

Prof. dr hab. Andrzej Kajetan Wróblewski
Wydział Fizyki UW

Bibliometryczna trylogia

Tytuł wykładu wyraża fakt, że omawiam trzy istotne, ale luźno z sobą związane zagadnienia bibliometryczne.

Po pierwsze, przedstawiam konsekwencje stosowanej w bazach danych zasady *whole counting*, to znaczy zaliczania danej publikacji i jej cytowań z taką samą (jednostkową) wagą wszystkim współautorom tej publikacji i wszystkim krajom, z których pochodzą.

Po drugie, rozważam tzw. cytawalność (*impact*) dla poszczególnych krajów. Ten wskaźnik, będący średnią liczbą cytowań jednej publikacji z danego kraju, jest często podawany w poczytnych periodykach (np. „Nature”). Okazuje się, że wskaźnik ten odzwierciedla przede wszystkim strukturę nauki w danym kraju.

Po trzecie, na podstawie bazy NCR Poland 1980—1999 przedstawiam analizę cytowań publikacji z fizyki w czasopismach o różnej wartości wskaźnika wpływu IF (*impact factor*) i przedstawiam na tej podstawie wnioski na temat oceniania i klasyfikowania badaczy.

1. Bazy danych ISI

Najstarszą i najlepiej znaną bazą danych bibliometrycznych jest Science Citation Index (SCI), którego utworzenie zaproponował Eugene Garfield w 1955 r. [1]. Pierwsze wydanie SCI ukazało się w 1963 r. i było dość skromne, obejmowało bowiem tylko około 102 tys. artykułów, które zostały opublikowane w 1961 r. w 613 wybranych czasopismach. Garfield założył w Filadelfii Instytut Informacji Naukowej (Institute of Scientific Information, w skrócie ISI), którego zadaniem jest do dziś opracowywanie coraz bardziej rozbudowywanych indeksów cytowań.

SCI do niedawna zawierał tylko nazwisko pierwszego autora publikacji. Są tam podane *wszystkie cytowania* znalezione w *danym* roku w czasopismach objętych rejestrem, *niezależnie* od daty publikacji. Można więc znaleźć w SCI nadal cytowania (wprawdzie nieliczne) Isaaca Newtona z XVII wieku, albo Alberta Einsteina z początku XX wieku. Oczywiście SCI jest mało przydatny do oceny i porównywania instytutów naukowych czy uczelni oraz zupełnie bezużyteczny do porównywania dorobku całych państw. Dlatego też ISI przygotowuje także specjalne bazy danych.

W 1992 r. ISI ogłosił po raz pierwszy bazę National Science Indicators (NSI) i od tego czasu corocznie są wydawane jej kolejne, wzbogacone wersje. Najnowsze wydanie bazy NSI z 2001 r. obejmuje publikacje i cytowania za okres 1981—2000. Baza NSI jest obecnie oparta na danych z ponad 8500 najważniejszych czasopism tworzących tzw. listę filadelfijską. Ta lista obejmuje ok. 5500 czasopism z nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych, 1800 z nauk społecznych i 1200

Tabela 1
Dane dotyczące cytowań na podstawie bazy NSI 2001

Dziedzina (wg klasyfikacji ISI) i przykładowe poddziedziny	Średnia liczba cytowań jednej pracy (1981—2000)
Biologia molekularna i genetyka	31,32
(w tym: biologia komórki)	36,91
Immunologia	24,32
Neurologia	21,18
Biologia i biochemia	20,57
(w tym: biochemia i biofizyka	25,73
fizjologia	21,16
biologia ogólna)	11,59
Mikrobiologia	17,47
Astrofizyka	16,09
Nauki medyczne	12,16
(w tym: onkologia	20,17
reumatologia	12,49
pediatria	8,31
laryngologia	5,75
ortopedia)	4,44
Farmakologia	11,97
Psychologia i psychiatria	10,83
Nauki o Ziemi	10,53
Chemia	9,60
(w tym: chemia fizyczna	10,92
inżynieria chemiczna)	5,67
Fizyka	9,50
Ekologia	8,94
Nauki o roślinach i zwierzętach	7,50
Ekonomia i zarządzanie	6,57
Prawo	5,82
Nauki rolnicze	5,62
(w tym: nauki o żywieniu	6,16
agronomia)	3,42
Materiałoznawstwo	5,34
Matematyka	5,00
Nauki społeczne	4,81
(w tym: socjologia i antropologia	5,70
politologia	2,70
bibliotekoznawstwo)	2,33
Informatyka	4,48
Nauki techniczne	4,37
(w tym: elektronika	4,40
inżynieria lotnicza)	2,67
Edukacja	3,39
Archeologia	2,94
Humanistyka — ogólne	2,02
Lingwistyka	1,28
Filozofia	1,21
Historia	1,18
Studia klasyczne	0,91
Religioznawstwo i teologia	0,90
Sztuki wykonawcze	0,69
Literaturoznawstwo	0,43
Architektura i sztuka	0,27

z nauk humanistycznych i sztuki. Baza NSI 1981—2000 obejmuje prawie 12 mln publikacji i około 130 mln cytowań. Te publikacje i cytowania są przyporządkowane ponad 170 krajom i regionom geograficznym (np. Ameryka Łacińska, Unia Europejska) na podstawie narodowości autorów, a dokładniej — na podstawie podanej w publikacji afiliacji. Tak więc na przykład publikacja powstała w instytucji amerykańskiej, której współautorem jest polski uczony, przebywający tam choćby czasowo („*on leave*”), jest w *całości* zaliczana do dorobku Stanów Zjednoczonych. Gdyby natomiast ten współautor występował w publikacji z podaniem swej polskiej afiliacji, to ta publikacja byłaby zaliczona z jednakową, jednostkową wagą do dorobku zarówno Stanów Zjednoczonych, jak Polski (to jest właśnie działanie zasady *whole counting*).

W NSI nie ma nazwisk autorów ani nazw instytucji, z których pochodzą. Istnieją dwie wersje bazy National Science Indicators, tzw. NSI Standard i NSI Deluxe. Publikacje i cytowania w bazie NSI Standard obejmują 24 dziedziny: nauki biologiczno-medyczne, matematyczno-fizyczne, przyrodnicze, techniczne oraz ekonomię, prawo, edukację, psychologię i nauki społeczne; jedna z kategorii to tzw. badania multidyscyplinarne, do której autorzy bazy zaliczają publikacje z pogranicza dyscyplin. Wersja NSI Deluxe obejmuje dodatkowo 10 dziedzin nauk humanistycznych, społecznych i sztuki, a ponadto dla 16 dziedzin objętych przez NSI Standard podano w niej dokładniejszy podział na dyscypliny, tak że łącznie mamy tu podział publikacji i cytowań na 105 pól badawczych, odpowiadających konwencji „Current Contents”.

Dziedziny i pola badawcze w NSI zostały zdefiniowane jako zbiór publikacji ogłoszonych w określonym zestawie czasopism rejestrowanych w jednej z siedmiu edycji „Current Contents” oraz w indeksach cytowań. Niektóre pola stworzone na potrzeby NSI nie mają swojego odpowiednika w innych klasyfikacjach nauk. Przydział publikacji do odpowiednich kategorii następował zatem głównie na podstawie przyporządkowania im czasopism, w których znajdują się publikacje i cytowania. W nielicznych przypadkach czasopismo przyporządkowywano dwóm (lub nawet trzem) kategoriom, a klasyfikację publikowanych artykułów wykonywano indywidualnie. Prace ogłaszane w czasopismach wielodyscyplinowych (jak „Nature”, „Science” itp.) były przydzielane indywidualnie do odpowiednich kategorii.

Trzeba koniecznie wiedzieć, że zasada tworzenia bazy NSI jest *inna* niż dla Science Citation Index, na którym jest oparta. W SCI rejestrowane są *wszystkie* cytowania zamieszczone w obecnie publikowanych pracach (w czasopismach objętych rejestrem SCI). Natomiast w NSI rejestruje się *tylko* cytowania do prac zarejestrowanych w tej bazie, a więc opublikowanych w latach 1981—2000. Tak więc np. obecne cytowania prac (w tym polskich) opublikowanych *przed* 1981 rokiem *nie wchodzą* do tej bazy. Baza NSI jest skonstruowana tak, jakby świat powstał dopiero 20 lat temu.

Ponadto bardzo istotne jest, że baza NSI podaje *tylko* cytowania prac *opublikowanych w danym roku*. Tak więc, pytając o liczbę cytowań odnoszących się do 1990 roku, odnajdziemy wszystkie cytowania znalezione w okresie 1990—2000 prac opublikowanych w 1990 roku. Ponieważ baza NSI obejmuje ogromną liczbę prac

i cytowań, więc wyciągane z niej wnioski są znaczące statystycznie i bardzo istotne. Przykładowo, z bazy NSI można się dowiedzieć o znacznych różnicach w cytowaniach prac w poszczególnych dziedzinach. Dane uzyskane z NSI 2001 są zamieszczone w tabeli 1. Dane te musi znać każdy, kto chciałby wyciągać jakieś wnioski bibliometryczne dla różnych dziedzin nauki. Nie można tego przecież robić bez wprowadzania bardzo istotnych poprawek normalizacyjnych, skoro, na przykład, średnia liczba cytowań jednej pracy z biologii komórki jest ponad 130 razy większa niż pracy z architektury i sztuki.

Z bazy NSI można bezpiecznie wyciągać wnioski na temat trendów czasowych i miejsca poszczególnych państw w rankingu światowym.

Bazę National Citation Report (NCR) opracowuje i dostarcza ISI tylko na zamówienie danego kraju. Baza zawiera nazwiska wszystkich autorów i nazwy instytucji z danego kraju, liczby publikacji i cytowań. Ostatnio KBN zakupił bazę NCR Poland 1980—1999. Należy pamiętać, że zgodnie z nazwą, baza NCR zawiera *tylko* te publikacje, w których chociaż jeden autor podał swą afiliację w Polsce. Nie uwzględniono tam więc publikacji polskich autorów, wydanych podczas ich pobytów w ośrodkach zagranicznych.

Zasady tworzenia bazy NCR są *inne* niż dla NSI, a zbliżone do SCI. W bazie tej mianowicie notuje się publikacje począwszy od 1979 r. oraz cytowania *do tych publikacji* (przyporządkowane rokowi, w którym było cytowanie, a nie — jak w NSI — rokowi publikacji cytowanej pracy). Podobnie jak w NSI, także w NCR publikacje i cytowania przyporządkowane są różnym dziedzinom i dyscyplinom.

Baza NCR pozwala na porównywanie z sobą aktywności naukowej poszczególnych jednostek *w danej dziedzinie*. To ostatnie zastrzeżenie jest istotne, ponieważ parametry dotyczące publikacji i cytowań w różnych dziedzinach różnią się bardzo istotnie. Nie wolno więc — bez wprowadzania odpowiednich czynników korekcyjnych — porównywać z sobą aktywności jednostek z różnych dziedzin nauki.

2. Konsekwencje reguły *whole counting*

Rozważmy hipotetyczny świat, w którym są tylko dwa kraje — oznaczmy je jako 1 i 2. Wyobraźmy sobie, że „światowa” baza danych zawiera 400 publikacji, w tym 100 publikacji autorów z kraju 1, 100 publikacji autorów z kraju 2 oraz 200 publikacji wspólnych autorów z obu krajów. Można teraz zadać dwa *różne* pytania: a) Jaki jest procentowy udział państw 1 i 2 w „produkcji naukowej”, b) Jaki jest procent publikacji z udziałem autorów z państwa 1 i państwa 2.

Odpowiedź na pytanie *a* brzmi: procentowy udział autorów z obu państw jest jednakowy i wynosi po 50%. Odpowiedź na pytanie *b* jest inna. Autorzy z kraju 1 opublikowali $100+200=300$ prac, czyli $3/4$ produkcji „światowej”. *To samo* odnosi się do autorów z kraju 2. Zatem nie znormalizowane wkłady obu krajów dodają się do 150% „produkcji światowej” i procent prac z autorami z danego kraju jest większy od procentowego wkładu tego kraju do produkcji światowej.

