

Jelena Stanojević
Univerzitet u Beogradu –
Ekonomski fakultet

Vesna Rajić
Univerzitet u Beogradu –
Ekonomski fakultet

Dragana Radojičić
Univerzitet u Beogradu –
Ekonomski fakultet

Tatjana Rakonjac-Antić
Univerzitet u Beogradu –
Ekonomski fakultet

PREGLED TESTOVA KOJI SE KORISTE PRILIKOM PROVERE SAGLASNOSTI PODATAKA IZ FINANSIJSKIH IZVEŠTAJA SA BENFORDOVIM ZAKONOM

OVERVIEW OF TESTS USED WHEN VERIFYING DATA FROM FINANCIAL STATEMENTS FOR COMPLIANCE WITH BENFORD'S LAW

Apstrakt

Finansijski izveštaji predstavljaju bazične instrumente koji sadrže podatke na osnovu kojih zainteresovane strane mogu da na adekvatan način donesu ekonomske odluke. Kako su podaci u finansijskim izveštajima podložni slučajnim greškama (na primer, prilikom unosa ili neophodnog zaokruživanja) kao i nekom vidu manipulacije, nameće se potreba za primenom metodologije koja će na brz i efikasan način locirati pozicije i cifre pod sumnjom. U teoriji i praksi prisutni su razni modeli za tu svrhu i jedan takav model jeste Benfordov zakon. Benfordov zakon pripada modelima digitalne analize i može da ukaže na to da postoji indicija da u okviru finansijskih izveštaja postoji nedoslednost ili nelogičnost u skupovima podataka, i često je primenjivana u forenzičkom računovodstvu. Prema Benfordovom zakonu, pojavljivanje prvih cifara nije uniformno, što bi se intuitivno očekivalo. Tačnije, zakon tvrdi da numerički podaci prate trend da se vodeće cifre 1-9 pojavljuju po opadajućem logaritamskom zakonu, gde se cifra 1 pojavljuje skoro 30%, dok se 9 pojavljuje sa frekventnošću od 4,58%. U radu se testira saglasnost raspodele realnih podataka iz finansijskih izveštaja tri društva za osiguranje primenom četiri statistička testa i daje se preporuka dubljeg posmatranja pojedinih cifara, ukoliko je to potrebno.

Ključne reči: finansijski izveštaji, slučajne greške, manipulacija podacima, Benfordov zakon, saglasnost raspodela, simulacija podataka, statistički testovi

JEL klasifikacija: C12, C15

Abstract

Financial reports are basic instruments that contain data on the basis of which interested parties can adequately make economic decisions. As data in financial reports are subject to some kind of random errors (for example, when entering or necessary rounding) and manipulation, there is a need to apply a met-

hodology that will quickly and efficiently locate suspicious positions and figures. In theory and practice, there are various models for this purpose, and one such model is Benford's law. Benford's law belongs to digital analysis models and can indicate that there is an indication that there is an inconsistency or illogicality in the data sets within the financial statements, and it is often applied in forensic accounting. According to Benford's law, the occurrence of the first digits is not uniform, as one would intuitively expect. More precisely, the law claims that the numerical data follows a trend of the leading digits 1-9 appearing in a decreasing logarithmic law, where the digit 1 appears almost 30% of the time, while 9 appears with a frequency of 4.58%. The paper tests the agreement of the distribution of real data from the financial reports of three insurance companies by applying four statistical tests and recommends a deeper observation of individual figures, if necessary.

Keywords: *financial statements, random errors, data manipulation, Benford's law, agreement of distributions, data simulation, statistical tests*

JEL Classification: *C12, C15*

Uvod

Benfordov zakon je složena matematička metoda i tehnika koja se koristi za otkrivanje nepravilnosti u skupovima numeričkih podataka. Kako se ovaj zakon koristi za otkrivanje mogućih nepravilnosti, grešaka ili potencijalnih prevara, primenjuje se i u analizi finansijskih izveštaja. U praksi, finansijski izveštaji mogu imati nenamerne ili namerne greške, što dovodi do pogrešnog prikaza realnog stanja koje predstavljaju, kao i do donošenja pogrešnih odluka i usvajanja neodgovarajućih mera. S obzirom na mogućnost slučajnih grešaka, manipulacije, prevara u finansijskim izveštajima, kao što su greške u unosu podataka ili neslaganja u zaokrugljivanju, postoji potreba za metodologijom koja može brzo i efikasno identifikovati sumnjive unose. Otkrivanje lažnog, manipulativnog ili kriminalnog finansijskog izveštavanja je izazovno, ali izrazito važno jer potencijalno rezultira eliminisanjem mogućnosti stvaranja negativnih posledica po poslovanje. Benfordov zakon je model digitalne analize koji može otkriti nedoslednosti ili anomalije u podacima finansijskih izveštaja.

