



MODELI ZA PREDIKCIJU STALNOSTI POSLOVANJA I VJEROVATNOĆE BANKROTSTVA PREDUZEĆA

MODELS FOR PREDICTION OF THE COMPANIES' GOING CONCERN AND BANKRUPTCY PROBABILITY

Radomir Božić^{a,1}, Saša Stevanović^{b,2}

^aUniverzitet u Istočnom Sarajevu, Ekonomski fakultet Pale/University of East Sarajevo, Faculty of Economics Pale

^bPenzijfski rezervni fond Republike Srpske/The Pension Reserve Fund Of Republic of Srpska

PODACI O ČLANKU

Primljen 03.11.2017.
Dostavljen na recenziju 11.12.2017.
Prihvaćen 26.02.2018.
Dostupan online od 31.10.2018.

Ključne riječi:

stalnost poslovanja
scenario analiza
vjerojatnoća bankrotstva
vještačka inteligencija
"duboko učenje"

ARTICLE INFO

Received 03/11/2017
Sent to revision 12/11/2017
Accepted 02/26/2018
Available online 10/31/2018

Keywords:

going concern
scenario analysis
probability of bankruptcy
artificial intelligence
"deep learning"

APSTRAKT

U prvom dijelu rada se ukazuje na potrebu, značaj i pristup (pr)ocjeni vjerovatnoće poslovno-finansijskih kriza i bankrotstva preduzeća kao prijetnje stalnosti poslovanja, zasnovan na podacima iz finansijskih izvještaja, te daje pregled relevantne literature. Drugi dio rada elaborira odgovarajuće metodologije i modela testiranja vjerovatnoće bankrotstva, razmatra mogućnost prilagođavanja određenih modela razvijenih za ovu svrhu za primjenu u Bosni i Hercegovini, te pristup i razvoj sopstvenih modela koji bi mogli obezbijediti zadovoljavajući stepen pouzdanosti predviđanja bankrotstva i ugrožavanja pretpostavke o stalnosti poslovanja preduzeća u Bosni i Hercegovini. Rezultati testiranja odabranih modela su prezentovani u trećem dijelu rada. Četvrti dio rada sadrži analizu i razmatranje mogućih područja primjene testiranih modela u funkciji donošenja odgovarajućih poslovnih odluka zasnovanih na scenario analizi, te ukazuje na aktuelne pravce u razvoju prakse modeliranja, vještačke inteligencije i "dubokog učenja". Peti dio rada sadrži zaključna razmatranja.

ABSTRACT

The first part of the paper points to the need, importance and approach to evaluation or assessment of the probability of business-financial crises and bankruptcy of the company as a threat to going concern assumption, based on data from the financial statements, and provides an overview of the relevant literature. The second part elaborates the appropriate methodology and models for testing the probability of bankruptcy, considers the possibility of adapting certain models developed for this purpose for use in Bosnia and Herzegovina and the approach and development of their own models that could provide a satisfactory degree of reliability of the prediction of bankruptcy and jeopardizing the going concern assumption in Bosnia and Herzegovina. The results of testing of selected models are presented in the third part of the paper. The fourth part of the paper contains analysis and consideration of possible areas of application of tested models in the function of making appropriate business decisions based on scenario analysis, and points to the current directions in the development of modeling, artificial intelligence and "deep learning" practices. The fifth part of the paper contains concluding observations.

Uvod

Preduzeća koja u dugom roku posluju na osnovama načela stalnosti poslovanja (engl. *Going concern*) i uspješno realizuju svoju ciljnu funkciju, bez obzira kako ona bila formulisana, su nosioci privrednog rasta i

¹ rbozic@teol.net

² sasa.stevanovic@pref.rs.ba

jedna od determinanti svake održive i prosperitetne privrede. Međutim, u dinamičnom i visokokonkurentnom poslovnom ambijentu zbog uticaja brojnih internih i eksternih faktora poslovanje svakog preduzeća je suočeno sa brojnim izazovima i rizicima koji, ukoliko se na njih ne reaguje blagovremeno i adekvatno, mogu generisati različite krizne situacije, umanjiti efikasnost i uspješnost poslovanja, a u krajnjem dovesti i do prestanka rada odnosno stečaja ili bankrotstva preduzeća. Stoga se kao prioritet nameće potreba obezbjeđenja stalnosti poslovanja, kao ključnog preduslova za opstanak, rast i razvoj preduzeća, odnosno potreba da se u okviru ukupne i kontinuirane procjene poslovnih i finansijskih performansi preduzeća inicijalno i obavezno sagleda i procijeni i održivost pretpostavke o stalnosti poslovanja i/ili vjerovatnoće nastanka poslovno-finansijske krize koja može dovesti do nemogućnosti izmirenja obaveza i u krajnjem bankrotstva.

Ovaj rad je fokusiran na modele za predikciju održivosti pretpostavke o stalnosti poslovanja i vjerovatnoće ulaska u proces bankrotstva (engl. *Bankruptcy or Default Probability*). Prvi dio ukazuje na potrebu, značaj i pristup (pr)ocjeni vjerovatnoće nastanka poslovno-finansijskih kriza i bankrotstva preduzeća, zasnovan na podacima iz finansijskih izvještaja, te daje pregled relevantne literature. Drugi dio rada elaborira odgovarajuće metodologije i modele testiranja vjerovatnoće bankrotstva, razmatra mogućnost prilagođavanja određenih modela razvijenih za ovu svrhu za primjenu u Bosni i Hercegovini, te pristup i razvoj sopstvenih modela koji bi mogli obezbijediti zadovoljavajući stepen pouzdanosti predviđanja bankrotstva preduzeća u Bosni i Hercegovini. Rezultati testiranja odabranih modela su prezentovani u trećem dijelu rada. Četvrti dio rada sadrži analizu i razmatranje mogućih područja primjene testiranih modela u funkciji donošenja odgovarajućih poslovnih odluka zasnovanih na scenario analizi, te ukazuje na aktuelne pravce u razvoju prakse modeliranja, vještačke inteligencije i "dubokog učenja". Peti dio rada sadrži zaključna razmatranja, a na kraju rad je dat pregled korištenih izvora i literature.

