

Prof. dr hab. ANDRZEJ KAJETAN WRÓBLEWSKI

Uniwersytet Warszawski

BADACZE W MEGAZESPOŁACH NAUKOWYCH (NARASTAJĄCY PROBLEM)

Minęły już czasy, kiedy badania naukowe można było prowadzić samotnie, siedząc za biurkiem albo w swoim domowym laboratorium. Badania, zwłaszcza w naukach przyrodniczych, ścisłych i technicznych, stają się z każdym rokiem bardziej skomplikowane, wymagają nietypowej aparatury i zaangażowania dużych zespołów badaczy (megazespołów), reprezentujących różne, uzupełniające się specjalności. Prowadzenie badań w zespołach, w których badacze często pochodzą nie tylko z różnych instytucji krajowych, ale także z różnych państw, umożliwia szybsze i bardziej efektywne osiąganie wyników, a ponadto – co nie jest bez znaczenia – zapobiega rozpraszeniu środków i dublowaniu badań.

Odbiciem tej tendencji jest szybko rosnąca liczba współautorów prac naukowych. Na przykład w 1935 r. aż 72,7% artykułów w *Nature* miało tylko jednego autora, a obecnie udział takich artykułów spadł do około jednego procenta. Odpowiednio też maleje procentowy udział artykułów z dwoma czy trzema współautorami. Średnia liczba autorów jednego artykułu w *Nature*, przedstawiona na ryc. 1, rośnie z czasem szybciej niż wykładniczo (w zastosowanej na rysunku skali logarytmicznej wzrost wykładniczy byłby przedstawiony przez linię prostą). Oznacza to, że okresy podwajania się średniej liczby współautorów jednej publikacji stają się coraz krótsze.

Innym wskaźnikiem rosnącej „zespołowości” badań jest poniższa tabela, w której zebrano dane¹ dotyczące kilku dziedzin nauki.

¹ H. A. Abt, „The future of single-authored papers”, *Scientometrics* 73, nr 2, 353 (2007) oraz Ding-wei Huang, „Temporal evolution of multi-author papers in basic sciences 1960 to 2010”, *Scientometrics* 2015, published on-line 23 September 2015.

Dziedzina	Średnia liczba autorów jednej pracy
Astronomia	4,9 (2005)
Kardiologia	7,4 (2005)
Matematyka	3,0 (2005)
Chemia	5,1 (2010)
Fizyka	19,0 (2010)

Zwiększająca się zespolowość badań jest zatem niezbitym faktem, którego nie można ignorować ani podczas administrowania nauką, ani w czasie oceniania osiągnięć pracowników nauki.

W niektórych dziedzinach zespoły badawcze stały się już bardzo duże i liczą setki czy nawet tysiące badaczy. Za artykułem Ch. Kinga² przytoczmy tu na wykresach dane dotyczące liczb publikacji z bardzo dużą liczbą współautorów. Wielkie zespoły badawcze występują przede wszystkim w fizyce doświadczalnej, badaniach kosmicznych i naukach biomedycznych, a także, na mniejszą skalę, w chemii i naukach technicznych.

Oto trzy przykłady artykułów z nauk biomedycznych:

MEGA Study Group (H. Nakamura et al.), „Design and baseline characteristics of a study of primary prevention of coronary events with pravastatin among Japanese with mildly elevated cholesterol levels”, *Circulation J.*, 68 (9), 860–7 (2004) – 2459 autorów.

Antiretroviral Therapy Cohort Collaboration (D. Costagliola et al.), „Incidence of tuberculosis among HIV-infected patients receiving highly active antiretroviral therapy in Europe and North America”, *Clin. Infect. Diseases*, 41 (12), 1772–1782 (2005) – 859 autorów.

W. Leung et al., „*Drosophila* Muller F Elements Maintain a Distinct Set of Genomic Properties Over 40 Million Years of Evolution”, *Genes, Genomes, Genetics*, 5, 719 (2015) – 1014 autorów.

