



## Jerzy Zemke

Uniwersytet Gdański  
Wydział Zarządzania  
Katedra Ekonometrii  
jerzy.zemke@ug.edu.pl

# OCENA PRAC BADAWCZYCH (WIARYGODNOŚĆ MATERIAŁU STATYSTYCZNEGO)

**Streszczenie:** Tematem niniejszego artykułu jest zagadnienie oceny prac badawczych, a w szczególności ocena wiarygodności danych statystycznych użytych w badaniu. Pomija się tu sytuację, gdy Autor pracy nie podaje źródła danych, co dyskwalifikuje badanie. Zdarzają się przypadki, gdy Autor powołuje się na konieczność utajnienia źródła danych, wówczas Recenzentowi pozostaje wybór: uznać, że dane są wiarygodne, bądź założenie to odrzucić, a tym samym odstąpić od recenzji pracy. Jak wyeliminować ten istotny mankament recenzji? Odpowiedzi może dostarczyć poniżej sformułowana hipoteza:

*Jeśli dane statystyczne mają rozkład zgodny z rozkładem Benforda, to z prawdopodobieństwem granicznym z pewnością można zweryfikować wiarygodność danych wykorzystanych w badaniu.*

W zakończeniu artykułu sformułowano założenia systemu wspomagającego Recenzentów przy formułowaniu ocen prac badawczych. W załączniku zamieszczono wynik badania empirycznego, które z założenia ma wesprzeć proces weryfikacji sformułowanej hipotezy badawczej.

**Słowa kluczowe:** wiarygodność danych empirycznych, rozkład Benforda częstości występowania pierwszej cyfry danych statystycznych.

## Wprowadzenie

Ocena prac naukowych jest zadaniem odpowiedzialnym, ma bowiem znaczący wpływ na rozwój dotychczasowych kierunków badań. Ma także istotny udział w wytyczaniu nowych kierunków badań. Recenzje prac stanowią ważne wsparcie realizowanych przez Autorów procesów badawczych. To z treści recenzji Autor wyczyta opinię pierwszego czytelnika zawierającą oceny metodo-

logii przeprowadzonych badań, zasadności wyboru instrumentów badawczych, a w przypadku badań empirycznych – ocenę wyboru próby statystycznej czy poprawności przeprowadzonej ankiety.

Ocena poziomu naukowego jest oceną wyników przeprowadzonego badania i najczęściej nie zawiera oceny procesu badawczego pracy, poprawności eksperymentu czy wiarygodności danych statystycznych wykorzystanych w badaniu i nie jest to rezultat zaniechań Recenzenta. Dokonując oceny wyników pracy, chcemy mieć pewność, że Autor nie prezentuje jedynie wyników potwierdzających przyjęte hipotezy badawcze, a jednocześnie pomija ten obszar przestrzeni rozwiązań, w którym użyte narzędzia badawcze zawodzą. Co jest zatem przeszkodą w sporządzeniu kompletnej oceny, oceny nie tylko wyników badania, ale także oceny zrealizowanego procesu badawczego? Czy w ograniczonej co do objętości pracy można to zagadnienie w pełni zanalizować? Odpowiedź brzmi nie, jednakże warto podjąć taką próbę, analizując istotną relację pomiędzy jakością danych empirycznych użytych w toku realizacji procesu badawczego a uzyskanymi wynikami.

Ocena procesów badawczych opartych na wykorzystaniu danych empirycznych jest formułowana w przekonaniu, iż badanie przeprowadzono na podstawie wiarygodnych danych. Jednakże na samym przekonaniu nie można formułować ocen jakości badania. Otwarte zatem pozostaje pytanie o wiarygodność danych statystycznych, z wykorzystaniem których przeprowadzono badanie.

Jedną z istotnych przyczyn błędnych ocen procesu badawczego jest nieświadome popełnianie systemowych nieprawidłowości, to tzw. błędy poznawcze – biases, ich źródłem jest intuicja<sup>1</sup>. Błędy poznawcze są wynikiem braku intuicji statystycznej [Kahneman, Tversky, 1974]. Problem ten dotyczy procesów badawczych, których wyniki są otrzymywane na podstawie małych prób statystycznych. W takich przypadkach wnioski badawcze są zwykle wypaczone, jesteśmy bowiem skłonni przyjmować wyniki badań, nie mając wystarczająco dużo informacji, by dokonywać uogólnień i formułować wnioski.

Przygotowując recenzje prac, częstokroć jesteśmy pod wrażeniem poprawności struktury opracowania. Wysoko oceniamy wprowadzenie czytelnika w problem badawczy, treść hipotez badawczych, staranność wyboru danych empirycznych, z wykorzystaniem których autor pracy zweryfikował hipotezy oraz logikę wniosków sformułowanych na podstawie uzyskanych wyników badania.

