

ZBIGNIEW BŁOCKI, KAROL ŻYCKOWSKI\*

## Czy można porównywać jabłka i gruszki? O danych bibliometrycznych w różnych dziedzinach nauki

### Słowo przestrogi

W ciągu minionych dwudziestu lat życie naukowca w Polsce zmieniło się diametralnie. Z jednej strony istotnie poprawiły się warunki pracy badawczej, a siła nabywczą jego pensji wzrosła wielokrotnie. Z drugiej strony pracownicy nauki poddani są większej presji do szybkiego publikowania uzyskanych wyników, a znaczną część swej aktywności zawodowej muszą poświęcać na zdobywanie środków na badania: pisanie wniosków o granty i ich rozliczanie.

Taki model finansowania badań, funkcjonujący w wielu rozwiniętych krajach świata, można uznać za pożądaną. Ale przy rosnącej liczbie składanych wniosków o granty, projekty badawcze, konsorcja i wielkie sieci naukowe, coraz więcej czasu uczonych pochłania ocena i recenzowanie wniosków pisanych przez innych badaczy. Zamiast tradycyjnej oceny jakości badań klasyczną metodą *peer review*, która jest dosyć kosztowna i czasochłonna, coraz częściej stosuje się pośpieszne analizy bazujące na danych bibliometrycznych. Nie jest źle, jeśli takie dane używane są rozsądnie jedynie jako wielkości pomocnicze – gorzej, gdy ostateczne decyzje o finansowaniu badań podejmuje się wyłącznie na podstawie wartości liczbowej konkretnego wskaźnika bibliometrycznego<sup>1</sup>.

Na temat niewłaściwego stosowania danych bibliometrycznych i błędnych prób oceny jakości danego artykułu na podstawie wskaźnika charakteryzującego czasopismo, w którym go opublikowano, pisano wiele za granicą [1-3] i w kraju [4-10]. Pomimo opublikowania tych i wielu podobnych tekstów nieodpowiedzialne posługiwanie się danymi bibliometrycznymi staje się nagminne<sup>2</sup>. Co więcej, sama liczba cytowań danego artykułu

---

\* Prof. dr hab. Zbigniew Błocki, Instytut Matematyki, Uniwersytet Jagielloński; prof. dr hab. Karol Życzkowski, Instytut Fizyki Uniwersytet Jagielloński oraz Centrum Fizyki Teoretycznej PAN

<sup>1</sup> Decyzje o finansowaniu grantów ministerialnych **Iuventus Plus** w ostatnich latach podejmowano głównie na podstawie wartości wskaźnika Impact Factor opublikowanych prac.

<sup>2</sup> Przykładowo, istnym horrendum jest coraz częstsza praktyka sumowania wskaźnika *Impact Factor* wszystkich czasopism, w których publikował dany autor, oraz traktowanie tej liczby jako miary wartości jego dorobku naukowego.

jest niekiedy traktowana jako jedyny obiektywny i bezwzględny miernik wartości naukowej opublikowanej pracy.

Nietrudno jest jednak wskazać przypadki, w których wiele razy cytowano w literaturze artykuły błędne lub bardzo przeciętne. Oczywiście liczba artykułów opublikowanych przez danego autora oraz liczba ich cytowań w literaturze niosą pewne informacje o jego dorobku naukowym, ale te dane nie jest łatwo poprawnie interpretować bez głębokiej znajomości uprawianej tematyki badawczej. W szczególności specyfika takich danych istotnie różni się między różnymi dziedzinami nauki, a także wewnątrz poszczególnych poddziedzin.



Przed wszystkim należałoby więc odradzać każdemu porównywanie danych bibliometrycznych dotyczących naukowców uprawiających różne dziedziny nauki. Jeśli jednak porównanie jabłek i gruszek wyda się komuś niezbędne, powinien robić to jedynie z liczbami względnymi, odniesionymi do średniej w danej poddziedzinie. W tym tekście spróbujemy przedstawić możliwe metody skalowania danych bibliometrycznych. Jednocześnie podkreślimy, że wszelkie przytoczone liczby mają jedynie charakter orientacyjny i należy je traktować niezwykle ostrożnie.

