

Образац бр. 12.

НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ  
БЕОГРАДСКЕ БАНКАРСКЕ АКАДЕМИЈЕ  
ФАКУЛТЕТА ЗА БАНКАРСТВО, ОСИГУРАЊЕ И ФИНАНСИЈЕ  
УНИВЕРЗИТЕТА УНИОН

На основу Предлога одлуке Наставно-научног већа Београдске банкарске академије – Факултета за банкарство, осигурање и финансије бр. 371 од 29.6.2020.г. и Одлуке Сената Универзитета Унион бр. А 199-01/20 од 9.7.2020.г. именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом „Процена тржишних ризика на тржиштима у настајању применом новог модела VaR заснованог на неуронским мрежама“ кандидата Сање Дончић. Пошто смо проучили завршену докторску дисертацију подносимо следећи

**РЕФЕРАТ**  
**О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

**1. Основни подаци о кандидату и дисертацији**

Сања Дончић (девојачко Белошевић) је рођена у Приштини 1991. године. Основну школу и средњу V економску школу „Раковица“ завршила је у Београду. Дипломирала је са просечном оценом 10.00 на Београдској банкарској академији у Београду 2014. године, смер Банкарство, осигурање и финансије, са Дипломским радом на тему „Информациони аспекти индикатора финансијског положаја правних лица на примеру Финдоместик банке“. Школске 20014/2015. године на истом факултету уписала је мастер студије. Мастер студије је завршила у марту 2017. године одбраном тезе „Стратегија управљања финансијском стабилношћу предузећа у државној својини“.

Школске 2016/17. године уписала је докторске студије на Београдској банкарској академији и тренутно је студент друге године. Све испите предвиђене студијским програмом Финансије положила је оценом 10,00.

Од школске 2015/16. године асистира у извођењу наставе на следећим предметима из области финансија: Банкарство, Пословне финансије, Банкарско пословање и платни промет, Финансијска тржишта и Осигурање на основним студијама и Финансијски менаџмент и Управљање инвестицијама на мастер студијама Београдске академије пословних и уметничких струковних студија.

На основу Предлога одлуке Наставно-научног Већа Београдске банкарске академије - Факултета за банкарство, осигурање и финансије бр. 371 од 29.6.2020.г. и Одлуке Сената Универзитета "Унион" у Београду бр. А 199-01/20 од 9.7.2020.г. одобрена је израда докторске дисертације кандидату Сањи Дончић под називом „Процена тржишних ризика на тржиштима у настајању применом новог модела VaR заснованог на неуронским мрежама“. Поред увода и закључка докторска дисертација садржи четири централна дела:

1. *Изложеност банака финансијском ризику*
2. *Модел за процену ризика засновани на концепту вредности при ризику и условном очекиваном губитку (Value at Risk – VaR и Expected Shortfall – ES)*
3. *Валидација модела вредности при ризику и условног очекиваног губитка (Value at Risk – VaR и Expected Shortfall – ES)*
4. *Процена тржишног ризика на изабраним тржиштима у настајању*

Списак коришћене литературе садржи 372 извора домаћих и страних аутора, и обухвата чланке објављене у домаћим и међународним часописима и зборницима, као и радне папире, стручне студије и методолошке материјале кредибилних међународних институција. Коришћена литература је релевантна и претежно публикована у периоду 2005-2020. године. Дисертација такође садржи и 12 табела и 32 слике.

## 2. Предмет и циљ дисертације

Усвајањем Базел II стандарда, 2004. године и касније Базел III стандарда, од стране Базелског комитета за супервизију банака, банке су добиле могућност да за управљање тржишним ризицима користе VaR и ES моделе. Међутим, правилна примена VaR и ES модела подразумева испуњеност претпоставки везаних за нормалност дистрибуције приноса, одсуство асиметрије, дебелих репова и појаве кластера волатилности. Другим речима, ефикасна употреба VaR и ES модела значи да се серије цена и приноса финансијске активе са тржишта у настајању могу представити као случајне варијабле које следе идентичну и независну дистрибуцију (*Independently and Identically Distributed – IID*).