Problem jest elementarnie prosty, a jednak często bywa nie zrozumiany i nawet w poważnych wydawnictwach źródłowych można spotkać błędy [2]. Na przykład

w raporcie GUS „Nauka i technika w 1999 roku”, tablica 8.1 obejmuje tylko 35 państw, a jednak, jak łatwo sprawdzić, zsumowanie liczb w kolumnie zatytułowanej „Udział w światowej puli publikacji w %” daje 115,18% — co autorzy raportu pozostawiają bez wyjaśnienia. Okazuje się, że różnica odpowiedzi na dwa powyższe pytania dostarcza informacji na temat intensywności współpracy międzynarodowej.

Wprowadźmy wielkość $SUMA P =$ Zsumowanie liczby publikacji z autorami z poszczególnych krajów. Współczynnikiem intensywności współpracy międzynarodowej IWM nazwiemy iloraz $SUMA P /$ Całkowita liczba publikacji.

W omawianym hipotetycznym świecie wartość IWM wynosi $600/400 = 1,5$ i rzeczywiście dobrze wyraża to, że 50% prac powstało we współpracy autorów z krajów 1 i 2. Jeśli mamy więcej niż dwa kraje, to wprowadzony współczynnik intensywności współpracy międzynarodowej nie ma tak prostej interpretacji, ale nadal może być stosowany do charakteryzowania współpracy.

Załóżmy dalej, że 100 publikacji z kraju 1 uzyskało łącznie 200 cytowań, 100 publikacji z kraju 2 także uzyskało łącznie 200 cytowań, natomiast 200 publikacji wspólnych uzyskało łącznie 600 cytowań. Tak więc kraj 1 zebrał łącznie 800 cytowań, kraj 2 także 800 cytowań, ale całkowita liczba cytowań wynosiła tylko 1000.

Wprowadźmy wielkość $SUMA C$, która będzie wynikiem zsumowania wszystkich cytowań przypisanych poszczególnym krajom i wprowadźmy współczynnik efektywności współpracy międzynarodowej EWM jako iloraz wielkości $SUMA C$ przez całkowitą liczbę cytowań. Gdyby publikacje wspólne były cytowane tak samo często jak publikacje autorów z jednego kraju, to mielibyśmy oczywiście $IWM = EWM$. Różnice między IWM i EWM świadczą o jakości współpracy międzynarodowej. Wprowadźmy zatem wielkość JWM (Jakość Współpracy Międzynarodowej) zdefiniowaną jako iloraz IWM i EWM. Ten nowy współczynnik charakteryzuje różnicę średniej liczby cytowań publikacji wykonanych we współpracy międzynarodowej i publikacji autorów tylko z jednego państwa. Tak prostą interpretację współczynnik ten ma tylko dla akademickiego przykładu „świata” złożonego tylko z dwóch państw, ale także dla realnego świata większa wartość JWM oznacza większy wkład i pożytek ze współpracy międzynarodowej.

Rozważania te zilustrujemy wynikami uzyskanymi z analizy danych w NSI 2000. Rysunek 1 przedstawia wyniki dotyczące procentowego udziału Polski w światowej bazie publikacji oraz udziału prac z polskimi autorami.

Wyniki dotyczące współpracy międzynarodowej są przedstawione odpowiednio na rysunkach 2, 3 i 4. Jak widać, rola współpracy międzynarodowej w nauce stale wzrasta. Wyniki te dotyczą całej bazy, a więc są uśrednieniem po wszystkich dziedzinach. Można jednak całą powyższą procedurę stosować tylko do określonej dziedziny. Okazuje się wówczas, że istnieją bardzo wyraźne różnice między dyscyplinami. Z braku miejsca na szczegółową dyskusję ograniczę się tylko do stwierdzenia, że współpraca międzynarodowa odgrywa największą rolę w astronomii, a najmniejszą w dziedzinie prawa.

Wniosek z przedstawionych rozważań może być tylko jeden: należy zawsze starannie sprawdzać normalizację danych, a w każdym razie — w celu uniknięcia nieporozumień — dokładnie opisać procedurę analizy danych.

3. Czego miarą jest cytowalność (*impact*) dla poszczególnych krajów?

Cytowalnością (ang. *impact*) nazywa się średnią liczbę cytowań jednej publikacji z danego państwa, tzn. stosunek całkowitej liczby cytowań do całkowitej liczby publikacji z danego państwa. Wskaźnika tego, który będę oznaczał symbolem I , nie należy mylić z tzw. *impact factor* wprowadzonym dla oceny czasopism, o którym będzie mowa w ostatniej części tego artykułu. Obok cytowalności I można także wprowadzić cytowalności I_k dla poszczególnych dziedzin.

Rozważmy ponownie hipotetyczny świat, w którym są tylko dwa kraje 1 i 2 oraz dwie dziedziny nauki, które oznaczymy literami A i B. Oba kraje mają po 1000 publikacji w „światowej” bazie danych, ale różne liczby cytowań, co przedstawia tabela 2.

Tabela 2
Publikacje i cytowania w hipotetycznym świecie

	Dziedzina	Prace	Cytowania	I
Kraj 1	A	300	3000	10
	B	700	2800	4
	A + B	1000	5800	5,8
Kraj 2	A	700	5600	8
	B	300	600	2
	A + B	1000	6200	6,2

Jeśli wartość cytowalności I dla krajów traktowalibyśmy jako parametr, który może być miarą jakości ich nauki, to doszlibyśmy do wniosku, że kraj 2 ma naukę lepszą od kraju 1. Z drugiej jednak strony, jeśli rozważać wartości cytowalności osobno w dziedzinie A i dziedzinie B, to jest oczywiste, że w obu dziedzinach kraj 1 ma większe wartości I_k niż kraj 2. Widać więc tu jakąś sprzeczność.

Od dawna podejrzewałem, że wartość cytowalności I obliczana sumarycznie dla wszystkich dziedzin nauki w danym kraju, nie jest właściwym parametrem dla oceny jakości nauki. Udało mi się niedawno znaleźć prosty wzór, który pozwala wnikać w naturę tego wskaźnika. Wyprowadzenie przedstawiam na rys. 5. Okazuje się, że cytowalność I dla danego kraju jest sumą przyczynków od cytowalności poszczególnych dziedzin. Przyczynkiem każdej dziedziny to iloczyn cytowalności I_k dla tej dziedziny oraz ułamka wyrażającego udział tej dziedziny w ogólnej liczbie publikacji z danego kraju.

Jako przykład analizy struktury cytowalności przedstawiam dane za okres 1996—2000 dla Polski (rys. 6) i czterech państw: Węgier, Stanów Zjednoczonych, Szwajcarii i Rosji. Cytowalność polskich publikacji jest dość niska ($I = 2,28$) w porównaniu z czołówką światową. Największą cytowalność ($I = 6,20$) ze wszystkich państw ma Szwajcaria (rys. 7). W czołówce są także Stany Zjednoczone (rys. 8) z wartością $I = 5,69$. Jak widać z wykresu (rys. 6), większą część cytowalności Polski dają dwie dziedziny: chemia i fizyka, natomiast niewielki jest przyczynkiem nauk biologicznych i medycznych. Tymczasem to właśnie nauki biomedyczne dają

największy wkład do cytawalności Szwajcarii i Stanów Zjednoczonych. Węgry (rys. 9) mają cytawalność większą niż Polska ($I = 2,77$) właśnie ze względu na znacząco większy przyczynek nauk biomedycznych. Podobnie bardzo niska cytawalność Rosji ($I = 1,60$, rys. 10) wynika z minimalnego wkładu nauk biomedycznych. Sumaryczne zestawienie struktury cytawalności jest podane w tabeli 3.

Tabela 3
Wkład różnych grup nauk do cytawalności publikacji z Polski, Węgier, Rosji,
Stanów Zjednoczonych i Szwajcarii w okresie 1996—2000

Dziedziny	Polska	Węgry	Rosja	Stany Zjednoczone	Szwajcaria
Nauki ścisłe ^a	1,38	1,23	1,08	1,16	1,83
Nauki biomedyczne ^b	0,69	1,24	0,29	3,76	3,82
Pozostałe	0,21	0,30	0,23	0,77	0,55
Cytawalność I	2,28	2,77	1,60	5,69	6,20

^a Nauki ścisłe: matematyka, informatyka, fizyka, astronomia, chemia i farmakologia.

^b Nauki biomedyczne: medycyna kliniczna, immunologia, neurologia, biochemia i biofizyka, biologia molekularna i genetyka, mikrobiologia, nauka o roślinach i zwierzętach.

Z liczb przytoczonych w tabeli 3 widać, że duże różnice cytawalności publikacji z Polski i innych krajów biorą się przede wszystkim z nikłego wkładu naszych nauk biomedycznych. Natomiast jeśli chodzi o nauki ścisłe i pozostałe, to ich wkład do cytawalności publikacji z Polski jest liczbowo bardzo zbliżony do tego, co mamy w innych krajach, łącznie ze ścisłą czołówką światową.

Wniosek z powyższej analizy jest jasny. Okazuje się, że wartości cytawalności (*impact*) dla różnych krajów świadczą w największym stopniu o strukturze nauki, głównie o względnej sile dyscyplin biomedycznych w porównaniu z innymi, a w mniejszym stopniu są miarą jakości badań naukowych w tych krajach. Nie mamy więc co marzyć o znaczącym polepszeniu pozycji Polski w światowym rankingu cytawalności, jeżeli bardzo wyraźnie nie wzmocnimy w naszym kraju nauk biomedycznych.

4. Jaki sens ma ocenianie i klasyfikowanie badaczy na podstawie wartości *Impact Factor* czasopism, w których publikują swoje prace?

Jak wiadomo, wskaźnik o nazwie *Impact Factor* (IF) czasopisma jest zdefiniowany jako iloraz $IF = N_c(T)/N_p(T - 1, T - 2)$, gdzie N_c — liczba cytowań w roku T do prac opublikowanych w tym czasopiśmie w latach $T - 1$ oraz $T - 2$, N_p — liczba prac opublikowanych w tym czasopiśmie w latach $T - 1$ i $T - 2$.

Ta definicja jest ułomna [3, 4], ponieważ, po pierwsze, N_c zawiera cytowania artykułów oraz listów do redakcji, podczas gdy N_p zawiera tylko artykuły. Po drugie, wartości IF dla czasopism wykazują ogromne różnice, choćby ze względu na bardzo różną średnią liczbę cytowań jednej pracy w różnych dziedzinach oraz różny „obrót”

(*turnover*) w różnych dziedzinach. Mimo to, w pewnych dziedzinach, np. w naukach biomedycznych, wartości IF czasopism są wykorzystywane do oceny jakości pracy indywidualnych badaczy. W skrajnych znanych mi przypadkach próbuje się nawet szeregować badaczy według wartości IF czasopism, w których są publikowane ich prace (przy czym nie jest brana pod uwagę liczba cytowań tych prac).

Postępowanie to wydaje się nieuzasadnione, ponieważ w tym podejściu publikację mającą paręset cytowań w czasopiśmie o niskiej wartości IF, ceni się mniej od pracy w ogóle nie cytowanej, ale opublikowanej w czasopiśmie o wysokim IF!!! Wydaje mi się, że wiara w stosowność IF jako wskaźnika jakości dokonań badaczy bierze się z nieuzasadnionego przekonania, iż rozkład liczby cytowań w danym czasopiśmie jest bardzo wąski i jednoznacznie związany z wartością IF. Gdyby tak istotnie było, to parametr IF byłby idealnym narzędziem bibliometrycznym. W rzeczywistości jednak, jak wykazę poniżej, rozkład liczby cytowań jest inny: niezależnie od wartości IF w każdym czasopiśmie mamy wykładniczo spadające „tło” oraz „ogon” prac cytowanych znacznie więcej razy (rys. 11).

Wiadomo, że w ogólności rozkład liczby cytowań jest bardzo skośny, tzn. że większość cytowań w danej dziedzinie odnosi się do bardzo niewielkiej części publikacji (prawo Bradforda). Świeże dane na ten temat zostały niedawno ogłoszone przez ISI. Przytaczam je w wersji oryginalnej na rys. 12. Badany przez ISI parametr o nazwie „Koncentracja” to procent publikacji, do których jest 50% cytowań w danej dziedzinie.

