

**Zygmunt Zawisławski**

## **OCENA PRACY TWÓRCZEJ PRACOWNIKÓW NAUKOWYCH**

Streszczenie:

Na podstawie analizy danych statystycznych osiągnięć naukowych w placówkach naukowych i zastosowania znanej z teorii rachunku błędów tzw. metody równych wpływów opracowano kryteria ilościowej oceny osiągnięć twórczych pracowników naukowych. Ponadto opracowano wzór na wyznaczenie współczynnika aktywności naukowej i przytoczono przykłady zastosowań w/w wzoru.

Otrzymane dane zgadzają się ze znaną tezą, mówiącą o tym, że połowa całego dorobku naukowej jednostki organizacyjnej wytwarzana jest przez bardzo wydajnych pracowników badawczych, których liczebność jest równa wartości pierwiastka kwadratowego z ogólnej liczby stanu pracowników naukowych.

Wyznaczony ilościowy wskaźnik aktywności naukowej pozwala na ocenę działalności naukowej poszczególnych pracowników, poszczególnych grup naukowych, jednostek organizacyjnych itp. Przydatny jest przy podejmowaniu decyzji o wszelkiego rodzaju awansach, nagrodach, wyróżnieniach itp. pracowników naukowych.

# Zygmunt Zawislowski

## 1. Wstęp

Jednym z podstawowych problemów nauki o nauce jest sposób na dokonywanie obiektywnej oceny pracy twórczej pracowników naukowych. Problem ten od wielu lat zwraca uwagę uczonych i rozwiązywany jest różnie w różnych krajach i ośrodkach naukowych.

Powszechnie jest stosowane kryterium, które za podstawę przyjmuje liczbę publikacji oraz liczbę odsyłaczy. W pewnej mierze liczba publikacji daje jakiś przybliżony obraz twórczej aktywności pracownika naukowego. Jest to jednak podejście bardzo formalistyczne i nie uwzględnia poziomu naukowego prac. Dla przykładu można podać, że lord Kelvin opublikował w okresie swej kariery naukowej 650 pozycji (około 12 pozycji rocznie), a entomolog Teodor D.A. Cockerell miał w swym dorobku aż 3904 pozycje (średnio jedna pozycja na tydzień)[7].

Największy wynalazca naszych czasów Alan Blumlein podczas swego krótkiego życia (38 lat) opatentował 128 wynalazków (średnio co 6 tygodni jeden)[8]. Większość jego wynalazków miała epokowe znaczenie i była wdrożona do produkcji. Warto zaznaczyć, że światowy wskaźnik wdrożeń udzielonych patentów wynalazków wynosi około 16%, a tylko 2-3 procent są wynalazkami pionierskimi o absolutnej nowości światowej, nie poprzedzone żadnymi prototypami ani rozwiązaniami zbliżonymi.

Znaczenie pracy naukowej można ocenić w pewnym stopniu po liczbie pracowników naukowych, którzy w swoich publikacjach powoływali się na daną pracę. Zakłada się przy tym, że im częściej jest dana praca przytaczana w innych pracach, tym wyższa jest jej wartość naukowa. Zasada ta została przyjęta w Amerykańskim Instytucie Informacji Naukowej, który wydaje specjalny wykaz bibliograficzny cytowań i odsyłaczy (Citation Index)[2]. System oceny pracy twórczej, oparty na liczbie odsyłaczy posiada jednak wiele wad i nie może być przyjęty jako system oceny ostatecznej. Cytowanie danej pracy zależy bowiem od wielu przyczyn obiektywnych i subiektywnych. Jeżeli np. artykuł został opublikowany w mało znanym i mało nakładowym czasopiśmie, to jest on praktycznie dostępny tylko w nielicznych bibliotekach. Jeśli dodatkowo praca taka została napisana w mało znanym języku, to oczywiście krąg osób, które będą mogły zapoznać się z daną pracą, będzie bardzo ograniczony. Odwrotnie, reklamowanie jakiegos opracowania, może przyczynić się do wzrostu liczby czytelników, co może mieć dodatni wpływ na liczbę jej cytowań.

Analiza wyników w Citation Index wykazała, że najczęściej cytowane są prace o charakterze metodycznym. I tak np. jedna praca metodyczna w dziedzinie biochemii ma blisko 2000 odsyłaczy, a pozostałe po niespełna 1000. Największą liczbę odsyłaczy, bo około 50 tys. razy (w latach 1961-1976) uzyskała praca dotycząca zmodyfikowanej metody określania białka. Praca zaś o epokowym znaczeniu dla nauki w tej dziedzinie o podwójnej strukturze spirali DNA miała wszystkiego tylko 552 odsyłacze. Tak więc można zaobserwować zjawisko, że dzieła naukowe o bardzo dużym znaczeniu są tak znane, że przestają być w ogóle cytowane. Mała liczba odsyłaczy może świadczyć więc, że dana praca jest o małej wartości naukowej, jak też o tym, że wniosła doniosły wkład w daną dziedzinę wiedzy.