Како се дистрибуција серије приноса са тржишта у настајању одликује присуством јаке корелације, која потиче из чињенице да кретање цена финансијске активе не зависи од текућих информација везаних за ту активу, што се може описати помоћу мартингали процеса, већ да је у функцији њиховог кретања из ранијег периода, то је испуњење горе наведених претпоставки у сваком тренутку немогуће и нереално. Отуда, предмет истраживања у овој докторској дисертацији јесте испитивање

могућности валидне примене VaR и ES модела на тржиштима која се одликују одсуством претпоставке нормалности дистрибуције, појавом дебелих репова и хетероскедастичношћу, у контексту Базел III стандарда. Наиме, добро је позната чињеница да када нису задовољене основне претпоставке на којима су VaR и ES модели изграђени, постоји могућност да процене ризика задовоље критеријуме безусловног покрића (*unconditional coverage*), али у појединим случајевима и услове условног покрића (*conditional coverage*), тачније услов независности дистрибуције прекорачења (*independent*). Међутим, поставља се питање да ли је могуће у таквим условима да се задовољи услов валидности модела прописан правилима Базел III стандарда, који се тиче процене условног очекиваног губитка (*Expected Shortfall - ES*), за прописани ниво поверења. Фокус је на емпиријском истраживању, које је спроведено на примеру тржишта у настајању следећих земаља: Србије, Хрватске и Словеније.

Сходно формулисаном предмету, **основни циљ** истраживања у докторској дисертацији јесте трагање за одговором на питање да ли класични параметарски, непараметарски и полупараметарски VaR модели могу да генеришу адекватне процене ES у контексту Базел III стандарда на тржиштима у настајању, каква су тржишта капитала Србије, Хрватске и Словеније. Фокус је на тестирању апликативности класичних VaR и ES модела, као што су варијанса-коваријанса модел, *RiskMetrics* модел, модел историјске симулације и напредних полу-параметарских модела у које су инволвиране софистициране технике оцене условне волатилности и који се заснивају на техникама симулације, и модела VaR и ES који је изграђен на примени неуронских мрежа.

Респектујући претходно опредељени основни циљ истраживања могуће је дефинисати и сет конгруентних и субординирајућих циљева, који укратко подразумевају: прво, испитивање карактеристика изабраних тржишта у настајању у контексту компатибилности са основним поставкама концепта VaR; друго, испитивање значаја примене техника валидације *backtesting* резултата код процене VaR и ES; треће, развој новог модела VaR заснованог на примени неуронских мрежа, који ће бити адекватан за тржишта у настајању.

### 3. Основне хипотезе од којих се полазило у истраживању

- **H1:** Карактеристике изабраних тржишта у настајању одступају од претпоставки класичних параметарских модела VaR;
- **H2:** На изабраним тржиштима класични непараметарски модели VaR дају боље процене условног очекиваног губитка (ES) у односу на класичне параметарске моделе VaR у контексту Базел III стандарда (*Berkowitz-евог теста*);
- **H3:** У контексту Базел III стандарда (*Berkowitz-евог теста*) полу-параметарски модели VaR генеришу супериорније процене условног

оčekиваног губитка (ES) у односу на класичне параметарске и непараметарске моделе VaR;

- **H4:** Употреба новог модела VaR заснованог на неуронским мрежама, који ће бити развијен у дисертацији, обезбеди супериорније процене условног очекиваног губитка на изабраним тржиштима капитала у односу на класичне стандардне параметарске и непараметарске моделе VaR у контексту Базел III стандарда.

#### 4. Методе које су примењене у истраживању

У истраживању су коришћене следеће истраживачке методе:

- **"деск" метод истраживања** коришћен је у систематизацији теоријско-методолошких сазнања и достигнућима из Markowitz-еве портфолио теорије и искуствима из области управљања ризицима у банкама и другим финансијским институцијама, као и резултата ранијих емпиријских истраживања везаних за примену модела VaR на развијеним и неразвијеним финансијским тржиштима;
- **метод дескриптивне анализе** коришћен је за представљање фундаменталних и теоријских основа концепта и модела VaR и ES, као и модела за процену валидности модела вредности при ризику и верификацију њихових резултата;
- **метод компаративне анализе** коришћен је за поређење, како услова који владају на изабраним тржиштима, тако и за поређење резултата процене ризика између VaR и ES модела и резултата примене модела за њихову валидацију;
- **аналитички научни метод** коришћен је за идентификовања и анализу релевантних фактора и карактеристика изабраних тржишта која је у дисертацији спроведена у контексту идентификовања степена компатибилности карактеристика изабраних тржишта са претпоставкама концепта и примењених модела VaR и ES;
- **метод синтезе** коришћен је у сврху извођења одређених општих закључака у погледу могућности примене концепта и апликативности тестираних модела VaR и ES;
- **метод анализе временских серија** (анализа стационарности, структурна векторска ауторегресиона анализа) коришћена је за анализу карактеристика серија приноса (нормалности, аутокорељације, парцијалне корелеације, хетероскедастичности, ARCH ефекта, анализу резидуала и сл.);

- метод **Monte Carlo симулације** и **Bootstrap метод** коришћени су за процену валидности тестираних VaR и ES модела.

