

Kozminski University

From the Selected Works of Dariusz Jemielniak

2014

Komu bije dzwon? Czemu warto badać prawa potęgowe?

Martyna Kobus

Dariusz Jemielniak, *Kozminski University*



Available at: <https://works.bepress.com/jemielniak/33/>

Martyna Kobus

PAN

Dariusz Jemielniak

Akademia Leona Koźmińskiego

Komu bije dzwon? Czemu warto badać prawa potęgowe?

For Whom the Bell Tolls? Or Why Should We Study Power Laws?

Abstract: The following paper postulates that current management and organization theory puts too much attention on the analysis of Gaussian distributions, while overlooking existence of power law distributions. Power law distributions are crucial for our understanding of business environment, as we can learn much more from radical and critical cases than from studying the averages. We show how power laws are useful for management and organization analysis, by presenting examples of their occurrence in both academic and popular publications. We also make a point that especially for the studies of digital societies and cultures analyzing power law distributions may bring interesting and novel results. This is so because Internet communities are characterized by very high complexity, a large number of participants and interactions, and because all of these interactions are registered, archived, and often easily researchable and open for aggregation. Our paper is a call for more studies of digital societies in search of power laws, and we invite especially prospective and emerging scholars to join our this search.

Key-words: power laws, Gaussian logic, Zipf law, Pareto's distribution, digital society, open collaboration.

Wstęp

Metody badawcze w naukach o organizacji i zarządzaniu tradycyjnie dzieli się na jakościowe i ilościowe. Podział ten wydaje się silnie ugruntowany, a jednocześnie mocno ideologiczny – co jest widoczne zwłaszcza w obszarach,

w których wykorzystuje się obydwie podejścia, np. w badaniach kultury organizacji [Ciesielska 2006, Sułkowski 2008, Koźmiński i in. 2009, Jemielniak 2012]. Wynika on, naturalnie, w dużym stopniu także z animozji między-paradygmatycznych [Sułkowski 2004, Czakon 2011].

W niniejszym artykule postaramy się przedstawić inną, istotną optykę podziału, przydatną zwłaszcza dla badaczy posługujących się metodami ilościowymi – na logikę Gaussińską i nie-Gaussińską oraz zwrócić uwagę na potrzebę większego poszukiwania tzw. praw potęgowych, zwłaszcza w analizie nowych zjawisk w społecznościach internetowych¹.

Wady i zalety rozkładu normalnego

Badania ilościowe cieszą się w polskiej nauce o organizacji i zarządzaniu oraz szerzej, w naukach ekonomicznych, niesłabnącą popularnością, ale kojarzone są przede wszystkim z badaniem rozkładów średnich i tzw. krzywą dzwonową (Gaussa) i rozkładem normalnym, względnie po prostu z badaniami o charakterze matematycznym [Kobus 2012, Kobus i Bukowski 2012]. Rozkłady normalne i analiza średnich są niezwykle przydatne do analizy wielu zjawisk. W oczywisty sposób znajdują zastosowanie zarówno w świecie nauk ścisłych, jak i w naukach społecznych, w tym także w zarządzaniu, zwłaszcza w badaniach z zakresu zarządzania zasobami ludzkimi [Sułkowski i in. 2001, Bourne i Özbilgin 2008]. Zgodnie z rozkładem normalnym, prawdopodobieństwo danego zdarzenia nie odbiega istotnie od wartości średniej, zdarzenia ekstremalne zdarzają się więc niezwykle rzadko tj. aż około 99.7 procent pola pod wykresem krzywej znajduje się w odległości trzech odchyłeń standardowych od średniej (tzw. reguła trzech sigm), jest więc mała szansa na wystąpienie zdarzenia bardziej „oddalonego” (a co za tym idzie bardziej nietypowego). Powszechność występowania tego rozkładu w naturze bierze się z faktu, że zjawiska są często wynikiem addytywnego oddziaływania wielu drobnych czynników losowych. Wówczas, w myśl Centralnego Twierdzenia Granicznego, niezależnie od rozkładu tych czynników, rozkład analizowanego zjawiska będzie w przybliżeniu normalny. Przykładowo, rozkład normalny jest bardzo dobrym sposobem rozumienia zjawisk demograficznych: w wielu organizacjach rozkład wieku pracowników będzie z nim zgodny (a jeżeli nie, jak np. w spółkach technologicznych, takich jak Google czy Facebook, będzie to dla działu kadr pewnym sygnałem ostrzegawczym). Podobnie inteligencja, mierzona standardowymi testami, często uważana jest za zmienną o rozkładzie normal-

1. Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki, przyznanych na podstawie decyzji numer 4116/B/H03/2011/40.

nym (choć warto podkreślić, że zależność od specyfiki branży jest wciąż słabo zbadana w ramach badań organizacji). Logika Gaussiańska, z natury rzeczy, opiera się przede wszystkim na analizie wariancji i uwypukla dane średnie.

