

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовао комисију: Декан Факултета техничких наука, на основу одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, 012-40/551-2025 од дана 29.01.2026.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1. Сладојевић др Срђан	редовни професор	Информационо-комуникациони системи, 29.06.2024.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Председник
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. Ћосић др Ђорђе	редовни професор	Производни и услужни системи, организација и менаџмент, 02.12.2020.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. Медић др Ненад	доцент	Производни и услужни системи, организација и менаџмент, 01.06.2021.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. Алексић др Александар	Редовни професор	Инжењерски менаџмент, 30.10.2025.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. Поповић др Љиљана	Ванредни професор	Производни и услужни системи, организација и менаџмент, 01.07.2024.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
6. Арсеновић др Марко	доцент	Инжењерство информационих система, 01.03.2021.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Саша, Виорела, Меза 2. Датум рођења, општина, држава: 14.05.1969. Панчево, Република Србија 3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: Технички факултет „Михајло Пупин“, Универзитет у Новом Саду, Индустријско инжењерство машинске струке, Дипломирани инжењер за индустријско инжењерство – машинске струке - мастер 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2015. Индустријско инжењерство/Инжењерски менаџмент
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Модел процене тржишног ризика осигуравајућих компанија заснован на техници дубоког учења
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.
Докторска дисертација припада научној области Индустријско инжењерство/Инжењерски менаџмент, у којој научној области Производни и услужни системи, организација и менаџмент. Дисертација је написана на српском језику и обухвата укупно 206 страна, са 4 тематске целине, 11 табела и 26 слика, као и 176 референце. Рад садржи следећа поглавља: 1. Увод 2. Регулатива за процену тржишних ризика у осигурању 3. VaR модели за процену тржишних ризика у осигурању - приступ 4. Поузданост и валидација VaR и ES модела за процену тржишних ризика у осигурању 5. Тестирање валидности модела процене тржишног ризика заснован на техници дубоког учења 6. Закључак 7. Литература Структура рада је логично постављена, од теоријских и регулаторних основа, преко методолошког оквира, до емпиријске верификације развијеног модела.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација кандидата Саше Мезе, под насловом „Модел процене тржишног ризика осигуравајућих компанија заснован на техници дубоког учења“, структурно је организована у четири тематске целине и закључак.

Предмет истраживања дисертације односи се на испитивање могућности примене вештачких неуронских мрежа у процени тржишних ризика портфолија осигуравајућих друштава која послују на тржиштима у настајању, у складу са регулаторним захтевима Директиве Солвентност II.

У првом делу дисертације кандидат систематично разматра теоријске и регулаторне основе тржишног ризика у осигурању. Полази се од суштине ризика као кључне категорије у делатности осигурања, његове класификације и улоге техничких резерви у обезбеђивању солвентности и ликвидности осигуравајућих друштава. Посебна пажња посвећена је анализи Директиве Солвентност I и Солвентност II, са акцентом на захтев за солвентним капиталом (енг. Solvency Capital Requirement (SCR)) и могућност примене интерних VaR модела (енг. Value at Risk (VaR)) уместо стандардизованог приступа. Кандидат јасно указује на ограничења регулаторно прописаних модела и потребу за реалнијом проценом стварне изложености портфолија тржишном ризику. У овом делу јасно је истакнута и веза између захтева за капиталном адекватношћу и потребе за развојем поузданијих интерних модела процене ризика, што представља полазиште за формулисање истраживачког проблема. Овај део рада представља чврст теоријско-нормативни оквир за даље методолошко и емпиријско истраживање.

Други део дисертације обухвата детаљну анализу параметарских, непараметарских и полу-параметарских VaR модела. Кандидат систематично обрађује:

- варијанса-коваријанса приступ,
- RiskMetrics модел (енг. RiskMetrics model)
- GARCH фамилију модела (енг. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH)),
- модел историјске симулације и његове варијанте,
- филтриране и хибридне моделе историјске симулације.

У оквиру овог дела уводи се и модел процене тржишног ризика заснован на техници дубоког учења, чиме се поставља концептуална основа за развој оригиналног модела у наставку рада. Посебно је наглашено да је циљ интеграције приступа заснованог на вештачким неуронским мрежама (енг. Artificial Neural Networks (ANN)) да се истовремено искористе предности параметарских и непараметарских модела, с обзиром на то да у литератури није уобичајена њихова синтетичка интеграција у јединствени хибридни оквир. Ова целина је методолошки добро структурисана и показује висок ниво разумевања класичних техника мерења ризика и њихових ограничења, што представља неопходну основу за увођење ANN приступа.

