

O możliwości wykorzystania prawa Benforda w wykrywaniu oszustw księgowych

*MATEUSZ BARYŁA **

Streszczenie

Cel: Celem niniejszego artykułu jest wskazanie, zarówno od strony teoretycznej, jak i praktycznej, na możliwości wykorzystania prawa Benforda w wykrywaniu oszustw księgowych.

Metodyka/podejście badawcze: W pracy dokonano przeglądu obecnie obowiązujących regulacji, a także opinii ekspertów zamieszczonych w dotychczasowej literaturze oraz źródłach internetowych. Ponadto posłużono się metodą badawczą, jaką jest analiza danych.

Wyniki: Rezultaty badania zgodności rozkładu dwóch pierwszych cyfr znaczących wysokości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych z rozkładem Benforda – za pomocą testu zgodności chi-kwadrat – pokazały, że w przypadku prawidłowo przebiegającego procesu księgowania nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy, która zakłada zgodność danych z prawem Benforda. Natomiast analiza wysokości przychodów, celowo zafałszowanych, doprowadziła do wniosku, że dla nieprawidłowo przebiegającego procesu księgowania dane na ogół nie podlegają temu prawu.

Ograniczenia/implikacje badawcze: W przeprowadzonym badaniu m.in. przyjęto, że mechanizmem generującym fałszywe wartości zapisów księgowych jest umysł ludzki, a liczba prób popełnienia oszustwa została ograniczona do 10.

Originalność/wartość: Rozważania w artykule poszerzają wiedzę zawartą w literaturze polskojęzycznej na temat wykorzystania prawa Benforda w wykrywaniu oszustw księgowych.

Słowa kluczowe: oszustwo księgowe, prawo Benforda, analiza cyfrowa, dwie pierwsze cyfry znaczące, test zgodności chi-kwadrat.


Abstract

On the possibility of Benford's Law application in accounting fraud detection

Purpose: The purpose of the article is to indicate that, theoretically and practically, Benford's Law can be applied in order to detect accounting frauds.

Methodology/approach: The paper provides an overview of current regulations and experts' opinions published in the existing literature and internet sources. Moreover, data analysis was used as a research method.

Findings: The results of assessing the conformity of the first two significant digits of distribution of foreign revenues from the sales of finished products to Benford's Law (using the chi-square goodness of fit test) showed that in the case of a proper accounting process, one cannot reject the hypothesis that the data conform to Benford's Law. On the other hand, the analysis of intentionally falsified foreign revenues led

* Dr Mateusz Baryła, adiunkt, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Statystyki,
 <https://orcid.org/0000-0001-5705-1843>, e-mail: mateusz.baryla@uek.krakow.pl

to the conclusion that in the case of an improper accounting process, data, in general, does not conform to Benford's Law.

Research limitations/implications: In the study, it was assumed that the human mind generates false values of accounting entries, and the number of attempts to commit fraud was limited to 10.

Originality/value: The article extends the existing knowledge of using Benford's Law in detecting accounting fraud in the Polish literature.

Keywords: accounting fraud, Benford's Law, digital analysis, first two significant digits, chi-square goodness of fit test.

Wprowadzenie

Wykrywanie oszustw finansowych jest zagadnieniem niezmiernie ważnym, ponieważ ich występowanie pociąga za sobą szereg negatywnych zjawisk zachodzących w gospodarce. Przede wszystkim należy tutaj wspomnieć, że nadużycia finansowe godzą w podstawową wartość wywierającą istotny wpływ na funkcjonowanie gospodarki rynkowej, jaką jest zaufanie. Podważenie zaufania wśród uczestników rynku skutkuje nie tylko zachwianiem prawidłowego rozwoju rynków kapitałowych, ale sytuacja taka wpływa też niekorzystnie na wzrost gospodarczy danego kraju. Co więcej, spadek poziomu zaufania, wynikający z występujących oszustw gospodarczych, jest również obserwowany w odniesieniu do instytucji, które mają sprawować nadzór nad prawidłowym funkcjonowaniem rynku.

W ciągu ostatnich kilku dziesięcioleci na świecie miały miejsce spektakularne wręcz skandale finansowe. Były one związane m.in. z takimi podmiotami jak: Enron, Worldcom, Tyco, Lehman Brothers, czy Satyam. To właśnie po aferze finansowej związanej m.in. ze spółką Enron, Kongres Stanów Zjednoczonych uchwalił 30 lipca 2002 roku ustawę Sarbanesa-Oxleya (tzw. SOX), której celem była poprawa jakości sprawozdawczości finansowej, a ta z kolei miała przełożyć się na odbudowanie zaufania inwestorów do rynków kapitałowych. Na świecie działało także wiele piramid finansowych, które swym zasięgiem obejmowały różne kraje. Największą z nich był fundusz BMIS Bernarda Madoffa (USA), a przykłady innych piramid finansowych to: DRFE (Kolumbia), Amber Gold (Polska), Saradha Group (Indie), spółka MMM (Rosja), K1 Global i K1 Invest (Niemcy).

Obecnie na świecie zbieranych jest wiele informacji na temat procesów zachodzących w gospodarce. Nie inaczej jest w przypadku procesów, które mają charakter finansowy. Wnioski, jakie płyną z analizy danych gromadzonych przy użyciu właściwych metod statystycznych, stanowią bazę do podejmowania odpowiednich decyzji gospodarczych. Jeżeli chodzi o analizę danych finansowych (a w tym i danych księgowych) pod kątem możliwości identyfikowania występujących w nich nadużyć, to w literaturze przedmiotu podkreśla się szczególną rolę technik opartych na tzw. prawie Benforda.

Jest rzeczą interesującą, że o ile w literaturze anglojęzycznej zagadnienie metod opartych na prawie Benforda w wykrywaniu oszustw finansowych jest zagadnieniem

żywym, a duży wkład w rozwój tego typu technik ma przede wszystkim M. Nigrini (zob. np. Nigrini, 1994, 2011, 2012; Nigrini, Mittermaier, 1997; da Silva, Carreira, 2013), o tyle w literaturze polskojęzycznej wspomniana tematyka, jak się zdaje, jest prawie niezauważana. Przeglądając literaturę krajową można wprawdzie odnaleźć niezbyt liczną grupę opracowań naukowych traktujących o prawie Benforda (zob. np. Baryla, 2010; Farbaniec i in., 2012; Sasin, 2013; Staszal, 2013; Grabiński i in., 2016), lecz z reguły ich autorzy w dość wąskim zakresie (o ile w ogóle) wspominają o możliwości stosowania tego prawa w identyfikowaniu nadużyć finansowych, poprzez odwołanie się do aktualnych regulacji, opinii ekspertów, czy też rezultatów płynących z przeprowadzonych własnych badań empirycznych. Jeżeli chodzi natomiast o polskojęzyczne opracowania popularnonaukowe, to prawo Benforda jest w nich postrzegane głównie jako pewna ciekawostka, która zdaje się intrygować nie tylko zwykłego czytelnika, ale niejednokrotnie samego autora tekstu popularyzatorskiego.

Zasadniczym celem niniejszego artykułu jest wskazanie (w szerszym zakresie niż było to czynione dotychczas w literaturze krajowej) na możliwość wykorzystania prawa Benforda do wykrywania oszustw księgowych, odwołując się m.in. do obecnie obowiązujących regulacji, opinii ekspertów (które można odnaleźć w dotychczasowej literaturze i źródłach internetowych) oraz wyników przeprowadzonego badania. Wszelkie zawarte w artykule przeglądy mają charakter autorski, podobnie zresztą jak samo przeprowadzone badanie. Zanim jednak osiągnięto nakreślony cel, w sposób zwięzły scharakteryzowano prawo Benforda. Prowadzone w niniejszym artykule rozważania zwieńczono z kolei prezentacją wyników badania nad użytecznością prawa Benforda (tylko w podstawowym jego zakresie) w identyfikowaniu oszustw księgowych. Dla 11 zbiorów danych księgowych (które dotyczyły wysokości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych), z czego jeden był rezultatem prawidłowo przebiegającego procesu księgowania, a pozostałe stanowiły próbę popełnienia oszustwa, weryfikacji poddano hipotezę, zgodnie z którą dane księgowe (wspomnianego typu) czynią zadość prawu Benforda w zakresie rozkładu dwóch pierwszych cyfr znaczących.