Analizę rozkładu cytowań w poszczególnych czasopismach przeprowadziłem na podstawie danych w bazie NCR Poland (1981—1999). Zbadałem cytowania prac polskich autorów w 20 czasopismach fizycznych o różnych wartościach IF (1994). Rozkład liczby cytowań był brany tylko dla próbki prac opublikowanych w latach 1981—1996, a więc mających co najmniej trzy lata (1997—1999) na zebranie cytowań.

Na rysunkach 13—18 przedstawione są przykładowe wyniki. Jak widać, w każdym czasopiśmie mamy wykładniczo spadające „tło” prac cytowanych niewiele razy oraz „ogon” prac cytowanych znacznie więcej razy. Wspomniane „tło” jest dobrze opisywane funkcją wykładniczą (w skali logarytmicznej funkcja ta jest opisywana linią prostą). Tak więc, niezależnie od wartości IF, maksimum rozkładu liczby cytowań występuje przy zerze! Nawet w czasopismach o stosunkowo dużym IF znaczący procent publikowanych artykułów nie zostaje nigdy zacytowanych. Zwracano na to uwagę już dawniej, jeśli chodzi o nauki biomedyczne [4, 5]. Stwierdzono, że np. w bardzo znanym czasopiśmie „Cell”, którego IF w 1994 r. wyniósł aż 39,2, bez cytowania pozostaje 9% artykułów, a odpowiednia liczba wynosi aż 16% dla „Proc. Natl. Acad. Sci. USA” (IF = 10,2) [5]. Dalsze wyniki analizy cytowań artykułów z 20 czasopism fizycznych przedstawione są na rysunkach 19—21. Jak się można było spodziewać, nie ma korelacji między IF czasopisma a procentem prac, do których odnosi się 50% cytowań. Jest to jeszcze jedna ilustracja znanego prawa Bradforda, tym razem w odniesieniu do poszczególnych czasopism (rys. 19). Jest też bardzo niewielka korelacja między IF a średnią wartością liczby cytowań dla wykładniczego „tła” artykułów (rys. 20). Obserwuje się

natomiast znaczącą korelację między IF a procentem prac słabo cytowanych (rys. 21), ale procent ten pozostaje znaczny nawet dla największych badanych wartości IF. Zgadza się to z podanymi wyżej wynikami dla czasopism biomedycznych.

Na znacznie liczniejszej próbie czasopism fizycznych, w których polscy autorzy publikowali swe prace, zbadałem korelację wartości IF czasopisma z maksymalną liczbą cytowań w tym czasopiśmie (rys. 22) oraz ze średnią liczbą cytowań dziesięciu najliczniej w nim cytowanych prac (rys. 23). Okazuje się, że korelacja, choć istnieje, jest dość słaba, a współczynniki korelacji r wynoszą odpowiednio tylko 0,57 i 0,59.

Ze względu na znaczne różnice cytowań w różnych dziedzinach (patrz tabela 1) wartości IF czasopism w tych dziedzinach są także bardzo różne. To jest fakt w zasadzie na tyle dobrze znany, że nie podejmuje się prób klasyfikowania badaczy z różnych dziedzin na podstawie wartości IF. Ale trzeba pamiętać, że nawet w obrębie tej samej dziedziny poszczególne dyscypliny różnią się znacząco pod względem średniej liczby cytowań jednej publikacji oraz obrotu (*turnover*) informacji. Ma to wpływ na IF czasopism charakterystycznych dla tych dyscyplin. Bardzo znaczne różnice w obrocie informacji między różnymi dziedzinami ilustruje rys. 24, natomiast różnice między specjalnościami w obrębie nauk chemicznych są przedstawione na rys. 25. Tak więc trudno prowadzić porównanie (na podstawie wartości IF) chemików pracujących w chemii analitycznej i inżynierii chemicznej.

5. Wnioski

Można postawić hipotezę, że do postępu nauki przyczyniają się głównie (czy wyłącznie?) te stosunkowo nieliczne prace z „ogona” rozkładu. Wykładnicze „tło”, skupiające większość publikowanych na świecie prac, jest w pewnym sensie złem koniecznym.

Wobec dużego procentu, jaki we wszystkich czasopismach stanowi „tło” prac mało lub wcale cytowanych, a więc zapewne niewiele wnoszących do nauki, sam fakt opublikowania pracy w czasopiśmie o dużej wartości IF nie powinien stanowić podstawy do wyróżniania jej autora. W zasadzie powinno się liczyć *tylko* prace, których liczba cytowań znacząco przekracza wykładnicze „tło”. Granica może być umowna i zależna od dziedziny. Tak np., klasyfikacja stosowana w bazie SPIRES obejmującej publikacje z fizyki cząstek elementarnych i wielkich energii (Uniwersytet Stanforda) zawiera sześć kategorii prac, zależnie od liczby ich cytowań.

Głośne publikacje	(<i>Renowned papers</i>)	≥ 500 cytowań
Sławne publikacje	(<i>Famous papers</i>)	100—499 cytowań
Dobrze znane publikacje	(<i>Well-known papers</i>)	50—99 cytowań
Znane publikacje	(<i>Known papers</i>)	10—49 cytowań
Mało znane publikacje	(<i>Less known papers</i>)	1—9 cytowań
Nieznane publikacje	(<i>Unknown papers</i>)	0 cytowań

Tak więc, w fizyce cząstek elementarnych i wielkich energii należałoby zwracać uwagę wyłącznie na liczbę prac, których liczba cytowań przekracza odpowiednio 10,

50, 100 cytowań. Podobne granice liczby cytowań można ustalić w poszczególnych dziedzinach. Inną metodą mogłoby być zliczanie *tylko tych* prac, których liczba cytowań jest jakąś wielokrotnością średniej w danej dziedzinie (patrz tabela 1).

Przestańmy zatem pytać o całkowitą liczbę cytowań prac danego badacza. Zamiast tego należy podawać *wyłącznie* liczbę jego prac „wybitnych”, które były cytowane więcej razy niż wynosi umowna granica w danej dziedzinie czy specjalności. W świetle przedstawionych wyników wydaje się natomiast mało uzasadnione klasyfikowanie badaczy *tylko* na podstawie wartości IF czasopism, w których publikują oni swe prace.

Na zakończenie jeszcze jedna uwaga. Podstawowa zasada bibliometrii mówi, że im większa jest próbka, tym bardziej wiarygodne są wyniki jej analizy. O ile więc stosunkowo bezpieczne jest wyciąganie wniosków na temat rankingu poszczególnych państw (baza NSI) czy instytucji (baza NCR), o tyle próby porównywania poszczególnych badaczy na podstawie wskaźników bibliometrycznych muszą być dokonywane rzetelnie i wyjątkowo ostrożnie, łatwo bowiem można wyrządzić komuś niezасłużoną krzywdę [6].

Przed nieuzasadnionym posługiwaniem się wartościami IF ostrzega nawet sam twórca tego parametru, Eugene Garfield, który niedawno napisał: „Dane o IF czasopism zostały przeszczepione do pewnych studiów wydziałów uniwersyteckich czy nawet poszczególnych osób. Czasem IF czasopisma zostaje użyty jako substytut dla oceny niedawno opublikowanego artykułu. Przeciętny artykuł jest cytowany dopiero po paru latach, natomiast niewielki procent prac będzie cytowanych licznie i od razu. Posługiwanie się wartością IF czasopisma zamiast «impaktem» danego artykułu sprowadza się do oceny prestiżu czasopism. Chociaż praktyczne, jest to niebezpieczne... IF nie powinien być używany jako substytut, poza wyjątkowymi sytuacjami” [7].

Bibliografia

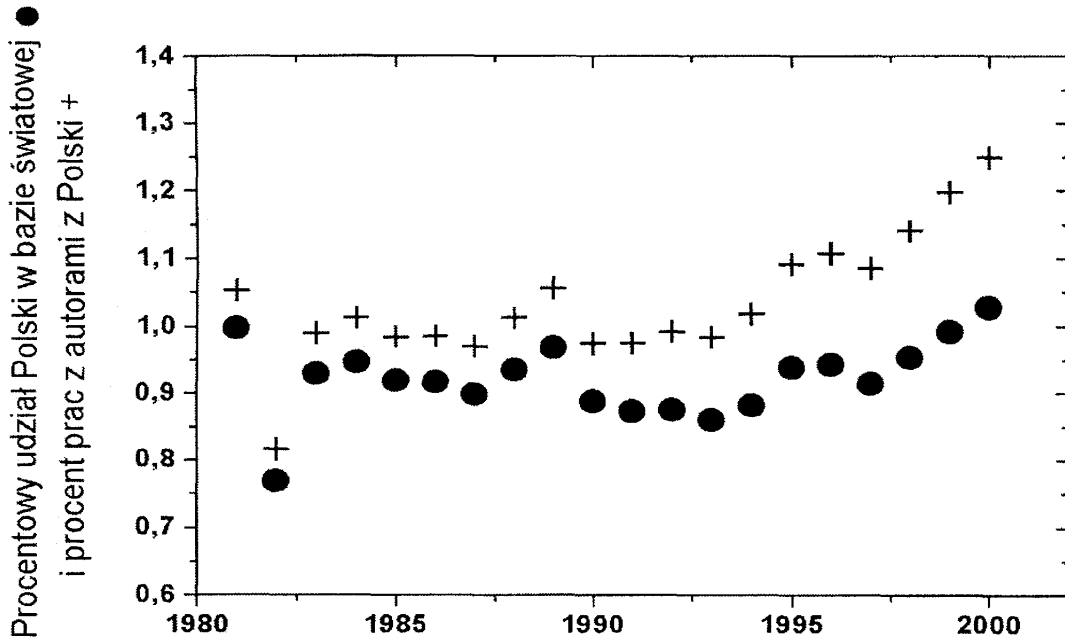
1. Garfield E.: *Citation Indexes for Science*. „Science” 1955, t. 121, s. 108.
2. Wróblewski A. K.: *Efektywność współpracy międzynarodowej w nauce*. „Nauka” 2000, nr 2, s. 71—77.
3. Moed H.F., Van Leeuwen Th. N.: *Impact Factors Can Mislead*. „Nature” 1996, t. 381, s. 186.
4. Seglen Per O. (Oslo): *Why the Impact Factor of Journals Should not be Used for Evaluating Research*. „British Medical Journal” 1997, t. 314, s. 497.
5. Mannoury M. T.: *Les publications et les recrutements au CNRS. La Lettre BIO des sciences de la vie du CNRS*. 1996, s. 14—15.
6. Wróblewski A. K.: *Jak nie należy korzystać z Science Citation Index*. „Nauka Polska” 1994, t. III (XXVIII), s. 125—139.
7. Garfield E.: *How Can Impact Factors be Improved*. „British Medical Journal” 1996, nr 313, s. 411—413.