---

<sup>1</sup> *Biases*, tak określa je D. Kahneman, uznając, że w pewnych okolicznościach można je przewidzieć. Kiedy np. uczestnicząc w wykładzie, w trakcie którego wykładowca z dużą pewnością siebie formułuje tezy badawcze i prowadzi wywód mający ich dowieść, zdarza się, że słuchacze oceniają taką wypowiedź dużo lepiej, niż na to w rzeczywistości zasługuje.

Zwykle nasze oceny są budowane z perspektywy eksponującej sposób postrzegania problemu, uwzględniają sprawność intelektualną, z jaką zostały sformułowane hipotezy badawcze, dobór metod analizy problemu, interpretację wyników badania i wnioski badawcze. Natomiast ocenie może się wymykać problem wiarygodności danych statystycznych. Intuicja statystyczna może oceniającego zawodzić, ponieważ pod wrażeniem perfekcyjnej niekiedy struktury i zawartości pracy znika z pola widzenia recenzenta sam proces przygotowania i preparowania danych empirycznych. Uczulając maksymalnie nieufność recenzenta na tę części procesu, zrozumiałe są zatem wątpliwości dotyczące wiarygodności źródła informacji, szczególnie gdy dane są tajne – to się zdarza, a autor badania sobie tylko znanym sposobem uzyskał dostęp do takiej bazy danych. Wątpliwości mogą być wynikiem podejrzenia o uzupełnianie braków w danych czy ich fałszowanie.

Historia ostatnich kilkudziesięciu lat zna spektakularne przypadki fałszowania danych. Główny księgowy i skarbnik stanu Arizona W.J. Nelson pomiędzy 9 a 19 września 1992 r. zrealizował 23 czeki. Malwersacja została ujawniona, mimo że czeki wystawiono na sumy mniejsze niż 100 tys. USD – operacje takie nie wymagały dodatkowej kontroli, uwierzytelnienia czy podpisu drugiego upoważnionego.

Mark Nigrini zwrócił uwagę na prawdopodobne fałszowanie danych finansowych kalifornijskiego koncernu energetycznego Enron. Analitycy nie mieli pojęcia, skąd brały się zyski koncernu, co nie przeszkadzało im zalecać kupna akcji. Nie byłoby skandalu Enron, gdyby przy akceptacji analityków spółka nie korzystała z pozabilansowych *off-balance-sheet* oraz *special purpose vehicle* – wehikuły specjalnego przeznaczenia. Stosowanie tych instrumentów miało jeden cel – ukrywanie zadłużenia koncernu [Nigrini, 1999]<sup>2</sup>.

W czerwcu 2009 r. zarządzono powtórzenie wyborów prezydenckich w Iranie, podejrzewano bowiem, iż w trzech największych okręgach wyborczych dokonano fałszerstw. Boudewijn F. Roukema z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu przeanalizował rozkład liczby oddanych głosów, dopatrując się istotnych anomalii rozkładu danych o wynikach wyborów.

Jakich instrumentów statystycznych użyto odkrywając działalność skarbnika stanu Arizona, formułując zarzut wiarygodności dokumentów finansowych koncernu Enron czy podważając wyniki wyborów prezydenckich w Iranie? Odpowiedzi na to pytanie jest poświęcona dalsza część tego artykułu.

---

<sup>2</sup> Nigrini zwrócił uwagę jedynie na brak zgodności rozkładów częstości występowania pierwszych cyfr w danych finansowych Enron z rozkładem częstości Benforda. Dopiero po opublikowaniu tego wyniku dane poddano analizie audytorów.

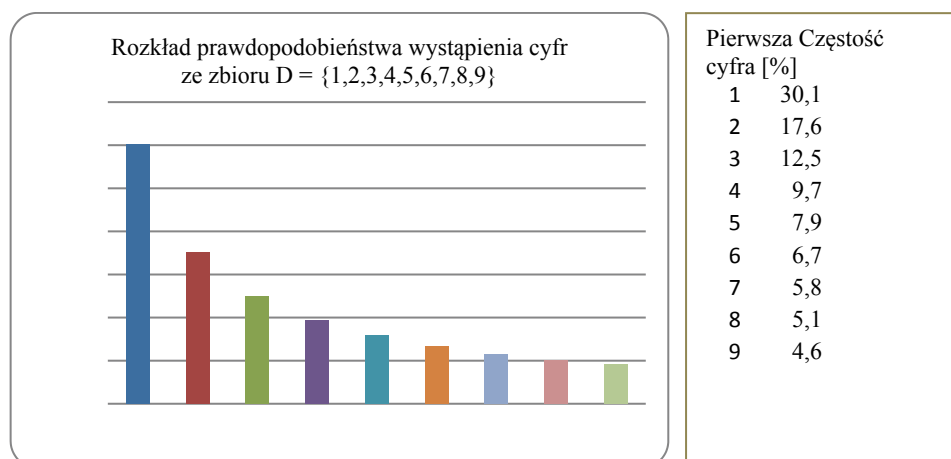
## 1. Narzędzia weryfikacji wiarygodności danych statystycznych