Трећи део дисертације посвећен је моделима валидације вредности под ризиком (енг. VaR) и очекиваног губитка (енг. Expected Shortfall (ES)). Кандидат анализира:

- тестове безусловног и условног покрића,
- Monte Carlo симулацију и Bootstrap методу ресемплирања у процесу валидације,
- више тестова валидације (Berkowitz, Acerbi–Szekely, Bayer–Dimitriadis и др.).

Посебна вредност овог дела огледа се у унапређењу поступака валидације ES мере применом Bootstrap симулације, чиме се проширује постојећи методолошки оквир. Овим приступом кандидат обезбеђује да предложени модел буде не само методолошки иновативан, већ и статистички и регулаторно валидан. Ова целина показује висок степен методолошке зрелости кандидата, јер се не задржава само на развоју модела, већ систематски разматра његову статистичку поузданост и регулаторну прихватљивост.

У четвртном делу дисертације кандидат спроводи емпиријску верификацију предложеног модела.

Анализа обухвата:

- преглед досадашњих истраживања примене вештачке интелигенције у процени тржишних ризика,
- дефинисање варијабли и методологије,
- конструкцију оптималног портфолија осигуравајућих друштава у Републици Србији,
- примену GARCH модела и теорије екстремних вредности (енг. Extreme Value Theory (EVT)) као улазних компоненти ANN архитектуре,
- компарацију перформанси традиционалних и предложеног модела.

Оптимални портфолио формиран је применом Markowitz-евог модела портфолио оптимизације (енг. Mean-Variance Model), уз уважавање карактеристика домаћег финансијског тржишта, што омогућава реалистичну емпиријску основу за тестирање модела. Резултати указују да модел заснован на техници дубоког учења обезбеђује поузданије процене VaR и ES у односу на класичне приступе, уз задовољавање критеријума валидности. Овај део представља централни научни допринос дисертације.

У Закључку кандидат синтетизује резултате истраживања, потврђује постављене хипотезе и указује на практичне импликације предложеног модела у контексту примене Солвентност II регулаторног оквира. Јасно су истакнути и научни и практични донети истраживања, као и значај развијеног модела за унапређење интерних система управљања ризицима у осигуравајућим друштвима. Такође су наведена ограничења истраживања и могући правци будућих истраживања, што указује на критичку дистанцу и научну зрелост кандидата.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

Списак резултата M21 - Рад у водећем међународном часопису

- **Meza S.**, Popović Lj., Radivojević N., Dončić S.: Deep Learning Model for Estimation Market Risk in Insurance Sector, *Engineering Economics*, Vol.36 No.2 (2025), 161-172, ISSN 1392-2785

Списак резултата M23 - Рад у међународном часопису

- Vulović, S., **Meza, S.**, Josimović, Lj., Spasic. D., Adamović, Z., Janjić, Z.: Integrated maintenance model based on control of turbogenerator vibrations in thermal power plants Kostolac, *Journal of the Balkan Tribological Association*, 23(3), 484-496, 2017, ISSN 1310-4772

Списак резултата M33 - Саопштење са међународног скупа штампано у целини

- **Meza S.**, Spasic D.: Impact of proactive maintenance equipment production companies to increase insurance premiums, V International symposium Engineering Management and Competitiveness 2015 (EMC 2015), Zrenjanin, 19- 20 June 2015, 273-278, ISBN 978-86-7672-256-3
- Spasic D., **Meza S.**: Risk and defining damage event in forge Smederevo with consequences on the environment, V International symposium Engineering Management and Competitiveness 2015 (EMC 2015), Zrenjanin, 19-20 June 2015, 355-360, ISBN 978-86-7672-256-3

Списак резултата M53 – Рад у националном часопису

- **Meza. S.**, Spasić, D., Adamović, Ž., Josimović, LJ.: Osnovne metode za analizu rizika, *Menadžment znanja*, 2016, XI(1-2), 33-42, ISSN 1452-9661

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

На основу спроведеног теоријског, методолошког и емпиријског истраживања у оквиру докторске дисертације „Модел процене тржишног ризика осигуравајућих компанија заснован на техници дубоког учења“, Комисија констатује да је истраживање реализовано у складу са циљевима и хипотезама дефинисаним у пријави теме, а резултати доследно прате постављени предмет и методолошки оквир рада.