### Liczby cytowań i indeksy h

Różnice w charakterze danych bibliometrycznych dotyczących przedstawicieli różnych dziedzin nauki mogą być istotne podczas pracy interdyscyplinarnych paneli Narodowego Centrum Nauki czy też Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Podczas pracy panelu optymalnie byłoby posługiwanie się jedynie rzeczowymi opiniami ekspertów i powstrzymanie się od bezpośredniego porównywania wskaźników bibliometrycznych. W przeciwnym przypadku, gdy dane bibliometryczne traktowane będą jako argument pomocniczy, należy uwzględnić różnice dotyczące publikowalności i cytowalności w poszczególnych dziedzinach nauk.

W kolumnach 2, 3, 4 i 6 tabeli 1 przedstawione są dane dostępne w opracowaniach amerykańskiej National Science Foundation oraz bazy Web of Science<sup>3</sup>. Na ich podsta-

<sup>3</sup> Szczególnie ostrożnie należy podchodzić do szacunkowych danych dotyczących liczby naukowców zatrudnionych w danej dziedzinie w USA, podanych w kolumnie 3 oraz wyróżnionych kursywą.

Tabela 1. Średnia liczba publikacji oraz liczba uzyskanych cytowań rocznie na jednego pracownika nauki w USA

1	2	3	4	5	6	7	8
Dziedzina nauki	Prace rocznie (autorstwa naukowców w USA)	Naukowcy (w USA)	Średnia liczba autorów na pracę	Średnia liczba prac rocznie na jednego naukowca	Średnia liczba cytowań na pracę	Średnia liczba cytowań rocznie na jednego naukowca	Średnia liczba cytowań w porównaniu z matematyką
Matematyka	4190,5	37 000	2,0	0,23	14,98	3,45	<b>1</b>
Fizyka	18 227,2	49 000	5,3	1,97	27,82	54,81	15,9
Chemia	16 429,8	86 000	4,3	0,82	31,68	25,98	7,5
Informatyka	2188,3	20 000	3,0	0,33	17,43	5,75	1,7
Nauki inżynierskie	14 609,1	144 000	3,8	0,39	18,67	7,28	2,1
Nauki o ziemi	11 620,8	21 000	4,0	2,21	33,05	73,04	21,2
Nauki rolnicze	3469,2	22 000	4,3	0,68	20,84	14,17	4,1
Nauki biologiczne	49 614,1	193 000	5,3	1,36	41,06	55,84	16,2
Psychologia	9805,3	114 000	3,2	0,28	46,47	13,01	3,8
Nauki społeczne	12 020,3	100 000	1,9	0,23	26,79	6,16	1,8
Rok	2009	2006	2008		2011		
Źródło	NSF Science & Engineering Indicators 2012, app. tab. 5.28-5.40	NSF Characteristics of Scientists and Engineers in the USA: 2006, tab. 7	NSF Science & Engineering Indicators 2010, tab. 5.16		Web of Science, Journal Citation Report 2011		

wie obliczyliśmy średnią liczbę prac, jaką rocznie publikuje naukowiec w danej dziedzinie nauki (kolumna 5 to iloczyn liczb z kolumn 2 i 4 podzielony przez liczbę z kolumny 3), średnią liczbę cytowań, jakie rocznie *uzyskuje* (kolumna 7, jest to iloczyn liczb z kolumn 5 i 6) oraz tę liczbę w porównaniu do matematyki. Oznacza to przykładowo, że amerykański matematyk publikuje średnio 0,23 pracy rocznie, a fizyk 1,97 pracy. Podobnie przeciętny matematyk będzie cytowany średnio 3,45 razy rocznie, gdy fizyk już 54,81 razy. To porównanie pokazuje, że przeciętny fizyk uzyska średnio prawie 16 razy więcej cytowań niż matematyk, choć te dane nie uwzględniają różnic na przykład między specjalistami z fizyki ciała stałego i teorii względności. Ponieważ indeks Hirscha  $h$  skaluje się jak pierwiastek z całkowitej liczby cytowań [11], dla fizyka taki wskaźnik byłby statystycznie 4 razy wyższy od wskaźnika  $h$  matematyka w tym samym wieku.

