

Joanna Tomanek

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

ANALIZA WIELOWYMIAROWA W WYKRYWANIU OSZUSTW KSIĘGOWYCH

Celem artykułu jest ukazanie problematyki oszustw księgowych oraz wskazanie możliwości zastosowania analizy wielowymiarowej w ich wykrywaniu. Przedstawiono tu istotę fałszowania sprawozdań finansowych, pojęcie zapisu księgowego oraz przykłady technik służących wykrywaniu nieprawidłowości. Zastosowanie analizy wielowymiarowej pokazano na przykładzie identyfikacji wielowymiarowych obserwacji odstających. Implementację zadania wykonano w programie R-project.

1. Istota fałszowania sprawozdań finansowych

1.1. Pojęcie oszustwa księgowego i oszukańczej sprawozdawczości finansowej

Pojęcie oszustwa ma wiele definicji uwarunkowanych kontekstem zjawiska, w którym zachodzi. O oszustwie najczęściej mówi się, gdy dochodzi do przedstawienia w sposób świadomy i celowy, niezgodnie z rzeczywistością, obiektywnych i mających realny wymiar zdarzeń, dla osiągnięcia osobistych lub grupowych interesów. W wyniku popełnienia oszustwa ponosi stratę każdy odbiorca informacji, który na jej podstawie podejmuje czynności, których nie wykonałby, gdyby posiadał zgodne z rzeczywistością informacje.

Definicja oszustwa może być sformułowana następująco: „(...) oszustwo jest to każde zamierzone działanie lub zaniechanie działania tak zaprojektowane, aby zmylić innych, w rezultacie czego występuje ofiara, która ponosi stratę, oraz popełniający oszustwo, który osiąga korzyści”¹.

¹ Zarządzanie ryzykiem oszustwa w toku działalności gospodarczej – przewodnik praktyczny. „Rachunkowość Budżetowa” 2009, nr 4/(220), s. 1.

W ujęciu prawa karnego aby mówić o oszustwie, muszą być spełnione następujące warunki:

- fikcyjny sposób przedstawienia faktów,
- istotne znaczenie,
- ukryty cel,
- brak jawności działania,
- świadomy zamiar oszukania,
- strona poszkodowana podjęła jakieś działanie na podstawie nieprawdziwych informacji².

Z punktu widzenia rachunkowości do najważniejszych definicji należy zaliczyć definicję zawartą w Międzynarodowych Standardach Rewizji Finansowej (MSRF) nr 240, w której poprzez oszustwo określa się zamierzone działanie podjęte przez jednego lub kilku członków kierownictwa, pracowników lub osoby trzecie, które powoduje powstanie nieprawidłowości w sprawozdaniu finansowym. Może ono polegać na:

- manipulacji, zafałszowaniu bądź zmianie danych lub dokumentów,
- zawłaszczeniu majątku,
- wyłączeniu lub pominięciu w zapisach księgowych albo dokumentach skutków transakcji,
- rejestrowaniu transakcji pozornych,
- niewłaściwym stosowaniu polityki rachunkowości³.

Oszustwo jest podobnie przedstawiane przez Międzynarodową Federację Księgowych (International Federation of Accountants, IFAC). Za oszustwo uznaje ona zamierzone działanie jednej lub większej ilości osób spośród kierownictwa, osób zarządzających i sprawujących nadzór nad jednostką, pracowników lub stron trzecich, wykorzystujących kłamstwa w celu uzyskania nieuzasadnionej lub niezgodnej z prawem korzyści. Dla biegłego rewidenta ważne są dwa rodzaje zamierzonych nieprawidłowości: wynikające z oszukańczej sprawozdawczości finansowej oraz wynikające z zawłaszczenia aktywów. Natomiast oszukańcza sprawozdawczość finansowa wiąże się z zamierzonymi nieprawidłowościami, w tym spowodowanymi pominięciem kwot, bądź ujawnieniami w sprawozdaniu finansowym służącymi oszukaniu ich użytkowników⁴.

² Kodeks karny (Dz.U. nr 88, poz. 553 z późn. zm.).

³ *Międzynarodowe Standardy Rewizji Finansowej*. Stowarzyszenie Księgowych w Polsce, Warszawa 2005.

⁴ Słowniczek terminów rewizji finansowej:

http://www.ifac.org/sites/default/files/downloads/Polish_GuidetoUsingISAs_Glossary.pdf.

Za najważniejsze elementy oszustwa można uznać następujące cztery warunki:

- istotne zafałszowanie informacji,
- świadomość fałszu w momencie składania oświadczenia,
- poleganie przez ofiarę na fałszywej informacji,
- szkoda jako skutek⁵.