Bibliometrical Trilogy

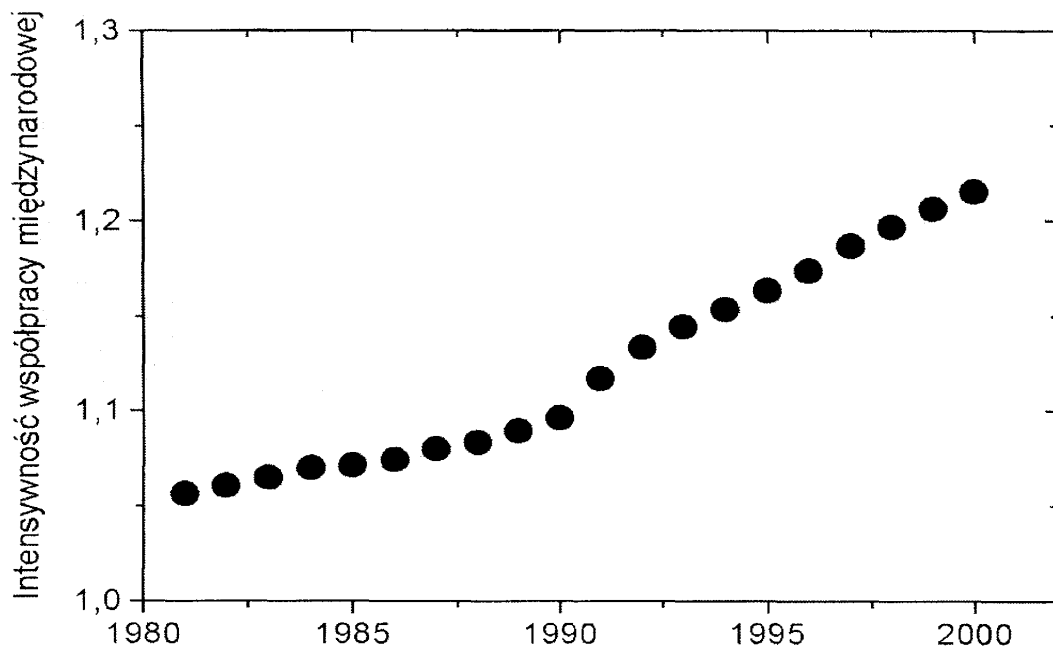
by A. K. Wróblewski

The paper — as indicated by the title — deals with three important but loosely connected bibliometrical problems. First, these are the consequences of the whole counting principle used in data

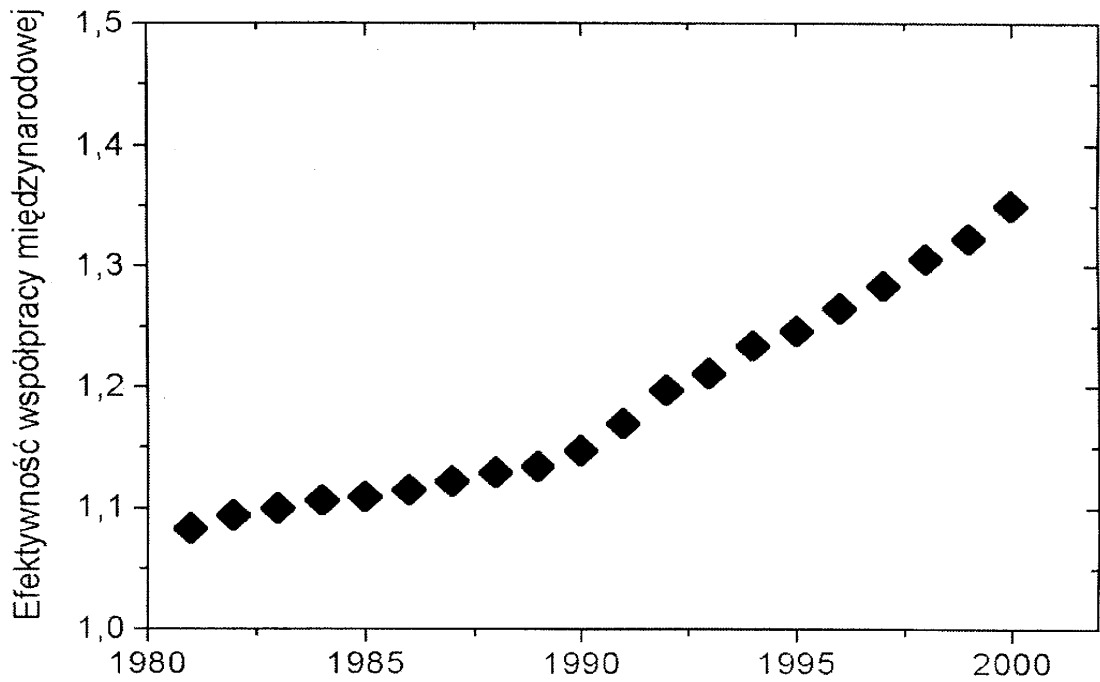
bases meaning that a paper counts with equal weight for each co-author and each country of co-authors' origin. Second, I analyse the impact for various countries. This indicator, defined as the average number of citations for a single paper from a country, is often presented in popular periodicals (e.g. *Nature*). It appears that the indicator mainly reflects the structure of science in a given country. Third, on a basis of the data base NCR Poland 1980—1999, I present an analysis of citations of papers in physics in journals with different value of impact factor and formulate some conclusions regarding researchers' evaluation and classification.



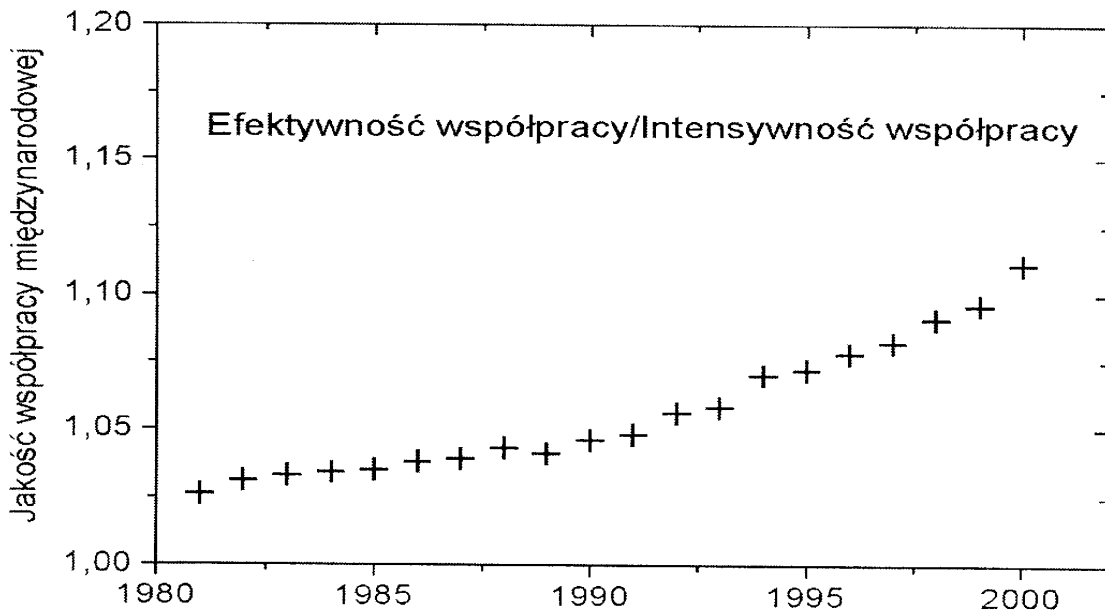
Rys. 1. Wkład Polski do nauki światowej



Rys. 2. Intensywność współpracy międzynarodowej na podstawie bazy NSI 2000



Rys. 3. Efektywność współpracy międzynarodowej na podstawie bazy NSI 2000



Rys. 4. Jakość współpracy międzynarodowej na podstawie bazy NSI 2000

Cytowalność I dla danego kraju jest zdefiniowana jako stosunek całkowitej liczby cytowań do całkowitej liczby publikacji, co można zapisać wzorem

$$I = \frac{C}{P} = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} = \frac{C_1}{\sum_k P_k} + \frac{C_2}{\sum_k P_k} + \dots + \frac{C_n}{\sum_k P_k} = \frac{\sum_k C_k}{\sum_k P_k}$$

gdzie C — liczba cytowań, P — liczba publikacji.

Można teraz wprowadzić wartości cytowalności dla poszczególnych dziedzin

$$\frac{C_1}{P_1} = I_1; \quad \frac{C_2}{P_2} = I_2 \text{ itd.}$$

Wkład danej dziedziny do łącznej liczby publikacji z danego kraju oznaczmy przez ΔP_k

$$\frac{P_k}{\sum_k P_k} = \Delta P_k$$

Możemy jednak przekształcić wzór wyjściowy, mnożąc i dzieląc każdy jego składnik przez liczbę publikacji w danej dziedzinie. Łatwo widać, że prowadzi to do prostszego wyrażenia, że wkład danej dziedziny do cytowalności I równa się iloczynowi cytowalności I_k dla tej dziedziny i wkładu procentowego publikacji ΔP_k z tej dziedziny do łącznego dorobku całego kraju:

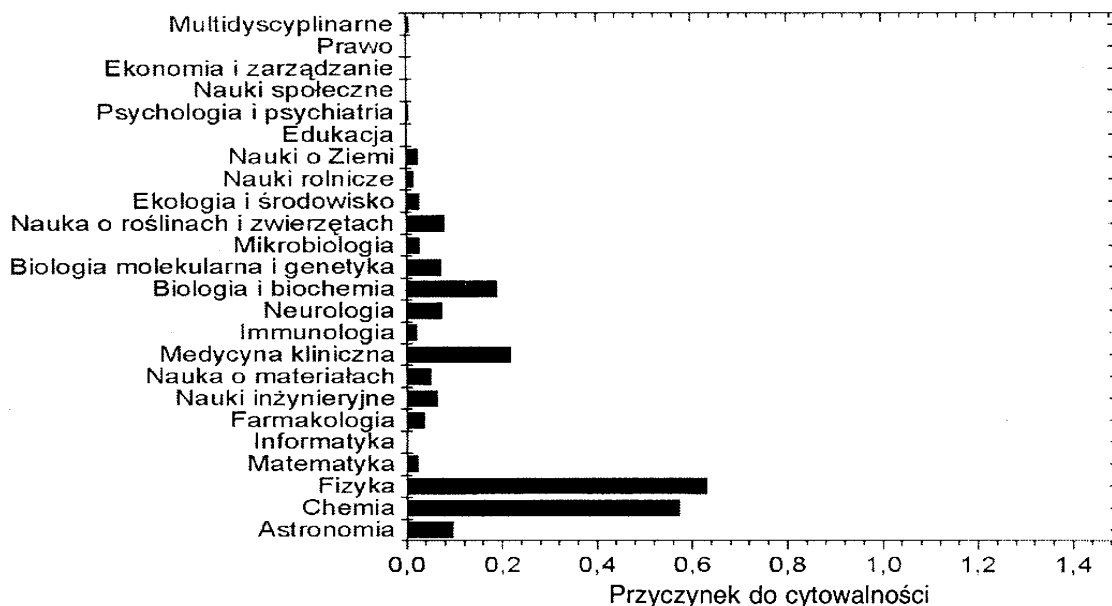
$$\frac{C_1}{\sum_k P_k} = \frac{C_1}{P_1} \cdot \frac{P_1}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} = I_1 \Delta P_1$$

Możemy więc ostatecznie napisać $I = I_1 \Delta P_1 + I_2 \Delta P_2 + \dots + I_n \Delta P_n$,

lub w postaci $I = \sum_k I_k \Delta P_k = \sum_k \Delta I_k$ gdzie ΔI_k oznacza przyczynek k -tej dziedziny do cytowalności I .

