tarantola, 2005), čini analizu promjena i njenu dinamiku centrom svog proćavanja. Apsolutna i statična vrijednost ekvilibrijumske vremenske serije u današnjoj ekonomiji gubi svaki stvarni (praktični) smisao u proućavanju ekonomskih pojava (De Gooijer, 2017) – ista se zapravo neprekidno mijenja, tj. vrijednosti, varijable i međusobni odnosi su promjenjivi (Franses & Dijk, 2000). Kritične vrijednosti u ekonomskim zavisnostima, tzv. *singulariteti*, javljaju se kao vrijednosti rješenja modela, odnosno *sistema diferencijalnih jednaćina* (Bender et al., 2009). Pri određenoj vrijednosti samo izdvojeni *singulariteti* prikazuju određenu vrstu ponašanja ekonomskih varijabli i zaključaka. Međutim, *kontinuiranjem singularnih taćaka* ka unaprijed i/ili unazad dobijamo pravi uvid u suštinu i stvarni ekonomski uticaj dobijenih teorijskih rješenja, tj. relativnih ekonomskih velićina vezanih za endogene i egzogene varijable (Kuznetsov, 2004; Govaerts et al., 2019).

Višestrukim generisanim *trajektorijama*, putem promjene početnih uslova rješenja sistema diferencijalnih jednaćina i korištenjem teorije haosa, tj. *kontinuiranjem singulariteta sistema diferencijalnih jednaćina*, dobijamo i mogućnost analize i/ili izućavanja *paralelnih ekonomskih „realnosti“*, koje su se mogle dogoditi, koje se jesu dogodile ili koje se mogu dogoditi u budućnosti. Na pomenuti naćin možemo da analiziramo postojećę stanje, budućı razvoj posmatranog ekonomskog sistema, ali i sve moguće kombinacije potencijalnih ranijih, sadašnjih i budućih ekonomskih zavisnosti varijabli u *parametarskom prostoru* predmetnog sistema. *Parametarska analiza* (Sethna, 2006) dodatno proširuje mogućnosti prezentovane metodologije na naćin što se može arbitrarno odabrati i pratiti razvoj pojedinih najznaćajnijih ili najkarakteristićnijih parametara. *Bifurkaciona varijacija* parametara sistema, simultano ili pojedinaćno, u realnosti zapravo predstavlja promjenu pojedinaćnih i međusobnih zavisnosti ekonomskih varijabli (Dhooge et al., 2008).

Teorija inverznog modeliranja singulariteta, primijenjena na dobijena rješenja sistema diferencijalnih jednaćina, vraća unazad analizu ka početnim jednaćinama i varijablama (Tarantola, 2005). Na pomenuti naćin se može odrediti pojedinaćna ili međusobna ekonomska optimalna vrijednost, stepen međusobne sprege sistema i određivanje *optimalne ekonomske politike (policy)* (Hayward & Preston, 1999). Do *stabilnih rješenja* sistema u *faznom prostoru* dovešće nas kretanje trajektorija ka *konvergentnim singularnim taćakma* i/ili *stabilnim površima* (Drazin, 2002).

Kreiranjem sistema obićnih nelinearnih diferencijalnih jednaćina egzogenih varijabli koje predstavljaju raspoloživi dohodak (Y_H), ukupni imetak (W_H) i ukupnu raspoloživu potrošnju (C_H) stanovništva EU28, i analiziranjem istog pomoću NDA, doći ćemo do ekvilibrijumskih vrijednosti u faznom prostoru koje bi trebale inverznim modeliranje prikazati ekvilibrijumske vrijednosti izvedenih varijabli sistema. Karakteristićne izvedene varijable su kvantifikatori monetarne i fiskalne politike, kao što su to npr. iznosi bruto finansijskih naknada za rad (određeni posledićno kao dio kretanja monetarnih vrijednosti cjelokupnog makroekonomskog sistema), sklonost stanovništva ka štednji i/ili potrošnji, odnosno u fiskalnom domenu iznosi poreza i taksı na bruto vrijednost finansijskih naknada za rad, tj. u konaćnici na iznos raspoloživog dohotka. Cirkularna kretanja u makroekonomskom sistemu predstavljamo trajektorijama u faznom prostoru, koje dalje produkuju alternativne vrijednosti i zaključke o varijablama, i zavise od početnih uslova i realnih vrijednosti sistema.

Dinamićka analiza izabranih makroekonomskih agregata raspoloživog dohotka, ukupnog imetka i ukupno raspoložive potrošnje je interesantna za istraćivanje, jer se pomoću nje može utvrditi gdje je otišao novac od državnih subvencija u EU u razmatranom periodu, kao i definisati

preporuke za kreiranje budućih politika na osnovu optimalnih vrijednosti varijabli koje odgovaraju identifikovanim ravnotežnim tačkama. Naime, postavlja se pitanje da li je novac od državnih subvencija adekvatno alociran među građanima EU ili je otišao pretežno na račune velikih finansijskih i drugih korporacija. U slučaju globalne finansijske krize iz 2008-e godine novac od državnih subvencija u SAD je uglavnom otišao na račune velikih korporacija kako bi konsolidovali svoje bilanse stanja, dok je vrlo mali dio otišao ka stanovništvu. Na pomenutu temu i dan danas još uvijek traju debate među stručnim ekonomskim krugovima svijeta i SAD-a. Ovo istraživanje pokušava da odgovori na pitanje da li se sličan scenario desio i u EU sa subvencionim programima. Očekivani odgovori na postavljena pitanja mogu imati tri forme - da, ne i djelimično. Značajno je da koji god odgovor bio, od tri pomenuta, istraživanje će pokušati da kvalitativno i kvantitativno da odgovori na pitanje koji bi to način alokacije finansijskih sredstava subvencija bio optimalan, tj. da li je usmjeren ka onima kojima ponuđena pomoć najviše treba. Ukoliko bi donosioci odluka imali informacije o smjeru i iznosu plasiranih subvencionih finansijskih sredstava pomenuto bi preduprijedilo eventualne buduće greške i propuste u definisanju i implementaciji ovakvih mjera.

Imajući u vidu značaj NDA za ispitivanje dinamike makroekonomskih pojava, kao i istaknute koristi od ove analize kada su u pitanju EU agregati dohodak, ukupni imetak i potrošnja, njihove međuzavisnosti i dinamike kretanja, za kreiranje budućih politika EU, može se reći da je izbor teme za ovu doktorsku disertaciju opravdan.

Pregled istraživanja

Teorija koja preovladava u današnjoj ekonomskoj misli i praksi, još od samih začetaka austrijske klasične škole ekonomije 1871 godine¹ (Azariadis, 2018), jeste teorija ekvilibrijuma. Ista, se bazira na ravnotežnom stanju dvije ili više ekonomskih promjenjivih, kao i zaključaka koji se izvode na osnovi ekvilibrijumskih postulata. Teorija ekvilibrijuma funkcioniše tako što se prvo kreiraju ravnotežni modeli i međusobne korelacije varijabli. Pomenuto suštinski znači da se apriori polazi od pretpostavke da će ekonomske zavisnosti, i promjenjive, uvijek biti linearne ili parabolične i težiti ka ravnotežnom stanju. Dodatno, posmatrano ravnotežno stanje se određuje prostim ispitivanjem globalnih ili lokalnih ekstremnih vrijednosti funkcija. Ponekad se u međusobne funkcionalne zavisnosti uključi kvadratna zavisnost između opisnih i zavisnih promjenjivih. Međutim, pomenuto je i dalje daleko od modelovanja stvarnosti na realniji način (Bagliano & Bertola, 2004).

Potpuno novu paradigmu prethodno navedenoj teoriji i njenim postulatima predstavlja revolucionarna i moderna *teorija disekvilibrijuma* (Chiarella et al., 2011). Naime, teorija disekvilibrijuma (u daljem tekstu: TD) analizira promjenjivo stanje ekonomskih varijabli i ne polazi od pretpostavke da će iste težiti nekoj apriori definisanoj, izračunatoj ili teorijski očekivanoj vrijednosti. TD je formalno prisutna u široj akademskoj zajednici od početka 21. vijeka, iako je njeno teorijsko stvaranje i definisanje započelo još 1980-ih godina (Chiarella et al., 1999). TD propagira proučavanje *tačke konvergencije* na osnovu postavljenih i analiziranih jednačina međusobne funkcionalne zavisnosti ekonomskih veličina. Tačka konvergencije se obično mijenja u ekonomskom *vremensko-prostornom* polju za relativno manje ili veće vrijednosti bazične funkcije (Gerritsma et al., 2010).

¹ Čuvena knjiga Karla Mengera (Menger, C. (1871). Grundsätze der Volkswirtschaftslehre [Principles of economics]. Wirtschaft und Finanzen.) je predstavljala začetak pomenute austrijske škole.

Moguće je u praksi, u jako rijetkim slučajevima i pod određenim uslovima, da *tačka konvergencije* egzistira kao relativno „statična“. Tada tačka konvergencije zapravo prelazi u ekvilibrijumsku tačku, dok se modaliteti proučavanja konvertuju na postulate definisane načelima torije ekvilibrijuma, što zapravo čini izuzetak od pravila. Međutim, „statična“ tačka konvergencije funkcionalnih zavisnosti promjenjivih predstavlja početnu ili privremenu tačku ekonomskog sistema, pošto nije unaprijed poznata, a ne finalno rješenje (Bindel et al., 2005). Naime, tačka konvergencije koja je kvazi-statična u vremenu argumentuje razloge za proširivanje potrebnog aparata klasične ekonomske teorije, umjesto da predstavlja njen finalni zadovoljavajući cilj.

Cilj TD nije da izvrši modelovanje sistema ekonomskih zavisnosti na krajnje detaljan način, i time dođe do empirijski nepraktičnog, preglomaznog i slabo upotrebljivog modela realnosti u akademskim i strukovnim krugovima. Naprotiv, TD proširuje set početnih i glavnih jednačina upravo onoliko koliko je to dovoljno da se obuhvate krucijalne međusobne zavisnosti ekonomskih promjenjivih, a opet ne previše da se ne bi došlo do situacije kada definisani model nije relativno lako upotrebljiv za analizu. Pomenuti kvalitativni kvantifikatori: „dovoljno“ i „ne previše“, suštinski znače da se npr. uzme u obzir uticaj, u finalnom 3D sistemu jednačina, okvirno još toliko jednačina povezanih sa drugim ekonomskih varijablama, čime se u konačnici dobija 6D sistem (Chiarella et al., 2011). Ovako definisan sistem i dalje nije prezahhtjevan ili preglomazan za ekonomsku analizu, a svakako nudi značajno dublji uvid u kretanja promjenjivih, dinamiku međuzavisnosti, dugoročne prognoze, itd. Pomenuti *višedimenzijoni sistemi* (Chiarella et al., 1999) koje koristi TD su gotovo uvijek, po empirijskom pravilu, *nelinearni sistemi*. Otuda i potreba za korištenje tehnika *Nelinearne Dinamičke Analize* (NDA). NDA je neophodna za tumačenje predmetnog/ih sistema jednačina u svrhe analize dobijenih rezultata i sinteze finalnih zaključaka.

Kuznetsov (2004) ističe da se NDA može koristiti ne samo za analizu dinamike sistema već i za analizu njihove *determinističke*, tj. *nedeterminističke* prirode, odnosno konvergencije/divergencije, u širem vremensko-prostornom intervalu (Wiggins, 2003). Teorija haosa i teorija inverznog modeliranja predstavljaju kod ekvilibrijumskih analiza suštinski međuzavisne metodologije, jer ispitivanja i zaključci do kojih dolazi teorija haosa u domenu analize prirode *bifurkacije parametara u parametarskim prostorima*, teorija obrnutog ili inverznog modeliranja će preslikati u sferu analize i izvođenja zaključaka u *ekonomskom prostoru događaja međuzavisnih promjenjivih* (Das et al., 2014; Danca & Kuznetsov, 2018; Arrowsmith et al., 1993).

Podaci koji predstavljaju realne ekonomske procese su najčešće *diskretne* prirode, u suprotnosti sa njihovom izvorno *neprekidnom* prirodom. Takođe, podaci do kojih se u makroekonomskim analizama može doći su podaci sa učestalošću na mjesečnom, kvartalnom ili godišnjem nivou. Relativno niska i/ili nezadovoljavajuća *rezolucija* predmetnih podataka, naspram suptilnije analize uzroka i posledica u ekonomiji, čini svaku linearnu analizu u najboljem slučaju površnom (Vieru, 2008). Logično se nameće zaključak da je potrebno predstaviti svaku vrijednost podataka ekonomskih varijabli koliko je moguće preciznije sa funkcionalnom zavisnošću koja će, čak, inherentno uzeti u obzir trend (rast ili pad) promjene posmatrane ekonomske veličine za velike i male vremenske podintervale posmatranog originalnog vremenskog intervala. Dodatno, lako se izvodi zaključak da pomenuta funkcionalna zavisnost nikako ne može biti linearna funkcija – prava linija ili izlomljena prava odnosno kriva linija (*piecewise analysis*).

Razlog za pomenuto je često, u praksi, odsustvo diferencijabilnosti pomenutih funkcija (Rössler, 1976). Ukoliko nedostaje diferencijabilnost za funkciju koja je po svojoj prirodi neprekidna, onda sama metodološka (pret)postavka nije dobra! Na primjer, kada govorimo o kvartalnim podacima

za BDP neke države, jasno nam je da se predmetni kvartalni iznos BDP-a, vrlo vjerovatno, mijenjao tokom tri mjeseca koja su uključena u kvartalni podatak. Međutim, sve promjene, razloge tih promjena, kretanja na više ili niže, tendencije istog u vremenu, itd. koji su postojali tokom pomenutog kvartala „ispeglati“ smo postojanjem samo jednog (opisnog) podatka. Najgore od svega je što ni ne slutimo, i ne znamo, na koji način će moguće postojeće promjene uzrokovati buduće promjene i trendove. Iznos pomenutih relativno manjih, tj. mikro promjena koje utiču na makro kretanja, upravo upotpunjuje i izučava teorija haosa. Dakle, potrebno je kreirati *nelinearnu neprekidnu funkcijsku zavisnost* (u daljem tekstu: NNFZ) neke ekonomske varijable na osnovu dostupnih diskretnih podataka (Purica, 2015). Na pomenuti način smo se već značajno, iako samo za mali „korak“, približili realnosti, tj. stvarnim promjenama i dinamici koje su opšte-prisutne u ekonomiji.

Nakon što se odrede NNFZ nezavisnih promjenljivih, iste se uvrstavaju u početni model, koji je najčešće sistem jednačina, i onda analiziramo promjene. Međutim, najjednostavniji i najpraktičniji način praćenja promjena, naspram jedne „osnovne“ promjenljive – vremena, jeste pronaci *izvode* pomenutih NNFZ (Stewart, 2009; Lipsman & Rosenberg, 2017). Uvrštavanjem izvoda NNFZ u prethodni sistem modela (Startz, 2009), dobijamo zapravo *sistem nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda* (u daljem tekstu: SNDJPR). U ovoj fazi istraživanja možemo, raznim numeričkim metodama, pokušati pronaci tačku koja je najbliža *teorijskom kvazi-ekvilibrijumu*, koji je zapravo suštinski *disekvilibrijum*, jer pomenuta vrijednost ukoliko postoji – za ekonomski sistem, u praksi nikada ne biva dostignuta, odnosno ekonomski sistem je *de-facto* ne uključuje u svoj skup rješenja, tj. *trajektoriju* SNDJPR. Bitno je napomenuti da se ne može uvijek egzaktno odrediti singularitet SNDJPR (Knoll & Keyes, 2004). Gotovo uvijek u praktičnim primjerima isti jeste moguće odrediti sa određenom tačnošću – najčešće je tačnost zadovoljavajuća i obično je reda veličine par stotina, ili hiljada, puta manja od reda veličine nezavisne promjenljive, što je opet više nego dovoljno za predmetnu finalnu praktičnu ekonomsku analizu. Bitno je istaći da SNDJPR određujemo pomoću nelinearne metode najmanjih kvadrata za konkretnu vrijednost funkcije u nekoj tački (Verbeek, 2008) – u saglasnosti sa međuzavisnošću opisnih varijabli, a ne samo na određenom segmentu apcispnih vrijednosti, čime bi se dobila u konačnici neželjena linearizacija na posmatranom domenu nezavisnih promjenljivih, a samim tim bi se i izgubio smisao uključivanja promjena u analizu diferencijala ordinatnih vrijednosti (Boeing, 2016).

Korištenjem metoda TH ispitujemo u faznim dijagramima kretanja diferenciranih vrijednosti funkcijskih zavisnosti i pripadajućih im bifurkacija parametara u parametarskim prostorima. *Bifurkacija parametarskih prostora* za 2D, 3D i višedimenzione (hiper-haos) modele izučava se u okviru kontinuirane karakterističnih singulariteta. Kod višedimenzionih analiza, pri određenim uslovima, su mogući nastanci *hiperhaosa* – u kretanju više promjenljivih i parametara u isto vrijeme (Danca, 2018). U teoriji haosa *infinitesimalne promjene* na mikro nivou ponekad uzrokuju relativno drastične promjene na makro nivou (Lorenz, 1963; Lorenz & Haman, 1996). Simulacija kontinuiranja singulariteta SNDJPR, gdje se gotovo svi parametri i promjenljive uzimaju sa visokom tačnošću, čine istu pogodnom za izučavanje uticaja, relativno i apsolutno, malih promjena u sistemu kod neke varijable ili parametra na cjelokupno ponašanje sistema (Feigenbaum, 1979; Feigenbaum, 1983).

Nakon završetka analize primjenom teorije haosa na SNDJPR, pristupa se teoriji obrnutog modeliranja koja vrši preslikavanje dobijenih rezultata na izvorne ekonomske jednačine i međusobne zavisnosti ekonomskih veličina u početnim jednačinama. Zatim se putem teorije obrnutog modeliranja analiziraju postojeće i potencijalne vrijednosti određenih ekonomskih veličina. Primjenom teorije obrnutog modeliranja se koriste vrijednosti optimalnog prostora

rješenja – zajedno sa analizom ciljeva i posljedica, i ispituje da li je ishod pozitivan ili negativan, tj. kako se može mijenjati pripadajuća im dinamika faznih dijagrama i parametarskih prostora (Tarantola, 2005). Bitno je napomenuti da fazni dijagrami nude jako veliku fleksibilnost u pogledu analize kretanja posmatranog ekonomskog sistema i izbora relevantnih parametarskih vrijednosti naspram konkretne vrijednosti varijable u posmatranoj *singularnoj* tački sistema (Shone, 2001; Shone, 2002).

Zaključci koji slijede na osnovu gore prezentovane analize omogućavaju da retroaktivno, u sadašnjosti, i budućnosti, možemo uvidjeti potencijalne probleme u ponašanju sistema naspram željene stabilnosti, moguće potencijalne probleme u ekonomskim politikama, najavu potencijalne naredne krize, itd. Pomenuto se praktično i egzaktno može sve obuhvatiti prezentovanim metodama istraživanja.

