

Andrzej Kajetan Wróblewski\*

## Pozycja nauki polskiej w międzynarodowych rankingach

**Polish science in international rankings:** This paper reviews international rankings of scientific achievements and the standings that Polish science and academic institutions occupy. A survey of bibliometric methods and measures (publications, citations, patents, indices etc.) is presented. Next, the results of several recent rankings are given. Polish science taken as a whole ranks 20 in the world (8 in the European Union) according to the number of publications in the Thomson/Reuters data base. The exact sciences, especially physics, rank better. The criteria used to classify universities are more questionable and subject to criticism from the experts. Polish universities are classified far beyond the leading world institutions, but some departments compete successfully with their European and world counterparts.

**Słowa kluczowe:** *bibliometria, cytowania, publikacje, Polska, rankingi uczelni i dyscyplin, szkolnictwo wyższe*

**Keywords:** *bibliometrics, publications, citations, Poland, rankings of universities and branches of science, higher education*

\* Profesor dr hab., fizyk, były rektor UW (1989–1993), członek PAN i PAU;  
e-mail: akw@fuw.edu.pl.

---

### Wstęp

Jest sprawą oczywistą, że panie i panowie parlamentarzyści, jak również inni czytelnicy „Studiów BAS” powinni dysponować solidnymi i dobrze udokumentowanymi informacjami o stanie nauki w Polsce, jej osiągnięciach i pozycji w świecie, nie zaś opierać się na doniesieniach mediów czy nawet wyrzykowych wypowiedziach czynników oficjalnych, które – jak zobaczymy niżej – bywają wręcz mylące.

Niniejsze opracowanie zawiera przeto informacje zaczerpnięte z najbardziej wiarygodnych źródeł, takich jak Eurostat Unii Europejskiej czy

amerykańskiej National Science Foundation, jak również z baz danych powszechnie uznawanych za wiarygodne.

### Co jest celem badań naukowych?

Wydawałoby się, że odpowiedź na to pytanie jest oczywista. Jest to, po pierwsze, poszukiwanie prawdy o otaczającym świecie, inaczej mówiąc, odkrywanie nowych, nieznanych przedtem rzeczy, a po drugie, wykorzystywanie wyników tych odkryć do poszukiwania i wdrażania nowych ich zastosowań. Upraszczając nieco sprawę, można powiedzieć, że pierwsze zadanie wypełniają badania podstawowe, a drugie – badania stosowane.

Tymczasem śledząc doniesienia medialne, można odnieść wrażenie, że o tych sprawach mało kto chce pamiętać. Media najchętniej wypowiadają się o nauce w Polsce wtedy, kiedy mogą to opatrywać dramatycznymi tytułami. Oto dwa przykłady wypowiedzi z poczytnego dziennika, jakim jest „Gazeta Wyborcza”: *Naukowy ogon Europy* – to tytuł artykułu na pierwszej stronie 11 września 2012 r.; *Nauka bez wyników* – tytuł z 19 marca 2013 r.

Okazuje się, że pod tymi dramatycznymi tytułami nie ma wcale mowy o wynikach badań naukowych Polaków, są natomiast narzekania, że polscy naukowcy uzyskują zbyt małe środki z Unii Europejskiej, dalej mowa o różnych współczynnikach sukcesu, tj. stosunku liczby grantów przyznanych do liczby złożonych wniosków itd. Innymi słowy, wszystko kręci się wokół pieniędzy, tak jakby to samo zdobywanie pieniędzy i ich wydawanie (czasem bezproduktywne!) miało być celem nauki!

Warto zatem przypomnieć, że nie jest celem nauki zdobywanie grantów, publikowanie artykułów, uzyskiwanie ich cytowań i licytowanie się na rozmaite wskaźniki bibliometryczne. Są to jedynie środki pozwalające podążać w kierunku zasadniczego celu badań naukowych sformułowanego powyżej.

Oceniając uczonego, chcielibyśmy wiedzieć, co konkretnie on osiągnął, w jakim stopniu jego badania posunęły naprzód naukę, czy odkrył coś nowego, czy zaproponował lub znalazł nowe istotne zastosowania. Mniej ważne powinno być natomiast to, ile ten badacz uzyskał grantów i ile wydał pieniędzy na swe badania. Może się przecież zdarzać, że nawet wydanie dużych pieniędzy z licznych grantów nie posunęło nauki ani o krok.

To samo dotyczy instytucji naukowych, które powinny być oceniane jedynie na podstawie osiągniętych wyników badań, a nie na podstawie ilości wydanych na te badania pieniędzy.

Trudność w ocenie nauki stanowi jednak to, że o ważności odkryć naukowych przekonujemy się zwykle dopiero po pewnym czasie. Bardzo rzadko się zdarza, by odkrycie naukowe zostało docenione natychmiast.

Tak było w przypadku odkrycia promieni Röntgena, które już po paru tygodniach znalazły zastosowanie w medycynie! Ale odkrycie penicyliny czekało na uznanie ponad 10 lat, a i tak to uznanie zostało przyspieszone przez wybuch II wojny światowej.

Administratorzy nauki domagają się jednak oceny badań natychmiast, a nie po latach. I tu wkracza bibliometria, która dostarcza wielu rozmaitych wskaźników, łatwych w użyciu i sprawiających wrażenie obiektywności. Urzędnicy uwielbiają te wskaźniki, ponieważ operowanie nimi wymaga tylko znajomości czterech działań arytmetycznych – wszak chodzi wyłącznie o proste liczby. Wyobrażają więc sobie, że potrafią sami – bez zatrudniania ekspertów – klasyfikować instytucje naukowe i osiągnięcia uczonych.

Tymczasem te bibliometryczne wskaźniki liczbowe są tylko substytutami rzetelnej oceny wyników i jakości badań dokonywanej przez ekspertów (tzw. *peer review*).

### Podstawowe informacje dotyczące bibliometrii

Bibliometria jest dyscypliną naukową zajmującą się „pomiarami” publikacji naukowych<sup>1</sup>. Historia badań bibliometrycznych zaczęła się wiele lat przedtem, zanim stworzono termin „bibliometria” (1969)<sup>2</sup>. Ważne dla rozwoju dyscypliny były zwłaszcza prace Alfreda Lotki<sup>3</sup>, który badał między innymi rozkład produktywności uczonych i zwrócił uwagę, że znaczna część publikacji naukowych jest dziełem ograniczonej liczby wyjątkowo wydajnych naukowców. Istotnie, jak dziś dobrze wiemy, odkrycia i postęp w nauce są zawsze dziełem niewielkiej mniejszości czy nawet pojedynczych uczonych. W nauce nigdy nie obowiązuje demokracja, ponieważ prawdy naukowej nie można ustalić drogą głosowania.