Oparcie się na obliczaniu cytowań jako metodzie oceniania prac naukowych ma jednak jeszcze jedną, istotną, wadę, a mianowicie tę, że statystyka taka nie odróżnia cytowań krytycznych od cytowań pozytywnych. W tej sytuacji np. artykuł przytoczony może być kilkanaście razy, ale z uwagą np., że nie nadawał się do druku, lub że wyniki pracy zawierają błędy lub opierają się na błędnych założeniach. Niemniej jednak autor jest przytoczony i może w ten sposób przy tej metodzie osiągnąć dobre wyniki w ocenie naukowej. W środowisku astronomicznym narodził się pomysł zupełnie nowej oryginalnej formuły oceniania wartości badawczej na podstawie współczynnika dziękczynności. Holenderski astronom D. Verner zestawiał listy osób, którym najbardziej dziękowano w opublikowanych pracach w głównych astronomicznych czasopismach o charakterze międzynarodowym, za np. twórcze lub krytyczne uwagi. Z tego zestawienia wynika, że w 1992 roku 21 astronomów otrzymało podziękowania od 15 do 32 razy[9].

Według kryterium cytowania cała nauka polska znajduje się na 21 pozycji w świecie. Poszczególne gałęzie uplasowały się na różnych pozycjach, np. chemia na 11, fizyka na 12, biologia molekularna i genetyczna na 24, medycyna kliniczna na 33 miejscu[11].

W matematyce Polacy ogłosili (lata 1981 - 1994) 2463 prace, które były cytowane 5673 razy, a więc średnio jedna praca cytowana był 2,3 razy.

W naukach neurologicznych wydrukowano 1444 prace, cytowań było 10404, a więc średnio każda praca cytowana była 7,2 razy.

W medycynie klinicznej było 2973 prac, ilość cytowań 14 575, a więc średnia ilość cytowań 4,9. Dla przykładu Brytyjczycy w tej dziedzinie ogłosili 153 415 prac, cytowań było 1 369 716, a więc średnia ilość cytowań była 8,93 razy.

Prawda jest jednak taka, jak o niej pisze Łukasz A. Turcki[10]:

„ – że jedyną przyczyną ważnych odkryć naukowych, które potem zmieniają oblicze świata, jest ludzka ciekawość. Nie znam ani jednego przykładu rzeczywiście rewolucyjnej zmiany technicznej, która nie byłaby związana z badaniami powodowanymi ciekawością”.

## 2. Projekt oceny osiągnięć naukowych

Projekt oceny osiągnięć naukowych pracowników naukowych i naukowo-dydaktycznych ma charakter ilościowy i opiera się na:

- analizie danych statystycznych osiągnięć naukowych w placówkach naukowych,
- zastosowaniu znanej w teorii rachunku błędów, tzw. Metody równych wpływów.

Można przyjąć, że na osiągnięcia twórcze pracownika naukowego składają się takie pozycje, jak artykuły, książki monograficzne, patenty, wdrożenia patentowe, referaty i komunikaty na konferencjach i zjazdach naukowych, skrypty itp.

Jeśli przyjmie się, że liczba pozycji, tj. książek, skryptów, artykułów itp. wynosi odpowiednio od  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , to całkowity dorobek naukowy  $Z$  będzie równy sumie:

$$Z = W_1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + \dots + W_n \cdot x_n = \sum_{i=1}^n W_i \cdot x_i \quad (1)$$

gdzie:  $W_1, W_2, \dots, W_n$  - odpowiednie współczynniki jako stałe wagowe dla poszczególnych pozycji (osiągnięć naukowych)  $x_1, x_2, \dots, x_n$   
 $n$  - liczba pozycji.

Na podstawie danych statystycznych w odniesieniu do osiągnięć naukowych dużej liczby pracowników naukowych w stosunkowo dużym odstępie czasu, można założyć, że układ taki jest w miarę stabilny, względnie mało zmieniający się w czasie. Jeśli całkowity dorobek naukowy, zgodnie z wzorem (1), składa się z  $n$  różnego rodzaju pozycji, to traktując wartości poszczególnych pozycji jako  $x_1, x_2, \dots, x_n$  (np. artykuły, książki, skrypty, komunikaty itp.), przyrosty bezwzględne  $\Delta X_1, \Delta X_2 \dots \Delta X_n$  pochodzące od tych pozycji można wyznaczyć przez zróżniczkowanie wzoru (1), a mianowicie:

$$dZ = \frac{\partial Z}{\partial x_1} \cdot dx_1 + \frac{\partial Z}{\partial x_2} \cdot dx_2 + \dots + \frac{\partial Z}{\partial x_n} \cdot dx_n \quad (2)$$

Jeśli układ jest stabilny zgodnie z założeniem, to poszczególne przyrosty bezwzględne pochodzące od każdego członu sumy (2) są jednakowe, zgodnie z teorią równych wpływów [5] i [6], tzn.:

$$\frac{\partial Z}{\partial x_1} \cdot \Delta x_1 = \frac{\partial Z}{\partial x_2} \cdot \Delta x_2 = \dots = \frac{\partial Z}{\partial x_n} \cdot \Delta x_n = \frac{\Delta Z}{n} \quad (3)$$

gdzie odpowiednio różniczki  $dx_1$  zastąpiono przyrostami  $\Delta x_1$ .