W 1881 r. Simon Newcomb sformułował hipotezę „the law of probability of the currence of numbers is such that all mantissa of their logarithms are equally probable”, którą w 1938 r. Frank Benford sformułował jako twierdzenie, zgodnie z którym częstość występowania cyfr ze zbioru  $D = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$  na pierwszej pozycji danych jest zgodna z rozkładem:

$$P(\text{pierwsza cyfra znacząca} = d) = \log \left( 1 + \frac{1}{d} \right), d \in D.$$

Tezę Benforda w 1995 r. udowodnił Theodore P. Hill, wówczas stało się oczywiste, że miejsce intuicji zajęło zweryfikowane narzędzie statystyki do analizy danych [Newcomb, 1881, s. 39-40; Benford, 1938, s. 551-572; Hill, 1995, s. 354-363].

Dyskretny rozkład prawdopodobieństwa pierwszej cyfry w danych statystycznych według Benforda zawiera rys. 1.



**Rys. 1.** Rozkład pierwszej cyfry w danych według prawa Benforda

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Newcomb [1881].

Analizę wiarygodności danych statystycznych można poszerzyć o badanie prawdopodobieństwa rozkładu wystąpienia cyfry  $k$  na drugiej pozycji liczb w systemie dziesiętnym. Rozkład wyznacza relacja:

$$P_k^{(n)} = \sum_{i=10^{n-2}}^{10^{n-1}-1} \log \left( 1 + \frac{1}{10i+k} \right), k \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\} \quad (1)$$

W przypadku gdy  $n \geq 2$ , rozkład prawdopodobieństwa zdarzenia wystąpienia  $n$  pierwszych cyfr znaczących przechodzi w rozkład jednostajny,  $P_k^{(n)} \rightarrow 0,1$ <sup>3</sup>.

Przywołane tu przykłady fałszowania danych budzą niepokój, mogą bowiem dotyczyć licznych obszarów decyzyjnych wymagających wsparcia o elementy analizy danych statystycznych.

Abstrahując od przypadków świadomego fałszowania danych statystycznych, na podstawie których przeprowadzono badanie, należy odpowiedzieć na istotne pytanie: czy ludzie, a szczególnie ludzie nauki, są bezbronni wobec świadomego fałszowania danych? Wątpliwości są oparte na przypuszczeniach, a sytuacja jest daleka od komfortu, praca jest bowiem realizowana w atmosferze braku zaufania wobec istotnego elementu procesu badawczego, jakim są dane statystyczne. Ograniczenie skutków ryzyka związanego z brakiem przekonania o wiarygodności danych wymaga poszerzenia zakresu prac o konstrukcje efektywnych instrumentów umożliwiających weryfikację wiarygodności danych, ewentualnie wybór takich instrumentów, których przydatność została przez środowisko naukowe zaakceptowana.

Dane statystyczne mogą być rezultatem transformacji danych źródłowych; jeśli autor badania pominie informację o tym, to w takim przypadku ocena procesu badawczego jest bezwartościowa, niestety oceniający nie jest tego świadomy. Istotna dla oceny procesu badawczego staje się odpowiedź na pytanie: czy przekształcony zbiór zachowuje właściwości zbiorów, z których jest zdefiniowany? Odpowiedź na to pytanie sformułował amerykański matematyk Preston Theodore Hill:

- a) zbiory danych nadal spełniają prawo Benforda, jeśli wszystkie elementy zbioru danych zostaną pomnożone przez stałą wartość,
- b) transformacja elementów zbioru zapisanych w systemie dziesiętnym w inny system zapisu nie powoduje utraty właściwości, jaką miał zbiór źródłowy,
- c) operacje matematyczne (dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, potęgowanie) nie powoduje utraty właściwości Benforda tak przekształconego zbioru danych [Hill, 1995, s. 357].

Właściwości zbiorów danych sformułowane przez T.P. Hilla mają istotne znaczenie w ocenie wiarygodności danych statystycznych w tych przypadkach,

$$^3 \quad \forall_{0 \leq k \leq 9} \lim_{n \rightarrow +\infty} P_k^{(n)} = \lim_{n \rightarrow +\infty} \log \frac{\Gamma\left(\frac{1}{10}(k+10^n+1)\right)}{\Gamma\left(\frac{k+1}{10}+10^{n-2}\right)} - \log \frac{\Gamma\left(\frac{1}{10}(k+10^n)\right)}{\Gamma\left(\frac{k}{10}+10^{n-2}\right)},$$

$\Gamma$  – funkcję gamma oszacowano z wykorzystaniem pakietu WolframAlpha.

gdy są wynikiem przekształceń. Dla oceny jakości danych wystarczy zatem ocena wiarygodności danych źródłowych, z których są definiowane dane będące wynikiem przekształcenia, łącznie z identyfikacją formuły przekształcenia.