1.2. Czynniki wpływające na wystąpienie oszustw

Do źródeł oszukańczej sprawozdawczości finansowej można zaliczyć:

- czynniki ekonomiczne,
- czynniki leżące w podmiocie jako organizacji,
- czynniki psychologiczne⁶.

Podstawowym czynnikiem ekonomicznym jest zjawisko kryzysu ekonomicznego, który może mieć swoje podłoże egzogeniczne (zewnątrzne, na które jednostka nie ma wpływu) lub endogeniczne (bezpośrednio zależne od jednostki). Przyczyną kryzysu endogenicznego może być złe oszacowanie popytu, cenowy podbój rynku, niedobór środków pieniężnych, niska rentowność, próba ekspansji rynkowej, fuzje dokonywane drogą zakupu innej jednostki za cenę nieuzasadnioną wartością tego przedsiębiorstwa⁷.

Wśród czynników tkwiących bezpośrednio w organizacji należy uwzględnić psychologiczne uwarunkowania zarządu podmiotu gospodarującego, status ekonomiczny firmy (konkurencja, brak precyzyjnego podziału kompetencji oddziałów jednostki, nieprzestrzeganie zasad corporate governance) oraz wiedzę kadry kierowniczej⁸.

Wydaje się jednak, że bez względu na sytuację ekonomiczną oraz strukturę organizacyjną podmiotu, najważniejszą rolę odgrywają indywidualne cechy osób, które predysponują je do działań oszukańczych. Można tutaj wymienić chęć życia ponad stan, nieodpartą żądę bogacenia się, wysokie zadłużenie osobiste, bliskie powiązania z klientami, poczucie, że wynagrodzenie nie jest współmierne do odpowiedzialności, kombinatorstwo, pokonanie systemu jako wyzwanie, uzależnienie od hazardu, nadmierną presję rodziny lub otoczenia⁹.

⁵ M. Kaczmarek: *Problem wykorzystania rachunkowości agresywnej przez menedżerów*. W: *Rachunkowość w teorii i praktyce*. Tom 1. Red. W. Gabrusewicz. Wydawnictwo AE, Poznań 2007, s. 152.

⁶ M. Wiatr, E. Śnieżek: *Kreatywna czy oszukańcza sprawozdawczość finansowa? Sygnały, symptomy, diagnoza*. „Przegląd Organizacji” 2011.

⁷ W. Wąsowski: *Cel, zakres i metody fałszowania sprawozdań finansowych*. „Bank i Kredyt” 2002, nr 10, s. 65.

⁸ A. Kamela-Sowińska: *Psychologiczne i ekonomiczne źródła oszustw księgowych*. „Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości” 2006, t. 32, s. 106.

⁹ M. Kaczmarek: *Op. cit.*, s. 154.

Analizując przyczyny oszustw, mówi się o „trójkącie oszustwa”. Składają się na niego trzy elementy:

1. Sposobność (okazja) – osoba popełniająca oszustwo musi mieć sposobność, by oszustwo popełnić. Sposobność tę może tworzyć przykładowo niedziałający lub działający wadliwie system kontroli wewnętrznej lub opieranie istotnych elementów sprawozdania finansowego na przybliżonych szacunkach.
2. Zachęta (presja) – kierownictwo lub pracownicy jednostki mogą być zachęceni lub podlegać presji, aby popełniać oszustwo. Przykładem może być osiągnięcie gorszego niż zakładany wyniku finansowego, co może spowodować wywieranie nacisków na kierownictwo jednostki, aby w sposób sztuczny (oszukańczy) go poprawić.
3. Postawa (samousprawiedliwienie) – osoby popełniające oszustwo charakteryzuje postawa, charakter bądź zasady etyczne ułatwiające im popełnienie oszustwa albo znajdują się one w sytuacji, która umożliwia im łatwe usprawiedliwienie oszukańczych zachowań, np. dbałością o dobro firmy¹⁰.