Nie ma w tym podejściu absolutnie nic złego. Jednocześnie, z uwagi na oczywistą i częstą użyteczność, logika Gaussiańska staje się często nie tylko pierwszym, ale także jedynym sposobem patrzenia na zjawiska społeczne i biznesowe. Problem stanowi jednak to, że także czasopisma ilościowe polegają niemal wyłącznie na statystyce Gaussiańskiej [Andriani i McKelvey 2009]. Tymczasem koncentracja na tym rozkładzie utrudnia w wielu przypadkach dotarcie do głębszej wiedzy o świecie organizacji i zarządzania. Istotne zjawiska w świecie gospodarki i społeczeństwa nie mają rozkładu normalnego np.: rozkład dochodów. Wskazuje to na inny mechanizm determinujący podział dochodów niż oddziaływanie wielu czynników losowych o podobnym znaczeniu; należy się spodziewać, że mamy raczej do czynienia z sytuacją, gdzie występuje kilka czynników dominujących, które wpływają na rozkład dochodów. Choć panuje co do tego powszechna zgoda (przykładowo, w analizie zarobków w firmach powszechnie zwraca się uwagę na niewspółmierność badania samych średnich, z uwagi na możliwe nietypowe rozkłady), rzadko sięga się po alternatywy. Rozkład normalny „sprawdza” się, gdy mamy do czynienia z dużą liczbą podmiotów działających z grubsza niezależnie, ale rzeczywistość działania firm cechuje się coraz większą liczbą powiązań i zależności. Zwłaszcza w świecie organizacji i zarządzania pomijanie zdarzeń i wyników ekstremalnych jest niezwykle niebezpieczne: wiedza o biznesie rozwija się przede wszystkim nie poprzez analizę uśrednionych wyników, a właśnie poprzez badanie skrajności, koncentrację na wynikach, które – po zastosowaniu standardowych mechanizmów analizy Gaussiańskiej – znikają całkowicie z obrazu. Takie wnioski najczęściej pojawiają się w analizie przyczyn ostatniego kryzysu gospodarczego, zarówno w literaturze popularno-naukowej [Taleb 2007] i prasie [Nocera 2009, Alloway 2012], jak i w literaturze naukowej [Aloui i in. 2011].

Prawa potęgowe jako alternatywa

W niniejszym artykule chcemy zachęcić, zwłaszcza młodych badaczy, do poszukiwania rozkładów potęgowych – które zdają się coraz bardziej przydatne do opisu dynamiki organizacji [Andriani i McKelvey 2009]. Prawo potęgowe to regularność typu $y = kx^\alpha$, gdzie y i x to zmienne, α jest wykładnikiem, zaś k pomijalną stałą. Rozkłady potęgowe charakteryzują się właśnie nietypowym, względem normalnego rozkładem – małe zdarzenia są niezwykle powszech-

ne, natomiast jest kilka dominujących przypadków np.: reguła Pareto mówi, że 20 procent osób posiada 80 procent dochodów. Wydarzenia ekstremalne zdarzają się częściej, niżby to przewidywała krzywa Gaussa, stąd rozkład potęgowy ma tzw. grube ogony. Jednym z pierwszych udokumentowanych praw potęgowych [Nocera 2009] jest rozkład Pareto w odniesieniu do dochodów (powiązany ze wspomnianą regułą Pareto) oraz prawo Zipfa w odniesieniu do częstości użycia słów. Harvardzki lingwista Zipf zauważył, że najbardziej powszechne słowo w języku jest używane dwa razy częściej niż drugie najbardziej powszechne, trzy razy częściej niż trzecie itp. [Reed 2001]. W przestrzeni logarytmicznej oznacza to zależność liniową o nachyleniu minus jeden. Zdziwiająco wiele zjawisk daje się opisać tego typu zależnością np.: rozmiar miast, rozkład dochodów, trzęsień ziemi itd.