Inicijalno američki naučnik Newcomb (1881) otkrio je Benfordov zakon kada je primetio da su prve stranice logaritamskih tablica pohabanije od ostalih stranica tablica. Upravo to zapažanje ga je navelo da uoči da se cifra 1 pojavljuje češće nego ostale cifre. Ovo zapažanje je u suprotnosti sa intuicijom, koja sugeriše da se svaka cifra mora pojavljivati sa jednakom

frekvencijom prema uniformnoj distribuciji. Nigrini (1996) je proširio primenu Benfordovog zakona u računovodstvu, reviziji i oporezivanju u cilju otkrivanja prevara. Nakon Nigrinijevog početnog rada o forenzičkom računovodstvu, mnogi istraživači (Durtschi i dr., 2004, Krakar i dr., 2009, Nigrini i dr., 1997, Papić i dr., 2017, Tota i dr., 2016) su istraživali Benfordov zakon u ovoj oblasti. Varian (1972) je prvi primenio Benfordov zakon u ekonomiji u svrhe predviđanja. Benfordov zakon takođe može biti dragocen za identifikaciju nedoslednosti u izbornim rezultatima, čime se Mebane (2006) bavio u svom radu. Hill (1995) je predložio rigorozan matematički dokaz za Benfordov zakon. Štaviše, on je izveo verovatnoće za Benfordov zakon i pokazao da mešavina dve raspodele može da prati Benfordovu raspodelu, čak i ako te raspodele pojedinačno ne prate Benfordov zakon, i dokazao je da je za saglasnost raspodele sa Benfordovim zakonom dovoljna slučajna kombinacija raspodela. Ley (1996) je pokazao da se jednodnevni prinosi na glavne berzanske indekse, kao što su S&P 500 i Dow Jones Industrial Average, blisko pridržavaju Benfordovog zakona. Michalski i Stoltz (2013) su koristili metod za otkrivanje grešaka u makroekonomskim podacima. Benfordov zakon je našao primenu i u istraživanjima onlajn društvenih mreža, kao što je detaljno opisano u sledećim radovima Giles (2007), El Sehity i dr. (2005), itd. Stoga se Benfordov zakon može posmatrati kao pouzdano sredstvo za izazivanje sumnje u vezi sa potencijalnom prevarom, proneverom, utajom poreza, kao i greškama koje prave računovođe ili računari, pa je zbog toga ovaj pristup popularan u forenzičkom računovodstvu.

1. Osnovne karakteristike Benfordovog zakona

Benfordov zakon poznat je još i kao “zakon prve cifre”, jer utvrđuje frekvenciju pojavljivanja kako prve, tako i ostalih cifara u posmatranom skupu podataka. To je kompleksan i zahtevan matematički metod koji ima veoma zanimljivu i jednostavnu implikaciju. Naime, prema zakonu prve cifre 1-9 se pojavljuju sa frekvencijama po opadajućem logaritamskom zakonu, koji je prvi utvrdio Newcomb (1881), a nakon njega, posle skoro 60 godina Benford (1938) je zakon potvrdio i formalno u svom radu. Na osnovu tog zakona prva cifra 1 se pojavljuje najčešće, u oko 30% slučajeva, dok se kao prva cifra 9 pojavljuje najređe, u oko 4,58% slučajeva, što je na prvi pogled u suprotnosti sa očekivanjem da se cifre ravnomerno javljaju, po uniformnom zakonu. Ono po čemu je zakon postao popularan jeste upravo činjenica da može da detektuje postojanje nekih grešaka koje su mogle da nastanu, na primer pri njihovom sakupljanju i beleženju ili su posledica

manipulacije podacima. Iz tog razloga predstavlja jednu od osnovnih i naj-primenljivijih metoda za utvrđivanje ispravnosti podataka. Treba ipak napomenuti da rezultat neslaganja sa Benfordovim zakonom ne znači automatski da se radi o nameštenim podacima, kao i da slaganje sa zakonom ne znači i da do manipulacije nije došlo sigurno. Tako da se u praksi Benfordov zakon primenjuje kao prvi korak, nakon čega treba da usledi dublja analiza samih podataka, ili cifara na kojima je pokazano da se ne pojavljuju u skladu sa zakonom.

