

Primjena Zmijewski modela u analizi rizičnosti malih i srednjih poduzeća u Hrvatskoj

Miličić, Anamarija

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics and Business in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:145:880538>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-16**



Repository / Repozitorij:

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij *Financijski menadžment*

Anamarija Miličić

**PRIMJENA ZMIJEWSKI MODELA U ANALIZI RIZIČNOSTI
MALIH I SREDNJIH PODUZEĆA U HRVATSKOJ**

Diplomski rad

Osijek, 2024.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij *Financijski menadžment*

Anamarija Miličić

**PRIMJENA ZMIJEWSKI MODELA U ANALIZI RIZIČNOSTI
MALIH I SREDNJIH PODUZEĆA U HRVATSKOJ**

Diplomski rad

Kolegij: Kreditna analiza

JMBAG: 0010226393

e-mail: amilicic1@efos.hr

Mentor: prof. dr. sc. Nataša Šarlija

Osijek, 2024.

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Economics and Business in Osijek
Graduate Study *Financial management*

Anamarija Miličić


**APPLICATION OF ZMIJEWSKI MODEL IN RISK ANALYSIS
OF SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES IN
CROATIA**

Graduate paper

Osijek, 2024.

IZJAVA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI,
PRAVU PRIJENOSA INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA, SUGLASNOSTI ZA
OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE
I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na vlastitim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.

2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 

3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna trajnom pohranjivanju i objavljivanju mog rada u Institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, Repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom Repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, NN 119/2022).

4. Izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan s dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta/studentice: Anamarija Miličić

JMBAG: 0010226393

OIB: 46426976248

e-mail za kontakt: milicicanamarija@gmail.com

Naziv studija: Financijski menadžment

Naslov rada: Primjena Zmijewski modela u analizi rizičnosti malih i srednjih poduzeća u Hrvatskoj

Mentor/mentorica rada: prof. dr. sc. Nataša Šarlija

U Osijeku, 24.6. 2024. godine

Potpis: 

Primjena Zmijewski modela u analizi rizičnosti malih i srednjih poduzeća u Hrvatskoj

SAŽETAK

Rizik je prisutan u svakom poslovanju, stoga se nastoji predvidjeti i reducirati. Raznim se metodama i modelima poduzeća služe kako bi se procijenila uspješnost, a jedan od modela za procjenu rizičnosti je model Zmijewski. Cilj ovog rada je, na temelju istraživanja, zaključiti je li moguće primijeniti model Zmijewski na analizu rizičnosti poslovanja poduzeća u Hrvatskoj. Hipoteza koja se testirala u ovom radu je da se Zmijewski model može primijeniti za procjenu insolventnosti malih i srednjih poduzeća u Hrvatskoj, te se ona djelomično prihvaća. Istraživanje je provedeno na reprezentativnom uzorku od 500 solventnih i 500 insolventnih malih i srednjih poduzeća Republike Hrvatske. Uspoređeno je stvarno stanje solventnosti poduzeća s procijenjenim, kako bi se ocijenila uspješnost modela u klasifikaciji solventnih i insolventnih poduzeća. Od četiri korištene formule najbolja formula je imala stopu pogodaka od 61,9%, točno je procijenjeno 70,6% solventnih poduzeća, te 53,2% insolventnih poduzeća. Iako model pruža dobar uvid u financijsko stanje poduzeća, njegova primjena u Hrvatskoj zahtijeva određene korekcije i prilagodbe na specifično tržište i makroekonomske uvjete.

Ključne riječi: solventnost, insolventnost, rizik, Zmijewski, poduzeća, predviđanje

Application of Zmijewski model in risk analysis of small and medium-sized enterprises in Croatia

ABSTRACT

Risk is present in every business, therefore it is sought to anticipate and reduce. Various methods and models are used by companies to assess performance, and one of the models for risk assessment is the Zmiwski model. The aim of this paper is to conclude, based on the research, whether it is possible to apply the Zmijewski model to the risk analysis of business operations in Croatia. The hypothesis that has been tested in this paper is that the ZZmiwski model can be used to assess the insolvency of small and medium-sized enterprises in Croatia, and it is partially accepted. The survey was conducted on a representative sample of 500 solvent and 500 insolvent small and medium-sized enterprises of the Republic of Croatia. The actual solvency situation of the undertaking was compared with that assessed in order to assess the performance of the model in the classification of solvent and insolvent undertakings. Out of the four formulas used, the best formula had a hit rate of 6,9%, 70,6% of the solvent companies were accurately estimated, and 53,2% of the insolvent companies. Although the model provides a good insight into the financial situation of the company, its application in Croatia requires certain corrections and adjustments to the specific market and macroeconomic conditions.

Keywords: Solvency, insolvency, risk, Zmijewski, enterprises, forecasting

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Insolventnost poduzeća	2
2.1. Definicija insolventnosti.....	2
2.2. Rizik i upravljanje poslovnim rizicima	3
2.3. Načini procjene insolventnosti	4
2.4. Insolventnost poduzeća u Hrvatskoj	5
3. Zmijewski model u analizi rizičnosti	9
3. 1. Primjena modela Zmijewski u drugim zemljama.....	11
3.1.1. Primjena modela Zmijewski u Srbiji	11
3.1.2. Primjena modela Zmijewski u Nizozemskoj	13
3.1.3. Primjena modela Zmijewski u Indoneziji i Singapuru.....	13
4. Metodologija rada	15
4. 1. Predmet i metode istraživanja.....	15
5. Rezultati istraživanja	16
5. 1. Opis uzorka podataka	16
5. 2. Opis varijabli i elementarna statistika	16
5. 3. Analiza uspješnosti modela Zmijewski	18
5. 4. Rezultati izračuna Zmijewski modela	19
6. Rasprava	28
7. Zaključak	31
Literatura	33
Popis tablica	35
Popis grafikona.....	36

1. Uvod

Rizik je sveprisutan u poslovnom okruženju i svako poduzeće ga nastoji otkloniti ili barem smanjiti. Poduzeće se mora suočiti i s vanjskim rizicima i konkurencijom što često ne može kontrolirati pa treba nastojati dobro upravljati svakim dijelom poslovanja. Postoje brojni financijski pokazatelji kojima poduzeće može vidjeti kojim smjerom ide poslovanje i u skladu s time planirati i uspješnije upravljati pojedinim funkcijama. Također, primjenjuju se i razni modeli za predviđanje rizika kojima se pomoću zadanih financijskih pokazatelja može predvidjeti mogućnost uspjeha ili bankrota poduzeća. Jedan od njih jest Zmijewski model, koji je u ovom radu istraživan. U radu je provedena analiza rizičnosti malih i srednjih poduzeća na reprezentativnom uzorku podataka u Republici Hrvatskoj primjenom ovog modela. Hipoteza rada je ovaj model primjenjiv na poduzeća u Hrvatskoj. Svrha rada pomoću dostupnih podataka o poslovanju poduzeća Republike Hrvatske analizirati njihovu rizičnost na temelju modela Zmijewski. Cilj rada jest na temelju rezultata dobivenog analizom zaključiti je li moguće primijeniti Zmijewski model za analizu rizičnosti poslovanja poduzeća u Hrvatskoj.

2. Insolventnost poduzeća

U ovom poglavlju definiran je pojam i načini procjene insolventnosti, kao i način procjene insolventnosti u Hrvatskoj.

2.1. Definicija insolventnosti

Insolventnost predstavlja nesposobnost poduzeća u podmirivanju svojih obveza u roku njihova dospijea. Ona se može pojaviti kao privremena insolventnost u kojoj poduzeće ima određene zastoje u plaćanjima dospjelih obveza, ili kao trajna insolventnost, u kojoj je poduzeće potpuno obustavilo plaćanja i nalazi se pred stečajem. Pod pojmom insolventnosti, također se može reći da je to situacija u kojoj su obveze poduzeća veće od vrijednosti njegove imovine, odnosno kada neto imovina poduzeća postane negativna. U oba scenarija insolventnost ima teške posljedice na poslovanje poduzeća jer vjerovnici poduzimaju određene mjere za zaštitu svojih interesa. Insolventnost se smatra osnovnim financijskim problemom u slučaju stečaja poduzeća. Uzroci insolventnosti mogu biti kratkoročni i dugoročni, a vezani su uz neuspješnost u poslovanju, najčešće zbog izloženosti raznim oblicima rizika. Ona može biti stalna pojava u sustavu, vezana je uz poduzeće, građane i državu, a može se javiti u svim društvenim sustavima neovisno o vlasništvu i gospodarskim stanjima i o inflacijsko-deflacijskim procesima (Šverko Gredić i dr., 2009).

Ako se ravnoteža novčanih primitaka i izdataka ne planira unaprijed i uz kontrolu, poduzeće se može naći na granici platne sposobnosti. U slučaju takvog stihijskog planiranja, poduzeće može iz stanja granične sposobnosti za plaćanje padati u stanje povremene insolventnosti. Prepuštajući na taj način „slučaju“ primitke i izdatke, može doći ili do insolventnosti ili solventnosti u slučaju povoljnih primitaka ili zastoja u dospijevanju obveza. Ako je ta neravnoteža samo kratkoročna, poduzeće samo privremeno neće biti u mogućnosti platiti sve dospjele obveze. Ipak, dugoročno takva neravnoteža tj. insolventnost može biti jako štetna za poduzeće, što može uzrokovati obustavu plaćanja jer tada više nije sposobno plaćati svoje obveze. To kasnije dovodi do likvidacije i stečaja poduzeća (Šverko Gredić i dr., 2009).

Europska unija navodi stečajne postupke koji se razlikuju prema ciljevima, i to za:

- a) Poduzeća – u slučaju da se poduzeće može spasiti ili je poslovanje održivo, dugovi se mogu restrukturirati, najčešće u dogovoru s vjerovnicima. Tako se nastoji očuvati poduzeće, ali i zadržati radna mjesta. Međutim, ako se poduzeće ne može spasiti, ono se mora zatvoriti, te odlazi u stečaj.

- b) Poduzetnike – može se podnijeti zahtjev za postupak koji sadrži uređeni plan otplate dugova te otpusta dugova nakon isteka određenog roka koji je obično 3 godine. Tako se izbjegava njihov osobni stečaj, te se omogućuju novi poslovni pothvati u budućnosti.

Nakon što se pokrene službeni stečajni postupak, vjerovnici više nemaju pravo pokrenuti posebne postupke za vraćanje duga. Tako se osigurava jednako postupanje prema svim vjerovnicima te se štiti imovina dužnika. Kako bi im se vratio dug, vjerovnici moraju imati dokaz o svojim potraživanjima te ih izložiti sudu ili stečajnom upravitelju koji je nadležan za reorganizaciju ili likvidaciju imovine dužnika. U posebnim uvjetima to može učiniti i dužnik (Službene stranice Europske unije, 2024. (Dostupno na: https://e-justice.europa.eu/content_insolvency-447-hr.do).