1.3. Główne typy oszustw księgowych

Oszustwa księgowe występują szczególnie w trzech obszarach: przychodów, kosztów oraz aktywów i pasywów. Zakres manipulacji jest zależny od efektu, jaki producent sfalszowanej informacji chce osiągnąć, a w związku z tym można mówić o stosownych zwiększeniach lub zmniejszeniach przychodów, kosztów oraz majątku, takich jak:

- przedwczesne zwiększanie przychodów, np. usług, które będą świadczone w przyszłości,
- ujmowanie w księgach fikcyjnych przychodów, np. przychodów ze sprzedaży także tej części, co do której wiadomo, że zostanie zwrócona przez odbiorcę,
- zwiększenie dochodów za pomocą jednorazowych zysków, np. wystawianie faktur na usługi, których ceny rynkowej nie można rynkowo zweryfikować,
- przesunięcie bieżącego dochodu do okresów późniejszych, np. sztuczne tworzenie rezerw,
- ujęcie w księgach bieżącego okresu kosztów, które dotyczą przyszłych okresów, np. amortyzacji,
- przesunięcie kosztów bieżącego okresu w ciężar przyszłych przychodów, np. niewłaściwe aktywowanie kosztów,

¹⁰ Ch.E. Hogan, Z. Rezaee, R.A. Riley, U.K. Velury: *Financial Statement Fraud: Insights from the Academic Literature*. „Auditing – A Journal of Practice & Theory” 2008, Vol. 27, No. 2.

- zaniechanie ujęcia w księgach lub nieujawnianie wszystkich zobowiązań, np. zobowiązań warunkowych¹¹.

Zakres technik i metod fałszowania sprawozdań finansowych jest szeroki i z praktyki gospodarczej wynika, iż jest to zbiór nieskończony. Dodatkowo rozwój działań oszukańczych będzie prawdopodobnie stale postępował, gdyż manipulatorzy działają w zmiennym środowisku gospodarczym, które stwarza nowe możliwości zniekształcenia informacji finansowej.

2. Pojęcie zapisu księgowego

2.1. Definicja zapisu księgowego

Zapis księgowy służy do ewidencji operacji gospodarczych. Zapisów w księgach rachunkowych dokonuje się w sposób trwały, bez pozostawiania miejsc pozwalających na późniejsze dopiski lub zmiany. Przy prowadzeniu ksiąg rachunkowych z użyciem komputera stosuje się właściwe procedury i środki chroniące przed zniszczeniem, modyfikacją lub ukryciem zapisu. Zapisy księgowe mogą być zapisywane w różnych księgach pomocniczych, które później są przenoszone do księgi głównej. Zapisy w dzienniku i na kontach księgi głównej powinny być powiązane ze sobą w sposób umożliwiający ich sprawdzenie oraz powinny być trwałe, by nie ulec uszkodzeniu w czasie nie krótszym od wymaganego dla prowadzenia ksiąg rachunkowych.

Treść zapisu księgowego określa art. 23 ust. 2 ustawy o rachunkowości. Zapis powinien zawierać co najmniej następujące dane:

- datę dokonania operacji gospodarczej,
- określenie rodzaju i numeru identyfikacji dowodów księgowych, będących podstawą zapisu księgowego,
- datę, jeżeli różni się ona od daty dokonania operacji,
- zrozumiały tekst zapisu,
- kwotę i datę dokonania zapisu,
- oznaczenie kont, na których konkretne zdarzenie gospodarcze zostanie zaksięgowane¹².

Zgodnie z ustawą zapis księgowy powinien zawierać również informację o koncie przeciwnym, na którym zgodnie z metodą podwójnego zapisu ma

¹¹ M. Kutera, A. Hołda, S.T. Surdykowska: *Oszustwa księgowe – teoria i praktyka*. Difin, Warszawa 2006, s. 22-23.

¹² Ustawa z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości. Tekst jednolity: Dz.U. 2009, Nr 152, poz. 1223.

zostać zaksięgowany. Księgowanie operacji gospodarczych nie może powodować naruszenia równowagi bilansowej. W związku z tym w ewidencji księgowej stosuje się zasadę podwójnego zapisu, zgodnie z którą każda operacja musi być ujęta na co najmniej dwóch kontach (podwójny zapis) – na jednym koncie po stronie Wn, a na drugim po stronie Ma. Zapis księgowy ma zatem co najmniej dwa elementy. Nie ma górnej granicy liczby pozycji, które można ująć w zapisie księgowym.

Podstawą zapisów księgowych są dowody księgowe stwierdzające dokonanie operacji gospodarczej określone jako „dowody źródłowe”, które są kwalifikowane jako:

- zewnętrzne obce – otrzymane od kontrahentów,
- zewnętrzne własne – przekazywane w oryginale kontrahentom,
- wewnętrzne – dotyczące operacji wewnątrz jednostki.