Prace naukowe są publikowane w dziesiątkach czy nawet setkach tysięcy czasopism, które jednak nie mają jednakowej wartości, ponieważ różnią się znacznie zasięgiem i rangą. Następnym istotnym elementem w rozwoju bibliometrii były zatem prace Samuela Clementa Bradforda<sup>4</sup>, który udowodnił, że około 95% istotnych prac w danej dyscyplinie naukowej ukazuje się w stosunkowo niewielkiej liczbie 500–1000 czasopism.

<sup>1</sup> Obszerny wykład dotyczący zagadnień bibliometrii zawiera np. artykuł: A.K. Wróblewski, *Bibliometryczna trylogia*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 2003, nr 1–2, s. 7–29.

<sup>2</sup> A. Pritchard, *Statistical bibliography or bibliometrics?*, „Journal of Documentation” 1969, nr 25(4), s. 348–349.

<sup>3</sup> A.J. Lotka, *The frequency distribution of scientific productivity*, „Journal of the Washington Academy of Sciences” 1926, nr 16, s. 317–323.

<sup>4</sup> S.C. Bradford, *Documentation*, Public Affairs Press, Washington D.C. 1950.

Rozwijając wnioski Bradforda, Eugene Garfield stwierdził, że „trzon” światowego piśmiennictwa mieści się również w niewielkiej liczbie czasopism. Aby ustalić listę czasopism zawierających istotne dla rozwoju nauki publikacje, Garfield wprowadził w 1955 r. tzw. *impact factor* („współczynnik wpływu” IF)<sup>5</sup>, charakteryzujący średnią liczbę cytowań, jaką uzyskują artykuły z danego czasopisma (zob. niżej dokładną definicję tego wskaźnika). Zastosowanie idei Bradforda-Garfielda do pomiaru cytowań czasopism pozwoliło stwierdzić, że większość istotnych publikacji w danej dyscyplinie naukowej ukazuje się w stosunkowo niewielkiej liczbie czasopism, a bardzo niewiele czasopism uzyskuje olbrzymią część ogółu cytowań.

Badania bibliometryczne mają też sporo ograniczeń. Publikacje w czasopismach nie są jedynym środkiem komunikacji naukowej; przekaz ustny (np. w czasie konferencji), elektroniczny (lista dyskusyjna, czasopisma elektroniczne, tzw. elektroniczne archiwum) czy w formie tzw. szarej literatury, uymyka pomiarom. Artykuły nie są jedynym, a w niektórych dyscyplinach nawet nie najważniejszym rezultatem badań. Patenty, prototypy urządzeń czy ulepszenia technologii mogą mieć znacznie większe znaczenie. Ponadto wyniki badań prowadzonych w laboratoriach wojskowych i przemysłowych publikowane są rzadko lub z opóźnieniem.

W bibliometrii operuje się różnymi wskaźnikami, jak np. liczba publikacji (wskaźnik produktywności), liczba cytowań (wskaźnik wpływu publikacji, autora, instytucji), „cytowalność” albo wskaźnik wpływu (ogólna liczba cytowań podzielona przez ogólną liczbę publikacji dla danej dyscypliny, instytucji lub kraju), wskaźnik efektywności (procent publikacji cytowanych wśród ogółu publikacji), współautorstwo artykułów (wskaźnik współpracy na szczeblu krajowym lub międzynarodowym).

Literatura bibliometryczna zawiera wiele zaleceń, jak poprawnie analizować dane. Po pierwsze, zwraca się uwagę, że analiza makro (ocena dyscypliny, krajów, uczelni) pozwala na ogół uzyskać bardziej wiarygodne wnioski niż poziom mikro (ocena poszczególnych badaczy i zespołów). Wskaźniki bibliometryczne (podobnie jak wszystkie wskaźniki statystyczne) powinny być raczej analizowane porównawczo i w relacji do innych zmiennych niż pod względem swych wartości absolutnych. Liczby publikacji czy liczby cytowań mogą być względnie wiarygodnym wskaźnikiem w odniesieniu do badań podstawowych, natomiast są mało przydatne do oceny instytucji zajmujących się przede wszystkim badaniami stosowanymi.

---

<sup>5</sup> E. Garfield, *Citation indexes for science; a new dimension in documentation through association of ideas*, „Science” 1955, nr 122, s.108–111.

Jak wskazano wyżej, poczytność periodyków naukowych jest liczbowo określana przez tzw. *impact factor* wprowadzony przez E. Garfielda. Jest to w zasadzie ułamek określający stosunek liczby cytowań do liczby artykułów w danym periodyku. W oryginalnej definicji Garfielda wartość IF czasopisma w danym roku  $X$  jest równa stosunkowi  $C/P$ , gdzie  $C$  jest liczbą cytowań zebranych w roku  $X$  z wszystkich czasopism całego świata, do artykułów ogłoszonych w tym czasopiśmie w poprzedzających  $X$  dwóch latach (a więc latach  $X - 1$  i  $X - 2$ ), a  $P$  – liczbą wszystkich artykułów ogłoszonych w tym czasopiśmie w tych dwóch latach.

Okazuje się jednak, że ta definicja ma wady<sup>6</sup>, faworyzuje bowiem czasopisma o dużej liczbie listów naukowych do redakcji (jak np. „Nature”). Listy te nie są traktowane jako publikacje naukowe wchodzące do obliczania  $P$ , natomiast cytowania tych listów są zaliczane do  $C$ . W ten sposób, wskutek wadliwej definicji, zawyża się licznik, a zaniża mianownik ułamka  $C/P$  określającego liczbowo IF. Ponadto wiadomo, że liczba cytowań w każdym, nawet najbardziej prestiżowym czasopiśmie ma rozkład bardzo silnie malejący (rozkład ten jest nieźle opisywany wzorem potęgowym lub wykładniczym). Większość publikacji ma 0, 1 lub najwyżej 2 cytowania, a o wartości IF decydują właściwie tylko nieliczne artykuły o bardzo dużej liczbie cytowań. Z tego powodu eksperci są zgodni, że posługiwanie się IF jest niebezpieczne<sup>7</sup>.

Oczywiście liczba cytowań jest proporcjonalna do całkowitej liczby publikowanych prac naukowych, ta zaś jest wprost proporcjonalna do liczebności uczonych w danej dyscyplinie. W bardzo wąskich dyscyplinach, skupiających nielicznych naukowców, publikowanych jest stosunkowo niewiele prac, a więc i liczba cytowań jest potencjalnie nieduża.