2.2. Rizik i upravljanje poslovnim rizicima

Prezaduženost se u poduzećima nastoji otkloniti i poduzimaju se razne mjere kako bi ono ostalo likvidno i kako ne bi došlo do insolventnosti. Međutim, rizik uvijek postoji bez obzira na to koliko se poduzeće trudilo na vrijeme podmiriti svoje kratkoročne i dugoročne obveze. Postoji puno čimbenika koji utječu na poslovanje poduzeća, stoga je važno promatrati svaki aspekt poslovanja. Rizik se može definirati kao mogućnost negativnog ishoda za poslovanje poduzeća u obliku gubitka odnosno neostvarenja zadanih ciljeva. „Rizik predstavlja neizvjesnost u ishod očekivanih događaja u budućnosti, odnosno on je situacija u kojoj nismo sigurni što će se dogoditi, a odražava vjerojatnost mogućih ishoda oko neke očekivane vrijednosti. Pri tome očekivana vrijednost predstavlja prosječni rezultat nepredvidivih situacija koje se opetovano ponavljaju.“ (Srića, 2011). On je sastavni dio poslovanja poduzeća te se njime mora upravljati kako bi poduzeće bilo uspješno ili barem smanjilo potencijalne gubitke. „Ukoliko postoji rizik, moraju postojati minimalno dva moguća ishoda. Ako se unaprijed zna da se gubitak neće ili neće ostvariti, onda rizik ne postoji, odnosno vjerojatnost događaja koji su neostvarivi jednaka je nuli, dok je vjerojatnost izvjesnog događaja jednaka jedan“ (Dunham i dr., 1989: 211). Budući da je tržište vrlo promjenjivo i postoje brojne vanjske okolnosti koje mogu utjecati na poslovanje i ugroziti poduzeće, danas je teško predvidjeti rizike i utjecati na njih. Upravljanje rizicima jedna je od najvažnijih zadaća poduzeća, ali istovremeno i jedna od najizazovnijih zadaća današnjice. Rizik u sebi uključuje razne negativne posljedice kao što su: neprepoznavanje i neiskorištavanje mogućnosti, nepostizanje ciljeva, nezadovoljstvo klijenta, kršenje sigurnosti, loše upravljanje, nedostatke u financijskim kontrolama i izvještajima, i slično. Zato je potrebno upravljati rizicima i postaviti određene strategije. Dok se kod tradicionalnog upravljanja rizikom stavlja naglasak na rizik zbog fizičkih ili legalnih slučajeva

kao što su prirodne katastrofe, sudske službe i slično, suvremeno, financijsko upravljanje rizikom, fokusira se na rizik kojim se može upravljati financijskim instrumentima. Vrlo je važno organizirati upravljanje rizicima i to na ispravan način, odnosno prenijeti ukupan zadatak upravljanja rizicima na pojedine organizacijske cjeline. U tom je slučaju važno da svaki zaposlenik ima potrebna znanja i spremnost za komuniciranje o riziku. Ta organizacija ovisi o djelatnosti i veličini poduzeća, imovini koju posjeduje, ustrojstvu i ostalim karakteristikama. Poduzeće može u tri koraka uspostaviti odgovarajući koncept upravljanja rizicima, a to su:

- 1) Definiranje ili poimanje poslovnog rizika
- 2) Definiranje okvira i razlikovanje vrsta poslovnih rizika
- 3) Tehnika upravljanja poslovnim rizicima (Andrijanić i dr., 2016).

2.3. Načini procjene insolventnosti

Postoje razni modeli za ocjenu rizičnosti koji služe za predviđanje financijskog neuspjeha na temelju određenih financijskih omjera. Neki od poznatih modela su Chesser model, Beaverov model, Altmanov z-skor, Springate model, te Zmijewski model, koji je u ovom radu istraživan. U nastavku je kratko opisan svaki model, a model Zmijewski je u poglavlju 3 detaljnije objašnjen.

Chesser (1974) je razvio model koji služi za provjeru kreditnog rizika. Cilj je prikazati neusklađenost s originalnim kreditnim ugovorom, a velika je prednost njegova mogućnost korištenja i nakon što je kredit odobren kao sredstvo kontrole. Model pokazuje kolika je vjerojatnost da će neko poduzeće imati problema pri otplati kredita, te koristi metodu logičke regresije. Chesser u svom radu „Predicting Loan Noncompliance“ navodi šest varijabli: omjer gotovine i ukupne imovine, odnos neto prodaje i gotovine, odnos dobiti prije oporezivanja i ukupne imovine, odnos ukupnog duga i ukupne imovine, omjer dugotrajne imovine i neto vrijednosti te razliku kratkotrajne i dugotrajne imovine u odnosu na neto prodaju.

Beaver (1966) je predstavio prvi model za ocjenjivanje rizičnosti poduzeća 1996. godine. On smatra da je poduzeće poslovno neuspješno ako nije u mogućnosti podmiriti dospjele obveze. Proveo je istraživanje na uzorku od 158 proizvodnih poduzeća čijim dionicama se javno trgovalo i koja su bila iz 38 različitih industrija. Svojim istraživanjem je dokazao da financijski neuspjeh najbolje predviđaju pokazatelji koji u odnos stavljaju: tijek novca / ukupna imovina, čisti prihod / ukupni dug, tijek novca / ukupni dug.

Altmanov Z'score model je jedan je od najpoznatijih modela za predviđanje poslovnih poteškoća odnosno odlaska poduzeća u stečaj (Bogdan i dr.,2019). Na temelju izračuna pet financijskih pokazatelja te uvrštavanjem u formulu, dobiva se vrijednost koja procjenjuje stanje poduzeća. Ukoliko je rezultat formule iznad 3, smatra se da je poduzeće zdravo i da je mala mogućnost da će poduzeće otići u stečaj. Ukoliko je rezultat ispod 1,8, govori se o velikoj vjerojatnosti ulaska poduzeća u stečajni postupak. Ako je rezultat između 1,8 i 3, poduzeće se nalazi u tzv. „sivoj zoni“. U modelu je koristio sljedeće pokazatelje, tj. odnose: radni kapital / ukupna aktiva, zadržana dobit / ukupna aktiva, operativna dobit (EBIT) / ukupna aktiva, tržišna vrijednost glavnice / ukupne obveze te prihod od prodaje / ukupna aktiva.

Springate (1987) je razvio model na uzoru Altmanovog modela iz 1968. godine. To je statistički *scoring* model koji se koristi za predviđanje neuspjeha poduzeća gdje je primijenjena multivarijatna statistika. Springate je u svome radu odredio 19 financijskih pokazatelja od kojih je 4 uvrstio u svoj model. Ti pokazatelji su: obrtni kapital / ukupna imovina, dobit prije kamata i poreza / ukupna imovina, dobit prije poreza / kratkoročne obveze i prihodi od prodaje / ukupna imovina.

2.4. Insolventnost poduzeća u Hrvatskoj

Financijska agencija za svaku godinu objavljuje kratku analizu insolventnih pravnih osoba, odnosno za ona poduzeća koja nisu podmirila svoje obveze do 120 dana ili više (Šverko Gredić i dr.,2009) navode kako je u razdoblju 1994.-2000. (Šverko Gredić i dr.,2009) nominalni rast prijavljenih nepodmirenih naloga bio velik. Iz toga su razloga uvedene restrikcije u monetarnoj politici, tako da je dio novca Hrvatska narodna banka imobilizirala provedbom obveznih kunskih i deviznih rezervi i kunskih i deviznih blagajničkih zapisa.

Tablica 1: Broj insolventnih osoba i ukupni dug za razdoblju od 1994. do 2000. godine

Godina	Broj pravnih insolventnih osoba	Ukupni dug u EUR
1994.	6 009	390 338
1995.	11 376	815 183
1996	17 017	1 058 464
1997.	20 408	1 337 713
1998.	26 502	1 915 721

1999.	30 278	3 528 170
2000.	32 717	2 659 898

Izvor: izrada autora prema Šverko Gređić, 2009.

U cijelome razdoblju broj insolventnih pravnih osoba je prosječno godišnje rastao 32,3%. Do 2000. godine broj insolventnih pravnih osoba ima linearni trend povećanja. 2000. godine zabilježen je najveći broj insolventnih pravnih osoba u tom razdoblju, te je iznosio 32 717. 1999. godine nepodmirene obveze bile su najveće u promatranom razdoblju te su iznosile 3 528 milijuna eura (Šverko Gređić i dr., 2009).

Tablica 2: Broj insolventnih osoba i ukupni dug za razdoblje od 2020. do 2023. godine

Godina	Broj pravnih insolventnih osoba	Ukupni dug u EUR
2020.	7 786	489 332 973
2021.	7 436	390 811 941
2022.	6.285	340 014 059
2023.	6 153	433 664 688

Izvor: izrada autora prema: Financijska agencija, 2023.

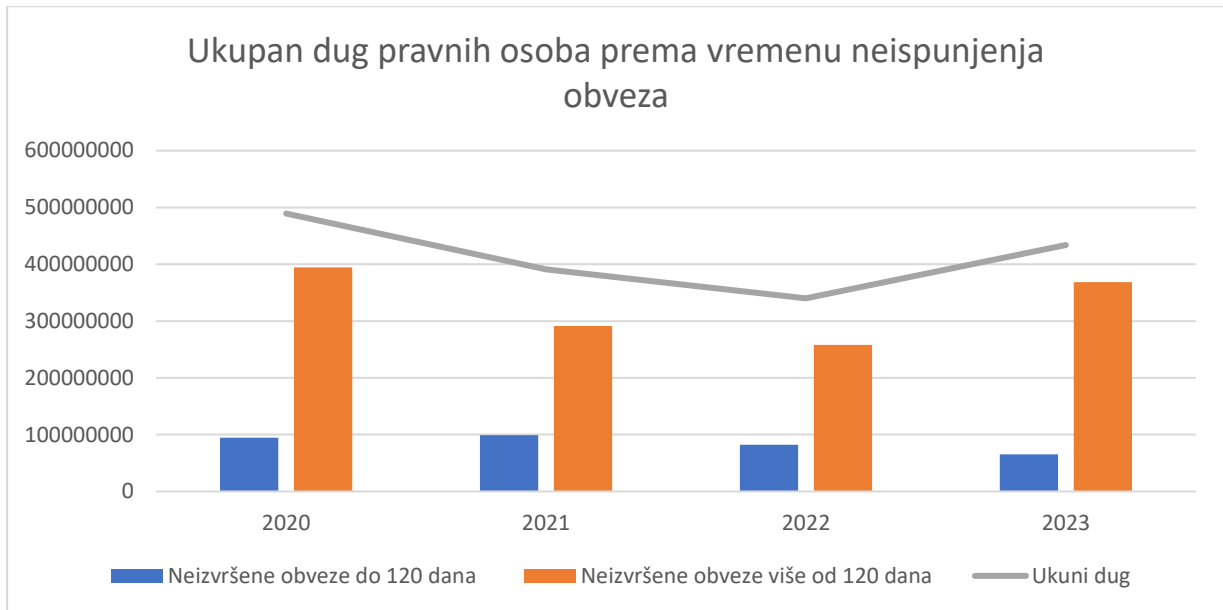
Prema podacima iz Tablice 2 može se zaključiti kako se u usporedbi s razdobljem od 1994. do 2000. godine povećao ukupni dug, no smanjio se broj insolventnih pravnih osoba. Podaci iz Tablica 2 sadrži podatke o stanju na kraju promatranog razdoblja (31.12), te je naveden ukupan broj pravnih osoba koje do 120 dana ili više nisu podmirile evidentirane dospjele osnove za plaćanje. Promotri li se razdoblje od 2020. do 2023. godine, vidi se trend smanjenja i broja insolventnih pravnih osoba i ukupnog duga. 2020. godine bilo je 7 786 insolventnih pravnih osoba, kada je bio i najveći broj pravnih osoba koje nisu podmirile svoje obveze te je zabilježen najveći dug u promatranom razdoblju. Najmanji ukupni dug zabilježen je 2022. godine, a najmanji broj pravnih osoba koje nisu podmirile svoje obveze bio je 2023. godine, kada je zabilježen ponovni porast ukupnog duga.