## 5. Кратак опис садржаја дисертације

Дисертација је подељена на четири структурне целине којима су додати уводно и закључно поглавље, списак литературе, табела и графикана, као и прилог.

У уводном делу рада су презнетовани предмета и циљева истраживања рада, а затим су формулисане хипотезе истраживања. Такође је представљен и скуп истраживачких метода који конституишу истраживачку методологију релевантну за тестирање постављених хипотеза. У завршном делу уводног поглавља сумиран је остварени научни допринос рада заснован на резултатима и импликацијама истраживања. У уводном делу је дат и преглед структуре дисертације.

Прво поглавље под називом “Изложеност банака финансијском ризику” уводног је карактера. Предмет анализе у њему јесте улога и значај ризика у банкарском пословању. У анализи у овом делу дисертације пошло се од појмовног одређивања и дефинисања ризика, али прављења дистинкције између ризика и неизвесности и представљању изложености банака овим категоријама. Ризик и неизвесност су инхерентна карактеристика сваког финансијског посла, а њихове манифестације су бројне и често без јасне границе диференцирања. Отуда, у разумевању ових категорија пошло се од сагледавања облика њихових манифестације, тако да је поред математичког изражавања ове две категорије, у овом поглављу предмет анализе био и различите врсте финансијског ризика коме су свакодневно изложене банке у свом пословању. Будући да су њихове манифестације бројне, фокус је био само на оне категорије ризика које су предмет регулације од стране Базелског комитета за супервизију банака.

Полазећи од ставова бројних аутора који се баве управљањем ризицима у организацијама, на крају првог поглавља предложен је оквир за интегрисано управљање ризицима у банци у контексту Базелских стандарда.

Друго поглавље посвећено представљању и анализи модела вредности при ризику и очекиваног губитка. Анализа у овом поглављу започета је представљањем фундаменталних и техничких основа концепта VaR и ES. Најпре су представљене претпоставке на којима концепти почивају, а затим су представљен теоријске основне оба концепта. Након представљања фундаменталних и теоријских основа VaR и ES у представљени су, описани и анализирани класични модели VaR, уз напомену да је акценат био на два најпознатија параметарска VaR модела, *RiskMetric* моделу и моделу варијанса-коваријанса. Предмет анализе у овом поглављу био је и најпознатији модел изграђен на претпоставци о IID тј. модел историјске симулације, као и напредни

модели VaR и ES, односно модели који у себи имају инкорпориране софистициране технике за оцену условне волатилности, као што су оцењивачи из фамилије (G)ARCH оцењивача, али и модели засновани на техникама симулације приноса.

У наредном кораку у овом поглављу фокус је био на представљању новог модела VaR и ES који се базира на примени неуронских мрежа. На крају је извршена компарација представљених модела, с аспекта предности и ограничења њихове примене на тржиштима у настајању.

Треће поглавље под називом „Валидација модела вредности при ризику и условног очекиваног губитка” посвећено је тестовима и моделима за оцену исправности тестираних. Предмет посебног интересовања били су модели који се користе за процену исправности VaR модела, као што су *Traffic light* приступ, тестови безусловног и условног покрића. Такође, предмет посебног интересовања били су модели који се користе за процену валидности процене условног очекиваног губитка у контексту Базел III стандарда, као што су *Berkowitz*-ев тест, *Acerbi* и *Szekely* тест, *Righi* и *Ceretta*-ијев скраћене дистрибуције тест и *Wong*-ова техника седла. Будући да су и ови модели изграђени на одређеним асимптотским претпоставкама, које није могуће испунити у реалним условима, то је потребно и резултате ових тестова подвргнути валидацији. Из тог разлога у овом поглављу описани и анализирани модели за верификацију резултата валидности модела за тестирање валидности VaR модела и то: *Monte Carlo* тест процедура заснована на *p*-вредностима и *Bootsstrap* тест.