Trzy przykłady artykułów z fizyki wielkich energii i badań kosmicznych:

ALEPH, DELPHI, L3, OPAL, and SLD Collaborations (S. Schael et al.), „Precision electroweak measurements on the Z resonance”, *Phys. Reports*, 427 (5–6), 257–454 (2006) – 2517 autorów.

²Ch. King, „Multi-author Papers: Onward and Upward”, *Science Watch*, July 2012.

ATLAS Collaboration (G. Aad et al.), „Charged-particle multiplicities in pp interactions at root $s = 900$ GeV measured with the ATLAS detector at the LHC ATLAS Collaboration”, *Physics Letters B* 688, 21–42 (2010) – 3221 autorów.

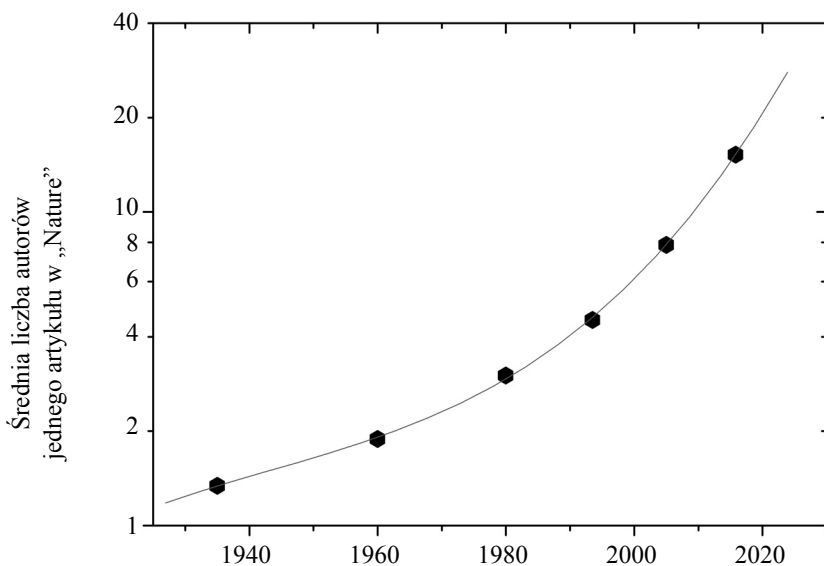
LIGO-Virgo and IceCube Collaborations (M.G. Arsen et al.), „Multimes-senger search for sources of gravitational waves and high-energy neutrinos: Initial results for LIGO-Virgo and IceCube”, *Physical Review D* 90, 102002 (2014) – 1188 autorów.

Obecny rekord liczby współautorów pobił artykuł: G. Aad et al., „Com-bined measurement of the Higgs boson mass in pp collisions at $s = \sqrt{7}$ GeV with the ATLAS and CMS experiments”, *Physical Review Letters* 114, 191803 (2015). Przedstawione są tam łączne wyniki dwóch wielkich zespołów badaw-czych ATLAS i CMS. Artykuł ten liczy 33 strony, z czego opis wyników badań zajmuje 9 stron, a pozostałe 24 strony to lista 5154 autorów i zatrudniających ich 416 instytucji (w tym 45 fizyków polskich z 5 naszych instytutów).

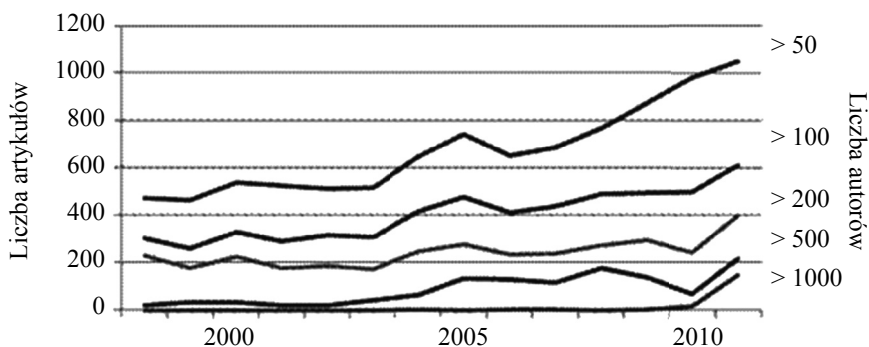
Trzeba wiedzieć, że ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) i CMS (Compact Muon Solenoid) to najbardziej skomplikowane urządzenia badawcze, jakie kie-dykolwiek zbudowano (patrz ryc. 5a i 5b). CMS ma 22 m długości, 15 m śred-nicy, masę 14 000 ton i około 100 milionów elementów, w ogromnej większości elektronicznych; urządzenie to było budowane i testowane przez ponad 15 lat.