Stosując wzór (2) do funkcji (1) otrzymamy:

$$dZ = W_1 dx_1 + W_2 dx_2 + \dots + W_n dx_n \quad (4)$$

Skąd po uwzględnieniu warunku (3) mamy:

$$W_1 \cdot \Delta X_1 = W_2 \cdot \Delta X_2 = \dots = W_n \cdot \Delta X_n \quad (5)$$

Na podstawie równań (5) możemy napisać:

$$W_1 \cdot \Delta X_1 = W_2 \cdot \Delta X_2; \quad W_1 \cdot \Delta X_1 = W_3 \cdot \Delta X_3 \text{ itd.}$$

Skąd można wyznaczyć stałe wagowe:

$$W_2 = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} \cdot W_1$$

$$W_3 = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_3} \cdot W_1$$

$$\dots\dots\dots$$

$$W_n = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_n} \cdot W_1 \quad (6)$$

Wartości przyrostów  $\Delta X_1, \Delta X_2 \dots \Delta X_n$  można obliczyć, biorąc pod uwagę dane osiągnięcia  $X_1, X_2 \dots, X_n$  pochodzące od możliwie dużej liczby pracowników naukowych z możliwie długiego okresu czasu np. kilku lat. Wówczas

$$\Delta x_1 = \frac{x_1}{N \cdot T}; \Delta x_2 = \frac{x_2}{N \cdot T} \dots \Delta x_n = \frac{x_n}{N \cdot T} \quad (7)$$

gdzie:  $x_1$  – liczba publikacji w danej grupie  $N$  – liczba pracowników naukowych,  $T$  – okres liczony np. w latach.

Jeśli liczba pracowników naukowych nie zmienia się we wziętym pod uwagę okresie czasu  $T$ , to przedstawiając dane z wzorów (7) do wzorów (6) otrzymamy:

$$W_2 = \frac{x_1}{x_2} \cdot W_1$$

$$W_3 = \frac{x_1}{x_3} \cdot W_1$$

$$\dots\dots\dots$$

$$W_n = \frac{x_1}{x_n} \cdot W_1 \quad (8)$$

W przypadku, gdy liczba pracowników  $N$  zmienia się w czasie okresu  $T$ , to wartości na  $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$  należy obliczać dla każdego roku osobno i uzyskane wartości z poszczególnych lat dodać do siebie, a wartości współczynników  $W_1, W_2, \dots, W_n$  obliczać z wzoru (6). Należy zauważyć, że równań (6) czy (8) jest zawsze o jedno mniej niż niewiadomych  $W_1, W_2, \dots, W_n$ , stąd wygodnie jest przyjąć jedną z nich za 1 np.  $W_1 = 1$ , a pozostałe obliczać dalej z wzorów (6), (7) lub (8).

Przy tym założeniu wskaźnik aktywności naukowej (1) będzie przedstawiony w postaci wzoru:

$$W = 1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + \dots + W_n \cdot x_n \quad (9)$$

gdzie:

$$W_2 = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}; W_3 = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_3} \dots W_n = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_n} \quad (10)$$

lub obliczony z wzorów (8). Wzór (8) może służyć do oceny całych zespołów, grup względnie do indywidualnej oceny danego pracownika naukowego w ciągu dowolnego, wybranego okresu czasu. Warto zaznaczyć, że ocenie podlega sama praca i jeśli w danej publikacji występuje np. 3 autorów, to każdy z nich uzyskuje  $1/3$  tej jednostki, np.  $1/3 x_1, 2/5 x_2 \dots$  itd., o ile z góry nie można ustalić dokładnego podziału.

Biorąc pod uwagę jedną zależność z wyrazu (8), np. pierwszą i zapisując ją w postaci:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{x_1}{x_2} \quad (11)$$

można wyciągnąć wniosek, że stosunek współczynników wagowych  $W_1$  i  $W_2$  jest odwrotnie proporcjonalny do ilości  $x_1$  i  $x_2$  osiągnięć występujących w danym układzie. Może się zdarzyć, że w danym układzie wystąpi jakieś nietypowe osiągnięcie naukowe, stąd jego współczynnik wagowy byłby nieporównywalnie duży. W takim wypadku należy to osiągnięcie dołączyć do jednej z  $x_1$  i  $x_2 \dots x_n$  występujących pozycji o porównywalnej wartości naukowej. Za jednostkę wielkości  $x_1$  dla którego  $W_1 = 1$  najwygodniej przyjąć taką pozycję, która występuje w dorobku naukowym u możliwie dużej ilości pracowników naukowych. Pozycją taką jest np. artykuł w czasopiśmie naukowym. Wówczas można przedstawić  $x_2$  jako ilość wygłoszonych referatów na konferencjach naukowych,  $x_3$  – ilość skryptów,  $x_4$  – ilość książek itp.

Wzór (9), w którym brana jest liczba publikacji, książek, skryptów, patentów itp. daje w pewnej mierze przybliżony obraz twórczej aktywności pracownika naukowego, ale jest to kryterium w znacznym stopniu formalistyczne, gdyż nie uwzględnia w pełni tak ważnego czynnika, jakim jest jakość i ważność publikowanych prac. W pewnej mierze sprawa jakości prac naukowych jest uwzględniona we wzorze (9), mianowicie przez uwzględnienie w nim nagród Rektora, Ministra lub nagród równoważnych za osiągnięcia naukowe. Nagrody tego typu, jak wiadomo, uzyskuje się za pracę o wysokim poziomie naukowym, a więc o dużej wartości i jakości. Współczynniki wagowe  $W_i$  dla poszczególnych nagród o różnych stopniach można wyznaczyć na podstawie danych statystycznych lub też założyć, że np. każda nagroda wyższego stopnia np.  $n = 2, 3 \dots$  razy większą wartość. W przypadku nagrody zespołowej, każdy z autorów dostaje odpowiednią, część tej wartości.