Fenomen prawa Benforda jest mało znany w środowisku naukowym, a zasługuje na szersze zainteresowanie, pozwala bowiem ocenić wiarygodność danych statystycznych. Właściwość tego instrumentu ma istotne znaczenie dla oceny procesu badawczego w tej części, na którą badacz nie ma wpływu. Jeśli bowiem wnioski badawcze są wynikiem transformacji danych, to badacz chciałby wiedzieć, jaka jest „jakość” danych.

## 2. Instrumenty weryfikacji zgodności rozkładu empirycznego z rozkładem Benforda

Odpowiedź na pytanie o zgodność rozkładu prawdopodobieństwa występowania pierwszych cyfr danych statystycznych z rozkładem Benforda nie wymaga konstrukcji nowych narzędzi, za pomocą których tę zgodność można zweryfikować. Do weryfikacji hipotezy  $H_0$ :

$$\begin{aligned} H_0 &: \{ \text{rozkład empiryczny jest zgodny z rozkładem Benforda} \\ H_1 &: \{ \text{rozkład empiryczny nie jest zgodny z rozkładem Benforda} \end{aligned} \quad (2)$$

można użyć testu chi-kwadrat. Jest to klasyczny instrument procedur weryfikacji przy rozwiązywaniu zagadnienia zgodności rozkładów<sup>4</sup>.

## 3. Weryfikacja hipotezy badawczej pracy

Cel opracowania zapowiedziany we wprowadzeniu wymaga zweryfikowania hipotezy badawczej. Prezentacja właściwości narzędzia weryfikacji oraz dotychczas podjęte i zakończone sukcesem próby weryfikacji ważnych wydarzeń społeczno-gospodarczych, zrealizowanych przy jego użyciu, utwierdzają badacza w przekonaniu o możliwości uzyskania skutecznego instrumentu potwierdzającego wiarygodność danych statystycznych użytych w pracach badawczych.

### 3.1. Charakterystyka danych statystycznych

Hipotezę badawczą pracy zweryfikowano na podstawie danych finansowych spółek GPW. Według stanu na dzień 5 lutego 2013 r. na giełdzie było zarejestrowanych 438 spółek. Nie zakładano badania zgodności rozkładów danych

<sup>4</sup> Niedoskonałość testu chi-kwadrat ujawnia się w przypadku małych prób statystycznych. W takim przypadku większą „moc statystyczną” ma test Kołmogorowa-Smirnowa bądź test Kuipera.

finansowych wszystkich spółek GPW. Dane statystyczne otwierały możliwość sprawdzenia wiarygodności danych statystycznych z rozkładem Benforda.

„Moc” prawa Benforda weryfikowano poddając analizie 17 spółek giełdowych. Dane finansowe wybranych spółek: IGROUP, ASSECOP, ADVADIS, AGORA, ALCHEMIA, ALMA, AMICA, AMPLI, APATOR, AQUA, ATLANTIS, AWBUD, BUDOPOL, BUDIMEX, BĘDZIN, BORYSZEW, BEST oraz KGHM obejmują lata 1998-2011, tj. 56 informacji.

### 3.2. Wnioski badawcze

Wynik badania zgodności rozkładów prawdopodobieństwa pierwszych cyfr danych o sprzedaży 17 zamieszczonych w tab. 2 spółek z rozkładem Benforda nie jest pozytywny we wszystkich analizowanych przypadkach. Weryfikacja hipotezy badawczej sformułowanej we wprowadzeniu jest pozytywna w przypadku trzynastu spośród siedemnastu badanych spółek. Użyty instrument weryfikacji, test chi-kwadrat, nie dawał podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, w przypadku: IGROUP, ASSECOP, AGORA, ALCHEMIA, ALMA, AMICA, AMPLI, APATOR, AQUA, AWBUD, BUDIMEX, BĘDZIN, BEST oraz KGHM. W pozostałych czterech przypadkach (spółki AVADIS, ATLANTIS, BUDPOL, BORYSZEW) wynik weryfikacji jest negatywny.

Niezależnie od wyników badania wybranych spółek formułowanie natychmiastowych wniosków byłoby przedwczesne. Weryfikacja zgodności rozkładów częstości występowania pierwszej cyfry w rozkładzie empirycznym i teoretycznym jest istotnym elementem badania danych, ale nie jedynym. Badanie powinno być kontynuowane, należy je uzupełnić o identyfikację przyczyn braku zgodności. Ten etap jest realizowany poprzez weryfikację dokumentów finansowych. Dopiero zakończenie obydwu etapów weryfikacji umożliwia sformułowanie oceny wiarygodności danych statystycznych o wynikach finansowych.