Четврто поглавље посвећено је емпиријском истраживању. Тачније у овом делу рада приказани су резултати оригиналног емпиријског истраживања. Пре почетка анализе представљени су резултати ранијих емпиријских истраживања тестирања различитих VaR и ES модела, с акцентом на тржишта у настајању. Затим је објашњена методологија и варијабле истраживања. Истраживање је спроведено на тржиштима капитала земаља Србије, Хрватске и Словеније. У ту сврху коришћени су берзански индекси: *Belex15*, *CROBEX* и *STIBOT20*. Подаци су прикупљени са званичних сајтова ових берзи, као и са *Bloomberg*-овог сајта. Период истраживања обухвата период од маја 2017. до маја 2020. године. Период од маја 2017. до маја 2019. године коришћен је за подешавање модела и израчунавање иницијалних процена вредности при ризику, док је период од маја 2019. до маја 2020. године коришћен за процену VaR и ES, уз напомену да је дужина периода у складу са правилима Базел II и III стандарда. За процену VaR модели су подешени према правилима Базел II стандарда, док се процена условног очекиваног губитка вршила у складу са упутствима Базел III стандарда. Тачније у првом случају процена ризика извршена је на дневном нивоу за ниво поверења од 99%, док је у другом случају за ниво поверења од 97,5%. У истраживању су коришћени логаритамски подаци.

У закључном делу дисертације, сумирани су најважнији резултати и на основу њих изведени закључци индивидуалних поглавља, структурираних у односу на хипотезе истраживања. Посебна пажња у закључном делу је дата детаљној анализи импликација примене тестираних модела.

Завршни део дисертације чине додаци и преглед литературе која је у раду коришћена.

## **6. Остварени резултати и научни допринос**

Кључни допринос дисертације огледа се у развоју новог модела вредности при ризику који је генерисао супериорније процене ризика на испитаним тржиштима, у односу на традиционалне и класичне VaR и ES моделе. Када се има у виду економетријски услов за добијање валидне процене и последице које по банку, али читаву привреду земље може да има примена неадекватног система за процену и управљање ризицима у банкама, јасно се може сагледати значај овог модела, не само у теоријском корпусу, већ и у практичном. Поред овог доприноса, дисертација домаћим читаоцима доноси новине и упознаје их са могућностима примене ES модела, као и примени нових техника за тестирање валидности VaR модела у складу са Базел III стандардом, будући да они до сада нису били предмет истраживања и проучавања у домаћој литератури.

Дакле, налазе и открића из ове дисертације моћи ће да користе и менаџери ризика у банкама и другим финансијским институцијама, која послују на овим и сличним тржиштима.

Анализа резултата везано за научни допринос рада систематизована је на основу хипотеза истраживања и презентована у наставку.

### **1. Карактеристике изабраних тржишта у настајању одступају од претпоставки класичних параметарских модела VaR;**

Дескриптивна, компаративна и корелациона анализа карактеристика серија приноса изабраних тржишних индекса на тржиштима капитала Србије, Хрватске и Словеније, за период од маја 2017. до маја 2020. Године указала је да карактеристике тржишна у настајању значајно одступају у односу на претпоставке класичних модела модела VaR. Тачније, тестови нормалности, као што је *Jarque-Bera* тест и анализе мера централне тенденције дистрибуције приноса портфолија, те QQ анализа откриле су да серије приноса са ових тржишта не следе нормалну дистрибуцију. Пред тога, визуелна анализа и анализа учињена применом анализа аутокорелационе функције (ACF) и парцијалне аутокорелационе функције (PACF), као и теста за детекцију ARCH ефеката, недовосмислено су показали да серије приноса нису идентично и независно дистрибуиране. Све претходно упућује на јасан закључак да карактеристике тржишта у настајању нису компатибилне са основним претпоставкама на којима су изграђени

класични модели за процени вредности при ризику: нормалности дистрибуције и претпоставке о идентичној и независној дистрибуцији.

*2. На изабраним тржиштима класични непараметарски модели VaR дају боље процене условног очекиваног губитка (ES) у односу на класичне параметарске моделе VaR у контексту Базел III стандарда (Berkowitz-евог теста);*

Компаративна анализа резулата перформанси тестираних параметарских и непараметарских модела недовосмислено је показала да су модели изграђени на основама непараметарских модела VaR генерисали боље процене очекиваног губитка у односу на параметарске модела. Овај закључак изнет је не само на основу *Berkowitz-евог теста* валидности модела ризику, већ је верификован и применом симулационих техника као што су примена Monte Carlo Dufour тест процедуре и Bootstrap симулације. Све три теста јасно указују да су непараметарски модели генерисали мање број и проценат прекорачења у односу на параметарске моделе.

Даља анализа перформанси ових модела извршена у контексту тестова условног и безусловног покрића ризику, као и *traffic light* теста, такође указује да су непараметарски модели адекватнији за ова тржишта у односу на параметарске моделе ризику.