Grafikon 1: Broj pravnih osoba koje nisu izvršile svoje obveze u razdoblju od 2020. do 2023. godine

Izvor: izrada autora prema: Financijska agencija, 2023.

Prema podacima iz Grafikona 1, vidljivo je da u svim godinama najveći udio pravnih osoba čine pravne osobe koje nisu izvršile svoje obveze više od 120 dana, dok je 2023. godine podjednak broj pravnih osoba koje nisu izvršile svoje obveze do 120 dana ili više od 120 dana. U 2020. godini, udio pravnih osoba koje nisu izvršile svoje obveze više od 120 dana, bio je 62%, dok je 2023. taj udio bio 53%. Može se primijetiti kako broj pravnih osoba koje nisu izvršile svoje u obveze u razdoblju od 2020. do 2023. godine ima trend pada.



Grafikon 2: Ukupan dug pravnih osoba prema vremenu neispunjenja obveza u razdoblju od 2020. do 2023. godine

Izvor: Izrada autora prema. Financijska agencija, 2024.

Prema Grafikonu 2 može se vidjeti da ukupni dug ima trend pada do 2023. godine, kada se bilježi ponovni rast. U svim godinama vidljivo je da veći udio čine neizvršene obveze koje nisu podmirene više od 120 dana. U 2020. godini se bilježi najveći udio duga koji nije podmiren više od 120 dana, ali i ukupni dug. Taj je udio u svim godinama bio oko 75%, dok je u 2023. iznosio 85%.

3. Zmijewski model u analizi rizičnosti

Zmijewski (1984) je razvio model koji služi za predviđanje bankrota poduzeća. „Istraživači obično procjenjuju modele predviđanja financijskih poteškoća na temelju uzoraka koji nisu birani na slučajni način. Modeli procjene rizika na takvim uzorcima mogu rezultirati pristrane procjene parametara i vjerojatnosti ako se ne koriste odgovarajuće tehnike.“ (Zmijewski, 1984). Dva su glavna problema u modelima predviđanja financijskih poteškoća poduzeća: 1) vrlo nizak udio poduzeća koje imaju naznake financijskih poteškoća, 2) podaci o poduzećima koja se nalaze u financijskim poteškoćama često su nedostupni. Koristio je odnos jednog neuspješnog poduzeća na dvadeset uspješnih poduzeća, umjesto uobičajenog odnosa, gdje se stavljalo jedno uspješno poduzeće naspram jednog neuspješnog poduzeća. U svom istraživanju je obuhvatio ukupno 840 poduzeća, od kojih je 800 bilo uspješno, a 40 neuspješno. Obuhvaća sva poduzeća koja su kotirala na američkoj i njujorškoj burzi u razdoblju od 1972. do 1978. godine (Zmijewski, 1984). Industrije uključene u ovom istraživanju jesu poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo, rudarstvo, građevina, proizvodnja, prijevoz, komunikacije, električna energija, plin i sanitarni servis (Wise, 2023). Ovo razdoblje je odabrano jer je tada, prema Zbirci izvješća SEC 10K, bilo najviše dostupnih podataka o poduzećima s financijskim poteškoćama. Broj poduzeća unutar tog razdoblja bio je između 2082 i 2421 svake godine, a financijske poteškoće su u ovom istraživanju definirane kao postupak podnošenja zahtjeva za bankrot. Ukupan broj poduzeća koja su bile u bankrotu je 129, od kojih je njih 81 zadovoljilo kriterij o potpunosti podataka potrebnih za provođenje modela o financijskim poteškoćama. U Tablici 1 je prikazana distribucija svih poduzeća u razdoblju od 1972. do 1978. koja su bila u bankrotu i s obzirom na dostupnost podataka (Zmijewski, 1984).

Tablica 3: Distribucija poduzeća u bankrotu prema godinama podnošenja zahtjeva za bankrot

Godina	Ukupni uzorak		Uzorak sa potpunim podacima		Uzorak sa nepotpunim podacima	
	Broj	Postotak	Broj	Postotak	Broj	Postotak
1972	10	7,8	7	8,6	3	6,3
1973	16	12,4	10	12,3	6	12,5
1974	18	13,9	13	16,1	5	10,4
1975	17	13,2	11	13,6	6	12,5

1976	21	16,3	13	16,1	8	16,7
1977	20	15,5	10	12,3	10	20,8
1978	27	20,9	17	21	10	20,8
Ukupno	129	100	81	100	48	100

Izrada autora prema: Zmijewski, 1984.

Prema podacima iz Tablice 3 vidljivo je kako je u promatranom razdoblju najviše poduzeća koja su bila u financijskim poteškoćama bilo 1978. godine, odnosno njih 27, što čini 63% uzorka s potpunim podacima u toj godini. 1974. godine bio je najveći postotak poduzeća s potpunim podacima.

Zmijewski pretpostavlja da jednadžba opisuje vjerojatnost bankrota kao probit jednadžbu gdje se promatra kako poduzeće podnosi zahtjev za bankrot ($B = 1$) kada B^* , temeljna varijabla, prelazi nulu.

$$P(B = 1) = P(B^* > 0) \quad (1a)$$

$$B^* = a_0 + a_1ROA + a_2FINL + a_3LIQ + u \quad (1b)$$

$$P(B^* > 0) = P(-u < a_0 + a_1ROA + a_2FINL + a_3LIQ) \quad (1c)$$

Gdje:

$P(.)$ = vjerojatnost ($.$),

$B = 1$ ako je u stečaju, u suprotnom 0,

ROA = neto dobit u odnosu na ukupnu imovinu - povrat na imovinu,

FINL = ukupni dug u odnosu na ukupnu imovinu - financijska poluga,

LIQ = kratkotrajna imovina u odnosu na kratkotrajne obveze – likvidnost, i

u = normalno distribuirana pogreška.

Kao što je već spomenuto, suprotno uobičajenom omjeru, jedno uspješno poduzeće naspram jednog neuspješnog poduzeća, koristio je probit analizu na šest skupova podataka, gdje je omjer neuspješnih poduzeća naspram uspješnih poduzeća varirao od 1:1 do 1:20. Rezultati su pokazali da se pristranost smanjivala kako se omjer neuspješnih naspram uspješnih poduzeća približavao vjerojatnosti populacije. Kada se promatra pristranost odabira uzorka, rezultati su pokazali da

postoji značajna pristranost u većini provedenih testova. Međutim, rezultati nisu ukazali na značajne promjene u ukupnoj klasifikaciji i stopama predviđanja (Zmijewski, 1984).

Osnovna jednadžba modela jest:

$$X = - 4,3 - 4,5 \text{ ROA} + 5,7 \text{ FINL} - 0,004 \text{ LINQ}$$

ROA, odnosno povrat na imovinu računa se kao odnos neto dobiti i ukupne imovine te nam govori koliko uspješno poduzeće koristi imovinu za ostvarivanje dobiti, a u modelu se označava kao X1. Koeficijent zaduženosti stavlja u odnos ukupni dug i ukupnu imovinu, a pokazuje koliki je dio imovine nabavljen zaduživanjem, tj. iz tuđih izvora, koji bi trebao iznositi manje ili jednako 50%. U modelu je ovaj pokazatelj označen kao X2. Treći pokazatelj, X3, jest koeficijent tekuće likvidnosti, koji mjeri sposobnost poduzeća u podmirivanju kratkoročnih obveza kratkotrajnom imovinom. Računa se kao odnos kratkotrajne imovine i kratkoročnih obveza (Šarlija, 2008).

3. 1. Primjena modela Zmijewski u drugim zemljama

U ovom poglavlju analizirana je primjena modela Zmijewski u drugim zemljama, a cilj je dobiti uvid u primjenjivost ovog modela kao i u prednosti i nedostatke te točnost modela.

3.1.1. Primjena modela Zmijewski u Srbiji

Pavlović i dr. (2012) proveli su istraživanje gdje navode kako je cilj rada bio na kvalificiranom uzorku utvrditi primjenjivost modela Zmijewski u Srbiji, te ukazuju na prednosti i slabosti, kao i na ograničenja primjene ovog modela u Srbiji. Budući da poslovno okruženje u Srbiji nije slično poslovnom okruženju u SAD-u u vrijeme kada je model razvijen, točnost modela Zmijewski u slučaju srpskih poduzeća je iznenađujuće visoka. Kada se promatra točnost za uspješna poduzeća, u razdoblju od 2006. do 2010., ona je bila u rasponu od 94 % do 98 %, u prosjeku 96,8%. Za neuspješna poduzeća prosječna točnost je 84,4% u razdoblju od 2009. do 2010. Prosječna točnost ukupnog uzorka iznosila je 95,39%, što je malo niže od izvornih podataka Zmijewskog, odnosno 98%. Kada je kriza bila na vrhuncu, 2009. godine, model ima najniže razine točnosti, što je prihvatljivo s obzirom na to da model ne uzima u obzir makroekonomske varijable. U istraživanje su autori uključili ukupno 94 poduzeća od kojih se 62 mogu klasificirati kao uspješna, a preostalih 32 neuspješna, odnosno koja su bankrotirala u razdoblju od 2009. do 2010. godine. S obzirom na provedeno istraživanje, doneseni su zaključci te je utvrđeno kako je prosječna točnost uzorka bila 94,2% što je nešto manje od prosječne točnosti do koje je došao Zmijewski, odnosno 98%. Međutim, isto tako navode kako je točnost

modela primijenjena u Srbiji iznenađujuće velika s obzirom na to da parametri nisu korigirani i mijenjani, te činjenicu da je u drugim zemljama za koje je ovaj model namijenjen, točnost puno manja. Budući da je korisnost modela niža što se poslovno okruženje zemlje razlikuje od onog u kojoj je model nastao, i činjenice da ne postoji sličnost poslovnog okruženja Srbije i SAD-a, očekivana je niska točnost. Međutim, provedbom ovog istraživanja može se zaključiti da je to u ovoj situaciji potpuno suprotno (Pavlović i dr., 2012).