ATLAS jest również niezwykle skomplikowanym urządzeniem badaw-czym, ma 46 m długości, 25 m średnicy i masę 7000 ton. Podobnie jak CMS, ATLAS zbudowany jest z około 100 milionów elementów; był on budowany i testowany przez ponad 15 lat. Oba te gigantyczne urządzenia znajdują się głęboko pod ziemią i służą do badania oddziaływań cząstek przyspieszanych w zderzaczu LHC (Large Hadron Collider) w CERN.

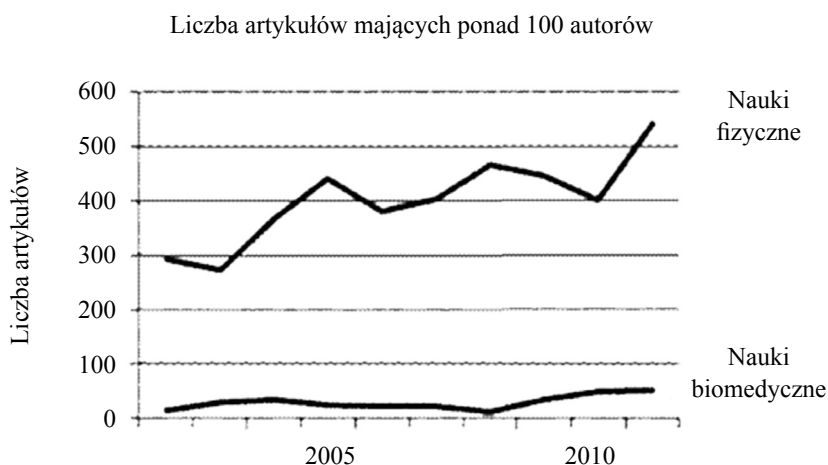
Zespoły badaczy ATLAS i CMS mają złożoną organizację i hierarchiczny system zarządzania, podobny do tego, jaki występuje w wielkich korporacjach. Ilustruje to ryc. 6. Bez takiej organizacji i sprawnego współdziałania wszystkich podgrup i członków zespołu niemożliwe byłoby nie tylko prowadzenie pomiarów, ale także ich analiza i końcowy opis. Grupy robocze zajmujące się ściśle określoną tematyką, np. zestawem analiz fizycznych, pracami badawczo-rozwojowymi oraz/lub obsługą części aparatury, oprogramowaniem czy roz-wojem systemu wyzwalań, są kierowane przez odpowiednio wybrane osoby, które wykazują się niezbędną wiedzą i aktywnością w danej tematyce. Każda publikacja wyników tak dużego zespołu podlega wielokrotnej analizie i re-cenzjom na poszczególnych szczeblach hierarchii organizacyjnej, aż w końcu zostaje podpisana do druku przez wyznaczone do tego grono najbardziej do-świadczonych i przygotowanych merytorycznie osób.