Имајући у виду претходно речено, може за закључити да су у контексту задовољења критеријума Базел II и III стандарда најлошије перформансе показали параметарски модели VCV500 и RM500 јер су генерисали највећи број прекорачења и нису задовољили ни на једном тржишту тест безусловног и условног покрића. Са друге стране, непараметарски модели, који су тестирани у облику HS500 модела генерисали су значајно боље перформансе. Модели су тестирани за период од маја 2019. до маја 2020. године што је у складу са захтевима Базелког комитета и то за нивое поверења од 99%, односно 97,5%.

*3. У контексту Базел III стандарда (Berkowitz-евог теста) полу-параметарски модели VaR генеришу супериорније процене условног очекиваног губитка (ES) у односу на класичне параметарске и непараметарске моделе VaR;*

Компаративна анализа перформанси непараметарских и параметарских модела, који су тестирани у облику VCV500 и RM500 модела, односно HS500 модела и полу-параметарских модела представљених у форми FHS500 модела, јасно указује да полу-параметарски модел генерише боље процене ризику у контексту Базел III стандарда.

Даља анализа перформанси ових модела извршена у контексту тестова условног и безусловног покрића ризику, као и *traffic light* теста, такође указује да су полу-параметарски модели дају боље процене ризику у форми VaR. Верификација резултата извршена је применом симулационих техника као што су примена Monte



Carlo Dufour тест процедуре и Bootstrap симулације. Симулације су проведене на 10.000 понављања узорка већине стварних узорака.

*4. Употреба новог модела VaR заснованог на неуронским мрежама, који ће бити развијен у дисертацији, обезбеди супериорније процене условног очекиваног губитка на изабраним тржиштима капитала у односу на класичне стандардне параметарске и непараметарске моделе VaR у контексту Базел III стандарда.*

Резултати верификације резултата тестирања валидности свих тестираних VaR и ES модела пружају одговор на питање од којег се пошло у истраживању у дисертацији, тј. да ли је могуће развити модел VaR и ES који ће бити оптималан за сва тестирана тржишта у настајању и истовремено остварити боље перформансе у односу на широко примењиване класичне параметарске, непараметарске и полу-параметарске моделе ризика. Резултати верификације резултата тестирања валидности VaR и ES модела имплицирају да је могуће развити модел који ће генерисати супериорније процене ES у односу на класичне, стандардне, параметарске, непараметарске и полу-параметарске моделе VaR у контексту Базел III стандарда. Овакав резултат имплицира да се хипотеза H4 може се прихватити као валидна. Међутим, резултати истовремено показују да није могуће развити модел који је истовремено бити оптимална у смислу задовољења критеријума постављених Базел II стандардом и критеријума валидности дефинисаних Базел III стандардом, на свим тржиштима у настајању. Овакав закључак у складу је са ставовима различитих аутора према којима не постоји VaR и ES модел који је оптималан за сва тржишта у настајању, већ да се за свако тржиште мора развити адекватан модел.

## 7. Закључак и предлог Комисије

Након спроведене анализе докторске дисертације Сање Дончић, под називом „Процена тржишних ризика на тржиштима у настајању применом новог модела VaR заснованог на неуронским мрежама“, Комисија оцењује да је кандидат Сања Дончић користећи релевантну научну методологију и опсежну литературу успешно обрадила проучавану тему. Докторска дисертација је урађена у складу са пријавом која је одобрена од стране Наставно-научног Већа Београдске банкарске академије – Факултета за банкарство, осигурање и финансије и Сената Универзитета „Унион“ у Београду, како у погледу предмета, циља и постављених хипотеза и метода истраживања, тако и у погледу садржаја. Комисија са задовољством констатује да је остварен циљ истраживања и да је докторска дисертација резултат оригиналног и самосталног научног рада кандидата.

На основу свега изложеног, имајући у виду квалитет рада, значај теме, добијене резултате и оригинални научни допринос докторске дисертације кандидата Сање Дончић, под називом „Процена тржишних ризика на тржиштима у настајању применом новог модела VaR заснованог на неуронским мрежама“, Комисија предлаже Наставно-научном Већу Београдске банкарске академије – Факултета за банкарство, осигурање и финансије Универзитета „Унион“ у Београду да прихвати докторску дисертацију и одобри њену јавну одбрану.

Београд, 14.7. 2020. године

Комисија

Проф. др Периша Ивановић, председник



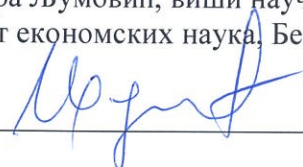
---

Проф. др Зоран Грубишић, ментор



---

Др Исидора Љумовић, виши научни сарадник  
Институт економских наука, Београд, члан



---