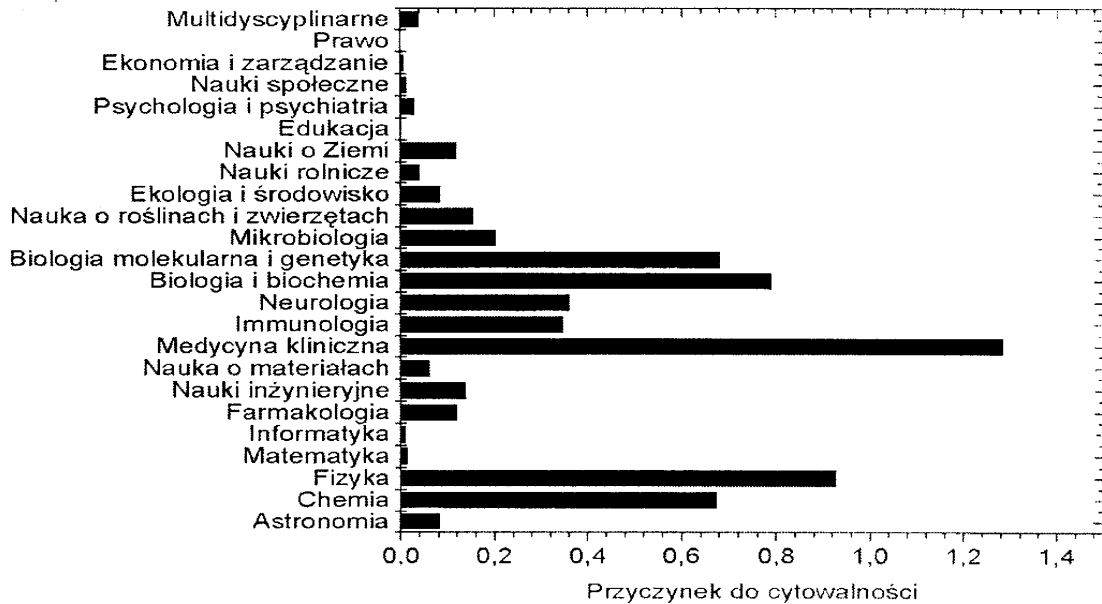
Rys. 5. Wprowadzenie wzoru na cytowalność I

Polska 1996-2000 (Cytowalność = 2,28)



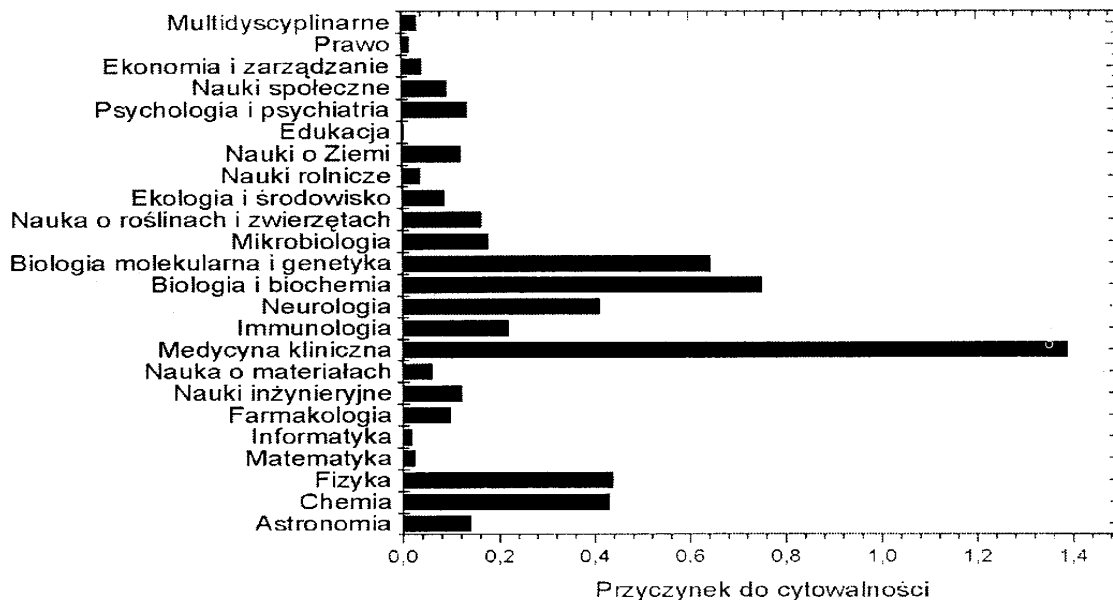
Rys. 6. Wkład do cytowalności różnych dziedzin nauki w Polsce

Szwajcaria 1996-2000 (Cytowalność = 6,20)



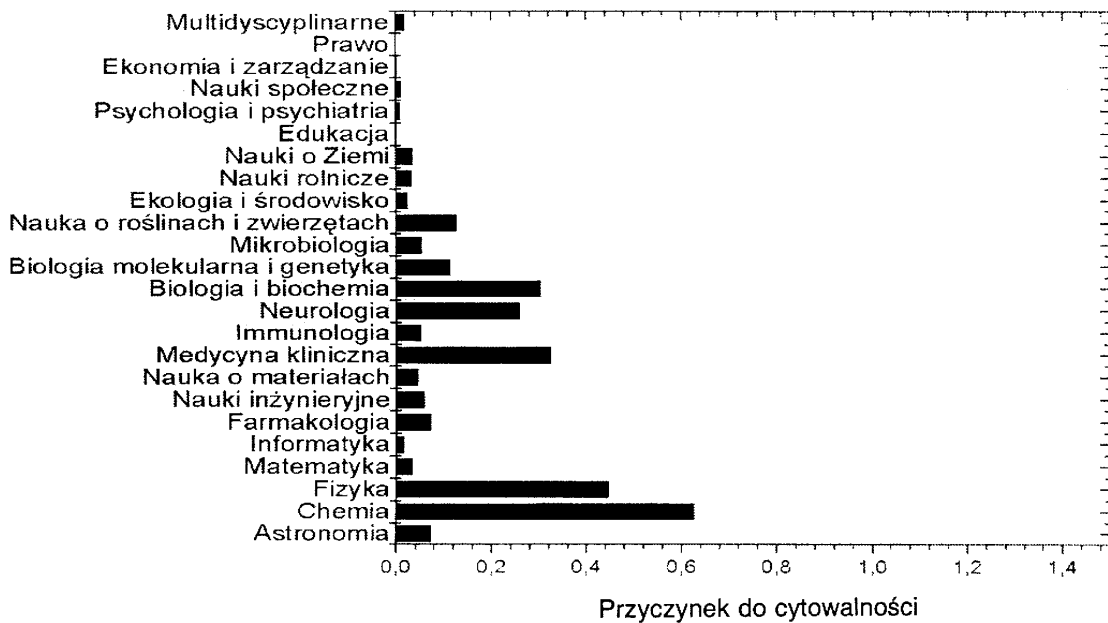
Rys. 7. Wkład do cytowalności różnych dziedzin nauki w Szwajcarii

USA 1996-2000 (Cytowalność = 5,69)



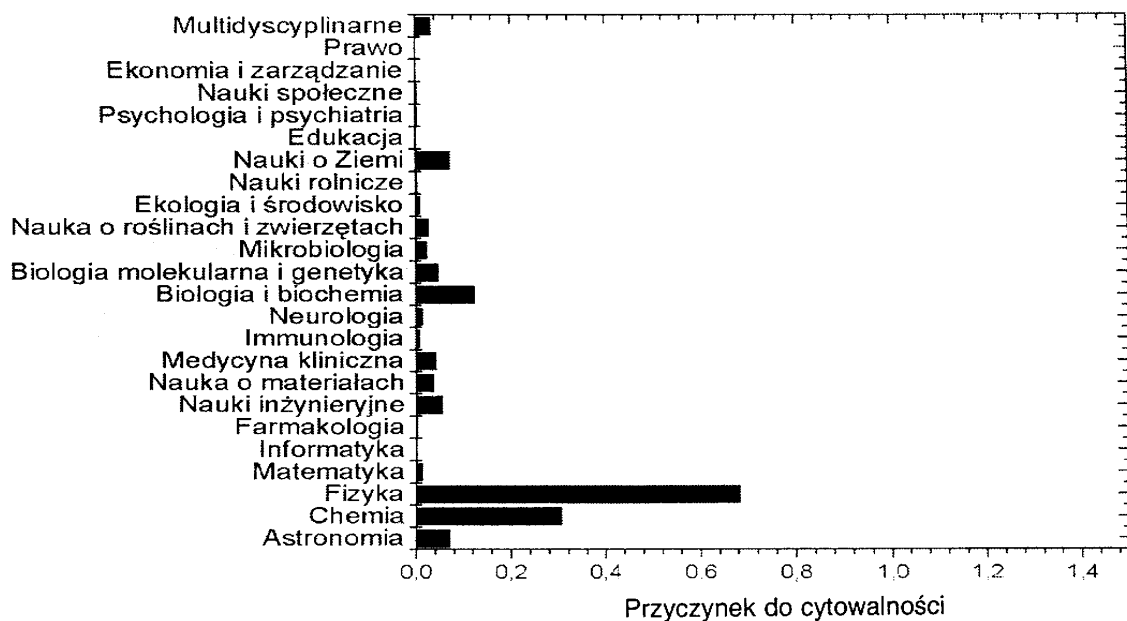
Rys. 8. Wkład do cytowalności różnych dziedzin nauki w Stanach Zjednoczonych

Węgry 1996-2000 (Cytowalność = 2,77)

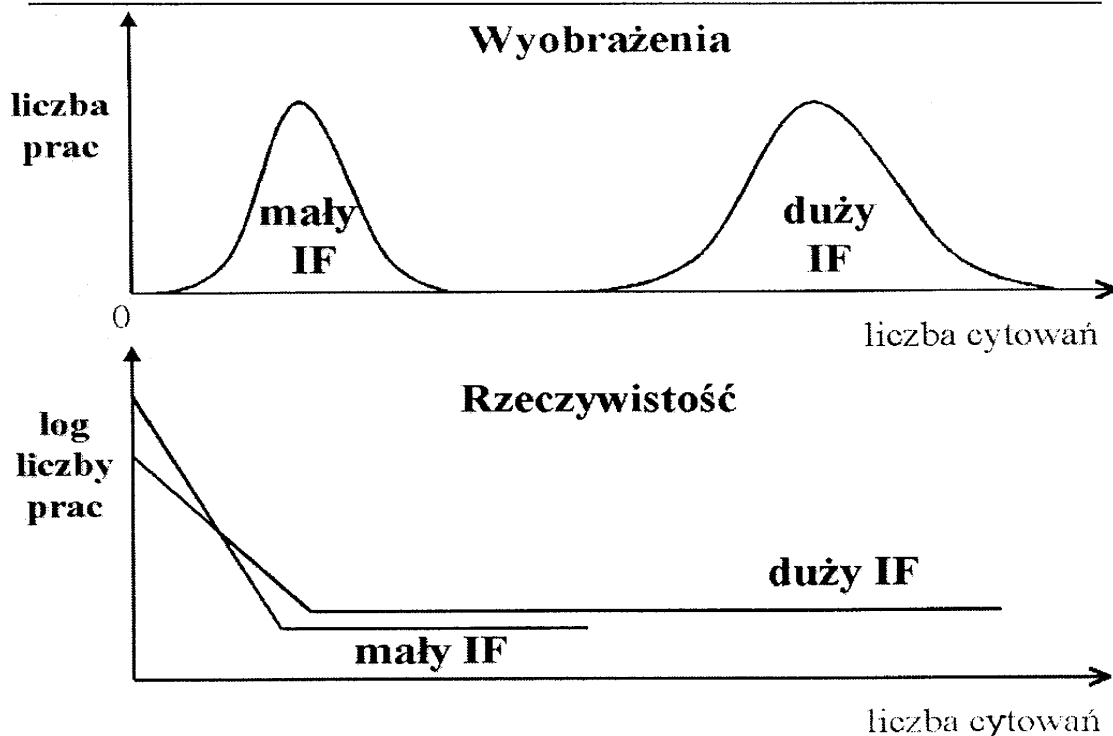


Rys. 9. Wkład do cytowalności różnych dziedzin nauki na Węgrzech

Rosja 1996-2000 (Cytowalność = 1,60)



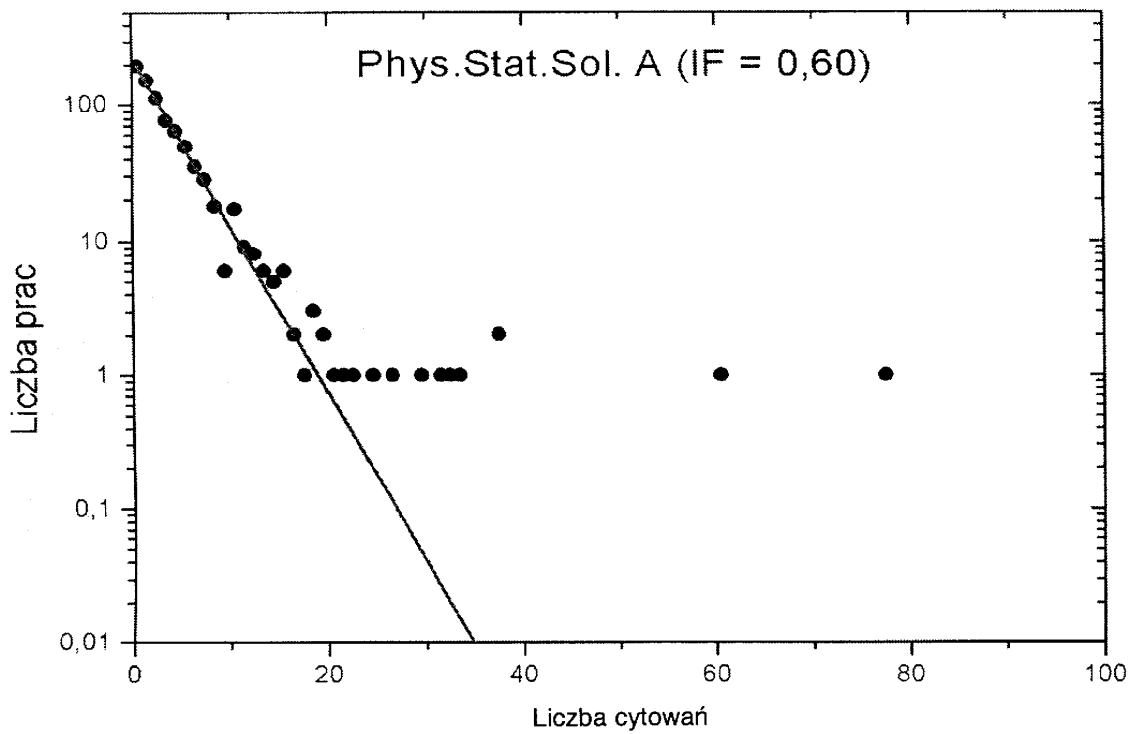
Rys. 10. Wkład do cytowalności różnych dziedzin nauki w Rosji