Innymi rodzajami dowodów księgowych uprawniających do wykonania zapisu księgowego są dokumenty:

- zbiorcze – służące do dokonywanych łącznych zapisów dotyczących zbioru dowodów źródłowych, które muszą być w dowodzie zbiorczym pojedynczo wymienione,
- korygujące uprzednio dokonane zapisy księgowe,
- zastępcze – wystawione w celu ujęcia operacji gospodarczej, w przypadku braku zewnętrznego dowodu źródłowego, do czasu jego otrzymania,
- rozliczeniowe – wystawiane w celu ujęcia już dokonanych zapisów według nowych kryteriów kwalifikacyjnych.

2.2. Rodzaje zapisów księgowych

Zapisy są zazwyczaj klasyfikowane w następujący sposób:

- standardowe wpisy – związane z bieżącą działalnością, są zazwyczaj zautomatyzowane;
- niestandardowe wpisy – występują na koniec danego okresu rozliczeniowego w celu regulacji, dokonania rozliczenia i niezbędnych szacunków lub służą rejestracji nietypowych transakcji; w przeciwieństwie do standardowych, powtarzających się wpisów, zapisy te mogą się przykładowo odnosić do szacunków księgowych dotyczących rezerw i odpisów;
- zapisy „top-side” – takie wpisy, które zwykle nie pojawiają się w księdze głównej i dlatego nie podlegają standardowym funkcjom sterującym; w wielu przypadkach powstają w osobnym arkuszu i są utrzymywane oddzielnie od

księgi głównej; pozycje te mogą być również rejestrowane po zakończeniu konsolidacji, ale przed zatwierdzeniem sprawozdania finansowego.

Jako specyficzne rodzaje wpisów do ksiąg można wyróżnić odwrócenia oraz zapisy powtarzające się. Z odwróceniem mamy do czynienia, gdy w następującym okresie jest wprowadzany odpowiadający zapis znoszący wpływ poprzedniego. Powtarzające się zapisy księgowe występują w każdym kolejnym okresie rozliczeniowym, aż do osiągnięcia pewnej daty zakończenia.

3. Analiza zapisów księgowych pod kątem wykrywania oszustw

Zachowanie kryminalne jest zawsze połączone z mniejszymi lub większymi odchyleniami od „normalnych” działań biznesowych, przepisów, procedur, wyników czy pełnomocnictw. Ze względu na to, że rachunkowość w danym przedsiębiorstwie odzwierciedla realne procesy w firmie, można przyjąć za prawdopodobne, że zostaną odzwierciedlone w ten sposób także tego rodzaju odchylenia.

Możliwe do wykorzystania techniki analizy danych obejmują:

- filtrowanie,
- sortowanie,
- zestawienia statystyczne,
- identyfikowanie luk,
- identyfikowanie duplikatów,
- analizy względem czasu,
- testy potwierdzające,
- próbkowanie,
- klasyfikację,
- podsumowania,
- stratyfikację,
- łączenie i definiowanie relacji,
- analizy trendów,
- analizy regresji,
- symulacje,
- analizy cyfrowe.

Wczesną wskazówkę gospodarczych działań kryminalnych mogą stanowić wskaźniki wygenerowane na podstawie danych przedsiębiorstwa. W wielu przypadkach nie istnieją żadne inne ślady oprócz rzucającego się w oczy wzrostu kosztów lub uszczuplenia przychodu. Sytuacja taka występuje przykładowo przy zbyt wysokich kosztach zakupu lub niedozwolonych warunkach sprzedaży.

Z tego względu jeśli dana szkoda jest odzwierciedlona w rachunku zysków i strat, to wskaźniki stanowią często jedyny punkt odniesienia umożliwiającą zgłoszenie oszustwa. Ich zmiany w czasie umożliwiają wyciągnięcie wniosków na temat pewnych wykroczeń. Poniżej przedstawiono kilka przykładów:

- nieproporcjonalnie duże odpisy w przypadku określonych produktów mogą sygnalizować oszustwo związane ze sprzedażą,
- duże różnice inwentaryzacyjne w magazynie filii mogą oznaczać kradzież,
- niezwykle wysokie koszty nabycia w danym dziale zakładu – oszustwo związane z zakupem,
- szybki wzrost wiarygodności u danego klienta – oszustwo związane z zakładaniem fikcyjnych firm,
- wiele anulowanych zleceń w danej filii – interesy związane z szarą strefą,
- duże różnice w przychodach w dwóch okresach – uszczuplenie wpływów,
- nieoczekiwanie duży udział wysokich kwot fakturowych – faktury fikcyjne.

Szczególnie przydatne są porównania ciągów okresów na podstawie wartości pozostających w relacji do siebie, jak np. zużycie towarów w stosunku do przychodów ze sprzedaży lub kosztów kadrowych w stosunku do fakturowanych świadczeń. Analiza może obejmować doświadczenia z poprzednich kontroli oraz wskaźniki międzyzakładowe.