Tabela 2. Liczba cytowań otrzymanych przez osoby zajmujące setne miejsce na liście najbardziej cytowanych uczonych w danej dziedzinie w roku 2012

Dziedzina nauki	Cytowania 100 osoby w rankingu	Porównanie z matematyką
<b>Matematyka</b>	<b>733</b>	<b>1</b>
Fizyka	14 772	20,2
Chemia	12 420	16,9
Informatyka	1247	1,7
Nauki inżynierskie	3165	4,3
Nauki kosmiczne	9700	13,2
Nauki o ziemi	3571	4,9
Nauki rolnicze	1288	1,8
Biologia i biochemia	6092	8,3
Psychiatria/psychologia	3256	4,4
Nauki społeczne	948	1,3
Medycyna kliniczna	17 051	23,3
Ekonomia i zarządzanie	960	1,3
Nauka o środowisku/ekologia	3013	4,1
Immunologia	4169	5,7
Nauka o materiałach	4750	6,5
Mikrobiologia	3244	4,4
Biologia molekularna i genetyka	9021	12,3
Neurobiologia	5781	7,9
Farmakologia i toksykologia	2081	2,8
Nauka o roślinach i zwierzętach	3114	4,3

Dla porównania przeanalizowaliśmy rankingi najczęściej cytowanych naukowców w różnych dziedzinach wg opracowania *Essential Science Indicators* bazy Web of Scien-

ce, stan z marca 2013. Tabela podaje dane dotyczące uczonego zajmującego setne miejsce na liście w każdej dziedzinie nauki.

Takie podejście miałyby precyzyjne uzasadnienie statystyczne, gdyby liczba wszystkich uczonych uprawiająca każdą dyscyplinę była taka sama. Tak oczywiście nie jest, więc powyższe dane traktować należy jedynie jako orientacyjne. Jednocześnie względne liczby w stosunku do matematyki nie zmieniają się istotnie, jeśli analizować uczonych zajmujących przykładowo pięćdziesiąte lub dwusetne miejsca na każdej z list. Ponadto warto zwrócić uwagę, że stosunki względem matematyki przytoczone w tabeli 2 są zbliżone do danych otrzymanych inną metodą i zebranych w kolumnie 8 tabeli 1. Obie tabele ilustrują dobitnie, jak bardzo wskaźniki bibliometryczne zależą od specyfiki poszczególnych dyscyplin nauki.

Trzeba jednak pamiętać, że ogromne różnice występują również wewnątrz jednej dyscypliny. Na przykład w teorii liczb czy geometrii algebraicznej publikuje się i cytuje znacznie mniej niż w równaniach różniczkowych czy matematyce stosowanej. Jeszcze większe różnice dotyczą fizyków: autorzy pracujący w wielkich projektach badawczych i działający, przykładowo, w fizyce cząstek elementarnych mogą mieć o rząd wielkości więcej prac i cytowań niż ich równie dobrzy koledzy specjalizujący się w fizyce matematycznej. Dlatego niewłaściwe byłoby zarówno bezpośrednie porównanie danych bibliometrycznych matematyka i fizyka, jak też i automatyczne skalowanie tych danych przez współczynniki przeliczeniowe otrzymane w tabelach. Aby móc rozważnie interpretować wskaźniki bibliometryczne charakteryzujące dorobek konkretnego badacza, konieczna jest głęboka znajomość danej dziedziny wiedzy. Zestawiając takie dane dla dwóch uczonych pracujących w tej samej specjalności, obok liczb bezwzględnych, warto porównać także dane skalowane na głowę badacza, np. liczbę cytowań podzieloną przez średnią liczbę autorów jednej pracy każdego uczonego.