Tablica 4: Rezultati modela Zmijewski u Srbiji

	Neuspješne tvrtke					Uspješne tvrtke		Ukupno
	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011	2008/ 2009	2009/ 2010	
Težinski prosjek	0,11	0,13	0,17	0,16	0,16	0,85	0,82	
Prosjek modela	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18	0,83	0,72	
Standardna Devijacija	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,11	0,23	
Minimum	0,01	0,01	0,0	0,0	0,01	0,58	0,05	
Maksimum	0,64	0,99	0,61	0,74	0,9	0,91	0,98	
Medijan	0,06	0,08	0,08	0,08	0,1	0,86	0,79	
Uzorak	62	62	62	62	62	6	26	
Cut-off >0,5	95,2%	96,8%	95,2%	93,5%	95,2%	100,00%	80,77%	94,15%
Pogreška tipa I						0,00%	19,23%	15,63%
Pogreška tipa II	4,84%	3,23%	4,84%	6,45%	4,84%			4,84%
Cut -off >0,4	83,90%	85,50%	79,00%	82,30%	82,30%	100,00%	96,15%	83,92%
Pogreška tipa I						0,00%	3,85%	3,13%
Pogreška tipa II	16,13%	14,52%	20,97%	17,14 %	17,14 %			7,42%

Izvor: Pavlović i dr., 2012

Tablica 4 prikazuje rezultate istraživanja. Težinski prosjek, odnosno ponderirani prosjek modela izračunat je na temelju agregiranih podataka, tako što se svaka vrijednost pomnožila s određenim ponderom kako bi se dobili točniji rezultati. Vrijednost prosjeka modela, to jest aritmetička sredina, izračunata je kao srednja vrijednost, odnosno ona prikazuje prosječne vrijednosti modela. Pogreška tipa I i pogreška tipa II računata su s obzirom na rezultat gdje je

$cutt-off > 0,5$ te s obzirom na rezultat gdje je $cut-off > 0,4$. Pogreška tipa I predstavlja grešku modela gdje su neuspješna poduzeća procijenjena kao uspješna, dok je pogreška tipa II greška modela gdje su uspješna poduzeća procijenjena kao neuspješna. Vidljiva je velika točnost modela Zmijewski u procjenjivanju neuspjeha poduzeća. Može se primijetiti kako su autori istraživanje proveli postavljajući $cut-off$ granicu na $> 0,5$ i $> 0,4$. Pogreška tipa I u prvom slučaju iznosi 15,63%, dok pogreška tipa II iznosi prosječno 4,84%. Pogreška tipa I u slučaju kad je $cut-off$ postavljen na $> 0,4$ iznosi 3,13%, a pogreška tipa II iznosi 7,42%. Može se zaključiti da je pogreška tipa I manja u slučaju kada je $cut-off$ manji, tj. $> 0,4$, a pogreška tipa II manja u slučaju kada je $cut-off$ model postavljen na veću granicu, tj. 0,5.

3.1.2. Primjena modela Zmijewski u Nizozemskoj

Oude Avenhuis (2013) proveo je istraživanje gdje je testirao primjenu modela Altman, Ohlson i Zmijewski u procjeni uvrštenih i velikih neuvrštenih društava u Nizozemskoj. Cilj je bio utvrditi razlike ova tri modela ponovnim procjenjivanjem modela pomoću uzorka procjene za razdoblje od 2008. do 2010. godine te drugim uzorkom za razdoblje od 2011. do 2012. godine. U uzorku procjene je bilo uključeno 15 poduzeća koja su doživjela bankrot i 476 poduzeća koja su bila uspješna, odnosno koja nisu doživjela bankrot. U validacijskom uzorku je bilo uključeno 14 poduzeća koja su bila neuspješna i 326 poduzeća koja su bila uspješna. Modeli su testirani u predviđanju bankrota primjenom njihove izvorne statističke tehnike te su ispitane uloge korištenih financijskih pokazatelja. Pri korištenju izvorne statističke tehnike, gdje su granične vrijednosti za Altmanov model 2,675, dok je za modele Zmijewski i Ohlson 0,5, stopa točnosti bila najveća kod modela Zmijewski, odnosno 93,8%. Međutim, model Zmijewski je sva poduzeća koja su bila neuspješna tj. doživjela bankrot, krivo klasificirao, odnosno točnost za neuspješna poduzeća je bila 0%, a za uspješne 99,3%. Autorica navodi kako se modeli za predviđanje bankrota trebaju oprezno koristiti i ponovno procijeniti koeficijenti modela na specifičnom i većem uzorku kako bi se točnost predviđanja povećala.

3.1.3. Primjena modela Zmijewski u Indoneziji i Singapuru

U istraživanju koje su proveli Muzanni & Yuliana (2021), cilj je bio odrediti postoje li razlike u rezultatima predviđanja bankrota modela Altman, Springate i Zmijewski te najtočniji model za tržište Singapura i Indonezije. Uključeno je 15 maloprodajnih poduzeća iz Indonezije i 15 maloprodajnih poduzeća iz Singapura u razdoblju od 2015. do 2019. godine. Rezultati su pokazali kako postoje značajne razlike između Altman, Springate i Zmijewski modela u procjeni bankrota indonezijskih poduzeća, zbog korištenja različitih financijskih omjera, odnosno varijabli koje su korištene. Isto je tako utvrđeno da postoji značajna razlika u procjeni

bankrota singapurskih poduzeća. Zmijewski model se pokazao kao najtočniji model u predviđanju bankrota indonezijskih maloprodajnih poduzeća, gdje je stopa točnosti bila 87%. Autori navode da je razlog tomu činjenica da model Zmijewski može predvidjeti najveći uzorak poduzeća koja nisu u bankrotu u odnosu na ostale modele. Altmanov model je bio najtočniji u predviđanju bankrota singapurskih poduzeća sa stopom točnosti od 86%. Ograničenja koja se navode u ovom istraživanju odnose se na analizu samo maloprodajnih poduzeća ove dvije države, kojih je bilo samo po 15 iz svake države zbog kriterija potpunosti podataka.

4. Metodologija rada

U ovom poglavlju naveden je predmet istraživanja rada, kao i metode koje su korištene u izradi. Isto tako, opisan je cilj istraživanja te hipoteza rada.

4. 1. Predmet i metode istraživanja

Predmet rada jest analiza rizičnosti malih i srednjih poduzeća Republike Hrvatske primjenom modela Zmijewski. Cilj rada je, na temelju rezultata dobivenog analizom, zaključiti je li moguće primijeniti Zmijewski model za analizu rizičnosti poslovanja poduzeća u Hrvatskoj. U radu je korištena induktivna metoda koja predstavlja sustavnu primjena induktivnog načina zaključivanja gdje se, na temelju analize rizičnosti poduzeća u Hrvatskoj, dolazi do zaključka o primjenjivosti modela kao i točnosti procjene uspješnosti poduzeća. Također je korištena i metoda analize gdje je pojašnjen pojam rizika, modela za procjenu rizičnosti i sam model Zmijewski. Metodom deskripcije je detaljno opisan model Zmijewski, financijski omjeri i sve bitne karakteristike modela kao i prethodna istraživanja modela u drugim državama. Također je provedena deskriptivna statistika, tj. izračunata je aritmetička sredina i standardna devijacija za ROA-u, koeficijent zaduženosti i koeficijent tekuće likvidnosti (Sveučilište u Zadru, 2024). Provedena je validacija modela Zmijewski, odnosno testiran je model u programu Excelu kako bi se usporedilo stvarno stanje solventna/insolventan s procijenjenim te ocijenila uspješnost modela u klasifikaciji dobrih i loših klijenata. Za potrebe ovog istraživanja su korištene četiri formule modela Zmijewskog kako bi se došlo do što boljeg rezultata. Prvo je provedena distribucija frekvencija dobrih i loših s obzirom na *score*, tj. rezultat modela, gdje su poduzeća klasificirana kao dobra ili loša, izračunat postotak dobrih i loših u ukupnom broju poduzeća te kumulativ dobrih i loših. Na temelju *scorea* te kumulativnog zbroja dobrih i loših poduzeća, nacrtani su grafovi. Isto tako, izračunate su stope pogodaka na temelju *confusion* matrice, koju čine zbrojevi ispravno insolventnih procijenjenih kao insolventni, broj ispravno solventnih procijenjenih kao insolventni, broj ispravno insolventnih procijenjenih kao solventni i broj ispravno solventnih procijenjenih kao solventni. *Cutoff* modela je postavljen na 0, a greške modela su također računate na temelju *confusion* matrice (Siddiqi, 2012).

4. 2. Hipoteze rada

H1: Model Zmijewski je primjenjiv u procjeni insolventnosti malih i srednjih poduzeća Republike Hrvatske.

5. Rezultati istraživanja

U ovom poglavlju opisan je uzorak podataka istraživanja, varijable i elementarna statistika poduzeća te je analizirana uspješnost modela Zmijewski. Isto tako, prikazani su rezultati izračuna modela pomoću Grafova distribucije solventnih i insolventnih poduzeća te matrice pogreške.

5. 1. Opis uzorka podataka

Istraživanje se temelji na reprezentativnom uzorku od 1000 malih i srednjih poduzeća Republike Hrvatske. Karakterizirana su kao solventna i insolventna poduzeća. Insolventna poduzeća su ona koja su kasnila u plaćanju obveza 90 i više dana najmanje jednom u godini dana. 500 poduzeća je insolventno, dok je ostalih 500 poduzeća solventno, odnosno sposobno u podmirivanju svojih obveza, što čini 50% solventnih poduzeća naspram insolventnih. Financijski izvještaji poduzeća korišteni u istraživanju su iz 2021. godine, a stanje solventan/ insolventan iz 2022.godine.

5. 2. Opis varijabli i elementarna statistika

Kako bi se provela analiza uspješnosti modela Zmijewski u procjeni rizičnosti poduzeća u Hrvatskoj potrebno je izračunati tri varijable modela, odnosno ROA, koeficijent zaduženosti i koeficijent tekuće likvidnosti.

$ROA (X1) = \text{neto dobit} / \text{ukupna imovina}$

$FINL (X2) = \text{ukupne obveze} / \text{ukupna imovina}$

$LINQ (X3) = \text{kratkotrajna imovina} / \text{kratkoročne obveze}$

Varijable je potrebne uvrstiti u već spomenutu formulu:

$X = - 4,3 - 4,5 ROA + 5,7 FINL - 0,004LINQ$

U Tablicama 5 i 6 navedena je elementarna statistika koja uključuje aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju za ove tri varijable. Tablica 5 sadrži elementarnu statistiku za insolventna poduzeća, dok Tablica 6 sadrži elementarnu statistiku za solventna poduzeća.

Tablica 5: Elementarna statistika za insolventna poduzeća

VARIJABLE	ARITMETIČKA SREDINA	STANDARDNA DEVIJACIJA
ROA (X1) = neto dobit/ ukupna imovina	-0,07	0,31
FINL (X2) = ukupne obveze/ ukupna imovina	0,96	0,69
LINQ (X3) = kratkotrajna imovina/ kratkoročne obveze	1,53	1,81

Izvor: vlastita izrada autora

Prema podacima iz Tablice 5 vidljivo je kako aritmetička sredina za ROA-u iznosi -0,07, a budući da je negativan, to govori o neučinkovitom korištenju imovine za ostvarivanje prihoda insolventnih poduzeća. Rezultat standardne devijacije govori kako će prosječno odstupanje ROA-e biti 0,31 od aritmetičke sredine. Prosječna vrijednost koeficijenta zaduženosti poduzeća iznosi 0,96, što znači da je 96% imovine nabavljen zaduživanjem, to jest iz tuđih izvora, a standardna devijacija govori da je za ovaj omjer prosječno odstupanje 0,69. Prosjek koeficijenta tekuće likvidnosti iznosi 1,53.

