

11.09.2014. године  
Београд,  
04-03-11/123

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
Веће научних области правно економских  
наука  
Београд  
Студентски трг бр 1

У прилогу дописа достављамо извештај комисије о оцени завршене докторске дисертације кандидата мр Небојше Николића, са пратећом документацијом.

Докторска дисертација и извештај комисије о оцени завршене докторске дисертације кандидата ме Небојше Николића стављени су на увид јавности и у предвиђеном року није било примедби на изложену докторску дисертацију.

С поштовањем,

Секретар факултета

Гордана Алексић Славински, дипл. Правник

Факултет организационих наука  
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
04-03-11/123  
(Број индекса)

Веће научних области правно економских наука  
(назив стручног већа коме се захтев упућује, сходно чл  
75. Статута Универзитета у Београду и чл.7. ст.  
1. овог Правилника)

11.09.2014. године  
(Датум)

Београд  
Студентски трг бр.1

**ЗАХТЕВ**  
**за давање сагласности на извештај о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 68. ст. 3. Закона о универзитету («Службени гласник РС» бр. 20/98), дате сагласности на Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Небојша (Никола) Николић (име, име једног родитеља и презиме)

Кандидат мр Небојша (Никола) Николић пријавио је докторску дисертацију под називом:  
(име, име једног родитеља и презиме)

Квантификовање вероватноће дифолта предузећа у Србији и развој интерног кредитног рејтинга за потребе банке

Универзитет је дана 12.07.2011. године својим актом под 06-6566/39-11 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила

Квантификовање вероватноће дифолта предузећа у Србији и развој интерног кредитног рејтинга за потребе банке

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Небојша (Никола) Николић (име, име једног родитеља и презиме)

образована је на седници одржаној 18.06.2014. године, одлуком Факултета под 3/54-2 у саставу:

	име и презиме члана комисије	звање	научна област
1.	др Невенка Жаркић Јоксимовић	ред. проф. ФОН-а	финансијски менаџмент
2.	др Весна Манојловић	ванр.проф. ФОН-а	математичке методе у менаџменту и информатици
3.	др Бранко Урошевић	ред. проф. Економског факултета	статистика и математика

Наставно-научно веће Факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 18.07.2014. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Прилог:

1. Извештај Комисије са предлогом,
2. Акт Наставно-научног већа Факултета о усвајању Извештаја,
3. Примедбе дате у току стављања Извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било.

Проф. др Милан Мартић

05-01 бр.3/63-2  
21.7.2014.

Поводом предлога Већа студијског програма докторских академских студија, а на основу члана 56. Статута Факултета, на седници Наставно-научног већа одржаној 18.7.2014. године, једногласно је донета следећа

## ОДЛУКА

Прихвата се Извештај Комисије за оцену завршене докторске дисертације кандидата мр Небојше Николића, под насловом »КВАНТИФИКОВАЊЕ ВЕРОВАТНОЋЕ ДИФОЛТА ПРЕДУЗЕЋА У СРБИЈИ И РАЗВОЈ ИНТЕРНОГ КРЕДИТНОГ РЕЈТИНГА ЗА ПОТРЕБЕ БАНКЕ« и даје се на увид јавности.

На Наставно-научном Већу од 31.08.2011. године одобрена је израда докторске дисертације кандидата мр Небојше Николића под називом »КВАНТИФИКОВАЊЕ ВЕРОВАТНОЋЕ ДИФОЛТА ПРЕДУЗЕЋА У СРБИЈИ И РАЗВОЈ ИНТЕРНОГ КРЕДИТНОГ РЕЈТИНГА ЗА ПОТРЕБЕ БАНКЕ« на основу добијене Одлуке стручног Већа научних области правно-економских наука Универзитета у Београду, о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације од 12.07.2011. године, број: 06-6566/39-11. Кандидат мр Небојиша Николић је објавио следећи рад који га квалификује да може да одбрани докторску дисертацију:

1. Nikolic, N., Zarkic-Joksimovic, N.,Stojanovski, D.&Joksimovic,I.,(2013)“The Application of Brute Force Logistic Regression to Corporate Credit Scoring Models: Evidence from Serbian financial statement“ Expert Systems with Applications, 40(15), p. 5932-5944, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.05.022>

Председник Наставно-научног већа

Проф. др Милан Мартић

Доставити:

- Стручном сараднику за ПДС
- Секретару органа управљања и стручних органа
- Архиви

## **NAUČNO-NASTAVNOM VEĆU**

**Predmet:** Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Nebojše Nikolića

Odlukom 05-01 br. 3/54-2 od 18.06.2014. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata Nebojše Nikolića pod naslovom

### **Kvantifikovanje verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji i razvoj internog kreditnog rejtinga za potrebe banke**

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa Kandidatom Nebojšom Nikolićem, Komisija je sačinila sledeći

## **IZVEŠTAJ**

### **1. UVOD**

#### **1.1. Naslov i obim disertacije**

Doktorska disertacija kandidata mr Nebojše Nikolića pod nazivom „Kvantifikovanje verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji i razvoj internog kreditnog rejtinga za potrebe banke“ je sadržajan rad obima 300 strana, sa literaturom na 10 strana i 72 strana priloga. Pored uvoda i zaključka, rad se sastoji od 5 poglavlja, dok su u spisku literature navedene 185 bibliografske jedinice. Pored toga, disertacija sadrži 67 tabela i 39 slika, ne uključujući priloge.