Prawa potęgowe występują bardzo często w środowisku naturalnym, ale też społecznym. Andriani i McKelvey [2009] wymieniają 141 dowodów na istnienie praw potęgowych w zjawiskach dotyczących organizacji i specyfiki zarządzania. Występowanie praw potęgowych jest bowiem często pochodną złożoności; w istocie, gdy jednostki są zależne i wzajemnie oddziałujące, rozkład normalny nie jest normą, normą staje się rozkład potęgowy, o czym często zapominamy jako badacze. W globalizującym się świecie złożoność w biznesie osiąga coraz większe rozmiary. Bierze się ona z tego, że firmy działają na wielu rynkach, które są różne kulturowo, są poddane wpływowi coraz bardziej rozproszonych akcjonariuszy o różnych interesach oraz różnym grupom interesu np.: inwestorzy, pracownicy, klienci, ustawodawcy, dostawcy, konkurenci itd. Łańcuch powiązań i zależności, w ramach których operuje firma, niesłychanie się komplikuje wraz z postępującą globalizacją. Rzeczywistość jest bardziej dynamiczna, zwiększa się liczba szoków na które firma jest narażona – to wszystko nie pozostaje bez wpływu na strategię zarządzania, wymusza szybsze i bardziej zdecydowane reakcje [Steger i in. 2007]. Poprzez sieć powiązań początkowo małe zdarzenia urastają do rangi dominujących. By je zrozumieć i odpowiednio wcześniej wykryć, potrzeba między innymi rzetelnej analizy otoczenia biznesowego i wewnętrznego przedsiębiorstwa, również ilościowej. Gdy więc faktycznie uzmysłowimy sobie, jak złożony jest świat przedsiębiorstw, nie powinno być zaskoczeniem, że funkcjonuje w nim bardzo wiele empirycznie potwierdzonych praw potęgowych np.: rozmiar firm mierzony tak liczbą pracowników, jak i wartością rynkową [Gabaix i in. 2003, Di Giovanni i in. 2011], bankructwa [Fujiwara 2004], wynagrodzenie CEO [Edmans i Gabaix 2011], zachowanie cen akcji czy rozkład dochodów [Atkinson i in. 2009]. Jednocześnie analiza praw potęgowych staje się popu-

2. Obecnie prawo potęgowe, rozkład Pareto i prawo Zipfa to terminy w dużej mierze wymienne [Newman 2005].

larna także w bardziej abstrakcyjnych obszarach zarządzania. Przykładowo, w teorii finansów coraz częściej przestrzega się przed zestarzeniem współczesnych modeli, które w zbyt małym stopniu zajmują się analizą „długich ogonów” [Ehrenberg 2011].

Prawa potęgowe w społecznościach wirtualnych

Tym samym, należy się spodziewać obecności praw potęgowych w świecie wirtualnych społeczności, które będąc oparte o struktury sieciowe i bardzo dużą liczbę podmiotów wykazują wysoką złożoność.

Spółeczności wirtualne są stosunkowo nowym fenomenem, którego badanie w naukach społecznych dopiero się rozpoczyna [Adamczyk 2009, Tkaczyk 2010, Filiciak 2011, Mazurek 2012, Jemielniak 2013a]. To, co czyni je szczególnie podatnymi na analizę praw potęgowych, to właśnie bardzo duża liczba użytkowników (dość wspomnieć, że np. społeczność Wikipedii to dziesiątki milionów kont, spośród których kilkaset tysięcy jest stale aktywnych), duża liczba procesów i interakcji, ale także, czysto praktycznie, ich dokładna rejestracja (w przeciwieństwie np. do rozmów ustnych w społecznościach tradycyjnych, w tekstowych społecznościach wirtualnych wszystkie interakcje i działania są rejestrowalne, w związku z czym dają się później badać ilościowo).