Кандидат је извршио систематичну анализу концепта тржишног ризика у осигурању, са посебним освртом на регулаторни оквир Директиве Солвентност II и улогу интерних модела у утврђивању захтеваног капитала солвентности (SCR).

Посебан теоријски резултат рада огледа се у:

- критичком преиспитивању претпоставки традиционалних VaR модела (претпоставке нормалне расподеле, претпоставке независних, једнако расподељених променљивих (енг. Independent and Identically Distributed (IID)), претпоставке линеарности зависности),
- аргументованом указивању на ограничења њихове примене на тржиштима у настајању,
- концептуалном повезивању класичних економетријских модела са техникама дубоког учења.

На тај начин је успостављен теоријски мост између регулаторно утемељених мера ризика и савремених метода машинског учења, што представља значајан корак у даљем развоју научне области управљања ризицима. Овим се додатно доприноси теоријском проширењу постојећих приступа мерењу тржишног ризика у осигурању, посебно у контексту примене савремених аналитичких техника у финансијским институцијама.

У методолошком смислу, дисертација доноси више значајних резултата:

1. Развијен је хибридни модел процене тржишног ризика који интегрише параметарске, непараметарске и полу-параметарске VaR/ES моделе у оквиру архитектуре вишеслојне перцептронске неуронске мреже.
2. Као улазне варијабле у ANN моделу коришћене су процене добијене применом више традиционалних приступа (GARCH, RiskMetrics, историјска симулација, EVT и др.), чиме је омогућено да се искористе предности различитих група модела.
3. Извршена је свеобухватна валидација модела применом тестова безусловног и условног покрића, као и различитих тестова валидације ES мере, уз унапређење појединих сегмената валидације применом Bootstrap симулације.

Методолошка поставка истраживања је конзистентна, репродуктивна и усклађена са савременим научним стандардима у области управљања финансијским ризицима. Предложени модел је конципиран тако да омогућава релативно једноставну имплементацију у пракси, уз способност моделирања нелинеарних зависности и интеракција између различитих фактора тржишног ризика.

Емпиријска анализа спроведена је над подацима осигуравајућих друштава која послују у Републици Србији, за период 2019 - 2023. године. Процене су вршене на основу дневних логаритамских приноса оптималног портфолија, а тестирање валидности модела спроведено је у оквиру дефинисаног периода накнадног тестирања (енг. backtesting), у складу са регулаторним захтевима.

На основу извршених тестирања утврђено је да:

- серије приноса портфолија одступају од претпоставке нормалне и независне расподеле,
- присутни су ефекти хетероскедастичности и кластерисања волатилности,
- традиционални модели не обезбеђују увек адекватно покриће екстремних губитака.

Развијени модел заснован на техници дубоког учења:

- задовољава критеријуме теста безусловног и условног покрића,
- испуњава критеријуме валидности ES модела,
- показује боље перформансе у односу на појединачне традиционалне VaR/ES моделе у смислу поузданости процене екстремних губитака.

Ови резултати потврђују постављене истраживачке хипотезе и указују на оправданост примене хибридног ANN приступа у условима тржишта у настајању. Резултати истраживања пружају емпиријску потврду да интегративни ANN приступ може унапредити поузданост интерних модела процене ризика у односу на изоловану примену традиционалних метода.

Комисија оцењује да резултати истраживања представљају оригиналан и релевантан допринос научној области Индустијског инжењерства/Инжењерског менаџмента, односно управљања ризицима у финансијским институцијама. Посебно се истиче потенцијална примењивост резултата на домаћем тржишту, где се осигуравајућа друштва и даље у великој мери ослањају на стандардизовани приступ, те предложени модел може представљати основу за постепену имплементацију интерних модела у складу са Солвентност II.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Комисија оцењује да су резултати истраживања у докторској дисертацији приказани систематично, аналитички доследно и у складу са постављеним циљевима и хипотезама рада. Дисертација је успешно верификована применом алата за детекцију плагијаризма iThenticate.