1. Potreba, značaj i pristup procjeni stalnosti poslovanja i vjerovatnoće poslovno-finansijske krize

Preduzeće koje pretenduje da ostvari cilj vlasnika koji su uložili kapital u njegovo osnivanje i poslovanje, treba da opstane u dugom roku, a to znači da u kontinuitetu posluje uspješno obavljajući djelatnost za koju je registrovano i da svojim vlasnicima obezbijedi zadovoljavajuću stopu prinosa na uloženi kapital. Poslujući na ovakav način preduzeće će biti u stanju da zadovoljava i druge interesne grupe (stejkholdere) – zaposlene, poslovne partnere, vlasnike, državu i dr. Ovako shvaćeno načelo stalnosti poslovanja je stoga inherentna pretpostavka osnivanja i poslovanja preduzeća, te istovremeno i jedan od osnovnih ciljeva upravljanja poslovanjem preduzeća. Naime, dok kao rezultat ukupnih upravljačkih aktivnosti preduzeće trajno posluje i kroz zadovoljavajuću ukupnu uspješnost poslovanja, sintetički izraženu kroz rentabilnost ili profitabilnost (ali vodeći računa i o drugim postulatima ekonomske i finansijske uspješnosti, kao što su likvidnost, zaduženost i dr.) uvećava kapital vlasnika, stvaraju se uslovi da budu zadovoljeni i interesi ostalih stejkholdera. Stoga su primarno vlasnici, ali i drugi stejkholderi, zainteresovani za kontinuitet održivosti načela stalnosti poslovanja, a kroz blagovremene i efikasne upravljačke aktivnosti imaju mogućnost da tu održivost obezbijede.

Obezbjeđenje stalnosti odnosno kontinuiteta uspješnog poslovanja bilo kog preduzeća u dugom roku nije jednostavan zadatak u dinamičnom i konkurentnom poslovnom okruženju. Iako su inicijalna indikacija potencijalnih problema koji mogu uzrokovati mogućnost preduzeća da nastavi da posluje na osnovama načela stalnosti poslovanja najčešće određeni finansijski pokazatelji (pad rentabilnosti ili ostvareni gubici, nelikvidnost, prezaduženost, narušena finansijska ravnoteža ili finansijska stabilnost), po pravilu uzroci su dublji i ozbiljniji i mogu nastati u bilo kom funkcionalnom području ili poslovnoj funkciji, a utiču na slabljenje konkurentne pozicije, pad kvaliteta ili nemogućnost praćenja konkurencije, pad prodaje i tržišnog učešća, smanjenje fizičkog obima poslovanja i sl. Stoga otklanjanje uzroka problema koji mogu ugroziti održivost pretpostavke o stalnosti poslovanja preduzeća zahtijeva koordiniran pristup i učešće svih funkcionalnih područja kako bi se ozbiljnija kriza preduprijedila, a to znači preduzele sveobuhvatne aktivnosti saniranja i/ili restrukturiranja kao odgovor na nastale probleme. Ukoliko preduzeće u kontinuitetu uspješno „drži pod kontrolom“ interne i uspješno se prilagođava eksternim ograničavajućim faktorima, njegovo poslovanje će biti uspješno i time obezbijedena stalnost poslovanja, te neće biti potrebe za saniranjem ili restrukturiranjem. Da bi se izbjeglo restrukturiranje kao reakcija uprave preduzeća na već nastale probleme i prijetnju različitih modaliteta poslovno-finansijske krize i sprečavanja bankrotstva, samoinicijativno ili pod pritiskom drugih stejkholdera, restrukturiranje treba shvatiti i primjenjivati, ne samo kao rijetko i sporadično, specijalno dešavanje u poslovnom životu preduzeća, što na najbolji način potvrđuje praksa američkih

korporacija, koje restrukturiranje primjenjuju kao model prilagođavanja internih struktura preduzeća brzim i često radikalnim promjenama u okruženju (Todorović, 2010). Ovakav pristup restrukturiranju, kao kompleksnom i heterogenom fenomenu koji obuhvata svjesno izazvane, diskontinuelne i značajne promjene u jednoj ili više struktura preduzeća (strukture i visine angažovanih sredstava i strukture i visine kapitala – sopstvenog i pozajmljenog), podrazumijeva poslovno (proizvodno-uslužno, tehničko-tehnološko, organizaciono-upravljačko, kadrovsko i tržišno) i finansijsko restrukturiranje (promjena i podešavanje finansijske strukture i strukture kapitala) (Božić i Mijović, 2016).

Da bi upravljačke aktivnosti u ovom kontekstu bile blagovremene i uspješne potrebno je da upravljački informacijski sistem i sistem finansijskog izvještavanja, kao njegova ishodišna osnova, u kontinuitetu pružaju pouzdane informacije o finansijskom i ukupnom bonitetu preduzeća (vidjeti šire u: Rodić i Božić, 2017), uključujući i tzv. rane indikatore ili signale upozorenja koji mogu dovesti u pitanje održivost pretpostavke o stalnosti poslovanja.

Metodologiju testiranja vjerovatnoće nastanka poslovno–finansijske krize, zasnivaćemo na pristupima koji su identifikovani u: FitzPatrick 1932., Smit i Winakor 1935., Merwin 1942., Chudson 1945., Beaver 1966. i Altman 1968. Navedene radove i izložene pristupe ćemo prilagoditi shodno radovima Božić, Stevanović 2016 i Rodić 2016. Detaljnija objašnjenja navedenih izvora, literature i modela su data u narednom poglavlju.

2. Metodologija testiranja vjerovatnoće nastanka poslovno-finansijske krize i neodrživosti pretpostavke o stalnosti poslovanja