Inną przyczyną znacznych różnic wartości IF między czasopismami dla poszczególnych dyscyplin jest różnica w tzw. obrocie (ang. *turnover*), będącym miarą stopnia, w jakim dana dyscyplina opiera się na najświeższych wynikach. Ten „obrot” jest szczególnie duży w naukach medycznych, biochemii i biologii molekularnej, znacznie mniejszy np. w matematyce i bardziej tradycyjnych dyscyplinach biologicznych, a zupełnie mały w humanistyce. Wobec powyższego porównywanie czasopism pod względem wartości IF powinno odbywać się tylko w ramach tej samej dziedziny.

<sup>6</sup> H.F. Moed, T.N. Van Leeuwen, *Impact factors can mislead*, „Nature” 1996, nr 381, s. 186.

<sup>7</sup> F. Hecht, B.K. Hecht, A.A. Sandberg, *The Journal „Impact Factor”: A misnamed, misleading, misused measure*, „Cancer Genet. Cytogenet” 1998, nr 104, s. 77–81; D. Colquhoun, *Challenging the tyranny of impact factors*, „Nature” 2003, nr 423, s. 479; A.K. Wróblewski, *A commentary on misuses of the impact factor*, „Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis” 2008, nr 56, s. 355.

W różnych dyscyplinach istnieją różne zwyczaje dotyczące cytowania prac innych autorów. Różnice przeciętnej liczby cytowań podawanych w pracach z poszczególnych dyscyplin mogą być bardzo duże. Autorzy prac w pewnych dziedzinach uznają za stosowne cytować w nich bardzo wiele artykułów innych uczonych tej specjalności, w innych zaś cytowania są rzadkością<sup>8</sup>. Wyjątkowo wysoki poziom cytowań jest w biologii molekularnej i genetyce oraz w immunologii, a bardzo niski – w matematyce, informatyce i większości dyscyplin humanistycznych i społecznych. Na przykład publikacje z biologii komórki są cytowane przeciętnie ponad 7 razy częściej niż prace z matematyki i 32 razy częściej niż artykuły z historii. Najmniej chętnie cytują kolegów autorzy artykułów z architektury i sztuki i te prace odznaczają się najmniejszą przeciętną liczbą cytowań. Znaczne różnice występują nawet w ramach jednej dziedziny. Na przykład artykuły medyczne dotyczące ortopedii są przeciętnie cytowane ponad 4 razy rzadziej niż prace z onkologii. Najczęściej cytują swoje prace autorzy z nauk biomedycznych, a dużo rzadziej – przedstawiciele nauk technicznych i humanistycznych. Zdarzają się jednak anomalie. Artykuły z nauk prawnych mają przeciętną częstość cytowań półtora raza większą od prac z informatyki.

Ta zależność poziomu cytowań od dyscypliny powoduje, że wszelkie porównania międzydyscyplinowe (np. ranking instytutów oparty po prostu na wskaźniku liczby cytowań w stosunku do liczby pracowników) nie mają uzasadnienia. Takie porównania można robić tylko w obrębie wąskiej dyscypliny.

Trzeba wiedzieć, że istnieją różne bazy danych, w których zbierane są informacje o publikacjach naukowych. Najstarszą z nich jest baza w założonym przez E. Garfielda Instytucie Informacji Naukowej (Institute of Scientific Information – ISI) w Filadelfii. Lista czasopism uwzględnianych w tej bazie nosi u nas nazwę „listy filadelfijskiej”. Po zmianie właściciela tej instytucji jest to baza Thomson-Reuters albo Thomson Scientific/ISI (<http://www.isinet.com>). Wersja internetowa danych tej bazy to Web of Science (<http://portal.isiknowledge.com/>). Elsevier rozwija swoją bazę danych Scopus (<http://www.scopus.com/>), a np. Google ma bazę Google Scholar (<http://scholar.google.com/>). Istnieją wreszcie bazy bardziej specjalistyczne, obejmujące tylko wybrane dziedziny, jak np. utrzymywana w SLAC (Stanford, USA) baza INSPIRE dla prac głównie z fizyki (<http://www.slac.stanford.edu/spires>).

Między poszczególnymi bazami danych występują różnice, czasem nawet dość znaczne, wynikające z różnic w listach czasopism uwzględnianych w tych bazach. Niestety nie ma jednoznacznego dowodu na to, która lista periodyków naukowych jest najlepsza i powinna być reprezentowana w da-

<sup>8</sup> Pełna tabela przeciętnych liczb cytowań podana jest np. w artykule: A.K. Wróblewski, *Nauka w Polsce według rankingów bibliometrycznych*, „Nauka” 2005, nr 2, s. 13–28.

nej bazie. To powoduje, że wnioski wyciągane na podstawie różnych baz danych mogą się poważnie różnić.

### **Raport Nauka w Polsce, 2013 r.**

W styczniu br. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ogłosiło raport *Nauka w Polsce*. Liczy on 64 strony formatu A4 i jest pełen bardzo ładnych kolorowych wykresów i zestawień.

Jednak lektura tego dokumentu rozczarowuje. Czytelnik mógłby się spodziewać, że w publikacji pod tytułem *Nauka w Polsce* znajdzie informacje o stanie badań w naszym kraju, o tym, które dziedziny osiągnęły największe sukcesy naukowe, a które zostały pod tym względem bardziej w tyle, o najciekawszych i najważniejszych wynikach naszych badaczy, o porównaniu z badaniami w innych krajach, o tym, jak nas postrzegają inni itd. Niestety, w raporcie nie ma ani słowa o wynikach, a to przecież ich osiągnięcie jest celem nauki. Zamiast tego jest tam mnóstwo informacji, z których sporo jest mało istotnych, wydumanych, albo tak spreparowanych, że przysłaniają lub lukrują rzeczywistość. Większość raportu dotyczy tylko pieniędzy, nakładów, wydatków, procentów sukcesu itd.

Porównania międzynarodowe są nieliczne. Na stronie 9 raportu *Nauka w Polsce* mamy dane na temat: „Kapitał ludzki w nauce w Polsce na tle Europy”. Okazuje się, że pod względem liczby ludzi zajmujących się badaniami naukowymi (64 511 osób w 2010 r.) Polska jest na szóstym miejscu w Europie. Ta triumfalna informacja została podchwycona przez media, np. autor artykułu w „Gazecie Wyborczej” z 19 marca 2013 r. cieszy się, że tak dużo mamy w Polsce badaczy<sup>9</sup>.