### Podsumowanie

Układ opracowania podporządkowano celowi sformułowanemu we wprowadzeniu. Celem głównym było zwrócenie uwagi środowiska naukowego na konieczność dopracowania standardów pisania recenzji. Cel ten był jednocześnie pretekstem do uzupełnienia wyводу o weryfikację hipotezy sformułowanej w streszczeniu. Tak więc zaprezentowano narzędzie badawcze, które wykorzystano do analizy wiarygodności danych statystycznych, definiowane jako zgodność rozkładu częstości występowania pierwszych cyfr danych statystycznych z rozkładem Benforda.

Dla zbadania zgodności rozkładu prawdopodobieństwa pierwszej cyfry danych statystycznych szeregu empirycznego z rozkładem teoretycznym – Benforda, użyto test chi-kwadrat. Zweryfikowano sformułowane założenia zrealizowanego badania empirycznego opracowania, które oparto na danych zamieszczonych w załączniku.

Badanie miało w założeniach wypracować koncepcję standardu analizy danych źródłowych, mianowicie ocenę ich wiarygodności. Recenzent, chcąc dokonać oceny poprawności eksperymentu czy wyników przeprowadzonego badania, nie ma takiej możliwości bez oceny wiarygodności danych. Nie mając pewności co do jakości danych statystycznych, nie jest w stanie ocenić, czy publikowane eksperymenty zostały w rzeczywistości przeprowadzone, czy też badania zakończyły się takimi wynikami, jakie zamieszczono w publikacji.

W 2010 r. Wydawnictwo Naukowe Elsevier zaproponowało interesujące rozwiązanie, którego celem jest realizacja systemu wspomagającego pracę recenzentów. Z założenia system taki miałby umożliwić efektywną komunikację pomiędzy recenzentem i autorem. W zbiorze systemu założeń jest wymieniana możliwość współdzielenia danych, udostępnianie użytych w badaniach programów, szczegółowe opisy przeprowadzonych eksperymentów i wyników. W szczególności rozwiązanie powinna charakteryzować:

1. Wykonalność – recenzenci powinni mieć możliwość interaktywnej pracy z publikowanymi w pracach tabelami, wykresami itp.
2. Kompatybilność – system powinna cechować elastyczność umożliwiająca korzystanie z dostępnych środowisk programistycznych i systemowych.
3. Walidacja – umożliwiająca np. automatyczne opracowywanie statystyczne wyników.
4. Prawa autorskie – przestrzeganie praw w dobie powszechnego dostępu danych oraz wyników badań.
5. Rozmiar – założenia systemu powinny umożliwiać dzielenie licznych zbiorów danych.
6. Kontrola dostępu – umożliwia śledzenie realizowanych procesów badawczych.
7. Cechy szczególnie pożądane – ochrona przed kradzieżą pomysłów, danych przez recenzentów, ostrzeganie i ochrona przed wprowadzaniem wirusów do baz danych<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Elsevier jest znaczącym światowym wydawcą pozycji naukowych, technicznych i medycznych. Wydawca na stronach Executable Elsevier Paper (New York, 14 December 2010) ogłosił, że przyjmuje propozycje rozwiązania systemu wspomagającego pracę recenzentów w czasopiśmie. To znaczące wyzwanie ma na celu umożliwienie monitorowania jakości wykorzystania danych naukowych w ich przetwarzaniu.



Proces recenzowania prac naukowych budzi emocje zarówno pośród autorów ocenianych prac, jak i samych recenzentów. Opracowanie standardów oceny powinno być celem, zrealizowanie którego pozwoli szerzyć idee otwartej nauki (*open science*). Standardy wymienione powyżej wpisują się w jej obszar, mianowicie postulują notację danych i badań tak, by mogły być ponownie wykorzystywane przez innych badaczy. Postulują także zmianę licencji prawnej, jej zmiana umożliwiłaby bowiem dostęp do materiałów badawczych. Część środowiska naukowego podąża dalej w kierunku realizacji idei otwartej nauki, dodając kolejny postulat, mianowicie opracowanie algorytmu ułatwiającego integrację wyników badawczych osiągniętych w przeszłości.

## Załącznik

### Wyniki badań

**Tabela 1.** Zestawienie wyników weryfikacji hipotez. Oszacowane statystyki chi-kwadrat

Lp.	Spółka	$\chi^2$	Nie ma podstaw do odrzucenia $H_0$ $\chi^2_{kr}=15,51$
I	ASSECOP	6,100	$H_0$
II	ADVADIS	26,84	$H_1$
III	AGORA	6,300	$H_0$
IV	ALCHEMIA	15,020	$H_0$
V	ALMA	3,860	$H_0$
VI	AMICA	5,850	$H_0$
VIII	AMPLI	9,120	$H_0$
VIII	APATOR	4,11	$H_0$
IX	AQUA	7,33	$H_0$
X	ATLANTIS	83,63	$H_1$
XI	AWBUD	13,63	$H_0$
XII	BUDOPOL	19,37	$H_1$
XIII	BUDIMEX	12,99	$H_0$
XIV	BĘDZIN	7,18	$H_0$
XV	BORYSZEW	43,43	$H_1$
XVI	BEST	5,00	$H_0$
XVII	KGHM	2,72	$H_0$

Źródło: Obliczenia własne.