U praksi je pokazano da Benfordov zakon ima najefikasniju primenu kada se analiziraju veliki skupovi podataka koji potiču iz različitih raspodela, kada je sredina veća od medijane i kada je koeficijent spljoštenosti pozitivan (pogledati Wallace, 2002). Takođe, podaci ne bi trebalo da su locirani oko srednje vrednosti, već da se pojavljuje više manjih nego većih vrednosti. Benfordov zakon se ne može primeniti na podatke koji predstavljaju kodirane vrednosti, kao na primer broj lične karte, broj bankovnog računa ili socijalnog osiguranja, na zaokrugljene brojeve sa određenim ciljem, kao što je zaokrugljivanje cena naviše ili naniže, na brojeve koji imaju prirodni maksimum ili minimum, osim kada se radi sa pozitivnim brojevima gde je prirodan minimum 0, kao na primer rezultati izbora ili broj stanovnika nekog grada itd. (više o ograničenju pogledati u Nigrini, 2012, kao i Durtschi, Hillison i Pacini, 2004). U oblasti finansijskog računovodstva zakon je najčešće primenjivan kao osnovna metodologija, kako bi detektovao kako cifre, tako i celokupni skup podataka, pod sumnjom, kojima bi trebalo posvetiti više pažnje i detaljnije ispitati. Više o primeni i metodi pogledati u Hill (1998), Pinkham (1961), Raimi (1985), Durtschi i dr. (2004), Nigrini i Miler (2009), Pringle (2014), Alali i Romero (2013), Costa, Travassos i Santoss (2013) i dr.

U radu Fang i Chen (2020) data je definicija značajnosti broja, što je osnova za definisanje slučajne veličine koja ima Benfordov zakon raspodele.

Definicija 1: (Značajnost) Za svaki pozitivan broj $x > 0$, posmatrano u dekadnom sistemu, x se može predstaviti u sledećoj formi: $x = S(x) \cdot 10^{k(x)}$, gde se $S(x) \in [1,10]$ naziva značajnost broja x , a celobrojno $k(x)$ (obavezno jedinstveno) predstavlja eksponent. Za negativan broj x važi $S(x) = S(-x)$ i po definiciji važi $S(0) = 0$.

Definicija 2: (Benfordov zakon) Realna slučajna veličina X ima Benfordov zakon raspodele ako $\forall t \in [1,10]$ važi:

$$P \{S(X) \leq t\} = \log t.$$

Posebno, za slučajnu veličinu koja ima Benfordov zakon raspodele važi sledeće:

$$P\{D_1(X) = d_1\} = \log \left(1 + \frac{1}{d_1} \right), d_1 \in \{1, 2, \dots, 9\},$$

gde je $D_1(X)$ slučajna veličina cifre na prvoj poziciji sa leve strane realizacije slučajne veličine X .

Dalje, verovatnoća pojavljivanja cifara na ostalim pozicijama je:

$$P\{D_k(X) = d_k\} = \sum_{d_1=1}^9 \sum_{d_2=0}^9 \dots \sum_{d_{k-1}=0}^9 \log \left(1 + \frac{1}{\sum_{i=1}^k 10^{k-i} d_i} \right),$$

gde je $D_k(X)$ slučajna veličina cifre na k -toj poziciji realizacije slučajne veličine X i d_k je cifra na toj poziciji, $d_k \in \{0, 1, \dots, 9\}$ (verovatnoća pojavljivanja cifara na višim pozicijama je uniformno raspodeljena i iznosi 0,1). U radu Papić i dr. (2017), dato je uopštenje za k cifara istovremeno, u vidu sledeće posledice.

Posledica: Slučajna veličina X ima Benfordov zakon raspodele ako

$$P\{D_1(X) = d_1, D_2(X) = d_2, \dots, D_k(X) = d_k\} = \log \left(1 + \frac{1}{\sum_{i=1}^k 10^{k-i} d_i} \right),$$

za svako $k \in N$, svako $d_1 \in \{1, 2, \dots, 9\}$, i svako $d_i \in \{0, 1, \dots, 9\}$, $i \geq 2$.