Jednak ta informacja ministerialna, chociaż prawdziwa, bez odpowiedniego kontekstu jest bardzo myląca. Prawda jest taka, że na liście uszeregowanej pod względem liczby ludzi zatrudnionych w badaniach naukowych tuż za nami są kraje dużo mniejsze, w których w nauce jest znacznie większy procent siły roboczej. Pod względem procentu ludności zatrudnionej w badaniach naukowych Polska zajmuje wśród państw Unii Europejskiej dopiero 24–25 miejsce (wspólnie z Łotwą)! Wyprzedzamy pod tym względem jedynie Rumunię i Cypr. Gdybyśmy w Polsce chcieli mieć taki sam procent ludzi zatrudnionych w badaniach naukowych jaki jest obecnie w Finlandii, to musielibyśmy mieć nie 64 tysiące, lecz około ćwierć miliona naukowców!

Także pod względem kilku innych wskaźników Polska znajduje się w ogonie państw Unii Europejskiej. Czasem w mediach i urzędowych ko-

<sup>9</sup> [kataza], *Nauka bez wyników*, „Gazeta Wyborcza” z dn. 19 marca 2013 r.

munikatach słyszy się o edukacyjnym *boomie* i bardzo wysokim procencie młodzieży uczestniczącej u nas w studiach wyższych. Prawda jest jednak taka, że znaczna część studiujących kończy u nas edukację na licencjacie i w uczelniach niepublicznych o niskim poziomie. Natomiast pod względem procentu młodzieży na studiach doktoranckich, a więc takich, które pozwalają rzeczywiście uzyskać wysokie kwalifikacje, Polska jest blisko końca listy państw członkowskich Unii Europejskiej. Niektóre parametry obrazujące poziom naszego zacofania cywilizacyjnego podane są w tabeli 1.

**Tabela 1. Wskaźniki świadczące o zacofaniu Polski wśród państw Unii Europejskiej**

Parametr	Miejsce Polski wśród 27 państw Unii Europejskiej	Niżej od Polski są
Procent ludności zatrudnionej w badaniach	24–25 (wraz z Łotwą)	Rumunia, Cypr
PKB na mieszkańca (z uwzględnieniem siły nabywczej)	23	Litwa, Łotwa, Rumunia, Bułgaria
Procent PKB na badania naukowe	20	Malta, Łotwa, Bułgaria, Rumunia, Cypr, Słowacja, Grecja
Liczba patentów*	22	Bułgaria, Rumunia, Litwa, Grecja, Słowacja
Procent doktorantów wśród młodzieży 20–29 lat	23–24 (wraz z Łotwą)	Węgry, Bułgaria, Malta

\* Zgłoszenia patentów do Europejskiego Urzędu Patentowego.

Źródło: Eurostat 2013.

Na stronie 8 raportu znajdujemy wykres II.2: „Liczba jednostek naukowych w Polsce w podziale na typ i województwo”. Dowiadujemy się, że w Polsce są aż 1632 jednostki naukowe! Można by sądzić, że jesteśmy prawdziwym mocarstwem, bo nawet w przodujących w nauce Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej nie naliczy się ich aż tyle.

Oczywiście ten nadmuchany balon to tylko wynik radosnej twórczości urzędniczej.

Wśród tych 1632 jednostek z ministerialnego raportu jest 70 instytutów PAN i 119 instytutów badawczych – te na pewno można nazwać jednostkami naukowymi, gdyż prowadzone tam są istotne i ważne prace badawcze.

Dalej widzimy ogółem 778 jednostek naukowych w uczelniach publicznych – ta liczba jest już na pewno przesadzona, bo są wydziały i instytuty, które są badawczymi tylko z nazwy. I wreszcie mało poważna informacja, że mamy 665 „jednostek naukowych” w uczelniach niepublicznych. Dobrze wiadomo, że wśród uczelni niepublicznych jedynie nieliczne, najlepsze, mają ambicje naukowe i prowadzone są w nich badania (np. Wyższa Szkoła Psychologii



Społecznej, Akademia Humanistyczna im. Aleksandra Gieysztor w Pułtusk, Akademia Leona Koźmińskiego i kilka innych). Ogromna większość „uczelni” niepublicznych to przedsiębiorstwa dochodowe, działające za cenę dostarczania młodzieży wiedzy wątpliwej wartości. Powstawały one masowo za przyzwoleniem władz, ale już obecnie do świadomości ogółu dociera, że uzyskiwane tam wykształcenie ma niedużą wartość; zapewne w niedalekiej przyszłości sporo tych „uczelni” zniknie. Tymczasem jeśli jakaś hipotetyczna uczelnia niepubliczna dzieli się na trzy wydziały, to w myśl panujących ustaw będą to trzy „jednostki naukowe”, chociaż akurat w tej wyższej „uczelni” żadnych badań naukowych nigdy nie było, nie ma i nie będzie.

Autorzy ministerialnego raportu z całą powagą zrównują jednak w zestawieniu liczbowym te 665 „jednostek naukowych” w uczelniach niepublicznych z instytutami Polskiej Akademii Nauk i wydziałami najlepszych polskich uniwersytetów.

Kilka następnych stron raportu wypełnionych jest informacjami i wykreśmami dotyczącymi liczby tytułów i stopni naukowych w różnych typach szkół z podziałem na województwa i z uwzględnieniem gęstości ludności. Wartość informacyjna tej sekcji raportu dla obrazu stanu nauki w Polsce jest znikoma.

### **Pozycja Polski w rankingu opublikowanym przez National Science Board USA**

W publikacji *Science and Engineering Indicators Digest 2012*, opublikowanej przez National Science Board Stanów Zjednoczonych znajdujemy wyniki rankingu 49 czołowych państw świata, z których pochodzi 98,4% wszystkich publikacji naukowych. Państwa zostały uszeregowane według liczby publikacji naukowych ogłoszonych w roku 2009. Dane te zostały zaczerpnięte z bazy Thomson/Reuters, dotyczą zatem publikacji wyselekcjonowanych i uznanych za istotne.

Polska zajmuje w tym rankingu miejsce 20. Wyprzedza nas dość znacznie Turcja, a tuż za nami jest Belgia. Zbliży się też niebezpiecznie Iran, który ma najwyższe ze wszystkich państw tempo wzrostu nauki (w 1999 r. polscy badacze mieli ośmiokrotnie więcej publikacji niż Iran, a obecnie różnica wynosi już tylko 15%).

W roku 1981, kiedy ogłoszony został pierwszy ranking ISI, Polska zajmowała wysokie 15. miejsce w świecie. Niestety, długotrwałe niedofinansowanie badań naukowych w Polsce powodowało systematyczne staczanie się naszego kraju na coraz niższe miejsca. Wyprzedziły nas od tego czasu Korea Południowa, Chiny, Brazylia, Turcja i Tajwan. W 1981 r. Korea Południowa zajmowała dopiero 47. miejsce, daleko za Polską. W państwie tym jednak,

odwrotnie niż u nas, postawiono na rozwój nauki, która miała być siłą napędową rozwoju gospodarczego i społecznego. Korea Południowa wyprzedziła Polskę w 1997 r., a obecnie w omawianym rankingu zajmuje już 9. miejsce.