Warto zauważyć, że w Internecie, z uwagi na wysoką złożoność zjawisk, także niespołeczne zjawiska mają często rozkład potęgowy – na przykład liczba wizyt na stronie [Adamic i Huberman 2000] czy liczba linków do strony [Albert i in. 1999]. Co więcej, prawo potęgowe występuje często w społecznościach internetowych na przykład w odniesieniu do popularności użytkowników [Johnson i in. 2014]. Mała liczba użytkowników jest mocno usieciowiona (także pod względem liczby, częstości, różnorodności interakcji), a cała reszta słabo. Społeczności internetowe cechują się wysoką nierównością w partycypacji, mówi się o tzw. regule 1 procenta, wg której 1 procent użytkowników dostarcza 99 procent zawartości [Hargittai i Walejko 2008]. W tego rodzaju kontekstach powinniśmy więc w naturalny sposób zakładać, że w analizie danych najczęściej będziemy mieli do czynienia z regularnością o charakterze prawa potęgowego, a nie z rozkładem „normalnym”. Analiza ta ma istotne znaczenie dla naszej wiedzy o motywowaniu, partycypacji, produktywności, zarządzaniu efektywnością i zaangażowaniem.

Duże społeczności internetowe są szczególnie podatne na występowanie praw potęgowych i w badaniu ich w wielu przypadkach warto wręcz domyślnie zakładać taki, a nie Gaussiański rozkład analizowanych cech. Na przykład Wilkinson [2008] wskazuje na produkcję peer-to-peer i bada zaangażowanie

użytkowników. Zauważa, że prawdopodobieństwo rezygnacji ze społeczności wzrasta wraz z tym, im wyższy jest wykładnik prawa potęgowego. Analiza danych potwierdza, że jest on niższy (1.47) dla portali Essembly i Digg w odniesieniu do głosowań, które nie wymagają od użytkowników nakładu czasu, zaś wyższy (2.4) dla edycji na Diggs i na Wikipedii, które są dużo bardziej czasochłonne. Nakład czasu zdaje się determinować kształt rozkładu potęgowego. Huang i in. [2014] analizują dla odmiany zachowanie nadzwyczaj aktywnych forumowiczów w e-learningowych kursach typu Coursera. Forumowicze ci biorą aktywny udział w dyskusjach, zapisują się średnio na więcej kursów, ale też otrzymują lepsze stopnie. Potencjalnie mogą więc być siłą napędową kursów, stymulując dyskusje na forum i inspirując innych do nauki, co może decydować o powodzeniu całego przedsięwzięcia biznesowego. Zrozumienie ich zachowania i motywacji staje się więc kluczowe dla twórców portalu. Zasadniczo jest ich zwykle niewiele, a ich wkład ponadprzeciętny, co prowadzi do rozkładu o tzw. grubym ogonie typowym dla rozkładów potęgowych. Kirman i Lawson [2009] znajdują z kolei rozkład potęgowy w rozkładzie usieciowienia użytkowników popularnych gier online np.: Familiars I i II, Pasion Fruit czy Magpies, zaś Wu i in. [Wu i in. 2009] w rozkładzie plików na użytkownika w portalach Digg.com i Youtube.com. Autorzy wskazują, że użytkownicy, którymi zainteresowanie spada (tj. spada ich usieciowienie) przestają przysyłać pliki, z kolei najbardziej aktywni użytkownicy pozyskują coraz to nowe osoby do swojej sieci. Ten efekt wzmacnia się niczym pętla sprzężenia zwrotnego i prowadzi do rozkładu potęgowego. Spencer i Woods [2010] badają tzw. Idea Farm, system kooperacji online w rozwiązywaniu problemów w ramach platformy stworzonej przez jedną ze światowych korporacji farmaceutycznych. Liczba zaproponowanych pomysłów na użytkownika ma rozkład potęgowy z wykładnikiem 2.7. Podobnie, Spencer [2012] potwierdza funkcjonowanie praw potęgowych w większości społeczności online, zaś Anderson [2008] w strategiach sprzedażowych wirtualnych gigantów, jak Amazon czy iTunes [Spencer i Woods 2010]. Ta ostatnia obserwacja jest symptomatyczna: w gospodarce usieciowionej [Borczuch i Czakon 2005] opłacalne stają się strategie oparte na dokładnej analizie i zaspokajaniu skrajnie niszowych klientów, z krańca długiego ogona.