2. Testovi saglasnosti sa Benfordovim zakonom

Prilikom testiranja saglasnosti sa Benfordovim zakonom, nulta hipoteza je tvrđenje koje govori o tome da su podaci u saglasnosti sa Benfordovom raspodelom, dok alternativna hipoteza tvrdi da nisu. Sve odluke su u daljem tekstu donete na nivou značajnosti od 5%. U radu se ispituje saglasnost sa Benfordovim zakonom pomoću četiri testa, koji su već predloženi u literaturi (pogledati Nigrini, 2012 i Costa i dr., 2013): z-test, hi-kvadrat test, Kolmogorov Smirnov (KS) test, i test zasnovan na srednjoj apsolutnoj devijaciji (skraćeno SAO test). Treba istaći da su ovi testovi različiti, u smislu da statistika z-testa ispituje svaku cifru odvojeno, dok ostala tri testa daju odgovor za sve cifre odjednom (simultano). Još jedna razlika je što SAO test ne zavisi od broja podataka koji se ispituje, dok preostala tri testa zavise, tako da se on može primeniti i daje pouzdan odgovor i kada je posmatrani skup podataka veoma veliki.

Prvi test je z-test, a odgovarajuća statistika testa je oblika:

$$Z_i = \frac{|p_{oi} - p_i| - \frac{1}{2n}}{\sqrt{\frac{p_i(1-p_i)}{n}}},$$

gde je Z_i odgovarajuća Z -statistika za cifru i ($i = 1, 2, \dots, 9$), p_{oi} je ostvarena procentualna frekvencija cifre i , p_i je očekivana procentualna frekvencija cifre i u skladu sa Benfordovim zakonom, n je broj opservacija posmatrane promenljive, član $1/2n$ je Yatesov faktor korekcije, koji se upotrebljava kada je taj koeficijent manji po apsolutnoj vrednosti od apsolutne razlike $|p_{oi} - p_i|$ u brojiocu. Nulta hipoteza se odbacuje na nivou značajnosti od 5% ukoliko je vrednost Z -statistike veća od kritične vrednosti, koja iznosi 1,96.

Drugi test kojim se može testirati saglasnost podataka sa Benfordovom raspodelom je Hi-kvadrat test. Ovim testom se ispituje da li „celokupna“ raspodela ostvarenih frekvencija prve cifre odstupa od raspodele očekivanih frekvencija koja je u skladu sa Benfordovim zakonom. Znači, ovaj test testira sve cifre odjednom, za razliku od z -testa, koji testira svaku cifru posebno, što je ujedno i prednost ovog testa. Odgovarajuća statistika testa se računa pomoću sledeće formule:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^9 \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = n \sum_{i=1}^9 \frac{(p_{oi} - p_i)^2}{p_i},$$

gde je O_i ostvarena frekvencija cifre i , E_i je očekivana frekvencija cifre i prema Benfordovom zakonu ($E_i = np_i$), p_{oi} i p_i su uvedeni u slučaju z -testa. Kritična vrednost iznosi 15,51, i ukoliko je vrednost statistike hi-kvadrat testa (sa 8 stepeni slobode) veća od ove kritične vrednosti, nulta hipoteza se odbacuje, tj. što je statistika testa veća, to je veće odstupanje od Benfordove raspodele.

Treći test za testiranje saglasnosti koji je poznat u literaturi je Kolmogorov Smirnov (KS) test. Sa prethodno uvedenom notacijom, odgovarajuća statistika KS testa se računa prema sledećoj formuli:

$$KS = \frac{1}{\sqrt{n}} \max_{1 \leq j \leq 9} \left| \sum_{i=1}^j (O_i - E_i) \right| = \sqrt{n} \max_{1 \leq j \leq 9} \left| \sum_{i=1}^j (p_{oi} - p_i) \right|.$$

Kako nulta hipoteza govori o saglasnosti raspodele svih cifara sa Benfordovim zakonom, test ispituje da li se ostvarene frekvencije statistički razlikuju od očekivanih frekvencija na osnovu Benfordovog zakona. Ukoliko se nulta hipoteza odbaci, to znači da treba dublje i detaljnije posmatrati

podatke i signal je da je možda došlo do manipulacije sa podacima. Treba napomenuti, da ukoliko se testom odbaci nulta hipoteza, ne mora obavezno da znači da je došlo do manipulacije, i obrnuto, ukoliko se testom ne odbaci nulta hipoteza, to još uvek ne mora da znači da do manipulacije nije došlo.