4. Identyfikacja wielowymiarowych obserwacji odstających

Odkrywanie anomalii można rozszerzyć o dorobek statystyki odpornej, której narzędzia ułatwiają identyfikowanie obserwacji odstających (ang. outliers). Obserwacjami odstającymi są wartości, które są odległe od większości typowych obserwacji. Zbiór obserwacji typowych jest nazywany rdzeniem. Szczególnie interesującym zagadnieniem jest identyfikacja wielowymiarowych obserwacji odstających. Obserwacje te nie mogą być wykrywane dla każdej zmiennej oddzielnie. Zazwyczaj wielowymiarowa obserwacja odstająca nie zawiera obserwacji odstającej w każdej ze swoich zmiennych.

Jeżeli rozpatrujemy n k -wymiarowych wektorów losowych $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_n$, w postaci $\mathbf{X}_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik})'$, gdzie $i = 1, 2, \dots, n$, to ich realizacje będziemy oznaczać $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n$.

Zwykle jako klasyczny estymator wartości oczekiwanej $\boldsymbol{\mu}$ wektora losowego przyjmuje się średnią z próby, której ocena ma postać:

$$\bar{\mathbf{x}}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i. \quad (1)$$

Jako klasyczny estymator macierzy kowariancji Σ wektora losowego przyjmuje się macierz kowariancji z próby, której ocena ma postać:

$$\mathbf{S}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}_n)(\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}_n)' \quad (2)$$

lub:

$$\mathbf{S}_n^* = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}_n)(\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}_n)' \quad (3)$$

Do identyfikacji wielowymiarowych obserwacji odstających stosuje się miary odległości obserwacji od przyjętej miary położenia względem miary dyspersji. Jeżeli w tym celu zostaną wykorzystane klasyczne estymatory, wówczas klasyczną odległością wielowymiarowej obserwacji \mathbf{x} od $\bar{\mathbf{x}}_n$ względem macierzy \mathbf{S}_n jest odległość Mahalanobisa¹³:

$$MD(\mathbf{x}) = \sqrt{(\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}_n)' \mathbf{S}_n^{-1} (\mathbf{x}_i - \bar{\mathbf{x}}_n)}. \quad (4)$$

Za pomocą tej odległości określa się klasyczną elipsoidę tolerancji służącą identyfikacji wielowymiarowych obserwacji odstających:

$$\{\mathbf{x}: MD(\mathbf{x}) \leq q\}, \quad (5)$$

gdzie q jest promieniem elipsoidy.

Elipsoida jest tworzona przez zbiór obserwacji \mathbf{x} , których odległość od estymatora średniej względem macierzy kowariancji nie jest większa niż promień q . Jeżeli są spełnione założenia, że wektory losowe \mathbf{X}_i , $i = 1, 2, \dots, n$ mają k -wymiarowy rozkład normalny $N_k(\boldsymbol{\mu}, \Sigma)$, wówczas w praktyce, dla dużych prób, promień q ma probabilistyczną interpretację. Z faktu, że zmienna losowa $MD^2(\mathbf{X}) = (\mathbf{X}_i - \hat{\boldsymbol{\mu}})' \hat{\Sigma}_n^{-1} (\mathbf{X}_i - \hat{\boldsymbol{\mu}})$ przy opisanych założeniach ma asymptotyczny rozkład chi-kwadrat z k stopniami swobody, wynika, że $q = \sqrt{\chi_{k,p}^2}$, gdzie $\chi_{k,p}^2$ jest kwantylem rzędu p rozkładu chi-kwadrat z k stopniami swobody. Zwykle przyjmuje się $p = 0,975$. Oczekuje się wówczas, że około 97,5% obserwacji należy do elipsoidy¹⁴.

¹³ G. Trzpiot, A. Orwat-Acedańska, J. Majewska: *Wybrane elementy statystyki odpornej*. Uniwersytet Ekonomiczny, Katowice 2013, s. 117-118.

¹⁴ Ibid.

Odpornym odpowiednikiem odległości Mahalanobisa jest odporna odległość Mahalanobisa (robust distance):

$$RD(\mathbf{x}) = \sqrt{(\mathbf{x}_1 - \hat{\boldsymbol{\mu}}_{\text{odp}})' \hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\text{odp}}^{-1} (\mathbf{x}_1 - \hat{\boldsymbol{\mu}}_{\text{odp}})}, \quad (6)$$

gdzie $\hat{\boldsymbol{\mu}}_{\text{odp}}$, $\hat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\text{odp}}$ oznaczają odporne oszacowania odpowiednio wartości oczekiwanej i macierzy kowariancji. Wykorzystując odpowiednie odporne estymatory, można definiować odporne elipsoidy służące identyfikacji obserwacji odstających.