U prethodnom je dat pregled istraživanja koja predstavljaju teorijski i metodološki okvir za disertaciju. Što se tiče empirijskih istraživanja ove teorije se primjenjuju u oblastima: matematike (Bosschaert et al., 2020; Kalia et al., 2019; Xing et al., 2013; Xing et al., 2014; Shykhmamedov et al., 2020; Luo, 2020; Hamri, 2018), fizike (Kuipers et al., 2019; Suárez-Ántola, 2019), medicine (Xing et al., 2020; Ali Khaledi-Nasab et al., 2021; Alonso, et al., 2020), mehanike (Bakri et al., 2015; Luo et al., 2020; Viguie´ et al., 2009), elektrotehnike (Itoh et al., 2017; Liu, 2010), planetarnih, ekoloških i klimatskih nauka (Hobbs et al., 2018; Wang et al., 2011; Ghil, 2010; Gimmelli, 2015), hemije (Picardo et al., 2011; Kia et al., 2017), metalurgije (Pchelintseva et al., 2020), , kao i u mnogobrojnim drugim naukama i oblastima. Primjene u ekonomiji su značajno rjeđe (Menuet et al., 2017; Menuet et al., 2019; Pereira-Pinto et al., 2020; Ghosh, 2013; De Magalhães et al., 2018; Neiryneck et al., 2016; William et al., 2015; Mainardi, 2020; Liu, 2010; Bosi et al., 2018).

Tako na primjer, Menuet et al. iz 2017. i 2019. godine su u svojim istraživanjima iz oblasti makroekonomije primijenjenom NDA na budžetska pravila, neadekvatnost iznosa poreza i uzroka agregatne nestabilnosti, došli do zaključka da je endogeni rast modela moguć samo ako postoji visoka javna potrošnja koja opet implicira nastanak agregatne nestabilnosti, dok u slučaju niske javne potrošnje moguća je savršena predikcija budućih kretanja optimalne putanje budžetske linije i nema agregatne nestabilnosti. Navedene rezultate su Menuet et al. 2019 dobili prvo primjenom NDA na početni model, a zatim su se inverznim modeliranjem kretali unazad da dobiju optimalne vrijednosti agregata modela. Dok su isti autori, u svom radu iz 2017. godine, analizirali kretanje i iznose javnog duga, ciklusa endogenog rasta i dugoročno uzrokovane neodređenosti koja ima tri različite manifestacije. Kontinuiranjem singularnih tačaka i primjenom inverznog modeliranja došli su do zaključka da teret javnog duga može biti kompenzovan smanjenjem nenamamjesne javne potrošnje uz povećanje odnosa duga spram BDP-a, a dolazi se i do adekvatnog smanjenja fiskalne baze. Navedeno, indirektno utiče na iznose bruto raspoloživog dohotka, i posledično na ukupni imetak odnosno potrošnju radnog faktora u ekonomiji. U oba naučna rada je istaknut uticaj početnih uslova ekonomskih varijabli, tj. kako vrijednosti varijabli i dinamika njihovih promjena može arbitrarno uticati na alternativnu dinamiku cijelog sistema.

Takođe, jedan od rijetkih primjera primjene opisanih metoda u ekonomiji je istraživanje Pereira-Pinto et al. iz 2020. godine, koji u svom radu prezentuju interakciju dvije direktno-nezavisne, i na teorijskim postulatima definisane, ekonomije i koriste matematički model definisan od strane Ishiyama i Saiki na ekonomski model Kaldor–Goodwin u cilju određivanja međuzavisnosti udjela finansijskih naknada za rad u nominalnom BDP-u, stope nezaposlenosti, očekivane inflacije i

iznosa novčanih naknada za rad koje su neprilagođene spram kupovne moći. U radu autori metodama obrnutog modeliranja dolaze do identifikovanja potencijalnih stagnacionih perioda u ekonomiji, kao i uslova odnosno momenata u kojima može doći do pojave haosa u kompleksnim sistemima. Autori su naveli da je nedostatak urađene analize to što se ista bazira na razultatima dobijenim iz modela, i da podaci uvršteni u model nijesu uzeti iz realnog svijeta, već su proizvod rješenja egzaktnih matematičkih međuzavisnosti.

Sa druge strane, iz isključivo ekonomskog ugla, počevši od radova Macklem (1994) i Bayar (1999), pa nadalje preko radova Barrell et al. 2015, de Bondt et al. 2019, Alp et al. 2019 i Boyer (2020), na klasičan način se analizira međuzavisnost, kvalitativne i kvantitativne promjene makroekonomskih varijabli, među kojima su i raspoloživi dohodak, ukupni imetak i dostupna potrošnja stanovništva. Zaključci iz navedenih radova se baziraju na klasičnoj ekonomskoj analizi udjela jednih varijabli u drugima, odnosno trendova u njihovom kretanju. Dodatno, izvode se i zaključci o budućem kretanju varijabli na osnovu analize njihovih prošlih vrijednosti. Navedeni pristup je široko rasprostranjen u ekonomskim analizama, ali većina svjetskih ekonomista, izuzev Nouriel Roubini-ja (Manasse et al., 2003), nije ni izdaleka naslutila i predvidjela događaje globalne finansijske krize iz 2008. godine i/ili sličnih događaja.

Doktorat će pokušati da popuni istraživačku prazninu između dva gore navedena i dijametralno različita metodološka pristupa, i to sa konkretnim i realnim vrijednostima predmetnih varijabli EU makroekonomije, uz primjenu NDA i TIM analize. Uzeće se u obzir agregatno sve zemlje EU28 tretirajući uniju kao jedinstven ekonomski, pravni i politički entitet naspram ostatka svjetske međunarodne zajednice. Kvalitativni i kvantitativni zaključci će se bazirati na rezultatima dobijenim kontinuiranjem singularnih tačaka i/ili ekvilibrijumskih zavisnosti. Obrnutom analizom bifurkacionih vrijednosti odrediće se uslovne ravnoteže egzogenih i/ili endogenih varijabli modela što će se koristiti u kratkoročnoj i dugoročnoj prognozi ekonomskih kretanja koje dodatno mogu ukazivati na potencijalno opasne ili poželjne efekte po makroekonomiju EU.

Pregledom postojeće literature utvrđeno je da se ove metode do sada nijesu puno koristile za analizu dinamike ekonomskih sistema iako su po svojoj prirodi takvi da je ova metodologija adekvatna. U tom smislu doktorat će popuniti ovu prazninu u postojećoj literaturi i pokazati da se ove metode mogu uspješno primijeniti kada su u pitanju ekonomski sistemi. Na osnovu pregleda prethodne literature ne postoje istraživanja koja se odnose na dinamičku analizu dohotka, ukupnog imetka i ukupne raspoložive potrošnje u EU, pa će ovo istraživanje popuniti taj nedostatak empirijskih dokaza. Ne postoji istraživanje bazirano na kompjuterskom eksperimentu koje može utvrditi moguće paralelne scenarije dinamike makroekonomskog modela koji uključuje raspoloživi dohodak, ukupni imetak i ukupnu raspoloživu potrošnju EU, kao i pronaći optimalni scenarijo koji odgovara tački u kojoj sistem dostiže ekvilibrijum. Ovo istraživanje će koristeći teoriju disekvilibrijuma, kontinuiranja singularnih tačaka i teoriju inverznog modeliranja prikazati rješenje ovog problema na taj način po prvi put u literaturi.

Cilj i hipoteze

Već dugo teorija ekvilibrijuma (u daljem tekstu: TE) predstavlja okosnicu i utemeljenje ekonomske nauke. TE ne može pružiti dovoljno zadovoljavajuće i egzaktne odgovore za ekonomske varijable koje se konstatno mijenjaju u vremenu, naročito ne za složenije sisteme. Osim bazične edukativne vrijednosti, primjena TE u praksi je u najmanju ruku diskutabilna i nepraktična (Barro (1971); Kaldor (1975); Korliras, 1975; Korliras, 1980; Backhouse et al., 2005; Donzelli, 2008). Nova moderna teorija je kreirana da prebrodi probleme statičnosti koje apriori, i

inherentno, TE unosi u svaku analizu, pod nazivom: Teorija Disekvilibrijuma (TD) (Day, 1987; Ackerman et al., 2004; Cavalieri, 2004; Backhouse, 2012; Chiarella et al., 2013; Pangallo et al., 2019). TD ima dijametralno suprotne postulate od TE. Dinamčke promjene u sistemu koje su sveprisutne se jedino mogu adekvatno opisati određenim adaptivnim modelom koji će pratiti i/ili na relevantan način uzeti u obzir postojeću dinamiku ekonomskih procesa. Navedeno implicira da je vremenska zavisnost kod TD mandatorna, i da je svaka tzv. „ravnotežna zavisnost“ u sistemu zapravo funkcija vremena. Dakle, ne samo da su varijable, procesi i sistemi u ekonomiji funkcije vremena, stohastičke vremenske serije, već su i njihova ravnotežna stanja funkcije vremena!

Da bi TD imala empirijski značaj i karakter potrebno je predstaviti postulate iste na univerzalan i relativno primijenjiv način u praksi. Najdalje u definisanju TD u ekonomskim sistemima su otišli svjetski renomirani naučnici Carl Chiarella, Peter Flaschel, Gangolf Groh i Willi Semmler, u njihovoj knjizi *Teorija Disekvilibrijuma* (Chiarella et al., 1999). Predstavljene ekonomske zavisnosti, teorijske osnove i implementacija istih u ekonomiji su objašnjeni na efikasan i efektivan način u obliku n-dimenzionih (višedimenzionih) modela. Međutim, empirijski dio pomenute knjige je prilagođen ekonomiji Australije. Pošto je predmet istraživanja doktorskog rada makroekonomija EU, početne jednačine će biti u određenoj mjeri prilagođene EU specifikumu. EU *sui generis* je karakterističan po mnogo čemu, a vjerovatno ponajviše iz razloga inkorporiranosti 28 kulturološko, tradicijski i ekonomski različitih zemalja u jednu ekonomsku cjelinu. Dodatu vrijednost ovog naučnog istraživanja, pored dosta drugih elemenata, čini i pomenuta adaptacija sistema jednačina na EU praksu. Tim prije što klasične metode i postulati TE nijesu najadekvatniji za analizu i sintezu u istraživanju. TD sa prilagođenim početnim jednačinama EU čini pogodan osnov za postavku i nastavak istraživanja EU makroekonomskih kretanja, zavisnosti i trendova.

Glavni cilj ovog istraživanja je odrediti tačke stabilnosti ekonomskog sistema u *faznom i parametarskom prostoru*, i kreirati u skladu sa dobijenim rezultatima zaključke o *optimalnim ekonomskim politikama* (fiskalnim i/ili monetarnim). Dobijene optimalne vrijednosti ekonomskih politika mogu poslužiti kod određivanja ključnih parametara EU makroekonomije.

Glavni cilj istraživanja će biti ostvaren i dokazan ispunjavanjem sljedećih podciljeva:

1. Postaviti opšte teorijske adekvatne *disekvilibrijumske jednačine* za određeni ekonomski sistem, koje će se moći koristiti dalje u nelinearnoj dinamičkoj analizi, koristeći teorije haosa i inverznog modeliranja.
2. Kreirati *sistem/e nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda* putem diferencijabilnih funkcija koje reprezentuju ekonomske varijable i pronaći njihove međusobne relacije.
3. Generisati *neprekidne funkcionalne zavisnosti* ekonomskih varijabli od izvornih *diskretnih funkcija* (prekidnih i nediferencijabilnih), sa ciljem proširivanja obima originalnog intervalskog uzorka početnih podataka radi kreiranja pripadajućeg *sistema simultanih jednačina* (SSJ), tj. sistema nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda (SNDJPR).
4. Pronaći *singularne karakteristične tačke* sistema nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda.
5. Istražiti karakter pronađenih relevantnih singularnih tačaka i parametara.

6. Realizovati kontinuiranje/a *bifurkacija singulariteta* sistema nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda.
7. Definisati vezu dobijenih matematičkih rezultata predmetne teorijske analize i *realnih ekonomskih kretanja*.

Ispunjavanjem gore navedenih ciljeva se, paralelno i komplementarno, zaokružuje set zaključaka neophodnih za testiranje hipoteza doktorskog rada (u daljem tekstu: HDR). Međusobnom kombinacijom zaključaka određenih relevantnih ciljeva, nakon ispitivanja dobijenih rezultata, kreiraju se adekvatni i povezujući argumenti potrebni za testiranje pojedinih hipoteza.

U daljem je objašnjeno kako će se realizovati definisani ciljevi istraživanja.

Vezano za prvi postavljeni cilj: U cilju postavljanja jednačina za opis predmetnog ekonomskog sistema posmatra se i izučava agregatna makroekonomska dinamika EU28 zemalja za period od 2005. do 2015. godine (11 godina) (Statistical Data Warehouse, 2019; Eurostat, 2019). Kasnije će se upoređivati evolutivni tok sistema sa realnim podacima za iste egzogene i endogene varijable za period od 2016. do 2019. godine. Podaci za 2020. godinu će biti poznati, tek početkom jula 2021.e godine, zato isti nijesu uzeti u obzir u komparativnoj analizi. Dodatno, pandemija Covid-19 predstavlja svojevrsan iznenadni, duboki krizni šok, svjetskih razmjera, i to u više oblasti ljudskog života i rada. U skladu sa navedenim, bilo kakva analiza i/ili predikcija uz uključivanje pomenutog negativno-globalnog događaja je praktično nemoguća, stoga 2020. godina neće biti uzeta u obzir u ovoj metodologiji i sintezi. Početni teorijski sistemi jednačina teorije disekvilibriruma biće postavljeni na osnovu primjera australijske ekonomije, koji je poznat iz ranije literature, uz uvažavanje i uključivanje svih opštih ekonomskih postulata i normi. Međutim, dostupni početni model teorije disekvilibriruma treba izmijeniti na način da isti bude dopunjen i prilagođen EU karakteristikama (Chiarella et al., 2011). Na primjer, umjesto preovladavajućih investicija u obveznice, kada je u pitanju australijska ekonomija, tj. njeno stanovništvo, u početnim jednačinama za EU28 se uključuje preferencijalni izbor EU stanovništva u vidu dugoročne vremenski oročene štednje sa rokom dospjeća glavnice od preko 10 godina. Bihevioristički posmatrano, jedna vrsta ili tip preferirane investicije od strane stanovništva u jednoj određenoj regiji je zapravo marginalna u drugoj. Osim uzimanja u obzir biheviorističkih karakteristika ove ekonomske regije pri kreiranju i dopuni početnih postavki jednačina teorije disekvilibriruma, one su unaprijedne uključivanjem dodatnih realnih i potencijalnih karakteristika: izvora prihoda od zarada, raznih vrste preferencijalnih finansijskih instrumenata, brojčanog i prostornog specifikuma radno sposobne EU28 populacije, penzijskih i socijalnih izdavanja, i sl. (Statistical Data Warehouse, 2019; Eurostat, 2019). Navedeno predstavlja u značajnoj mjeri originalni i prilično izmijenjen početni sistem jednačina, tj. naučni koncept, a opet uz poštovanje i zadržavanje osnovnih principskih načela teorije disekvilibriruma onako kako su je kreirali i definisali, u epistemološkom smislu, njeni autori.

Vezano za drugi postavljeni cilj: Može se konstatovati da je relativno zahtjevno pronaći neprekidnu funkciju koja predstavlja određeni skup brojnih vrijednosti iz konačnog uzorka ili vremenskog okvira na vjerodostojan način (imajući na raspolaganju samo diskretne empirijske podatke), naročito kada postoje strukturni lomovi u posmatranoj vremenskoj seriji. Ono što zahtijevamo od prethodno pomenutog metoda aproksimiranja ili tzv. „fitovanja“ podataka iz vremenske serije neprekidnom funkcijom, jeste da se na egzaktan način i koliko je moguće bliže vrijednosti izvornog podatka, reprodukuju ekonomske vrijednosti (Bober, 2013) i međusobne

zavisnosti diferencijabilnom funkcijom (Duffy, 2003). Kod aproksimacije se trudimo da relativna greška između originalnog podatka i aproksimirane funkcionalne vrijednosti, bude manja ili najviše 1% (često su aproksimacije sa tačnošću od 0,5% i bolje) (Lyche & Merrien, 2014). Nakon aproksimacije funkcijskih zavisnosti, dodatna aproksimacija se vrši za njihove diferencijale, na način da se isti predstavljaju sa svim značajnim i povezanim članovima pojedinačnih, produktivnih i eksponencijalnih zavisnosti opisnih promjenjivih (Startz, 2009). Nakon kreiranih zavisnosti zapravo imamo sistem nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda koji sa značajnom preciznošću opisuje dinamiku posmatranog ekonomskog sistema. Kreiranje ovog sistema, uz aproksimiranje međusobnih zavisnosti, urađeno je metodom *nelinearnih običnih najmanjih kvadrata* (NONK) (Verbeek, 2008; Hill et al., 2018). Za navedene aproksimacije se mogla koristiti bilo koja druga metoda koja na zadovoljavajuće precizan način može aproksimirati diferencijale funkcionalnih zavisnosti, kao što je to npr. metoda dvostrukih najmanjih kvadrata i sl. (Wooldridge, 2016).

Vežano za treći postavljeni cilj: Aproksimacija funkcionalnih zavisnosti neprekidnih funkcija je urađena tzv. *polinomnim fitovanjem* i/ili putem aproksimacije korištenjem *Furieovih redova* (Hilborn, 2000). U cilju preglednijeg prezentovanja finalnih rezultata u doktorskom radu, tj. u krajnjim jednačinama, korišteno je isključivo polinomno fitovanje, iako su se tokom istraživanja paralelno kreirale obje vrste „fitova“ za sve funkcionalne zavisnosti. Potrebno je napomenuti da se različite metodologije aproksimiranja funkcija u jednačinama teorije disekvilibriruma mogu ravnopravno i istovremeno koristiti (miješano) među članovima finalnih jednačina (Siau, 2014). Polinomno fitovanje funkcionalnih zavisnosti iz diskretnih podataka kreira polinome sa relativno visokim stepenom (Stewart, 2009). Rad sa ovakvim polinomima je gotovo nemoguć „ručno“. Iz navedenog razloga je neophodno koristiti programske pakete tipa MATLAB. U narednom koraku može se proširiti početni vremenski uzorak na način na koji je to potrebno, u smislu veličine i učestalosti novonastalog vremenskog uzorka (Greene, 2003). Sa novodobijenim vrijednostima, u okviru granica početnog vremenskog uzorka, možemo koristiti programe kao što su EViews da pronađemo međusobne vremenske zavisnosti za bilo koji oblik funkcionalne zavisnosti opisnih promjenjivih (normalni ili derivativni oblik funkcija).