### 3. Wskaźnik nagród

Wskaźnik dla Nagród Ministra, Rektora lub równoważny im ma wartości  $W_6$ . Jest to jednak wartość średnia dla wszystkich nagród niezależnie od ich rangi lub stopnia. Traktując nagrodę Rektora jako Nagrodę Ministra stopnia IV-tego otrzymamy:

$$\frac{a + b + c + d}{4} = W_6 \quad (13)$$

gdzie:  $a$  – wartość dla nagrody I-go stopnia  
 $b$  – wartość dla nagrody II-go stopnia  
 $c$  – wartość dla nagrody III-go stopnia  
 $d$  – wartość dla nagrody Rektora  
 $W_6$  – średni wskaźnik dla wszystkich nagród.

Przy wartościowaniu nagród poszczególnych stopni można przyjąć jakąś zasadę podziału, np., że każda nagroda wyższego stopnia ma wartość dwóch nagród stopnia niższego. Przy tych założeniach mamy:

$$\begin{aligned} a &= 8d \\ b &= 4d \\ c &= 2d \\ d &= 1d \end{aligned} \quad (14)$$

Podstawiając tak założone wartości na nagrody do wzoru (13) otrzymamy:

$$\frac{1d + 2d + 4d + 8d}{4} = W_6 \dots a \dots d = \frac{5}{15} \cdot W_6 \quad (15)$$

Wartości nagród dla poszczególnych stopni będą wynosiły dla (w tym przypadku  $W = 5,6$ ):

I – nagroda I-go stopnia	$a = 12$
II – nagroda II-go stopnia	$b = 6$
III – nagroda III-go stopnia	$c = 3$
IV – nagroda Rektora	$d = 1,5$

W przypadku nagród zespołowych do oceny indywidualnej należy wziąć taką część wartości nagrody, jaka wynika z ich podziału między nagrodzonymi autorami.

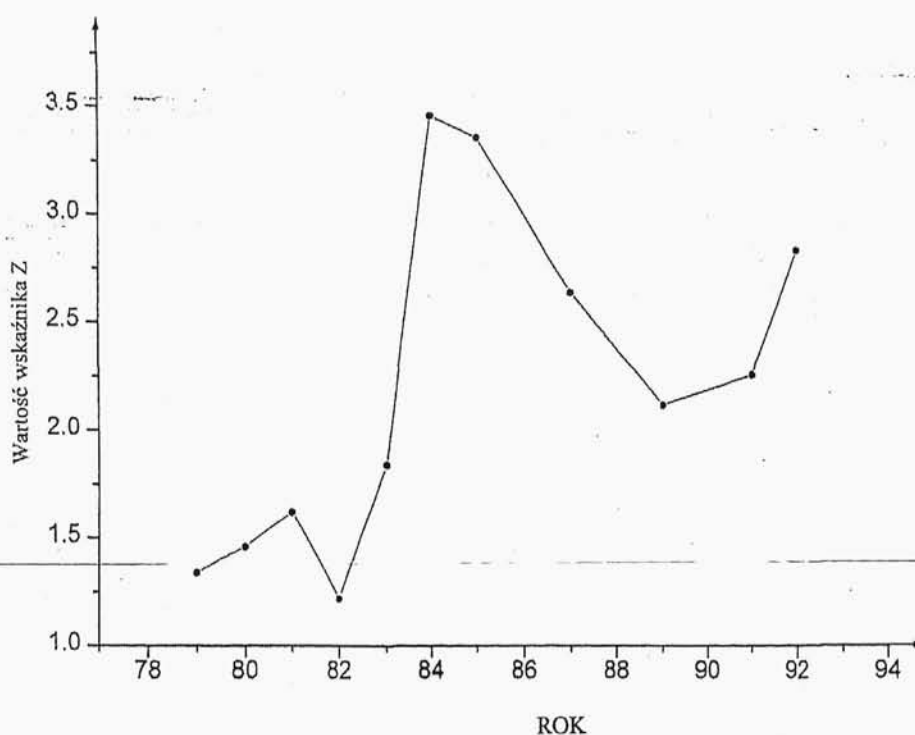
#### Przykład oceny

Przedstawiony projekt oceny ilościowej osiągnięć twórczych pracowników naukowych sprawdzono praktycznie opierając się na analizie danych statystycznych [3] i [4].