**Tabela 2.** Wyniki kwartalne sprzedaży wybranych do badania spółek giełdowych

WALOR	ASS	AVADIS	AGORA	ALCHEMIA	ALMA	AMICA	AMPLI	APATOR	
I kw.	1998	73 626	2 438	113 866	11 074	34 548	170 619	7 026	22 046
II kw.		51 578	4 266	147 867	11 926	40 286	154 573	8 392	18 626
III kw.		56 898	4 050	127 802	12 786	41 537	177 229	9 985	23 781
IV kw.		48 119	4 002	161 319	12 810	49 586	173 971	9 693	23 736

cd. tabeli 2

I kw.	1999	101 407	3 099	150 374	10 857	39 943	168 917	6 339	18 420	
II kw.		71 868	4 371	186 950	11 568	50 741	165 871	8 483	18 683	
III kw.		65 237	5 340	161 200	14 005	54 855	225 228	10 120	22 768	
IV kw.		82 145	4 692	195 630	15 120	67 134	225 689	13 668	23 786	
I kw.	2000	59 232	4 277	186 134	13 082	54 784	199 683	9 765	15 802	
II kw.		65 713	6 335	223 125	14 610	64 314	186 910	9 040	20 450	
III kw.		91 519	7 430	185 965	20 546	61 688	208 930	9 631	15 682	
IV kw.		174 885	6 628	220 855	17 926	47 747	246 403	10 984	18 563	
I kw.	2001	63 987	9 799	202 058	15 632	34 595	189 705	8 143	13 659	
II kw.		86 084	13 818	212 297	9 281	39 701	175 623	10 486	14 048	
III kw.		74 771	19 498	171 218	8 946	37 768	233 788	12 614	14 154	
IV kw.		182 644	13 456	206 857	8 216	44 509	257 077	15 370	15 567	
I kw.	2002	80 019	15 428	168 969	6 850	36 714	210 027	7 228	12 542	
II kw.		42 091	21 619	205 977	5 828	39 019	200 835	10 729	15 013	
III kw.		43 697	19 534	169 757	6 789	37 588	260 137	9 201	15 315	
IV kw.		114 614	17 027	197 143	8 936	42 789	252 836	9 946	18 295	
I kw.	2003	84 041	22 898	175 692	5 806	33 268	188 290	5 767	14 278	
II kw.		30 246	23 939	197 795	5 801	39 430	202 806	10 235	17 935	
III kw.		31 819	30 463	172 548	7 869	36 763	275 042	11 113	18 879	
IV kw.		116 867	18 943	206 438	9 869	44 331	297 814	11 799	23 068	
I kw.	2004	59 630	19 713	210 153	4 568	28 210	257 653	7 890	18 374	
II kw.		60 572	33 896	228 554	5 417	31 329	263 595	11 267	23 894	
III kw.		77 047	37 681	219 356	3 475	37 229	284 696	12 251	27 785	
IV kw.		194 690	21 289	243 787	3 366	43 800	308 519	15 478	24 004	
I kw.	2005	79 280	17 547	256 693	2 185	37 117	250 350	8 471	15 675	
II kw.		63 899	6 825	279 994	1 871	46 666	222 559	9 638	22 706	
III kw.		75 883	601	215 512	7 100	48 322	268 691	14 387	23 645	
IV kw.		104 325	229	283 057	6 585	65 205	294 479	18 677	24 100	
I kw.	2006	63 395	192	260 158	7 442	58 265	244 006	9 053	18 976	
II kw.		69 217	232	238 667	10 167	64 300	203 067	16 019	24 532	
III kw.		80 157	206	200 187	9 309	61 488	306 285	15 451	25 040	
IV kw.		88 134	156	237 122	1 957	80 264	346 651	20 720	29 418	
I kw.	2007	90 729	162	254 040	10 353	76 921	267 875	12 794	19 151	
II kw.		96 865	38	266 599	8 873	87 803	258 403	16 997	21 410	
III kw.		115 857	28	230 898	43 751	89 823	317 814	15 658	24 809	
IV kw.		139 983	0	283 031	70 107	115 234	338 351	21 057	20 733	
I kw.	2008	153 563	1 163	256 765	63 883	114 626	260 779	16 762	17 574	
II kw.		241 232	1 784	268 045	72 505	119 446	244 837	21 717	27 938	
III kw.		236 255	50 750	220 560	88 966	127 320	294 904	22 262	26 232	
IV kw.		297 560	122 163	251 855	57 964	165 976	282 074	22 800	28 154	
I kw.	2009	235 842	131 485	214 556	37 596	152 383	213 506	12 349	24 644	
II kw.		232 861	172 939	224 522	36 458	166 108	242 253	14 470	24 452	
III kw.		237 067	178 058	195 789	27 147	160 716	323 607	16 081	27 220	
IV kw.		240 670	133 806	222 957	37 368	208 647	317 309	22 107	30 909	
I kw.	2010	290 900	121 783	195 065	13 206	189 228	259 422	14 147	28 849	
II kw.		294 700	156 443	213 318	39 556	184 221	230 249	16 655	36 461	
III kw.		287 800	170 857	184 484	29 299	177 901	332 215	20 710	46 443	
IV kw.		295 000	118 794	220 161	32 920	231 383	339 869	21 668	50 968	
I kw.	2011	336 200	79 728	183 723	148 746	202 273	265 839	14 749	35 992	
II kw.		307 800	1 136	205 603	246 798	201 507	227 713	17 591	37 359	
III kw.		323 900	19 317	172 921	193 152	185 689	313 246	18 122	41 640	
IV kw.		359 500	5 523	204 031	222 432	253 493	348 159	23 545	41 108	
WALOR		AQUA	ATLAN-TIS	AWBUD	BUDPOL	BUDI-MEX	BĘDZIN	BORY-SZEW	BEST	KGHM
I kw.	1998	13 386	12 378	24 027	6 596	147 375	30 458	20 897	9 628	948 607
II kw.		13 609	10 631	21 526	7 930	174 238	15 250	20 326	8 432	940 050
III kw.		13 449	13 300	22 407	9 989	142 756	11 701	26 737	11 121	875 623
IV kw.		14 814	20 190	22 325	12 293	118 849	31 275	29 856	13 146	877 392