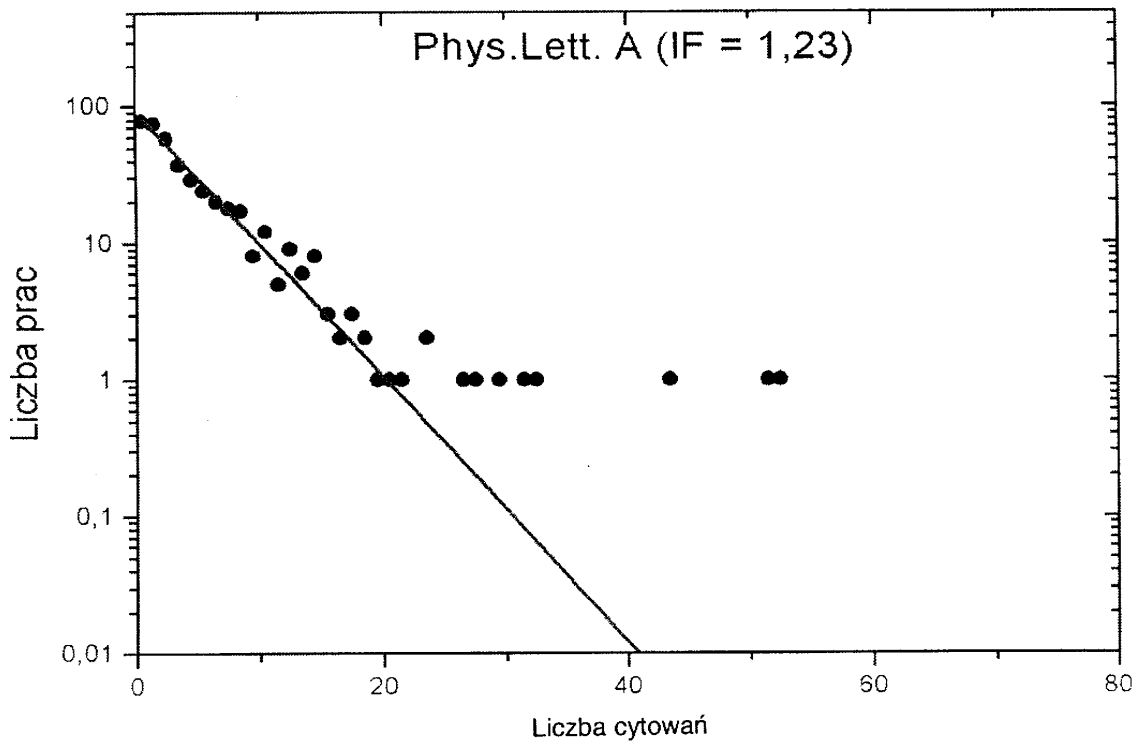
Rys. 11. Rozkład liczby cytowań artykułów w czasopismach o małym i dużym IF

Field (1981—1997)	Concentration	Percent uncited
Computer Science	5,17	44,52
Economics/Business	5,46	37,75
Molecular Biology/Genetics	6,68	14,66
Education	6,74	43,47
Engineering	6,77	38,15
Materials Science	7,01	39,26
Physics	7,06	26,11
Psychology/Psychiatry	7,08	25,41
Mathematics	7,34	33,66
Clinical Medicine	7,40	22,14
Pharmacology	7,82	20,40
Immunology	8,09	13,17
Biology/Biochemistry	8,11	15,42
Geosciences	8,44	25,29
Ecology/Environment	8,57	25,44
Microbiology	8,69	15,54
Neuroscience	8,82	15,03
Agricultural Sciences	9,04	33,54
Chemistry	9,15	22,48
Plant/Animal Science	9,21	25,79
Astrophysics	10,18	15,38

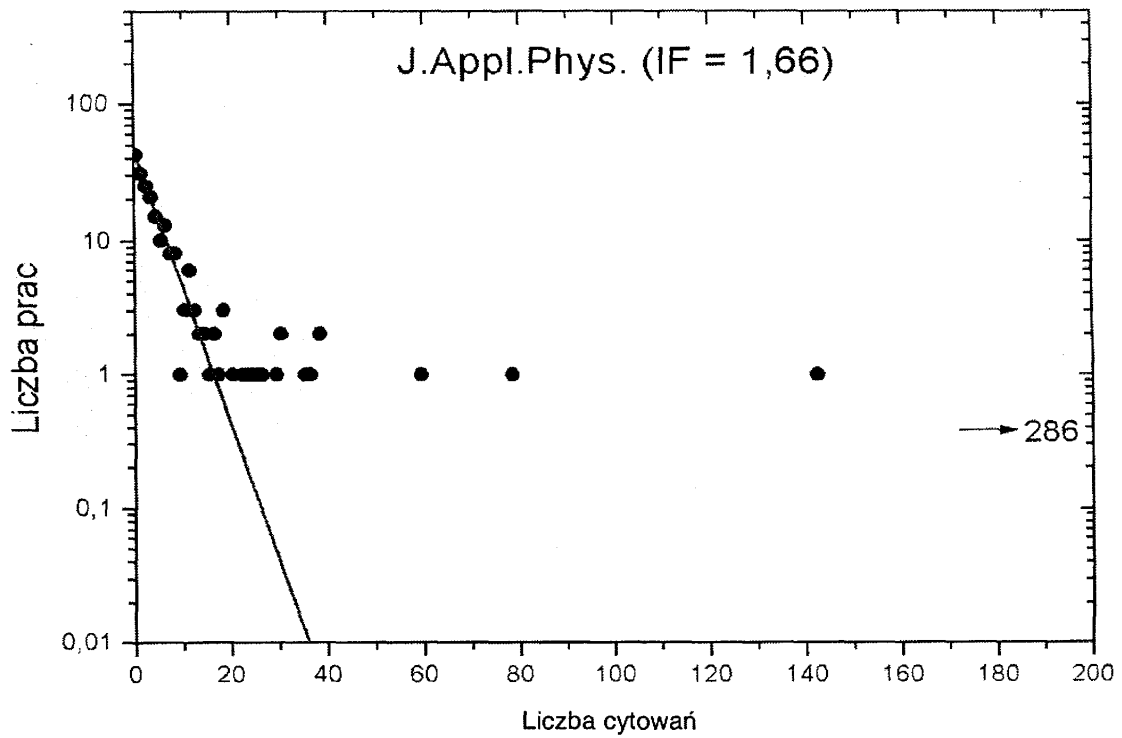
Rys. 12. Koncentracja, tzn. procent artykułów, do których odnosi się 50% cytowań w danej dziedzinie oraz procent prac niecytowanych (według „Science Watch”, January/February 1999)



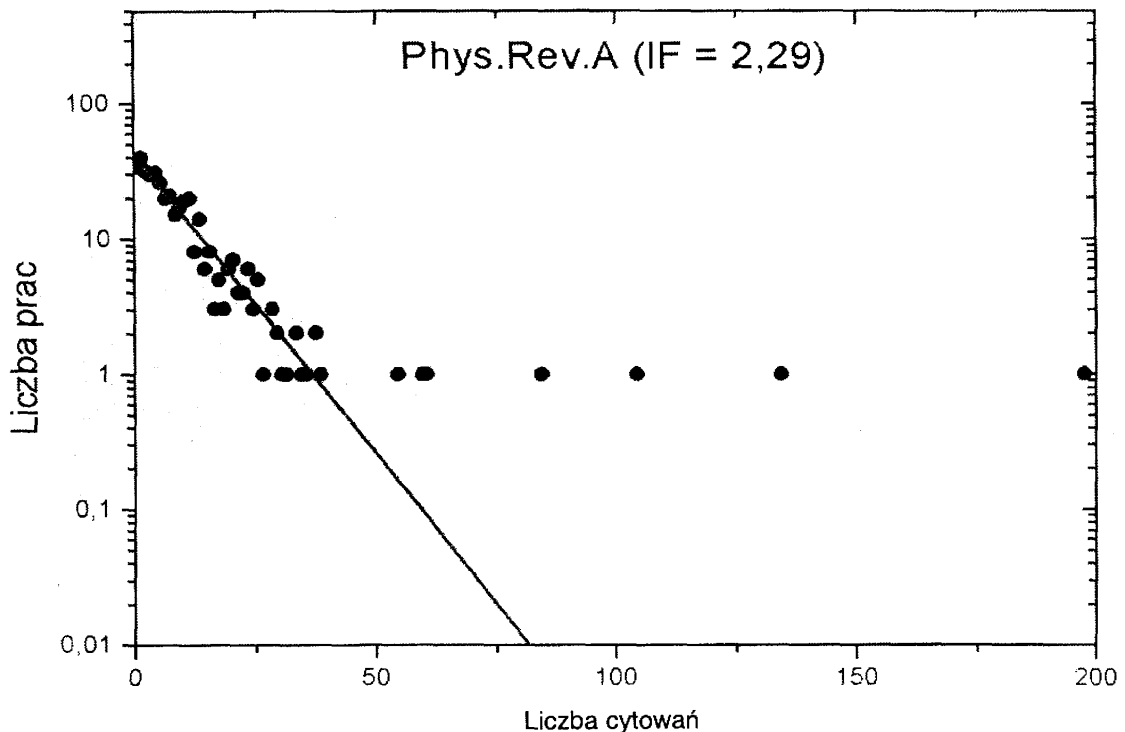
Rys. 13. Rozkład liczby cytowań prac publikowanych w „Physics Stat. Sol.” A. Linia prosta przedstawia dopasowanie krzywej wykładniczej