Realizując sformułowany główny cel pracy, w artykule odwołano się przede wszystkim do obecnie obowiązujących regulacji, opinii ekspertów, a także analizy danych.

1. Prawo Benforda

Odkrywcą prawa Benforda był kanadyjski astronom oraz matematyk Simon Newcomb (1881), który rezultaty swoich spostrzeżeń zawarł w dwustronicowym artykule. Jego praca nie zyskała jednak większej popularności. Niespełna 60 lat później amerykański fizyk Frank Benford (1938) opublikował wyniki swoich badań na podobny temat, najprawdopodobniej nie wiedząc o odkryciu dokonany przez swojego poprzednika. Praca F. Benforda była już znacznie obszerniejsza i to właśnie od nazwiska amerykańskiego fizyka wspomniane prawo wzięło swoją nazwę. Trzeba jednak podkreślić, że choć najczęściej prawo to znane jest jako prawo Benforda, to w literaturze przedmiotu

można zetknąć się z innymi jego określeniami (prawo Newcomba-Benforda, prawo Newcomba, prawo rozkładu cyfr znaczących).

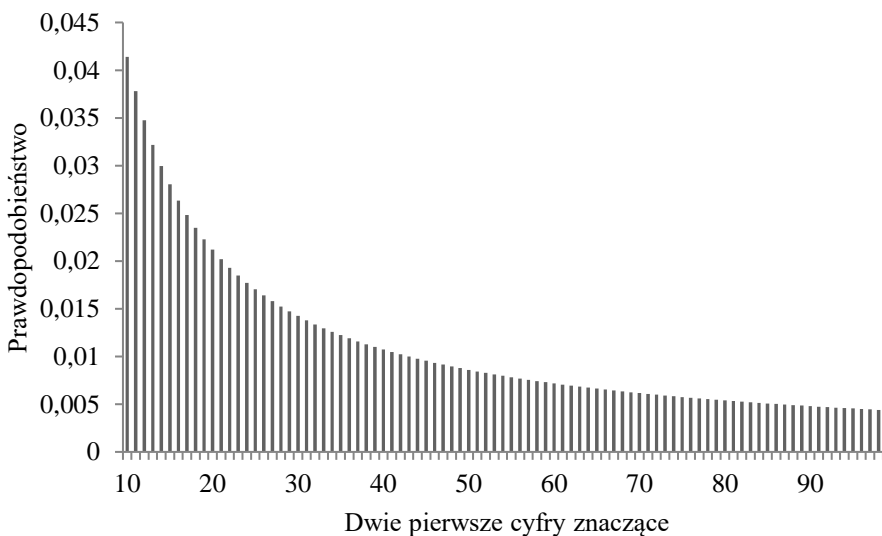
Prawo Benforda dotyczy rozkładu cyfr w liczbach. Jest ono ściśle związane, najogólniej rzecz ujmując, z pewną rodziną dyskretnych rozkładów prawdopodobieństwa, opisywaną za pomocą dwóch parametrów: numer cyfry znaczącej (numery cyfr znaczących) i podstawa systemu liczbowego. Rozkłady tego właśnie typu często nazywa się rozkładami Benforda. Przykładowo funkcja rozkładu prawdopodobieństwa dla dwóch pierwszych cyfr znaczących osadzonych w dziesiętnym systemie liczbowym przedstawia się następująco (zob. Nigrini, 2015, s. 542; Berger, Hill, 2011, s. 3):

$$P(D_1D_2 = d_1d_2) = \log_{10}(1 + (d_1d_2)^{-1}),$$

gdzie $d_1d_2 \in \{10, 11, \dots, 99\}$, a symbol D_1D_2 oznacza zmienną losową opisującą cyfry, które występują na dwóch pierwszych pozycjach znaczących w liczbie.

Graficzną ilustrację rozkładu prawdopodobieństwa zmiennej losowej D_1D_2 przedstawia rys. 1. Jak można zauważyć, prawdopodobieństwa dla kolejnych wartości dwóch pierwszych cyfr wykazują tendencję zdecydowanie malejącą. Dwucyfrowa kombinacja 10 pojawia się na dwóch pierwszych pozycjach znaczących w przypadku ok. 4,14% liczb, podczas gdy udział liczb, których dwiema pierwszymi cyframi znaczącymi są dziewiątki to ok. 4,37%. Innymi słowy, w dużych zbiorach liczbowych – zgodnie z rozkładem Benforda – przeciętnie co dwudziesta czwarta liczba ma na początku parę cyfr 1 i 0, zaś średnio jedna na 229 liczb rozpoczyna się od dwucyfrowej kombinacji 99.

Rysunek 1. Rozkład prawdopodobieństwa zmiennej losowej D_1D_2



Źródło: opracowanie własne.

Prawo Benforda charakteryzuje się również wieloma bardzo ciekawymi własnościami. Do ich grona należą: niezmienniczość skali (*scale invariance*) (zob. Pinkham, 1961; Hill, 1995a, 1995c), niezmienniczość podstawy (*base invariance*) (zob. Hill, 1995b), niezmienniczość ze względu na przekształcenie, jakim jest odwrotność (*inverse invariance*) (zob. Adhikari, Sarkar, 1968), niezmienniczość ze względu na sumowanie (*sum invariance*) (zob. Allaart, 1997), niezmienniczość względem mnożenia, dzielenia i potęgowania (zob. Hamming, 1970; Boyle, 1994).

U podstaw analizy cyfrowej wykorzystującej prawo Benforda leży założenie, że dane będące rezultatem prawidłowo przebiegających procesów finansowych podlegają prawu Benforda, natomiast wszelkie odstępstwa od tego prawa należy interpretować jako pewne nieregularności występujące w danych, które mogą być spowodowane oszustwami. Należy jednak w tym miejscu wyraźnie zaznaczyć, że nie każde dane finansowe podlegają prawu Benforda. W literaturze można odnaleźć szereg warunków, jakie muszą spełniać dane, aby mogły one czynić zadość temu prawu.

Przykładowo C. Durtschi i in. (2004) wymienili w swojej pracy po kilka uwarunkowań, względem których prawo Benforda znajduje swoje zastosowanie bądź też – nie. Zwrócili oni uwagę, że prawu Benforda w szczególności podlegają zbiory: o dużej liczebności (im więcej obserwacji liczy zbiór, tym lepiej), zawierające dane, będące rezultatem matematycznego połączenia liczb (np. liczba sprzedanych produktów \times cena jednostkowa), obejmujące dane transakcyjne z całego okresu (nie ma potrzeby ich próbkowania), a także zbiory, dla których wartość średniej arytmetycznej liczb jest większa od mediany, a rozkład liczb z tego zbioru odznacza się asymetrią prawostronną.

Natomiast jako przykłady danych, które nie czynią zadość prawu Benforda, C. Durtschi i in. (2004) podali: liczby wymyślane przez umysł ludzki (np. ceny ustalane poniżej barier psychologicznych, wypłaty z bankomatu), zbiory składające się z przypisanych liczb (np. numery czeków, numery faktur, kody pocztowe), zbiory z dużą ilością konkretnych dla danej firmy liczb (np. studolarowe zwroty pieniężne rejestrowane na specjalnie założonym koncie), zbiory liczb z ustaloną wartością minimalną lub maksymalną (np. zbiór aktywów, które – aby mogły być zaewidencjonowane – muszą osiągnąć pewien próg wartościowy), czy sytuacja, kiedy nie ma zarejestrowanych operacji (np. łapówki).