#### **1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije**

Kandidat je podneo prijavu za odobravanje izrade doktorske disertacije “Kvantifikovanje verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji i razvoj internog kreditnog rejtinga za potrebe banke” 27.01.2011. godine. Nastavno-naučno veće FON-a je imenovalo komisiju za ocenu naučne zasnovanosti teme prijavljene doktorske disertacije u sastavu: dr Nevenka Žarkić Joksimović, redovni profesor FON-a, mentor; dr Vesna Manojlović, vanredni profesor FON-a, član; dr Branko Urošević, redovni profesor Ekonomskog fakulteta u Beogradu, član. Pozitivan izveštaj Komisije usvojen je na sednici Nastavno-naučnog veća održanoj 15.06.2011. godine, odluka br. 3/56-9. Veće naučnih oblasti pravno-ekonomskih nauka Univerziteta u Beogradu je na sednici održanoj 12.07.2011. godine odobrilo izradu predložene doktorske disertacije, odluka br. 06-6566/39-11.

Nakon dobijene saglasnosti Veća naučnih oblasti pravno-ekonomskih nauka Univerziteta u Beogradu, na sednici Nastavno-naučnog veća FON-a odlukom br. 3/79-6 od 31.08.2011. godine odobrena je izrada doktorske disertacije kandidata mr Nebojše Nikolića pod naslovom “ Kvantifikovanje verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji i razvoj internog kreditnog rejtinga za potrebe banke” i za mentora je imenovana prof. dr Nevenka Žarkić Joksimović. Mentor, prof. dr Nevenka Žarkić Joksimović, je konstatovala da je doktorska disertacija završena i Nastavno-naučno veće FON-a je odlukom br. 05-01 br.3/54-2 od 18.06.2014. godine formiralo Komisiju za pregled i ocenu završene doktorske disertacije u sastavu: dr Nevenka Žarkić Joksimović, redovni profesor FON-a, mentor; dr

Vesna Manojlović, vanredni profesor FON-a, član; dr Branko Urošević, redovni profesor Ekonomskog fakulteta u Beogradu, član.

### 1.3. Mesto disertacije u odgovarajućoj naučnoj oblasti

Doktorska disertacija pod nazivom “Kvantifikovanje verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji i razvoj internog kreditnog rejtinga za potrebe banke” po predmetu istraživanja i korišćenju metodologiji pripada pravno-ekonomskim naukama, preciznije oblasti finansijskog menadžmenta. Osim toga, u disertaciji se razmatraju i primenjuju ekonomski, odnosno matematičko-statistički i finansijski koncepti. Zbog toga, doktorska disertacija ima multi-disciplinarni karakter u oblasti upravljanja finansijskim rizicima.

### 1.4. Biografski podaci o kandidatu

**Mr Nebojša Nikolić**, rođen je 04. aprila 1982. godine u Beogradu, gde je završio osnovnu školu, a zatim i XIII beogradsku gimnaziju – prirodno matematičkog smera, a paralelno i srednju muzičku školu „dr Vojislav Vučković“ u Beogradu, gde je proglašen za đaka generacije. Diplomirao je na Fakultetu organizacionih nauka (FON) u Beogradu 2005. godine na smeru “Informacioni sistemi i tehnologije” sa prosekom 9,19. Uporedo sa studiranjem na FON-u, pohađao je i redovne studije klarineta na Fakultetu muzičkih umetnosti u Beogradu u klasi profesora Ante Grgina, gde je 2006. godine diplomira sa prosekom 9,14. Obrazovanja je nastavio kroz magistarske studije na engleskom jeziku, na međunarodnom posle-diplomskom programu “Kvantitativne finansije” na Ekonomskom fakultetu u Beogradu (*International Masters of Quantitative Finance - IMQF*). Nakon položenih ispita, magistrirao je pod mentorstvom prof. dr Branka Uroševića u decembru 2009. godine, sa radom pod nazivom: “VaR modeli trgovačkog portfolija banaka“ (*Value-at-Risk (VaR) models for trading portfolios of banks*).

Svoju profesionalnu karijeru započeo je kao konsultant u junu 2006. godine u Centru za Investicije i Finansije u Beogradu, na poslovima razvijanja modela i softverskog sistema za upravljanje finansijskim rizicima u bankarstvu. Paralelno sa konsultantskim poslovima u Centru za investicije i finansije, od februara 2007. godine postao je saradnik u nastavi na Fakultetu organizacionih nauka, gde je ostao do 2010. godine. Marta 2010. godine prešao je u bankarki sektor, na poslove upravljanja rizicima u Banca Intesa a.d. Beograd, gde je radio na matematičko statističkim modelima za procenu kreditnog rizika. Nakon provedene tri godine u Banca Intesa, (od avgusta 2013. godine) karijeru je nastavio, u UniCredit Bank Srbija a.d, gde i danas radi na poslovima razvoja i validacije kvantitativnih modela i uvođenja Bazel III principa.