Начин приказа резултата одликује се логичном структуром и јасним методолошким редоследом. Кандидат најпре представља дескриптивну анализу података и статистичке карактеристике серија приноса, потом резултате тестова аутокорејације и присуства ARCH ефекта, затим оцене параметара економетријских модела, а потом и резултате VaR и ES процена, укључујући и компаративну анализу различитих приступа. Такав приступ омогућава читаоцу да постепено прати аргументацију и разуме сваку фазу емпиријске верификације.

Резултати су приказани кроз табеле и графичке приказе који су функционално постављени у тексту и директно повезани са тумачењем добијених вредности. Табеларни прикази омогућавају прецизну упоредну анализу перформанси модела, док графички прикази доприносе јаснијем разумевању динамике процена VaR и ES мера у односу на реализацију губитака.

У целини посматрано, начин приказа и тумачења резултата истраживања у потпуности је у складу са стандардима научно-истраживачког рада на нивоу докторске дисертације.

У складу са наведеним Комисија **ПОЗИТИВНО** оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање. Навести нумеричке податке о резултатима провере оригиналности рада и дати текстуално образложење.

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Да. Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да. Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Оригиналност рада огледа се у синтетичкој интеграцији различитих група VaR и ES модела у оквиру ANN архитектуре, што представља методолошки нов приступ у области процене тржишних ризика у осигурању. Оригиналност дисертације огледа се у више међусобно повезаних аспеката.

Кандидат је развио оригиналан модел процене тржишног ризика који интегрише параметарске, непараметарске и полу-параметарске VaR и ES моделе у оквиру архитектуре вишеслојне перцептронске неуронске мреже. За разлику од постојећих истраживања која се углавном фокусирају на примену појединачног модела или једне групе модела, предложено решење омогућава синергијско коришћење предности различитих приступа. Оваква интеграција представља методолошку новину, јер се ANN модел не користи као замена за традиционалне моделе, већ као надградња која агрегира и оптимизује њихове резултате.

Дисертација доноси и допринос у домену валидације ES мере, кроз унапређење постојећих поступака накнадног тестирања применом Bootstrap симулације. Имајући у виду да је ES мера ризика регулаторно релевантна, али методолошки захтевнија за тестирање у односу на VaR, предложено унапређење представља значајан допринос практичној примени интерних модела у складу са захтевима Солвентност II.

Посебна научна вредност рада огледа се у чињеници да је модел развијен и тестиран на подацима осигуравајућих друштава која послују на тржишту у настајању, односно у Републици Србији. Већина постојећих истраживања заснована је на подацима са развијених финансијских тржишта, док ова дисертација показује примењивост и ефикасност хибридног ANN приступа у условима краће временске серије, изражене хетероскедастичности, кластерисања волатилности и одступања од нормалне расподеле приноса. На тај начин дисертација доприноси проширењу примене савремених метода машинског учења на специфичне институционалне и тржишне услове.

Дисертација представља интердисциплинарни научни допринос, јер на систематичан и методолошки утемељен начин повезује класичне економетријске моделе волатилности са мерама финансијског ризика, регулаторним оквиром Солвентност II и техникама дубоког учења. Овакво повезивање доприноси развоју савремених приступа управљању ризицима у финансијским институцијама и представља значајан корак ка дигитално трансформисаним интерним моделима процене ризика.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

У дисертацији нису уочени недостаци који би утицали на резултате истраживања.

5. Образложење резултата провере оригиналности рада (нумерички и наративно):

Провером оригиналности докторске дисертације применом софтверског алата *iThenticate* утврђен је укупан проценат преклапања од 6%. Анализом извештаја о преклапању констатовано је да се уочена подударана односе превасходно на уобичајене стручне и методолошке формулације, термилошке одреднице и правилно цитиране делове литературе.

Комисија закључује да утврђени степен сличности не доводи у питање оригиналност рада, те да су

сви преузети ставови и резултати других аутора адекватно наведени и цитирани. Оригиналност научних резултата, методолошког приступа и закључака кандидата није упитна.

X ПРЕДЛОГ:

На основу наведеног, комисија предлаже:

а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;

б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени);

в) да се докторска дисертација одбије.

Место и датум: Нови Сад, 23.02.2026.

1. др Срђан Сладојевић, редовни професор

_____, председник

2. др Ђорђе Ћосић, редовни професор

_____, члан

3. др Ненад Медић, доцент

_____, члан

4. др Александар Алексић, редовни професор

_____, члан

5. др Љиљана Поповић, ванредни професор

_____, ментор

6. др Марко Арсеновић, доцент

_____, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.