Jeśli natomiast brać pod uwagę tylko państwa Unii Europejskiej, to obecnie Polska zajmuje wśród nich 8. miejsce pod względem liczby publikacji.

Zauważmy, że chociaż ogólne rankingi nauki poszczególnych państw są często przeprowadzane i dyskutowane, to ich sens jest dyskusyjny, ponieważ na naukę składa się wiele dziedzin, które różnią się od siebie specyfiką, regułami, a nawet celami.

Pytanie o miejsce nauki w rankingu światowym ma więc podobny sens jak próba ustalenia rankingu państw pod względem osiągnięć kultury albo sportu w ogóle.

Znacznie ciekawsze i więcej mówiące są rankingi, w których bierze się pod uwagę osobno poszczególne dziedziny. Jeśli chodzi o ranking według liczby publikacji, to Polska tradycyjnie plasuje się wysoko w naukach ścisłych, astronomii, chemii, fizyce i matematyce. Tak jest od 1981 r., kiedy powstały pierwsze takie rankingi. Wtedy chemia polska zajmowała w świecie miejsce 10., potem nieco spadła na miejsce 12. Fizyka oscyluje wokół miejsca 11, a tylko nieco niżej notowane są matematyka i astronomia.

W 1981 r. bardzo wysoką pozycję miały polskie nauki techniczne; najsilniejszą dyscypliną była wtedy inżynieria chemiczna, wówczas klasyfikowana na szóstym miejscu w świecie. Niestety od tego czasu obserwujemy stały regres. Nauki techniczne spadły obecnie aż na początek trzeciej dziesiątki. W trzeciej dziesiątce klasyfikacji są także polskie nauki biologiczne, medyczne i nauki o Ziemi.

Można słusznie argumentować, że w naukach technicznych publikacje nie odgrywają tak istotnej roli jak w naukach podstawowych, ponieważ liczą się przede wszystkim nowe zastosowania, patenty, wynalazki. Jednak także pod tym względem polskie nauki techniczne prezentują się słabo, na co wskazują dane dotyczące liczby patentów (tabela 1).

## Indeks Hirscha

W 2005 r. amerykański fizyk Jorge Hirsch zaproponował nowy wskaźnik bibliometryczny<sup>10</sup>, który zdobył dużą popularność. Wskaźnik ten uwypukla artykuły naukowe, które miały największy oddźwięk w społeczności naukowej, co wyraża się największą liczbą ich cytowań.

<sup>10</sup> J. Hirsch, *An index to quantify an individual's scientific research output*, „Proceedings of the National Academy of Sciences” 2005, t. 102, nr 46, s. 16569–16572.

Indeks Hirscha, oznaczany zwykle literą  $h$  (lub  $H$ ), jest zdefiniowany następująco: indeks  $h$  danego autora wynosi  $h$ , jeżeli spośród  $N$  jego wszystkich publikacji  $h$  publikacji osiągnęło przynajmniej  $h$  cytowań, a  $(N - h)$  publikacji ma nie więcej cytowań niż  $h$ .

Tę ścisłą, lecz lakoniczną definicję wskaźnika  $h$  wyjaśnia lepiej sposób jego obliczania. Otóż wszystkie prace naukowe danego autora porządkuje się według liczby cytowań, stawiając na pierwszym miejscu pracę z największą liczbą cytowań, potem pracę z drugą co do wartości liczbą cytowań itd. Indeks Hirscha nazywa się numer ostatniej pracy w tym szeregu, dla której liczba cytowań jest nie mniejsza od tego numeru.

Pokażmy to na przykładzie. Wyobraźmy sobie, że pewien naukowiec opublikował 15 prac, które uzyskały następujące liczby cytowań, poczynając od największej (liczby cytowań w nawiasach): 1 (55), 2 (24), 3 (24), 4 (18), 5 (17), 6 (10), 7 (10), 8 (8), 9 (8), 10 (2), 11 (2), 12 (0), 13 (0), 14 (0), 15 (0).

W tym wypadku indeks Hirscha wynosi 8, albowiem dziewiąta praca w szeregu ma tylko 8 cytowań, a więc mniej niż numer jej miejsca.

Jak widać, indeks Hirscha pomija cały „ogon” prac mało cytowanych lub niecytowanych w ogóle. Jest to zgodne z przeświadczeniem, że wkład do postępu nauki pochodzi głównie od tych nielicznych prac, które uzyskały najwięcej cytowań, a nie od tła.

Wartości indeksu Hirscha zależą od dziedziny, ze względu na wspomniane wyżej różnice liczby cytowań. Na przykład  $h = 20$  to jest świetny wynik dla matematyka, ale zupełnie przeciętny dla biologa molekularnego.

Na temat indeksu Hirscha pojawiło się już wiele analiz, propozycji normalizacji dla różnych dyscyplin, a także stosowania tej miary nie tylko do oceny osiągnięć poszczególnych osób, ale także zespołów naukowych, instytutów i wreszcie całych państw.

Tę ostatnią próbę podjęli w roku 2007 Węgrzy: Edit Csajbok, Anna Berhidi, Livia Vasas i Andras Schubert<sup>11</sup>. Przeanalizowali oni najbardziej cytowane prace autorów z 40 krajów w 22 dziedzinach. Niektóre wyniki tej analizy przedstawione są w tabeli 2.

Okazuje się, że najlepiej prezentuje się polska fizyka, która w rankingu państw według wartości indeksu Hirscha  $h$  zajmuje wysokie 11. miejsce w świecie (a 7. wśród 27 państw Unii Europejskiej). Następna w kolejności dziedzina, astronomia, zajmuje miejsce 15., a pozostałe nauki ścisłe, chemia i matematyka – miejsca odpowiednio 18. i 21.

<sup>11</sup> E. Csajbok, A. Berhidi, L. Vasas, A. Schubert, *Hirsch-index for countries based on Essential Science Indicators data*, „Scientometrics” 2007, t. 73, nr 1, s. 91–117.