Mr Nebojša Nikolić, autor je i koautor naučno-istraživačkih radova u časopisima i tematskim zbornicima radova iz oblasti finansija, s posebnim osvrtom na upravljanje finansijskim rizicima. Izlagao je rezultate svojih istraživanja na domaćim i međunarodnim konferencijama. U toku akademske karijere 2008.-2009. godine, predavao je i na Kursu za sticanje zvanja brokera u organizaciji Komisije za hartije od vrednosti Republike Srbije i Ekonomskog fakulteta u Beogradu. Bio je učesnik sledeća dva naučno istraživačka projekta:

- „Inovativni sistem za upravljanje i kontrolu rizika u finansijskim institucijama“, projekat broj 451-01-00065/2008-01/115 (2008.–2009.), koji je finansiran od strane Ministarstva nauke Republike Srbije.

- “Interakcija etiopatogenetskih mehanizama parodontopatije i peri-implantitisa sa sistemskim bolestima današnjice” Integrativna interdisciplinarna istraživanja (III), Ministarstva nauke Republike Srbije, Inovativni projekat broj 41008 (2011.–2013.)

Kao relevantne, za tematiku analiziranu u okviru doktorske disertacije, izdvajamo sledeće radove kandidata:

- **Nikolić N.**, (2009). “Comparison of Value-at-Risk estimation methods for an equity portfolio”. Conference proceedings SPIN, 541-548, Belgrade, Serbia.
- **Nikolić N.**, & Ninković N., (2009). “Value-at-Risk estimation for an equity portfolio of Serbian bank”. Conference proceedings SYM-OP-IS, 741-744, Ivanjica, Serbia.
- **Nikolić N.**, & Ninković N., (2009). “Market risk assessment for a trading portfolio of a Serbian bank: Value at Risk approach”. Conference proceedings BALCOR, Constanta, Romania.
- Rakićević A., Dragović I., Petrović B., & **Nikolić N.**, (2009). “Foreign Exchange Risk Analysis using Monte Carlo Simulation: Value at Risk Approach”. Conference proceedings BALCOR, Constanta, Romania.
- Rakić M., Zelić K., Pavlica D., Hadžimihajlović M., Milašin J., Miličić B., **Nikolić N.**, Stamatović N., Matic S., Aleksić Z., Janković S. (2010). “Correlation of aggregatibacter actinomycetemcomitans and porphyromonas gingivalis progressive periodontal lesions”. Vojnosanitetski pregled (VSP), Belgrade, Serbia.
- **Nikolić, N.** & Manojlović V. (2010). “Value-At-Risk Estimation with Multivariate GARCH Models”. Management journal FON, Belgrade, Serbia. (Award for best paper on SYMORG 2010 conference)
- Vujnović M. & Manojlović U. & **Nikolić, N.** (2010). “Embedded currency option valuation”. SYMORG 2010, Belgrade, Serbia.
- **Nikolic, N.**, & Zarkic-Joksimovic, N., & Manojlovic V. & Djurić D. (2012). “Value-at-Risk estimation with univariate and multivariate models: evidence from Serbia”. Metalurgia International Vol. 2012, No. 10, ISSN 1582-2214
- **Nikolic, N.**, Zarkic-Joksimovic, N., Stojanovski, D. & Joksimovic, I., (2013). „The Application of Brute Force Logistic Regression to Corporate Credit Scoring Models: Evidence from Serbian financial statements“. Expert Systems with Applications, 40(15), p. 5932–5944.

Od marta 2014. godine, nosilac je prestižnog američkog sertifikata FRM<sup>®</sup> ([eBadge](#)) iz oblasti finansijskog upravljanja rizicima, koji je izdat od strane GARP asocijacije (*eng.* Global Association of Risk Professionals, [www.garp.com](#)). Takođe, kandidat je trećeg nivoa (*eng.* Level 3 candidate) za dobijanje prestižne CFA<sup>®</sup> licence od strane američkog CFA instituta (*eng.* Chartered Financial Analyst Institute, [www.cfainstitute.org](#)).

## 2. PREDMET I CILJ DISERTACIJE

**Predmet istraživanja** ove doktorske disertacije je razvoj novog metodološkog okvira, kao i praktična implementacija modela internog kreditnog rejtinga za segment velikih i srednjih preduzeća u Srbiji. Centralni deo disertacije se odnosi na analizu i kvantifikaciju kreditnog rizika, kojim banka sebe izlaže prilikom kreditiranja preduzeća, drugim rečima na procenu verovatoće difolta preduzeća. Difolt (*eng.* default) predstavlja status preduzeća koji je dužnik banke i označava nemogućnost izmirivanja ugovorenih finansijskih obaveza prema banci, odnosno kašnjenje u plaćanjima duže od 90 dana. Razmatrani problem je, kako sa akademske, tako i sa praktične strane visoko relevantan, uzimajući u obzir da sve banke u zemljama u razvoju imaju potrebu da se zaštite od kreditnog rizika, odnosno da rizik koji banke prihvate, usklade sa svojim apetitom za rizike. Kreditni rejting dužnika mora da

odražava kreditni rizik dužnika, odnosno da iskaže verovatnoću potencijalnih kreditnih gubitaka koji nastaju neizmirivanjem ugovorenih finansijskih obaveza prema banci. Kreditni rejting se sastoji iz klasa kreditnog rejtinga, a svaki klijent prema kome je banka izložena se svrstava, po rizičnosti, u odgovarajuću rejting klasu. Još jedan od pokazatelja aktuelnosti predmeta istraživanja ove disertacije, leži u činjenici da Bazel II i Bazel III kapitalni standardi, koji promovisu napredno upravljanje rizicima u bankarstvu, stimulišu banke da pređu na napredni pristup kvantifikacije rizika (*eng.* Internal rating based approach - IRB) i preporučeni su od strane Narodne banke Srbije (NBS).