Korzystając z wzorów (6) i przyjmując  $W_1 = 1,0$  dla artykułu przypadającego na jednego pracownika) otrzymano:

- dla liczby wygłoszonych referatów	$W_2 = 0,8$
- dla liczby uzyskanych patentów	$W_3 = 5,0$
- dla liczby wydrukowanych książek	$W_4 = 32$
- dla liczby wydrukowanych skryptów	$W_5 = 9,4$
- dla liczby uzyskanych nagród Ministra	$W_6 = 5,6$
- dla liczby wypromowanych doktorów	$W_7 = 5,4$

Stosując wskaźnik aktywności naukowej można prześledzić jego zmiany w latach 1979 do 1992 (rys. 1.) [3] i [4]. Na osi pionowej odłożono wskaźnik osiągnięć naukowych przypadającego na jednego pracownika naukowego w okresie jednego roku, zaś na osi poziomej lata, w których te zmiany zachodziły. Jak widać z przebiegu krzywej w roku 1982 zaznaczył się wyraźny spadek wartości współczynnika Z (prawdopodobnie spowodowany stanem wojennym w kraju) oraz w roku 1984 – gwałtowny wzrost wartości tego współczynnika, wynikający ze stosunkowo dużej liczby obronionych habilitacji. Względnie duży wzrost tego współczynnika zaznaczył się również w roku 1992. Warto nadmienić, że w latach 1988–1989 do Instytutu sprowadzono większą liczbę komputerów, co zaznaczyło się we wzroście aktywności naukowej pracowników. Analiza tego stanu wykazała, że stosunkowo mało wzrosła liczba prac o charakterze doświadczalnym, natomiast nastąpił względnie duży wzrost liczby prac o charakterze teoretycznym, można przypuszczać, że udział komputerów przy dużej szybkości liczenia spowodował znaczne skrócenie cyklu opracowywania koncepcji teoretycznych i szybką ich realizację. Dało to średnio mniejszą pracochłonność przy pisaniu prac o charakterze teoretycznym. Udział komputera natomiast w pracach doświadczalnych jest znacznie mniejszy, stąd nieznaczny był wzrost liczby tych prac w stosunku do wzrostu liczby prac teoretycznych.



Rys. 1. Wartości współczynnika aktywności naukowej Z w różnych latach dla jednego z Instytutów naukowo-dydaktycznych.

#### 4. Wskaźnik aktywności naukowej a liczebność pracowników naukowych

Przeprowadzając analizę jakości i liczebności publikacji naukowych sformowano regułę, że około połowa całego dorobku naukowego jest wytworzona przez bardzo wydajnych pracowników badawczych, których liczebność jest w przybliżeniu równa wartości pierwiastka kwadratowego z ogólnej liczby stanu pracowników naukowych [7]. Można to zapisać w postaci wzoru:

$$N_{50} = \sqrt{N_0} \quad (15)$$

gdzie:  $N_{50}$  – liczba pracowników, których osiągnięcia stanowią 50% całego dorobku naukowego,  
 $N_0$  – całkowita liczba pracowników naukowych.

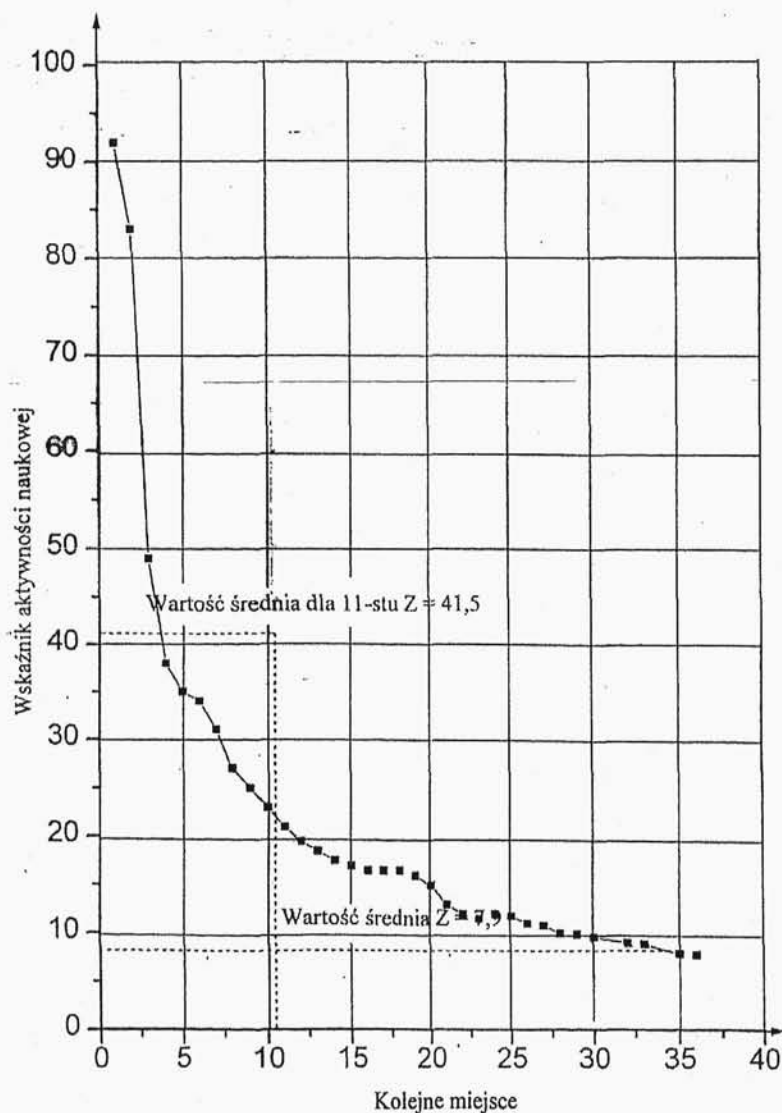
Wzór (15) został zweryfikowany we wszystkich dyscyplinach naukowych we wszystkich krajach, zarówno w XVIII wieku jak i w czasach współczesnych. Można go również zweryfikować biorąc pod uwagę wskaźnik aktywności naukowej na przykładzie jednego z Instytutów naukowo-dydaktycznych. Pracowników naukowych  $N_{50}$ , którzy osiągnęli, zgodnie z wzorem (15), 50% całego dorobku naukowego (w okresie lat 1979-1983 przez wszystkich  $N_0 = 120$  pracowników) jest:

$$N_{50} = \sqrt{120} \approx 11$$

W tabeli nr 1 podane są wyniki osiągnięte przez 11 pracowników, mających największe osiągnięcia, wartości zaś dorobku dla kolejnych 35-ciu przedstawiono na rys. 2.