Przykładem takich odpornych estymatorów są estymatory oparte na minimalnym wyznaczniku kowariancji (MCD, Minimum Covariance Determinant) parametrów $\boldsymbol{\mu}$, $\boldsymbol{\Sigma}$. Są to estymatory odporne na wielowymiarowe obserwacje odstające zidentyfikowane za pomocą macierzy kowariancji obserwacji tworzących rdzeń tak, by wyznacznik tej macierzy był minimalny:

$$(\hat{\boldsymbol{\mu}}_h^{\text{MCD}}, \hat{\boldsymbol{\Sigma}}_h^{\text{MCD}}) = \underset{\mathbf{x}_1^*, \mathbf{x}_2^*, \dots, \mathbf{x}_h^*}{\arg \min} |\hat{\boldsymbol{\Sigma}}_h|, \quad (7)$$

gdzie h oznacza nieznaną liczbę obserwacji wielowymiarowych tworzących rdzeń.

Odpornym oszacowaniem wartości oczekiwanej jest zatem średnia z h punktów próby \mathbf{X}_n , dla których wyznacznik macierzy kowariancji jest minimalny¹⁵.

Wartość najmniejszego wyznacznika macierzy kowariancji jest wyznaczana za pomocą funkcji liczby obserwacji zawartych w elipsoidzie. Wówczas dla wyznaczonego h , takiego że $[n + k + 1] / 2 \leq h \leq n$, wartości estymatorów $\hat{\boldsymbol{\mu}}_h^{\text{MCD}}$, $\hat{\boldsymbol{\Sigma}}_h^{\text{MCD}}$ są obliczone na podstawie h obserwacji, dla których wyznacznik macierzy kowariancji z próby jest minimalny. Estymator MCD może być wyznaczony, gdy $h > k$, jednakże ze względów numerycznych postuluje się, by $h > 5k$.

MCD estymatory posiadają następujące własności:

- ograniczona funkcja wpływu,
- wysoki punkt załamania (maksymalny dla $h = [n + k + 1]/2$),
- afiniczna równoważność,
- asymptotyczna normalność,
- efektywność¹⁶.

¹⁵ D. Kosiorowski: *Statystyczne funkcje głębi w odpornej analizie ekonomicznej*. Uniwersytet Ekonomiczny, Kraków 2012, s. 44.

¹⁶ G., Trzpiot A. Orwat-Acedańska, J. Majewska: Op. cit., s. 122-124.

5. Zastosowanie identyfikacji wielowymiarowych obserwacji odstających w wykrywaniu potencjalnych oszustw księgowych

Statystyka odporna oraz identyfikowanie obserwacji odstających oferują przydatne narzędzia w obszarze wykrywania potencjalnych oszustw księgowych. Jako przykład przeanalizowano zbiór dokumentów przychodowych w rozbiciu na okresy. Badanie obejmuje dokumenty przychodowe pewnej spółki, charakteryzowane przez następującą kombinację kont: przychody ze sprzedaży po stronie kredytowej oraz należności od odbiorców i VAT po stronie debetowej. Dokumenty zostały podzielone względem okresu księgowego. Na podstawie informacji o liczbie zaksięgowanych dokumentów sprzedażowych w danym okresie oraz ich łącznej wartości zidentyfikowano okresy odstające. Wartość dokumentu jest rozumiana jako suma po stronie debet lub kredyt pozycji (transakcji) tworzących dokument (jeżeli dokumenty są zbilansowane, wartość po stronie debet jest równa wartości po stronie kredyt). Dane przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Zestawienie liczby oraz wartości dokumentów związanych z księgowaniem przychodów w poszczególnych okresach

Okres	Liczba dokumentów	Suma [w tys. zł]
1	1351	44 653,44
2	1261	35 385,90
3	791	26 242,19
4	1364	40 685,12
5	1293	35 666,00
6	1382	39 581,70
7	1535	43 894,08
8	1488	37 739,44
9	1338	33 701,05
10	1550	40 319,69
11	1383	38 790,49
12	1504	40 174,96
13	2	138,38

Źródło: Dane umowne.