Nigrini (2012) w swojej książce zatytułowanej *Benford's Law: Applications for Forensic Accounting, Auditing, and Fraud Detection* dokonał podziału metod opartych na prawie Benforda na trzy zasadnicze grupy, wyróżniając: podstawowe testy prawa Benforda (*primary Benford's law tests*), zaawansowane testy prawa Benforda (*advanced Benford's law tests*) i testy powiązane z prawem Benforda (*associated Benford's law tests*). Do pierwszej wymienionej z kolei grupy testów zalicza się m.in.: test pierwszej cyfry (znaczącej) (*first digit test*), test drugiej cyfry (znaczącej) (*second digit test*), test dwóch pierwszych cyfr (znaczących) (*first-two digits test*). Do zaawansowanych testów prawa Benforda należą natomiast test sumacyjny (*summation test*) i test drugiego rzędu (*second-order test*). Ostatnią grupę testów, tj. testów powiązanych z prawem Benforda,

stanowią: test powielania liczby (*number duplication test*), test dwóch ostatnich cyfr (*last-two digits test*), model czynnika zniekształceń (*distortion factor model*). Umiejętne wykorzystanie trzech wymienionych grup metod może posłużyć do konstrukcji algorytmu, mającego na celu wyselekcjonowanie próby audytowej.

2. Konieczność wykrywania oszustw finansowych z perspektywy biegłego rewidenta

Biegli rewidenci, wykonując swój zawód, niejednokrotnie są obwarowani pewnymi regulacjami, które nakładają na nich konieczność wykrywania oszustw. W niniejszej części artykułu przedstawiono obowiązujące obecnie tego rodzaju regulacje w odniesieniu do wspomnianej grupy zawodowej.

Krajowy Standard Badania 200 w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 200, *Ogólne cele niezależnego biegłego rewidenta oraz przeprowadzanie badania zgodnie z Międzynarodowymi Standardami Badania*, stanowiący załącznik nr 1.1 do uchwały nr 3430/52a/2019 Krajowej Rady Biegłych Rewidentów z dnia 21 marca 2019 roku, określa m.in. cel badania sprawozdania finansowego, ogólne cele biegłego rewidenta oraz postawę, jaką powinien przyjąć biegły podczas badania.

Celem badania jest zwiększenie poziomu zaufania zamierzonych użytkowników do sprawozdania finansowego. Osiąga się to dzięki wyrażeniu przez biegłego rewidenta opinii o tym, czy sprawozdanie finansowe zostało, we wszystkich istotnych aspektach, sporządzone zgodnie z mającymi zastosowanie ramowymi założeniami sprawozdawczości finansowej. W przypadku większości ramowych założeń ogólnego przeznaczenia opinia dotyczy tego, czy sprawozdanie finansowe prezentuje rzetelnie we wszystkich istotnych aspektach lub przekazuje rzetelny i jasny obraz zgodnie z ramowymi założeniami. Badanie przeprowadzone zgodnie z Międzynarodowymi Standardami Badania (MSB) oraz odpowiednimi wymogami etycznymi umożliwi biegłemu rewidentowi wyrażenie takiej opinii (Krajowy Standard Badania 200, 2019, par. 3).

Przy przeprowadzaniu badania sprawozdania finansowego ogólnymi celami biegłego rewidenta są: (a) uzyskanie racjonalnej pewności, czy sprawozdanie finansowe jako całość nie zawiera istotnego zniekształcenia niezależnie od tego, czy zostało ono spowodowane oszustwem lub błędem, wskutek czego umożliwi to biegłemu rewidentowi wyrażenie opinii o tym, czy sprawozdanie finansowe zostało, we wszystkich istotnych aspektach, sporządzone zgodnie z mającymi zastosowanie ramowymi założeniami sprawozdawczości finansowej oraz (b) sporządzenie sprawozdania na temat sprawozdania finansowego i przekazanie stosownie do wymogów MSB informacji zgodnych z wnioskami biegłego rewidenta (Krajowy Standard Badania 200, 2019, par. 11).

Biegły rewident planuje i przeprowadza badanie, zachowując zawodowy sceptycyzm, uznając, że mogą istnieć okoliczności powodujące istotne zniekształcenie sprawozdania finansowego (Krajowy Standard Badania 200, 2019, par. 15). Zawodowy

sceptycyzm to postawa cechująca się dociekliwością, wyczuleniem na warunki mogące wskazywać na możliwe zniekształcenie spowodowane błędem lub oszustwem oraz krytycyzmem przy ocenie dowodów badania (Krajowy Standard Badania 200, 2019, par. 13, pkt 1).

Przytoczone zapisy Krajowego Standardu Badania 200 jasno wskazują, iż celem badania sprawozdania finansowego jest również identyfikowanie istotnych nieprawidłowości spowodowanych błędami (działania niezamierzone) lub oszustwami (działania celowe), a podczas przeprowadzania badania biegły rewident ma odznaczać się określoną postawą, jaką jest zawodowy sceptycyzm.

Z polskich aktów prawnych ważne znaczenie ma ustawa z dnia 11 maja 2017 roku o biegłych rewidentach, firmach audytorskich oraz nadzorze publicznym. W tej ustawie znajdujemy informację, że biegły rewident oraz firma audytorska kierują się zawodowym sceptycyzmem, mając na uwadze, że w sprawozdaniach finansowych mogą wystąpić istotne zniekształcenia spowodowane albo błędami, albo oszustwami. Stanowi o tym ust. 2 art. 69 wspomnianej ustawy, który jest spójny z przytaczanymi już regulacjami sformułowanymi w Krajowym Standardzie Badania 200.

Biegły rewident i firma audytorska zachowują zawodowy sceptycyzm w trakcie badania, w tym w trakcie jego planowania, przyjmując, że mogą zaistnieć okoliczności, w tym błąd lub oszustwo, powodujące istotne zniekształcenia sprawozdań finansowych podlegających badaniu, bez względu na wcześniejsze doświadczenia biegłego rewidenta lub firmy audytorskiej, dotyczące uczciwości i rzetelności kierownictwa badanej jednostki oraz osób odpowiedzialnych za zarządzanie badaną jednostką, w tym jej ładu korporacyjny (Ustawa o biegłych rewidentach, 2017, art. 69, ust. 2).

Do tematu odpowiedzialności za zapobieganie nadużyciom i ich identyfikowanie odnosi się natomiast Krajowy Standard Badania 240 w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 240 *Obowiązki biegłego rewidenta podczas badania sprawozdania finansowego dotyczące oszustw*. Stanowi on załącznik nr 1.5 do uchwały nr 3430/52a/2019 Krajowej Rady Biegłych Rewidentów z dnia 21 marca 2019 roku.

Główna odpowiedzialność za zapobieganie i wykrywanie oszustw spoczywa na osobach sprawujących nadzór nad jednostką oraz na kierowniku jednostki. Jest ważne, aby kierownik jednostki, pod kontrolą osób sprawujących nadzór, kładł silny nacisk na zapobieganie oszustwu, co mogłoby ograniczyć możliwości wystąpienia oszustwa oraz na działania zniechęcające do oszustwa, co mogłoby powstrzymać osoby przed popełnieniem oszustwa ze względu na prawdopodobieństwo jego wykrycia i ukarania. Działania te obejmują zobowiązanie do tworzenia kultury opartej na zasadach uczciwości i etycznym postępowaniu, które mogą być wzmocnione poprzez aktywną kontrolę ze strony osób sprawujących nadzór. Kontrola ze strony osób sprawujących nadzór obejmuje rozważenie możliwości obejścia kontroli lub innego rodzaju wywierania nieodpowiedniego wpływu na proces sprawozdawczości finansowej, jak na przykład wysiłki kierownika jednostki do kontrolowania dochodów, aby wpływać na sposób postrzegania przez analityków wyników działalności jednostki i rentowności (Krajowy Standard Badania 240, 2019, par. 4).