Kako bi se multidisciplinarni metodološki okvir za razvoj internog kreditnog rejting modela uspostavio, sprovedene su aktivnosti prikupljanja i struktuiranja podataka iz finansijskih izveštaja preduzeća u Srbiji kao i izbor adekvatnih faktora rizika, u vidu finansijskih racija, sa ciljem razvoja prediktivnog modela, koji bi mogao da proceni verovatnoću neizmirivanja finansijskih obaveza od strane preduzeća prema banci. Podaci na kojima se baziralo istraživanje, predstavljaju sedmogodišnje podatke iz finansijskih izveštaja, odnosno bilansa stanja i bilansa uspeha preduzeća u Srbiji, za periode posmatranja od 2006.-2012. godine. Korišćenjem ovih podataka, omogućeno je da se kvantifikuje verovatnoća difolta preduzeća u Srbiji, uzimajući u obzir specifičnosti i karakteristike našeg tržišta i poslovnog ambijenta.

Najčešće primenjivani metod za procenu boniteta i selekciju preduzeća kojima bi banka odobrila kredit, svodi se na fundamentalnu finansijsko-ekonomsku analizu koja oduzima puno i vremenskih i kadrovskih resursa. Sa druge strane, kroz disertaciju, uspostavljanjem modela internog kreditnog rejtinga i korišćenjem statističko matematičkih tehnika za određivanje faktora i kvantifikaciju kreditnog rizika, proces odlučivanja se pospešuje, a kreditni nivo rizika koji banka preuzima svodi se na nivo koji je u skladu sa rizičnim apetitom banke (*eng.* risk appetite).

**Osnovni cilj** istraživanja jeste kvantifikacija kreditnog rizika preduzeća u Srbiji, koja je omogućena korišćenjem novorazvijenog modela kreditnog skoringa, kao i procena boniteta preduzeća, na osnovu uspostavljenog internog kreditnog rejting modela. Posebna analiza je urađena sa ciljem komparacije prediktivne moći razvijenog modela sa Altmanovim Z-skor modelom, kao i hibridnom verzijom, Altmanovim Z-skor modela, čiji su parametri rekalisbrani nad podacima preduzeća u Srbiji. Ispunjenje osnovnog cilja ove disertacije, zahtevalo je statističku i poslovnu analizu velikog broja finansijskih racija, kako bi se pronašao najprediktivniji finansijski racio u Srbiji, na osnovu raspoloživih podataka. Kao ciljni rezultat ovog istraživanja, razvijen je i predložen novi model kreditnog skoringa koji kvantifikuje verovatnoću difolta preduzeća. Rezultati konačnog modela su prošli proces validacije predložen od strane relevantne akademske literature i novih Bazelskih standarda.

### **3. OSNOVNE HIPOTEZE OD KOJIH SE POLAZILO U ISTRAŽIVANJU**

Hipoteze od kojih je kandidat pošao u istraživanju, a koje je trebalo dokazati, su bile sledeće:

- Metode za procenu verovatnoće difolta koje na razvijenim finansijskim tržištima daju najbolje rezultate nisu adekvatne za primenu na specifičnom finansijskom tržištu poput tržišta Srbije.
- Specifičnost velikih i srednjih preduzeća u Srbiji zahteva poseban tretman i upotrebu relevantnih finansijskih podataka prilikom razvoja internog kreditnog rejtinga i procene kvantitativne verovatnoće difolta.

- Primenom statističkih klaster metoda moguće je pronaći najbolju kombinaciju finansijskih racija iz bilansa stanja i bilansa uspeha preduzeća u Srbiji, koja bi bila superiorna u odnosu na kombinacije finansijskih racija koja su se pokazala kao najbolja na inostranim tržištima.
- Logistička regresija predstavlja statističku metodu pomoću koje je moguće razviti modele sa visokom prediktivnom moći nad finansijskim podacima preduzeća u Srbiji, a za potrebe kvantitativne procene verovatnoće difolta.
- Model za procenu verovatnoće difolta koji se predlaže u disertaciji može da prikaže bolje rezultate od Altmanovog Z-skor modela, koji se koristi kao standard za procenu difolta preduzeća.
- Kvantitativna procena verovatnoće difolta može da se uspešno iskoristi kao osnovna ulazna informacija, a koja ima primarnu ulogu u procesu razvoja i izgradnje internog kreditnog rejtinga preduzeća u Srbiji.
- Uz adekvatnu implementaciju kvantitativnog modela za procenu verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji može da se doprinese boljoj proceni rizičnosti, smanjenju potencijalnih gubitaka banke i ubrzanju procesa davanja kredita preduzećima.
- Primenom multidisciplinarnog pristupa i metodologije, razvijene od strane autora, za razvoj internog kreditnog rejtinga dobiće se praktično primenjiv model koji je moguće unaprediti poslovanje banke, a koji je usaglašen sa Bazel II i Bazel III principima.