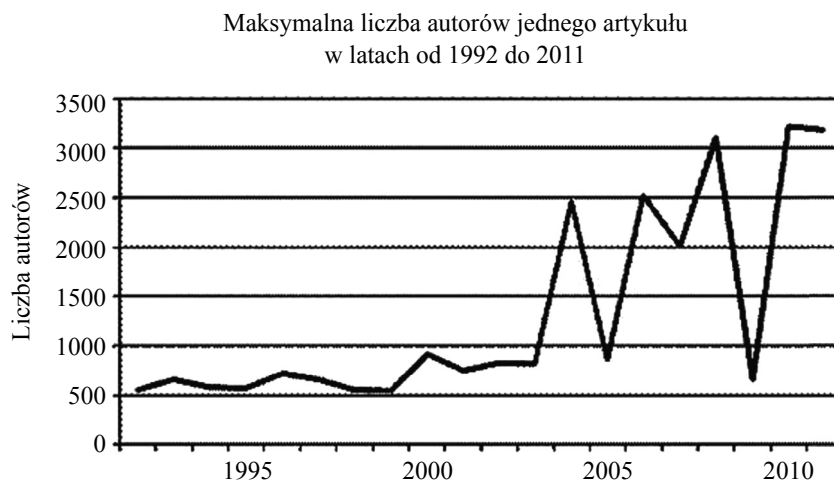
Ryc. 1. Średnia liczba autorów jednego artykułu w *Nature* w latach 1935–2015.
 Dane zostały zaczerpnięte z artykułów: A. K. Wróblewski, „Jak nie należy korzystać z Science Citation Index”, *Nauka Polska* III (XXVIII), 125–139 (1994); tenże, „Współpraca w badaniach i biurokracja”, *Sprawy Nauki*, XI 2005, s. 29–30, oraz ze zliczeń w numerach *Nature* z października i listopada 2015 r.
 Linia zaznaczono dopasowanie wielomianem drugiego stopnia



Ryc. 2. Wzrost liczby artykułów o dużej liczbie współautorów
 (rysunek zaadaptowany z artykułu: Ch. King, „Multi-author Papers: Onward and Upward”, *Science Watch*, July 2012)



Ryc. 3. Wzrost liczby artykułów mających ponad 100 współautorów w naukach fizycznych i naukach biomedycznych (rysunek zaadaptowany z artykułu: Ch. King, „Multiauthor Papers: Onward and Upward”)



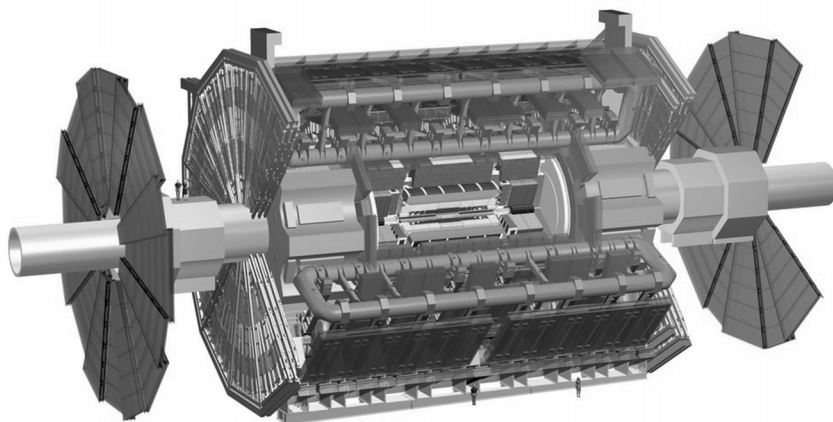
Ryc. 4. Maksymalna liczba autorów jednego artykułu w latach 1992–2011 (rysunek zaadaptowany z artykułu: Ch. King, „Multiauthor Papers: Onward and Upward”)

Istnienie tak wielkich zespołów badawczych pociąga za sobą konieczność wypracowania szczególnych metod oceny osiągnięć poszczególnych badaczy. Każdy współautor może się przecież pochwalić taką samą liczbą publikacji i taką samą liczbą cytowań. W tym celu, dla potrzeb fizyki cząstek wysokich energii, został niedawno opracowany specjalny memoriał³. Autorami są dwa gremia: Europejski Komitet ds. Przyszłych Akceleratorów (ECFA – European Committee for Future Accelerators) oraz Sekcja Fizyki Wysokich Energii Europejskiego Towarzystwa Fizycznego (ECFA/HEPP-EPS – High Energy Particle Physics Board, European Physical Society).