### **Nagrody Nobla i Medale Fieldsa**

Większość znanych nagród i wyróżnień naukowych przyznawanych jest za wybitne osiągnięcia badawcze, a nie za rekordowe wskaźniki bibliometryczne. Medal Fieldsa jest najważniejszą nagrodą z matematyki, o prestiżu porównywalnym z Nagrodą Nobla, przyznawaną uczonym do lat 40. Ostatnie medale w 2010 r. (przyznawane są raz na cztery lata) otrzymali Elon Lindenstrauss z Izraela, pracujący we Francji Bao Chau Ngo z Wietnamu, Stanisław Smirnow z Rosji, aktualnie pracujący w Genewie, oraz Cedric Villani z Francji. Ich łączne liczby cytowań wg Web of Science wynosiły w marcu 2013 zaledwie odpowiednio 364, 121, 461 i 919, a indeksy  $h$  odpowiednio 9, 7, 8, 14. Dla porównania, w roku 2012 Nagrody Nobla z fizyki otrzymali Serge Haroche z Francji oraz David Wineland z USA za przełomowe doświadczenia z optyki kwantowej dotyczące podstaw mechaniki kwantowej. Ich całkowite liczby cytowań to, odpowiednio, 16 350

i 21 205, zaś indeksy  $h$  to 65 i 71. Oczywiście porównanie danych bibliometrycznych dotyczących ostatnich Medali Fieldsa i Nagród Nobla z fizyki nie jest uprawnione, bo z powodu ograniczenia wiekowego rozpatrywani matematycy są znacznie młodsi. Przyjrzyjmy się zatem Medalom Fieldsa z roku 1998, które otrzymali Richard Borcherds i Timothy Gowers z Wielkiej Brytanii, aktualnie pracujący we Francji Rosjanin Maxim Kontsevitch oraz Curtis McMullen z USA. Całkowite liczby cytowań ich prac wynoszą odpowiednio 1302, 744, 2265 i 790, a indeksy  $h$  13, 14, 18 i 18. Powyższe liczby kolejny raz ukazują istotne różnice między dziedzinami, ale też pokazują skalowanie pomiędzy matematyką a fizyką podobne do tego otrzymanego na podstawie danych z Web of Science. Na istotne zależności indeksu  $h$  od poddziedziny nauk inżynierskich zwrócono także uwagę w niedawnej pracy [12].

### Punktacja czasopism i algorytm Google

Obecna punktacja czasopism naukowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (lista A) jest oparta wyłącznie na współczynniku Impact Factor (IF) bazy Web of Science. Czasopisma są klasyfikowane wewnątrz danej nauki na podstawie Journal Citation Report (JCR) z roku 2010, np. w najlepszej kategorii 50 pkt znajduje się 2% czasopism o najwyższym IF. Współczynnik IF czasopisma z roku 2010 to iloraz łącznej liczby cytowań w tym roku wszystkich artykułów opublikowanych w danym czasopiśmie w latach 2008-2009 w czasopismach z listy filadelfijskiej.

Doświadczenie pokazuje jednak, że współczynnik IF nie jest optymalnym miernikiem wartości czasopisma. Jednym z powodów jest nierówny poziom pism z listy filadelfijskiej oraz fakt, że cytowania liczone są tak samo, niezależnie od jakości czasopisma, w którym się pojawiają. Współczynnik IF jest również mało odporny na manipulacje [13]. Jednym z opisanych przykładów [3, 14] jest czasopismo „International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation”, znane z dość szeroko zakrojonych praktyk mających na celu sztuczne zawyżenie IF. W grupie czasopism z fizyki matematycznej w JCR 2010 zostało ono sklasyfikowane na drugim miejscu, a co za tym idzie otrzymało 50 pkt w ostatniej klasyfikacji MNiSW. Kolejnych przykładów zawodności IF dostarcza ranking czasopism matematycznych z tego samego roku. Szczególną uwagę zwracają pozycje 11, „Fixed Point Theory and Applications”, 12, „Topological Methods in Nonlinear Analysis”, oraz 17, „Abstract and Applied Analysis”. Chyba wszyscy matematycy zgodzą się, że akurat te czasopisma nie zasługują na tak wysokie miejsca, a co za tym idzie, na tak wysoką punktację Ministerstwa – odpowiednio 45, 35 i 35 pkt. Dla przykładu tak znane i prestiżowe czasopisma, jak „Journal für die reine und angewandte Mathematik” czy „Mathematische Annalen” mają odpowiednio 40 i 35 pkt.