Biegły rewident, przeprowadzając badanie zgodnie z MSB, jest odpowiedzialny za uzyskanie racjonalnej pewności, że sprawozdanie finansowe jako całość nie zawiera istotnego zniekształcenia niezależnie spowodowanego oszustwem czy błędem. Ze względu na nieodłączne ograniczenia badania występuje nieuniknione ryzyko, iż niektóre istotne zniekształcenia sprawozdania finansowego mogą nie zostać wykryte, mimo iż badanie zostało poprawnie zaplanowane i przeprowadzone zgodnie z MSB (Krajowy Standard Badania 240, 2019, par. 5).

Prowadzone dotąd rozważania dotyczyły szczególnego typu usługi świadczonej przez biegłych rewidentów, jaką jest auditing (rewizja finansowa). Jego celem jest, najogólniej rzecz ujmując, wyrażenie przez biegłego opinii odnośnie do rzetelności informacji przedstawianych w prezentowanych przez podmioty sprawozdaniach finansowych. Dokładniej cel ten formułuje jeden z punktów zawartych w ustawie o biegłych rewidentach, firmach audytorskich oraz nadzorze publicznym z 2017 roku. Sprawozdanie z badania, obok wielu wymienionych w ustawie elementów, zawiera m.in. „opinię biegłego rewidenta o tym, czy sprawozdanie finansowe przedstawia rzetelny i jasny obraz sytuacji majątkowej i finansowej oraz wyniku finansowego badanej jednostki zgodnie z mającymi zastosowanie przepisami dotyczącymi rachunkowości i sprawozdawczości finansowej, a także przyjętymi zasadami (polityką) rachunkowości” (Ustawa o biegłych rewidentach, 2017, art. 83, ust. 3, pkt 8).

Innym rodzajem usług, w ramach których przewija się wątek identyfikowania oszustw finansowych są usługi śledcze (*forensic services*), znane też pod nazwą audytu śledczego. Istnieje wiele różnic pomiędzy auditingiem a audytem śledczym (zob. np. Kutera, 2008, s. 66–68). Warto zaznaczyć, że o ile podczas badania sprawozdania finansowego (w zakresie usługi rewizji finansowej) biegły rewident jest zobowiązany zajmować się istotnymi nieprawidłowościami spowodowanymi oszustwami, o tyle celem audytu śledczego są już działania zmierzające do rozstrzygnięcia, czy oszustwo zostało popełnione, czy też nie, względnie są nim usługi doradcze z zakresu minimalizowania ryzyka występowania nadużyć. Widać więc, że sam cel audytu śledczego wręcz wymusza na firmach audytorskich, oferujących tego typu usługi, zajmowanie się wykrywaniem oszustw.

3. Prawo Benforda w identyfikowaniu oszustw księgowych

Mając na uwadze, w myśl dotąd poczynionych uwag, że identyfikowanie oszustw leży w kompetencji analityków finansowych, którzy oferują usługi z obszaru rewizji finansowej czy audytu śledczego, podjęto zatem próbę sprawdzenia, czy wśród metod analizy danych księgowych swoje zastosowanie znajdują też analizy cyfrowe oparte na prawie Benforda. Dokonując przeglądu stanu wiedzy w tym zakresie, ograniczono się jedynie do wybranych informacji.

Krajowy Standard Badania 200 w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 200 *Ogólne cele niezależnego biegłego rewidenta oraz przeprowadzanie badania zgodnie z Międzynarodowymi Standardami Badania* podaje w paragrafie A51, że dla biegłego rewidenta konieczne jest:

- zaplanowanie badania, aby możliwe było jego przeprowadzenie w sposób efektywny;
- skierowanie starań na badania obszarów, co do których oczekuje, że są obarczone ryzykiem istotnego zniekształcenia spowodowanego oszustwem lub błędem, przy jednoczesnym skierowaniu mniejszych starań na inne obszary oraz
- stosowanie próbkowania, jak też innych sposobów badania zbiorów pod kątem zniekształceń.

Wobec powyższego, kolejny paragraf zawiera informację, że Międzynarodowe Standardy Badania podają wytyczne w zakresie planowania oraz przeprowadzania badania. Względem biegłego rewidenta wymaga się, by m.in. (Krajowy Standard Badania 200, 2019, par. A52):

- miał podstawę do zidentyfikowania i oszacowania ryzyka istotnego zniekształcenia na poziomie sprawozdania finansowego i stwierdzenia dzięki przeprowadzeniu procedur oszacowania ryzyka i powiązanych czynności oraz
- stosował próbkowanie oraz inne sposoby badania zbiorów zapewniające racjonalną podstawę do wyciągnięcia wniosków na temat populacji.

W dwóch przytoczonych paragrafach zwraca się uwagę na to, że w trakcie badania biegły rewident ma nie tylko stosować metody próbkowania¹, ale też i inne techniki analizy zbiorów. Co prawda nie pada tu stwierdzenie o możliwości wykorzystania w tym zakresie prawa Benforda, ale z pewnością można go (jak i metody na nim oparte) upatrywać pod sformułowaniem „próbkowanie oraz inne sposoby badania zbiorów”, jeżeli tylko wspomniane prawo do takich celów się nadaje. Zresztą nie bez powodu w polskiej ustawie o biegłych rewidentach, firmach audytorskich oraz nadzorze publicznym znajdujemy zapis, że biegły rewident musi mieć także wiedzę z matematyki i statystyki (zob. Ustawa o biegłych rewidentach, 2017, art. 14, ust. 2).

Paragraf 6 Krajowego Standardu Badania 315 (Z) w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 315 (zmienionego) *Identyfikacja i oszacowanie ryzyk istotnego zniekształcenia poprzez zrozumienie jednostki i jej otoczenia*, będącego załącznikiem nr 1.10 do uchwały nr 3430/52a/2019 Krajowej Rady Biegłych Rewidentów z dnia 21 marca 2019 roku, podaje z kolei, że do oszacowania ryzyka przez biegłego rewidenta stosuje się m.in. procedury analityczne.

¹ To zagadnienie omówiono w Krajowym Standardzie Badania 530 w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 530 *Próbkowanie*. Stanowi on załącznik nr 1.20 do uchwały nr 3430/52a/2019 Krajowej Rady Biegłych Rewidentów z dnia 21.03.2019 r.

Procedury analityczne mogą być pomocne w identyfikacji istnienia nietypowych transakcji lub zdarzeń oraz kwot, wskaźników i trendów, które mogą wskazywać na zagadnienia mające wpływ na badanie. Nietypowe lub nieoczekiwane powiązania, które zostaną zidentyfikowane, mogą pomóc biegłemu rewidentowi w identyfikacji ryzyk istotnego zniekształcenia, a w szczególności ryzyk istotnego zniekształcenia spowodowanych oszustwem (Krajowy Standard Badania 315 (Z), 2019, par. A15). W Krajowym Standardzie Badania 315 nie znajdujemy jednak wzmianki, jakoby analizy cyfrowe oparte na prawie Benforda były przykładem takiej procedury analitycznej, co oczywiście nie wyklucza ich użyteczności w oszacowaniu ryzyka istotnego zniekształcenia spowodowanego oszustwem.

W *Przewodniku stosowania Międzynarodowych Standardów Rewizji Finansowej w badaniu małych i średnich jednostek (Guide to Using ISAs in the Audits of Small- and Medium-Sized Entities)*, w tomie 1 – *Podstawowe pojęcia*, wydanym przez Międzynarodową Federację Księgowych (International Federation of Accountants – IFAC), w strukturach której działa Rada Międzynarodowych Standardów Rewizji Finansowej i Usług Atestacyjnych (International Auditing and Assurance Standards Board – IAASB), zajmująca się opracowywaniem Międzynarodowych Standardów Badania, odnajdujemy już bardzo krótką informację na temat prawa Benforda. W rozdziale 10 zatytułowanym *Dalsze procedury badania*, omawiając testy kontroli zwrócono uwagę na wspomagane komputerowo techniki badania. Do typowych rodzajów procedur w ramach takich technik zaliczono m.in. identyfikację możliwego oszustwa za pomocą właśnie prawa Benforda (zob. *Guide to Using ISAs...*, 2018, s. 109).