Vežano za četvrti postavljeni cilj: Uslovno rečeno, prostije nelinearne polinomne jednačine imaju broj nula jednak najvećem stepenu polinoma. Za nešto složenije sisteme, ukoliko se uradi kombinacija pomenutih jednačina u sistem nelinearnih diferencijalnih jednačina, broj nula raste ili pada na unaprijed nepoznat broj, zavisno od matematičke forme predmetnog sistema (Duffy, 2003). Za najslabije sisteme, ukoliko neka od jednačina ima članove koji su jednaki proizvodu opisnih promjenjivih na prvi, drugi i/ili veće eksponente, predmetni sistem najvjerovatnije nema analitičko već samo numeričko rješenje (Radi & El Hami, 2018). Ponekad ne postoji čak ni numeričko rješenje, već u određenim slučajevima postoji samo aproksimativno rješenje, koje ima određenu tačnost (zadovoljavajuću ili nezadovoljavajuću za konkretan slučaj). Da bi se prevazišli pomenuti problemi iziskuje se od istraživača da posjeduje znanja i vještine u odlučivanju što odabrati ili odbaciti kao rješenje sistema. Na ovaj način se dobijaju *singularne tačke* sistema nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda. Međutim, to ne znači da smo došli i do *karakterističnih tačaka* posmatranog sistema, koje će se zapravo koristiti dalje u istraživanju (Burke & Hunter, 2005). Za određivanje karakterističnih tačaka treba uzeti u obzir specifikum same oblasti istraživanja u kombinaciji sa izučavanim sistemom. Na primjer, prilikom izučavanja ekonomskih sistema apriori po ekonomskim postulatima i logici stvari znamo da količina i cijena neke robe može biti samo pozitivna veličina, pa u skladu sa navedenim analiziramo singularitetne tačke iz prvog kvadranta ili oktanta funkcionalnih i sistemskih zavisnosti, jer su u pomenutim oblastima vrijednosti predmetnih ekonomskih varijabli uvijek pozitivne (Adams et al., 2015).

Vežano za peti postavljeni cilj: Uzimajući u obzir postulate nelinearne dinamičke analize i teorije haosa, pronađeni singulariteti mogu imati različite *evolutivne pojave u svom životu i/ili nastanku* kao karakteristične tačke sistema i to na način da dolazi do raznih promjena i permutacija u samoj prirodi singularne tačke. Promjenom određenog parametra, ili više parametara, u parametarskom prostoru sistema pomenuti singulariteti mogu mijenjati svoju prirodu na različite načine. Na primjer, singularna tačka koja je „započela svoj život“ kao karakteristična tačka sistema može promjenom određenog parametra ili parametara, promijeniti svoju prirodu u tzv. graničnu tačku bifurkacije, ili tzv. Hopf-ovu tačku (vrsta konvergentnog ili divergentnog tj. kružnog ili elipsoidalnog oblika karakteristične tačke, odnosno stabilne ili nestabilne prirode), ili u Bogdanov-Takens, Andronov-Hopf, Neimar-Sacker, Bautin, itd. karakterističnu singularnu tačku bifurkacije (Kuznetsov et al., 2005; Bindel et al., 2005; Kuznetsov, 2019). Takođe, mogu se pronaći dvije karakteristične tačke koje imaju, eventualno, neka od svojstava tzv. *tačaka katastrofe* ili tačaka u kojima postoji tzv. *dupliranje perioda* i „put“ ka haosu za posmatrani sistem (Bolotin & Yanovsky, 2007; Cvitanovic et al., 2005). Naravno, tek nakon detaljne, dubinske i iscrpne numeričke analize predmetnih sistema možemo donijeti zaključke o prirodi pomenutih karakterističnih singularnih tačaka. Bez pomoći računara i kompjutacije predmetnih karaktersitika singulariteta, ne postoji intuitivni ili bilo koji drugi način da se sazna i/ili izanalizira priroda posmatranih sistema, tj. njihovih karakterističnih tačaka, osim računarskom kompjutacijom. Kao što su naučnici nekada koristili mikroskope da pronađu nevidljivo i izvedu do tada njima nepoznate i nedokučive zaključke i saznanja o pojavama u prirodi, tako danas kod analize kompleksnih modela sistema, koji u značajnoj mjeri personifikuju realne sisteme, koriste se računari kao jedina moguća alatka na putu otkrivanja skrivenih pojava i zavisnosti. Pojava i praktična primjena u današnjici tzv. *kompjuterskog eksperimenta* „nosi na svojim plećima“ avangardu metodologija sadašnjeg, i budućeg, modernog, istraživanja u nauci (Hutz, 2018).

Vežano za šesti postavljeni cilj: Kontinuiranje singulariteta će se izvršiti korištenjem programskog paketa MATCONT, koji je specijalizovan za ispitivanje sistema nelinearnih diferencijalnih jednačina i bifurkaciju njegovih parametara. Pronalazeći i uočavajući karakteristične singularne tačke iz prethodne iteracije sa generisanog grafika, iste postaju početne tačke za narednu iteraciju, tj. za narednu promjenu parametara sistema. Apriori, ne može se znati koji će se finalni rezultati dobiti analizom singulariteta, tj. kontinuiranjem karakterističnih tačaka u ovoj fazi istraživanja, iako se već došlo do određenih rezultata i zaključaka. Potrebno je dodatno ispitivanje za mnoge pronađene singularitete, tj. karakteristične tačke, daljim kontinuiranjem i bifurkacionom analizom istih za svaki slučaj odnosno tačku posebno (Govaerts et al., 2019).

Vežano za sedmi postavljeni cilj: Primjenom teorije inverznog modeliranja na dobijene rezultate iz prethodno opisanih ciljeva postiže se da se isti „vrate unazad“ u početne jednačine. Nakon toga će se analizirati kako dobijeni rezultati, ili promjene, mogu biti ostvareni drugačijom kombinacijom parametara i/ili promjenom početnih uslova uz primjenu postulata teorije disekvilibriruma. Sa izvedenim zaključcima bi se mogle definisati vrijednosti, i/ili opseg vrijednosti, početnih opisanih promjenjivih u jednačinama, tj. sa kojim to vrijednostima dobijamo najoptimalnije stanje u ekonomskom sistemu, odnosno koje ekonomske politike djeluju pozitivno i blagotvorno, a koje to destabilizirajuće i negativno na makroekonomske agregate posmatranog ekonomskog sistema. Na ovaj način bi bio zatvoren metodološki, jedan pun istraživački krug, od početnih jednačina u istraživanju i nazad na početne jednačine sa dobijenim rezultatima, gdje je posledično-uzročno sve povezano i na taj način se opisuje jedan ili više mogućih scenarija za realne ekonomske sisteme (Pusuluri & Shilnikov, 2018; Xing et al., 2014; Zeng & Wu, 2013).

Suštinski gledano, krajnji cilj je generisati kvalitativne i kvantitativne zaključke vis-à-vis optimalnih politika koje su trebale ili koje trebaju biti na snazi u razmatranom ekonomskom sistemu. Međutim, najkorisnije je da znamo u budućnosti koje to ekonomske politike bi trebale biti na snazi da bi se dobila u cjelosti optimalna/stabilna dinamika ekonomskog sistema. Makroekonomska agregatna analiza EU pruža istraživačko-dedukcioni okvir, ali sama po sebi nije jedini i glavni cilj prezentovane metodologije, već je cilj intertemporalna optimizacija ekonomskog sistema u cjelini.

Nadalje će biti predstavljene hipoteze i/ili istraživačka pitanja doktorskog rada, koje čine njegov centralni dio. Utemeljena hipoteza doktorskog rada su značajnim dijelom predstavljena i argumentovana u prethodno elaboriranim ciljevima rada, tj. na iste se oslanja testiranje hipoteza. Bitno je istaći da istraživanje, tj. ukupni implementirani deduktivni metodološki okvir, nudi analizu prošlog i postojećeg stanja u posmatranom ekonomskom sistemu, ali i predikciju trendova opisnih i/ili zavisnih varijabli u budućnosti.

Pri testiranju hipoteza razmatraće se sljedeće egzogene i endogene varijable: raspoloživi bruto dohodak, ukupni imetak, ukupna raspoloživa potrošnja, porez na dohodak, depoziti po viđenju i oročeni depoziti do godinu dana.

H1. Kontinuiranjem karakterističnih singulariteta raspoloživog dohotka u određenom trenutku za odgovarajuću vrijednost varijabli i parametara razmatranog sistema dostiže se ekvilibrijumski položaj.

H2. Postoji odstupanje između stvarnih vrijednosti razmatrane varijable i vrijednosti koja odgovara ekvilibrijumskom položaju utvrđenom kontinuiranjem singulariteta raspoloživog dohotka

H3. Kontinuiranjem singulariteta raspoloživog dohotka u sadejstvu sa ukupnim imetkom i potrošnjom u određenom trenutku za odgovarajuću vrijednost razmatranih varijabli i parametara dostiže se ekvilibrijumski položaj.

H4. Postoji odstupanje između stvarnih vrijednosti razmatrane varijable i vrijednosti koja odgovara ekvilibrijumskom položaju utvrđenom kontinuiranjem singulariteta raspoloživog dohotka u sadejstvu sa ukupnim imetkom i potrošnjom.

Finansijska sredstva obezbijedjena putem EU/ECB Asset Purchase Programme (ECB APP)² su u značajnoj mjeri održala i povećala životni standard EU stanovništva putem vještačkog povećanja makroekonomskih agregata raspoloživog dohotka (Y_H), ukupnog imetka (W_H) i ukupne raspoložive potrošnje (C_H) stanovništva EU.³ Nakon u posljednjih deceniju ipo signifikantnih fluktuacija agregatnih monetarnih i fiskalnih parametara EU makroekonomije, zahvaljujući ECB APP programu, došlo se do relativno stabilnih odnosno održivih javnih i privatnih finansija. Negativni efekti ECB APP programa bi mogli biti praćeni: padom eura naspram drugih vodećih svjetskih valuta, naglim fluktuacijama inflacionih kretanja u relativno

² Program kupovine i prodaje finansijskih dužničkih instrumenata, sa ciljem upravljanja/regulisanja monetarne politike EU, tj. primarne emisione funkcije. Izvor: <https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/app.en.html>

³ Suprotno od situacije koja se desila u SAD sa Emergency Economic Stabilization Act iz 2008. godine i pratećim TARP programom od oko 700 milijardi US\$. Finansijska sredstva su se u konačnici našla na računima finansijskih institucija i korporacija, dok obični građani su vrlo malo, ili nekoliko, osjetili blagostanje primjenom pomenutog zakona/programa.

kratkim periodima i globalnom EU makroekonomskom situacijom u kojoj stanovništvo EU troši dio finansijskih sredstava od uvećanog raspoloživog dohotka i imetka, koji nema pokriće u dodatno stvorenoj ili produkovanoj real-ekonomskoj vrijednosti. U tom smislu identifikovanje da li i za koliko su politike odstupale od optimalnih bi moglo doprinijeti da se identifikuje pozitivni ili negativni efekti ovog programa, u smislu odgovora na pitanja da li je došlo do sveukupnog smanjenja bogatstva EU stanovništva na račun održavanja životnog standarda, pritom trošeci ranije stvoreni ukupni imetak od svoje strane ili strane svojih predaka. Nikako ne bi bilo dobro da sistem tjera stanovništvo, da budu u korak sa vremenom odnosno potrošnjom koju isti zahtijeva, tj. da troše nezarađeno ili ranije zarađenu socijalnu sigurnost u vidu štednje, koja je primarno bila određena za život u starijem dobu života. Ukoliko posljednje jeste slučaj, imamo situaciju negativne ili obrnute intertemporalne zamjene, što samo po sebi predstavlja paradoks tzv. „države blagostanja“.⁴ Iz tog razloga je važno analizirati dinamiku kretanja kontinuiranjem singulariteta dohotka samostalno i u sadejstvu sa ukupnim imetkom i potrošnjom.

H5. Postoji pojava haosa u ponašanju EU makroekonomskog modela, koji obuhvata raspoloživi dohodak, ukupni imetak i ukupnu raspoloživu potrošnju, nakon određenog broja vremenskih perioda.

Pojavu haosa u sistemu ćemo ispitati pomoću NDA. Nelinearni sistemi višeg reda često i inherentno imaju pojavu haosa u svojoj prediktivnoj vremenskoj dimenziji. Potrebno bi bilo da postoji određeni vremenski okvir i početni uslovi sistema u kome su predviđanja moguća sa zadovoljavajućom tačnošću i pouzdanošću. Nakon određenog broja vremenskih perioda i pojave haosa u sistemu predviđanja postaju nemoguća, što sa ekonomskog aspekta znači da poznamo opseg u kome predviđanja imaju kredibilitet i konzistentnost. Postojanje haosa u razmatranom makroekonomskom sistemu znači, pored spoznaje o nemogućnosti predviđanja izvan određenog vremenskog okvira, u određenim i specifičnim situacijama, i pozitivan aspekt koji se može javiti u ekonomskoj sferi koja analizira nastanak i razvoj industrijskih klastera kojima pripadaju i tzv. start-up⁵ kompanije (Pereira-Pinto et al., 2020, str. 16). Naime, pojava haosa generiše i stimuliše nepredvidiv i nekontrolisan rast pomenutih kompanija i samim tim doprinosi bržem i kvalitetnijem razvoju sveukupne ekonomije. Posljedično, raste raspoloživi dohodak stanovništva, ukupni imetak i ukupno raspoloživa potrošnja. Neke od najvećih svjetskih kompanija tipa Google, Amazon, Facebook, Twitter, i sl. se upravo nalaze u sferi nekadašnjih start-up kompanija, iste su kasnije dinamičnim razvojem postali izuzetno značajni faktori u ekonomiji i društvu uopšte. Kao primjer pozitivne simbioze dva pomenuta načela, haosa i razvoja start-up kompanija, predstavlja i EU politika (na čelu sa Ursulom fon der Lajen) za naredni petogodišnji period (2019-2024 godine), ista je stavila kao primarne ciljeve razvoj zelene, tj. ekološki orjentisane Evrope, uz snažan poticaj start-up kompanija u EU.

Pored testiranja navedenih hipoteza, u metodološkom smislu u istraživanju će se odgovoriti i na sljedeća istraživačka pitanja:

⁴ Država blagostanja je oblik vladavine u kojem država štiti i promovira ekonomsku i socijalnu dobrobit građana, zasnovanu na principima jednakih mogućnosti, pravične raspodele bogatstva i javne odgovornosti za građane koji ne mogu da koriste minimalne odredbe za dobar život. (<https://www.britannica.com/topic/welfare-state>)

⁵ Start-up ili pokretanje preduzeća je kompanija ili projekat koji preduzima preduzetnik u potrazi za razvojem i validacijom skalabilnog ekonomskog modela. (Pogledati detaljnije: 1) <https://www.forbes.com/sites/natalierobehmed/2013/12/16/what-is-a-startup/?sh=7f59a9f74044>, 2) Katila, R., Chen, E. L., & Piezunka, H. (2012). All the right moves: How entrepreneurial firms compete effectively. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 6(2), 116-132.)

IP1. Da li određivanje karakterističnih singularnih tačaka u faznim prostorima raspoloživog dohotka, ukupnog imetka i potrošnje stanovništva EU, te primjena kontinuatione bifurkacione analize parametarskih prostora na iste, može generisati mogućnosti alternativne i paralelne analize stabilnosti, tj. partikularne dinamike funkcionalnih zavisnosti predmentih varijabli u prošlosti, sadašnjosti i budućnosti.

Linearizacijom, i sličnim metodama nižeg reda aproksimacije vremenskih serija, dolazilo bi do zanemarivanja relativno malih i potencijalno komplementarno zavisnih promjena u ekonomskim sistemima. Iste bi nadalje u sebi nosile razloge budućih determinišućih trendova, kao i klicu haosa u kretanju predmetnih varijabli. Primijenjena teorija disekvilibriruma nad stvarnim podacima raspoloživog dohotka, ukupnog imetka i raspoložive potrošnje EU stanovništva, kao i međuzavisnosti navedenih varijabli, bi trebalo da pruže metodološki adekvatniju distribuciju vremensko-prostorne dinamike ekonomskog sistema. Aproksimiranje diskretnih vremenskih serija raspoloživog dohotka, imetka i raspoložive potrošnje EU stanovništva sa neprekidnim funkcijskim zavisnostima bi, teoretski i praktično, pružilo mogućnost generisanja međuvrijednosti niže vremenske klase, od originalnih podataka, tj. određivanje vrijednosti koja bi se nalazila između dva originalno susjedna podatka. Na taj način bi mogli koristiti širi set primijenjenog matematičkog aparata u analizi podataka raspoloživog dohotka, imetka i potrošnje stanovništva EU. Pripadajuće diskretne vremenske serije bi bile aproksimirane nelinearnim neprekidnim funkcijama i trebalo bi da, kvalitativno i kvantitativno, bolje reprezentuju EU makroekonomiju. Primjenom NDA na sistemu prvih diferencija tih funkcija i analizom singularnih tačaka mogu se utvrditi anomalije u kreiranju politika u EU i dati preporuke za buduća djelovanja. Iako se ovaj pristup pokazao uspješnim kod mnogih drugih nelinearnih dinamičkih sistema u različitim oblastima primjene, postavlja se pitanje da li će dati rezultate kod razmatranog makroekonomskog sistema EU, jer se po prvi put primjenjuje u toj problematici u ovom radu.

IP2. Da li se inverznim modeliranjem mogu definisati potrebni iznosi monetarnih i fiskalnih parametara za poželjna realna ekvilibrijumska stanja makroekonomskih politika?

Inverzno modeliranje je sastavni dio NDA kod mnogih razmatranih sistema u različitim oblastima i primjenama. Imajući u vidu da se NDA i inverzno modeliranje po prvi put primjenjuje na makroekonomskom sistemu EU, koji obuhvata dinamiku međuzavisnosti između raspoloživog dohotka, imetka i potrošnje, logično se nameće pitanje da li će inverzno modeliranje dovesti do krajnjih rezultata, tj. do optimalnih monetarnih i fiskalnih parametara.

IP3. Da li primijenjena NDA metoda daje bolje rezultate pri tumačenju dinamike kretanja raspoloživog dohotka, ukupnog imetka i raspoložive potrošnje u odnosu na metode vještačke inteligencije, kao što je dubinsko učenje pomoću neuronskih mreža?

Metode dubinskog učenja imaju u literaturi potvrđene dobre performanse pri predikciji budućih vrijednosti na osnovu prethodnih kretanja. Stoga je interesantno uporediti rezultate dobijene NDA sa neuronskim mrežama, ne samo u pogledu predikcije budućih kretanja, već i korisnosti za tumačenje dinamike tih kretanja. Ukoliko rezultati budu u korist NDA, to će biti još jedan od važnih doprinosa, jer se sugeriše efikasniji metod za analizu nekih drugih ekonomskih sistema u budućim istraživanjima.

Kao što je navedeno u obrazloženju prvog cilja za empirijsko testiranje hipoteza i odgovora na

istraživačka pitanja koristiće se agregatni makro pokazatelji ekonomskog sistema EU28 zemalja (ukupni raspoloživi dohodak, ukupni imetak, ukupna raspoloživa potrošnja, bruto naknade, porez na dohodak, depoziti po viđenju, oročeni depoziti do godinu dana, porez na kapitalnu dobit, koeficijenti zaposlenosti i nezaposlenosti, koeficijenti stepena izdvajanja za penzionere i nezaposlene, racija bruto izdvajanja za dohotke i socijalne izdatke, kuponska ili kamatna vrijednost investicija u domaće obveznice ili vrijednosti kamata na oročene depozite do godinu dana u domaćim i stranim finansijskih institucijama, stepen investicija u domaće i strane hartije od vrijednosti, prosječne vrijednosti nekretnina po glavi stanovnika u EU28, i sl.) za period od 2005. do 2015. godine (11 godina). Vremenske serije su preuzete iz Statistical Data Warehouse, 2019 i Eurostat, 2019. Radi kasnijeg upoređivanja evolutivnog toka sistema sa stvarnim vrijednostima za iste egzogene i endogene varijable iz istih izvora su preuzeti podaci za period od 2016. do 2019. godine.