cd. tabeli 2

I kw.	1999	14 656	8 780	16 136	10 562	99 677	31 159	16 098	9 151	854 121
II kw.		14 783	7 364	22 384	11 610	132 492	15 226	21 053	9 524	987 972
III kw.		15 164	8 869	35 048	12 232	137 157	10 327	34 093	8 181	1 018 270
IV kw.		18 385	8 839	35 966	13 540	167 778	30 141	38 744	8 388	1 252 934
I kw.	2000	12 903	6 363	27 159	7 667	117 442	34 042	19 637	10 638	1 115 081
II kw.		16 181	3 993	27 058	9 696	150 815	11 792	25 997	19 491	1 240 539
III kw.		16 286	1 992	27 894	12 217	152 835	7 806	3 445	20 497	1 326 343
IV kw.		18 364	18 364	27 342	18 904	177 254	27 215	42 839	20 576	1 300 800
I kw.	2001	16 567	460	16 639	10 320	106 742	36 279	26 701	11 229	1 134 557
II kw.		19 729	614	15 831	12 894	150 315	19 562	25 567	8 293	1 074 147
III kw.		20 716	438	18 096	12 983	143 159	16 325	33 227	4 468	1 070 232
IV kw.		23 524	484	19 175	14 283	129 661	38 603	34 886	4 534	961 861
I kw.	2002	19 561	84	12 090	7 202	99 415	38 883	23 352	1 429	1 112 198
II kw.		22 847	62	14 537	14 888	170 467	19 754	30 476	750	1 033 932
III kw.		24 907	79	16 463	22 198	181 071	16 166	38 922	750	1 082 876
IV kw.		27 764	11 920	14 181	11 170	239 180	41 356	35 697	424	1 251 179
I kw.	2003	21 577	0	5 979	7 590	114 837	42 739	24 772	448	1 120 288
II kw.		25 722	513	10 291	6 367	159 341	21 477	32 600	310	1 095 646
III kw.		27 030	382	10 198	9 731	169 394	16 457	45 037	391	1 255 068
IV kw.		25 892	91	9 600	4 417	111 982	36 499	48 208	1 286	1 269 422
I kw.	2004	20 670	0	1 345	3 886	68 250	40 571	35 123	2 469	1 562 045
II kw.		24 809	93	4 122	6 804	94 497	22 559	40 616	2 356	1 718 896
III kw.		23 375	89	5 903	9 944	96 141	15 088	54 572	2 253	1 432 743
IV kw.		26 517	909	6 937	11 123	107 354	34 631	48 576	2 291	1 617 683
I kw.	2005	20 413	88	6 942	7 057	59 728	36 235	184 174	2 854	1 677 798
II kw.		24 522	0	7 372	10 147	107 710	19 104	281 678	2 725	1 856 053
III kw.		25 779	0	11 168	10 115	114 508	15 197	367 929	2 734	2 045 585
IV kw.		25 455	203	8 777	5 373	134 376	33 403	348 873	2 819	2 420 649
I kw.	2006	20 589	51	4 685	2 374	97 979	41 791	361 378	2 868	2 460 112
II kw.		24 738	54	6 057	2 346	106 060	21 632	363 322	2 848	14 711
III kw.		24 652	51	12 376	3 218	121 804	14 853	276 195	4 417	3 339 176
IV kw.		26 503	51	12 940	7 396	83 710	30 847	208 503	5 034	2 767 657
I kw.	2007	22 794	34	12 555	10 763	71 215	35 018	145 212	4 787	2 643 492
II kw.		24 917	68	13 966	13 569	62 385	24 040	260 447	5 032	14 325
III kw.		25 259	71	13 424	15 405	86 090	16 080	175 946	5 217	3 410 701
IV kw.		27 599	54	11 262	16 882	95 880	35 147	97 957	6 141	2 912 335
I kw.	2008	23 123	54	9 152	30 017	35 196	40 090	95 247	5 970	3 002 314
II kw.		25 956	65	13 605	35 270	36 977	21 335	50 050	6 296	3 028 621
III kw.		26 746	0	21 057	29 863	39 307	16 721	32 236	6 357	2 719 651
IV kw.		29 940	0	18 122	22 082	31 626	41 221	20 958	7 803	2 552 327
I kw.	2009	27 541	0	12 590	11 061	524 730	50 485	23 060	9 732	2 377 177
II kw.		29 499	1	10 009	14 277	774 340	25 623	21 344	4 571	2 722 083
III kw.		30 073	0	16 692	22 019	828 551	19 605	19 796	4 704	2 636 438
IV kw.		30 720	0	19 787	21 818	734 613	46 026	19 163	4 671	3 324 842
I kw.	2010	30 524	70	13 350	11 687	384 110	57 040	19 974	4 738	3 274 528
II kw.		31 466	55	9 282	20 951	968 705	30 528	20 902	4 945	3 925 023
III kw.		31 873	0	48 351	22 924	1 238 237	17 801	86 641	5 810	3 992 257
IV kw.		31 437	8	60 486	13 378	1 160 404	52 304	125 388	5 973	4 753 224
I kw.	2011	30 874	0	51 124	6 496	657 624	56 126	135 883	5 639	4 773 488
II kw.		32 106	0	50 309	7 245	1 375 322	28 385	128 813	7 496	5 227 432
III kw.		32 212	0	57 079	4 935	1 475 788	17 420	127 210	9 756	5 243 822
IV kw.		32 705	0	62 451	2 786	1 510 935	52 642	137 798	9 944	4 852 650