Poslednji test koji se može primeniti za testiranje saglasnosti raspodele posmatranih podataka sa Benfordovim zakonom jeste test srednjeg apsolutnog odstupanja (skraćeno SAO test). Za razliku od prethodno navedenih testova, ovim testom se ne uzima u obzir veličina posmatranog skupa podataka, tako da se može primeniti i u slučaju velikog broja podataka (pogledati Nigrini, 2012). Formula po kojoj se računa statistika testa je sledeća:

$$SAO = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^K |O_i - E_i|}{K} = \frac{\sum_{i=1}^K |p_{oi} - p_i|}{K},$$

gde su O_i , E_i , p_{oi} , p_i , i i n već uvedene promenljive a K je broj cifara koji se posmatra. Nedostatak ovog testa jeste što ne postoji jasno definisana kritična vrednost testa, već je Nigrini, 2012 sugerisao kritične vrednosti za slaganje, prihvatljivo slaganje i neslaganje i to na osnovu svog ličnog iskustava. U Tabeli 1 su dati rangovi odgovarajućih kritičnih vrednosti.

Tabela 1. Rangovi SAO kritičnih vrednosti

Rang slaganja	Prva cifra
Blisko slaganje	0,000-0,006
Prihvatljivo slaganje	0,006-0,012
Marginalno prihvatljivo slaganje	0,012-0,015
Neslaganje	Iznad 0,015

Izvor: Nigrini, 2012

3. Podaci i metodologija

U radu su korišćeni podaci iz bilansa stanja i bilansa uspeha na dan 31.12.2022. godine, koji predstavljaju osnovne finansijske izveštaje, tri društva za osiguranje koja posluju na tržištu osiguranja u Srbiji. Ova tri društva su izabrana slučajnim putem, a cela analiza se može sprovesti i na nekim drugim kompanijama. Podaci o bilansima su dostupni na sajtu Agencije za privredne registre Srbije. Finansijski izveštaji društava za osiguranje sadrže specifičnosti koje su u vezi sa njihovim poslovanjem. U osiguranju osiguravani plaćaju premiju osiguranja, a društvo za osiguranje, nakon realizacije

osiguranog slučaja isplaćuje korisniku osiguranja naknadu štete ili osiguranu sumu u zavisnosti od toga da li se radi o osiguranju imovine ili o životnom osiguranju. Informacije o imovini osiguravača kao i o izvorima njenog finansiranja na određeni dan, sadržani su u bilansu stanja. Prihodi i rashodi obračunskog perioda sadržani su u bilansu uspeha. Na osnovu informacija sadržanih u finansijskim izveštajima dolazi se do zaključka o finansijskom položaju i uspešnosti poslovanja društva za osiguranje u toku poslovne godine. Koristan alat za utvrđivanje eventualnih indicija o potencijalnim neslaganjima ili nepravilnostima u okviru finansijskih izveštaja upravo predstavlja Benfordov zakon (Kubašćiková, 2017). Treba napomenuti da je validnost zaključaka u ovom istraživanju osetljiva jer uzorci nisu dovoljno veliki, ali zbog limitiranosti dostupnosti baze podataka, istraživanje je sprovedeno sa dostupnim resursima.

4. Rezultati i diskusija

U Tabeli 2 date su deskriptivne mere za tri slučajno odabrana društva za osiguranje koja posluju u Srbiji. Na osnovu ove tabele uočava se da su potvrđena dva osnovna uslova koja su neophodna, kako bi se proverila saglasnost podataka iz finansijskih izveštaja sa Benfordovim zakonom: 1) srednja vrednost je veća od medijane na posmatranim podacima; 2) koeficijent spljoštenosti je pozitivan na posmatranim podacima.