**Tabela 1. Osiągnięcia naukowe 11 najbardziej wydajnych pracowników naukowych**

Kolejność	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Suma $\sum_{i=1}^n W_i$
Osiągnięcia	98,22	84,11	49,77	37,20	35,40	33,87	31,34	27,67	25,07	23,13	20,37	~460



Rys. 2. Dorobek naukowy 36 najbardziej wydajnych pracowników w skali półlogarytmicznej.



Suma osiągnięć tych jedenastu najwydajniejszych pracowników naukowych wynosi 460, podczas gdy suma osiągnięć wszystkich 120 pracowników wyniosła 944,6. Połowa tego, tzn. 472,3, różni się od 460 tylko o 2,6%. Można więc uznać, że przedstawiona metoda obliczania osiągnięć naukowych zgadza się z regułą, wyrażoną za pomocą wzoru (15). Wartość średnia  $Z$  dla tych jedenastu pracowników wynosi  $Z = 41,5$  co jest około 5,2 razy większa od wartości średniej dla całego Instytutu.

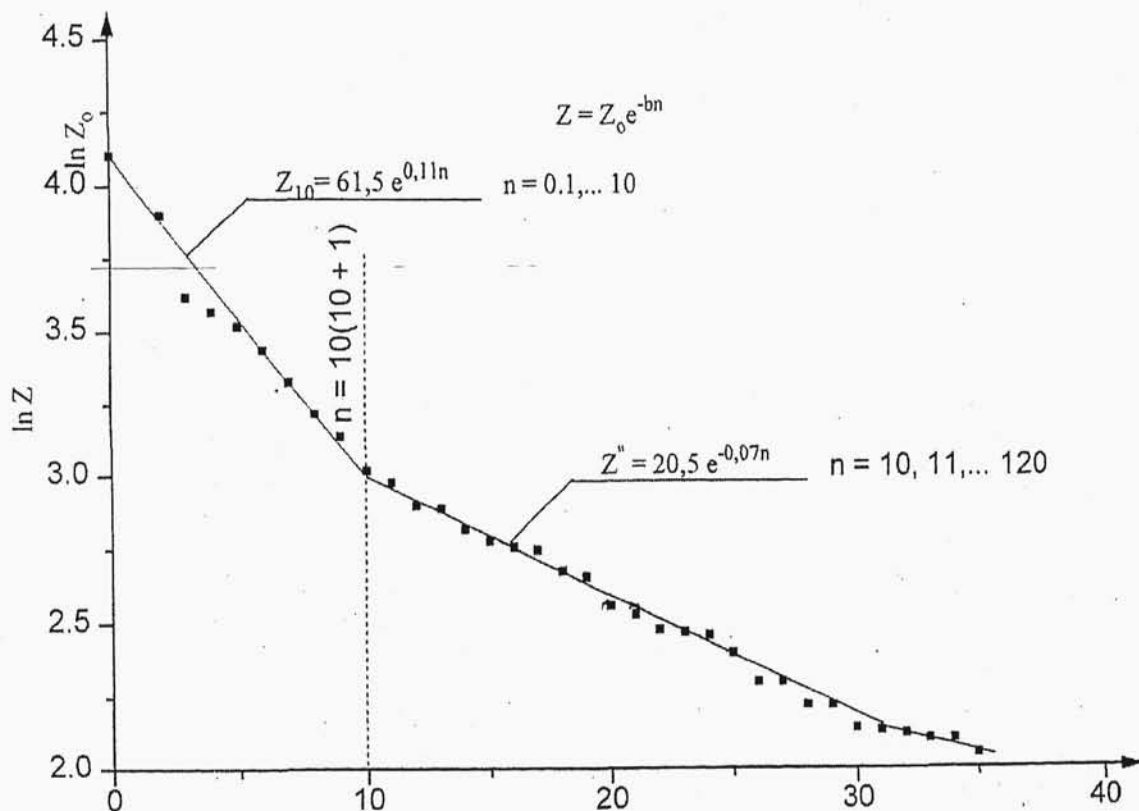
Dodatkowym wnioskiem wynikającym z wykresu (rys. 2.) jest fakt, że około 1/3 wszystkich pracowników osiągnęła wartość współczynnika aktywności  $Z$  powyżej wartości średniej.

Trudno na podstawie jednego rozpatrywanego przypadku stwierdzić, czy to jest czysty przypadek, czy też ogólniejsza zasada.