Metodologije za testiranje vjerovatnoće bankrotstva, odnosno poslovno-finansijske krize koja može ugroziti stalnost poslovanja i dovesti do bankrotstva i stečaja, počinju da se razvijaju nakon Velike ekonomske krize i berzanskog sloma tridesetih godina prošlog vijeka. Istraživači su postavili pitanje, da li je bilo moguće i na koji način unaprijed i preventivno procijeniti uspjeh i neuspjeh preduzeća, mjereno prijetećim bankrotstvom. Najpoznatiji model za predviđanje bankrotstva je razvio Edward Altman 1968. godine koristeći multivarijantnu diskriminacionu analizu (MDA) – tzv. Z skor model. Njegov rad iz 1968. je 11. najcitiraniji rad časopisa – *Journal of Finance* i jedan je od najcitiranijih radova iz ove oblasti. Inicijalni razvoj ovih modela zasnivao se na racio analizi koristeći jedan faktor, tzv. unvarijantni modeli. Najpoznatije istraživanje iz tog perioda je univarijantna studija Beaver-a iz 1966. godine. Diskriminaciona analiza je bila veoma popularna kao metod razvoja modela. Tehnološkim razvojem umjesto diskriminacione analize sve veću ulogu imaju metode logit analize, probit analize i neuronskih mreža. Objavlivanjem Biltena Biroa za poslovna istraživanja iz 1930. godine otvorene su mogućnosti za istraživanje. Bilten je analizirao 24 racija 29 preduzeća. Na osnovu ovih pokazatelja utvrđene su srednje vrijednosti pojedinih racija. FitzPatrick je 1932. godine uporedio 13 pokazatelja uspješnih i neuspješnih preduzeća. Istraživanjem je utvrdio da neuspješna preduzeća imaju pokazatelje ispod referentnih vrijednosti. Zatim su Smit i Winakor 1935. godine analizirali 183 neuspješna preduzeća. Merwin je 1942. godine objavio istraživanje čiji je predmet istraživanja bilo malo preduzeće. Chudson je 1945. istraživao obrasce finansijske strukture sa ciljem određivanja „normalne“ finansijske strukture. Jaskendoff je 1962. godine poredio racio pokazatelje profitabilnih i neprofitabilnih preduzeća. Istraživanjem iz 2007. godine Bellovary, Giacomino i Akers su sistematizovali istoriju razvoja metoda za predviđanje bankrotstva.

Za potrebe ovog rada testirani su sljedeći modeli, za koje je utvrđeno da mogu biti primjenjeni u Bosni i Hercegovini (Božić i Stevanović, 2016):

- Korigovani modela Z' – skor
- EM skor model
- Model Zeta
- Izmijenjeni model Zeta (Rodić, 2016)
- Model razvijen logističkom regresijom na podacima za preduzeća u Republici Srpskoj.

Pristup izboru navedenih modela zasnovan je na popularnosti modela, relevantnim istraživanjima u domaćoj literaturi, dostupnosti podataka i tehnološkim mogućnostima za istraživanja. Objavlivanjem podataka o finansijskim pokazateljima od strane Agencije za posredničke i informatičke usluge Republike Srpske i mjesečnim izvještajima o stanju blokiranih računa u Bosni i Hercegovini od strane Centralne banke BiH stvorene su pretpostavke – egzaktni podaci za istraživanje. Pitanja na koja je fokusirano ovo istraživanje su:

- Na koji način izabrani modeli testiraju stalnost poslovanja odnosno bankrotstvo i
- Da li je moguće izmjenom koeficijenta parametara povećati nivo tačnosti?

Na drugo pitanje ćemo odgovoriti prilagođavanjem modela dostupnim podacima i testiranje dobijenih rezultata upotrebom binarne klasifikacije i razvoj logističke regresije uz pomoć programskog jezika R. Korišten je sljedeći algoritam:

```
logit<- glm(Y ~ X, family=binomial (link = "logit"))
```

Parametar binarne klasifikacije Y će imati sljedeći odnos:

$$Y = \begin{cases} 0 & \text{ako nije bankrot} \\ 1 & \text{ako jeste bankrot} \end{cases}$$

Matrica nezavisnih varijabli predstavlja parametre testiranih modela.

Korigovani model Z' se zasniva na sljedećim parametrima i koeficijentima (Malinić, 2013):

X_1 – Neto obrtnikapital / Ukupna imovina sa koeficijentom 0,717

X_2 – Zadržana dobit / Ukupna imovina sa koeficijentom 0,847

X_3 – EBIT / Ukupna imovina sa koeficijentom 3,107

X_4 – Knjigovodstvena vrijednostkapitala / Knjigovodstvena vrijednost duga 0,42

X_5 – Prihodi od prodaje / Ukupna imovina sa koeficijentom 0,998

Formula glasi:

$$\text{Korigovani model } Z' = 0,717 (X_1) + 0,847 (X_2) + 3,107 (X_3) + 0,42 (X_4) + 0,998(X_5)$$

Limiti za klasifikaciju za Korigovani model Z' skor su:

$$Z' \geq 1,23 \Rightarrow 0$$

$$Z' < 1,23 \Rightarrow 1$$

Model EM skor u obzir uzima sljedeće parametre i koeficijente (Altman, 2005), (Stevanović, 2013), (Božić i Stevanović, 2016):

X_1 – Neto obrtna sredstva / Ukupna aktiva sa koeficijentom 6,56

X_2 – Neraspoređena dobit / Ukupna aktiva sa koeficijentom 3,26

X_3 – EBIT / Ukupna aktiva sa koeficijentom 6,72

X_4 – Knjigovodstvena vrijednostkapitala / Ukupne obaveze sa koeficijentom 1,05;

dok je koeficijent 3,25 konstanta dobijena kao prosječan skor za preduzeća u SAD-u koja su u statusu bankrota i ovaj skor omogućava standardizaciju analize na način da rejting D bude konzistentan sa skorom ispod 0 - svaki skor ispod 1,75 ima rejting D (Altman, 2005).

Formula glasi:

$$\text{EM Skor} = 6.56 (X_1) + 3.26 (X_2) + 6.72 (X_3) + 1.05 (X_4) + 3.25$$

Limiti za klasifikaciju za Altman EM skor su:

$$\text{EM Skor} \geq 4,5 \Rightarrow 0$$

$$\text{EM Skor} < 4,5 \Rightarrow 1$$

Model Zeta skor čijim se hartijama od vrijednosti ne trguje na berzi zasniva se na sljedećim parametrima (Altman, Haldeman, Narayanan, 1977):

X_1 – Obrtni kapital / Poslovna imovina sa koeficijentom 1,2

X_2 – Zadržana dobit / Poslovna imovina sa koeficijentom 1,4

X_3 – Dobit prije kamate i poreza / Poslovna imovna sa koeficijentom 3,3

X_4 – Tržišna vrijednost kapitala / Ukupne obaveze sa koeficijentom 0,6

X_5 – Poslovni prihod / Poslovna imovina sa koeficijentom 1,0

Na osnovu dobijenog skora preduzeća se klasifikuju u tri grupe:

- Skor Zeta ≥ 3 : Bijela zona – uspješno i finansijski zdravo preduzeće.
- Skor Zeta 1,81 do 2,99: Siva zona – preduzeću prijeti bankrotstvo, finansijski ugroženo ali sa mogućnošću ozdravljenja.
- Skor Zeta $\leq 1,81$: Visok rizik – preduzeće će vjerovatno završiti u stečaju.