W odniesieniu do społeczności otwartej współpracy [Jemielniak 2013b], będącej w osi zainteresowania innych projektów autorów tego artykułu, jest dużo dowodów na występowanie praw potęgowych. Na przykład Voß [2005] pokazuje, że na Wikipedii rozkład potęgowy ma liczba artykułów na autora. Podobnie kształtuje się liczba wpisów na osobę we wszystkich głównych językach [Zhang i in. 2010, Zhang i in. 2014]. W szczególności dla artykułów z 5 lub więcej autorami, liczba artykułów spełnia prawo potęgowe z wykładni-

kiem 2.7. Liczba pożądaných artykułów i liczba nieuzupełnionych linków do nich prowadzących spełniają prawo potęgowe z wykładnikiem 3. To wynika z faktu, iż im więcej nieistniejący artykuł ma odsyłaczy, tym bardziej prawdopodobne, że ktoś go stworzy. W końcu, Priedhorsky i in. [2007] pokazują, że 10 procent edytujących (wg liczby edycji) tworzy 86 procent treści, zaś górne 0,1 procenta aż 44 procent. Jednakże zależności praw potęgowych na Wikipedii z obszaru teorii organizacji i zarządzania są już znacznie słabiej zbadane.

Podsumowanie

W samej nauce organizacji i zarządzania analiza praw potęgowych nie ma długiej tradycji, ale zainteresowanie zagadnieniem wyraźnie rośnie, zarówno w ramach modernistycznej, jak i postmodernistycznej perspektywy [Borisot i McKelvey 2010]. Obszary tak zróżnicowane, jak zarządzanie ryzykiem [Zimmerman 1986], złożone systemy adaptacyjne [Robertson 2004], przedsiębiorczość [Schaper i in. 2009], zarządzanie personelem [Aguinins 2012] czy zarządzanie inwestycyjne [Jones 2010] zaczynają wykorzystywać prawa potęgowe. Teoria organizacji również z nich czerpie [Andriani i McKelvey 2009]. Jak staraliśmy się pokazać w niniejszym artykule, ta perspektywa ma kolosalne znaczenie, ponieważ koncentracja na przeciętnych czy średnich wartościach (dominująca w dotychczasowych analizach ilościowych) zaburza precyzję analiz w zakresie wartości krańcowych, które w zarządzaniu często odgrywają kluczową rolę [McKelvey i Andriani 2005, Andriani i McKelvey 2007]. W oczywisty sposób może również mieć istotny wpływ na rozwój gospodarki opartej na wiedzy [Jemielniak 2008].

W związku z tym zachęcamy badaczy organizacji, zwłaszcza tych, którzy skutecznie posługują się metodami ilościowymi, aby wykorzystywali nie tylko tradycyjne podejścia Gaussiańskie, ale także szukali inspiracji w analizie praw potęgowych. Biorąc pod uwagę to, że są one wykorzystywane rzadziej niż badania rozkładu normalnego, a także to, że występują często w społecznościach wirtualnych, które same w sobie stanowią nowy i słabo zbadany fenomen, analiza praw potęgowych w społecznościach internetowych jest świetnym obszarem do zagospodarowania naukowego. Wielu doktorantów narzeka na brak ciekawych pomysłów badawczych – z tym większą radością proponujemy podejście i obszar, które istotnie zwiększają jeszcze przez dłuższy czas szansę na oryginalne i odkrywcze wyniki. Mamy ogromną nadzieję, że nasz tekst przyczyni się do powstania nowych, ciekawych projektów, a przynajmniej do refleksji nad dotychczasowymi tradycjami badawczymi.