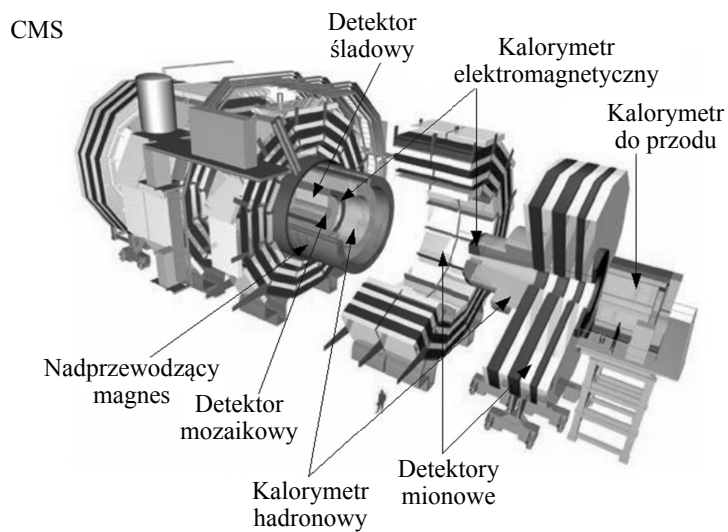
W tekście memoriału znajdujemy propozycje kryteriów, na które powinni zwracać szczególną uwagę recenzenci dorobku kandydatów do awansu. Jest to, ogólnie mówiąc, „widoczność” kandydata w dużym zespole. Wyraża się ona w różny sposób, na przykład:

1. Uczestnictwo kandydata w komitetach i innych ciałach, zwłaszcza na stanowiskach kierowniczych, pełnienie wszelkich innych funkcji pochodzących z wyboru, np. przewodniczącego rady zespołu badawczego, osoby zarządzającej procesem zbierania danych lub jakąś częścią analizy fizycznej.
2. Wyznaczanie kandydata do referowania wyników prac danej grupy podczas plenarnych zebrań macierzystego zespołu badawczego.
3. Zapraszanie kandydata do wygłaszania seminariów naukowych w innych instytucjach badawczych.
4. Przedstawianie przez kandydata wyników badań zespołu na konferencjach naukowych (z uwzględnieniem rangi konferencji i charakteru referatu (np. plenarny lub w sesji równoległej). Powierzenie roli referenta kandydatowi jest skutkiem merytorycznej i na ogół ostrej selekcji, dokonywanej przez stosowne ciało, działające wewnątrz zespołu badawczego.
5. Otrzymanie przez daną osobę nagród, przyznawanych przez różne gremia naukowe.
6. Istotnym źródłem informacji o ocenianej osobie mogą być także listy polecające, które są sporządzane albo przez osobę kierującą dużym zespołem badawczym, co nadaje im stosunkowo wysoką rangę, albo przez kierownika stosownej grupy roboczej lub reprezentantów zespołu badawczego w wystąpieniach na międzynarodowych konferencjach.