Pozytywnie o możliwości wykorzystania prawa Benforda w identyfikowaniu oszustw wyrażają się osoby będące biegłymi ds. wykrywania oszustw i nadużyć gospodarczych². Przykładowo K. Stalcup (2010) stwierdza, że „osoby zajmujące się wykrywaniem oszustw muszą znać i wykorzystywać wszelkie możliwe narzędzia po to, by zapobiegać błędom i nieprawidłowościom, a także – by je identyfikować. Prawo Benforda jest szybkim i wysoce zaawansowanym narzędziem, które może być przydatne podczas analizy obszernych zbiorów danych. Przy jego pomocy można zawęzić wymagane badanie, wyupuklić nieprawidłowości i umożliwić wykrycie oszustwa”.

Z kolei P. Miller (2016) już na samym początku swojego artykułu pt. *Benford's Law: A Real Life Case Study* podkreśla wagę narzędzi analitycznych w identyfikowaniu nadużyć. Jako przykład takiego narzędzia podaje prawo Benforda. W dalszej części artykułu autor prezentuje pewien przykład analizy rzeczywistych danych z wykorzystaniem prawa Benforda, wykazując jednocześnie użyteczność tego prawa w wykrywaniu istniejących w zbiorach danych nieprawidłowości.

² Biegły ds. wykrywania oszustw i nadużyć gospodarczych (*Certified Fraud Examiner – CFE*) to międzynarodowa kwalifikacja z zakresu zapobiegania, a także wykrywania nadużyć oraz przestępstw gospodarczych, która jest przyznawana przez Stowarzyszenie Biegłych ds. Przestępstw i Nadużyć Gospodarczych (*Association of Certified Fraud Examiners – ACFE*).

R. Ostap, sprawując funkcję konsultanta specjalizującego się w rozwiązaniach dla biegłych rewidentów napisał w 2006 roku krótki artykuł pt. *Statystyczne metody doboru próby badania i wykrywania fałszerstw*. Charakteryzując program ACL, Ostap (2006, s. 11) zaznaczył, że oprócz funkcjonalności związanych z doбором próby „jedną z ciekawszych analiz jest analiza Benforda, która może służyć jako prosta i efektywna metoda wykrywania błędów i oszustw w księgach. [...] Analiza Benforda, dzięki współczesnym komputerom i oprogramowaniu, w prosty i szybki sposób umożliwi przeanalizowanie milionów transakcji i odnalezienie tych, które odbiegają od wartości spodziewanych. Wykorzystując metodę Benforda należy mieć na względzie rodzaj analizowanych danych. Nie w każdym bowiem przypadku analiza taka jest zasadna, poprawnie użyta jest narzędziem pomocnym w identyfikowaniu podejrzanych transakcji i ewentualnych nieprawidłowości”.

Charakterystykę programu ACL przedstawił też W. Karliński, autor pracy zatytułowanej *Statystyczny dobór próby w badaniach audytowych: metody i narzędzia*, doradca ekonomiczny w Departamencie Budżetu i Finansów Najwyższej Izby Kontroli. W odniesieniu do prawa Benforda W. Karliński (2004) stwierdził, że jest to „prawo dotyczące specyficznego rozkładu najbardziej znaczącej cyfry w danych, odnoszące się co prawda do danych przyrodniczych, ale zastosowane również do danych finansowych np. podatków. Badanie zgodności rozkładu rzeczywistego z prawem Benforda pozwala na wykrywanie fałszerstw danych”.

W zakończeniu artykułu pt. *Benford Distribution – An Effective Audit Tool*, jego autor L. Kailasam (2011, s. 720), pracujący na stanowisku starszego audytora, względem prawa Benforda wyraził następującą opinię: „Obecnie nie istnieje skuteczne narzędzie audytu, służące identyfikacji wszystkich rodzajów błędów/oszustw/nieprawidłowości. To nowe, proste i łatwe do wykorzystania w analizie narzędzie audytu wspiera audytora w identyfikowaniu nieprawidłowych transakcji i pomaga mu wykonywać jego pracę skuteczniej, wydajniej i oszczędniej, w krótkim czasie. To nowe narzędzie audytu zidentyfikuje obszary, w których mogły wystąpić faktyczne błędy/oszustwa/nieprawidłowości. Nowatorski pomysł «przełamania» danych i zastosowania analizy Benforda niewątpliwie zaoszczędzi cenny czas audytora, a także poprawi jego skuteczność w identyfikowaniu obszarów obciążonych błędami”.

W publikacjach naukowych, których autorami bardzo często nie są osoby związane z praktyką gospodarczą, techniki bazujące na prawie Benforda są zaliczane do metod, za pomocą których można wykrywać oszustwa. J. Tomanek (2014) w swojej pracy pt. *Analiza wielowymiarowa w wykrywaniu oszustw księgowych*, w punkcie trzecim noszącym tytuł *Analiza zapisów księgowych pod kątem wykrywania oszustw* podaje łącznie 16 metod analizy danych. Ostatnie miejsce na liście zajmują analizy cyfrowe, a właśnie takimi są metody oparte na prawie Benforda. Pozostałe techniki wymienione przez autorkę tekstu to: filtrowanie, sortowanie, zestawienia statystyczne, identyfikowanie luk, identyfikowanie duplikatów, analizy względem czasu, testy potwierdzające, próbkowanie, klasyfikacja, podsumowania, stratyfikacja, łączenie i definiowanie relacji, analizy trendów, analizy regresji oraz symulacje (Tomanek, 2014, s. 161).

4. Wyniki przeprowadzonego badania

Aby zweryfikować użyteczność prawa Benforda w identyfikowaniu oszustw księgowych (jedynie w jego podstawowym zakresie) jako pewien punkt wyjścia posłużyły dane, które zostały pozyskane z systemu księgowego od pewnego przedsiębiorstwa. Dane te dotyczyły zapisów księgowych z 2016 roku na kwotę co najmniej 10,00 zł i były związane z przychodami zagranicznymi ze sprzedaży wyrobów gotowych. Na temat przedsiębiorstwa, z którego pozyskano materiał empiryczny, trzeba wspomnieć, że nie istniały względem tego podmiotu żadne przesłanki, jakoby jego dane finansowe miały być rezultatem nieprawidłowo przebiegających procesów ekonomiczno-finansowych.

W tabeli 1 przedstawiono strukturę wspomnianych zapisów księgowych w dwóch przekrojach – ze względu na ich liczbę oraz wartość. Jak można zauważyć, łączna liczba poddawanych badaniu zapisów wynosi 12 104, przy czym nieco ponad połowę z nich stanowią te zapisy, których wartości zawierają się w przedziale [1 tys. zł; 10 tys. zł). Zdecydowanie najmniej reprezentowanymi liczebnie grupami są z kolei zapisy powiązane ze skrajnymi przedziałami, tj. „mniej niż 100 zł” oraz „100 tys. zł i więcej”. Ich udziały w ogólnej liczbie wszystkich pozycji to odpowiednio 0,42% i 1,45%.

Jeżeli chodzi o strukturę badanych zapisów księgowych ze względu na ich wartość, to należy zauważyć, że łączna wartość księgowa wszystkich pozycji opiewa na kwotę ok. 145 mln zł. Najwięcej, bo aż ok. 62% wielkości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych generują zapisy o wartościach z przedziału [10 tys. zł; 100 tys. zł). Natomiast najmniejszy wkład w ogólną wartość księgową wnoszą operacje, których kwoty zawierają się w dwóch najmniejszych (pod względem wartości) przedziałach liczbowych, tj. „mniej niż 100 zł” oraz [100 zł; 1 tys. zł).