Tablica 6: Elementarna statistika za solventna poduzeća

VARIJABLE	ARITMETIČKA SREDINA	STANDARDNA DEVIJACIJA
ROA (X1) = neto dobit/ ukupna imovina	0,06	0,28
FINL (X2) = ukupne obveze/ ukupna imovina	0,73	0,51
LINQ (X3) = kratkotrajna imovina/ kratkoročne obveze	2,01	2,08

Izvor: vlastita izrada autora

Prema podacima iz Tablice 6 može se zamijetiti kako ROA za solventna poduzeća prosječno iznosi 0,06, na 1 euro imovine se ostvaruje 6 centi dobiti. Standardna devijacija ovog pokazatelja govori kako je prosječno odstupanje ROA-e 0,28 od prosjeka. Aritmetička sredina koeficijenta zaduženosti iznosi 0,73, što znači da je 73% imovine nabavljeno iz tuđih izvora, a

standardna devijacija govori kako je prosječno odstupanje 0,51 od prosjeka. Prosjek koeficijenta tekuće likvidnosti iznosi 2,01.

Prosjek povrata na imovinu za insolventna poduzeća iznosi -0,07, dok za solventna poduzeća iznosi 0,06, što govori o tome kako solventna poduzeća učinkovitije upravljaju imovinom. Kada se promatra prosjek financijske poluge kod insolventnih poduzeća, 96% imovine nabavljen je zaduživanjem, dok je kod solventnih poduzeća 73% imovine nabavljeno zaduživanjem. Također, vidljivo je kako je prosjek tekuće likvidnosti veći kod solventnih poduzeća, gdje iznosi 2,01, a kod insolventnih poduzeća iznosi 1,53.

5. 3. Analiza uspješnosti modela Zmijewski

U programu Excel je provedena validacija modela Zmijewski na uzorku 1000 malih i srednjih poduzeća u Republici Hrvatskoj. Pritom je uspoređeno stvarno stanje solventan/insolventan s procjenom kako bi se ocijenila uspješnost modela u klasifikaciji solventnih i insolventnih poduzeća, a *cut-off* modela iznosi 0. U radu su ispitane četiri formule kako bi se ustanovilo postoje li razlike i koja je najbolja za primjenu u Republici Hrvatskoj:

$$X1 = -2,953 - 9,023ROA + 5,503FINL - 0,197LIQ \quad (1)$$

$$X2 = -4,777 - 8,702ROA + 5,133FINL - 0,002LIQ \quad (2)$$

$$X3 = -4,336 - 4,513ROA + 5,679FINL + 0,004LIQ \quad (3)$$

$$X4 = -4,803 - 3,599ROA + 5,406FINL - 0,100LIQ \quad (4)$$

Ako je rezultat formule veći ili jednak 0, poduzeća su kvalificirana kao insolventna, odnosno solventna ukoliko je rezultat manji od 0.

Budući da su u istraživanju odabrane ove četiri formule, u Tablici 5 prikazana je točnost modela prema gore navedenim formulama koje je Zmijewski koristio u svom istraživanju za potrebe istraživanja u SAD-u (Zmijewski, 1984).

Tablica 7: Točnost izvornog modela Zmijewski prema odabranim formulama

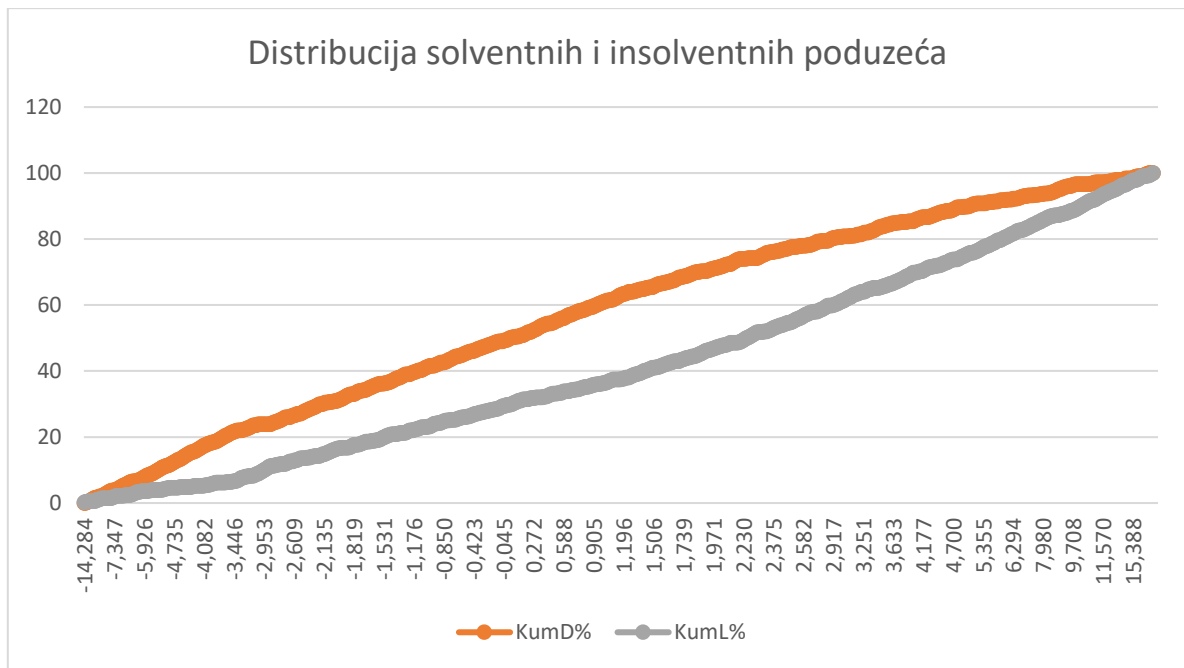
	X1= -2,953 - 9,023ROA + 5,503FINL- 0,197LIQ	X2= -4,777 - 8,702ROA +5,133FINL- 0,002LIQ	X3= -4,336 - 4,513ROA+ 5,679FINL+0,00 4LIQ	X4= -4,803 - 3,599ROA +5,406FINL - 0,100LIQ.
Točno procijenjeno kao solventna poduzeća	100%	100%	99,5%	99,9%
Točno procijenjeno kao insolventna poduzeća	92,5%	52,5%	62,5%	42,5%
Ukupno	96,3%	76,3%	97,7%	97,1%

Izvor: izrada autora prema: Zmijewski, 1984.

Prema podacima iz Tablice 7 može se vidjeti da je najveća ukupna točnost modela prema formuli X3, dok je najmanja točnost prema formuli X2. Prema formulama X1 i X2 model 100% poduzeća točno je predvidio kao solventna. Najmanju točnost u procjenjivanju insolventnih poduzeća model ima prema formuli X4.

5. 4. Rezultati izračuna Zmijewski modela

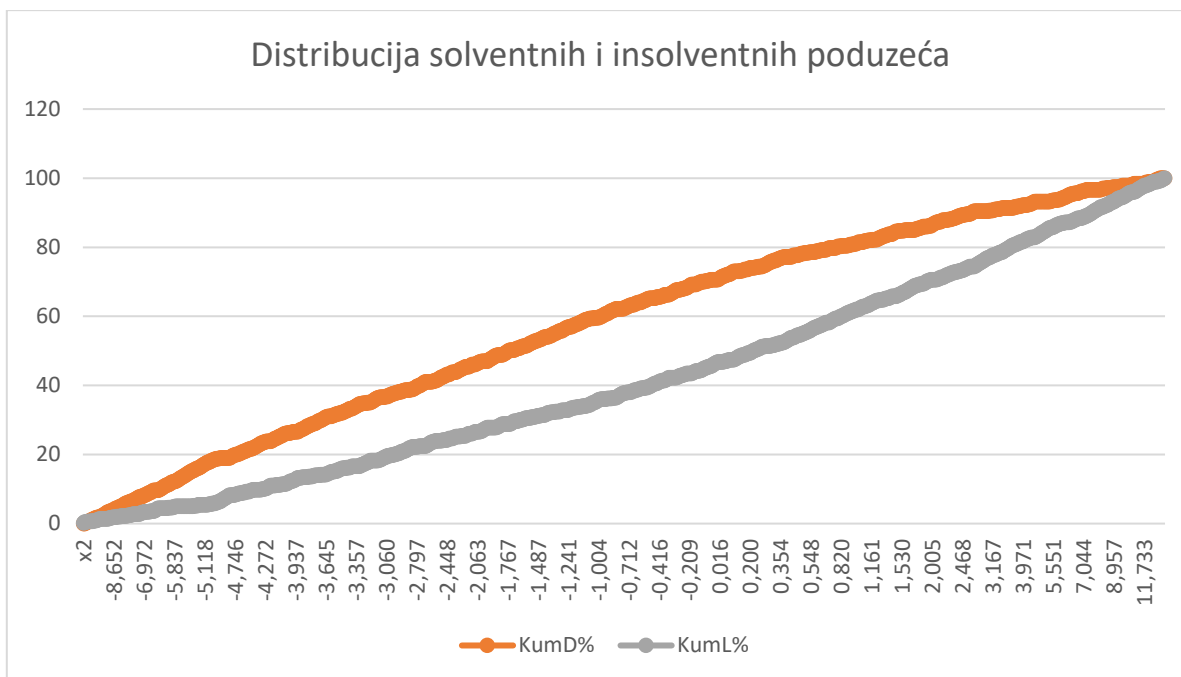
Na temelju tabličnog izračuna u programu Excel i tablice distribucije frekvencije solventnih i insolventnih poduzeća s obzirom na *score*, tj. rezultat formula (1), (2), (3) i (4) izrađeni su Grafikon 3, Grafikon 4, Grafikon 5 i Grafikon 6. Horizontalnu os čini *score*, tj. rezultat formule modela dok vertikalnu čine vrijednosti iz stupca KumD%, odnosno kumulativ stvarno solventnih poduzeća i KumL%, odnosno kumulativ stvarno insolventnih poduzeća.