Materijali, metode i plan istraživanja

Neposredno nakon kreiranog okvirnog plana istraživanja započeto je i efektivno izvođenje istraživačkih aktivnosti. Po uzoru na jednačine definisane u *teoriji disekvilibrijuma* (Chiarella et al., 1999), određen je i kreiran kvantitativni model, tj. osnov početnih jednačina za izučavanje specifikuma makroekonomskih agregata EU. Nakon formalno definisanih jednačina sistema pristupilo se analitičkoj obradi istih u MATLAB-u R2019b (Margab et al., 2011; Yang, 2005; Mathews & Fink, 2004). Nadalje, potrebno je bilo pronaći realne i adekvatne podatke u odgovarajućoj vremenskoj učestanosti za varijable koje se pojavljuju u specificiranom modelu (Statistical Data Warehouse, 2019; Eurostat, 2019). Aktivan rad na pronalaženju, prikupljanju i obradi potrebnih podataka trajao je nekoliko mjeseci. Dodatno, obraćena je posebna pažnja da podaci budu primjenjivi u izabran teorijski okvir, ali i adekvatni za modelski zastupljene makroekonomske agregate EU. Urađena je akvizicija dostupnih godišnjih podataka za BDP, populaciju EU i iznos sredstava koji je uložen u hartije od vrijednosti (vlasničke i dužničke) od strane stanovništva EU28 za jedanestogodišnji period, dok su izvorni podaci za HICP (Harmonised Index of Consumer Prices) ECB-a, podaci o oročenim depozitima sa različitim ročnošću i depoziti po viđenju pribavljeni u originalnim mjesečnim vremenskim serijama. Potrebno je bilo uraditi konverziju mjesečnih u godišnje podatke, na način što je urađeno usrednjavanje mjesečnih vrijednosti na godišnjem nivou. Podaci za iznos primanja i socijalnih davanja EU stanovništva su imali originalno kvartalnu dimenziju i potrebno je ih je bilo konvertovati u godišnje podatke, prvo kvartalnim usrednjavanjem i zatim sumom srednjih vrijednosti usrednjavanja u godišnje vremenske serije. Osim pomenutih, korišteni su u analizi i podaci za broj, površinu i ukupan iznos stambenih objekata po pojedinačnim zemljama, kao i za prosječnu vrijednost kvadrata stambenog prostora po svim zemljama EU. Nakon obimnije kalkulacije dobijeni su podaci za agregatni iznos vrijednosti imetka u nekretninama (stambenim) za stanovništvo EU prema podacima iz marta 2019. Svi podaci (pripremljeni i originalni) su uvršteni u modifikovane formule TD za EU28. Sledeći korak je predstavljalo kreiranje funkcijske i međufuncijske zavisnosti derivativa analitičkih jednačina prilagođenog modela u MATLAB-u i EViews-u (Siauw & Bayen, 2014; Zeng & Wu, 2013; Zhang & Karniadakis, 2017).

Nakon toga, se rad nastavlja na određivanju singulariteta, parametarskoj bifurkaciji i kontinuiranju bifurkacija karakterističnih tačaka, u predmetnim jednačinama i modelu. Za posljednje pomenuto korišten je program MATCONT 7p1_2 2019, u okviru programskog paketa MATLAB (Lyche & Merrien, 2014), i PPLANE 9 (John C. Polking, <https://math.rice.edu/~polking/>), program koji je specijalno kreiranih za MATLAB programsko okruženje. U toku je rad na kontinuiranju singularnih karakterističnih tačaka u

okviru bifurkacione analize parametarskih prostora SNDJPR. Postoji značajan broj singulariteta i pripadajućih im „grananja“, a samim tim i kombinacija koje treba ispitati (Startz, 2009). Nakon navedenih istraživačkih aktivnosti predstoji rad na suštinskom i analitičkom, povezivanju putem teorije inverznog modeliranja, rezultata istraživanja sa početnim jednačinama i upoređivanja postojećih vrijednosti sa optimalnim vrijednostima dobijenim putem analize (Schleer-van Gellecom, 2013), kako bi se testirale postavljene hipoteze.

Metode istraživanja su u svim fazama istraživanja bile konzistentne sa postulatima primijenjene matematičke ekonomije. U teoriji disekvilibriruma (prim. aut. neravnoteže) postoji preko 100 jednačina za modele otvorene makroekonomije i isti se klasifikuju u 8 klasa, sa dimenzionalnošću od 27 dimenzija – KMG27 model, pa i više (Chiarella et al., 2013). Analitičkom obradom jednačina, uključivanjem jednih u druge, tamo gdje je to bilo moguće i/ili suštinski opravdano, kreiran je model koji najviše odgovara empirijskom makroekonomskom agregatnom modelu EU28 zemalja. Dodatno, dobijeni model na osnovu početne teorije disekvilibriruma (Chiarella et al., 1999) je okvirno za nekih 40% samostalno proširen i uzete su u obzir dodatne varijable koje bi mogle uticati na makroekonomska kretanja EU28. Vremenskih opseg serija podataka koje se koriste u izučavanju je od 2005. do 2015. godine (11 godina). Navedeni vremenski okvir je namjerno tako odabran, iako su bili dostupni podaci i za nešto kasnije vremenske periode, pa čak i do najaktuelnijih iz 2019. godine. Međutim, razlozi za odabir prezentovanog vremenskog okvira su sledeći: 1) Godine 2004. EU se u svojoj istoriji najznačajnije proširila sa nekoliko novih članica, i kasnije je opisanu strukturu održala najduže u svom postojanju (sve do prijema Republike Hrvatske u EU 2013. godine); 2) Period nakon 2016. godine je obilježio „Brexit“, tj. referendum o izlasku Velike Britanije iz EU, poslije čega postoje razne ekonomsko-socijalne anomalije unutar EU, kao produkt ovog događaja. Navedeno pod 2) ne tangira na značajan način istraživanje u doktorskom radu, izuzev predikcija budućih trendova. Naime, kada se jednom postave jednačine stabilnog vremenskog stanja za neki sistem, predikcija u faznom prostoru je i dalje moguća sa relativno velikom sigurnošću za postojeće dijapazone vrijednosti ekonomskih parametara (Macau, 2019; Petráš, 2011).

Nakon kreiranih početnih jednačina u analitičkom obliku na osnovu postulata teorije disekvilibriruma, njihovog proširivanja i obrade u MATLAB-u, pomenute jednačine su dalje numerički transformisane u nelinearne polinomne funkcije (Hu & Chen, 2013; Bernard & Nyambuu, 2016). Aproksimacioni funkcionalni polinomi ekonomskih varijabli su u nekim slučajevima polinomi 28. stepena, sa preciznošću i tačnošću ukupnog funkcijskog zapisa od 64 bita sa rezidualima nakon aproksimacije manjim od 0,01% u preko 95% „fitovanih“ tačaka. Pomenuti rezultati su dobijeni sa MATLAB-ovom funkcijom *polyfit* koja se oslanja na *Vandermondove matrice aproksimacije vrijednosti polinomnih koeficijenata* (Klein & Spreij, 2003; Lundengård, 2017; Yaici & Hariche, 2019). Tačnost aproksimacije važi i za vremenske serije koje u sebi imaju jedan ili više strukturnih lomova. Prednost aproksimacije vrijednosti diskretnih vremenskih serija neprekidnim, odnosno diferencijabilnim, funkcijama je u pomenutom koraku direktno vidljiva.

Nakon definisanih nelinearnih funkcionalnih zavisnosti određuju se prvi diferencijali jednačina. Na taj način možemo neprekidnim funkcijama pratiti dinamiku promjena varijabli. Zatim se pristupa formiranju sistema nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda i njihovo predstavljanje zamjenskim varijablama koje definišu međuzavisnosti ekonomskih vremenskih serija putem metode *nelinearnih najmanjih kvadrata (nonlinear least squares method – NLLS)* (Hill et al., 2018). Tačnost definisanja međuzavisnosti, sa metodom nelinearnih najmanjih kvadrata, varira među definisanim diferencijalnim jednačinama u opsegu od 0% do najviše, i vrlo rijetko,

7,5%. Dodatno, vođeno je računa prilikom aproksimiranja derivativa da rezidualne vrijednosti ne budu uvijek sa iste strane aproksimirane originalne vrijednosti, već da iste relativno ravnopravno mijenjaju znak tokom aproksimacije (Greene, 2003). Na taj način se dobija da je srednja vrijednost reziduala jako bliska ili jednaka nuli. Pomenuto je značajno i zbog funkcije distribucije gustine vjerovatnoće konkretne stohastičke promjenjive, jer ocjena zavisnih promjenjivih ostaje nepristrasna i konzistentna (Wooldridge, 2016). Metoda nelinearnih najmanjih kvadrata je odabrana zbog svoje univerzalnosti i bazičnosti. Nešto veće tačnosti aproksimacije diferencijalnih vrijednosti bi se dobile drugim složenijim metodama, kao što je to npr. metoda dvostrukih najmanjih kvadrata. Međutim, na taj način bi se dodatno iskomplikovao ukupni matematički aparat i sami metodološki pristup, samim tim predloženi metod istraživanja bi bio manje dostupan (naj)širem krugu istraživača i praktičnoj primjeni. Pronađene međuzavisnosti obično sadrže članove različitih stepena i međusobnih proizvoda opisnih promjenjivih.

U narednom koraku slijedi rješavanje sistema nelinearnih diferencijalnih jednačina prvog reda, pronalaženje nula ili singulariteta, putem algoritma koji koristi u svom operativnom radu numeričku metodu pod nazivom: Bez-Jakobijanski Njutn-Krilov metod (*JFNK – Jacobian-Free Newton-Krylov method*) (Knoll & Keyes, 2004). Zatim se vrši selekcija koji singulariteti zadovoljavaju uslove da postanu karakteristične tačke konkretno izučavanog sistema. Nadalje se proučava, pomoću programa MATCONT, koji to singulariteti i parametri posjeduju potencijalna bifurkaciona svojstva, i ako posjeduju na koji način, tj. koje tranzicije među karakterističnim tačkama postoje u skladu sa nelinearnom dinamičkom analizom i teorijom haosa (Govaerts et al., 2019; Luo, 2008; Xu & Luo, 2018). Obično postoji značajan broj singulariteta, naročito za nelinearne sisteme diferencijalnih jednačina sa većom vrijednošću maksimalnog eksponenta. Zbog navedenog, kontinuiranje karakterističnih singulariteta putem bifurkacione parametarske analize generiše nove potencijalno značajne i/ili interesantne singularitete za izučavanje (Luo, 2012). Relativno veći broj pronađenih singulariteta, nakon bifurkacionog kontinuiranja parametara, potrebno je putem teorije inverznog modeliranja suštinski povezati sa izvornim ekonomskim varijablama i izvesti zaključke na osnovu dostupnih informacija i dobijenih rezultata (Tarantola, 2005).

Prethodne dvije godine rađeno je intenzivno na istraživanju vezanom za temu dokorskog rada. Do sada je u okviru plana završen značajni dio relevantnog početnog istraživanja. Sljedeći koraci bi bili da se u prvom kvartalu 2021. godine napiše rad za objavu u međunarodnom časopisu sa SCI ili SSCI liste. Otprilike početkom maja ili juna 2021. godine pristupilo bi se izradi konačne verzije dokorskog rada. Za očekivati je, ukoliko sve bude išlo po planu, da se dokorski rad završi, preda i odbrani sredinom 2022. , ili krajem 2022. godine, za slučaj nepovoljnog razvoja administrativnih događaja i/ili momenata povezanih sa pandemijom Covid-19. Odbrana polaznih istraživanja je planirana u periodu mart-april 2021. godine.

Očekivani naučni doprinos

Ova disertacija predstavlja originalno teorijsko i empirijsko istraživanje koje doprinosi postojećoj nauci na više načina. Prvo sa metodološkog aspekta ovo istraživanje je pionirsko u domenu primjene faznih dijagrama na ekonomski sistem određen uz pomoć kreiranih neprekidnih funkcija opisnih promjenljivih i bifurkacijom pripadajućih im parametara. Takođe, uvodi se kompjuterski eksperiment kao relativno novo sredstvo istraživanja. Naime, postoji velika razlika između primjene računara u modeliranju i proračunu određenih poznatih naučnih teorija spram istraživanja gdje računar ispituje sve moguće kombinacije u određenom pretpostavljenom opsegu.

Pored metodološkog doprinosa ovo istraživanje ima važne teorijske i empirijske doprinose.

1. Glavni teorijski doprinos je uvođenje teorije disekvilibriruma u analizu realnih ekonomskih kretanja umjesto opšte prihvaćene pristupa zasnovanog na teoriji ekvilibrijuma. Teorija ravnoteže je pogodna za bazična teorijska i skolastički-eksplanatorna istraživanja. Međutim, ista je daleko udaljena od realnih kretanja u izuzetno kompleksnim sistemima, npr. agregatnog makroekonomskog kretanja jedne velike ekonomske zajednice (kao što je to EU). Sa svojih (oko) 500 miliona stanovnika, i desetak miliona pravnih i drugih subjekata koji ostvaruju kompleksne interakcije među sobom, i naravno sa spoljnim heterogenim uticajima – po prirodi nastanka i izvora (SAD, vojske, ratovi, MMF, SB, itd.), EU je jedan izuzetno kompleksan (ekonomski) sistem i upravo zato će se dinamička analiza makroekonomskog modela EU koji obuhvata agregate dohotka, imetka i potrošnje, po prvi put u ovom radu, bazirati na teoriji disekvilibriruma.

2. Veoma važan teorijski doprinos je i prikaz stvarnog kretanja ekonomskih promijenjivih u kvantitativnom i kvalitativnom smislu, spram teorijski definisanog tzv. ravnotežnog položaja. Na pomenuti način se može vidjeti razlika između rezultata dobijenih na osnovu klasične teorije ekvilibrijuma i stvarnih empirijskih rezultata dobijenih primjenom teorije disekvilibriruma. U radu će se pokazati se da se disekvilibrirumskim modelom može dobiti više korisnih informacija za kreiranje monetarnih i fiskalnih politika nego pristupom zasnovanim na teoriji ekvilibrijuma.

3. Obzirom da je kao teorijska osnova za definisanje makroekonomskog modela na kojem se bazira ovo istraživanje uzet skup jednačina karakterističan za Australiju, proširivanje i prilagođavanje disekvilibrirumskih jednačina da odgovaraju EU makroekonomskim uslovima, predstavlja značajan teorijski doprinos. Po prvi put je u ovom radu definisan makroekonomski model koji opisuje ukupni raspoloživi dohodak, ukupni imetak i ukupnu raspoloživu potrošnju u EU i koji može poslužiti kao osnova za dinamičku analizu. Postupak izvođenja jednačina može poslužiti kao putokaz za kreiranje drugih makroekonomskih modela za dinamičku analizu u budućim istraživanjima.

4. Aproksimacija („fitovanje“) realnih ekonomskih podataka neprekidnim funkcijama, tj. pretvaranje diskretnih u „*neprekidne podatke*“ takođe predstavlja značajan doprinos u ovom radu. Naime, na pomenuti način se bolje aproksimira ekonomska realnost međusobnih zavisnosti originalnih podataka. Dodatno, mogu se odrediti i vremenske međuvrijednosti ekonomskog sistema (npr. od početnih godišnjih podataka za BDP možemo pronaći kvartalne i/ili mjesečne podatke). Uz pomoć neprekidnih funkcijskih zavisnosti primijenjenih na ekonomske varijable mogu se „proširiti“ originalne vremenske serije u okviru početnog vremenskog intervala da bi se dobila egzaktna ekonometrijska aproksimacija (fitovanje) nelinearnih dinamičkih zavisnosti odnosno pripadajućih jednačina;

5. Ispitivanje eventualne pojave haosa u realnim ekonomskim sistemima putem analize jednačina međusobno zavisnih varijabli, je značajano da bi se definisale granice validnosti predikcije. Naime, pojava haosa u modelu koji predstavlja realni ekonomski sistem ima najveći značaj u tome što nam pokazuje koliki je budući vremenski okvir pouzdanih predviđanja u sistemu. Iako, bifurkacije koje dovode do haosa imaju svoju matematičku vrijednost iste imaju izuzetno malu vjerovatnoću događaja i održivost kada je u pitanju realni ekonomski sistem.

6. Ipak, može se reći da je najvažniji empirijski doprinos sugerisanje pravca kretanja ekonomskog

sistema i pronalaženje optimalnih vrijednosti za ekonomske varijable u istom, uz paralelnu analizu kretanja pojedinih činilaca početnih jednačina, sa ciljem da se odrede optimalne i/ili povoljnije postavke ekonomskih politika korištenjem teorije inverznog modeliranja. Nelinearni dinamički sistemi prate određeni tok, koji je definisan evolutivnim operatorima. Prostor stanja funkcijskih rješenja koja su zavisna od početnih uslova je beskonačan, i samim tim nam pruža određenu „matematičku inertnost“ modela. Sistem će se kretati u određenom definisanom smjeru zavisno od početnih uslova i ravnotežnih rješenja sistema. Prateći navedeno, dobijene vrijednosti NDA analizom za raspoloživi lični dohodak ukazuju da se ravnoteža sistema za prvi period posmatranja dobijala za veće vrijednosti raspoloživog dohotka od onih koje su bile u stvarnosti. Takođe, u drugom posmatranom periodu su bile niže – po modelu, od realnih vrijednosti. Na taj način smo došli do saznanja da je vještački pomjerena disekvilibrirumska ravnoteža odlukom o ubacivanju novčane mase u monetarni sistem EU. Sa druge strane, da bi sistem ostao u ravnoteži za tako povećane iznose dohotka u drugom posmatranom vremenskom periodu potrebno bi bilo značajno više uvećati poreze na bruto dohodak zaposlenih – vrlo nepopularna i praktično neizvodljiva mjera. Za one stanovnike EU koji nemaju relevantno značajan ukupni imetak, za finansiranje uvećane potrošnje, povećanje poreza bi značilo dodatno smanjenje životnog standarda putem kanala smanjivanja bruto raspoloživog dohotka. Model jasno pokazuje kako i gdje se kreću ravnotežne vrijednosti pri kojima sistem teoretski ne bi došao u stanje ekonomske krize. Dodatno, posljednje rečeno nas upućuje na zaključak da negdje, relativno skoro, prijeti ekonomska kriza cijelom monetarnom i fiskalnom sistemu EU. Naravno, da do pomenute krize neće doći dokle god se vještačkim ubacivanjem novca u sistem održava socijalna stabilnost i mir, ali ukoliko isti recimo prestane i real-ekonomija ne prati dovoljno brzo nastalu promjenu, može vrlo lako doći do neke vrste dužničke krize zbog pretjerano velikog javnog duga EU. Pored navedenog uticaja na raspoloživi dohodak, ukupan imetak i raspoloživu potrošnju u radu se planira i analizirati kretanje ravnotežne štednje i likvidnosti stanovništva EU.

7. I na kraju sa metodološkog aspekta važno je što je urađena komparacija rezultata dobijenih primjenom NDA i TD sa rezultatima dobijenim primjenom metoda vještačke inteligencije, konkretno neuronskih mreža. Komparacija je značajna jer ukazuje na prednosti NDA u odnosu na metode vještačke inteligencije, koje se ogledaju u mogućnostima dinamičke analize tj. identifikovanja odstupanja realnih podataka od optimalnih koji bi doveli do ravnotežnog položaja, kao i potencijalnog identifikovanja tačke u kojoj posmatrani sistem ulazi u stanje haosa.