Tabela 2. Deskriptivne mere za tri izabrana društva za osiguranje

Društvo za osiguranje	Sredina	Medijana	Koef. spljoštenosti	N
Društvo za osiguranje 1	1 227 898,259	194 770	2,938	135
Društvo za osiguranje 2	3 239 972,702	270 002	2,890	123
Društvo za osiguranje 3	747 403,462	123 974	2,710	132

Izvor: Izračunavanja autora

U Tabeli 3 je data analiza za Društvo za osiguranje 1. Odgovarajuća statistika hi-kvadrat testa je 3,473 i manja je od tablične vrednosti koja iznosi 15,51 (za nivo značajnosti 0,05 i 8 stepeni slobode). Zaključuje se da ne

postoji dovoljno dokaza da se odbaci nulta hipoteza, pa se ne može zaključiti da postoji indicija da je došlo do slučajne greške ili manipulacija prvom cifrom podataka iz finansijskih izveštaja ovog društva za osiguranje. Takođe, z-test ne pokazuje nijednu cifru koja nije kompatibilna sa Benfordovim zakonom; statistika SAO testa iznosi 0,014 i ona pokazuje marginalno prihvatljivo slaganje; statistika KS testa iznosi 0,524, dok je odgovarajuća p-vrednost 0,6341, što govori u prilog slaganja sa zakonom.

Tabela 3. Statistike prve cifre za Društvo za osiguranje 1

Cifra	Ostvarene frekvencije	Očekivane frekvencije	Stopa aps. odstupanja (%)	Statistika z-testa
1	28,1481	30,1	1,9519	0,4006
2	19,2593	17,61	1,6493	0,3901
3	11,1111	12,49	1,3789	0,3544
4	9,6296	9,69	0,0604	0,0237
5	5,9259	7,92	1,9941	0,6986
6	5,9259	6,7	0,7741	0,3597
7	7,4074	5,8	1,6074	0,7990
8	7,4074	5,12	2,2874	1,0106
9	5,1852	4,58	0,6052	0,1305
	Hi-kvadrat = 3,473	KS = 0,524	SAO = 0,014	

Izvor: Izračunavanja autora

U Tabeli 4 je data analiza za Društvo za osiguranje 2. Odgovarajuća statistika hi-kvadrat testa je 9,303 i manja je od tablične vrednosti, koja iznosi 15,51 (za nivo značajnosti 0,05 i 8 stepeni slobode). Zaključuje se da ne postoji dovoljno dokaza da se odbaci nulta hipoteza, pa se ne može zaključiti da postoji indicija da je došlo do slučajne greške ili manipulacija prvom cifrom podataka iz finansijskih izveštaja ovog društva za osiguranje. Takođe, z-test ne pokazuje nijednu cifru koja nije kompatibilna sa Benfordovim zakonom; statistika KS testa iznosi 0,636, dok je odgovarajuća p-vrednost 0,438, što govori u prilog slaganja sa zakonom; statistika SAO testa iznosi 0,019 i jedino ona pokazuje neslaganje sa zakonom, što se može pripisati velikoj osetljivosti testa.

Tabela 4. Statistike prve cifre za Društvo za osiguranje 2

Cifra	Ostvarene frekvencije	Očekivane frekvencije	Stopa aps. odstupanja (%)	Statistika z-testa
1	32,5203	30,1	2,4203	0,4869
2	17,0732	17,61	0,5368	0,0379
3	13,8211	12,49	1,3311	0,3102
4	9,7561	9,69	0,0661	0,0248
5	5,6911	7,92	2,2289	0,7484
6	11,3821	6,7	4,6821	1,8966
7	5,6911	5,8	0,1089	0,0517
8	2,4390	5,12	2,681	1,1445
9	1,6260	4,58	2,954	1,3515
	Hi-kvadrat = 9,303	KS = 0,636	SAO = 0,019	

Izvor: Izračunavanja autora

U Tabeli 5 je data analiza za Društvo za osiguranje 3. Odgovarajuća statistika hi-kvadrat testa je 11,347 i manja je od tablične vrednosti, koja iznosi 15,51 (za nivo značajnosti 0,05 i 8 stepeni slobode). Zaključuje se da ne postoji dovoljno dokaza da se odbaci nulta hipoteza, pa se ne može zaključiti da postoji indicija da je došlo do slučajne greške ili manipulacija prvom cifrom podataka iz finansijskih izveštaja ovog društva za osiguranje. Dalje, z-test pokazuje da cifra 9 nije kompatibilna sa Benfordovim zakonom. Pojavljivanje te cifre opada značajno statistički u odnosu na očekivanu frekvenciju a stopa odstupanja je 4,58%. Pojavljivanje ostalih cifara je u skladu sa Benfordovim zakonom testirano z-testom. Statistika KS testa iznosi 0,8081, dok je odgovarajuća *p*-vrednost 0,2419, što govori u prilog slaganja podataka sa zakonom; statistika SAO testa iznosi 0,020 i ona pokazuje neslaganje sa zakonom, što se može pripisati velikoj osetljivosti testa.