Źródło: Dane finansowe spółek giełdowych: <http://mojeinwestycje.interia.pl>.

## Literatura

- Diekmann A. (2012), *Making Use of "Benford's Law" for the Randomized Response Technique*, "Sociological Methods & Research", 41(2).
- Fabriniec M., Grabiński T., Zabłocki B., Zając W. (2013), *Wykorzystanie prawa Benforda do wykrywania nieprawidłowości w zbiorach danych*, Portal Innowacyjnego Transferu Wiedzy w Nauce.
- Fabriniec M., Grabiński T., Zabłocki B., Zając W. (2011), *Analiza wpływu przekształceń matematycznych na zbiory o zadanym rozkładzie cyfr*, Wydawnictwo Wyższa Szkoła Handlowa, Kielce, zeszyt 2.
- Hill T.P. (1995), *A Statistical Derivation of the Significant – Digit Law*, "Statistical Science", Vol. 10, No. 4.
- Kahneman D. (2012), *Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym*, Media Rodzina, Poznań.
- Kahneman D., Tversky A. (1974), *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Science, New Series, Vol. 185, No. 4157.
- Murphy J., Baxter R., Eyerman J., Cunningham D., Kennet J. (2004), *A System for Detecting Interviewer Falsification*, TRI International at 59<sup>th</sup> Annual AAPOR Conference, Phenix, Arizona.
- Newcomb S. (1881), *Note on the Frequency of the Different Digits in Natural Numbers*, "American Journal of Mathematics", Vol. 4, No. 1.
- Nigrini M.J. (1999), *I've Got Your Number*, "Journal of Accountancy", Vol. 187, No. 5.

### EVALUATION OF RESEARCH WORKS (CREDIBILITY OF THE STATISTICAL MATERIAL)

**Summary:** The present paper presents the problem of the research work evaluation, with a special focus on reliability of statistical data used in tests. Besides situations, when an Author does not specify the source of data, this fact disqualifying the work, in some cases Authors are pleading the need to keep the source of data confidential. The only choice left to the Reviewer then is to accept the reliability of data or to reject it and refuse to review the study. How to eliminate this serious disadvantage from the scientific review process? An answer is provided in the hypothesis presented below:

*If the statistical data distribution follows Benford's law, the reliability of data used in the study can be confirmed with a probability close to certainty.*

The conclusion of the paper contains a proposal of assumptions for a system supporting Reviewers in preparing scientific reviews. The results of the empirical investigation, the assumptions of which were to support the process of verifying the hypothesis, are presented in an appendix.

**Keywords:** reliability of empirical data, Benford's distribution of the first digit frequency in statistical data.