Formula glasi:

$$\text{Zeta Skor} = 1,2 (X_1) + 1,4 (X_2) + 3,3(X_3) + 0,6(X_4) + X_5$$

Limiti za klasifikaciju za Zeta Skor su:

$$\text{Zeta Skor} \geq 1,81 \Rightarrow 0$$

$$\text{Zeta Skor} < 1,81 \Rightarrow 1$$

Rad koji ukazuje na neadekvatnost primjene izvornog Zeta skor modela u domaćoj praksi (Rodić, 2016), u cilju realnijeg utvrđivanja finansijske stabilnosti predlaže izmjenu parametra X_1 – Obrtni kapital / Poslovna

imovina sa parametrom Obrtni kapital / Zalihe. Testovima su utvrđeni efekti ove promjene i tačnost modela zadržavajući isti koeficijent, ali uz izmjenjeni parametar X_1 uz isti limit klasifikacije kao i izvorni model.

Posljednji testirani model će biti vlastiti logistički model (Model 5) prezentovan u radu „Finansijski izvještaji kao osnov za (pr)ocjenu vjerovatnoće bankrotstva preduzeća u Republici Srpskoj“ (Božić i Stevanović, 2016)

$$F(x'\beta) = \frac{e^{x'\beta}}{1 + e^{x'\beta}} = \frac{\exp(x'\beta)}{1 + \exp(x'\beta)}$$

Gdje su nezavisne varijable:

1. Ukupan prihod / Ukupna imovina sa regresionim koeficijentom: -1,4902
2. EBITDA / Ukupna aktiva sa regresionim koeficijentom: -0,1724,
3. Tekuće obaveze / Ukupna aktiva sa regresionim koeficijentom: 0,5121,
4. Neraspoređena dobit / Ukupna aktiva sa regresionim koeficijentom: -1,1897,
5. Tekuća imovina / Ukupna aktiva sa regresionim koeficijentom: -0,2552,
6. Izvoz sa regresionim koeficijentom: -0,4425,
7. Vlasništvo sa regresionim koeficijentom: 0,30235,
8. Ukupne obaveze / Ukupna aktiva sa regresionim koeficijentom 1,11247.

3. Rezultati testiranja primjene prediktivnih modela u Republici Srpskoj

Testovi su izvršeni na osnovu seta finansijskih izvještaja preduzeća u Republici Srpskoj za 2013. i 2014. godinu, dostupnih na sajtu nadležne Agencije, i podataka o blokiranim računima, dostupnih na sajtu Centralne banke BiH. Kao „incidentni“ događaj – bankrotstvo definisan je događaj - blokirani račun preduzeća u periodu dužem od 60 dana. Kao period posmatranja odabran je period januar 2015. do decembar 2016. godine. U decembru 2016. godine ukupno je identifikovan 1.451 „incidentni“ događaj – bankrotstvo preduzeća.

U nastavku su navedeni rezultati testiranja odabranih modela na osnovu podataka za 2014. godinu.

Rezultati za Korigovani model Z' – skor ukazuju na stepen tačnosti od 74,43% uz Tip greške I 25,06% i Tip greške II 27,37%.

Testiranje izvornog EM skor modela ukazuju na stepen tačnosti od 67,03%, međutim Tip greške I iznosi 33,05%, a Tip greške II iznosi 32,63%. Ovi rezultati su konzistentni sa rezultatima ranijih testova (Božić i Stevanović, 2016), koji su za EM skor model utvrdili tačnost od 68,8%, Tip greške I 34,56% i Tip greške II 30,66%.

Tačnost klasifikacije Modela Zeta iznosi 70,15% uz grešku Tipa I 32,29% i grešku Tipa II 21,04%.

Izmijenjeni Model Zeta primjenljiv je u potpunosti na 6.543 preduzeća od ukupnog broja od 8.574. Razlog je činjenica da 2.031 preduzeće nema iskazane zalihe u svojim bilansima stanja. Za potrebe ovog istraživanja za preduzeća koja nemaju zalihe isključen je ovaj parametar iz analize. Rezultati testiranja ne potvrđuju argumentaciju za izmjenu parametara kako je predloženo jer se tačnost modela smanjuje na 68,56%. Greška Tipa I se povećava na 33,06%, dok se greška Tipa II povećava na 25,55% (ovo se potvrđuje i testom na osnovu podataka za 2013. godinu).

Rezultati testova za posljednji testirani model - vlastiti model (Model 5), razvijen 2016. godine logističkom regresijom na finansijskim izvještajima iz 2013. godine, ukazuju da je tačnost modela uz klasifikacioni limit 0,15 u iznosu od 77,38%, Tip greške I iznosi 20,41%, dok je tip greške II 30,53%. Navedeni model je primijenjen na finansijske izvještaje iz 2013. godine Rezultati koji su objavljeni 2016. godine su iznosili: tačnost 73,51%, Tip greške I 34,56% i Tip greške II 30,66%. Ohrabrujuće djeluju pokazatelji da je tačnost modela povećana sa inicijalnih 73,51% na 77,38% uz približno isti nivo greške Tipa II.

Rezultati testiranja prikazani su zbirno pomoću sljedeće tabele:

Tabela 1: Rezultati testiranja modela za predviđanje vjerovatnoće bankrotstva preduzeća u Republici Srpskoj na osnovu podataka iz finansijskih izvještaja za 2013. i 2014. godinu

R. broj	Naziv modela	Tačnost modela	Greška tipa I	Greška tipa II	
1	Korigovani Z*				
		2013	73.17%	26.44%	28.16%
		2014	74.43%	25.06%	27.37%
	Izm. koef.	2014	77,21%	19,66%	43,04%
2	Izvorni EM model				
		2013	68.80%	34.56%	30.66%
		2014	67.03%	33.05%	32.63%
	Izm. koef.	2014	78,00%	0,00%	99,99%
3	Zeta model (ZM)				
		2013	68.45%	33.79%	26.6%
		2014	70.15%	32.29%	21.04%
	Izm. koef.	2014	79,86%	17,06%	43,04%
4	Izmijenjeni ZM				
		2013	67.66%	33.37%	28.62%
		2014 (*)	61.45%	45.43%	13.81%
		2014 (**)	68.56%	33.06%	25.55%
	Izm. koef.	2014	79,85%	17,09%	43,04%
5	Logistički Model 5				
		2013(***)	86,03%	0,005%	97,20%
		2013(****)	73.51%	17.64%	27.91%
		2014	77.38%	20.41%	30.53%