Tabela 5. Statistike prve cifre za Društvo za osiguranje 3

Cifra	Ostvarene frekvencije	Očekivane frekvencije	Stopa aps. odstupanja (%)	Statistika z-testa
1	30,303	30,1	0,203	0,0508
2	23,4848	17,61	5,8748	1,6578
3	11,3636	12,49	1,1264	0,2598
4	9,8485	9,69	0,1585	0,0615
5	9,8485	7,92	1,9285	0,6593
6	3,7879	6,7	2,9121	1,1641
7	5,303	5,8	0,497	0,0581
8	6,0606	5,12	0,9406	0,2929
9	0	4,58	4,58	2,3089*
	Hi-kvadrat = 11,347	KS = 0,8081	SAO = 0,020	

Izvor: Izračunavanja autora

Zaključak

Finansijski izveštaji sadrže podatke na osnovu kojih interni i eksterni korisnici mogu da sagledaju poslovanje konkretnog poslovnog subjekta. Društva za osiguranje zbog specifičnosti u svom poslovanju u odnosu na druge poslovne subjekte, pored velikog broja pozicija koje sadrže i izveštaji drugih poslovnih subjekata imaju i pozicije koje su svojstvene samo osiguravačima (prevashodno se nalaze na strani pasive bilansa stanja osiguravača). Bilans stanja društva za osiguranje sadrži informacije o imovini i izvorima njenog finansiranja, a u bilansu uspeha su prikazani prihodi i rashodi u obračunskom periodu i naznačen je periodični rezultat, profit ili gubitak. U radu je testirana saglasnost prve cifre iz finansijskih izveštaja (bilansa stanja i bilansa uspeha), za tri slučajno odabrana društva za osiguranje koja posluju u Srbiji, sa Benfordovim zakonom. Pokazana je saglasnost podataka sa zakonom za sva tri društva, testirano hi-kvadrat testom i KS testom. Na osnovu dobijenih rezultata testirano prethodno navedenim testovima može se zaključiti da nema indicija da u okviru bilansa stanja i bilansa uspeha tri analizirana društva za osiguranje postoji nedoslednost ili nelogičnost u sklopovima podataka. Z-test je pokazao neslaganje samo jedne cifre (cifre 9) u slučaju Društva za osiguranje 3, što ukazuje na to da treba posvetiti više pažnje analizi zašto se ta cifra uopšte ne pojavljuje i dalje sprovesti nove testove i druge metode. Ako se obrati pažnja na sve podatke može se primetiti

da nije bilo zaokrugljivanja. Ako bi se uzeo nivo značajnosti 0.01, kritična vrednost je 2.575 što govori da se nulta hipoteza ne odbacuje, odnosno da je pojavljivanje svih cifara u skladu sa zakonom. Generalno posmatrano, može se koristiti horizontalna analiza sa ciljem uočavanja dinamike promene pozicija u okviru finansijskih izveštaja. Upotrebom vertikalne analize može se sagledati struktura finansijskih izveštaja. Korisni su i racio brojevi (pokazatelji) koji predstavljaju odnos dve bilansne pozicije i upoređuju se sa definisanim standardom radi tumačenja. Može se sagledati npr. racio u tekućoj godini u odnosu na prethodnu godinu i izvršiti provera, ukoliko postoje, velike razlike (npr. skok ili pad). “Rudarenje podatak” (engl. Data Mining) je tehnika koja se koristi za nalaženje prikrivenih zakonitosti i spona među podacima itd. Takođe, SAO testom je pokazana saglasnost sa Benfordovom raspodelom u slučaju Društva za osiguranje 1 dok je u slučaju Društva za osiguranje 2 i Društva za osiguranje 3 statistika SAO testa pokazala nesaglasnost, što se može pripisati osetljivosti ovog testa.

Kako je Benfordov zakon jedan od osnovnih metoda za utvrđivanje indicija za postojanje slučajnih grešaka ili mogućih manipulacija podacima iz posmatranog skupa podataka, koji se može primeniti u mnogim oblastima, ne samo u ekonomiji, to govori o važnosti teme ovog rada. Dalji razvoj metode, kao i novih testova koji bi imali veću moć u odnosu na postojeće, koji su do sada primenjivani u literaturi i u ovom radu, mogao bi da bude budući pravac daljeg istraživanja.