Wydaje się, że znacznie lepszym od IF wskaźnikiem obrazującym jakość czasopisma naukowego jest *Eigenfactor Article Influence Score* (AIS). Został on oparty na pomysł

wykorzystanym w internetowej wyszukiwarce *Google*, która ocenia znaczenie stron internetowych z informacjami na dany temat. Pomysłowy algorytm Google polega na stworzeniu grafu obrazującego połączenia między wszystkimi stronami w Internecie, konstrukcji odpowiedniej macierzy połączeń oraz znalezieniu jej dominującego wektora własnego, którego składowe charakteryzują wartość strony. Taka konstrukcja ma prostą interpretację praktyczną: wyobraźmy sobie internautę startującego z przypadkowej witryny w Internecie, a następnie klikającego w losowo wybrany link i przechodzącego do kolejnej strony. Po kilku krokach takiej wędrówki nasz modelowy surfer może się znużyć i rozpocząć kolejną podróż z innego dowolnie wybranego punktu startowego. Jako obiektywną wartość witryny Google traktuje prawdopodobieństwo, z jakim znajdziemy się na niej podczas wielokrotnie powtarzanego procesu losowego błądzenia w Internecie. Zauważmy, że witryna w Internecie będzie ceniona wysoko, jeżeli prowadzi do niej dużo połączeń od innych wartościowych stron, na których internauta często będzie gościł.

W przypadku podobnego algorytmu *Eigenfactor*, rolę stron internetowych odgrywają czasopisma, a rolę linków cytowania pomiędzy nimi. Tym razem modelowy czytelnik pójdzie do biblioteki i sięgnie po pierwsze z brzegu czasopismo (lub kliknie na jego witrynę w Internecie!), otworzy przypadkowo wybraną pracę w nim opublikowaną, znajdzie jeden z cytowanych w niej artykułów i w ten sposób otworzy kolejne czasopismo.

Tabela 3. Wartości współczynników *Impact Factor* oraz *Eigenfactor Article Influence Score* dla wybranych czasopism naukowych z roku 2012

Czasopismo	Impact Factor	Article Influence Score
Rev. Mod. Phys.	43,9	28,9
Cancer J. Clin.	67,4	<b>24,5</b>
Ann. Rev. Immun.	42,9	<b>23,4</b>
New Engl. J. Med.	50,7	<b>21,3</b>
Cell	34,7	<b>20,5</b>
Nature	36,2	<b>20,3</b>
Lancet	38,2	<b>13,6</b>
Science	31,2	<b>17,5</b>
Chemical Review	40,1	<b>13,3</b>
Econometrica	3,0	<b>8,6</b>
Astronom. Rev.	11,5	<b>8,1</b>
J. Am. Math. Soc.	3,8	5,2

Oczywiście w taki sposób czytelnik wędruje w czasie wstecz, sięgając po coraz starsze roczniki czasopism, więc po pewnym czasie rozpocznie lekturę od na nowo wybranego zeszytu losowo wybranego czasopisma. Waga przykładowego artykułu w danym czasopiśmie, opisywana wskaźnikiem *Article Influence Score*, opisuje prawdopodobieństwo,

że podczas takiej wędrówki przez wirtualne zasoby wszystkich bibliotek całego świata sięgniemy do danego czasopisma. Podobnie jak w przypadku Google, czasopismo będzie miało wysoki wskaźnik AIS, jeżeli prace w nim publikowane będą często cytowane w innych wartościowych czasopismach. Zauważmy, że rola cytowań w mało ważnych czasopismach nie jest wielka, a łatwo sterowalne cytowania prac opublikowanych w tym samym piśmie w ogóle nie wpływają na wartość AIS.