Dodatno, pored gore nabrojanih u ovom istraživanju postoje mnoge novine koje se odnose na operativni dio primjene i/ili obrade predmentih funkcija i jednačina. Navedeno je realizovano primjenom programskog paketa MATLAB, koji pomjera i ubrzava tempo naučnog istraživanja u svijetu već decenijama, pa samim tim ubrzava i optimizuje izučavanje u ovom doktorskom radu. Određene kalkulacije u okviru istraživanja nisu i ne bi bile moguće za uraditi/riješiti samo deceniju ili deceniju ipo ranije, što govori koliki je naučni napredak ostvaren, kod računarskih rješenja i primjene programskih paketa tipa MATLAB.

Pored metodološkog, teorijskog i empirijskog značaja disertacija ima i praktični značaj za kreiranje makroekonomskih politika EU. U skladu sa ranije pomenutom relativnom inercijom toka evolutivnih operatora modela, postoji velika vjerovatnoća da će vrijednosti određene modelom imati odstupanja u odnosu na realne vrijednosti sistema. Pomenuta odstupanja su bitna ne samo po vrijednosti, već i po dinamici promjene znaka. Navedeno nam pruža uvid da li treba ekonomske politike „ispraviti ka gore“ ili „saviti ka dolje“, kada su u pitanju promjenjive koje se posmatraju. Posljednje pomenuto znači za kreatore ekonomskih politika EU donošenje zaključka da li treba ići ka postepenom ili naglom povećanju odnosno smanjenju vrijednosti poreza na

dohodak – u oblasti fiskalne politike, tj. da li je potrebno više trošiti u okviru javne potrošnje i uskladiti primanja sa stvarnim tokom ekonomije. Dodatno, postavlja se pitanje kakav je ukupni kvalitet života stanovništva i da li ga, i kako, treba korigovati na duži rok, pogotovo kada je u pitanju promjena ukupnog imetka koja može biti vrlo zabrinjavajuća, tj. kako će se pomenuto odraziti na raspoloživu ukupnu potrošnju, štednju i likvidnost stanovništva u cjelokupnoj ekonomiji. Sve gore navedeno predstavlja jedan suštinski povezan i zatvoren ekonomski tok, tako da neravnoteža samo u jednom njegovom dijelu ima uvijek reperkusije, u većoj ili manjoj mjeri, na gotovo sve ostale elemente sistema.

Spisak objavljenih radova kandidata

Popis literature

1. Ackerman, F., Nadal, A., & Gallagher, K. P. (2004). *The flawed foundations of general equilibrium theory: critical essays on economic theory*. Routledge.
2. Adams, A., Clarke, D., & Quinn, S. (2015). *Microeconometrics and MATLAB: An Introduction*. Oxford University Press.
3. Aguirre, L. A. (1996). *A tutorial introduction to nonlinear dynamics and chaos, Part 11: Modelling and control*.
4. Ali Khaledi-Nasab, Kanishk Chauhan, Peter A. Tass, and Alexander B. Neiman. (2021). Information processing in tree networks of excitable elements. *Phys. Rev. E* 103, 012308. American Physical Society.
5. Alonso, L. M., & Marder, E. (2020). Temperature compensation in a small rhythmic circuit. *Elife*, 9, e55470.
6. Alp, E., & Seven, Ü. (2019). The dynamics of household final consumption: The role of wealth channel. *Central Bank Review*, 19(1), 21-32.
7. Antoci, A., Galeotti, M., Russu, P., & Luigi Sacco, P. (2018). The cultural implications of growth: Modeling nonlinear interaction of trait selection and population dynamics. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 28(5), 055906.
8. Arrowsmith, D. K., Cartwright, J. H., Lansbury, A. N., & Place, C. M. (1993). The Bogdanov map: Bifurcations, mode locking, and chaos in a dissipative system. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 3(04), 803-842.
9. Azariadis, C. (2018). Riddles and Models: A Review Essay on Michel De Vroey's *A History of Macroeconomics from Keynes to Lucas and Beyond*. *Journal of Economic Literature*, 56(4), 1538-76.
10. Backhouse, R. E., & Boianovsky, M. (2012). *Transforming modern macroeconomics: exploring disequilibrium microfoundations, 1956–2003*. Cambridge University Press.
11. Backhouse, R., & Boianovsky, M. (2005). Disequilibrium macroeconomics: an episode in the transformation of modern macroeconomics. In *Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 33rd Brazilian Economics Meeting]* (No. 012). ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics].
12. Bagliano, F. C., & Bertola, G. (2004). *Models for dynamic macroeconomics*. Oxford University Press on Demand.
13. Bakri, T., Kuznetsov, Y. A., & Verhulst, F. (2015). Torus bifurcations in a mechanical system. *Journal of Dynamics and Differential Equations*, 27(3-4), 371-403.
14. Barrell, R., Costantini, M., & Meco, I. (2015). Housing wealth, financial wealth, and consumption: New evidence for Italy and the UK. *International Review of Financial Analysis*, 42, 316-323.
15. Barro, R. J., & Grossman, H. I. (1971). A general disequilibrium model of income and employment. *The American Economic Review*, 61(1), 82-93.
16. Bayar, A., & Mc Morrow, K. (1999). Determinants of private consumption (No. 135). Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), European Commission.
17. Bender, C. M., Feinberg, J., Hook, D. W., & Weir, D. J. (2009). Chaotic systems in complex phase space. *Pramana*, 73(3), 453.
18. Berliner, L. M. (1992). Statistics, probability and chaos. *Statistical Science*, 69-90.
19. Bernard, L., & Nyambuu, U. (2016). *Dynamic Modeling, Empirical Macroeconomics, and Finance*. Springer.
20. Bindel, D. S., Demmel, J. W., Friedman, M. J., Govaerts, W. J., & Kuznetsov, Y. A. (2005). Bifurcation analysis of large equilibrium systems in MATLAB. In *International Conference on Computational Science*

- (pp. 50-57). Springer, Berlin, Heidelberg.
21. Bischi, G. I., Chiarella, C., & Gardini, L. (2010). *Nonlinear Dynamics in Economics, Finance and Social Sciences*. Springer, Berlin.
 22. Bischi, G. I., Chiarella, C., & Sushko, I. (Eds.). (2012). *Global analysis of dynamic models in economics and finance: essays in honour of Laura Gardini*. Springer Science & Business Media.
 23. Blanchard, O. J. B. (2017). *Macroeconomics: Global Edition*. Financial Times Prentice Hall.
 24. Bober, W. (2013). *Introduction to Numerical and Analytical Methods with MATLAB for Engineers and Scientists*. CRC Press.
 25. Bober, W., Tsai C.-T. & Masory, O. (2009) *Numerical and Analytical Methods with MATLAB*. CRC Press, Boca Raton.
 26. Boeing, G. (2016). Visual analysis of nonlinear dynamical systems: chaos, fractals, self-similarity and the limits of prediction. *Systems*, 4(4), 37.
 27. Bolotin, Y. L., & Yanovsky, V. V. (2007). *The world of chaos*. Вопросы атомной науки и техники.
 28. Bosi, S., & Desmarchelier, D. (2018). Pollution and infectious diseases. *International Journal of Economic Theory*, 14(4), 351-372.
 29. Bosschaert, M. M., Janssens, S. G., & Kuznetsov, Y. A. (2020). Switching to nonhyperbolic cycles from codimension two bifurcations of equilibria of delay differential equations. *SIAM Journal on Applied Dynamical Systems*, 19(1), 252-303.
 30. Boyer, M. (2020). *Inequalities: Income, Wealth and consumption*.
 31. Bronshtein, I. N., Semendyayev, K. A., Musiol, G., & Muehlig, H. (2007). *Handbook of Mathematics*.
 32. Burda, M., & Wyplosz, C. (2013). *Macroeconomics: a European text*. Oxford university press.
 33. Cavalieri, D. (2004). On some equilibrium and disequilibrium theories of endogenous money: A structuralist view. *History of Economic Ideas*, 51-83.
 34. Chiang, C. A. (2000). *Elements of dynamic optimization*. Waveland Press.
 35. Chiang, C. A. (2005). *Fundamental methods of mathematical economics*. McGraw-Hill.
 36. Chiarella, C., Flaschel, P., & Franke, R. (2011). *Foundations for a Disequilibrium Theory of the Business Cycle*. Cambridge Books.
 37. Chiarella, C., Flaschel, P., Groh, G., Koper, C., & Semmler, W. (1999). Towards applied disequilibrium growth theory: VI. Substitution, money-holdings, wealth-effects and further extensions.
 38. Commendatore, P., Kubin, I., Bougheas, S., Kirman, A., Kopel, M., & Bischi, G. I. (Eds.). (2017). *The Economy as a Complex Spatial System: Macro, Meso and Micro Perspectives*. Springer.
 39. Craig, S. G., Kohlhasse, J. E., & Papell, D. H. (1991). Chaos theory and microeconomics: An application to model specification and hedonic estimation. *Review of Economics and Statistics*, 73(2), 208-215.
 40. Crowley, P., & Trombley, C. (2015). Macroeconomic Synchronization and Monetary Unions: Is the Euro Area more Synchronous than other Monetary Unions and are Monetary Unions more Synchronous than non-Monetary Unions?.
 41. Cvitanovic, P. (1984). *Universality in chaos*. Adam Hilger Ltd, Bristol.
 42. Cvitanovic, P., Artuso, R., Mainieri, R., Tanner, G., Vattay, G., Whelan, N., & Wirzba, A. (2005). *Chaos: classical and quantum*. ChaosBook.org (Niels Bohr Institute, Copenhagen), 69.
 43. Danca, M. F. (2018). Lyapunov exponents of a discontinuous 4D hyperchaotic system of integer or fractional order. *Entropy*, 20(5), 337.
 44. Das, D., Banerjee, D., & Bhattacharjee, J. K. (2014). Super-critical and sub-critical Hopf bifurcations in two and three dimensions. *Nonlinear Dynamics*, 77(1-2), 169-184.
 45. Day, R. H. (1987). The general theory of disequilibrium economics and of economic evolution. In *Economic evolution and structural adjustment* (pp. 46-63). Springer, Berlin, Heidelberg.
 46. de Bondt, G., Gieseck, A., Herrero, P., & Zekaite, Z. (2019). Disaggregate income and wealth effects in the largest euro area countries.
 47. De Gooijer, J. G. (2017). *Elements of nonlinear time series analysis and forecasting*. Berlin, Germany: Springer.
 48. De Magalhães, L., & Santaaulàlia-Llopis, R. (2018). The consumption, income, and wealth of the poorest: An empirical analysis of economic inequality in rural and urban Sub-Saharan Africa for macroeconomists. *Journal of Development Economics*, 134, 350-371.
 49. Dhooge, and W. Govaerts, Y.A. Kuznetsov, H.G.E. Meijer and B. Sautois (2008). New features of the software MATCONT for bifurcation analysis of dynamical systems. *MCMDS 2008*, Vol. 14, No. 2, pp 147-175
 50. Donzelli, F. (2008). Marshall vs. Walras on equilibrium and disequilibrium. *History of Economics Review*, 48(1), 1-38.
 51. Drazin, P. G. (2002). *Introduction to hydrodynamic stability* (Vol. 32). Cambridge university press.
 52. Duffy, D. G. (2003). *Advanced engineering mathematics with MATLAB*. Chapman and Hall/CRC.

53. Faggini, M., & Parziale, A. (2012). The failure of economic theory. Lessons from chaos theory. *Modern Economy*, 3(01), 1.
54. Feigenbaum, M. J. (1979). The universal metric properties of nonlinear transformations. *Journal of Statistical Physics*, 21(6), 669-706.
55. Feigenbaum, M. J. (1983). Universal behavior in nonlinear systems. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 7(1-3), 16-39.
56. Franses, P. H., & Van Dijk, D. (2000). *Non-linear time series models in empirical finance*. Cambridge University Press.
57. Fuchs, A. (2014). *Nonlinear dynamics in complex systems*. Berlin: Springer.
58. Gerritsma, M., Van der Steen, J. B., Vos, P., & Karniadakis, G. (2010). Time-dependent generalized polynomial chaos. *Journal of Computational Physics*, 229(22), 8333-8363.
59. Ghil, M. (2010, May). Stochastic climate dynamics: Random attractors and time-dependent invariant measures. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (p. 13469).
60. Ghosh, T. (2013). *Bifurcation Analysis of Endogenous Growth Models* (Doctoral dissertation, University of Kansas).
61. Giavazzi, F., Amighini, A., & Blanchard, O. J. B. (2017). *Macroeconomics: a European perspective*. Financial Times Prentice Hall.
62. Gimmelli, G., Kooi, B. W., & Venturino, E. (2015). Ecoepidemic models with prey group defense and feeding saturation. *Ecological Complexity*, 22, 50-58.
63. Govaerts, W., Kuznetsov, Y. A., Meijer, H. G. E., Al-Hdaibat, B., De Witte, V., Dhooge, A., Mestrom, N., Neiryneck, A.M. Riet & Sautois, B. (2019). *MATCONT: Continuation toolbox for ODEs in Matlab*. University of: Gante (Belgium), Utrecht (The Netherlands) & Twente (The Netherlands).
64. Grasman, J., & Van Straten, G. (Eds.). (2012). *Predictability and nonlinear modelling in natural sciences and economics*. Springer Science & Business Media.
65. Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. Pearson Education India.
66. Hamri, N. E. (2018). Chaos in Nonlinear Fractional Systems. In *Advanced Synchronization Control and Bifurcation of Chaotic Fractional-Order Systems* (pp. 333-403). IGI Global.
67. Hayward, T., & Preston, J. (1999). Chaos theory, economics and information: the implications for strategic decision-making. *Journal of Information Science*, 25(3), 173-182.
68. Hilborn, R. C. (2000). *Chaos and nonlinear dynamics: an introduction for scientists and engineers*. Oxford University Press on Demand.
69. Hill, R. C., Griffiths, W. E., & Lim, G. C. (2018). *Principles of econometrics*. John Wiley & Sons.
70. Hirsch, M. W., Smale, S., & Devaney, R. L. (2012). *Differential equations, dynamical systems, and an introduction to chaos*. Academic press.
71. Hobbs, B., & Ord, A. (2018). Nonlinear dynamical analysis of GNSS data: quantification, precursors and synchronisation. *Progress in Earth and Planetary Science*, 5(1), 1-35.
72. Hommes, C. H. (1997). *Models of complexity in economics and finance*. *System Dynamics in Economic and Financial Models*, Wiley Publishers, 3-41.
73. Hu, Z., & Chen, W. (2013). Modeling of macroeconomics by a novel discrete nonlinear fractional dynamical system. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2013.
74. Hutz, B. (2018). *An Experimental Introduction to Number Theory* (Vol. 31). American Mathematical Soc.
75. Itoh, M., & Chua, L. (2017). Chaotic oscillation via edge of chaos criteria. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 27(11), 1730035.
76. Itoh, M., & Chua, L. (2017). Dynamics of Hamiltonian systems and memristor circuits. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 27(02), 1730005.
77. Jordan, D., Smith, P., & Smith, P. (2007). *Nonlinear ordinary differential equations: an introduction for scientists and engineers* (Vol. 10). Oxford University Press on Demand.
78. Kaldor, N. (1975). What is wrong with economic theory. *The Quarterly Journal of Economics*, 89(3), 347-357.
79. Kalia, M., Kuznetsov, Y. A., & Meijer, H. G. (2019). Homoclinic saddle to saddle-focus transitions in 4D systems. *Nonlinearity*, 32(6), 2024.
80. Kia, B., Lindner, J. F., & Ditto, W. L. (2017). Nonlinear dynamics as an engine of computation. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375(2088), 20160222.
81. Klein, A., & Spreij, P. (2003). Some results on Vandermonde matrices with an application to time series analysis. *SIAM journal on matrix analysis and applications*, 25(1), 213-223.
82. Knoll, D.A. & Keyes, D.E. (2004). Jacobian-free Newton-Krylov methods: a survey of approaches and applications. *Journal of Computational Physics*, 193, 357-397.
83. Korliras, P. G. (1975). A Disequilibrium Macroeconomic Model. *The Quarterly Journal of Economics*, 56-

- 80.
84. Korliras, P. G. (1980). A Disequilibrium Macroeconomic Model: The Implications of a Correction. *The Quarterly Journal of Economics*, 95(1), 199-200.
 85. Kuipers, F., Gürsoy, U., & Kuznetsov, Y. (2019). Bifurcations in the RG-Flow of QCD. *Journal of High Energy Physics*, 2019(7), 1-65.
 86. Kuznetsov, Y. A. (2004). *Elements of applied bifurcation theory* (Vol. 112). Springer Science & Business Media.
 87. Kuznetsov, Y. A., Govaerts, W., Doedel, E. J., & Dhooge, A. (2005). Numerical periodic normalization for codim 1 bifurcations of limit cycles. *SIAM journal on numerical analysis*, 43(4), 1407-1435.
 88. Lipsman, R. L., & Rosenberg, J. M. (2017). *Multivariable Calculus with MATLAB*. Springer International Publishing AG.
 89. Liu, Z. (2010). *Chaotic time series analysis*. *Mathematical Problems in Engineering*, 2010.
 90. Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the atmospheric sciences*, 20(2), 130-141.
 91. Lorenz, E. N., & Haman, K. (1996). The essence of chaos. *Pure and Applied Geophysics*, 147(3), 598-599.
 92. Lundengård, K. (2017). *Generalized Vandermonde matrices and determinants in electromagnetic compatibility* (Doctoral dissertation, Mälardalen University).
 93. Luo, A. C. (2008). *Global transversality, resonance and chaotic dynamics*. World Scientific.
 94. Luo, A. C. (2012). *Regularity and complexity in dynamical systems*. New York: Springer.
 95. Luo, A. C. (2020). On dynamics of infinite-equilibrium systems. *International Journal of Dynamics and Control*, 8(1), 21-43.
 96. Luo, A. C., & Guo, S. (2020). Towards Analytical Chaotic Evolutions in Brusselators. *Synthesis Lectures on Mechanical Engineering*, 5(2), 1-108.
 97. Lyche, T., & Merrien, J. L. (2014). *Exercises in Computational Mathematics with MATLAB*. Springer.
 98. Macau, E. E. (Ed.). (2019). *A mathematical modeling approach from nonlinear dynamics to complex systems*. Springer.
 99. Macklem, T. (1994). Wealth, disposable income and consumption: some evidence for Canada (No. 71). Bank of Canada.
 100. Mainardi, F. (2020). On the advent of fractional calculus in econophysics via continuous-time random walk. *Mathematics*, 8(4), 641.
 101. Manasse, P., Roubini, N., & Schimmelpfennig, A. (2003). Predicting sovereign debt crises.
 102. Margab, E. B., Azarm, S., Balachandran, B., Duncan, J. H., Herold, K. E., & Walsh, G. C. (2011). *An Engineer's Guide to MATLAB With Applications Form Mechanical, Aerospace, Electrical, civil dan Biological Systems Engineering*.
 103. Mathews, J. H., & Fink, K. D. (2004). *Numerical methods using MATLAB* (Vol. 4). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
 104. Menuet, M., Minea, A., & Villieu, P. (2017). Public Debt, Endogenous Growth Cycles and Indeterminacy (No. 2467). Orleans Economics Laboratory/Laboratoire d'Economie d'Orleans (LEO), University of Orleans.
 105. Menuet, M., Minea, A., & Villieu, P. (2019). Budget Rules, Distortionary Taxes, and Aggregate Instability: A reappraisal.
 106. Neal, F., & Shone, R. M. (1976). *Economic model building*. Macmillan International Higher Education.
 107. Neirynek, N., Al-Hdaibat, B., Govaerts, W., Kuznetsov, Y. A., & Meijer, H. G. (2016, February). Using MatContM in the study of a nonlinear map in economics. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 692, No. 1, p. 012013). IOP Publishing.
 108. Nolte, D. D. (2010). The tangled tale of phase space. *Physics today*, 63(4), 33-38.
 109. Pangallo, M., Heinrich, T., & Farmer, J. D. (2019). Best reply structure and equilibrium convergence in generic games. *Science advances*, 5(2), eaat1328.
 110. Pchelintseva, I. Y., Pchelintsev, A. N., & Litovka, Y. V. (2020). Modeling of metal distribution when coating flat metal plates in electroplating baths. *International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields*, e2830.
 111. Pereira-Pinto, F. H. I., & Savi, M. A. (2020). Complex dynamics of multi-regional economic interactions. *Nonlinear Dynamics*, 1-21.
 112. Petráš, I. (2011). *Fractional-order nonlinear systems: modeling, analysis and simulation*. Springer Science & Business Media.
 113. Picardo, J. R., & Gurumoorthy, A. V. (2011). Evaluation of MATCONT of MATLAB for Constructing Bifurcation Diagrams of Chemical Process Systems. *IUP Journal of Chemical Engineering*.
 114. Podlubny, I. (1998). *Fractional differential equations: an introduction to fractional derivatives, fractional differential equations, to methods of their solution and some of their applications* (Vol. 198). Elsevier.
 115. Purica, I. (2015). *Nonlinear Dynamics of Financial Crises: How to Predict Discontinuous Decisions*.