(*) Klasifikacioni limit, prema modelu 1,81 (siva zona)

(**) Klasifikacioni limit 3 (bijela zona)

(***) Klasifikacioni limit 0,5

(****) Klasifikacioni limit 0,15

Izvor: Kalkulacije autora

Naredni korak u analizi je odgovor na pitanje da li analizirani modeli mogu imati viši nivo tačnosti ukoliko bi se na odgovarajući način izmjenili koeficijenti parametara razmatranih modela. Ovo prilagođavanje je vršeno na osnovu seta finansijskih izvještaja za 2014. godinu, pomoću logističke regresije između parametara datih modela i stanja blokiranih računa. Rezultat je da izmijenjeni koeficijenti za rezultat imaju povećanje tačnosti klasifikacije, odnosno pouzdanosti predviđanja modela.

Rezultati testiranja modela, uključujući i izmijenjene koeficijente, prikazani i u Tabeli 1, se sintetizuju u nastavku:

Tačnost Korigovanog modela Z iznosi 73,17% u 2013. godini, a 74,43% u 2014. godini. Prilagođavanjem koeficijenata nivo tačnosti je povećan na 77,21%. Izmijenjeni koeficijenti korigovanog modela Z glase:

$$\text{Korigovani model Z} = 0.1809 - 0.1055X_1 - 0.9508X_2 - 0.2721X_3 - 0.002339X_4 - 0.9127X_5$$

Tačnost EM skor modela prema koeficijentima definisanim u dostupnoj literaturi su iznosili 68,8% u 2013. i 67,03% u 2014. godini. Prilagođavanjem koeficijenata nivo tačnosti je povećan na 78%. Prilagođeni EM skor model glasi:

$$\text{EM skor} = -0,5369 - 0,537X_1 - 1,231X_2 - 3,061X_3 - 0,0001508X_4$$

Tačnost izvornog Zeta modela na osnovu podataka za 2013. godinu iznosi 68,45% dok za 2014. godinu iznosi 70,15%. Prilagođavanjem koeficijenata nivo tačnosti je povećan na 79,86%. Zeta model nakon izmjene koeficijenata ima sljedeći izraz:

$$\text{Zeta model (ZM)} = 0.1809 - 0.1055X_1 - 0.9508X_2 - 0.2721X_3 - 0.0002233X_4 - 0.9127X_5$$

Tačnost izmijenjenog Zeta modela je takođe povećana. Zeta model nakon izmjene koeficijenata ima sljedeći izraz:

$$\text{Izmijenjeni ZM} = 0.2258 - 0.00001121X_1 - 0.9893X_2 - 0.2803X_3 - 0.0002339X_4 - 0.9236X_5$$

Tačnost modela iznosi 67,66% u 2013. godini i 68,56% u 2014. godini. Prilagođavanjem koeficijenata nivo tačnosti je povećan na 79,85%.

Izloženi rezultati testiranja odabranih modela ukazuju na relativno visog stepen tačnosti klasifikacije preduzeća u Republici Srpskoj koja su zaista imala poslovno-finansijske probleme, potvrđene stvarnim

podacima o blokadi njihovih računa, kao i na mogućnost prilagođavanja koeficijenata parametara modela čime se tačnost klasifikacije odnosno prediktivna tačnost i vrijednost modela poboljšava.

4. Mogućnosti primjene testiranih modela za donošenje poslovnih odluka u Bosni i Hercegovini

U prethodnom dijelu rada izložen je pristup poboljšavanja pouzdanosti prediktivnih modela u Republici Srpskoj. S obzirom da je testirani skup finansijskih izvještaja imponantan (8.574 finansijska izvještaja preduzeća iz Republike Srpske sa aktivom preko 10.000 KM za 2014. godinu), zaključci i primjena ovih modela se može proširiti na cjelokupnu Bosnu i Hercegovinu i za sva preduzeća u BiH (ukupno 9.296 u Republici Srpskoj i 20.732 u Federaciji BiH za istu godinu). Kao dodatni argument za ovakav stav mogu poslužiti podaci iz deskriptivne statistike skupa finansijskih izvještaja iz 2013. godine (Stevanović, 2016) i podaci Federalnog zavoda za programirani razvoj sadržani u izvještaju Analiza preduzeća u FBiH u 2014. godini. Tvrdnja se može potkrijepiti i činjenicom da su „problematični“ krediti (NPL) preduzeća u Republici Srpskoj iznosili 15,7% i u FBiH 14,5% (MMF, 2015). Na osnovu navedenog testirani skup podataka preduzeća iz Republike Srpske može se tretirati kao uzorak populacije preduzeća u cijeloj BiH (30.028 u 2014. godini).

Polazeći od eksponencijalne kumulativne distributivne funkcije (CDF) kako slijedi:

$$F(x) = 1 - e^{(-x*\lambda)}$$

Gdje je:

x – broj godina,

λ – vjerovatnoća bankrotstva.

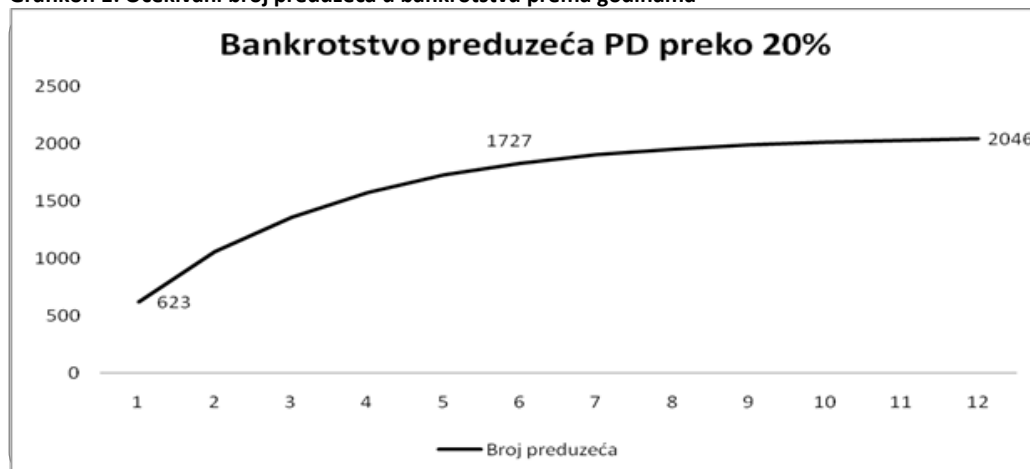
Možemo odrediti vrijeme očekivanog bankrotstva za pojedinačno preduzeće ili broj očekivanih „incidentnih“ – bankrotstava u budućnosti. Narednom tabelom prikazane su vjerovatnoće bankrotstva prema grupama.