Bibliografia

- Adamczyk M. (2009), *Język sieciowych dyskusji w oczach samych dyskutantów* [w:] D. Ulicka (red.), *Tekst (w) sieci. Tekst, język, gatunki*, Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne, Warszawa.
- Adamic L.A., Huberman B.A. (2000), *The nature of markets in the World Wide Web*, "Quarterly Journal of Electronic Commerce", 1 (1), ss. 5–12.
- Aguinins H. (2012), *The best and the rest: Revisiting the norm of normality of individual performance*, *Personnel Psychology*, 65 (1), ss. 79–119.
- Albert R., Jeong H., Barabási A.-L. (1999), *Internet: Diameter of the world-wide web*, "Nature", 401 (6749), ss. 130–131.
- Alloway T. (2012), *Modelling: normal distribution is not always the norm*, *The Financial Times*, <http://www.ft.com/intl/cms/s/o/67d05d30-7e88-11e1-b7e7-00144feab49a.html>.
- Aloui R., Aïssa M.S.B., Nguyen D.K. (2011), *Global financial crisis, extreme interdependencies, and contagion effects: The role of economic structure?*, "Journal of Banking & Finance", 35 (1), ss. 130–141.
- Anderson C. (2008), *The long tail. Revised and updated*, New York: Hyperion.
- Andriani P., McKelvey B. (2007), *Beyond Gaussian averages: redirecting international business and management research toward extreme events and power laws*, "Journal of International Business Studies", 38 (7), ss. 1212–1230.
- Andriani P., McKelvey B. (2009) *Perspective-From Gaussian to Paretian Thinking: Causes and Implications of Power Laws in Organizations*, "Organization Science", 20 (6), ss. 1053–1071.
- Atkinson A.B., Piketty T., Saez E. (2009), *Top incomes in the long run of history*, <http://www.nber.org/papers/w15408>.
- Boisot M., McKelvey B. (2010), *Integrating modernist and postmodernist perspectives on organizations: A complexity science bridge*, "Academy of Management Review", 35 (3), ss. 415–433.
- Borczech A., Czakon W. (2005), *Trwałość sieci gospodarczych w świetle teorii gier*, "Przegląd Organizacji", (3), ss. 18–21.
- Bourne D., Özbilgin M.F. (2008), *Strategies for combating gendered perceptions of careers*, "Career Development International", 13 (4), ss. 320–332.
- Ciesielska M. (2006), *Antropologia przedsiębiorczosci. Nowe nurty w badaniach jakościowych*, "Studia i Materiały – Wydział Zarządzania UW", 1, ss. 18–28.
- Czakon W. (2011) *Paradygmat sieciowy w naukach o zarządzaniu*, "Przegląd Organizacji", 11, ss. 3–6.
- Di Giovanni J., Levchenko A.A., Ranciere R. (2011), *Power laws in firm size and openness to trade: Measurement and implications*, "Journal of International Economics", 85 (1), ss. 42–52.
- Edmans A., Gabaix, X. (2011) *The effect of risk on the CEO market*. "Review of Financial Studies", 24 (8): 2822-2863.
- Ehrenberg R. (2011), *Beware the long tail: Economic models of risk don't add up*,

cadre of researchers caution, "Science News", 180 (10), ss. 22–25.

Filiciak M. (2011), *Inny wymiar otwartości. Internetowa reprodukcja i redystrybucja treści kulturowych*, "Przegląd Kulturoznawczy", 1 (9): ss. 65–76.

Fujiwara Y. (2004), *Zipf law in firms bankruptcy*, "Physica A: Statistical Mechanics and its Applications", 337 (1): ss. 219–230.

Gabaix X., Gopikrishnan P., Plerou V., Stanley H.E. (2003), *A theory of power-law distributions in financial market fluctuations*, "Nature", 423 (6937), ss. 267–270.

Hargittai E., Walejko G. (2008), *The Participation Divide: Content creation and sharing in the digital age 1*, "Information, Community and Society", 11 (2), ss. 239–256.

Huang J., Dasgupta A., Ghosh A., Manning J., Sanders M. (2014), *Superposter behavior in MOOC forums [w:] Proceedings of the first ACM conference on Learning@scale conference (www.stanford.edu/~jhuang11/research/pubs/las14/hdgms_las14.pdf)*. ACM, ss. 117–126.

Jemielniak D. (2008), *Zarządzanie wiedzą – pojęcia podstawowe [w:] D. Jemielniak, A.K. Koźmiński (red.), Zarządzanie wiedzą. Podręcznik akademicki*. Warszawa: Wydawnictwa Akademickie i Profesjonalne.

Jemielniak D. (red.) (2012), *Badania jakościowe. Podejścia i teorie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Jemielniak D. (2013a), *Netnografia, czyli etnografia wirtualna – nowa forma badań etnograficznych*, "Prakseologia", 154, ss. 97–116.

Jemielniak D. (2013b), *Życie wirtualnych dzikich*, Warszawa, Poltext.

Johnson S.L., Faraj S., Kudaravalli S. (2014), *Emergence of Power Laws in Online Communities: The Role of Social Mechanisms and Preferential Attachment*, "MIS Quarterly", 38 (3), ss. 795–808.

Jones F.J. (2010), *Lessons on Investment Management from the Global Recession and Bear Market*, "Journal of Investment Management", 8 (1), ss. 1–17.

Kirman B., Lawson S. (2009), *Hardcore classification: Identifying play styles in social games using network analysis [w:] Entertainment Computing–ICEC 2009*, Springer.

Kobus M. (2012), *Attribute decomposition of multidimensional inequality indices*, "Economics Letters", 117 (1), ss. 189–191.

Kobus M., Bukowski P. (2012), *Educational equality of opportunity in Poland*, "Ekonomista", (5), ss. 605–627.