- Academic Press.
116. Pusuluri, K., & Shilnikov, A. (2018). Homoclinic chaos and its organization in a nonlinear optics model. *Physical Review E*, 98(4), 040202.
 117. Puu, T. (2013). *Attractors, bifurcations, & chaos: Nonlinear phenomena in economics*. Springer Science & Business Media.
 118. Radi, B., & El Hami, A. (2018). *Advanced Numerical Methods with Matlab*. Iste.
 119. Rössler, O. E. (1976). An equation for continuous chaos. *Physics Letters A*, 57(5), 397-398.
 120. Schleer-van Gellecom, F. (Ed.). (2013). *Advances in Non-linear Economic Modeling: Theory and Applications (Vol. 17)*. Springer Science & Business Media.
 121. Sethna, J. (2006). *Statistical mechanics: entropy, order parameters, and complexity (Vol. 14)*. Oxford University Press.
 122. Shankar, P. M. (2018). *Differential Equations: A Problem Solving Approach Based on MATLAB*. CRC Press.
 123. Shone, R. (2001). *An introduction to economic dynamics*. Cambridge University Press.
 124. Shone, R. (2002). *Economic Dynamics: Phase diagrams and their economic application*. Cambridge University Press.
 125. Shykhmamedov, A., Karatetskaia, E., Kazakov, A., & Stankevich, N. (2020). Hyperchaotic attractors of three-dimensional maps and scenarios of their appearance. *arXiv preprint arXiv:2012.05099*.
 126. Siauw, T., & Bayen, A. (2014). *An introduction to MATLAB programming and numerical methods for engineers*. Academic Press.
 127. Startz, R. (2009). *Eviews illustrated for version 7*. Quantitative Micro Software.
 128. Stewart, J. (2009). *Calculus: Concepts and contexts*. Cengage Learning.
 129. Strogatz, H.S. (2015). *Nonlinear dynamics and chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*. CRC Press.
 130. Suárez-Ántola, R. (2019). An analytical approach to bifurcations and stability in simplified mathematical models of nuclear reactors. *Progress in Nuclear Energy*, 114, 171-190.
 131. Tarantola, A. (2005). *Inverse problem theory and methods for model parameter estimation (Vol. 89)*. Siam.
 132. Verbeek, M. (2008). *A guide to modern econometrics*. John Wiley & Sons.
 133. Vieru, A. (2008). General definitions of chaos for continuous and discrete-time processes. *arXiv preprint arXiv:0802.0677*.
 134. Viguie´, R. G., & Kerschen, G. T. (2009, January). Design procedure of a nonlinear vibration absorber using bifurcation analysis: application to the drill-string system. In *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference (Vol. 48982, pp. 381-389)*.
 135. Wang, J., Shi, J., & Wei, J. (2011). Predator–prey system with strong Allee effect in prey. *Journal of Mathematical Biology*, 62(3), 291-331.
 136. Wiggins, S. (2003). *Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos (Vol. 2)*. Springer Science & Business Media.
 137. William, B., & Guo, C. (2015). Bifurcation of macroeconomic models and robustness of dynamical inferences.
 138. Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education.
 139. Xing, M., Song, X., Yang, Z., & Chen, Y. (2020). Bifurcations and excitability in the temperature-sensitive Morris–Lecar neuron. *Nonlinear Dynamics*, 100, 2687-2698.
 140. Xing, T., Barrio, R., & Shilnikov, A. (2014). Symbolic quest into homoclinic chaos. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 24(08), 1440004.
 141. Xing, T., Wojcik, J., Zaks, M. A., & Shilnikov, A. L. (2013). Computational quest for Kaos-land. *arXiv preprint arXiv:1310.1122*.
 142. Xu, Y., & Luo, A. C. J. (2018). A series of symmetric period 1 motions to chaos in a two-degree-of-freedom van der Pol–Duffing oscillator. *J. Vibr. Test. Syst. Dyn*, 2, 119-153.
 143. Yaici, M., & Hariche, K. (2019). A particular block Vandermonde matrix. In *ITM Web of Conferences (Vol. 24, p. 01008)*. EDP Sciences.
 144. Yang, W. Y., Cao, W., Chung, T. S., & Morris, J. (2005). *Applied numerical methods using MATLAB*. John Wiley & Sons.
 145. Zeng, Y., & Wu, S. (Eds.). (2013). *State-space models: Applications in economics and finance (Vol. 1)*. Springer Science & Business Media.
 146. Zhang, W. B. (2005). *Differential equations, bifurcations, and chaos in economics (Vol. 68)*. World Scientific Publishing Company.
 147. Zhang, Z., & Karniadakis, G. E. (2017). Numerical Methods for Stochastic Partial Differential Equations with White Noise, volume 196 of. *Applied Mathematical Sciences*.

SAGLASNOST PREDLOŽENOG/IH MENTORA I DOKTORANDA SA PRIJAVOM		
Odgovorno potvrđujemo da smo saglasni sa temom koja se prijavljuje.		
Prvi mentor	Prof. dr Vladimir Kaščelan	<i>Kaščelan</i>
Drugi mentor	Prof. dr Ljiljana Kaščelan	<i>Lj. Kaščelan</i>
Doktorand	PhD kandidat Damir V. Sindik	<i>Sindik Damir</i>
IZJAVA		
Odgovorno izjavljujem da doktorsku disertaciju sa istom temom nisam prijavio ni na jednom drugom fakultetu.		
U Podgorici, 29.01.2021.		<i>Damir V. Sindik</i> Damir V. Sindik



Na osnovu člana 32 stav 1 tačka 14 Statuta Univerziteta Crne Gore, u vezi sa članom 29 Pravila doktorskih studija, Senat Univerziteta Crne Gore, u postupku razmatranja prijedloga Vijeća Ekonomskog fakulteta i na prijedlog Centra za doktorske studije, na sjednici održanoj 04.06.2019. godine, donio je sljedeću

ODLUKU

I

Dr Vladimir Kaščelan, redovni profesor Ekonomskog fakulteta Univerziteta Crne Gore **imenuje se za mentora** pri izradi doktorske disertacije kandidata **mr Damira Sindika**.

II

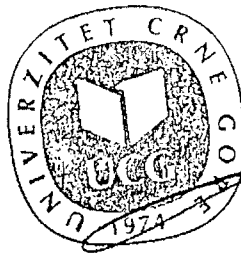
Dr Ljiljana Kaščelan, redovni profesor Ekonomskog fakulteta Univerziteta Crne Gore **imenuje se za komentora** pri izradi doktorske disertacije kandidata **mr Damira Sindika**.

II

Odluka stupa na snagu danom donošenja.

Broj: 03-1546/2

Podgorica, 04.06.2019. godine



PREDSJEDNIK SENATA

Prof. dr Danišo Nikolić, rektor

Prof. dr Vladimir Kaščelan

Mjesto i datum rođenja: Cetinje, 10.09.1965.

e-mail: vladok@ac.me

Obrazovanje

Osnovnu i srednju školu završio na Cetinju sa diplomom Luča, kao jedan od najboljih učenika u svojoj generaciji. Studije matematike na PMF-u u Podgorici završio je 1989. godine, sa prosječnom ocjenom 9,63. Iste godine upisao je postdiplomske studije na Matematičkom fakultetu u Beogradu (smjer Verovatnoća i statistika). Poslije uspješno položenih ispita, sa prosječnom ocjenom 10, 1994. godine odbranio je magistarski rad «O srednjekvadratnom odstupanju ocjene kospektra višedimenzionalnog slučajnog procesa» (mentor Pavle Mladenović). Doktorsku disertaciju pod naslovom «Proračun cijena terminskih ugovora i hedžing strategije» (mentor Stojan Babić) odbranio je 1999. godine na Ekonomskom fakultetu u Podgorici. Usavršavao se na Univerzitetu „Lomonosov” u Moskvi, finansijsko-aktuarski centar.

Zvanje i predmeti

U zvanje redovni profesor Univerziteta Crna Gora za predmete Finansijska matematika i Rizik i osiguranje izabran je 27. maja 2010. godine. Od 1989. godine radi na Ekonomskom fakultetu u Podgorici kao asistent na predmetima Matematika i Finansijska matematika. Od 2000. godine, po izboru u zvanje docenta, držao je predavanja na predmetima: Matematika, Finansijska matematika i Teorija vjerovatnoće i primjene u ekonomiji, a na Poslovnoj školi, kasnije Visokoj školi za menadžment, predavanja na predmetima Privredna i finansijska matematika i Matematika za biznis. U zvanje vanrednog profesora za predmete: Finansijska matematika, Teorija vjerovatnoće i primjene u ekonomiji, Tržište novca i tržište kapitala i Rizik i osiguranje izabran je 2005. godine. Na postdiplomskim studijama je rukovodilac smjera Aktuarstvo, na kojem je uključen u izvođenje sljedećih disciplina: Finansijska matematika na finansijskom tržištu, Aktuarska matematika i Osiguranje i upravljanje rizikom.

Publikacije i radovi

Koautor je tri univerzitetska udžbenika: «Matematika za ekonomiste», «Privredna i finansijska matematika» i »Osiguranje i aktuarska matematika«, i autor nekoliko skripti iz Finansijske i Aktuarske matematike. Mentor je pri izradi jedne doktorske disertacije, 17 odbranih magistarskih radova i 65 diplomskih radova. Recenzet je radova u časopisima sa SCI liste i urednik međunarodne monografije. Objavio je oko 70 radova u međunarodnim, domaćim časopisima i na konferencijama.

Oženjen je i otac dvoje djece. Govori engleski, a služi se ruskim, italijanskim i francuskim jezikom.

Bibliografija

1. NAUČNOISTRAŽIVAČKA DJELATNOST

1.1 Monografija

1. Lj. Kaščelan, V. Kaščelan, M. Novović Burić »A Decision Tree Analysis of Real Estate Insurance Customers in the Montenegrin Market“, međunarodna monografija radova Kvantitativni modeli u ekonomiji/Quantitative models in Economics, skupa Symopis 2018.

2. Kaščelan, V., Novović Burić, M., Cerovic Smolović J. (2018), Factor Analysis of Life Insurance Development in Montenegro, in: Kočović J., Jovanović Gavrilović B., Boričić B. and Radović Marković M (ed.), Insurance in the post-crisis era, Monograph, Chapter 12, pp. 205-218, ISBN: 978-86-403-1548-7, University of Belgrade, Faculty of Economics, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu (CID)

3. Kaščelan, Lj., Kaščelan, V., Novović Burić, M. (2017), Data-driven Approach as an Alternative Method for Risk Assessment in the Montenegrin Automobile Insurance Market, in: Kočović J., Boričić B., Jovanović Gavrilović B., and Martin Balleer (ed.), Challenges and tendencies in contemporary insurance market, Monograph, Chapter 29, pp. 503-523, ISBN: 978-86-403-1522-7, University of Belgrade, Faculty of Economics, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu (CID)

4. Kaščelan, V., Novović Burić, M. (2016), Risk management in financial services market, in: Kočović J., Jovanović Gavrilović B., Trifunović D. (ed.), Risk management in the financial services sector, Monograph, Chapter 3, pp. 47-64, ISBN: 978-86-403-1487-9, University of Belgrade, Faculty of Economics, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu (CID)

5. Novović Burić, M., Kaščelan, V. (2014), Risk management in insurance market of Montenegro, in: Kočović J., Jovanović Gavrilović B., Rajić V. (ed.), Risk measurement and control in insurance, Monograph, Chapter 4, pp. 63-77, ISBN: 978-86-403-1362-9, University of Belgrade, Faculty of Economics, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu (CID)

6. Novović M., Kaščelan, V. (2013), Bancaassurance as a new channel of insurance sales in Montenegro, in: Kočović J., Jovanović Gavrilović B., Marković Radović M. (ed.), Product specifics on the markets of insurance and reinsurance, Monograph, Chapter 11, pp. 157-169, ISBN: 978-86-403-1309-4, University of Belgrade, Faculty of Economics, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu (CID)

7. Monograph: Achieved Results and Prospects of Insurance Market Development in Modern World, Chapter 8 (Vladimir Kascelan, Milijana Novovic: The Development of Insurance Market in Montenegro), Ekonomski fakultet Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu (CID), 2012., ISBN: 978-86-403-1222-6, 2012. str: 139-154

1.2 Radovi objavljeni u časopisima

1.2.1 Radovi u međunarodnim časopisima

1. Novović Burić, M., Kaščelan, V., Radović, M., Lalević Filipović, A. (2018), Mechanisms of Protection from Interest Rate Risk with Reference to the Life Insurance Market in Montenegro, Journal of Central Banking Theory and Practice, 1, Print edition ISSN 1800-9581, Web edition, ISSN 2336-9205, pp. 17-42, DOI: 10.2478/jcbtp-2018-0002

2. Jovanović M., Kaščelan Lj., Joksimović M., & Kaščelan, V. (2017). „Decision Tree Analysis of Wine Consumers' Preferences: Evidence from an Emerging Market“, British Food Journal, 119(6), ISSN 0007-070X. DOI:10.1108/BFJ-11-2016-0568

3. Kaščelan, V., Kaščelan, L., & Novović Burić, M. (2016). A nonparametric data mining approach for risk prediction in car insurance: a case study from the Montenegrin market. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 29(1), ISSN: 1331-677X (Print) 1848-9664 (Online), pp. 545-558, Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/rero20> DOI:10.1080/1331677X.2016.1175729

4. Kaščelan, L., Kaščelan, V., & Jovanović, M. (2015). Hybrid support vector machine rule extraction method for discovering the preferences of stock market investors: Evidence from Montenegro. Intelligent Automation & Soft Computing, 21(4), 503-522. DOI:10.1080/10798587.2014.971500

5. Jovanović, M., Kaščelan, L., Despotović, A., & Kaščelan, V. (2015). The Impact of Agro-Economic Factors on GHG Emissions: Evidence from European Developing and Advanced Economies. Sustainability, 7(12), 16290-16310. DOI:10.3390/su71215815

6. Kaščelan, L., & Kaščelan, V. (2015). Component-Based Decision Trees: Empirical Testing on Data Sets of Account Holders in the Montenegrin Capital Market. International Journal of Operations Research and Information Systems (IJORIS), 6(4), 1-18.

7. Novović Burić M., Kaščelan V., Vujošević S., (2015), Bancassurance concept from the perspective of Montenegrin market, Economic Review – Journal of Economics and Business, Vol. XII, Issue 2, ISSN 1512-8962, pp.62-73

8. Kaščelan, L., Kaščelan, V., & Jovanović, M. (2014). Analysis of investors' preferences in the Montenegro stock market using data mining techniques. Economic Research-Ekonomska Istraživanja, 27(1), 463-482., ISSN 1331-677X

9. Kaščelan, L., Kaščelan, V., & Novović-Burić, M. (2014). A Data Mining Approach for Risk Assessment in Car Insurance: Evidence from Montenegro. International Journal of Business Intelligence Research (IJBIR), 5(3), 11-28. IGI Global Publishing, ISSN: 1947-3591

10. Novović M., Kaščelan V., (2012), Karakteristike i izazovi tržišta osiguranja Crne Gore, Svet osiguranja, br.12, ISSN 2217-7760, str.52-55
11. Milijana Novović, Vladimir Kaščelan, Julija Cerović: "Performances of Insurance Market in Montenegro in Condition of Financial Crisis", "Economic Review: Journal of Economics and Business", Volume IX, Issue 1, 2011, University of Tuzla, Faculty of Economics, ISSN:1512-8962, str:31-43
12. В.Кашчелан, М.Новович: „Характеристики рынка страхования Черногории“ Финансы, Но. 8, Министарство финансов Росийской Федерации и Книжная редакция Финансы Москва, 2009, ISSN 0869-446X, 50-54
13. V.Kaščelan, B.Radulović "A Comparison of Technical Reserves of Insurance Companies From the Ex Yugoslavia Region" Journal of International Scientific Publications: Economy&Business, Vol 3 (2009), 924-939, ISSN 1313-2525
14. V.Kaščelan, B.Božović "Bond Yields and Yields Variations on Bonds in Montenegro" Management, number 52, Year XIV (2009), 73-80, ISSN 1820-0222, za englesko izdanje i ISSN 0354-8635 za naše izdanje
15. V.Kaščelan, B.Radulović „Osiguravajuće kompanije na finansijskom tržištu u regionu“, Montenegrin Journal of Economics, Vol.4 no.7, July 2008, 5-15, ISSN 1800-5845
16. L.Jauković, V.Kaščelan „Nova regulativa solventnosti osiguravajućih kompanija u EU-Projekat Solventnost II“, Montenegrin Journal of Economics, Vol.3 no.5, July 2007, 77-84, ISSN 1800-5845
17. V.Kaščelan, L.Jauković «Metode određivanja margine solventnosti osiguravajućih kompanija», Preduzetnička ekonomija Vol 11 (2006), 148-161, ISSN 1451-6659
18. V.Kaščelan, M.Novović «Komparativna analiza tržišta osiguranja u regionu», Preduzetnička ekonomija Vol 14 (2006), 37-50, ISSN 1451-6659
19. V.Kaščelan «Mjesto i uloga kastodi banke na tržištu kapitala», Preduzetnička ekonomija Vol 8 (2005), 52-60, ISSN 1451-6659
20. V.Kaščelan «Efektivna kamatna stopa na kredite i depozite- stvarna cijena kapitala», Preduzetnička ekonomija Vol 6 (2004), 6-14, ISSN 1451-6659
21. V.Kaščelan, M.Jovanović "Capital Market- Experience of Montenegro from the Central Depository Agency Prospective" Management, Vol 34 (2004), 39-43
22. V.Kaščelan "Probability Aspect of Optimal Stopping for Stock Options" Entrepreneurial Economy Vol 4 (2004)
23. V.Kaščelan "Estimation of Beta Coefficient and Stock Option Pricing" Mathematica Montisnigri Vol XIII (2001), 41-48