**Tabela 2. Ranking krajów według wartości indeksu Hirscha h w poszczególnych dziedzinach dla okresu 1996–2006**

Dziedzina	Miejsce Polski w światowym rankingu państw według wartości h	Miejsce Polski w rankingu 27 państw Unii Europejskiej według wartości h
Fizyka	11	7
Astronomia	15	9–10
Nauki techniczne	17	11
Chemia	18	11
Medycyna kliniczna	19	12
Ekologia i środowisko	20	12–13
Immunologia	20	14
Biologia i biochemia	21	14
Farmakologia	21	13–14
Matematyka	21	13–14
Nauki rolnicze	21	13–14
Psychologia i psychiatria	21	14
Nauki o roślinach i zwierzętach	22	14
Informatyka	22	13–14
Nauki o Ziemi	23	14
Ekonomia i zarządzanie	23	15–19
Nauka o materiałach	25	16
Neurologia	25	16–18
Biologia molekularna i genetyka	26	16–18
Mikrobiologia	34	20–26
Polska – wszystkie dziedziny razem	19	12

Źródło: według danych w „Scientometrics” 2007.

Jeśli chodzi o wartości liczbowe znalezione w tej analizie, to najlepsza polska dziedzina, fizyka, uzyskała indeks  $h = 110$ ; to znaczy, że w okresie 1996–2006 polscy fizycy opublikowali 110 prac, z których każda była cytowana przynajmniej 110 razy. Dodajmy, że wszystkich prac polskich fizyków zarejestrowanych w bazach było w tym okresie 24 006. Dla porównania, lider tego rankingu, Stany Zjednoczone, uzyskały  $h = 321$  przy 208 695 opublikowanych pracach z fizyki.

### Rankingi wyższych uczelni

Około 70% wyników naukowych w Polsce pochodzi z badań wykonywanych na wyższych uczelniach. Z tego powodu ważna jest analiza pozycji, jakie polskie uczelnie zajmują w rankingach międzynarodowych. Trzeba jednak zdawać sobie sprawę z tego, że kryteria rankingów uczelni są dużo bardziej niejednoznaczne niż rankingi bibliometryczne osiągnięć nauko-

wych. Pozycja uczelni w rankingu zależy istotnie od zastosowanych kryteriów, co powoduje powstawanie bardzo znacznych różnic w wynikach. Przykładowo, w niedawnych międzynarodowych rankingach<sup>12</sup> przeprowadzanych przez różne instytucje, czołowy niemiecki uniwersytet w Heidelbergu zajmował odpowiednio miejsca 45., 54., 71. i 217. Natomiast prestiżowa paryska uczelnia École Polytechnique w tychże rankingach plasowała się na miejscach 10., 123., 203., 300. i 801.

W naszych mediach najbardziej popularny jest ranking uczelni, który w 2005 r. ogłosili Ying Chong i Nian Cai Liu z Uniwersytetu Jiao Tong w Szanghaju. Eksperti zajmujący się zawodowo naukometrią uznali ten ranking szanghajski za bardzo nietrafny, ze względu na kryteria mocno faworyzujące dziedziny, w których są przyznawane Nagrody Nobla. Działa to oczywiście na niekorzyść dziedzin humanistycznych i technicznych, w których tych nagród się nie przyznaje. Ponadto ranking szanghajski przywiązuje zbyt dużą wagę do publikacji w „Nature” czy „Science”. To kryterium promuje głównie dziedziny przyrodnicze. W licznych dziedzinach nie ma jednak zwyczaju publikowania w tych periodykach. Dość powiedzieć, że np. ogromnie ważne i głośne doniesienia zespołów z CERN o odkryciu tzw. bozonu Higgosa w lipcu 2012 r. nie zostały opublikowane w „Nature”, lecz w dużo ważniejszym dla fizyków „European Physical Journal”.

Najlepsze polskie uniwersytety, Jagielloński i Warszawski, zostały sklasyfikowane w rankingu szanghajskim dopiero w czwartej setce. Ale Uniwersytet Warszawski zdobył w nim sporo punktów dlatego, że niegdyś studiowali na nim laureaci Nobla – Menachem Begin oraz Leonid Hurwicz, a Uniwersytet Jagielloński, do którego wróciła medycyna, zawdzięcza punkty licznym cytowaniom artykułów z tej właśnie dziedziny (a to dlatego, że w medycynie cytowania są częstsze niż w wielu innych dziedzinach). Inne obecne osiągnięcia obu uczelni odegrały w klasyfikacji szanghajskiej niewielką rolę.

Pozostaje jednak faktem, że nawet przy bardziej uzasadnionych kryteriach rankingowych uczelnie polskie nie mogą obecnie konkurować z czołowymi uczelniami zagranicznymi. Powodem jest to, że nie zdołano do tychczas w Polsce naprawić szkód wyrządzonych systemowi szkolnictwa wyższego w latach 1950. Nasze uczelnie zostały wówczas na wzór sowiecki rozdrobnione (np. Uniwersytet Warszawski stracił połowę wydziałów, z czego najboleśniejsze było oderwanie medycyny). Powstały zaś uczelnie mniejsze, „wąskotematyczne”, które w krajach zaawansowanych cywilizacyjnie są rzadkie. Ponadto odebrano wtedy uczelniom część odwiecznych prerogatyw, jak np. prawo wyłącznego nadawania stopni naukowych.

<sup>12</sup> A.K. Wróblewski, *Uniwersytet z przeceny*, „Wprost” 2010, nr 4.

Większość uczelni w krajach zachodnich to uczelnie wielotematyczne. Uniwersytet w Oksfordzie ma świetne wydziały nauk ścisłych, humanistycznych i społecznych, ale też mocne wydziały nauk technicznych i medycznych. Inny sławny Uniwersytet Harvarda ma poza wydziałami nauk ścisłych, humanistycznych i społecznych także potężną Szkołę Medycyny (Harvard Medical School) wraz ze stomatologią. Na tej uczelni jest także weterynaria, Szkoła Nauk Technicznych (School of Engineering) wraz z architekturą, wydział sztuk pięknych, a nawet wydział teologii. Taka struktura zachodnich uczelni pozwala się im plasować wysoko w rankingach nawet przy znacznych różnicach stosowanych kryteriów.

W Polsce natomiast po 1989 r. przeprowadzono jedynie powrót medycyny na Uniwersytet Jagielloński, którego ważną część stanowiła przez prawie 600 lat. Inne pozostałości „reform” sowieckich pozostały, a nawet uległy umocnieniu wskutek powołania dziesiątek „uniwersytetów” ekonomicznych, medycznych, muzycznych, przyrodniczych i rolniczych. Tak rozdrobnione polskie uczelnie nie mają żadnych szans w konkurencji z uczelniami zachodnimi<sup>13</sup>.