Literatura

Alali, F. A., & Romero, S. (2013). Benford's Law: Analyzing a decade of financial data. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 10(1), 1-39.

Benford, F. (1938). The law of anomalous numbers. *Proceedings of the American philosophical society*, 551-572.

Costa J., Travassos, S., & Santos, J. (2013). Application of Newcomb-Benford law in accounting audit: a bibliometric analysis in the period from 1988 to 2011. In *10th International Conference on Information Systems and Technology Management-CONTECSI*.

Durtschi, C., Hillison, W., & Pacini, C. (2004). The effective use of Benford's law to assist in detecting fraud in accounting data. *Journal of forensic accounting*, 5(1), 17-34.

- El Sehity, T., Hoelzl, E., & Kirchler, E. (2005). Price developments after a nominal shock: Benford's Law and psychological pricing after the euro introduction. *International Journal of Research in Marketing*, 22(4), 471-480.
- Fang, G., & Chen, Q. (2020). Several common probability distributions obey Benford's law. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 540, 123-129.
- Hill, T. P. (1995). Base-invariance implies Benford's law. *Proceedings of the American Mathematical Society*, 123(3), 887-895.
- Hill, T. P. (1998). The first digit phenomenon: A century-old observation about an unexpected pattern in many numerical tables applies to the stock market, census statistics and accounting data. *American Scientist*, 86(4), 358-363.
- Giles, D. E. (2007). Benford's law and naturally occurring prices in certain eBay auctions. *Applied Economics Letters*, 14(3), 157-161.
- Kubaščíková Z. (2017). Applying Benford's Law in Financial Statements Analysis, *The 5th International Scientific Conference IFRS: Global Rules and Local Use*, October 20, Prague, p. 337-342.
- Krakar, Z., & Žgela, M. (2009). Application of Benford's law in payment systems auditing. *Journal of Information and Organizational Sciences*, 33(1), 39-51.
- Ley, E. (1996). On the peculiar distribution of the US stock indexes' digits. *The American Statistician*, 50(4), 311-313.
- Mebane Jr, W. R. (2006, July). Election forensics: Vote counts and Benford's law. In Summer Meeting of the Political Methodology Society, UC-Davis, July (Vol. 17).
- Michalski, T., & Stoltz, G. (2013). Do countries falsify economic data strategically? Some evidence that they might. *Review of Economics and Statistics*, 95(2), 591-616.
- Newcomb, S. (1881). Note on the frequency of use of the different digits in natural numbers. *American Journal of mathematics*, 4(1), 39-40.
- Nigrini, M. J. (1996). A taxpayer compliance application of Benford's law. *The Journal of the American Taxation Association*, 18(1), 72.
- Nigrini, M. J., & Miller, S. J. (2009). Data diagnostics using second-order tests of benford's law. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 28(2), 305-324.
- Nigrini, M. J., & Mittermaier, L. J. (1997). The use of Benford's Law as an Aid in Analytical Procedures. *Auditing: A journal of practice & theory*, 16(2).
- Nigrini, M. J. (2012). *Benford's Law: Applications for forensic accounting, auditing, and fraud detection* (Vol. 586). John Wiley & Sons.
- Papić, M., Vudrić, N., & Jerin, K. (2017). Benfordov zakon i njegova primjena u forenzičkom računovodstvu. *Zbornik sveučilišta Libertas*, 1(1-2), 153-172.

Pinkham, R. S. (1961). On the distribution of first significant digits. *The Annals of Mathematical Statistics*, 32(4), 1223-1230.

Pimbley, J. M. (2014). Benford's law and the risk of financial fraud. *Risk Professional*, 5, 1-7.

Raimi, R. A. (1985). The first digit phenomenon again. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 129(2), 211-219.

Tota, I., Aliaj, A., & Lamçja, J. (2016). The use of Benford's law as a tool for detecting fraud in accounting data. *Interdisciplinary Journal of Research and Development*, 3(1), 73-77.

Varian, H.R. (1972). Benford's law. *The American Statistician* 26(3), 65–66.

Wallace, W. A. (2002). Assessing the quality of data used for benchmarking and decision-making. *The Journal of Government Financial Management*, 51(3), 16.

<https://www.apr.gov.rs>