Do przeprowadzenia analizy wykorzystano program R. W bibliotece *robust-base* znaleziono funkcję `covMcd` o następującej składni:

```
covMcd(x, cor = FALSE, raw.only = FALSE, alpha =, nsamp =, nmini =, seed =,
tolSolve=, trace =, use.correction =, wgtFUN =, control = rrcov.control())
```

gdzie:

`x` – macierz obserwacji,

`cor` – czy wynik procedury ma zawierać macierz korelacji (domyślnie `cor = FALSE`),

`alpha` – parametr numeryczny określający rozmiar podzbiorów, dla których jest szukany najmniejszy wyznacznik ($\alpha * n$ obserwacji dla obliczenia wyznacznika), dopuszczalne wartości znajdują się w przedziale od 0,5 do 1 (domyślnie `alpha = 0,5`),

`nsamp` – liczba losowań podzbiorów inicjujących estymację (domyślnie `nsamp = 500`),

`nmini` – dla dużych prób algorytm dzieli dane w podgrupy o liczebnościach `nmini` (domyślnie `mini = 300`),

`seed` – ustawienie generatora liczb losowych,

`tolSolve` – komenda wskazująca, czy pośrednie wyniki procedury mają być edytowane (domyślnie `FALSE`),

`trace` – komenda wskazująca, czy pośrednie wyniki procedury powinny zostać wyświetlone (domyślnie `FALSE`),

`use.correction` – możliwość użycia czynników korelacji próbkowej (domyślnie `TRUE`),

`wgtFUN` – ciąg znaków lub funkcja określająca, jak powinny zostać obliczone wagi w kroku je zmieniającym (domyślnie `wgtFUN = "01.original"`),

`control` – lista różnych opcji estymacji zawartych w specyfikacji funkcji zob. `rrcov.control()`.

Uruchomienie funkcji wygląda następująco:

```
wyniki <-covMcd(dane)
```

Jako „dane” jest rozumiany wektor liczby zaksięgowanych dokumentów oraz ich łączna suma. W zmiennej „wyniki” zostaną zachowane otrzymane wyniki. W rezultacie działania powyższej funkcji otrzymano wartości estymatorów wektora średnich i macierz kowariancji oparty na minimalnym wyznaczniku kowariancji:

Robust Estimate of Location:

Liczba.Dok	Sum
1404	39145

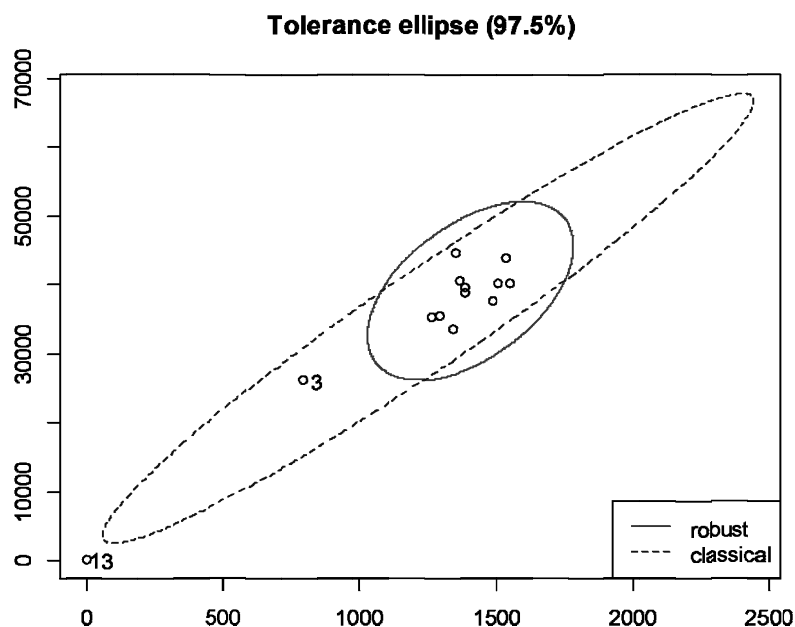
Robust Estimate of Covariance:

	Liczba. Dok	Sum
Liczba.Dok	17802	309907
Sum	309907	21050595

Graficzna prezentacja wyników oraz identyfikacja obserwacji odstających jest możliwa dzięki funkcji plot. Oferuje ona całą gamę wykresów, m.in. wykres 97,5% elipsy tolerancji oszacowanej metodą MCD ("tolEllipsePlot"). Polecenie:

```
plot(wyniki, which= "tolEllipsePlot", classic=TRUE)
```

generuje umieszczony poniżej wykres 97,5% elipsy tolerancji oszacowanej metodą MCD oraz 97,5% klasycznej elipsy tolerancji.