Grafikon 3: Distribucija solventnih i insolventnih poduzeća prema formuli X1 (1)

Izvor: vlastita izrada autora

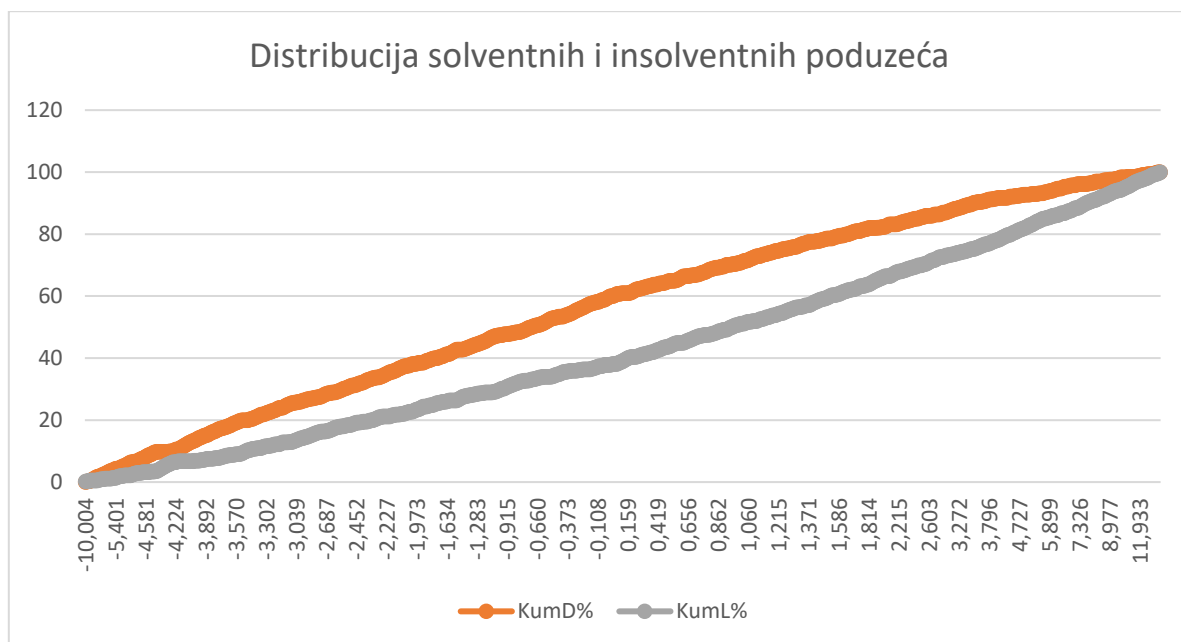
Grafikon 3 predstavlja distribucija solventnih i insolventnih, tj. prema formuli (1). Model je razvrstao poduzeća kao 396 solventnih, tj. njih 39,6%, što je velika razlika u odnosu na stvarno stanje, odnosno 500 solventnih poduzeća. 60,4% poduzeća je model uvrstio kao insolventna poduzeća.



Grafikon 4: Distribucija solventnih i insolventnih poduzeća prema formuli X2 (2)

Izvor: vlastita izrada autora

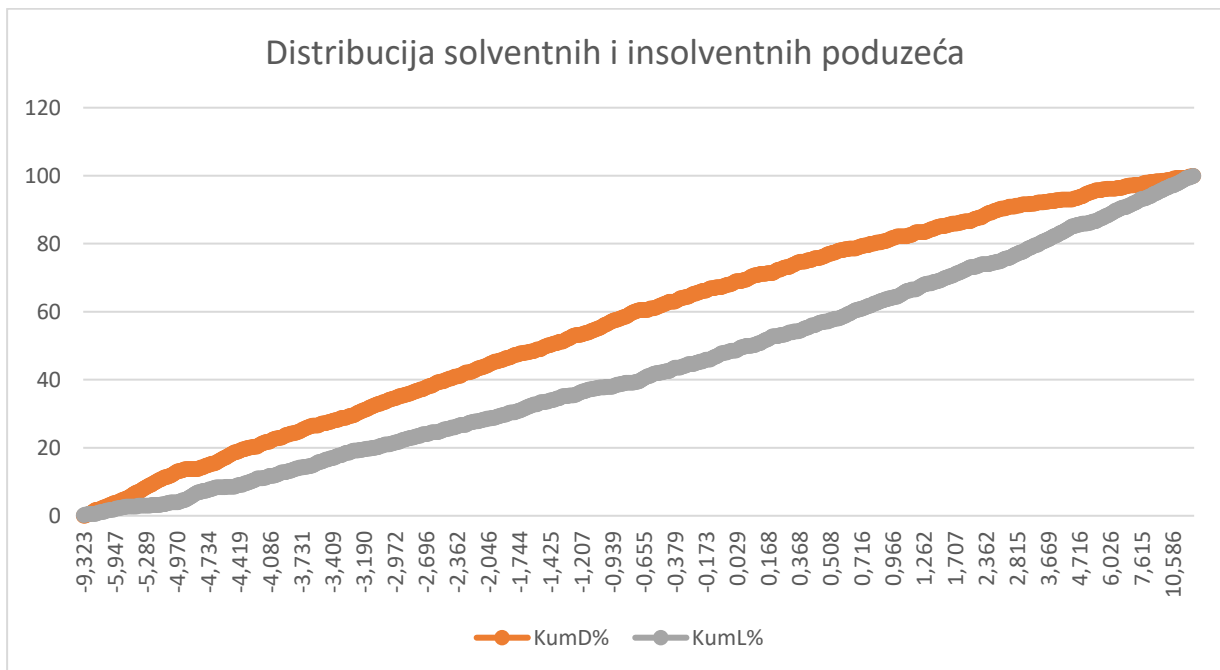
Prema Grafikonu 4 može se vidjeti distribucija solventnih i insolventnih poduzeća prema formuli (2). Model je ukupno razvrstao 587 poduzeća kao solventna poduzeća, odnosno 58,7% Njih 413 model je razvrstao kao insolventna poduzeća, što čini 41,3%



Grafikon 5: Distribucija solventni i insolventnih poduzeća prema formuli X3 (3)

Izvor: vlastita izrada autora

Prema Grafikonu 5 prikazana je distribucija solventnih i insolventnih poduzeća prema formuli (3). Model je ukupno razvrstao 48,8% poduzeća kao solventna poduzeća, dok je stvarno stanje 50% solventnih poduzeća. 512 poduzeća model je razvrstao kao insolventna poduzeća, što čini 51,2% insolventnih poduzeća. Međutim, iako je brojčano model približno procijenio koliko je insolventnih poduzeća, kada se promatra stvarno stanje 212 poduzeća je krivo svrstao kao insolventna.



Grafikon 6: Distribucija solventni i insolventni poduzeća prema formuli X4 (4)

Izvor: vlastita izrada autora

Prema Grafikonu 6 može se vidjeti distribucija solventnih i insolventnih poduzeća prema formuli (4). Model je ukupno razvrstao 585 poduzeća kao dobra poduzeća, odnosno 58,5% solventnih poduzeća. Njih 413 model je razvrstao kao loša, tj. insolventna poduzeća, što čini 41,3%.

Ispod Grafikona distribucije dobrih i loših poduzeća opisano je kako je model izračunao broj insolventnih i solventnih poduzeća, dok će se u sljedećim Tablicama matrice zabune prikazati stvarno stanje u odnosu na ono koje je model procijenio. Na temelju matrice zabune prikazane u Tablici 7, izračunava se stopa podataka koja govori koliko je klijenata ispravno klasificirano prema modelu u odnosu na stvarnu klasifikaciju klijenata.

Tablica 8: Matrica pogreške

Stvarno stanje	Procjena modela	
	Insolventan	Solventan
Insolventan	a (ispravno insolventni)	c (pogrešno solventni)
Solventan	b (pogrešno insolventni)	d (ispravno solventni)

Izvor: Siddiqi, 2012.

Stavka a predstavlja broj stvarno insolventnih poduzeća procijenjenih kao insolventna. Stavka b predstavlja broj stvarno solventnih procijenjenih kao insolventna poduzeća. Stavka c jeste broj stvarno insolventnih procijenjenih kao solventna poduzeća. Stavka d predstavlja broj stvarno solventnih procijenjenih kao solventna poduzeća. Ukupna stopa pogodaka predstavlja omjer ukupnog broja poduzeća ispravno klasificiranih (prema modelu) i ukupnog broja poduzeća. Stopa pogodaka solventnih poduzeća je omjer solventnih poduzeća ispravno klasificiranih (prema modelu) i stvarno solventnih poduzeća. Stopa pogodaka insolventnih poduzeća jeste omjer insolventnih poduzeća ispravno klasificiranih (prema modelu) i stvarno insolventnih poduzeća. Ukupna greška modela predstavlja omjer ukupnog broja poduzeća pogrešno klasificiranih (prema modelu) i ukupnog broja poduzeća, odnosno računa se prema formuli: $(b+c)/\text{ukupni broj poduzeća}$. Greška tipa I se odnosi na krivu procjenu modela gdje su insolventna poduzeća klasificirana kao solventna poduzeća, a računa se prema formuli: $c/(a+c)$. Greška tipa II predstavlja grešku modela gdje su solventna poduzeća klasificirana kao insolventna poduzeća, a računa se prema formuli: $b/(b+d)$. (Siddiqi, 2012).

Tablica 9: Matrica pogreške za formulu X1 (1)

Stvarno stanje	Procjena modela	
	Insolventan	Solventan
Insolventan	351 (ispravno insolventni)	149 (pogrešno solventni)
Solventan	253 (pogrešno insolventni)	247 (ispravno solventni)

Izvor: izrada autora prema: Siddiqi, 2012.

Prema matrici pogreške iz Tablice 9 izračunate su stope pogodaka te greške modela za formulu (1).

Tablica 10: Stope pogodaka za formulu X1

Stope pogodaka	Izračun	
Ukupna stopa pogodaka	$= (351+247) / 1000$	59,8%
Stopa pogodaka solventnih poduzeća	$= 247/500$	49,4%

Stopa pogodaka insolventnih poduzeća	$=351/500$	70,2%
---	------------	-------

Izvor: vlastita izrada autora

Prema formuli (1) od ukupno 1000 poduzeća njih 598 je točno procijenjeno kao insolventno ili solventno, što čini 59,8% ukupne stope pogodaka. Stopa pogodaka solventnih poduzeća iznosi 49,4%, dok je stopa pogodaka loših 70,2%.

Tablica 11: Stope pogreške za formulu X1

Greške modela	Izračun	
Ukupna greška modela	$= (253 + 149)/1000$	40,2%
Greška tipa I	$= 351/(351+149)$	29,8%
Greška tipa II	$= 253/ (253+247)$	50,6%

Izvor: vlastita izrada autora

402 poduzeća je pogrešno klasificirano što čini ukupnu grešku modela od 40,2%. Greška tipa I je 29,8%, što znači da je 29,8% insolventnih poduzeća krivo procijenjeno kao da su solventna. Greška tipa II iznosi 50,6%, što znači da je 50,6% solventnih poduzeća krivo procijenjeno kao da su insolventna.

Tablica 12: Matrica pogreške za formulu X2 (2)

Stvarno stanje	Procjena modela	
	Insolventan	Solventan
Insolventan	266 (ispravno insolventni)	234 (pogrešno solventni)
Solventan	147 (pogrešno insolventni)	353 (ispravno solventni)

Izvor: izrada autora prema: Siddiqi, 2012.

Prema matrici pogreške iz Tablice 12 izračunate su stope pogodaka te greške modela za formulu (2).

Tablica 13: Stope pogodaka za formulu X2

Stope pogodaka	Izračun	
Ukupna stopa pogodaka	$=(266+353)/1000$	61,9%
Stopa pogodaka solventnih poduzeća	$=353/500$	70,6%
Stopa pogodaka insolventnih poduzeća	$=266/500$	53,2%

Izvor: vlastita izrada autora

Prema formuli (2) od ukupno 1000 poduzeća točno je procijenjeno 619 kao solventno ili insolventno poduzeće, odnosno stopa pogodaka iznosi 61,9%. Stopa pogodaka solventnih poduzeća iznosi 70,6%, a stopa pogodaka insolventnih 53,2%.