Koźmiński A.K., Jemielniak D., Latusek D. (2009), *Współczesne spojrzenie na kulturę organizacji*, "e-mentor", 3 (30), ss. 4–13.

Mazurek G. (2012), *Znaczenie wirtualizacji marketingu w sieciowym kreowaniu wartości*, Warszawa, Poltext.

McKelvey B., Andriani P. (2005), *Why Gaussian statistics are mostly wrong for strategic organization*, "Strategic Organization", 3 (2), ss. 219–228.

Newman M.E. (2005), *Power laws, Pareto distributions and Zipf's law*, "Contemporary physics", 46 (5), ss. 323–351.

Nocera J. (2009), *Risk mismanagement*, "The New York Times", http://www.nytimes.com/2009/01/04/magazine/04risk-t.html?pagewanted=all&_r=0.

- Priedhorsky R., Chen J., Lam S.T.K., Panciera K., Terveen L., Riedl J. (2007), *Creating, destroying, and restoring value in Wikipedia*, "Proceedings of the International ACM Conference on Supporting Group Work", ss. 259–268.
- Reed W.J. (2001), *The Pareto, Zipf and other power laws*, "Economics Letters", 74 (1), ss. 15–19.
- Robertson D.A. (2004), *The complexity of the corporation*, "Human Systems Management", 23 (2), ss. 71–78.
- Schaper M.T., Dana L.P., Anderson R.B., Moroz P.W. (2009), *Distribution of firms by size: observations and evidence from selected countries*, "International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management", 10 (1), ss. 88–96.
- Spencer R.W. (2012), *A pervasive model for participation in voluntary forums*, "Research-Technology Management", 55 (3), ss. 23–31.
- Spencer R.W., Woods T.J. (2010), *The long tail of idea generation*, "International Journal of Innovation Science", 2 (2), ss. 53–63.
- Steger U., Amann W., Maznevski M. (2007), *Managing complexity in global organizations*, Hoboken, NJ – San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Sułkowski Ł. (2004), *Metodologia nauk o zarządzaniu*, "Przegląd Organizacji", (10), ss. 7–10.
- Sułkowski Ł. (2008), *Czy warto zajmować się kulturą organizacyjną*, "Zarządzanie Zasobami Ludzkimi", 6, 9–25.
- Sułkowski Ł., Sokołowski J., Nauk S.A. (2001), *Zarządzanie zasobami ludzkimi*, Przedsiębiorstwo Specjalistyczne Absolwent.
- Taleb N.N. (2007), *Black swans and the domains of statistics*, "The American Statistician", 61 (3), ss. 198–200.
- Tkaczyk J. (2010), *Zachowania konsumenckie w środowisku wirtualnym (on-line) Online Consumer Behaviour* [w:] S. Pilarski, M. Awdziej, M. Czaplicka, J. Tkaczyk, K. Zięba (red.), *Klient i marketing*, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn.
- Voß J. (2005), *Measuring Wikipedia* [w:] *Proceedings of the International Conference of the International Society for Scientometrics and Infometrics*, http://gysc.escet.urjc.es/moodle/file.php/40/Slides/S4_S5_Intro_WKP_Companies/MeasuringWikipedia2005.pdf.
- Wilkinson D.M. (2008), *Strong regularities in online peer production* [w:] *Proceedings of the 9th ACM conference on Electronic commerce* (<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1386837>), ACM, ss. 302–309.
- Wu F., Wilkinson D.M., Huberman B.A. (2009), *Feedback loops of attention in peer production* [w:] *International Conference on Computational Science and Engineering, 2009. CSE'09*, www.hpl.hp.com/research/idl/papers/feedbacks/feedbacks.pdf: IEEE, ss. 409–415.
- Zhang P., Li M., Gao L., Fan Y., Di Z. (2014), *Characterizing and Modeling the Dynamics of Activity and Popularity*, "PLoS ONE", 9 (2): e89192.
- Zhang Y., Sun A., Datta A., Chang K., Lim E.-P. (2010), *Do Wikipedians follow domain experts?: a domain-specific study on Wikipedia knowledge building*, "Proceedings of the 10th annual joint conference on Digital libraries", ss. 119–128.
- Zimmerman R. (1986), *The management of risk* [w:] V.T. Covello, J. Menkes, J. Mumpower (red.), *Risk evaluation and management*, Springer, New York.