Sve navedene hipoteze su potvrđene samostalnim istraživanjem kandidata, analizom relevantnih međunarodnih iskustava, kao i dokazima iz drugih akademskih i empirijskih radova. Hipoteze koje su zasnovane na kvantitativnim rezultatima istraživanja su dokazane odgovarajućim statističkim testovima.

## 4. OPIS DISERTACIJE

### 4.1. Struktura i sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata mr Nebojše Nikolića pod nazivom „Kvantifikovanje verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji i razvoj internog kreditnog rejtinga za potrebe banke“, pored spiska korišćene literature i priloga, struktuirana je u pet poglavlja:

1. UVOD.....	1
1.1. Osnovni pojmovi i principi upravljanja kreditnim rizikom.....	4
1.2. Predmet, cilj i početne hipoteze doktorske disertacije .....	8
1.3. Pregled literature .....	15
2. ANALIZA FINANSIJSKIH RACIJA .....	19
2.1. Struktura podataka .....	19
2.2. Formiranje razvojnog, validacionog i test uzorka .....	23
2.3. Pregled strukture finansijskih podataka i konstrukcija finansijskih racija .....	27
2.4. Tipovi varijabli, tretiranje nedostajućih podataka i ekstremnih vrednosti u finansijskim racijama .....	33
2.5. Statistička i empirijska analiza finansijskih racija .....	37
2.6. Transformacija finansijskih racija .....	43
2.6.1. Formiranje i grupisanje atributa u varijablama .....	45
2.6.2. Algoritam za optimizaciju atributa finansijskih racija .....	48
2.6.3. Ručna korekcija granica i pregrupisanje atributa .....	50
2.6.4. WoE pristup .....	52



2.6.5.	Procena prediktivne moći finansijskih racija .....	53
2.6.6.	Empirijski rezultati transformacije varijabli .....	54
2.7.	Klaster analiza .....	59
2.7.1.	Mere međuzavisnosti finansijskih racija .....	62
2.7.2.	Algoritam za klasterovanje finansijskih racija .....	67
2.7.3.	Empirijski rezultati – klaster analiza .....	69
3.	<b>KVANTITATIVNA PROCENA VEROVATNOĆE DIFOLTA PREDUZEĆA U SRBIJI</b> .....	76
3.1.	Modeli kreditnog skoringa .....	77
3.2.	Logika skoring modela i modelovanja verovatoće difolta .....	80
3.3.	Logistička regresija i modelovanje verovatnoće difolta .....	83
3.4.	Izrada skor-kartice finalnog modela .....	89
3.4.1.	Skaliranje skor-kartice .....	92
3.5.	Validacija modela kreditnog skoringa i procena preditivne moći .....	94
3.5.1.	KS test statistika .....	96
3.5.2.	Waldov test .....	97
3.5.3.	Matrica pogrešnog klasifikovanja .....	97
3.5.4.	ROC kriva .....	99
3.5.5.	CAP kriva .....	102
3.5.6.	Gini koeficijent .....	104
3.6.	Tehnike modelovanja verovatnoće difolta korišćenjem logističke regresije .....	105
3.6.1.	Metoda pune snage .....	109
3.7.	Empirijski rezultati – kvantitativna procena verovatnoće difolta .....	111
4.	<b>RAZVOJ INTERNOG KREDITNOG REJTINGA PREDUZEĆA U SRBIJI</b> .....	133
4.1.	Interni i eksterni kreditni rejting .....	134
4.2.	Migracione matrice .....	140
4.2.1.	Metrike konzistentnosti i stabilnosti .....	147
4.3.	Regulatorni okvir za procenu kreditnog rizika .....	153
4.3.1.	Kreditni rizik i očekivani gubitak .....	155
4.3.2.	Kreditni rizik i neočekivani gubitak .....	156
4.3.3.	Bazelski pristup merenju kreditnog rizika .....	159
4.4.	Validacija internog kreditnog rejtinga .....	172
4.5.	Nova metodologija formiranja klasa internog kreditnog rejtinga za potrebe banke korišćenjem matrica migracije .....	178
4.5.1.	Postavljanje početnih granica rejting klasa .....	179
4.5.2.	Novi kriterijumi konzistentnosti za uspostavljanje klasa kreditnog rejtinga .....	184
4.6.	Empirijski rezultati - Simulacije rejting klasa i izgradnja internog kreditnog rejtinga za potrebe banke .....	187
5.	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	209

## 4.2. Prikaz pojedinačnih poglavlja

U **prvom poglavlju**, dati su osnovni pojmovi i principi upravljanja rizicima na kojima se zasniva disertacija. Naglašen je predmet i cilj doktorske teze i dat je pregled dosadašnjih dostignuća iz relevantne literature u oblastima razvoja prediktivnih modela i oblasti upravljanja kreditnim rizikom.