Tabela 1. Struktura zapisów księgowych ze względu na ich liczbę i wartość

Wielkość przychodów zagranicznych	Liczba zapisów księgowych		Wartość księgowa	
	łączna liczba zapisów	udziały procentowe	łączna wartość zapisów	udziały procentowe
Mniej niż 100 zł	51	0,42	3,85 tys. zł	0,00
[100 zł; 1 tys. zł)	2 201	18,18	1,17 mln zł	0,81
[1 tys. zł; 10 tys. zł)	6 340	52,38	27,08 mln zł	18,67
[10 tys. zł; 100 tys. zł)	3 336	27,56	89,74 mln zł	61,86
100 tys. zł i więcej	176	1,45	27,08 mln zł	18,66
Razem	12 104	100,00	145,08 mln zł	100,00

Źródło: obliczenia własne.

Warto nadmienić, że rozpatrywany zbiór danych (dalej nazywany zbiorem danych A), zawierający wielkości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych z 2016 roku na kwotę minimum 10,00 zł spełniał przesłanki, o których wspomniano

w punkcie pierwszym artykułu (Durtschi i in., 2004). Liczby reprezentujące wysokości przychodów to rezultat przemnożenia przez siebie liczby sprzedanych produktów i ich cen jednostkowych. Dodatkowo wielkości te były sumowane, jeżeli tylko faktura zawierała więcej niż jedną pozycję. Co więcej, są to dane transakcyjne, obejmujące okres całego roku, co przekłada się na zapewnienie poddawanemu badaniu zbiorowi odpowiedniej liczebności. Dalej, dla liczb ze zbioru A średnia arytmetyczna przewyższa wartość mediany, a rozkład wysokości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych charakteryzuje się asymetrią prawostronną (średnia arytmetyczna = 11 985,90 zł, mediana = 4605,25 zł, współczynnik asymetrii oparty na momencie centralnym rzędu trzeciego = 5,5455).

W końcu dane ze zbioru A nie mają charakteru liczb odgórnie przypisanych, nie są wytworem ludzkiego umysłu, nie zawierają dużej ilości specyficznych liczb, jak też nie są związane z niezarejestrowanymi operacjami. Pewną wątpliwość może budzić jedynie fakt, że zbiór danych A, choć nie jest ograniczony poprzez wartość maksymalną, to jednak posiada ograniczenie „od dołu” w postaci wartości minimalnej równej 10,00. Jednak w tym miejscu należy wyjaśnić, iż w literaturze przedmiotu przyjęcie liczby 10 jako pewnego progu odcięcia jest dopuszczalne (zob. np. Nigrini, Miller, 2009, s. 313).

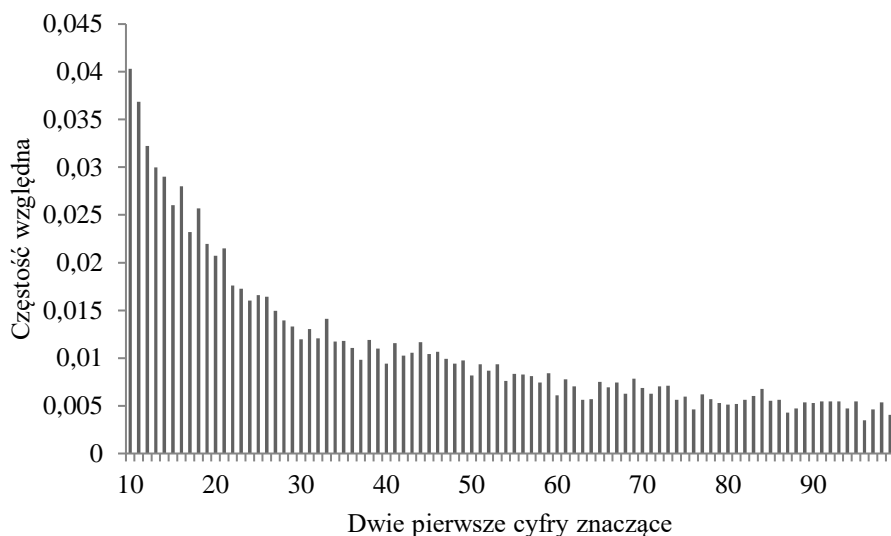
Z rozważań zaprezentowanych w części teoretycznej pracy wynika, że prawo Benforda może być wykorzystywane do oceny przebiegu procesu księgowania pod kątem wykrywania możliwych oszustw. W sytuacji kiedy wspomniany proces przebiega prawidłowo, dane księgowe winny podlegać prawu Benforda. Natomiast wszelkie odstępstwa od tego prawa świadczą o występujących w danych nieregularnościach, które mogą być spowodowane popełnionymi oszustwami. Tak więc, opierając się na danych ze zbioru A, a także na dziesięciu kolejnych, nowych już, zbiorów danych (o których wspomniano w dalszej części artykułu), w przeprowadzonym badaniu weryfikacji poddano hipotezę głoszącą, że dane księgowe (jakimi są wysokości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych z 2016 r. na kwotę minimum 10,00 zł) czynią zadość prawu Benforda, jeżeli chodzi o rozkład cyfr na dwóch pierwszych pozycjach znaczących w liczbach.

Na rys. 2 zilustrowano rozkład dwóch pierwszych cyfr znaczących 12 104 liczb ze zbioru A. W celu sprawdzenia, czy rozkład dwóch pierwszych cyfr znaczących wielkości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych z 2016 roku na kwotę co najmniej 10,00 zł podlega rozkładowi Benforda, posłużono się znanym testem zgodności chi-kwadrat³. Rezultaty przeprowadzonego testu ($\chi^2 = 105,66$, p -value = 0,1099), na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, wskazują na brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej głoszącej, że rozkład dwóch pierwszych cyfr znaczących wspomnianych

³ Za pomocą testu zgodności chi-kwadrat weryfikujemy hipotezę zerową, która głosi, że rozkład dwóch pierwszych cyfr znaczących wysokości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych z 2016 r. na kwotę co najmniej 10,00 zł jest rozkładem Benforda, wobec hipotezy alternatywnej, zgodnie z którą wspomnianego rozkładu nie można opisać rozkładem Benforda.

przychodów jest zgodny z rozkładem Benforda. Tym samym uzyskane wyniki testowania nie przeczą hipotezie, że w 2016 roku w rozpatrywanym przedsiębiorstwie proces księgowania przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych przebiegał prawidłowo.

Rysunek 2. Rozkład dwóch pierwszych cyfr znaczących dla danych ze zbioru A



Źródło: opracowanie własne.

W dalszej kolejności przeprowadzono badanie, w ramach którego poproszono 10 osób, związanych zawodowo z tematyką finansów i nieznających prawa Benforda, o to, aby każda z nich z osobna wprowadziła do zbioru A nowe wartości zapisów księgowych w liczbie 121 na całkowitą kwotę ok. 1,450 mln zł, co miało stanowić próbę popelnienia przez te osoby oszustw księgowych. Liczba nowo dodanych fałszywych wielkości, a także ich łączna wartość w przeprowadzonym badaniu zostały ustalone, odpowiednio, na poziomie 1% liczebności zbioru A i na poziomie 1% sumarycznej wysokości przychodów ze zbioru A. W tabeli 2 zamieszczono z kolei charakterystykę osób zaangażowanych w badanie, biorąc pod uwagę ich płeć, wiek, wykształcenie oraz staż pracy.

W wyniku przeprowadzonego badania na grupie dziesięciu osób utworzono 10 nowych zbiorów danych, nazywanych dalej zbiorami: B, C, D, ..., K, które zawierały po 12 225 obserwacji. Powiązanie osób scharakteryzowanych w tabeli 2 z nowymi zbiorami było następujące: zbiór B jest konsekwencją działań podjętych przez osobę o numerze 1, zbiór C jest konsekwencją działań podjętych przez osobę o numerze 2 itd. Tabela 3 zawiera rezultaty testu zgodności chi-kwadrat, jakie uzyskano wykorzystując nowo powstałe zbiory.