1.2.2 Radovi objavljeni u domaćim časopisima

1. V.Kaščelan, G.Mioljević „ Adekvatnost tablica smrtnosti u Crnoj Gori“ Bankar br. 6, jun 2009, 80-87, ISSN 1800-7465
2. V.Kaščelan „Ugovorno saldiranje i garantni fond“ Bankar, br.2, jul 2008., 32-37, ISSN 1800-7465
3. V.Kaščelan „PIN kodovi za vlasnike hartija od vrijednosti“, Računovodstvo, Revizija i Finansije (RRF Magazin) broj 4-5 (2008), 33-34, ISSN 1800-718X
4. V.Kaščelan, R.Milutinović „Tržište zdravstvenog osiguranja u Crnoj Gori“ Računovodstvo i revizija br. 3 (2008), 72-83, ISSN 1800-6159
5. V.Kaščelan, M.Novović «Osiguranje u svijetu sa osvrtom na Crnu Goru», Računovodstvo, revizija i finansije broj 6 (2006), 74-82, ISSN 86-84059-04-2
6. V.Kaščelan «Korporativne aktivnosti, pravila i neophodna dokumentacija pri registrovanju privrednih društava kod Centralne Depozitarne Agencije», Računovodstvo, revizija i finansije broj 7-8 (2005), 110-113, ISSN 86-84059-04-2
7. V.Kaščelan "Međunarodni standardi implementirani u poslovanju sa hartijama od vrijednosti u Crnoj Gori" Poslovna politika Maj 2004 (2004), 53-55
8. V.Kaščelan "Zaštita akcionarskih prava na tržištu kapitala Crne Gore" Akcionar broj 5-6 (2004) 97-104
9. V.Kaščelan"Neting novčanih obaveza u CDA" Računovodstvo, revizija i finansije broj 9 (2002) 93-95
10. V.Kaščelan, M.Jovanović "Centralna Depozitarna Agencija- komponenta tržišta kapitala" Računovodstvo i finansije broj 4 (2001), 3-7
11. V.Kaščelan "Registracija akcionarskih društava kod Centralne Depozitarne Agencije" Računovodstveni savjetnik broj 7-8 (2001), 163-164
12. V.Kaščelan "Nužnost registrovanja kod Centralne Depozitarne Agencije" Računovodstvo i finansije broj 6-7 (2001), 335-337
13. V.Kaščelan "Veza masovne vaučerske privatizacije i Centralnog registra akcija" Računovodstvo i finansije broj 12 (2001) 180-181
14. V.Kaščelan "Opcije i optimalni momenti zaustavljanja" PMB (2000), 345-356
15. V.Kaščelan »O nekim problemima finansijske i aktuarske matematike«, Zbornik radova Ekonomskog fakulteta, Podgorica, 1995.

1.3 Radovi na kongresima, simpozijumima i seminarima

1.3.1.Međunarodni simpozijumi , kongresi i seminari

1. M.Novović-Burić, V.Kaščelan, Lj.Kaščelan »Ograničavajući faktori razvoja osiguranja nekretnina u Crnoj Gori - Decision Tree analiza“, Zbornik radova Symopis, Zlatibor, 2018
2. Kaščelan V., Kaščelan Lj., Novović-Burić M., Kalamperović E., (2015), Alternative mechanisms for insurance risk transfer to the capital market, Montenegrin International Conference for Entrepreneurial Development, Miced, Zbornik radova, ISBN 978-86-80133-72-0, str.88-96
3. Vladimir Kaščelan, Lidija Jauković, Milijana Novović: „Challenges of EU Accession from the point of Montenegrin Insurance Market Regulation“, IX International Symposium „Supervision and Control of Insurance Companies' Operations“, Udruženje aktuaru Srbije, Zlatibor, maj 2011., ISBN: 978-86-403-1141-0, str: 68-85
4. Milijana Novovic, Vladimir Kaščelan, Julija Cerović, „Problemi poslovanja osiguravajućih kompanija u Crnoj Gori“, VIII međunarodni simpozijum «Problemi poslovanja osiguravajućih kompanija u uslovima krize», Udruženje aktuaru Srbije, Zlatibor, maj 2010, ISBN: 978-86-84309-26-8, str: 79-92.
5. B.Božović V.Kaščelan „ Prinosi na obveznice u Crnoj Gori“, SYMOPIS, 107-110, Ivanjica 2009, ISBN 978-86-80953-43-4
6. V.Kaščelan M.Novović „Insurance Market in Montenegro and Global Financial Crisis“ The Seventh International Symposium on Insurance „Insurance and the Global Financial Crisis“, 128-144 (engleski jezik), / “Tržište osiguranja Crne Gore i globalna finansijska kriza” VII međunarodni simpozijum « Osiguranje i globalna finansijska kriza», 317-333 (naš jezik), Zlatibor 2009, ISBN 978-86-84309-22-0
7. V.Kaščelan, B.Radulović „A Comparison of Technical Reserves of Insurance Companies From the Ex Yugoslavia Region" the 8th International Symposium Economy&Business, 6, Sunny Beach, Bulgaria 2009, ISSN 1313-2525
8. V.Kaščelan M.Novović “Novi proizvodi na tržištu osiguranja Crne Gore” VI međunarodni simpozijum «Novi proizvodi na tržištu osiguranja», 26-43, Zlatibor 2008, ISBN 978-86-84309-21-3
9. L.Jauković V.Kaščelan “ Mjerenje solventnosti osiguravajućih kompanija u zemljama bivše SFRJ”, SYMOPIS, 193-196, Zlatibor 2007, ISBN 978-86-7680-124-4
10. V.Kaščelan L.Jauković “ Kastodi servis kod penzijskih fondova” V međunarodni simpozijum «Strategije razvoja tržišta osiguranja u Srbiji », 163-168, Vrnjačka Banja 2007, ISBN 978-86-84309-17-6
11. L.Jauković V.Kaščelan „Regulation on Solvency of the Insurance Companies in EU with reflection on Montenegro” EURO XXII, 174, Prague 2007
12. Vladimir Kaščelan, Milijana Novović, “Tržište osiguranja u Crnoj Gori”, IV Međunarodni simpozijum:“Savremeni trendovi u razvoju tržišta osiguranja”, Udruženje aktuaru Srbije, Vrnjaska Banja, 2006., ISBN: 978-86-403-0825-0, str.:38-49.
13. V.Kaščelan « Koncept kastodi banke na tržištu kapitala», SymOrg, 116, Zlatibor 2006, ISBN 86-7680-086-3
14. V.Kaščelan «On Solvency Measurement of Insurance Companies in Montenegro», EURO XXI 21st European Conference on Operational Research, 168, Reykjavik, Iceland 2006
15. V.Kaščelan "Fee Structures Comparisons of the CEECS (Central and Eastern European Central Securities Depositories) Agencies" EURO XX, 20th European Conference on Operational Research- OR and the Management of Electronic Services, Rhodes, Greece 2004, 38
16. V.Kaščelan "Central Depository Agency- New Capital Market Institution in Montenegro" 6th Balkan Conference on Operational Research, Thessaloniki, Greece 2002, 161

1.3.2. Domaći kongresi, simpozijumi i seminari

1. V.Kaščelan "Uloga aktuarstva u razvoju tržišta osiguranja Crne Gore" Seminar „Tržište osiguranja u Crnoj Gori-aktuelno stanje i trendovi“, Bečići 2009.
2. V.Kaščelan «Odnos kamata kod dva osnovna tipa investicionih zajmova», SYMOPIS 2005, 201-202, Vrnjačka Banja 2005, ISBN 86-403-0685-0
3. V.Kaščelan "Interna stopa prinosa kao efektivna kamatna stopa" SYMOPIS 2004, Iriški Venac, Fruška Gora 2004, 99-102
4. V.Kaščelan "Registracija promjene vlasništva u procesu privatizacije" SYMOPIS 2003, Herceg Novi 2003, 153-156
5. V.Kaščelan "O Centralnoj Depozitarnoj Agenciji" Seminar Instituta računovođa i revizora Crne Gore, Sutomore-Kolašin 2002, 238-239
6. V.Kaščelan "O teoremi pariteta call i put opcija" SYMOPIS 2001, Beograd 2001, 211-213
7. V.Kaščelan, M.Jovanović "Iskustva u radu Centralne Depozitarne Agencije- postupak registrovanja akcionarskih društava" IX Miločersko savjetovanje- Finansijska tržišta, Miločer 2001, 357-362
8. V.Kaščelan "Matematički aspekti forverdnih i fjučersnih ugovora" SYMOPIS 2000, Beograd 2000, 115-118
9. V.Kaščelan »Problematika proračuna cijena opcija«, Finansijska tržišta- V Miločersko savjetovanje, Miločer, 1997.

1.2 Recenziranje radova u međunarodnim časopisima:

1. Preduzetnička ekonomija- Entrepreneurial Economy
2. Economic Research-Ekonomska Istraživanja
3. Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International

2 PEDAGOŠKA DJELATNOST

2.1. Univerzitetski udžbenik

1. V.Kaščelan, M.Novović »Osiguranje i aktuarska matematika« I izdanje, Univerzitet Crne Gore, Podgorica 2009., 206 str. ISBN 978-86-7664-066-9
2. B.Laković, V.Kaščelan, S.Vujošević Matematika za ekonomiste- Teorija i zadaci, III dopunjeno izdanje, Ekonomski fakultet, Podgorica 2003.
3. B.Laković, V.Kaščelan Privredna i finansijska matematika, II izdanje, Ekonomski fakultet Podgorica, 1997

2.2. Studijski priručnici

1. V.Kaščelan Osnove aktuarske matematike –skripta, Podgorica 2004.
2. V.Kaščelan Matematika za biznis- skripta, Podgorica 2003
3. Finansijska matematika I - Specijalističke studije na PMF-u - hrestomatija, Podgorica 2003.
4. Teorija vjerovatnoće i primjene u ekonomiji - Izborni predmet – hrestomatija, Podgorica 2002.

2.3. Mentorstvo

1. Kod jedne doktorske disertacije
2. -17 magistarskih radova
3. -65 diplomskih radova

3 STRUČNA DJELATNOST

1. Projekat formiranja Centralne Depozitarne Agencije (CDA)- učešće u izradi Pravila, Uputstava, Cjenovnika i ostalih njenih pravnih akata- www.cda.cg.yu, Podgorica 2000-2018.
2. Projekat: Socio- ekonomski položaj zaposlenih u privatizovanim preduzećima u Crnoj Gori, EF-PKCG, Podgorica, 2006
3. Projekat Centralne banke Crne Gore za donošenje predloga Odluke i izrada Uputstva o jedinstvenom načinu obračuna i iskazivanja efektivne kamatne stope na kredite i depozite- Sl. List RCG br. 48, Podgorica 2003.
4. Projekat: Testiranje softvera za aukciju u procesu Masovne vaučerske privatizacije (MVP), Podgorica, 1999
5. Član Odbora direktora ECSDA- evropske asocijacije centralnih depozitarija za hartije od vrijednosti (2006-2018)
6. Direktor CDA (2000-2018)
7. Učešće (kao uvodničar, panelista i sl.) na brojnim seminarima u organizaciji berzi i depozitarnih agencija iz zemlje i inostranstva (2000-2018)
8. Rukovodilac Smjera Aktuarstvo na akademskim magistarskim studijama Ekonomskog fakulteta (2005-2018)
9. Član Odbora direktora Montenegroosiguranja a.d. Podgorica (2006-2007)
10. Osnivač i rukovodilac Centra za osiguranje i aktuarstvo Ekonomskog fakulteta (2007)
11. Osnivač prvog Udruženja aktuara Crne Gore (2007)
12. Član radne grupe za izradu Pravilnika o sticanju zvanja ovlaštenog aktuara, Agencija za nadzor osiguranja Crne Gore
13. Član programskog odbora i radnog predsjedništva međunarodnog simpozijuma iz osiguranja u organizaciji Ekonomskog fakulteta u Beogradu i Udruženja aktuara Srbije
14. Urednik monografije sa Symopisa 2018
15. Član komisije za licenciranje ovlaštenih aktuara u Crnoj Gori
16. Predavač na obuci za aktuare u Crnoj Gori u organizaciji ANO (predmeti: Finansijska matematika i Aktuarska matematika I)

...

УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ

Ул. Цетинска бр. 2
П. фах 99
81000 ПОДГОРИЦА
ЦРНА ГОРА
Телефон: (020) 414-255
Факс: (020) 414-230
E-mail: rektor@ac.me



UNIVERSITY OF MONTENEGRO

Ul. Cetinjska br. 2
P.O. BOX 99
81 000 PODGORICA
MONTENEGRO
Phone: (+382) 20 414-255
Fax: (+382) 20 414-230
E-mail: rektor@ac.me

Број: 08-881
Датум, 27.05.2010 г.

Ref: _____
Date: ~~УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ~~
ЕКОНОМСКИ ФАКУЛТЕТ

Број 01/853

12/26/2010 год.
ПОДГОРИЦА

Na osnovu člana 75 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju (Sl.list RCG br. 60/03) i člana 18 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 27.05.2010. godine, donio je

ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

Dr VLADIMIR KAŠĆELAN bira se u akademsko zvanje **redovni profesor** Univerziteta Crne Gore za predmete: **Finansijska matematika i Rizik i osiguranje**, na **Ekonomskom fakultetu**.



REKTOR

Prof. dr Predrag Miranović
Prof. dr Predrag Miranović

Prof. dr Ljiljana Kaščelan- Biografija sa bibliografijom

1. Biografija

Rođena je 30.08.1968. godine u Beranama. Osnovnu školu i gimnaziju završila je u Beranama sa odličnim uspjehom i diplomom "Luča". Studije na Prirodno-matematičkom fakultetu - odsjek Matematika, smjer Računari, Univerziteta Crne Gore, započela je 1987. godine a diplomirala 1992. godine i stekla zvanje diplomirani matematičar. Poslijediplomske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici, smjer Računarstvo, upisala je 1992. godine. U toku studija ostvarila je prosječnu ocjenu 10. Magistarski rad pod nazivom: "Automatsko generisanje operacija nad složenim objektima" odbranila je 1996. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici. Doktorsku disertaciju pod nazivom "Model sistema za podršku odlučivanju u sanacionom menadžmentu zasnovan na data warehouse konceptu" odbranila je 2002. godine, na Ekonomskom fakultetu Univerziteta Crne Gore.

Za saradnika u nastavi na predmetu Informatika, na Ekonomskom fakultetu u Podgorici, Univerziteta Crne Gore, primljena je 1993. godine. U zvanje asistent za predmete Informatika i Baze podataka na Ekonomskom fakultetu u Podgorici, izabrana je 1997. godine. U zvanje docent izabrana je 2003. godine a u zvanje vanredni profesor 2008. godine. U zvanje redovni profesor izabrana je 2014 godine, za predmete Informatika, Baze podataka, Poslovna informatika i Sistemi poslovne inteligencije.

Tokom bavljenja pedagoškim radom na fakultetu, pored angažovanja u nastavnoj aktivnosti, bila je angažovana kao mentor za izradu značajnog broja magistarskih i diplomskih radova. Autor je udžbenika iz oblasti poslovnih informacionih tehnologija, čiji je izdavač Univerzitet Crne Gore.

Član je međunarodnog naučnog udruženja Euro Working Group on Decision Support Systems, kao i Upravnog i Uređivačkog odbora međunarodnog časopisa ComSis koji se nalazi na SCIE. Takođe, član je Senata Univerziteta Crne Gore.

2. Bibliografija (posljednjih 5 godina)

Članci u indeksiranim međunarodnim časopisima (SCIE, SSCI):

1. Rondović, B., Djuričković, T., & **Kaščelan, L.** (2019). Drivers of E-Business Diffusion in Tourism: A Decision Tree Approach. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, Vol. 14, 30-50. (Po 2018 latest Impact Factors (Clarivate Analytics | [Journal Citation Reports | Thomson Reuters](#)) časopis ima **IF 0,774**)
2. Biljana Rondović, **Ljiljana Kaščelan**, Vujica Lazović, Tamara Đuričković (2017): Discovering the determinants and predicting the degree of e-business diffusion using the decision tree method: evidence from Montenegro. *Information Technology for Development*, 12/2017 (Po 2018 latest Impact Factors (Clarivate Analytics | [Journal Citation Reports | Thomson Reuters](#)) časopis ima **IF 1,387**) (1 citat)
3. Jovanović M., **Kaščelan Lj.**, Joksimović M., & Kaščelan, V. (2017). „Decision Tree Analysis of Wine Consumers’ Preferences: Evidence from an Emerging Market“, *British Food Journal*, 119(6), ISSN 0007-070X. (Po 2018 latest Impact Factors (Clarivate Analytics | [Journal Citation Reports | Thomson Reuters](#)) časopis ima **IF 1,289**) (2 citata)
4. Kaščelan, V., **Kaščelan, L.**, & Novović Burić, M. (2016). A nonparametric data mining approach for risk prediction in car insurance: a case study from the Montenegrin market. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 29(1), 545-558. (Po 2018 latest Impact

Factors (Clarivate Analytics | Journal Citation Reports | Thomson Reuters) časopis ima **IF 1,137** (9 citata)

5. **Kaščelan, L.**, Kaščelan, V., & Jovanović, M. (2015). Hybrid support vector machine rule extraction method for discovering the preferences of stock market investors: Evidence from Montenegro. *Intelligent Automation & Soft Computing*, 21(4), 503-522. (Po 2018 latest Impact Factors (Clarivate Analytics | Journal Citation Reports | Thomson Reuters) časopis ima **IF 0,652**) (6 citata)
6. Jovanović, M., **Kaščelan, L.**, Despotović, A., & Kaščelan, V. (2015). The Impact of Agro-Economic Factors on GHG Emissions: Evidence from European Developing and Advanced Economies. *Sustainability*, 7(12), 16290-16310. (Po 2018 latest Impact Factors (Clarivate Analytics | Journal Citation Reports | Thomson Reuters) časopis ima **IF 2,075**) (8 citata)
7. **Kaščelan, L.**, Kaščelan, V., & Jovanović, M. (2014). Analysis of investors' preferences in the Montenegro stock market using data mining techniques. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 27(1), 463-482. (Po 2018 latest Impact Factors (Clarivate Analytics | Journal Citation Reports | Thomson Reuters) časopis ima **IF 1,137**) (4 citata)

Knjige:

1. **Kaščelan Lj.**, »Informacione tehnologije za podršku poslovnom odlučivanju«, Univerzitet Crne Gore, 2016

Poglavlja u monografijama:

1. **Lj.Kaščelan**, V.Kaščelan, M. Novović Burić (2018), A Decision Tree Analysis of Real Estate Insurance Customers in the Montenegrin Market“, međunarodna monografija - *Quantitative models in Economics*, Faculty of Economics of the University of Belgrade
2. **Kaščelan, Lj.**, Kaščelan, V., Novović Burić, M. (2017): Data-driven Approach as an Alternative Method for Risk Assessment in the Montenegrin Automobile Insurance Market, međunarodna monografija - *Challenges and tendencies in contemporary insurance market*, Faculty of Economics of the University of Belgrade

Članci u ostalim indeksiranim međunarodnim časopisima:

1. Jovanovic, M., Joksimovic, M., **Kaščelan, L.**, & Despotovic, A. (2017). Consumer attitudes to organic foods: evidence from montenegrin market. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 63(1), 223.
2. Jovanović, M., **Kaščelan, L.**, Joksimović, M., & Despotović, A. (2015). Comparative analysis of agro-food trade in Montenegro and EU candidate countries. *Economics of Agriculture*, 62(1), 155-162. (Emerging SCI indeksirani časopis)
3. **Kaščelan, L.**, & Kaščelan, V. (2015). Component-Based Decision Trees: Empirical Testing on Data Sets of Account Holders in the Montenegrin Capital Market. *International Journal of Operations Research and Information Systems (IJORIS)*, 6(4), 1-18.