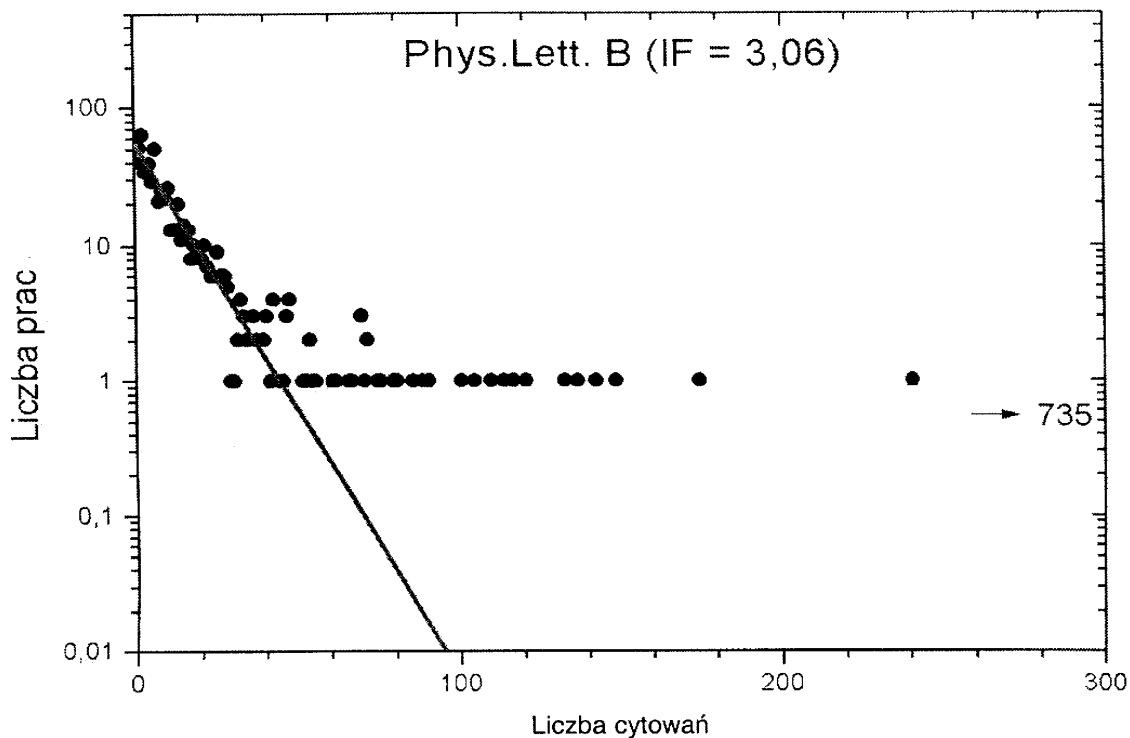
Rys. 14. Rozkład liczby cytowań prac publikowanych w „Physics Letters” A. Linia prosta przedstawia dopasowanie krzywej wykładniczej



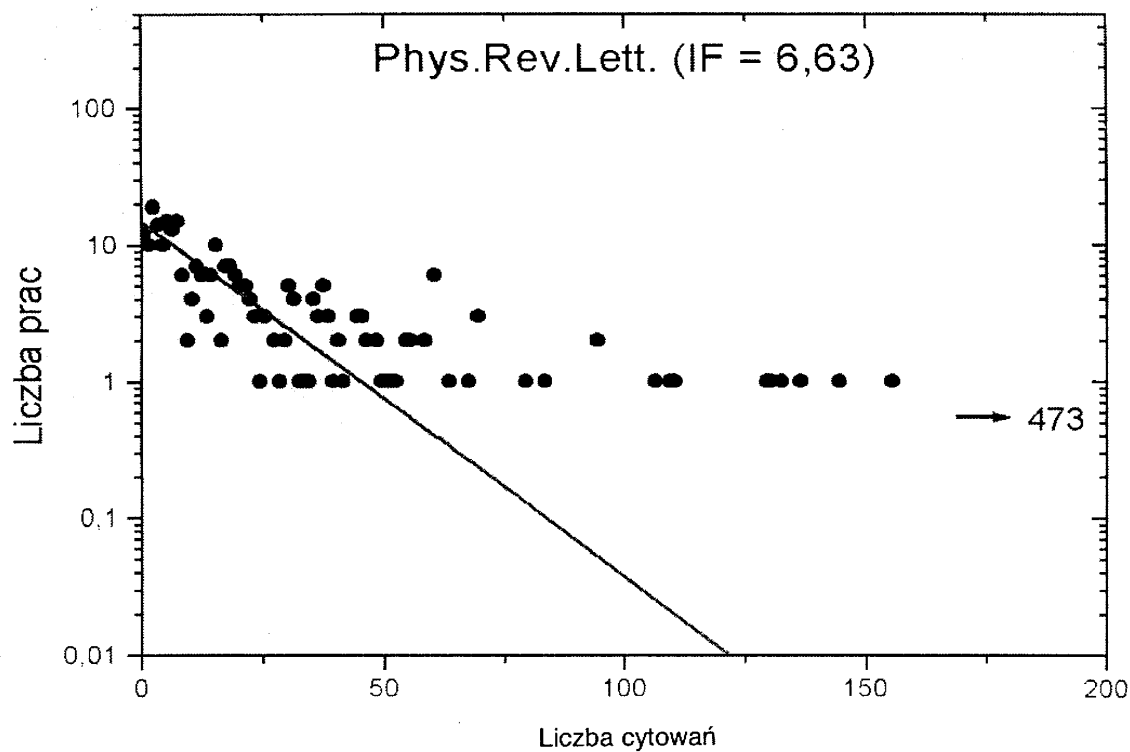
Rys.15. Rozkład liczby cytowań w „Journal of Applied Physics”. Linia prosta przedstawia dopasowanie krzywej wykładniczej



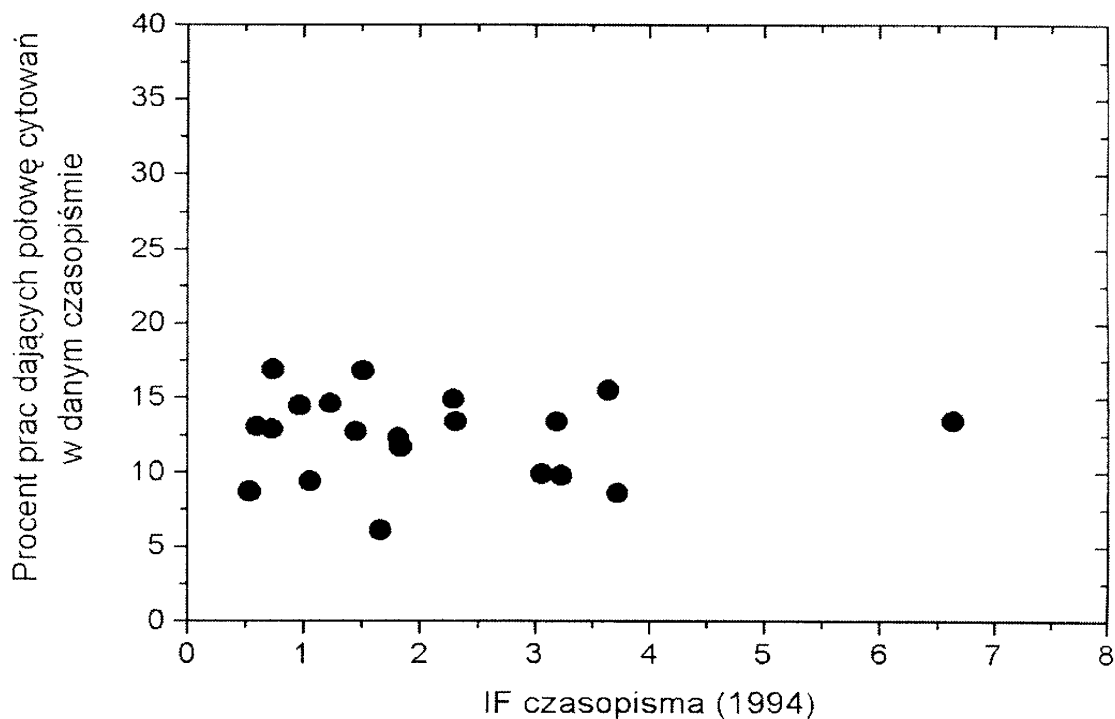
Rys. 16. Rozkład liczby cytowań w „Physical Review”. A. Linia prosta przedstawia dopasowanie krzywej wykładniczej



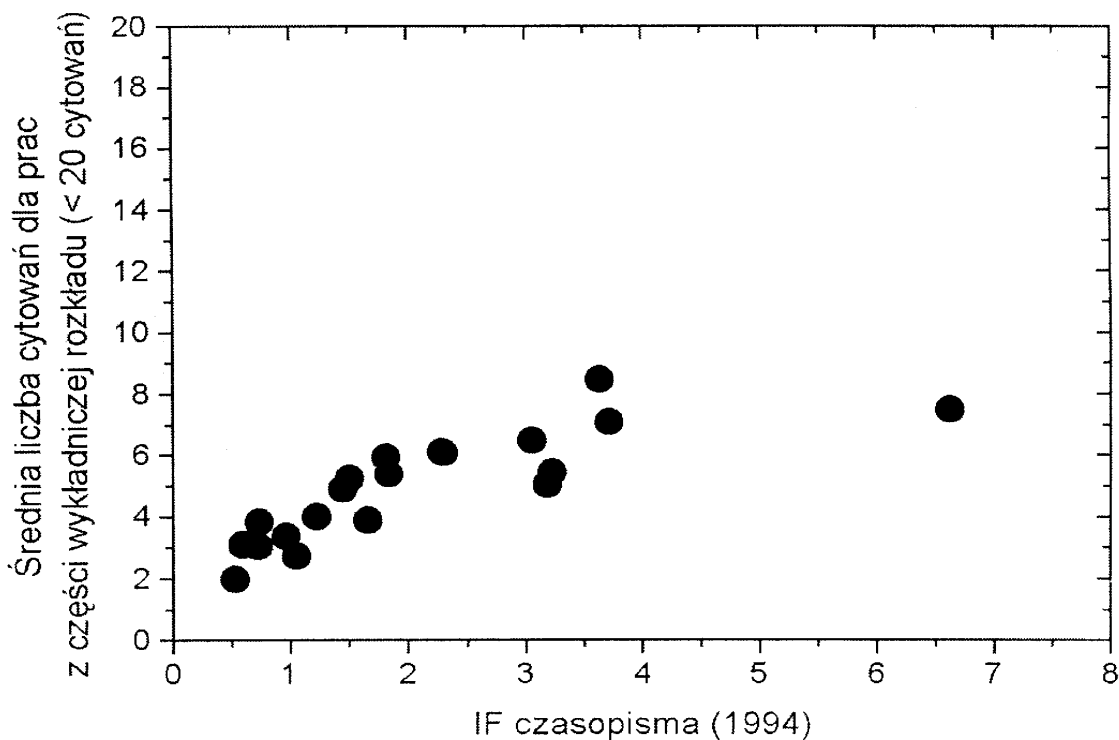
Rys. 17. Rozkład liczby cytowań w „Physics Letters”. B. Linia prosta przedstawia dopasowanie krzywej wykładniczej



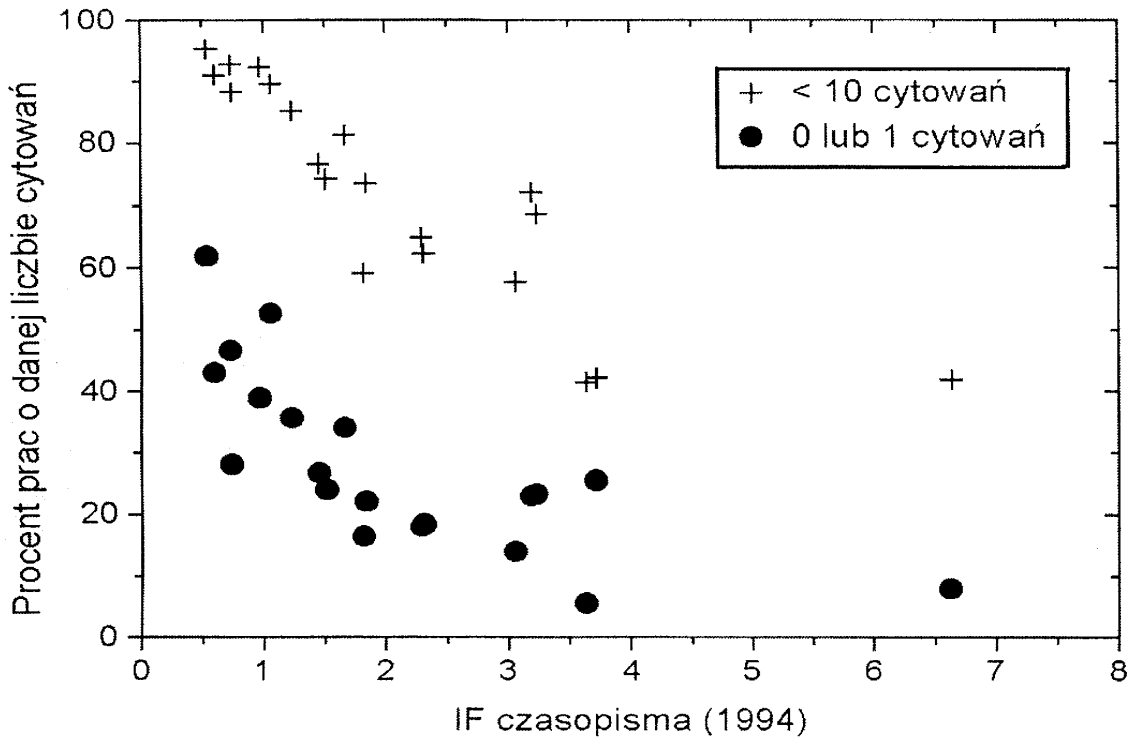
Rys. 18. Rozkład liczby cytowań w „Physical Review Letters”. Linia prosta przedstawia dopasowanie krzywej wykładniczej