Wykres (rys. 2) można przedstawić w układzie półlogarytmicznym (rys.3). Uzyskuje się w tym układzie wiele prostych, które można lokalnie wyrazić przy pomocy ogólnego wzoru:

$$Z_n = Z_0 \cdot e^{-kn}$$

gdzie:  $Z_n$  – osiągnięcie twórcze  $n$ -tego pracownika uszeregowanego według wartości jego osiągnięć,  
 $Z_0$  – maksymalna wartość twórcza pierwszego pracownika,  
 $k$  – wartość stała,  
 $n$  – kolejne miejsce pracownika w szeregu osiągnięć twórczych.



Rys. 3. Ustawienia pracowników naukowych

## 5. Subiektywne metody oceny prac twórczych

Wszystkie znane dotychczas metody oceny prac twórczych opierają się częściowo na ocenach w miarę obiektywnych, a częściowo na ocenach subiektywnych, przy wykorzystaniu prawa Webera-Fechnera. Jest to prawo fizjologiczne ustalające ilościową zależność przyrostu intensywności wrażenia od przyrostu intensywności bodźca lub podniety, a mianowicie – minimalny zauważalny przez organy zmysłów przyrost podniety zewnętrznej jest proporcjonalny do wielkości już działającej podniety. Prawo to odnosi się do wszystkich zmysłów, między innymi do zmysłu wzroku, słuchu, radości, smutku, bólu, powonienia itp.

W odniesieniu do subiektywnej oceny pracy twórczej prawo Webera-Fechnera oznacza, że dostrzegalny przyrost osiągnięcia twórczego  $\Delta Z$  odpowiada stałej wartości względnego przyrostu osiągnięcia twórczego, tzn.:

$$\Delta Z = \frac{\Delta x_i}{x_i} \quad (16)$$

gdzie:  $\Delta Z$  – bezwzględny przyrost osiągnięcia twórczego,  
 $\Delta X_i$  – bezwzględny próg rozróżniania wartości twórczej,  
 $X_i$  – wartość twórcza już istniejąca.

Interpretując to prawo różniczkowo możemy napisać:

$$\Delta Z = a \frac{\Delta x}{x} \quad (17)$$

gdzie:  $a = \text{const.}$

Rozwiązując równanie (17) otrzymamy:

$$Z = a \log x + c \quad (18)$$

$c$  – wartość stała

Stałą całkowania  $c$  można określić przy pomocy innej stałej w taki sposób, aby

$$c = -a \lg x_0$$

$x_0$  – nowa stała,

wówczas wzór (18) przyjmuje postać:

$$Z = a \lg \frac{x}{x_0} \quad (19)$$

Jeśli za  $x$  przyjmie się wartość 1, tzn. w szczególnym przypadku  $x = 1$ , stąd wartość  $Z$  też musi równać się jedności, tzn.  $Z = 1$ , mamy więc z wzoru (19):

$$1 = a \lg \frac{1}{x_0} \quad (20)$$

$$\text{Stąd } x_0 = 10^{-\frac{1}{a}}$$

W szczególnym przypadku za stałą można przyjąć 1, stąd:

$$x_0 = 10^{-1} = 0,1$$

Ostatecznie wzór (4) przyjmuje postać:

$$Z = \lg \frac{x}{0,1} \quad (21)$$

Wyznaczenie osiągnięć twórczych  $Z$  prac naukowych metodą subiektywną odbywa się więc w sposób logarytmiczny (wzór 19), a nie w sposób liniowy, jak to ma miejsce w przedstawionej metodzie. Stąd istnieją duże rozbieżności co do oceny prac naukowych, szczególnie o dużych wartościach.

## 6. Rodzaje działalności naukowej

Istotną sprawą w ocenie dorobku naukowego jest sprawa doboru prac i uznania ich jako działalności naukowej. Takiej ocenie nie będą podlegać drukowane prace typu popularno-naukowego. Wszelkiego rodzaju skrypty i podręczniki można zaliczyć do działalności dydaktycznej z wyjątkiem książek typu monograficznego, w której zawarte będą elementy własnego dorobku autora. Pozostają jednak niektóre obszary działalności, które wydają się być kontrowersyjne w ocenie naukowej. Między innymi do takich pozycji należy przyznany patent na wniosek wynalazcy, uzyskany stopień lub tytuł naukowy. Działalność patentowa musi być bardzo wnikliwą procedurą oceny formalnej, prawnej i merytorycznej. Można powiedzieć, że przechodzi procedurę swego rodzaju publicznej obrony w jakiejś mierze porównywalnej z publiczną obroną rozprawy doktorskiej; naogół przy znacznie węższym zakresie, ale na światowym do-tychczas nieznanym poziomie merytorycznym.

Światowa Organizacja Własności Intelektualnej (skrót francuski OMPI, angielski WIPO), agenda ONZ z siedzibą w Genewie, oceniła, że 70% nowych rozwiązań zawiera się w opisach patentowych, a tylko 30% pochodzi z innych badań. A więc w pewnym sensie liczba udzielonych patentów może świadczyć o tempie rozwoju techniki. Jeśli przyjąć, że wraz z rozwojem nauki zwiększa się liczba stopni i tytułów naukowych, to wzrost ten może w pewnym stopniu świadczyć o rozwoju nauki. Różne działy nauki na ogół nie rozwijają się w tym samym tempie, stąd mogą mieć różne osiągnięcia w tym samym okresie. Narusza to ogólną równowagę osiągnięć, wobec czego musi nastąpić ich weryfikacja i tym samym muszą być inne wartości tego samego typu osiągnięć.