Tabela 2: Vjerovatnoće bankrotstva preduzeća u Republici Srpskoj prema FI za 2014. godinu

Vjerovatnoća bankrotstva	Prosječna vjerovatnoća	Broj preduzeća	Učešće u skupu preduzeća
Ispod 1%	0,33%	1721	20,07%
1,01% - 5%	2,62%	2166	25,26%
5,01% - 20%	11,11%	2613	30,47%
Preko 20%	35,74%	2074	24,19%
Ukupno		8574	100%

Izvor: Kalkulacije autora

Polazeći od prosječne vjerovatnoće bankrotstva preduzeća za četvrti skup preduzeća – preduzeća koja imaju vjerovatnoću bankrotstva preko 20%, koja iznosi 35,74% možemo odrediti broj preduzeća koja će bankrotirati iz ovog skupa prema godinama upotrebom kumulativne distributivne funkcije

Grafikon 1: Očekivani broj preduzeća u bankrotstvu prema godinama

Izvor: Kalkulacije autora

Na osnovu prethodnog grafikona može se izvesti zaključak da će u prvoj godini broj očekivanih bankrotstava iz ove grupe iznositi 623, dok će u šestoj godini broj „incidentnih“ događaja iznositi 1.727, a u 12 skoro sva preduzeća iz ove grupe će bankrotirati, odnosno imaće platežnu nesposobnost dužu od 60 dana, kao idikator prijetećeg bankrotstva, odnosno postojaće razlog za pokretanje postupka reorganizacije ili stečaja u skladu sa Zakonom. Na osnovu prethodnog podatka možemo formirati očekivanja prema godinama. Očekivanja su prikazana sljedećom tabelom.

Tabela 3: Očekivanja bankrotstva preduzeća u Republici Srpskoj i u cijeloj BiH za preduzeća čija je vjerovatnoća preko 20%

Godina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Br. pred u RS	623	1059	1364	1577	1727	1831	1904	1955	1991	2016	2033	2046
Br. pred u BiH	2010	3416	4399	5087	5568	5905	6140	6305	6420	6501	6557	6597

Izvor: Kalkulacije autora

Iz prethodne tabele izvodi se zaključak da će u narednih pet godina, odnosno u periodu 2015. – 2019. očekivani broj „incidentnih“ događaja (bankrotstva preduzeća) iznositi 5.568. Zaključno sa 31.12.2016. godine broj ovako shvaćenih incidentnih događaja u Republici Srpskoj je iznosio 1.451 (Božić i Stevanović, 2017).

Testirane modele moguće je upotrijebiti i u bankarskom sektoru u svrhu implementacije prakse modeliranja očekivanih gubitaka razvojem internih metodologija za ocjenu kreditnog ili rizika neizmirenja obaveza, odnosno očekivanih gubitaka po tom osnovu (engl. IRB – Internal Ratings Based Approach): (PDs – Probability Default /Vjerovatnoća neizmirenja obaveza/, LGDs – Loss Given Default /Gubitak pri datom neizmirenju obaveza/ i EAD – Exposure at Default /Izloženost pri datom neizmirenju obaveza/). Takođe ovi modeli svoju primjenu mogu pronaći i kod interne procjene adekvatnosti kapitala (ICAAP - Internal Capital Adequacy and Assessment Process).

Poseban značaj ovih prediktivnih modela imaće njihova primjena u računovodstvenoj profesiji. Naime, Međunarodni računovodstveni standard 9 (*IFRS Standard 9 – Financial instruments*) čija je primjena obavezna od prvog januara 2018. godine (paragraf 7.1.1.), između ostalog, predviđa mjerenje očekivanih kreditnih gubitaka (paragraf 5.5.17). Budući da je očekivani kreditni gubitak rezultat ponderisanog očekivanog gubitka, uz ponder vjerovatnoće bankrotstva tokom cjelokupnog očekivanog vijeka trajanja finansijskog instrumenta izloženi pristup eksponencijalne kumulativne distributivne funkcije može biti od koristi prilikom formiranja ovih očekivanja. Prema paragrafu 5.5.18 subjekti su dužni da uzmu u obzir

moгуće scenarijume. Svrha razvoja scenarijuma u cilju procjene očekivanih kreditnih gubitaka nije identifikovanje najgoreg (worst-case) ili najboljeg (best-case) scenarijuma već treba da reflektuje očekivanje da se gubitak ostvari ili ne. Jedan od pristupa je primjena eksponencijalne distributivne funkciju i Modela 5 (Božić i Stevanović, 2016), ali su mogući i drugačiji pristupi. Upotrebom drugačije distribucije i drugih modela (Zeta, EM Skor, Korigovani model Z' – skor, i dr.) moguće je razviti različite scenarijume. Razvojem scenarijuma razvija se „osjećaj“ o mogućim ishodima i očekivanim gubicima u poslovnim knjigama i finansijskim izvještajima. Formirana očekivanja po osnovu svakog scenarijuma mogu se prilagoditi uz pomoć Čebiševe nejednakosti (Miller, 2013).