Liczba doktoratów nadawanych przez polskie uczelnie jest mniejsza od tej w uczelniach zachodnich także dlatego, że doktoraty są nadawane również przez instytuty pozauczelniane, PAN i resortowe. Jest to pozostałość dążenia do wprowadzenia w Polsce systemu obowiązującego w byłym ZSRR, gdzie uniwersytety były od nauczania, a instytuty badawcze od prowadzenia badań. Na szczęście w latach 50. XX wieku nie udało się w Polsce – jak wtedy na Węgrzech czy w Czechosłowacji – w ogóle odebrać uniwersytetom prawa nadawania doktoratów.

Tymczasem np. w Niemczech wszystkie doktoraty uzyskiwane w badaniach w licznych Instytutach Maxa Plancka są nadawane przez uniwersytety i tym uczelniom przypisywane. Podobnie jest we Francji z doktoratami na podstawie badań w instytutach Centre Nationale de la Recherche Scientifique (CNRS). Także w innych państwach zachodnich pozauczelniane instytuty badawcze nie nadają doktoratów, chociaż sami promotorzy są ich pracownikami.

Gdyby w Polsce przeprowadzono reformę polegającą na tym, że wszystkie bez wyjątku przewody doktorskie muszą być przeprowadzane w uczelniach i im przypisywane – oczywiście przy zachowaniu zasług ich promotorów z innych instytucji, to już ten prosty zabieg zwiększyłby znacznie szansę polskich uczelni w ogólnych rankingach. Tymczasem obecne ministerialne reformy polskich uczelni raczej oddalają nas od światowej czołówki.

---

<sup>13</sup> Na świecie oczywiście istnieją prestiżowe uczelnie o wąskiej tematyce (np. London School of Economics – w trzeciej setce rankingu szanghajskiego), ale to są wyjątki.

Trzeba jednak pamiętać o tym, że nawet najlepsze światowe uczelnie mają wydziały różniące się rangą. Oto działający w Bostonie sławny uniwersytet<sup>14</sup> Massachusetts Institute of Technology (MIT) słynie przede wszystkim ze specjalności technicznych skupionych w School of Engineering oraz architektury i urbanistyki. W tej uczelni są jednak także nauki ścisłe (biologia, chemia, fizyka i geofizyka) oraz humanistyczne i społeczne, można studiować antropologię, filozofię, historię, języki obce i literaturoznawstwo, a nawet teatrologię i muzykologię, ale te kierunki nie cieszą się tak wielką renomą jak kierunki techniczne.

Z wymienionych powodów dużo bardziej miarodajne są rankingi poszczególnych wydziałów czy kierunków badań na uczelniach. Rankingi takie wymagają większego nakładu pracy, są trudniejsze i rzadsze.

### Ranking CHE

Niedawno pojawiły się wyniki oceny wydziałów uczelni europejskich przeprowadzone przez niemieckie Centrum für Hochschuleentwicklung (CHE). Pracownicy tego Centrum wykonali ogromną pracę, analizując różne wskaźniki działalności paru tysięcy wyższych szkół w Europie. Po dokonaniu wstępnej selekcji, w której odrzucono uczelnie najsłabsze, wyselekcjonowano uczelnie najbardziej prestiżowe, tworzące w danej dziedzinie tzw. grupę Excellence (grupę doskonałości). Dotychczas opublikowane wyniki dotyczą tylko siedmiu dziedzin: biologii, chemii, fizyki, matematyki, psychologii, ekonomii i politologii.

Brane były pod uwagę wyniki ściśle naukowe, jak liczba publikacji oraz liczba ich cytowań (wyniki zostały wzięte z bazy Web of Science), a także inne czynniki, jak np. mobilność studentów i wykładowców, zaopatrzenie i dostępność biblioteki, liczbę projektów europejskich (kursy Erasmus Mundus, programy „Maria Curie”, granty European Research Council), a także opinie studentów.

Twórcy klasyfikacji CHE nie podali tablic ze zwyczajowym rankingiem, lecz uznali, że samo zaliczenie danego wydziału do bardzo prestiżowej grupy Excellence jest już jego dostatecznie wymowną wizytówką. Powodem było to, że poza wskaźnikami czysto ilościowymi, jak publikacje i cytowania, brano pod uwagę wskaźniki mniej wymierne, jak opinie studentów czy mobilność kadry. Jednak wskaźniki ilościowe zostały opublikowane i można na ich podstawie samemu uszeregować wydziały w odpowiednich kategoriach.

---

<sup>14</sup> W naszych mediach Massachusetts Institute of Technology jest z uporem przedstawiany jako uczelnia techniczna, tymczasem na kierunkach technicznych kształci się tam mniej niż połowa studentów.

**Fizyka.** Wśród 70 wydziałów europejskich uniwersytetów tworzących grupę Excellence znalazł się jedynie Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Pod względem liczby publikacji znalazł się on na wysokim 12. miejscu. Wyżej sklasyfikowano pod tym względem w kolejności wydziały fizyki z uniwersytetów: Cambridge, Paris 11, Oxford, Paris 6, Roma La Sapienza, Imperial College London, ETH Zurych, Manchester, Padwa, University College London oraz Uniwersytet Techniczny Monachium. Na niższych miejscach znalazły się pozostałe uniwersytety brytyjskie, francuskie, niemieckie, włoskie oraz wszystkie uniwersytety hiszpańskie, holenderskie, skandynawskie itd.

Publikacje z Wydziału Fizyki UW były cytowane aż o 40% częściej niż wynosi średnia światowa. Pod tym względem Wydział Fizyki UW podzielił miejsca 26–31 z pięcioma innymi wydziałami fizyki z uniwersytetów w Birmingham, Granadzie, Grenoble, Lejdzie, Pizie i Utrechcie. Na pierwszym miejscu pod tym względem znalazł się Wydział Fizyki z Uniwersytetu w Edynburgu (240% średniej światowej cytowań).

Biorąc pod uwagę to, że CHE badało ponad 1000 uczelni europejskich, z których tylko 130 zostało zakwalifikowanych do grupy Excellence (w różnych dziedzinach), a 70 – w dziedzinie fizyka, pozycja Wydziału Fizyki UW jest niewątpliwym sukcesem. Nigdy jeszcze żaden wydział polskiej uczelni nie znalazł się tak wysoko w klasyfikacji europejskiej.

**Chemia.** W grupie 65 wydziałów europejskich zaliczonych do grupy Excellence znalazły się aż cztery polskie wydziały chemii. Jednak pod względem publikacji i cytowań są one na bardziej odległych miejscach. Najwyżej, ale dopiero na 35. miejscu pod względem liczby publikacji, znalazł się Wydział Chemii UW, a dalej Wydział Chemii Uniwersytetu Adama Mickiewicza (36), Uniwersytetu Wrocławskiego (45) i Uniwersytetu Jagiellońskiego (52). W tym wypadku jednak publikacje Wydziału Chemii UW są cytowane 20% rzadziej od średniej światowej. Jeszcze gorzej prezentują się pod tym względem pozostałe wymienione wydziały: cytowania prac z Wydziału Chemii UJ to 50% średniej światowej, a z Wydziału Chemii Uniwersytetu Adama Mickiewicza – zaledwie 40% tej średniej.