Kroz **drugo poglavlje**, objašnjena je struktura podataka i način formiranja razvojnog, validacionog i test uzorka. Dati su i objašnjeni tipovi varijabli, prikazana je struktura finansijskih podataka, način konstrukcije finansijskih racija i analizirani su slučajevi nedostajućih podataka i ekstremnih vrednosti. Konstruisani su i analizirani finansijski raciji sa statističkog i empirijskog aspekta. Poseban osvrt dat je na načine transformacije finansijskih racija i njihovo svodenje u oblik pogodan za modelovanje, a uveden je i algoritam za optimizaciju i pregrupisanje atributa u okviru varijabli. Data je procena kvantifikovane prediktivne moći finansijskih racija i predstavljeni su empirijski rezultati transformacije varijabli korišćenjem kroz WoE (*eng.* weight of evidence) pristupa. Na kraju poglavlja objašnjena je upotreba podobnog algoritma za klasterovanje finansijskih racija kao i njihovo grupisanje u statističke grupe na osnovu kvantifikovane međuzavisnosti. Sva navedena razmatranja u poglavlju su kompletno ispraćena empirijskim rezultatima nad realnim finansijskim podacima.

U **trećem poglavlju**, razrađen je specifičan način razvoja modela kreditnog skoringa, uz objašnjenje logike skoring modela i logičke regresije koja se koristi kao matematičko statistički alat. Kao važan doprinos disertacije od posebnog značaja je *metoda pune snage* kojom se, uz oko 14 miliona simulacija svih mogućih kombinacija modela i to nad skupom finalno odabranih finansijskih racija, dolazi do najprediktivnijeg modela kreditnog skoringa. Posebno je razrađena i empirijski potvrđena validacija konačno dobijenog modela. Utvrđena je i procenjena njegova prediktivna moć kroz testove, kao što su: KS test, Gini koeficijent, Waldov test, ROC i CAP krive itd. Dobijeni model se u ovom poglavlju takođe upoređuje i sa modelima iz akademske prakse i daje se uporedna analiza performansi. Sva navedena razmatranja u trećem poglavlju su upotpunjena empirijskim rezultatima, na osnovu podataka finansijskih racija preduzeća u Srbiji.

**Četvrto poglavlje**, analizira i pravi razliku između internih kreditnih rejtinga banaka i eksternih kreditnih rejtinga, koje obezbeđuju EKR<sup>1</sup>. Daje se pregled strukture i načina formiranja migracionih matrica i pojašnjavaju se Bazel II i Bazel III kapitalni standardi za procenu kreditnog rizika. Pored načina na koji se vrši validacija internog kreditnog rejtinga, predstavljena je nova metodologija formiranja klasa internog kreditnog rejtinga za potrebe banke koja koristi kao ulaz, rezultate prethodno razvijenog modela za kreditni skoring, razvijenih u trećem poglavlju. Korišćenjem migracionih matrica i postavljanjem novih kriterijumima konzistentnosti kroz simulacioni proces od 100,000 simulacija, dolazi se do uspostavljanja konačnog internog kreditnog rejtinga. Prikazani su i empirijski rezultati kontrolisane simulacije rejting klasa, na osnovu kojih je izgrađena konačna konstalacija internog kreditnog rejtinga. Na kraju poglavlja daje se procena i uporedna analiza parametara kreditnog rizika u formi pondera rizika (*eng.* risk weights - RW), koja su formirana u skladu sa Bazel II i Bazel III standarda, a koji proističu iz uspostavljenog internog kreditnog rejtinga.

**Peto poglavlje**, predstavlja zaključak, u kome su, pored naučnih doprinosa i ostvarenih rezultata u ovoj doktorskoj tezi, date i smernice za buduća istraživanja.

---

<sup>1</sup> Eksterna kreditna rejting agencija

## 5. OCENA DISERTACIJE

### 5.1. Savremenost, originalnost i značaj

Doktorska disertacija „Kvantifikovanje verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji i razvoj internog kreditnog rejtinga za potrebe banke“ predstavlja originalan i značajan rezultat u istraživanju savremenog upravljanja kreditnim rizikom u bankarskom sektoru. Kroz istraživanje je dat pregled postojećih kao i nove metodologije izgradnje modela kreditnog skoringa kroz koji se multidisciplinarnim pristupom dolazi do najprediktivnijeg modela internog kreditnog rejtinga. Primenjene su i procedure za validaciju modela iz akademske i empirijske prakse. Pored dosadašnjih postignutih rezultata koji su objavljeni u naučnim i stručnim časopisima u oblasti upravljanja kreditnim rizicima, predložena je originalna *metoda pune snage* kojom se uz simulacioni proces dolazi do najprediktivnijeg modela kreditnog skoringa. Značaj ove disertacije ogleda se i u novom načinu za uspostavljanje klasa internog kreditnog rejtinga, koji se zasniva na simulacionom procesu i novim kriterijumima konzistentnosti migracionih matrica. Ova disertacija primenjuje i spaja postojeće koncepte iz nauke i prakse na originalan i multidisciplinarnan način, a rezultati koji se dobijaju su u potpunosti primenjivi u bankarskoj praksi.

### 5.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

U radu je korišćena obimna i relevantna međunarodna literatura. Najveća pažnja posvećena je akademskim časopisima i knjigama vodećih autora iz oblasti upravljanja kreditnim rizicima. Pored toga korišćena je obimna i aktuelna literatura koju su publikovali vodeći svetski izdavači (Springer, Elsevier, Wiley, Prentice-Hall itd.).

U izradi ovog rada referencirano je 185 izvora, relevantnih za temu i predmet istraživanja ove disertacije.