Tabela 2. Charakterystyka osób zaangażowanych w przeprowadzone badanie

Numer osoby	Płeć	Wiek (w latach)	Wykształcenie	Staż pracy w zawodzie z obszaru finansów (w latach)
1	mężczyzna	34	wyższe	10
2	kobieta	45	wyższe	21
3	mężczyzna	39	wyższe	13
4	mężczyzna	27	wyższe	4
5	mężczyzna	36	średnie	13
6	kobieta	42	wyższe	18
7	mężczyzna	33	wyższe	10
8	mężczyzna	28	wyższe	4
9	kobieta	30	wyższe	7
10	mężczyzna	37	wyższe	12

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wyniki testu zgodności chi-kwadrat na podstawie danych ze zbiorów od B do K

Zbiór danych	Wartość statystyki χ^2	p -value	Zbiór danych	Wartość statystyki χ^2	p -value
B	121,79	0,0120	G	112,81	0,0450
C	114,21	0,0372	H	114,62	0,0351
D	110,55	0,0606	I	120,97	0,0137
E	116,75	0,0259	J	109,13	0,0725
F	113,04	0,0436	K	113,10	0,0433

Źródło: obliczenia własne.

Analizując wyniki zamieszczone w tabeli 3 można zauważyć, że na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, aż w ośmiu przypadkach na dziesięć przeprowadzonych testowań należy przyjąć hipotezę alternatywną, która głosi, że wielkości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych, jeżeli chodzi o rozkład dwóch pierwszych cyfr znaczących, nie czynią zadość prawu Benforda. Tak oto, dla zdecydowanej większości przeprowadzonych prób popełnienia oszustw księgowych, zastosowany test statystyczny wskazał, że proces księgowania przychodów zagranicznych przebiega niepoprawnie. Gdyby jednak zwiększyć poziom istotności z najczęściej przyjmowanego $\alpha = 0,05$ do $\alpha = 0,10^4$, wówczas względem wszystkich dziesięciu prób popełnienia

⁴ Zwiększenie poziomu istotności do 0,10 nie zmienia wniosku, jaki wcześniej sformułowano na podstawie danych ze zbioru A odnośnie do przebiegu procesu księgowania.

oszustw należy stwierdzić, iż uzyskane wielkości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych są wynikiem nieprawidłowo przebiegającego procesu księgowania.

Odrębną jednak kwestią, niepodejmowaną w ramach artykułu, jest konstrukcja próby audytowej, zawierającej wysokości tych zapisów księgowych, które należałoby poddać badaniu, celem wykrycia popełnionych oszustw. W tym zakresie można oprzeć się na pewnych przesłankach wynikających z prawa Benforda, co sygnalizowano już, kiedy je charakteryzowano.

Podsumowanie

Rozważania zawarte w niniejszym artykule pokazały, że biegli rewidenci, wykonując swój zawód, są obwarowani pewnymi regulacjami, które nakładają na nich konieczność wykrywania oszustw. Regulacjami tymi są Krajowe Standardy Badania 200 i 240, a także ustawa z dnia 11 maja 2017 roku o biegłych rewidentach, firmach audytorskich i nadzorze publicznym. Ponadto zauważono, że w procesie wykrywania oszustw księgowych swoje praktyczne zastosowanie znajdują techniki analizy cyfrowej oparte na prawie Benforda. Wskazują na to m.in.: wypowiedzi biegłych ds. wykrywania oszustw i nadużyć gospodarczych, wypowiedź osoby pracującej na stanowisku starszego audytora oraz różne publikacje, w tym także wydane przez Międzynarodową Federację Księgowych.

W części empirycznej pracy zaprezentowano rezultaty badania w zakresie możliwości wykorzystania prawa Benforda w identyfikowaniu oszustw księgowych. Opierając się na wielkościach przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych z 2016 roku dla pewnego przedsiębiorstwa (co do którego nie było przesłanek, jakoby jego działalność miała być związana z występującymi w tym podmiocie oszustwami), wyniki przeprowadzonego badania nie przeczą hipotezie, że dane księgowe podlegają prawu Benforda. Uzyskane rezultaty nie przeczą zatem i hipotezie, zgodnie z którą proces księgowania wysokości przychodów przebiega poprawnie. Z kolei analiza przychodów, których wielkości były konsekwencją realizacji dziesięciu prób popełnienia oszustwa doprowadziła do wniosku, iż w ośmiu przypadkach dane księgowe nie czynią zadość prawu Benforda, co oznacza, że dla tych ośmiu przypadków rozpatrywany proces księgowania wysokości przychodów zagranicznych ze sprzedaży wyrobów gotowych nie przebiega prawidłowo. Wniosek taki sformułowano przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,05$. Jednak jego dwukrotne zwiększenie, tj. przyjęcie $\alpha = 0,10$, daje podstawy do stwierdzenia, że rozważany proces księgowania należy zakwalifikować jako niepoprawnie przebiegający, względem wszystkich dziesięciu prób popełnienia oszustwa.

Należy przy tym wskazać na pewne ograniczenia, które bez wątpienia miały wpływ na wyniki prezentowane w części empirycznej pracy. Po pierwsze, liczba osób, jaka została zaangażowana w przeprowadzone badanie została ograniczona do dziesięciu. Warto byłoby jednak uwzględnić większą ich liczbę, a zatem i większą liczbę prób popełnienia oszustw księgowych. Po drugie, w procedurze generowania fałszywych

wartości zapisów księgowych, jaka została wdrożona przez każdą z dziesięciu osób, przyjęto odgórnie, że liczba dodanych zafałszowanych wielkości przychodów ma stanowić 1% liczebności zbioru A. Podobnie, sumaryczna wartość wprowadzonych fałszywych wysokości przychodów została ustalona na poziomie 1% łącznej wielkości przychodów ze zbioru A.

W końcu należy wspomnieć, że mechanizmem generującym zafałszowane wielkości przychodów był umysł ludzki. Zaprezentowane rezultaty badania prowadzą do wniosku, iż umysł ludzki, który nie zna prawa Benforda, na ogół nie jest w stanie generować fałszywych zapisów księgowych (ze względu na ich wartość), które pozostawałyby w zgodzie z tymże prawem. Jest to rzecz niezmiernie ważna w kontekście wymyślania przez oszustów kwot, na jakie dokonują oni nadużyć finansowych. W tym miejscu należy jednak sformułować dość istotne pytanie: na ile owe umysły osób zaangażowanych w przeprowadzone badanie były rzeczywiście umysłami oszustów? Celowe błędy księgowe mogą być generowane nie tylko przez umysł ludzki, ale również za pomocą teoretycznych modeli generujących dane, z których korzysta się w ramach badań symulacyjnych. W przyszłych badaniach warto więc uwzględnić i ten aspekt.

Tematyka wykrywania oszustw finansowych przy użyciu prawa Benforda jest dość rzadko poruszana w literaturze krajowej. Autor niniejszego artykułu żywi nadzieję, że zaprezentowane tu rozważania przyczynią się – przynajmniej w niewielkim zakresie – do rozpropagowania tej tematyki w literaturze krajowej, m.in. w środowisku osób trudniących się analizą danych finansowych o charakterze księgowym. Jako problemy otwarte należy pozostawić kwestie dotyczące ustalania algorytmu pobierania prób audytowych na bazie różnych przesłanek wynikających z prawa Benforda, jak i ocenę skuteczności stosowania tych algorytmów w identyfikowaniu oszustw finansowych (a w tym: oszustw księgowych). O ile pierwszy zarysowany problem nie jest tematem zupełnie nowym w literaturze zagranicznej, o tyle drugi z nich zdaje się otwierać szerokie pole, jeżeli chodzi o prowadzenie badań naukowych.