Tablica 14: Greške modela za formulu X2

Greške modela	Izračun	
Ukupna greška modela	$= (147+243)/ 1000$	38,1%
Greška tipa I	$= 234/(266+234)$	46,8%
Greška tipa II	$= 147/(147+353)$	29,4%

Izvor: vlastita izrada autora

Od ukupno 1000 poduzeća njih 38,1% je pogrešno klasificirano što čini ukupnu grešku modela od 38,1%. Greška tipa I iznosi 46,8%, što govori kako je 46,8% insolventnih poduzeća krivo procijenjeno kao da su solventna. Greška tipa II iznosi 29,4%, što znači da je 29,4% solventnih poduzeća krivo procijenjeno kao da su insolventna.

Tablica 15: Matrica pogreške za formulu X3₍₃₎

Stvarno stanje	Procjena modela	
	Insolventan	Solventan
Insolventan	310 (ispravno insolventni)	190 (pogrešno solventni)
Solventan	202 (pogrešno insolventni)	298 (ispravno solventni)

Izvor: izrada autora prema: Siddiqi, 2012.

Prema matrici iz Tablice 15 izračunate su stope pogodaka te greške modela za formulu (3)

Tablica 16: Stope pogodaka za formulu X3

Stope pogodaka	Izračun	
Ukupna stopa pogodaka	$= (310+298)/1000$	60,8%
Stopa pogodaka solventnih poduzeća	$= 298/500$	59,6%
Stopa pogodaka insolventnih poduzeća	$= 310/500$	62%

Izvor: vlastita izrada autora

Prema formuli (3) od ukupno 1000 poduzeća točno je procijenjeno 608 poduzeća kao solventno ili insolventno, tj. ukupna stopa pogodaka iznosi 60,8%. Stopa pogodaka solventnih poduzeća iznosi 59,6%, dok je stopa pogodaka insolventnih poduzeća 62%.

Tablica 17: Greške modela prema formuli X3

Greške modela	Izračun	
Ukupna greška modela	$= (202+190)/1000$	39,2%
Greška tipa I	$= 190/(310+190)$	38,5%
Greška tipa II	$= 202/ (202+298)$	40,4%

Od ukupno 1000 poduzeća njih 392 je pogrešno klasificirano što čini ukupnu grešku modela od 39,2%. Greška tipa I iznosi 38,5% što znači da je 38,5% insolventnih poduzeća krivo procijenjeno kao da su solventna. Greška tipa II iznosi 40,4%, što govori kako je 40,4% solventnih poduzeća krivo procijenjeno kao da su insolventna.

Tablica 18: Matrica pogreške za formulu X4 (4)

Stvarno stanje	Procjena modela	
	Insolventan	Solventan
Insolventan	258 (ispravno insolventni)	243 (pogrešno solventni)
Solventan	158 (pogrešno insolventni)	342 (ispravno solventni)

Izvor: izrada autora prema: Siddiqi, 2012.

Prema matrici iz Tablice 18 izračunate su stope pogodaka te greške modela za formulu (4)

Tablica 19: Stope pogodaka za formulu X4

Stope pogodaka	Izračun	
Ukupna stopa pogodaka	$= (258+342)/1000$	60%
Stopa pogodaka solventnih poduzeća	$= 342/500$	68,4%
Stopa pogodaka insolventnih poduzeća	$= 258/500$	51,6%

Izvor: vlastita izrada autora

Prema formuli (4) od ukupno 1000 poduzeća model je točno procijenio 600 poduzeća, tj. ukupna stopa pogodaka čini 60%. Stopa pogodaka solventnih poduzeća iznosi 68,4%, a stopa pogodaka insolventnih iznosi 51,6%.

Tablica 20: Greške modela za formulu X4

Greške modela	Izračun	
Ukupna greška modela	$= (158+243)/ 1000$	40,1%
Greška tipa I	$= 243/(258+243)$	48,5%
Greška tipa II	$= 158/ (158+342)$	31,6%

Od ukupno 1000 poduzeća njih 401 je pogrešno klasificirano što čini ukupnu grešku modela od 40,1%, odnosno 40,1% klijenata je pogrešno procijenjeno. Greška tipa I iznosi 48,5%, tj 48,5% insolventnih poduzeća je krivo procijenjeno kao da su solventna. Greška tipa II iznosi 31,6%, odnosno 31,6 % solventnih poduzeća krivo je procijenjeno kao da su insolventna.

6. Rasprava

U ovom poglavlju uspoređeni su rezultati istraživanja model Zmijewski, koje je provedeno kroz četiri formule na temelju stope pogodaka i stope pogrešaka kako bi se procijenilo koji model ima najveći potencijal za primjenu u Hrvatskoj.

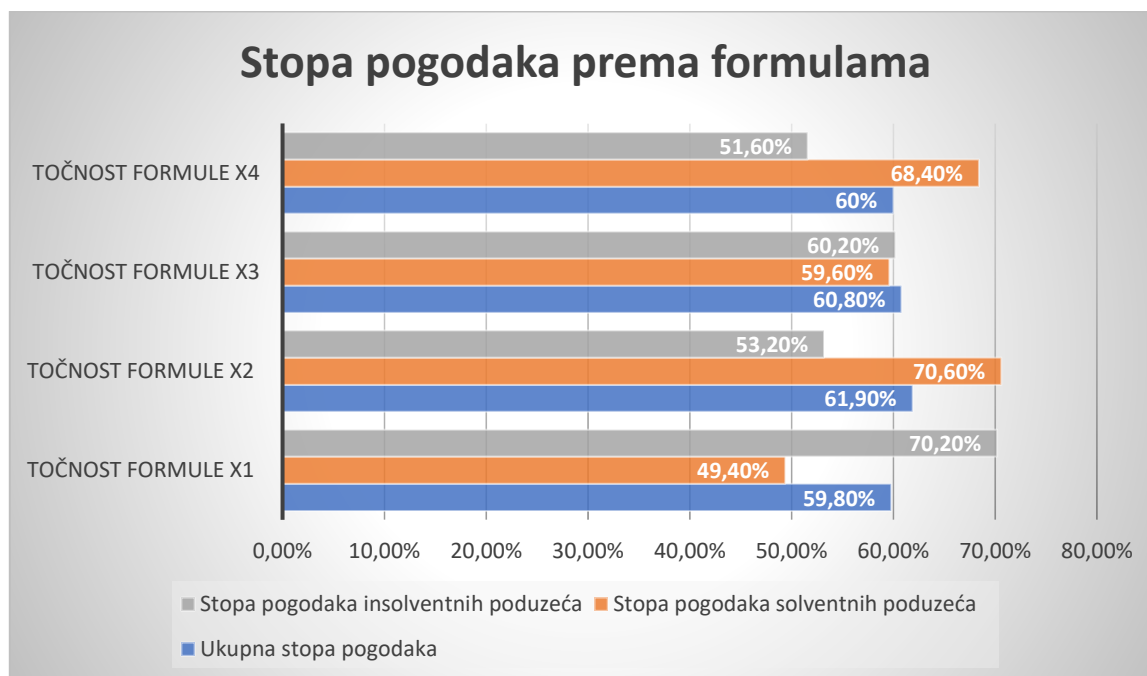
Tablica 21: Usporedba rezultata primjenom različitih formula (X1 do X4)

Formula	X1= -2,953 - 9,023ROA + 5,503FINL- 0,197LIQ	X2= -4,777 - 8,702ROA +5,133FINL- 0,002LIQ	X3= -4,336 - 4,513ROA+ 5,679FINL+0,004LIQ	X4=-4,803- 3,599ROA +5,406FINL - 0,100LIQ.
Ukupna stopa pogodaka	59,8%	61,9%	60,8%	60%
Stopa pogodaka solventnih poduzeća	49,4%	70,6%	59,6%	68,4%
Stopa pogodaka insolventnih poduzeća	70,2%	53,2%	62%	51,6%
Greška tipa I	29,8%	46,8%	38,5%	48,5%
Greška tipa II	50,6%	29,4%	40,4%	31,6%

Izvor: vlastita izrada autora

Kada se promatra Tablica 13 može se zaključiti kako najveću ukupnu stopu pogodaka model ima prema formuli X1, odnosno 61,9% dok najmanju ukupnu stopu pogodaka ima prema formuli X1, tj. 59,8%. Također, prema formuli X2 model ima najveću stopu pogodaka solventnih poduzeća, te iznosi 70,6%, a najmanju prema formuli X1 tj. 49,4%. Kada se promatra stopa pogodaka insolventnih poduzeća najtočnija je formula X1 odnosno iznosi 70,2%, dok je najlošija procjena modela prema formuli X4i iznosi 51,6%. Greška tipa I najmanja je u slučaju formule X1, te iznosi 29,8%, dok je najveća kod formule X4 iznosi 48,5%.

Greška tipa II najmanja je kada se promatra formula X2, a najveća kada se promatra formula X1.



Grafikon 7: Stopa pogodaka prema formulama

Izvor: vlastita izrada autora

Prema Grafikonu 7 može se zamijetiti kako model ima najvišu ukupnu stopu pogodaka prema formuli X2, kao i najvišu stopu pogodaka solventnih poduzeća. Prema formuli X1 model ima najvišu stopu pogodaka insolventnih poduzeća. Najnižu ukupnu stopu pogodaka model ima prema formuli X4, najnižu stopu pogodaka insolventnih poduzeća prema formuli X4, a najnižu stopu pogodaka solventnih poduzeća prema formuli X1.

Tablica 22: Usporedba točnosti izvornog modela Zmijewski i primjene modela u Hrvatskoj

Formula	X1= -2,953 - 9,023ROA + 5,503FINL- 0,197LIQ	X2= -4,777 - 8,702ROA + +5,133FINL- 0,002LIQ	X3= -4,336 - 4,513ROA+ 5,679FINL +0,004LIQ	X4=-4,803- 3,599ROA +5,406FINL - 0,100LIQ
Ukupna stopa pogodaka izvornog	96,3%	76,3%	97,7%	97,1%

modela Zmijewski				
Solventna poduzeća	100%	100%	99,5%	99,9%
Insolventna poduzeća	92,5%	52,5%	62,5%	42,5%
Ukupna stopa pogodaka modela Zmijewski u Hrvatskoj	59,8%	61,9%	60,8%	60%
Solventna poduzeća	49,4%	70,6%	59,6%	68,4%
Insolventna poduzeća	70,2%	53,2%	62%	51,6%

Izvor: izrada autora prema: Zmijewski, 1984.

Prema podacima iz Tablice 14 može se primijetiti kako je ukupna stopa pogodaka modela Zmijewski u izvornom istraživanju najviša u slučaju formule X3, dok je u primjeni modela na ovo istraživanje u Hrvatskoj najvišu točnost imala formula X2. Kada se promatra točnost modela u procjeni solventnih i insolventnih poduzeća vidljivo je kako je u oba slučaja točnost bila veća za iste formule modela. Što se tiče solventnih poduzeća, formula X2 bila je najtočnija formula u procjenjivanju solventnosti poduzeća. Najtočnija formula u procjenjivanju insolventnih poduzeća je formula X1.