Rys. 1. Klasyczna elipsoida tolerancji (oznaczenie: classical) i odporna elipsoida tolerancji (oznaczenie: robust) wyznaczona na podstawie MCD estymatorów dla obserwacji zaksięgowanych dokumentów i ich wartości w poszczególnych miesiącach

Można zauważyć, że klasyczna elipsa tolerancji identyfikuje jedynie ostatnią obserwację jako odstającą, podczas gdy elipsa tolerancji MCD identyfikuje jako odstającą również obserwację nr 3. W kontekście wykrywania potencjalnych oszustw księgowych należałoby zbadać, co było przyczyną nietypowego zachowania w okresie 3 i 13.

Należy podkreślić, iż identyfikacja obserwacji odstających pozwala jedynie na skierowanie uwagi badacza na nietypowe sytuacje. Nie daje jednak odpowiedzi na pytanie, czy mamy do czynienia z oszustwem księgowym, czy nie. Ta kwestia w dalszym ciągu pozostaje do rozpatrzenia przez doświadczonych biegłych.

Zakończenie

Artykuł jest wprowadzeniem w tematykę wykrywania potencjalnych oszustw księgowych poprzez wielowymiarową analizę danych. Opisano w nim podstawowe pojęcia oraz przykłady technik służących wykrywaniu nieprawidłowości.

Zakłada się, że zachowanie kryminalne jest pewnym odchyleniem od prawidłowych działań biznesowych, przepisów, procedur, wyników czy pełnomocnictw. Uznając za prawdopodobne, że tego rodzaju odchylenia zostaną odzwierciedlone w danych księgowych, poszukuje się w nich anomalii. Jednak związek między obserwacją nietypową a możliwością wystąpienia nieprawidłowości nie został jak dotąd zmierzony.

Zastosowanie analizy wielowymiarowej przedstawiono na przykładzie identyfikacji wielowymiarowych obserwacji odstających. Implementację zadania wykonano w programie R-project. Identyfikacja obserwacji odstających pozwala jedynie na skierowanie uwagi badacza na nietypowe sytuacje. Do oceny biegłego należy stwierdzenie, czy ma on do czynienia z oszustwem księgowym.

Literatura

Wydawnictwa zwarte

Kaczmarek M.: *Problem wykorzystania rachunkowości agresywnej przez menedżerów*. W: *Rachunkowość w teorii i praktyce*. Tom 1. Red. W. Gabrusewicz. Wydawnictwo AE, Poznań 2007.

Kutera M., Hołda A., Surdykowska S.T.: *Oszustwa księgowe – teoria i praktyka*. Difin, Warszawa 2006.

Wydawnictwa ciągłe

Hogan Ch.E., Rezaee Z., Riley R.A., Velury U.K.: *Financial Statement Fraud: Insights from the Academic Literature*. „Auditing – A Journal of Practice & Theory” 2008, Vol. 27.

Kamela-Sowińska A.: *Psychologiczne i ekonomiczne źródła oszustw księgowych*. „Zeszyty Teoretyczne Rachunkowości” 2006, t. 32.

Wąsowski W.: *Cel, zakres i metody fałszowania sprawozdań finansowych*. „Bank i Kredyt” 2002, nr 10.

Wiatr M., Śnieżek E.: *Kreatywna czy oszukańcza sprawozdawczość finansowa? Sygnały, symptomy, diagnoza*. „Przegląd Organizacji” 2011.

Zarządzanie ryzykiem oszustwa w toku działalności gospodarczej – przewodnik praktyczny. „Rachunkowość Budżetowa” 2009, nr 4/(220), kwiecień.

Akty prawne

Kodeks karny. Dz.U. Nr 88, poz. 553 z późn. zm.

Międzynarodowe Standardy Rewizji Finansowej. Stowarzyszenie Księgowych w Polsce, Warszawa 2005.

Ustawa z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości. Tekst jednolity: Dz.U. 2009, Nr 152, poz. 1223.

Witryny internetowe

Słowniczek terminów rewizji finansowej: http://www.ifac.org/sites/default/files/downloads/Polish_GuidetoUsingISAs_Glossary.pdf.

MULTIVARIATE ANALYSIS IN DETECTION OF ACCOUNTING FRAUD

Summary

The article introduces the reader to the subject of detection of the potential accounting fraud. One can get familiar with basic concepts and directions of the analysis of accounting records to detect potential fraud. After that, a method of identification of multivariate outliers is presented (in the view of classical and robust framework) as an example of a multi-dimensional analysis that could be used in the detection of anomalies. The analysis was performed in the R-project software.