Na koniec warto wspomnieć, że istnieją artykuły naukowe, w których autorzy proponują pewne algorytmy konstrukcji prób audytowych, opierając się na niektórych przesłankach wynikających z prawa Benforda, dodatkowo wzbogacając je o metody jeszcze innego typu, takie jak optymalizacyjne modele programowania matematycznego czy metody uczenia maszynowego (zob. np. da Silva, Carreira, 2013; Baryła, 2014; Badal-Valero i in., 2018). Nie oznacza to jednak, że nowe tego rodzaju algorytmy, być może skuteczniejsze, jeśli chodzi o identyfikowanie oszustw finansowych, nie mogą być przedmiotem przyszłych opracowań.

Literatura

- Adhikari A.K., Sarkar B.P. (1968), *Distribution of Most Significant Digit in Certain Functions Whose Arguments Are Random Variables*, „Sankhyā: The Indian Journal of Statistics, Series B”, 30, (1/2), s. 47–58.
- Allaart P.C. (1997), *An Invariant-Sum Characterization of Benford's Law*, „Journal of Applied Probability”, 34 (1), s. 288–291.

- Badal-Valero E., Alvarez-Jareño J.A., Pavia J.M. (2018), *Combining Benford's Law and Machine Learning to detect Money Laundering. An actual Spanish court case*, „Forensic Science International”, 282, s. 24–34.
- Baryła M. (2010), *Prawo Benforda i jego wykorzystanie w wykrywaniu fałszywych danych*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, s. 244–254.
- Baryła M. (2014), *O pewnym modelu pozwalającym identyfikować k najbardziej podejrzanych rekordów w zbiorze danych księgowych w procesie wykrywania oszustw finansowych*, „Zeszyty Naukowe Wydziałowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, 203, s. 11–19.
- Benford F. (1938), *The Law of Anomalous Numbers*, „Proceedings of the American Philosophical Society”, 78 (4), s. 551–572.
- Berger A., Hill T.P. (2011), *A basic theory of Benford's Law*, „Probability Surveys”, 8, s. 1–126 (electronic), DOI: 10.1214/11-PS175.
- Boyle J. (1994), *An Application of Fourier Series to the Most Significant Digit Problem*, „The American Mathematical Monthly”, 101 (9), s. 879–886.
- da Silva C.G., Carreira P.M.R. (2013), *Selecting Audit Samples Using Benford's Law*, „Auditing: A Journal of Practice & Theory”, 32 (2), s. 53–65.
- 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”, V, s. 17–34.
- Farbaniec M., Grabiński T., Zabłocki B., Zajac W. (2012), *Geneza, istota i rozwój badań nad prawem Benforda*, [w:] Chmielowski W.Z., Wilk-Kołodziejczyk D. (red.), *Metody analizy i oceny bezpieczeństwa oraz jakości informacji*, Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków, s. 101–122.
- Grabiński T., Farbaniec M., Woźniak-Zapór M., Zajac W. (2016), *Metody i narzędzia weryfikacji rzetelności danych liczbowych*, Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków.
- Guide to Using ISAs in the Audits of Small- and Medium-Sized Entities* (2018), 1 – Core Concepts, International Federation of Accountants (IFAC), New York.
- Hamming R.W. (1970), *On the Distribution of Numbers*, „The Bell System Technical Journal”, 49 (8), s. 1609–1625.
- Hill T.P. (1995a), *A Statistical Derivation of the Significant-Digit Law*, „Statistical Science”, 10 (4), s. 354–363.
- Hill T.P. (1995b), *Base-Invariance Implies Benford's Law*, „Proceedings of the American Mathematical Society”, 123 (3), s. 887–895.
- Hill T.P. (1995c), *The Significant-Digit Phenomenon*, „The American Mathematical Monthly”, 102 (4), s. 322–327.
- Kailasam L. (2011), *Benford Distribution – An Effective Audit Tool*, „The Chartered Accountant. Journal of the Institute of Chartered Accountants of India”, 60 (5), s. 716–720.
- Karliński W. (2004), *Statystyczny dobór próby w badaniach audytowych: metody i narzędzia*, Biuletyn Najwyższej Izby Kontroli, IX (1 [13]).
- Kutera M. (2008), *Rola audytu finansowego w wykrywaniu przestępstw gospodarczych*, Centrum Doradztwa i Informacji Difin, Warszawa.
- Newcomb S. (1881), *Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers*, „American Journal of Mathematics”, 4 (1), s. 39–40.
- Nigrini M.J. (1994), *Using Digital Frequencies to Detect Fraud*, „The White Paper”, 8 (2), s. 3–6.
- Nigrini M.J. (2011), *Forensic Analytics: Methods and Techniques for Forensic Accounting Investigations*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Nigrini M.J. (2012), *Benford's Law: Applications for Forensic Accounting, Auditing, and Fraud Detection*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.
- Nigrini M.J. (2015), *Persistent Patterns in Stock Returns, Stock Volumes, and Accounting Data in the U.S. Capital Markets*, „Journal of Accounting, Auditing & Finance”, 30 (4), s. 541–557.
- 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), s. 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), s. 52–67.
- Ostap R. (2006), *Statystyczne metody doboru próby badania i wykrywania fałszerstw*, „Infopakiet”, 03, s. 9–11.
- Pinkham R.S. (1961), *On the Distribution of First Significant Digits*, „The Annals of Mathematical Statistics”, 32 (4), s. 1223–1230.
- Staszal A. (2013), *Wykrywanie przestępstw gospodarczych z wykorzystaniem prawa Benforda*, [w:] Wawak S. (red.), *Metody i techniki diagnozowania w doskonaleniu organizacji*, Mfiles.pl, Kraków, s. 49–56.
- Tomanek J. (2014), *Analiza wielowymiarowa w wykrywaniu oszustw księgowych*, [w:] Trzpiot G. (red.), *Wielowymiarowe modelowanie i analiza ryzyka*, „Studia Ekonomiczne”, 192, s. 155–169.

Akty prawne

- Ustawa z dnia 11 maja 2017 r. o biegłych rewidentach, firmach audytorskich oraz nadzorze publicznym, Dz.U. 2017, poz. 1089 z późn. zm.

Źródła internetowe

- Krajowa Rada Biegłych Rewidentów (2019), *Krajowy Standard Badania 200 w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 200 Ogólne cele niezależnego biegłego rewidenta oraz przeprowadzanie badania zgodnie z Międzynarodowymi Standardami Badania*, <https://www.pibr.org.pl/assets/file/4169,1.1KSB200.pdf> (dostęp 7.02.2020).
- Krajowa Rada Biegłych Rewidentów (2019), *Krajowy Standard Badania 240 w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 240 Obowiązki biegłego rewidenta podczas badania sprawozdania finansowego dotyczące oszustw*, <https://www.pibr.org.pl/assets/file/4146,1.5KSB240.pdf> (dostęp 7.02.2020).
- Krajowa Rada Biegłych Rewidentów (2019), *Krajowy Standard Badania 315 (Z) w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 315 (zmienionego) Identyfikacja i oszacowanie ryzyk istotnego zniekształcenia poprzez zrozumienie jednostki i jej otoczenia*, [https://www.pibr.org.pl/assets/file/4149,1.10KSB315\(Z\).pdf](https://www.pibr.org.pl/assets/file/4149,1.10KSB315(Z).pdf) (dostęp 7.02.2020).
- Krajowa Rada Biegłych Rewidentów (2019), *Krajowy Standard Badania 530 w brzmieniu Międzynarodowego Standardu Badania 530 Próbkiowanie*, <https://www.pibr.org.pl/assets/file/4125,1.20KSB530.pdf> (dostęp 7.02.2020).
- Miller P. (2016), *Benford's Law: A Real Life Case Study*, <https://acfeinsights.squarespace.com/acfe-insights/2016/1/15/benfords-law-a-real-life-case-study> (dostęp 10.02.2020).
- Stalcup K. (2010), *Benford's Law: How a Simple Misconception can Trip Up a Fraudster and How a Savvy CFE Can Spot It*, <https://www.fraud-magazine.com/article.aspx?id=203> (dostęp 10.02.2020).

Finansowanie

- Publikacja została sfinansowana ze środków subwencji przyznanej Uniwersytetowi Ekonomicznemu w Krakowie.