4. Despotović, A., Joksimović, M., **Kaščelan, L.**, & Jovanović, M. (2015). Causes for depopulation of rural areas in the Municipality of Pljevlja. *Agriculture and Forestry*, 61(4), 393-407.
5. **Kaščelan, L.**, Kaščelan, V., & Novović-Burić, M. (2014). A Data Mining Approach for Risk Assessment in Car Insurance: Evidence from Montenegro. *International Journal of Business Intelligence Research (IJBIR)*, 5(3), 11-28.

Indeksirani Conference Proceedings

1. **Kašćečan, L.**, Lazović, V., Đuričković, T., & Biljana, R. (2018). Analysis of the Diffusion of E-services in Public Sector Using the Decision Tree Method. In *Proceedings of the ENTRENOVA-ENTERprise REsearch InNOVation Conference, Split, Croatia, 6-8 September 2018* (pp. 38-48). Zagreb: IRENET-Society for Advancing Innovation and Research in Economy. **ECONSTOR.EU**
2. Gazdić, T., & **Kaščelan, L.** (2013, May). Model of the business intelligence system for credit risk analysis. In *Information & Communication Technology Electronics & Microelectronics (MIPRO), 2013 36th International Convention on* (pp. 1155-1160). **IEEE**.

УНИВЕРЗИТЕТ ЦРНЕ ГОРЕ

Ул. Цетинска бр. 2
П. фах 99
81000 ПОДГОРИЦА
Ц Р Н А Г О Р А
Телефон: (020) 414-255
Факс: (020) 414-230
E-mail: rektor@ucg.me



UNIVERSITY OF MONTENEGRO

Ul. Cetinjska br. 2
P.O. BOX 99
81 000 PODGORICA
MONTENEGRO
Phone: (+382) 20 414-255
Fax: (+382) 20 414-230
E-mail: rektor@ucg.me

Број: 08-3128
Датум: 24. 12. 2014 г.

Ref: _____
Date: _____
UNIVERSITET CRNE GORE
EKONOMSKI FAKULTET
2014
20/12/14

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju (Službeni list Crne Gore br. 44/14) i člana 18 stav 1 tačka 3 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore, na sjednici održanoj 24. decembra 2014. godine, donio je

ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

DR LJILJANA KAŠĆELAN bira se u akademsko zvanje **redovni profesor** Univerziteta Crne Gore za predmete: Informatika i Baze podataka, na studijskom programu Ekonomija i Poslovna informatika i Sistemi poslovne inteligencije, na studijskom programu Menadžment, na Ekonomskom fakultetu.

REKTOR

Prof. Radmila Vojvodić

OSOBNJE INFORMACIJE

Josip Tica

 Trg J. F. Kennedyja 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

 +38512383333

 jtica@efzg.hr

 www.efzg.unizg.hr/tica

TRENUTNO ZVANJE I RADNO
MJESTO

Redoviti profesor na Katedri za Makroekonomiju i gospodarski razvoj, Ekonomski fakultet Zagreb

RADNO ISKUSTVO

2016- Redoviti profesor na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu, Katedra za Makroekonomiju i gospodarski razvoj

2011 - 2016 Izvanredni profesor na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu, Katedra za Makroekonomiju i gospodarski razvoj

2006 - 2011 Docent na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu, Katedra za Makroekonomiju i gospodarski razvoj

1999-2006 Asistent na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu, Katedra za Makroekonomiju i gospodarski razvoj

OBRAZOVANJE

2000 - 2005 Doktor znanosti, Ekonomski fakultet Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatska

1999 - 2002 Magistar znanosti, PDS "Privredni razvoj", Ekonomski fakultet Zagreb, Sveučilište u Zagrebu

1994 - 1999 Prediplomski studij Poslovne ekonomije, Ekonomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

EDUKACIJE I STRUČNO
USAVRŠAVANJE

2001 Razvoj financijskog sektora u zemljama u razvoju, NISIET, Hyderabad, India, stipendist ITEC-a.

Materinski jezik Hrvatski

Ostali jezici

	RAZUMJEVANJE		GOVOR		PISANJE
	Slušanje	Čitanje	Govorna interakcija	Govorna produkcija	
Engleski	C1				
Njemački	A1				

Stupnjevi: A1/2: Temeljni korisnik - B1/B2: Samostalni korisnik - C1/C2 Iskusni korisnik
[Zajednički europski referentni okvir za jezike](#)

Komunikacijske vještine

Dugodišnji rad sa studentima i kolegama na katedri i koautorima iz tri različite zemlje.

Organizacijske / rukovoditeljske vještine

Vodio timove veličine od 5 do 13 ljudi na istraživačkim i projektima izgradnje kapaciteta (*capacity building*) u vrijednosti od 100.000 do 1.000.000 HRK u trajanju od 15 mjeseci do 4 godine. Predsjedavao Upravnim vijećem Visoke poslovne škole Zagreb tijekom uspješnog procesa akreditacije.

Poslovne vještine

Iskusan programer u Stata-i, E-viewsu i RATS-u. Poznaje osnove HTML-a, Visual Basic-a, Gaussa i Matlab-a. Dugodišnje iskustvo u Latexu.

Ostale vještine

Vozačka dozvola

Gostujući profesor

▪ Sveučilište u Pittsburghu, 2004/2005

Pozvana predavanja

▪ Fort Lewis College,
 ▪ Fort Heys University,
 ▪ Sveučilište u Pittsburghu

Projekti

Od 2002. do 2006. sudjelovao kao istraživač na projektu "Efikasnost nacionalnog gospodarskog rasta" (0067028) voditelja prof. dr. I. Družića.

Od 2007. do 2014. je sudjelovao kao istraživač na projektu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa "Analiza učinkovitosti gospodarskog rasta" (067-0671447-2494) voditelja prof. dr. I. Družića.

Od 2012. do 2013. bio je voditelj znanstveno-istraživačkog projekta Fonda za razvoj Sveučilišta u Zagrebu pod nazivom "Implementacija stohastičko-dinamičke ekonomske analize i nelinearne ekonometrijske analize u nastavnom i istraživačkom radu" financiranom u cijelosti u iznosu od 195.000 HRK.

Od 2014. do 2018. kao istraživač sudjeluje u projektu Hrvatske zaklade za znanost broj 5269 "Građanskopravna zaštita građana u financijskoj krizi/CitProtect" (<http://citprotect.pravo.unizg.hr/>).

Od 2014. do 2018. kao istraživač sudjeluje u projektu Hrvatske zaklade za znanost broj 7031 "Sustainability of Croatian Economic Policy and Development" (<http://www.efzg.unizg.hr/default.aspx?id=22003>).

Od 2015. do 2017. mentor je na projektu financiranog od strane Agencije za strukovno obrazovanje odraslih i European Stabilisation Funda broj HR.3.2.01 pod nazivom "Stvaranje preduvjeta za izgradnju računalnog makroekonomskog modela za Hrvatsku (SPIRITH)" financiranom u cijelosti u iznosu od 1.001.488,21 HRK.

Od 2020. voditelj projekta Hrvatske zaklade za znanost broj IP-2019-04-4500 „Analiza strukturnih čimbenika konvergencije Republike Hrvatske tijekom tranzicijskog procesa“ (<https://convrh.net.efzg.hr/po%C4%8Detna-stranica>) financiran u cijelosti u iznosu od 488.077,88 HRK.

Nagrade i priznanja

- FULBRIGHT, ITEC, CEEPUS stipendist

Javne i sveučilišne funkcije

- Od 2020. Zamjenik pročelnika Katedre za Makroekonomiju i razvoj
- Od 2013. do 2017. Član Odbora za javna priznanja u Skupštini Grada Zagreba u jednom mandatu
- Od 2012. do 2020. Vanjski član odbora za gospodarstvo Hrvatskog sabora u dva mandata.

Članstvo u stručnim udruženjima i tijelima

- Član Glavnog odbora Hrvatskog društva ekonomista

Stručni certifikati

-

Uredništvo u časopisima (glavni, gostujući urednik, urednički odbor i sl.)

- Od 2019. - Glavni urednik - Ekonomski pregled
- Od 2011. – 2019. - Urednički odbor – Ekonomski pregled
- Od 2012. - Urednički odbor - Contemporary Economics
- Od 2017. - Urednički odbor - Croatian Review of Economic, Business and Social Statistics

Recenzije (časopisi, zbornici s konferencija itd)

- Ekonomski pregled, Financijska teorija i praksa, Društvena istraživanja, Zagreb International Review of Economics and Business, Empirical Economics, Revija za socijalnu politiku, Economic Change nad Restructuring, Ekonomska misao i praksa, Ekonomska istraživanja, Zbornik radova ekonomskog fakulteta u Mostaru, International Journal of Economic Sciences and Applied Research, Journal of Business and Economics Rijeka, Studies in Mathematical Science, Journal of Empirical Finance.

Istaknute konferencije (programski, organizacijski, znanstveni i drugi odbori)

- Godišnji skup ekonomista u Opatiji, duži niz godina.
- Znanstveni skup Kriza: preobrazba ili propast, (Urednici: Obadić, A., Šimurina, J., Tica, J.), Ekonomski fakultet, Zagreb, 23. studeni 2011., ISBN 978-953-6025-41-1

Osobni profili znanstvenika

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7937-1573>
Google Scholar: <https://scholar.google.hr/citations?user=eMQUfeoAAAAJ&hl=hr&authuser=1&oi=ao>
Popis radova: <https://www.bib.irb.hr/pregled/znanstvenici/230573>

ODABRANA BIBLIOGRAFIJA

- Tica, J., Globan, T., Levaj, M. FDI in Croatia, in Foreign Direct Investment in the Successor States of Yugoslavia (editor: Deichmann, J.I.), Springer, 2020., str. 51-77., ISBN 978-3-030-55739-3
- Tica, J., Globan, T., Arčabić, V.: The Mundell-Fleming Trilemma and the Global Financial Cycle: An Empirical Test of Competing Hypotheses, Romanian Journal of Economic Forecasting, Vol. 22, No. 3; str. 62-80, 2019. WoS, SSCI.
- Tica, J., Šikić, L. Endogenous Convergence and International Technological Diffusion Channels. The South East European Journal of Economics and Business. Vol. 14., No. 2., 2019, str. 34.-53. WoS – ESCI.
- Slišković, Tamara, Tica, J., The Importance of Distance In Hedonic Housing Price Model – The Case of Zagreb, Ekonomski pregled, 70, issue 5, p. 677-705, 2019. WoS – ESCI.
- Arcabic, V., Tica, J., Lee, J. i Sonora, R.: Public Debt and Economic Growth Conundrum: Nonlinearity and Intertemporal Relationship, Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics, Vol. 22., Issue 1., Artical No. 0086., 2018. WoS, CC & SSCI
- Dajcman, S., Tica, J.: The broad credit and bank capital channels of monetary policy transmission in the core and peripheral Euro Area, Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci : časopis za ekonomsku teoriju i praksu, Vol. 35, No. 2., 2017., str. 249-275. WoS, SSCI.
- Raguž Krištić, I., Družić, I., Tica, J.: Impact of the Transition on the Total Factor Productivity in Croatia, Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci : časopis za ekonomsku teoriju i praksu, Vol. 34., No. 2., 2016. str. 271-308. WoS, SSCI.
- Slišković, Tamara, Tica, J. Prostorna elastičnost traženih cijena stanova na stambenom tržištu grada Zagreba, Ekonomska misao i praksa, vol. , br. 1, 2016, str. 23-44. WoS – ESCI.
- Tica, J., Kožić, I.: Forecasting Croatian Inbound Tourism Demand, Economic Research-

- Ekonomika Istraživanja, , Vol. 28., No.1., 2015., str. 1046-1062. WoS, SSCI.
- Sonora, J. R., Tica, J.: Harrod Balassa and Samuelson (Re)visit Eastern Europe, Cogent Economics and Finance, Vol.2., No.1., 2014., str. 1-17. WoS – ESCI.
- Sonora, J. R., Tica, J.: Real Interest Parity in New Europe, Eastern European Economics, Vol.52., No.1., 2014., str. 35-56. WoS, CC & SSCI
- Tica, J., Sorić, P.: Economic Integrations and Purchasing Power Parity, Economic Research-Ekonomika Istraživanja, Vol. 25., No.1., 2012., str. 4-20. WoS, SSCI.
- Sonora, J. R., Tica, J.: Structural breaks and Purchasing Power Parity in the CEE and Post-War former Yugoslav States, Finance a úvěr-Czech Journal of Economics and Finance, Vol. 60., No.3, 2010. str. 213-225. WoS, CC & SSCI
- Tica, J.: Tranzicijska ekonomika tečaja i hrvatsko gospodarstvo, Politička kultura, Zagreb, 2009., ISBN 978-953-258-037-2
- Tica, J., Posedel, P.: Threshold Model of the Exchange Rate Pass-Through Effect, Eastern European Economics, Vol.47., No.6, 2009., str. 43-59. WoS, CC & SSCI
- Tica, J., Jurčić, Lj.: A Relative Unit Labor Cost: Case of Accession Countries, Ekonomski pregled, 58, 2007, str. 655-679. WoS – ESCI.
- Tica, J.: Long Span Unit Root Test of Purchasing Power Parity: The Case of Croatia, Ekonomski Pregled, 57, 12, 2006, str. 856-881. WoS – ESCI.
- Tica, J.: Tranzicija hrvatskog stambenog tržišta, Politička kultura, Zagreb, 2002., ISBN 953-6213-49-4; UDK 351.778.56(497.5).



Sveučilište u Zagrebu

REPUBLIKA HRVATSKA

Na temelju članka 21. i 84. Statuta Sveučilišta u Zagrebu,
sukladno članku 93. Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju,
na prijedlog Povjerenstva za utvrđivanje kriterija i potvrdu izbora u zvanje,

Senat Sveučilišta u Zagrebu potvrđuje da je

dr. sc. JOSIP TICA

izvanredni profesor
Ekonomskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
izabran na vrijeme od pet godina u znanstveno-nastavno zvanje i na radno mjesto

REDOVITOGA PROFESORA

u znanstvenom području društvenih znanosti,
znanstveno polje: ekonomija, znanstvena grana: opća ekonomija

Klasa: 640-03/16-07/116
Urbroj: 380-020/081-16-2
Zagreb, 19. srpnja 2016.

REKTOR

prof. dr. sc. Damir Boras

Na osnovu člana 165 Zakona o opštem upravnom postupku ("Službeni list RCG" br. 60/03) i službene evidencije, a po zahtjevu Sindik Vinko Damir, izdaje se

POTVRDA O STUDIRANJU

Student **Sindik Vinko Damir**, rođen **28-10-1975** godine u mjestu **Kotor**, opština **Kotor**, Republika **Crna Gora**, upisan je studijske **2016/17** godine, u **I** godinu studija, kao student koji se **samofinansira** na **akademske doktorske studije**, studijski program **EKONOMIJA**, koji realizuje **EKONOMSKI FAKULTET** - Podgorica Univerziteta Crne Gore u trajanju od **3 (tri)** godine sa obimom **180** ECTS kredita.

Studijske **2016/17** godine prijavio je *da sluša* **5** predmeta sa **60.00** (šezdeset) ECTS kredita.

Po prvi put iz **I (prve)** godine, prijavio je *da sluša* **5** predmeta sa **60.00** (šezdeset) ECTS kredita, što iznosi 100.00% od ukupnog broja ECTS kredita u **I** godinu.

Saglasno Statutu Univerziteta Crne Gore, **Sindik Vinko Damir** je po prvi put prijavio *da sluša* **više od 2/3**, odnosno **66,67% (šezdesetšest 67/100 %)**, od ukupnog broja ECTS kredita sa **I** godine i studijske **2016/17** ima **status redovnog studenta** koji se **samofinansira**.

Uvjerjenje se izdaje na osnovu službene evidencije, a u svrhu ostvarivanja prava na: (dječji dodatak, porodičnu penziju, invalidski dodatak, zdravstvenu legitimaciju, povlašćenu vožnju za gradski saobraćaj, studentski dom, studentski kredit, stipendiju, regulisanje vojne obaveze i slično).

Broj: 21 / 02 -
Podgorica, 25.02.2021 godine



SEKRETAR

Miroslav Janković

Na osnovu člana 165 stava 1 Zakona o opštem upravnom postupku ("Službeni list RCG", broj 60/03.), člana 115 stava 2 Zakona o visokom obrazovanju ("Službeni list CG", broj 44/14.) i službene evidencije, a po zahtjevu studenta Sindik Vinko Damir, izdaje se

UVJERENJE O POLOŽENIM ISPITIMA

Student **Sindik Vinko Damir**, rođen **28-10-1975** godine u mjestu **Kotor**, opština **Kotor**, Republika **Crna Gora**, upisan je studijske **2016/2017** godine, u **I** godinu studija, kao student koji se **samofinansira** na **doktorske akademske studije**, studijski program **EKONOMIJA**, koji realizuje **EKONOMSKI FAKULTET - Podgorica** Univerziteta Crne Gore u trajanju od **3 (tri)** godine sa obimom **180** ECTS kredita.

Student je položio ispite iz sljedećih predmeta:

Redni broj	Semestar	Naziv predmeta	Ocjena	Uspjeh	Broj ECTS kredita
1.	1	MAKROEKONOMIJA	"A"	(odličan)	15.00
2.	1	MIKROEKONOMSKA ANALIZA	"A"	(odličan)	15.00
3.	2	EKONOMETRIJA	"E"	(dovoljan)	10.00
4.	2	SAVREMENE EKONOMSKE TEORIJE	"A"	(odličan)	10.00
5.	2	UPRAVLJANJE PROMJENAMA	"A"	(odličan)	10.00

Zaključno sa rednim brojem **5**.

Ostvareni uspjeh u toku dosadašnjih studija je:

- srednja ocjena položenih ispita **"B" (9.33)**
- ukupan broj osvojenih ECTS kredita **60.00** ili **100.00%**
- indeks uspjeha **9.33**.

Uvjerenje se izdaje na osnovu službene evidencije, a u svrhu ostvarivanja prava na: (dječji dodatak, porodičnu penziju, invalidski dodatak, zdravstvenu legitimaciju, povlašćenu vožnju za gradski saobraćaj, studentski dom, studentski kredit, stipendiju, regulisanje vojne obaveze i slično).

Broj: 21 / 02 -
Podgorica, 25.02.2021 godine



SEKRETAR,

Vinko Damir