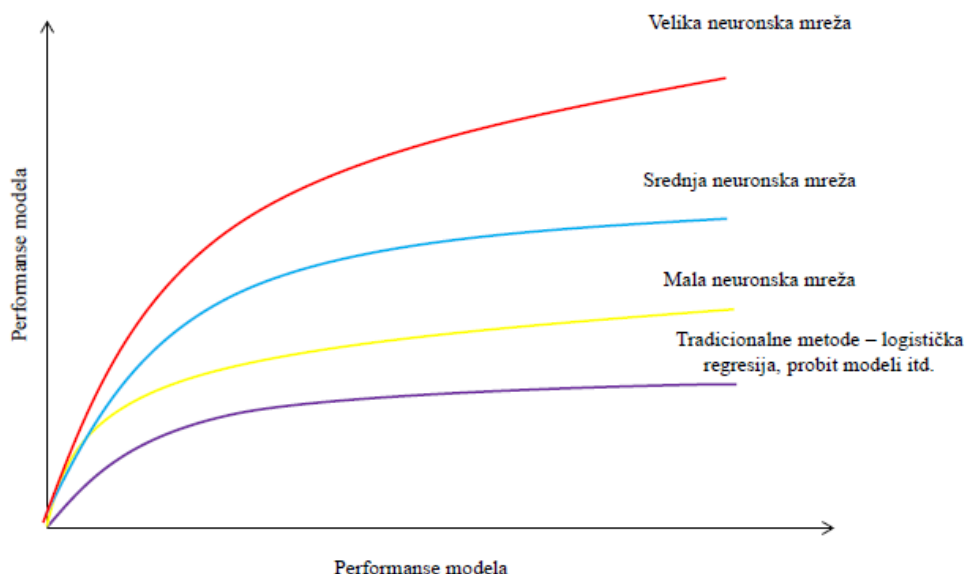
Prema Čebiševoj nejednakosti:

$$P(|X - \mu|) \leq \frac{1}{k^2}$$

Vjerovatnoća da će slučajna varijabla x zabilježiti vrijednost koja je najmanje k standardnih devijacije udaljena od očekivane vrednosti je manja ili jednaka $\frac{1}{k^2}$.

Prema prethodno izloženom moguća su tri scenarijuma za 1 standardnu devijaciju (očekivanje \pm jedna standardna devijacija), pet scenarijuma za dvije standardne devijacije (očekivanje, \pm jedna standardna devijacija i \pm druga standardna devijacija) i sedam scenarijuma za tri standardne devijacije. Ukoliko bi se primijenila dva modela (Model 5 i neki od izloženih, na primjer, Zeta model) broj mogućih scenarijuma bi bio 14 itd.

Pored navedenog, razvoj i primjena prediktivnih modela za procjenu stalnosti poslovanja i vjerovatnoće bankrotstva preduzeća može naći primjenu i kod subjekata koji se bave prikupljanjem prihoda za potrebe funkcionisanja države. Naime, shodno ranijim testovima (Božić i Stevanović, 2016) procijenjena su očekivanja o budućim gubicima na osnovu evidencije Poreske Uprave Republike Srpske iz novembra 2015. godine u iznosu od 399 miliona KM (testiranja su sprovedena u februaru 2016.). Ovo je u okvirima identifikovanih Izvještajem revizije javnog sektora za Poresku upravu Republike Srpske od 23.05.2017. godine kada je identifikovan iznos spornih potraživanja od 631.792.142 KM (Izvještaj o provedenoj finansijskoj reviziji Poreske uprave Republike Srpske za period 01.01-31.12.2016. godine). Navedeni rezultat podstiče i ohrabruje u istraživanjima fenomena prediktivnih modela u BiH, razvojem teorijskih koncepata u modeliranju, praktičnoj primjeni teoretskih rješenja u cilju razvoja partnerskog odnosa između vlasti, privrede i institucija visokog obrazovanja. Zahvaljujući tehnološkom razvoju i dostupnosti podataka vještačka inteligencija doživljava svoju ekspanziju. Danas sistemi zasnovani na „dubokom učenju“ imitiraju slojeve neurona u ljudskom mozgu, obrađuju velike količine podataka i sistemi sami sebe uče (mašinsko učenje) (Economist, 2015) da obavljaju zadatke, da budu bolji u obavljanju tih zadataka. „Duboko učenje“ je koncept koji se ubrzano razvija usljed digitalizacije društva, razvoja procesora i razvoja algoritama neuronskih mreža (Ng, 2017). U nastavku ćemo grafički prikazati koncept „dubokog učenja“ na performanse – tačnost, u zavisnosti od količine podataka.

Grafikon 2: Odnos performansi modela i količine podataka.

Izvor: Andrew Ng, Introduction to deep learning – Coursera 2017.

Na osnovu grafikona 2 uočljivo je da povećanjem broja podataka tradicionalne metode poput logističke regresije imaju svoje granice i da veći broj podataka ne utiče na poboljšanje performansi modela, u našem slučaju tačnosti modela. Kombinacijom različitih pokazatelja u okviru logističke regresije nije moguće značajnije poboljšati performanse modela. Međutim, upotrebom koncepta „dubokog učenja“ u zavisnosti od veličine neuronske mreže poboljšavaju se performanse. S obzirom da se finansijski izvještaji dostavljaju nadležnoj Agenciji za posredničke i informatičke usluge jednom godišnje i da je izvještaj o blokiranim računima preduzeća u BiH dostupan na mjesečnom nivou moguće je „hraniti“ model – neuronsku mrežu i na taj način povećavati prediktivne performanse i uspostaviti sistem mašinskog učenja koji će određenu ideju – hipotezu, putem algoritma testirati. Imajući u vidu da je ovaj proces iterativan moguće je uspostaviti optimizaciju između varijabli na višem nivou nego što je to slučaj kod tradicionalnih metoda.

Zaključna razmatranja

Modeli za predikciju bankrotstva i testiranje koncepta stalnosti poslovanja će u narednom periodu doživjeti ekspanziju i u Bosni i Hercegovini i regionu Zapadnog Balkana. Jedan od razloga su pokrenuti brojni stečajni postupci, uključujući i velike poslovne subjekte – Unis Fabrika Cijevi a.d. Derventa, trgovački lanac Tuš, koncern Agrokor (samo neki od primjera u Bosni i Hercegovini i susjednoj Hrvatskoj), kao i prijeteće poslovno-finansijske krize i savremenom visokokonkurentnom poslovnom okruženju. Pored toga, određeni međunarodni standardi - u bankarstvu – odredbe Bazelskog sporazuma, u osiguranju - Solventnost 2, te Međunarodni standard finansijskog izvještavanja 9 – Finansijski instrumenti, nameću potrebu bolje procjene kreditnih rizika i po tom osnovu kreditnih gubitaka. Takođe, zahtjevi Međunarodnih standarda finansijskog izvještavanja i Međunarodnih standarda revizije dodatno potenciraju pitanje odgovornosti rukovodstva preduzeća i nezavisne revizije finansijskih izvještaja za procjenu održivosti pretpostavke o stalnosti poslovanja preduzeća.