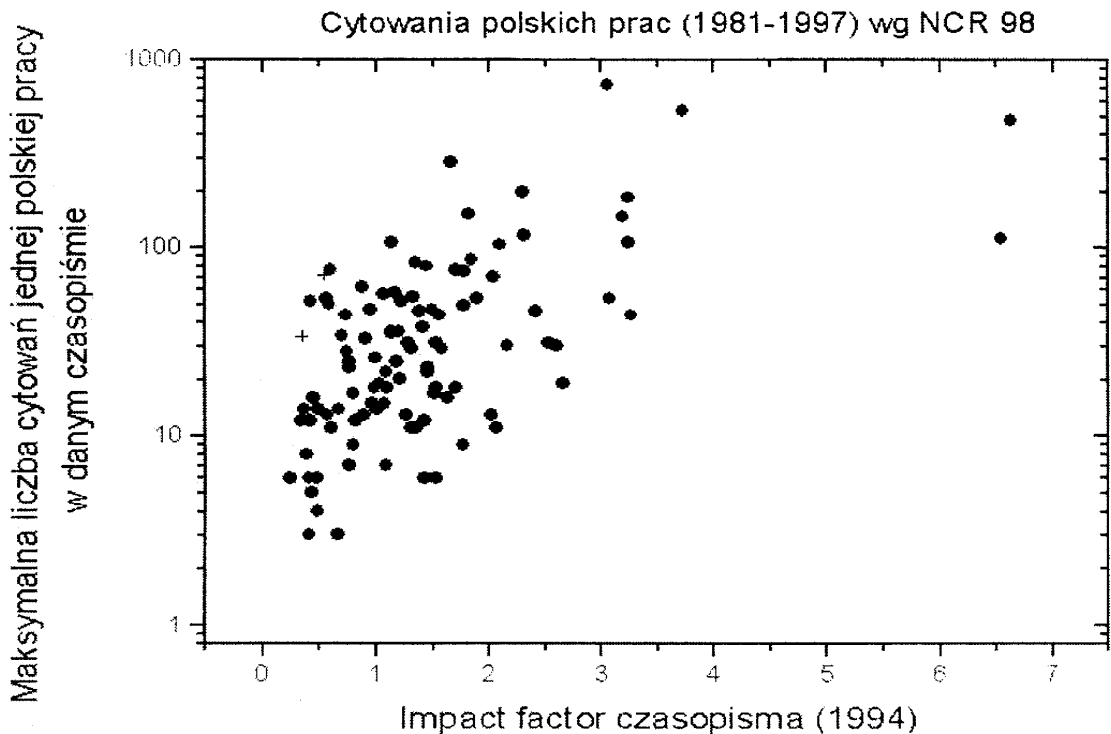
Rys. 19. Zależność procentu artykułów dających połowę wszystkich cytowań od IF czasopisma



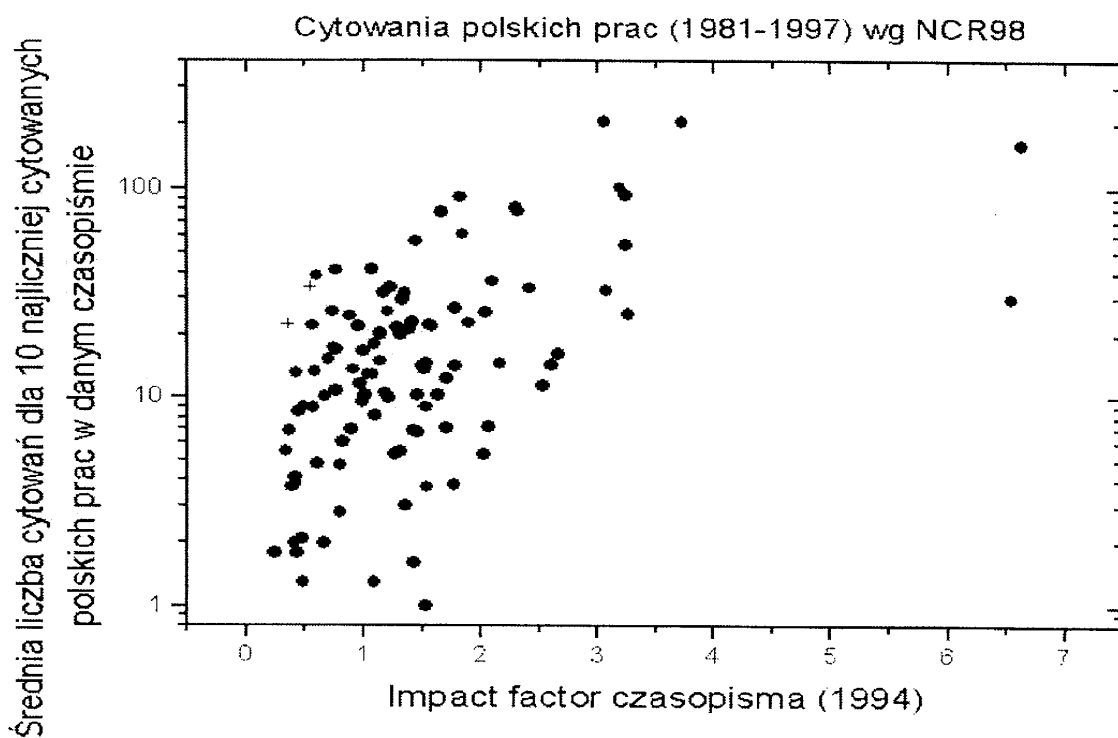
Rys. 20. Zależność średniej liczby cytowań prac z wykładniczej części rozkładu (cytowanych mniej niż 20 razy) od IF czasopisma



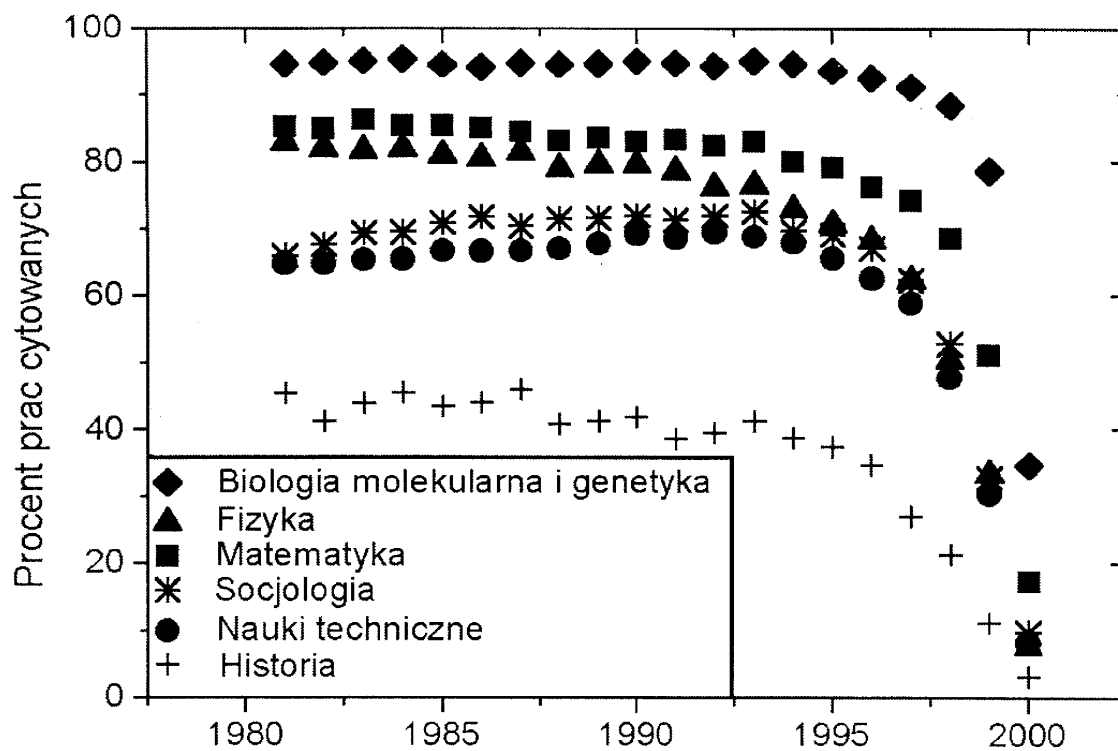
Rys. 21. Procent prac mało cytowanych w zależności od IF czasopisma



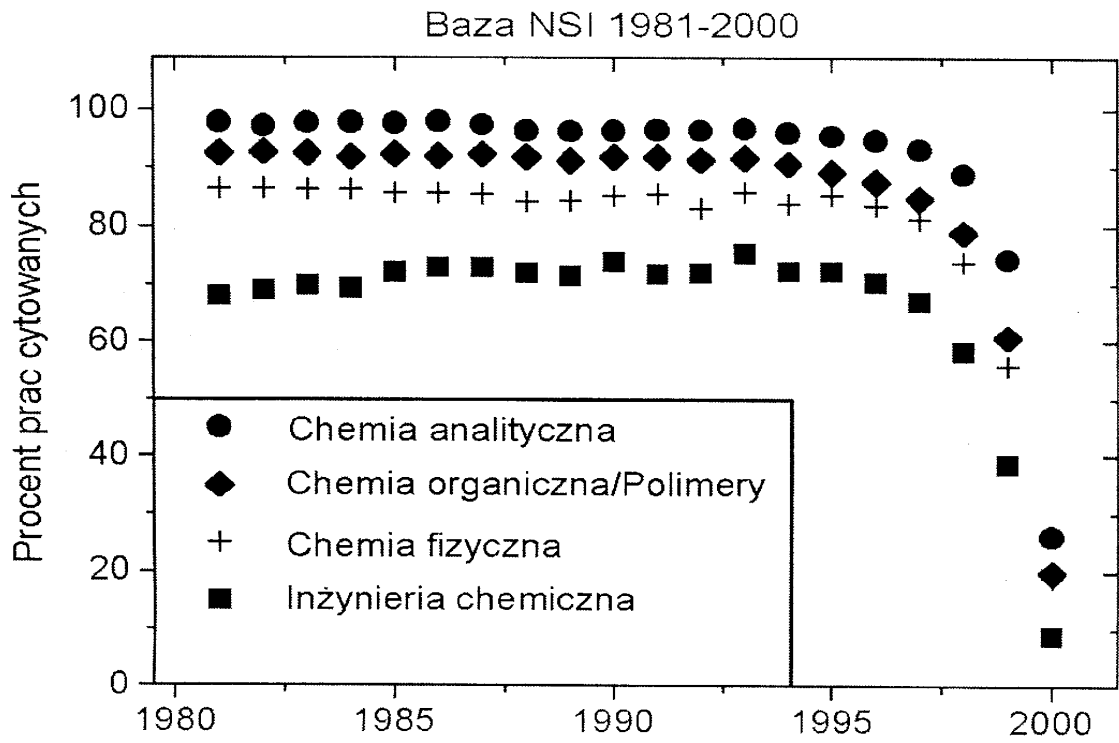
Rys. 22. Zależność maksymalnej liczby cytowań znalezionej w danym czasopiśmie od IF tego czasopisma



Rys. 23. Zależność średniej liczby cytowań dziesięciu najczęściej cytowanych prac w danym czasopiśmie od wartości jego IF



Rys. 24. Procent prac cytowanych w różnych dziedzinach (według bazy NSI 2000)



Rys. 25. Procent prac cytowanych w różnych dyscyplinach chemicznych (na podstawie bazy NSI 2000)