### 5.3. Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost za sprovedeno istraživanje

Naučne metode koje su primenjene u istraživanju proizašle su iz specifičnosti problema vezanog za razvoj i implementaciju internog kreditnog rejtinga. Naglasak na osetljivost izbora naučnih metoda istraživanja je dat kroz činjenicu da se za potrebe procene verovatnoće difolta preduzeća koriste matematičke i statističke metode. Korišćena je široka lepeza statističkih i validacionih tehnika, kao i robusni matematički aparat za potrebe optimizacije parametara logističke regresije. Metode koje su izabrane za potrebe izrade ove disertacije predstavljaju standardne naučne metode istraživanja iz oblasti upravljanja kreditnim rizicima. U početnom delu disertacije, u kome su proučavane osobine ponašanja finansijskih racija u odnosu na procenat difolta preduzeća, korišćeni su metodi deskriptivne statistike, statistički testovi i metode poput Hi-kvadrat testa i Kolmogorov-Smironov testa. Klaster algoritmi i metode su upotrebljene u nastavku, kako bi se grupisala finansijska racija po sličnosti, dok je Voldova (*eng.* Wald) test statistika iskorišćena za proveru značajnosti individualnih koeficijenata logističke regresije, koji su prethodno estimirani metodom maksimalne verodostojnosti (*eng.* maximum likelihood method). Za proveru prediktivne moći modela korišćen je Gini koeficijent i ROC (*eng.* Receiver Operator Characteristic) metoda, kao centralna metoda za validaciju razvijenih modela. Na osnovu navedenog, može da se zaključi da su primenjene naučne metode u skladu sa postavljenim zadacima i ciljevima disertacije i da su pravilno korišćene u toku istraživanja.

## 5.4. Ocena primenljivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

Uspešnost sprovedenog istraživanja i dobijenih rezultata, proverena je nizom empirijskih evaluacija koje su zasnovane na realnim finansijskim podacima. Imajući u vidu, da je konačni model kreditnog scoringa kao i uspostavljeni interni kreditni rejting, razvijen nad sedmogodišnjim podacima iz finansijskih izveštaja preduzeća u Srbiji od 2006.-2012. godine, rezultate je moguće i više nego preporučljivo primeniti u bankarskoj praksi. U prilog tome, govore i rezultati postavljenih hipoteze: „Primenom multidisciplinarnog pristupa i metodologije, razvijene od strane autora, za razvoj internog kreditnog rejtinga dobiće se praktično primenjiv model koji je moguće unaprediti poslovanje banke, a koji je usaglašen sa Bazel II i Bazel III principima“, koja je dokazana.

Kroz istraživanje je dokazano i da je, uz adekvatnu implementaciju razvijenog modela za procenu verovatnoće difolta u banci, moguće da se doprinese boljoj proceni rizičnosti, smanjenju potencijalnih gubitaka i kapitalnih zahteva banke, kao i ubrzanju procesa davanja kredita preduzećima.

## 5.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Na osnovu sadržaja disertacije, objavljenih naučnih i stručnih radova i višegodišnjeg radnog iskustva, kako na Fakultetu organizacionih nauka u svojstvu saradnika u nastavi, tako i u bankarskom sektoru, može da se zaključi da kandidat vlada metodama naučnih istraživanja i da je sposoban da samostalno i uspešno obrađuje istraživačke teme. Naglašavamo da je kandidat i kao istraživač učestvovao u dva uspešna domaća naučno-istraživačka projekta. S druge strane, istraživanje koje je sprovedeno i prezentovano u disertaciji, ukazuje na sposobnost i kandidata da generiše originalne rezultate naučnog istraživanja.

Uzevši u obzir celokupno zalaganje i ostvarene rezultate u naučno istraživačkom radu, kao i na polju prakse u bankarskom sektoru, zaključujemo da je kandidat sposoban da se u potpunosti samostalno bavi naučno-istraživačkim radom.

## 6. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOSI

### 6.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

U skladu sa postavljenim zadacima i ciljevima istraživanja kao rezultat rada na ovoj disertaciji treba istaći sledeće naučne doprinose:

- Disertacija je na sistematičan i sveobuhvatan način predstavila realne analitičke probleme, koji se javljaju u toku procesa razvoja i implementacije internog kreditnog rejtinga i kvantifikovanja verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji, kao i teorijske i praktične pristupe za njihovo rešavanje.
- Veliki broj finansijskih racija, konstruisan je na osnovu preporuka iz akademske literature, kao i na osnovu velikog broja kombinacija različitih stavki iz bilansa stanja i bilansa uspeha, čime je autor dao naučni doprinos postavljenim finansijskim racijama i praktičnoj upotrebi u finansijskoj analizi.
- Statistički je utvrđeno koja su to finansijska racija koja najbolje nagoveštavaju mogućnost nastupanja događaja neizmirenja ugovorenih finansijskih obaveza (difolta) od strane preduzeća u Srbiji. Ovako odabrana finansijska racija potvrđuju da je kvalitet finansijskih izveštaja preduzeća u Srbiji, a time i konstruisanih finansijskih racija, adekvatan za korišćenje u svrhe matematičko statističkog modeliranja.
- Statistički je utvrđen najprediktivniji finansijski racio u Srbiji sa aspekta predviđanja statusa neizmirenja ugovorenih finansijskih obaveza (difolta). Ispostavilo se da je najprediktivniji finansijski racio onaj koji prikazuje odnos, dobitka pre oporezivanja iz bilansa uspeha, sa ukupnim obavezama kao stavke pasive iz bilansa stanja, i pripada grupi finansijskih racija koja opisuje potencijal preduzeća da izmiruje svoje obaveze.