Można więc powiedzieć, że między AIS a IF jest podobna różnica, jak między wyszukiwarką Google a starszymi wyszukiwarkami internetowymi typu *Alta Vista*. Ci, którzy korzystali z Internetu w latach 90. XX wieku, na pewno pamiętają, jak działały te ostatnie i jaką rewolucją było powstanie Google. W przypadku bibliometrii, dodatkową zaletą indeksu AIS jest jego niezależność od dziedziny nauki: w każdej dziedzinie średnia wartość wskaźnika wynosi 1,0. Dlatego za czasopisma dobre w skali światowej można uznać te, dla których wartość AIS przekracza jeden, a za bardzo dobre te z AIS przekraczającym dwa lub trzy.

Warto przeanalizować jak działa AIS w przypadku podanych wyżej przykładów. „International Journal of Nonlinear Sciences and Numerical Simulation” w JCR 2010 w grupie 54 czasopism z fizyki matematycznej spada z 2. na 26. miejsce, gdy klasyfikujemy je względem AIS zamiast IF. Podobnie wśród 279 czasopism matematycznych w JCR 2010 pismo „Fixed Point Theory and Applications” jest klasyfikowane na 175. pod względem AIS, „Topological Methods in Nonlinear Analysis” na 155, a „Abstract and Applied Analysis” znajduje się na 161 miejscu tej listy, co w zgodnej opinii ekspertów lepiej oddaje ich rzeczywistą wartość.

Kolejnym poważnym argumentem na rzecz AIS jest fakt, że choć został on opracowany na podstawie danych komercyjnej bazy Web of Science (i w tej bazie jest również indeksowany), to jest to projekt typu *public domain* i dane te są powszechnie dostępne na stronie <http://eigenfactor.org>.

### Uwagi końcowe

Przy ocenie indywidualnych osiągnięć naukowca bibliometria może pełnić, naszym zdaniem, jedynie rolę pomocniczą. Z jednej strony pozwala ona tylko na wstępną selekcję wniosków: mało prac i mało cytowań jest istotną poszlaką niekorzystnie świadczącą o dorobku aplikanta. Z drugiej strony doświadczenie pokazuje, że nawet bardzo wysokie wskaźniki bibliometryczne nie muszą implikować wybitnego dorobku naukowego. Pewnie wszyscy znamy przykłady naukowców *produkujących* całe serie podobnych prac bez nowych pomysłów, a także *spółdzielnie* nawzajem cytujących się badaczy. Wiadomo również, że pewna korelacja pomiędzy liczbą cytowań danego artykułu, IF czasopisma, w którym praca się ukazała, a jej wartością naukową istnieje, lecz często jest mało znacząca [10]. Jeżeli rozpatrywana praca ma więcej niż dwa lata, lepiej brać



pod uwagę jej rzeczywistą liczbę cytowań niż IF czasopisma, w którym się ukazała. Przy ocenie dorobku poszczególnych uczonych nie powinno się więc w ogóle posiłkować współczynnikami Impact Factor, a do oceny czasopism lepiej jest używać bardziej obiektywnego wskaźnika AIS.