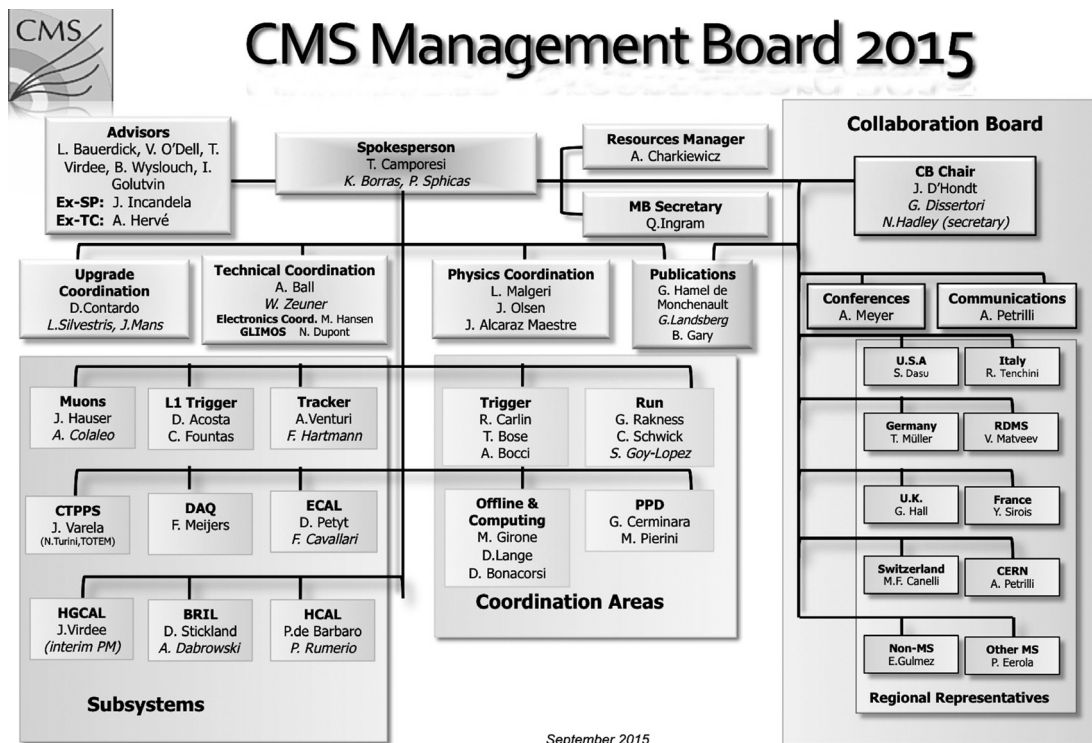
³ „Memorandum on the evaluation of Experimental Particle Physicists”, Joint ECFA/HEPP-EPS Document (7 V 2015); tekst jest dostępny na stronie internetowej: <http://cds.cern.ch/record/2014643?ln=en>. Patrz także T. Lesiak, „Jak oceniać dorobek naukowy osób pracujących w dużych zespołach badawczych?”, *PAUza Akademicka* nr 313 (2015), 3.



Ryc. 5a. Schemat detektora ATLAS
(skalę ilustrują małe sylwetki ludzi, widoczne u dołu)



Ryc. 5b. Schemat detektora CMS
(u dołu widoczna jest mała sylwetka ludzka)



Ryc. 6. Schemat organizacji Zespołu CMS

Dosłownie parę dni temu ogłoszono⁴, że prestiżowa „Breakthrough Prize in Fundamental Physics” za rok 2016 została przyznana 1377 fizykom uczestniczącym w pięciu eksperymentach neutrinowych: Super-Kamiokande (Japonia), Daya Bay (Chiny), KamLAND (Japonia), K2K/T2K (Japonia) i Sudbury Neutrino Observatory (Kanada).

Liderzy eksperymentów Super-Kamiokande (Takaaki Kajita) i Sudbury Neutrino Observatory (Arthur McDonald) otrzymali wcześniej Nagrodę Nobla z fizyki (2015).

W decyzji fundatorów „Breakthrough Prize” istotne jest to, że sumę 3 milionów USD należy podzielić między wszystkich 1377 nagrodzonych, a nie tylko liderów zespołów. Jest to podkreślenie faktu, iż badania w tej dziedzinie

⁴ *Nature*, 12 listopada 2015 r.

są zespołowe, a sukces jest możliwy dzięki pracy i wkładowi każdego członka bardzo licznego zespołu.

Podsumowanie

Zjawisko „wieloautorstwa” będzie szybko narastać i pojawiać się w wielu innych dziedzinach. Trzeba przywrócić rolę ocen eksperckich, właściwych dla poszczególnych dziedzin, i skończyć z „punktomanią”, ocenianiem wszystkich automatycznie według ministerialnego systemu punktowego.