**Biologia, matematyka, psychologia i ekonomia.** Żaden z wydziałów polskich uczelni nie znalazł się wśród czołowych wydziałów uniwersytetów europejskich tworzących grupę Excellence w każdej z tych dziedzin (76 w biologii, 56 w matematyce, 59 w psychologii i 69 w ekonomii).

**Politologia.** Wśród 52 wydziałów tworzących grupę Excellence znalazł się, jako jedyny z Polski, Wydział Nauk Politycznych UJ. W tym wypadku jednak kryteria były nieco inne niż dla pozostałych dziedzin, gdyż zamiast publikacji i cytowań brano pod uwagę liczbę książek, które uzyskały wie-



le cytowań, mobilność wykładowców, mobilność studentów i ich opinie. Trudno w tej sytuacji podać zwykły ranking, tak jak dla dziedzin ścisłych.

## Ranking QS

Rankingi uczelni w wybranych dziedzinach opracowuje Quacquarelli Symonds Ltd (QS). Kryteria są nieco odmienne od stosowanych przez CHE, gdyż aż 40% oceny oparte jest na opiniach pracodawców i przedstawicieli środowiska akademickiego, uzyskiwanych metodą ankietowania. Najnowszy opublikowany ranking dotyczy aż 30 dziedzin, włącznie z technicznymi. Jednak dziedziny wybrane przez QS nie zawsze odpowiadają wydziałom uczelni. W każdej dziedzinie 200 czołowych wydziałów uczelni z całego świata jest zaliczanych do czterech kolejnych przedziałów (1–50, 51–100, 101–150, 151–200). Tylko trzy polskie uczelnie mają wydziały mieszczące się w tych przedziałach. Z Uniwersytetu Warszawskiego są to (w przedziale 101–150) fizyka, neofilologia, informatyka, matematyka (dwie ostatnie dziedziny należą do tego samego Wydziału Matematyki, Informatyki i Mechaniki). Z Uniwersytetu Jagiellońskiego w rankingu znalazły się neofilologia (w przedziale 51–100), anglistyka, nauki o Ziemi, fizyka (w przedziale 151–200), a z Politechniki Warszawskiej – inżynieria elektryczna z elektroniką (w przedziale 101–150) oraz inżynieria lądowa (w przedziale 151–200).

Do pierwszej dwusetki rankingu QS nie wszedł żaden z polskich wydziałów: biologii, chemii, ekonomii, filozofii, geografii, historii, lingwistyki, medycyny, pedagogiki, prawa, psychologii, socjologii, rolnictwa ani innych dziedzin.

Natomiast w ogólnym rankingu QS uczelni świata Uniwersytet Warszawski znalazł się pod koniec czwartej setki, a Uniwersytet Jagielloński dopiero w piątej setce.

## Podsumowanie

Mimo wieloletniego niedofinansowania i niedoceniań przez władze nauka w Polsce plasuje się w międzynarodowych rankingach lepiej, niż to wynikałoby z obecnych wskaźników ekonomicznych i społecznych. Poszczególne dziedziny nauki w Polsce rozwijają się nierównomiernie i różnią się pozycją w świecie. Najsilniejsze są od dawna nauki ścisłe, astronomia, chemia, fizyka i matematyka. We wszystkich rankingach najlepiej wypada fizyka, która zajmuje najwyższe miejsce pod względem liczby publikacji naukowych, przeciętnej liczby cytowań i indeksu h.

W ogólnych rankingach wyższych uczelni zbyt drobne polskie uczelnie są daleko od czołówki, ponieważ nie mogą konkurować z uniwersytetami zachodnimi, które są z reguły wielotematyczne.

Tylko w rankingach uczelnianych obejmujących osobno poszczególne dziedziny polskie uczelnie zaczynają dobijać do czołówki. W niedawnym niemieckim rankingu CHE poszczególnych wydziałów uczelni europejskich najwyżej, na 12. miejscu pod względem liczby publikacji naukowych, uplasował się Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

## Bibliografia

- S.C. Bradford, *Documentation*, Public Affairs Press, Washington D.C. 1950.
- CHE Excellence Ranking, <http://www.che-ranking.de/>.
- D. Colquhoun, *Challenging the tyranny of impact factors*, „Nature” 2003, nr 423, 479.
- E. Csajbok, A. Berhidi, L. Vasas, A. Schubert, *Hirsch-index for countries based on Essential Science Indicators data*, „Scientometrics” 2007, t. 73, nr 1.
- Eurostat 2013, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>.
- E. Garfield, *Citation indexes for science; a new dimension in documentation through association of ideas*, „Science” 1955, nr 122.
- F. Hecht, B.K. Hecht, A.A. Sandberg, *The Journal „Impact Factor”: A misnamed, misleading, misused measure*, „Cancer Genetics and Cytogenetics” 1998, nr 104.
- J. Hirsch, *An index to quantify an individual’s scientific research output*, „Proceedings of the National Academy of Sciences” 2005, t. 102, nr 46.
- [katarzyna], *Nauka bez wyników*, „Gazeta Wyborcza” z dn. 19 marca 2013 r.
- A.J. Lotka, *The frequency distribution of scientific productivity*, „Journal of the Washington Academy of Sciences” 1926, nr 16.
- Main Science and Technology Indicators*, OECD, 2011, t. 1.
- H.F. Moed, T.N. Van Leeuwen, *Impact factors can mislead*, „Nature” 1966, nr 381.
- Nauka w Polsce, 2013 r., Edycja 1*, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, styczeń 2013 r.
- Naukowy ogon Europy*, „Gazeta Wyborcza” z dn. 11 września 2012 r.
- A. Pritchard, *Statistical bibliography or bibliometrics?*, „Journal of Documentation” 1969, nr 25 (4).
- Science and Engineering Indicators Digest 2012*, National Science Board USA.
- A.K. Wróblewski, *Bibliometryczna trylogia*, „Zagadnienia Naukoznawstwa” 2003, nr 1–2.
- A.K. Wróblewski, *Nauka w Polsce według rankingów bibliometrycznych*, „Nauka” 2005, nr 2.
- A.K. Wróblewski, *A commentary on misuses of the impact factor*, „Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis” 2008, nr 56.
- A.K. Wróblewski, *Uniwersytet z przeceny*, „Wprost” 2010, nr 4.