Z całą pewnością powinniśmy oceniać przede wszystkim **jakość pracy naukowej**, a niekoniecznie jej **ilość**. Dlatego też we wnioskach o granty ERC czy NCN wnioskodawca podaje tylko 10 wybranych publikacji. Nic nie zastąpi rzetelnej oceny typu *peer-review* stosowanej w tego typu instytucjach. Taka procedura nie jest tania, jednak tendencje idące w kierunku zastąpienia jej oceną algorytmiczną wydają się być bardzo niebezpieczne. Powoduje to przykładowo nadmierne koncentrowanie się na mało twórczych staraniach o dalsze cytowania i ulepszanie swoich wskaźników bibliometrycznych, zauważalne szczególnie wśród młodych naukowców. Tymczasem dorobek dobrego naukowca najczęściej będzie opisywany przez wysokie wartości różnych wskaźników bibliometrycznych, których wzrost powinien być rezultatem znaczących wyników badawczych, a nie celem samym w sobie.

## Literatura

- [1] P.O. Seglen, *Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research*, BMJ **314**, 498 (1997).
- [2] J. Adler, J. Ewing, P. Taylor, *Citation Statistics*, Statistical Sciences **24**, 1 (2009).
- [3] D.N. Arnold and K.K. Fowler, *Nefarious numbers*, Notices of AMS **58**, 434 (2011).
- [4] A.K. Wróblewski, *Jak nie należy korzystać z Science Citation Index*, Nauka Polska, 1994.
- [5] A.K. Wróblewski, *Apeluję o rozsądek*, Forum Akademickie **3** (2002).
- [6] A. Pilc, *Czy warto publikować analizy naukometyczne?* Pauza Akademicka **147** (2011).
- [7] K. Życzkowski, *Ile waży jedno cytowanie?* Forum Akademickie, **10** (2011); **11** (2011).
- [8] K. Życzkowski, A. Pollo, *Pułapki bibliometrii*, Academia **3**, 16 (2011).
- [9] Z. Błocki, K. Życzkowski, *Uwagi o stosowaniu metod bibliometrycznych przy ocenie pracy uczonych*, Pauza Akademicka **160** (2012).
- [10] K. Życzkowski, J. Zakrzewski, *Pełzający potwór bibliometrii*, Pauza Akademicka **184** (2012).
- [11] J.E. Hirsch, *An index to quantify an individual's scientific research output*. PNAS **102**, 16569 (2005).
- [12] L. Czarnecki, M.P. Kaźmierowski, A. Rogalski, *Doing Hirsch proud: shaping H-index in engineering sciences*, Bull. Pol. Acad. Scien. Techn. Scien. **61**, 5 (2013)
- [13] M.E. Falagas, V.G. Alexiou, *The top-ten in journal impact factor manipulation*, Arch. Immun. Therap. Exp. **56**, 223 (2008).
- [14] Z. Błocki, *Pułapki oceny parametrycznej stosowanej przez MNiSW*, Wiadomości Matematyczne **47**(1), 73 (2011).

### **Bibliometric data in various fields of science: A comparison of apples and oranges**

Usage of bibliometric data in the evaluation process of grant applications in various fields is discussed. In such a procedure bibliometric data can only be used as an auxiliary tool and should

never replace the peer-review process. In order to compare bibliometric data for scientists from different fields one has to use numbers rescaled against the average values in each field. To make such a comparison easier we compute average bibliometric data using known statistics available from Web of Science and National Science Foundation. In this way average number of articles coauthored by a scientist in a given field and average number of citations obtained in one year are calculated. For instance a typical physicist is cited 16 times more often than an average mathematician and therefore his average Hirsch index could be approximately 4 times higher than in mathematics, although the detailed numbers strongly depend on the subfields of both branches. Similar statistics is obtained comparing the lists of the most cited scientists by fields, and also analyzing citations of Nobel Prize winners and Fields medalists. We discuss also the Impact Factor (IF) of a journal and compare it to the Eigenfactor Article Influence Score (AIS) which is based on the Page Rank algorithm of the Google search engine. We provide several arguments supporting the claim that the AIS index of a journal provides a more reliable estimate of the scientific value of a journal than the IF.

**Key words:** bibliometric indicators, evaluation procedure, Impact Factor, Eigenfactor Article Influence Score, inter-field comparison