7. Zaključak

Insolventnost poduzeća koja podrazumijeva nesposobnost poduzeća u podmirivanju svojih obveza, može dovesti do prezaduženosti pa i do bankrota poduzeća. Model Zmijewski jedan je od modela za procjenu rizika kojem je cilj predviđanje bankrota. U istraživanju provedenom u vrijeme financijske krize u SAD-u, kao i u slučaju primjene modela u Srbiji, pokazao je veliku točnost u procjeni dobrih i loših poduzeća, odnosno solventnih i insolventnih (Pavlović i dr, 2012). . U ovom radu je rizik malih i srednjih poduzeća Republike Hrvatske istraživan kroz model Zmijewski, kako bi se procijenila točnost modela u procjenjivanju solventnih i insolventnih poduzeća. Istraživanje je provedeno na reprezentativnom uzorku od 1000 malih i srednjih poduzeća Republike Hrvatske, od kojih je 500 solventno, a 500 insolventno. Na temelju provedenog istraživanja kroz validaciju modela pomoću četiri formule, može se zaključiti kako je model prema formuli (2) - $X2 = -4,777 - 8,702ROA + 5,133FINL - 0,002LIQ$, najbolje procijenio solventna i insolventna poduzeća. Prema toj formuli model je točno razvrstao 619 poduzeća, što predstavlja točnost modela od 61,9%. Najviše ispravno insolventnih poduzeća je model razvrstao prema formuli (1), odnosno njih 351 poduzeća, što je 70,2% točno svrstanih poduzeća kao insolventna poduzeća. Najviše ispravno solventnih poduzeća model je razvrstao prema formuli (2), odnosno 353 poduzeća, što je 70,6% točno svrstanih poduzeća kao solventnih. U usporedbi s rezultatima koje je proveo Zmijewski u svom istraživanju, koji je imao točnost modela za formulu (1) od 96,3%, točnost modela u ovom istraživanju imala je manju stopu pogodaka. Isto tako vrijedi za formulu (2) koja je u istraživanju Zmijewskog imala točnost 76,3%, formulu (3) koja je imala točnost od 97,7%, te formulu (4) koja je imala točnost od 97,1%. Međutim, kada se promotri stanje u Hrvatskoj u pogledu insolventnosti, ali i samo svrstavanje poduzeća kao solventna i insolventna postoje razlike. Prvenstveno, Zmijewski je ovo istraživanje proveo u razdoblju velike financijske krize u SAD-u, dok se trenutno stanje Hrvatske razlikuje. Poduzeća u Hrvatskoj su se našla u post-pandemijskoj krizi u promatranom razdoblju, odnosno 2021. i 2022.godini, a zbog pružene financijske pomoći mjerama oporavka kriza je lakše prebrođena. Zmijewski model koristi tri pokazatelja u procjenjivanju poduzeća, odnosno povrat na imovinu, koeficijent zaduženosti i koeficijent tekuće likvidnosti, uvrštavajući ih u formule (1), (2), (3) ili (4). Kada se pogleda stanje Hrvatske 2000. godine, kada je zabilježeno čak 32717 insolventnih poduzeća, i stanje Hrvatske u 2023. godini, kada je zabilježeno 6153, može se zaključiti kako je stanje u Hrvatskoj bolje po tom pitanju. H1, kojom se navodi da je model Zmijewski primjenjiv u procjeni

insolventnosti malih i srednjih poduzeća Republike Hrvatske, djelomično se prihvaća. Može se reći kako Zmijewski model ima određenu primjenjivost, ali točnost njegovih predviđanja varira, što sugerira potrebu za prilagodbu modela specifičnostima lokalnog tržišta. Postoje ograničenja u kontekstu hrvatskog gospodarskog okruženja, posebno tijekom perioda koji nisu obilježeni financijskim krizama, za razliku od perioda kada je model originalno razvijen. Za daljnje istraživanje preporučuje se proširenje uzorka podataka, uključivanje različitih sektora i vremenskih razdoblja. Isto tako, preporučuje se usporedba s drugim modelima predviđanja insolventnosti kako bi se dobila sveobuhvatnija slika o njihovoj učinkovitosti. Također, važno je istražiti kako makroekonomski uvjeti i regulatorni okviri utječu na učinkovitost modela u hrvatskom kontekstu. Model Zmijewski pruža vrijedan uvid u financijsko stanje poduzeća, no njegova primjena u Hrvatskoj zahtijeva oprez i modifikacije kako bi se osigurala veća točnost i relevantnost u procjeni rizika od insolventnosti.

Literatura

Knjige i članci

1. Andrijanić I., Gregurek M., Merkaš Z. (2016). *Upravljanje poslovnim rizicima*. Libertas i Plejada d.o.o., Zagreb
2. Bogdan, S., Bareša, S., & Hađina, V. (2019). *Testiranje primjenjivosti Altmanovog Z-score modela za predviđanje stečaja u Republici Hrvatskoj*. Notitia-časopis za ekonomske, poslovne i društvene teme, 5 (1.), 31-46.
3. Beaver, W. (1966): *Financial Ratios as Predictors of Failure*, Journal of Accounting Research, Supplement, 71-111.
4. Chesser, D. (1974). *Predicting Loan Noncompliance*. - The Journal of Commercial Bank Lending, Vol. 56 (12), 28-38
5. Dunham, Randall B. i Jun L. Pierce: *Management*, Scott Frestamn and Company, Glenview, Illinois – London, England, 1989.
6. Muzanni, M., & Yuliana, I. (2021). *Comparative analysis of Altman, Springate and Zmijewski models in predicting the bankruptcy of retail companies in Indonesia and Singapore*. TIJAB (The International Journal of Applied Business), 5(1), 81-93
7. Oude Avenhuis, J. (2013). *Testing the generalizability of the bankruptcy prediction models of Altman, Ohlson and Zmijewski for Dutch listed and large non-listed firms* (Master's thesis, University of Twente).
8. Pavlović, V., Muminović, S., & Cvijanović, J. M. (2012). *Adequateness of applying the Zmijewski model on Serbian companies*. Industrija, 40(4), 25-39.
9. Siddiqi, N. (2012). *Credit Risk Scorecards: Developing and Implementing Intelligent Credit Scoring*. Germany: Wileyel
10. Springate, G. L. V. (1978). *Predicting the possibility of failure in a Canadian firm*. (Unpublished master's thesis). Simon Fraser University, Canada.(Unpublished master's thesis). Simon Fraser University, Canada
11. Srića V., (2011). *Menadžment rizika*, Veleučilište u Šibeniku, Šibenik
12. Šverko Grdić, Z., Radolović, J., & Bagarić, L. (2009). *Solventnost poduzeća u Republici Hrvatskoj i u Europskoj uniji*. Ekonomski pregled, 60(5-6), 250-266.
13. Zmijewski, M.E. (1984). *Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models*. Journal of Accounting research , 59-82.

Internetski izvori

1. Financijska agencija (2024). *Novosti*. Dostupno na: <https://www.fina.hr/content/search?searchText=analiza%20duga%20pravnih%20insolventnih%20osoba&searchType=news> [pristupljeno 29.siječnja 2024].
2. Službene internetske stranice Europske unije (2024). *Nesolventnost/stečaj*. Dostupno na: https://e-justice.europa.eu/content_insolvency-447-hr.do [pristupljeno 29. siječnja 2024].
3. Sveučilište u Zadru. (2024). *Nastavni materijali. Metode znanstvenog istraživanja*. Dostupno na: https://www.unizd.hr/portals/4/nastavni_mat/1_godina/metodologija/metode_znanstvenih_istrzivanja.pdf [pristupljeno 15.studenoga 2023].
4. Šarlija, N. (2008). *Modeli ocjene rizičnosti poduzeća*. Predavanja za kolegij „Kreditna analiza“. Dostupno na: http://arhiva.efos.hr/kreditna-analiza/wp-content/uploads/sites/252/2013/04/7_modeli-ocjene-rizicnosti.doc.pdf [pristupljeno 28.studenoga 2023].
5. Šarlija, N. (2008). *Ključna pitanja kod ocjenjivanja zahtjeva za kreditima poduzeća*. Predavanja za kolegij „Kreditna analiza“. Dostupno na: http://arhiva.efos.hr/kreditna-analiza/wp-content/uploads/sites/252/2013/04/5_kljucna-pitanja-kod-ocjenjivanja-zahtjeva.doc.pdf [pristupljeno 28.studenoga 2023].
6. Wise US. (2024). *Sic code*. Dostupno na: <https://wise.com/us/sic-code/> [pristupljeno 24.listopada 2023].

Popis tablica

Tablica 1: Broj insolventnih osoba i ukupni dug za razdoblje od 1994. do 2000. godine	5
Tablica 2: Broj insolventnih osoba i ukupni dug za razdoblje od 2020. do 2023. godine	6
Tablica 3: Distribucija poduzeća u bankrotu prema godinama podnošenja zahtjeva za bankrot	9
Tablica 4: Rezultati modela Zmijewski u Srbiji	12
Tablica 5: Elementarna statistika za insolventna poduzeća	17
Tablica 6: Elementarna statistika za solventna poduzeća	17
Tablica 7: Točnost izvornog modela Zmijewski prema odabranim formulama	19
Tablica 8: Matrica pogreške	23
Tablica 9: Matrica pogreške za formulu X1 (1)	23
Tablica 10: Stope pogodaka za formulu X1	23
Tablica 11: Stope pogreške za formulu X1	24
Tablica 12: Matrica pogreške za formulu X2 (2)	24
Tablica 13: Stope pogodaka za formulu X2	24
Tablica 14: Greške modela za formulu X2	25
Tablica 15: Matrica pogreške za formulu X3(3)	25
Tablica 16: Stope pogodaka za formulu X3	25
Tablica 17: Greške modela prema formuli X3	26
Tablica 18: Matrica pogreške za formulu X4 (4)	26
Tablica 19: Stope pogodaka za formulu X4	26
Tablica 20: Greške modela za formulu X4	26
Tablica 21: Usporedba rezultata primjenom različitih formula (X1 do X4)	28
Tablica 22: Usporedba točnosti izvornog modela Zmijewski i primjene modela u Hrvatskoj	29

Popis grafikona

Grafikon 1: Broj pravnih osoba koje nisu izvršile svoje obveze u razdoblju od 2020. do 2023. godine	7
Grafikon 2: Ukupan dug pravnih osoba prema vremenu neispunjenja obveza u razdoblju od 2020. do 2023. godine	8
Grafikon 3: Distribucija solventnih i insolventnih poduzeća prema formuli X1 (1)	20
Grafikon 4: Distribucija solventnih i insolventnih poduzeća prema formuli X2 (2)	21
Grafikon 5: Distribucija solventni i insolventnih poduzeća prema formuli X3 (3)	21
Grafikon 6: Distribucija solventni i insolventni poduzeća prema formuli X4 (4)	22
Grafikon 7: Stopa pogodaka prema formulama	29