Przykładem takich gwałtownych osiągnięć jest uzyskiwanie stopni i tytułów naukowych w latach 1995-1999. W ciągu 4 lat nastąpił 68% ich wzrost, tzn. 17% przyrost roczny. Od 1992 roku natomiast gwałtownie spadła liczba udzielonych patentów z 3443 do 1022 w roku 1999, a więc prawie 3, 4-krotnie. Aby np. średnia wartość uzyskanego stopnia naukowego była taka sama we wspomnianym okresie, to liczba innych osiągnięć (artykuły, monografie, referaty na konferencjach itp.) powinna wzrosnąć w tym samym stopniu. W przeciwnym wypadku, zgodnie z prawem równych wpływów, średnia wartość stopnia i tytułu naukowego musi ulec zmianie. Jeśli liczba pozostałych osiągnięć naukowych pozostała stała lub nieznacznie wzrosła (na co brak jest odpowiednich danych statystycznych), to musiała nastąpić degradacja wartości stopni i tytułu naukowego. Aby uzyskać nowe wartości poszczególnych osiągnięć naukowych należy uznać układ osiągnięć za stabilny i przeprowadzić nową wzajemną weryfikację osiągnięć naukowych w tym okresie. Praktycznie ze względu na ciągłe zmiany w liczbie osiągnięć naukowych weryfikacja powinna być przeprowadzana co parę lat.

Do zaproponowanej oceny twórczości naukowej należy dodawać punkty za liczbę cytowań w pracach opublikowanych przez innych autorów. Punkty za każde cytowanie powinny być wyznaczone np. przez odpowiednie komisje, gremia naukowe, Rady Wydziałów, Rady Instytutów, senat i dodawane do uzyskanych punktów za publikacje. Częstość cytowań, a więc zdobyte dodatkowo punkty za wydrukowane publikacje, będą mówiły o wartości tej pracy. Prace nie cytowane, nawet według ich Autora bardzo cenne i dobre, będą zaliczane w tym wypadku do prac przeciętnych (standardowych). Jak wynika z przeprowadzonej analizy, powszechne zastosowanie komputerów radykalnie przyspieszyło pisanie prac o charakterze teoretycznym, a w konsekwencji zwiększyło ich ilość w stosunku do prac o charakterze doświadczalnym. Z tego względu należy oddzielić prace teoretyczne od prac doświadczalnych i niezależnie wyznaczyć współczynniki dla każdej z tych grup. Dodatkowe punkty powinny być przyznawane za prace zupełnie nietypowe, np. prace popularno-naukowe, opracowywane scenariusze radiowe i telewizyjne, opracowywanie norm, instrukcje obsługi, recenzje innych prac, opiniowanie grantów, prac doktorskich i habilitacyjnych, raportów, uzyskane wyróżnienia i nagrody na arenie krajowej i zagranicznej itp. Za taką działalność dodatkowe punkty powinna ustalić odpowiednia komisja.

## 7. Wnioski

Przedstawiony sposób (wskaźnik do) oceny prac naukowych, oparty na danych statystycznych oraz na metodzie równych wpływów, znanej w teorii rachunku błędów, pozwala na obiektywną ilościową ocenę działalności naukowej:

- poszczególnych pracowników naukowych,
- poszczególnych grup pracowników naukowych, np. asystentów, adiunktów itp.,
- całych instytutów naukowych, wydziałów oraz prześledzenie ich aktywności w wyznaczonym okresie czasu,
- uczelni o tym samym profilu naukowym
- oraz służyć jako kryterium przy obsadzaniu wszelkiego rodzaju stanowisk kierowniczych i stanowisk konkursowych.

Ponadto wskaźnik ten może być przydatny przy podejmowaniu decyzji o wszelkiego rodzaju awansach, wyróżnieniach, przy nadawaniu odznaczeń, nagród itp. dla poszczególnych pracowników naukowych.

### Przypisy [w tekście numeracja w klamrach]

- 1 PAP, „Nauka i Technika” nr 1082, str. 28 (80).
- 2 Sławomir Popowski, *Jak oceniać naukowca?*, PAP, „Nauka i Technika”, nr 1151-1152, str. 27-28 (1982).
- 3 *Sprawozdanie Rektora z działalności Politechniki Warszawskiej w roku akademickim 1982/1983*, Politechnika Warszawska 1983.
- 4 Sprawozdania z działalności Instytutu Fizyki Politechniki Warszawskiej za rok 1979, 1980, 1981, 1982 i 1983.
- 5 Zygmunt Zawisławski, *Podstawowe metody opracowywania wyników doświadczeń*, Zakład Graf. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1982.
- 6 B. M. Szczigoliew, *Matematyčeskaja obrabotka nabliudenii*, Jzw., „nauka”, Moskwa 1969.
- 7 Jerzy Żukowski, „Przegląd techniczny”, nr 13, 1984, str. 47.
- 8 Barry Fox, „New Scientist” (3.01.1982).
- 9 Krzysztof Kowalski, „Dziękczynienie” „Rzeczpospolita”, 7 lipca 1993 str.15, „Nauka i Technika” nr 47.
- 10 A. Turski, „Gazeta Wyborcza” z 21 marca 1995, str. 12.
- 11 Witold Karczewski, *Nauka w Polsce u progu XXI wieku*, „Świat Nauki”, czerwiec 1996, str. 24.