Istraživanje u funkciji izrade ovog rada je fokusirano na određene modele za procjenu vjerovatnoće poslovno-finansijske krize i bankrotstva koji su tradicionalno poznati u literaturi. U tom cilju su testirani određeni modeli, provjerena njihova upotrebljivost odnosno primjenjivost u Republici Srpskoj, ali i razmotrena i utvrđena mogućnost njihovog poboljšanja – korigovanja koeficijenata parametara testiranih modela na osnovu javno dostupnih podataka sa ciljem pouzdanijih odnosno tačnijih rezultata predviđanja. Pri tome su kao indikacija stvarnih poslovno-finansijskih problema testiranih preduzeća korišteni podaci o blokiranim računima, na osnovu podataka Centralne banke BiH u periodu dužem od 60 dana, što je

Zakonom propisani uslov za pokretanje postupka stečaja i/ili restrukturiranja. Održivost pretpostavke o stalnosti poslovanja preduzeća (pr)ocijenjena, pored ostalih pristupa i indikacija, i na osnovu vjerovatnoće poslovno-finansijske krize i bankrotstva, je bitna za donosiocje odluka na svim nivoima – privatna i javna preduzeća – njihovu upravu, organe nadzora i vlasnike, poslovne partnere, posebno kreditore i druge povjerioce, nosioce vlasti, poreske organe.

Rad ukazuje i na mogućnosti primjene "vještačke inteligencije" i koncepta "dubokog učenja" u razvoju ovih modela u svrhu donošenja boljih odluka u privredi, institucijama vlasti, kao i u naučno-istraživačkom radu koji je zasnovan na razvoju i definisanju ideja o problemu – formiranje teze, budući da je ideju potrebno testirati – formirati algoritam ili kompjuterski kod – algoritam za testiranje. Kao što se eksperimentom, sa određenim nivoom tačnosti potvrđuje ili opovrgava istraživačka ideja/hipoteza, ostavljajući mogućnost za novu ideju ili korigovanje postojeće, koncept razvoja „vještačke inteligencije“ i „dubokog učenja“ je iterativan – ponavljajući uz stalni razvoj i usavršavanje ideja bilo postojećih ili novih na osnovu novih saznanja. Ovakav pristup će biti dominantan u budućnosti, naročito kod nacija i društava koje teže inovacijama i preispitivanju starih u cilju izgradnje novih teorija i najboljih praksi u svim oblastima.

Literatura

1. Altman (2005). An emerging market credit scoring system for corporate bonds, *Emerging Markets Review* 6: 311 – 323.
2. Altman, E., R. Haldeman and P. Narayanan. 1977. Zeta analysis: A new model to identify bankruptcy risk of corporations. *Journal of Banking and Finance* 1 (1): 29-51.
3. Beaver, W. 1966. Financial ratios as predictors of failure. *Journal of Accounting Research* 5: 71-111
Altman 1968
4. Božić (2015). *Fer prezentacija, kvalitet i pouzdanost finansijskih izvještaja – pristup, ograničenja, dometi i novi izazovi*, Zbornik radova 19. kongres Saveza računovođa i revizora Republike Srpske "Finansijsko izvještavanje i upravljanje kao determinante uspješnijeg poslovanja", Banja Vrućica,
5. Božić, Mijović (2016). *Restrukturiranje preduzeća u Republici Srpskoj kao pretpostavka opstanka, rasta i razvoja*, Zbornik radova Treća međunarodna konferencija na temu: „Partnerstvo vlasti, privrede i institucija visokog obrazovanja u podsticanju ekonomskog razvoja, Ekonomski fakultet Brčko,
6. Božić, Stevanović (2017). Procjena stalnosti poslovanja preduzeća u Republici Srpskoj, XXI Međunarodni kongres Saveza računovođa i revizora Republike Srpske, Teslić.
7. Economist (2015). The dawn of artificial intelligence.
8. Federalni zavoda za programirani razvoj – Analiza preduzeća u FBiH u 2013. godini.
9. FitzPatrick, Paul J., Ph.D. 1932. "A Comparison of the Ratios of Successful Industrial Enterprises With Those of Failed Companies". The Certified Public Accountant Beaver 1968. *Journal of Accounting Research*. (In three issues: October, 1932, p. 598-605; November, 1932, p. 656-662; December, 1932, p. 727-731.
10. Gissel, Giacomino, Akres. 2007. "A Review of Bankruptcy Prediction Studies:1930-Present", *Journal of Financial Education* Vol 3. 1-42.
11. IFRS Standard 9 – Financial instruments - IFRS
12. Kondić, Poljašević (2015). *Revizorska predvidivost bankrota preduzeća*, Poreski savjetnik, 12/2015.
13. Malinić (2013). Merenje performansi primenom scoring modela u cilju otkrivanja ranih upozoravajućig signala, Zbornik radova 17. Kongres Saveza računovođa i revizora Republike Srpske "Računovodstvo, revizija i poslovne finansije u uslovima odgovornijeg ponašanja učesnika na tržištu, Banja Vrućica,
14. Miller (2013). „Mathematics and Statistics for Financial Risk Management“, Wiley finance
15. MMF (2015). „Bosnia and Herzegovina Financial Sector Assessment Program, Banking Sector Supervision Core Principles Implementation Update“ – Technical Note, IMF Country Report No. 15/214
16. Andrew Ng (2017) Introduction to deep learning – Coursera 2017.
17. Ranković (1996). *Specijalni bilansi*, Proinkom, Beograd,
18. Ranković (1998). *Teorija bilansa I*, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet,

19. Rodić (2016), *Američki model Zeta skor ocene boniteta preduzeća*, Financing naučni časopis za ekonomiju, 4/2016.
20. Rodić, Božić (2017). *Stvaranje i ocena boniteta preduzeća*, Finrar, Banja Luka,
21. Rodić, Vukelić (2003). *Teorija i analiza bilansa*, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd,
22. Stevanović (2013). *Upravljanje rizicima portfelja domaćih institucionalnih investitora*, Udruženje ekonomista RS - SWOT
23. Stevanovic (2016). *Application of Actuarial Methods for Corporate Financial Distress Prediction in small emerging market – example from Bosnia and Herzegovina*International Risk Management Conference Jerusalem 2016, parallel session presentation
24. Stevanovic, Grujić (2014). *Testiranje modela za procjenu bankrota u Republici Srpskoj*, Finrar 8, 71 – 80,
25. Todorović (2010). *Poslovno i finansijsko restrukturiranje preduzeća*, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu.
26. Zakon o stečajju. Službeni glasnik Republike Srpske broj: 16/16