- Transformacija varijabli, primenjena je WoE (*eng.* weight of evidence) tehnika transformacije finansijskih racija, kao najpogodnija za potrebe razvoja kreditnog scoringa. Specijalizovani originalni algoritam za optimalno određivanje i uspostavljanje atributa (grupa) u okviru varijabli je iskorišćen, kako bi se postigla što viša individualna prediktivna moć svakog tretiranog finansijskog racija.
- Razvijena je originalna *metoda pune snage*, ova metoda je iskorišćena nad logističkom regresijom, kako bi se došlo do svih mogućih kombinacija modela sačinjenih od odabranih varijabli (finansijskih racija) i kako bi se iz dobijenih rezultata izabrao najprediktivniji model.
- Razvijen je nov model za kvantifikaciju verovatnoće difolta preduzeća u Srbiji, sačinjen od osam varijabli, u formi modela kreditnog scoringa, a primenom logističke regresije. Odlikuje ga visoka prediktivna moć, izuzetna intuitivnost tumačenja njegovih faktora, kao i implementabilnost samog modela u praksi.
- Predstavljena je i nova metodologija za upostavljanje modela internog kreditnog rejtinga preduzeća u Srbiji. Ovaj pristup baziran je na prethodno razvijenom modelu kreditnog scoringa čiji se rezultati, kvantifikovanja verovatoća difolta, koriste kao osnovni ulaz.
- U disertaciji su predstavljeni novi kriterijumi konzistentnosti i uspostavljanja internog kreditnog rejtinga, pomoću kojih se pronalazi najbolja konstalacija klasa internog kreditnog rejtinga sa aspekta stabilnosti i konzistentnosti matrica migracije.
- Razvijen je i dat u priložima disertacije, originalni programski kôd napisan u SAS programskom jeziku i korišćen u disertaciji u procesu struktuiranja podataka, kao i razvoja i validacije modela.
- Potvrđeno je da je novorazvijeni interni kreditni rejting za segment srednjih i velikih preduzeća u Srbiji usaglašen sa Bazel II i Bazel III standardima i da može biti iskorišćen kao osnova interne procene potrebnog nivoa kapitala za pokriće očekivanih i neočekivanih gubitaka banke usled kreditiranja preduzeća u Srbiji.
- Poređenje novorazvijenog modela za kvantifikaciju verovatnoće difolta, sa Altmanovim Z-skor modelom, kao i verzijom Altmanovog Z-skor modela čiji su parametri kalibrirani nad finansijskim racijama iz Srbije, pokazuje da je novorazvijeni model prediktivniji.
- Dobijeni rezultati istraživanja u vidu konkretnog modela za kvantifikaciju verovatnoće difolta i internog kreditnog rejtinga mogu primenjivati u praksi u svrhe unapređenja bankarskog poslovanja, kvaliteta odlučivanja i ubrzanje procesa odobravanja kredita.

## 6.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Pretpostavke i hipoteze od kojih se pošlo u istraživanju su zasnovane na postojećem nivou saznanja u oblastima upravljanja kreditnim rizikom. Imajući u vidu savremenost tematike i izazove pred kojima stoji kako svetski, tako i domaći bankarski sektor, dalji razvoj ove oblasti je neminovan. Nove rezultate modela treba tražiti u daljoj primeni najsavremenijih matematičko statističkih modela. Sa druge strane, smernice budućeg istraživanja i dodatnog unapređenja razvijenog modela kreditnog scoringa i internog kreditnog rejtinga za naše podneblje, treba da budu vođene u smeru uključivanja makroekonomskih indikatora i nefinansijskih informacija, odnosno obogaćivanja modela dodatnim kanalima informacija kako bi se dodatno povećala prediktivna moć modela.

## 7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Doktorska disertacija “KVANTIFIKOVANJE VEROVATNOĆE DIFOLTA PREDUZEĆA U SRBIJI I RAZVOJ INTERNOG KREDITNOG REJTINGA ZA POTREBE BANKE” predstavlja samostalan, savremen i originalan doprinos naučnom saznanju u oblasti finansijskog menadžmenta, sa naglaskom

na primenu modela za upravljanje kreditnim rizicima u bankarskom sektoru. Postavljeni zadaci i cilj istraživanja su u potpunosti ostvareni, a istraživačke hipoteze dokazane.

Na osnovu iznesenih činjenica i ocena, Komisija predlaže da se rad mr Nebojše Nikolića pod nazivom “KVANTIFIKOVANJE VEROVATNOĆE DIFOLTA PREDUZEĆA U SRBIJI I RAZVOJ INTERNOG KREDITNOG REJTINGA ZA POTREBE BANKE ” prihvati kao doktorska disertacija, izloži na uvid javnosti i da se kandidatu odobri usmena odbrana.

## ČLANOVI KOMISIJE

---

Prof. dr. Nevenka Žarkić Joksimović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Fakultet Organizacionih Nauka

---

Prof. dr. Vesna Manojlović, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Fakultet Organizacionih Nauka

---

Prof. dr. Branko Urošević, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet