



# Długofalowe przedsięwzięcia badawcze od środka

– na kanwie artykułu Andrzeja Jajszczyka („PAUza Akademicka” 202, 2013)

Artykuł prof. Andrzeja Jajszczyka *Długofalowe przedsięwzięcia badawcze a system grantowy* („PAUza Akademicka” 202) przeczytałem z takim samym zainteresowaniem jak prerażeniem. Dyrektor Narodowego Centrum Nauki – głównej polskiej agencji finansującej badania podstawowe – najwidoczniej nie do końca rozumie trendy w światowej „Big Science”.

Od 1990 roku pracuję w wielkiej współpracy międzynarodowej Compact Muon Solenoid, która zaprojektowała, zbudowała i wykorzystuje wielki system detekcyjny CMS, pracujący przy zderzaczach LHC w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych CERN w Genewie. Byłem jednym z członków-założycieli tej współpracy. Współtworzyłem warszawski zespół naukowy, który w ramach CMS zbudował oryginalny i bardzo technicznie zaawansowany system wyzwalania na miony PACT – szybką elektronikę, która sygnały z komór RPC mierzących tor mionów przetwarza w (zgrubny) pomiar pędu i czasu pojawienia się tej cząstki w detektorze i pozwala na szybkie „wyzwolenie” CMS na miony. Ten sam zespół wniósł zauważalny wkład w opracowanie programu fizycznego i narzędzi analizy, przygotowywanych przez Współpracę CMS na czas po uruchomieniu LHC. Wszystko za pieniądze polskiego podatnika, jako nasz wkład, który teraz umożliwia nam dostęp do zebranych danych i udział w odkryciach naukowych dokonywanych przez współpracę CMS. Mam dwudziestokilkuletnie doświadczenie w finansowaniu w Polsce dużych przedsięwzięć naukowych, co skłania mnie do zabrania głosu na ten temat.

Przez dwadzieścia kilka lat budowy systemu wyzwalania, a potem zbierania danych w CMS, borykałem się z jednym podstawowym problemem, który w cudowny sposób pozostawał nierozwiązany mimo reorganizacji nauki polskiej – od KBN poprzez MNIł do MNiSW i powstania NCN. Jest to brak jakichkolwiek rozwiązań systemowych dotyczących długofalowego finansowania badań.

Myślę tu o skali czasowej 10–20 lat, typowej dla projektów w doświadczalnej fizyce cząstek elementarnych, ale nieobcej zapewne innym dziedzinom, jak np. genetyka, badania polarne, kosmiczne, astronomiczne, klimatologiczne i geofizyczne, czy utrzymanie stacji archeologicznych.

Nauka współczesna coraz częściej angażuje się w długoletnie projekty badawcze, ale prof. Jajszczyk zdaje się uważać, że długoletnia skala czasowa to skala trzyletnia lub najdalej pięcioletnia. Nauka jest coraz bardziej globalna i wymaga podejmowania zobowiązań międzynarodowych, jednak dyrektor NCN sądzi najwyraźniej, że wszystko toczy się pomiędzy MNiSW a NCN, oraz być może NCBR. Pokazywanie palcami na siebie, zamiast rozwiązywania problemów, nie wystarcza, a i Mickiewicz, patrząc z góry, nie bardzo może pomóc.

Oto kilka ostatnich przykładów z mojej dziedziny w formie pytań. W jaki sposób polscy fizycy mają się włączyć w realizację niedawno uaktualnionej Europejskiej Strategii Fizyki Cząstek?<sup>1</sup> ESFC zakłada kilka priorytetowych kierunków badań, tych związanych z LHC, jak i z innymi projektami globalnymi (neutrinowy eksperyment o długiej bazie w USA?, Międzynarodowy Zderzacz Liniowy ILC w Japonii?). Część tych projektów to rozbudowa i modernizacja istniejących eksperymentów przy LHC, część to zupełnie nowe aktywności globalne, które będą kształtowały światowy pejzaż naukowy po latach 2022–2025. W których, jeżeli w ogóle, mamy uczestniczyć?

Brak instytucjonalnej formy dyskusji środowisk naukowych reprezentujących różne dziedziny z organami państwa polskiego na temat długofalowej polityki naukowej jest dramatycznie widoczny.

JAN KRÓLIKOWSKI

Kierownik Warszawskiej Grupy CMS  
– eksperymentu przy Wielkim Zderzaczach Hadronów (LHC) w CERN

<sup>1</sup> ESFC zostanie zatwierdzona na uroczystej wyjazdowej sesji Rady CERN w Brukseli 30 maja 2013. Sesja będzie jedną z imprez towarzyszących posiedzeniu Europejskiej Komisji Konkurencyjności.

# Orka na ugorze

– czyli dlaczego drugi Google nie może powstać w Polsce

CEZARY DUBNICKI

Pewnego pięknego dnia, przy bezalkoholowym piwie w „Kubusiu”, Stefan i Leszek – dwaj studenci informatycznych studiów doktoranckich na jednej z lepszych polskich uczelni – doznali olśnienia. Algorytm automatycznego katalogowania zawartości Internetu na podstawie wyszukiwań przeglądarki, nad którym pracowali, może mieć olbrzymie zastosowanie komercyjne. To przecież streszczenie milionów wyszukiwań wszystkich użytkowników według haseł i częstotliwości wejść, co każdemu indywidualnie pozwoli korzystać z nagromadzonej mądrości tłumu.

Rozentuzjzmowani studenci pobiegli szybko do swego promotora. Mieli nadzieję, że tak świetny umysł włączy się chętnie w ich planowane przedsięwzięcie komercjalizacji tego algorytmu. Niestety, szanowny pan promotor oznajmił, że pomysł jest niezły i doktoraty pewnie dostaną, ale komercyjnie on tego nie widzi; poza tym jego zadaniem jest robienie nauki, a nie *startup*-ów. W rezultacie nasi niedoszli przedsiębiorcy doktoranci zostali sami z planowanym *startup*-em.

Ale od czego są dotacje z Unii Europejskiej? Szybko założyli wspólnie firmę, wysupłali 5000 zł od rodziców na opłacenie firmy doradczej i z jej pomocą napisali wnioski w „Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka 8.1. (PO IG 8.1)”. Musieli dokładnie zaplanować wszystko na wiele miesięcy, opisać, co będą robić i w jaki sposób zarabiać. Założyli, że użytkownicy będą płacić abonament za konto z dostępem do skatalogowanego Internetu. Niesamowite – po kilku miesiącach dostali kilkaset tysięcy złotych dotacji, pod warunkiem, że sami włożą ok. 200 000. Oczywiście musieli też uiścić opłatę za sukces dla firmy doradczej – ładne kilkadziesiąt tysięcy. Na szczęście tata Leszka, który uprawia pieczarki, obiecał, że się dołoży do przedsięwzięcia syna. W końcu wystartowali.

Stefan i Leszek – nie w ciemną bici – poczytali dokładnie o Lean Startup i MVP i zaczęli sprawdzać, czy ich pomysł wypali. Po wydaniu około jednej trzeciej pieniędzy okazało się, że ludzie nie chcą płacić za dostęp do skatalogowanego Internetu. Ale nasi doktoranci nie załamali się. Po wielu dniach burzy mózgow zrobili *pivot* – czyli gwałtowny skręt – i wymyślili, że zamiast wykorzystywać wyniki wyszukiwań, mogą je ulepszyć z użyciem linków pomiędzy stronami – najlepsze strony powinny mieć najwięcej wskazujących na nie linków. Nazwali swój algorytm US – uszeregowanie stron. Do tego zamierzali zarabiać na reklamach kontekstowych związanych z wyszukiwanymi aktualnie frazami. Pełni optymizmu chcieli zmienić specyfikację zakresu prac i sposobu zarabiania w projekcie, który uzyskał dotację. Niestety, okazało się to praktycznie niemożliwe. Ponadto dowiedzieli się, że zarabianie jedynie na reklamach jest niedopuszczalne. Zamiast brnąć w oryginalny projekt, który nie dawał nadziei na sukces, postanowili więc zrezygnować z dotacji. Mimo rezygnacji mieli kilkaset tysięcy długu – wydanej dotacji – do zwrotu.

Nowy pomysł był jednak bardzo obiecujący. Na szczęście, zamiast skromnej dotacji 8.1. poniżej 1 mln zł., istnieje program na wdrożenie wynalazku – można z niego otrzymać nawet kilka milionów złotych! Trzeba tylko szybko złożyć wniosek patentowy w polskim urzędzie patentowym i z pozytywną oceną ubiegać się o dotację. Jak pomyśleli, tak zrobili. Niestety, po kilku miesiącach przyszła negatywna odpowiedź z urzędu patentowego, że algorytmu nie da się opatentować w Polsce, więc pomysł ubiegania się o dotację na wdrożenie wynalazku upadł.

Zdesperowani założyciele, po dziewięciu miesiącach prób, postanowili zapomnieć o dotacjach i zaczęli szukać bogatego współnika. Mimo, że dotarli do kilku takich ludzi, nikt nie chciał zainwestować, bo wszyscy oceniali ten biznes jako inwestycję wysokiego ryzyka, a zachęt podatkowych do inwestycji w innowację brak.

Na szczęście na początku swej drogi przez mękę, założyciele wysłali tymczasowe zgłoszenie patentowe do urzędu patentowego w USA. Kosztowało ich to 100 dolarów plus piwo dla znajomego polskiego naukowca, który spędził trochę czasu w USA i wiedział, jak to napisać. Z tymczasowym zgłoszeniem założyciele mieli rok czasu na stworzenie pełnego wniosku patentowego w USA. Po niepowodzeniach w Polsce ubłagali rodzinę o pokrycie kosztów biletów lotniczych i udali się do USA, aby porozmawiać z kilkoma „aniołami biznesu” ...

A co było dalej, to już całkiem inna historia.

\* \* \*

Drogi Czytelniku, tutaj muszę przerwać tę frustrującą opowieść. Wprawdzie dotyczy ona alternatywnej rzeczywistości (nie ma algorytmu Uszeregowania Stron, tylko Page Rank, a Google'a nie założyli Stefan i Leszek, tylko Sergey i Larry), jednak opisane tutaj problemy są jak najbardziej realne. Mimo wydania miliardów złotych z funduszy unijnych na wsparcie innowacji w Polsce, jesteśmy w Unii Europejskiej – według najnowszego rankingu innowacji – na czwartym miejscu od końca (spadliśmy o jedną pozycję). Finansowanie innowacji za pomocą dotacji jest nieadekwatne do potrzeb, nieelastyczne i psuje rynek. Inwestycje w B+R nie mają praktycznie żadnych zachęt podatkowych. Większość pracowników naukowych polskich uczelni zupełnie nie poczuwa się do wyprzedzania swoich pomysłów i badań poza mury uczelni. Polski system patentowy uniemożliwia uzyskanie wielu kluczowych rodzajów patentów, np. związanych z oprogramowaniem i Internetem. W Polsce nie ma ekosystemu wsparcia *startup*-ów. Na pewno nie jest to system dotacji z ocenami „ekspertów”, z których większość nigdy nic podobnego komercyjnie nie zrobiła. Nieliczne fundusze VC (*Venture Capital*) robią co mogą, ale droga do stworzenia ekosystemu jest jeszcze daleka.





Do wymienionych wyżej problemów z innowacjami w Polsce można jeszcze dodać kolejnych kilka, co najmniej równie istotnych. Głębokie zmiany są niezbędne, ale przed ich wprowadzeniem konieczna jest diagnoza stanu obecnego, w szczególności rzetelna ocena systemu wsparcia innowacji, poparta konkretnymi danymi oceniającymi efekty dotychczasowych inwestycji. W dyskusję nad kierunkiem zmian na pewno należy mocno zaangażować osoby, które realizowały innowacyjne projekty w Polsce i na świecie. Przy tworzeniu ekosystemu dla innowacji warto też skorzystać z doświadczeń zagranicznych – także spoza Unii Europejskiej.

gażować osoby, które realizowały innowacyjne projekty w Polsce i na świecie. Przy tworzeniu ekosystemu dla innowacji warto też skorzystać z doświadczeń zagranicznych – także spoza Unii Europejskiej.

CEZARY DUBNICKI

9livesdata, sp. z o.o., sp.k.  
Warszawa

#### Notka biograficzna:

Autor po ukończeniu studiów informatycznych w Polsce następne 19 lat spędził w USA, gdzie uzyskał stopień doktora informatyki, prowadził prace badawcze na uniwersytetach i w przemyśle oraz założył *a startup company*. Swoją karierę w USA zakończył na pozycji dyrektora wydziału laboratorium badawczego jednego ze światowych koncernów informatycznych. Od pięciu lat jest właścicielem firmy informatycznej w Warszawie, prowadzącej eksport usług informatycznych.

Autor jest pomysłodawcą największego i najszybszego na świecie systemu do deduplikacji danych, sprzedawanego obecnie w USA i Japonii.

# Czy bylibyśmy na to gotowi?

*Ten tekst nie jest wyrzutem pod adresem któregośkolwiek z kolejnych rządów minionego 20-lecia; adresowany jest do każdego z nich.*

Z tekstu **Janusza Lipkowskiego**,  
prezesa Towarzystwa Naukowego Warszawskiego,  
„PAUza Akademicka” 207

Żywa jest ostatnio dyskusja na temat kondycji nauki polskiej w kontekście działań podejmowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Wskazuje się na wiele, delikatnie mówiąc, niezręczności w działaniach regulacyjnych tego organu na przykładzie szczegółowych rozwiązań. Na problem kondycji nauki można, i chyba trzeba, spróbować spojrzeć z wyższego punktu widzenia.

Resort nauki jest specyficznym politycznym skansenem utrzymywanym przez wszystkie bez wyjątku kolejne rządy od roku 1990. Przez polityczny skansen rozumiem w tym przypadku każdy resort do spraw, którymi rząd nie chce i nie musi zajmować się w pierwszej kolejności.

Demokratyczne rządy w Polsce względnie szybko zdecydowały, że skansenami nie mogą być tzw. resorty siłowe (wojsko, sprawy wewnętrzne), nad którymi ustanowiono cywilną kontrolę, a także sprawy zagraniczne i gospodarka. Ostatnio, w wyniku presji społecznej, do tej grupy dołączył resort zdrowia. Praktyka w tych resortach jest prosta: premier powołuje na stanowisko ministra swojego zaufanego współpracownika-urzędnika.

Pozostałe resorty były i są „oddawane” reprezentantom środowisk przez nie nadzorowanych, przy czym zawsze takie postępowanie przedstawia się jako dowód doceniania przez rząd zarówno rangi tych resortów, jak i wagi problemów w nich występujących, z którymi nikt nie upora się lepiej niż sami zainteresowani. A w przypadku narzekania... „sami sobie jesteście winni; rząd oddał sprawy w godne ręce, nieprawdaż?”. I rząd, każdy kolejny, ma spokój, przynajmniej do wyborów. O tym, że skansenowe ministerstwa nie mogą liczyć na godne finansowanie, wspominać oczywiście nie ma potrzeby – rządy mają swoje priorytety.

I na tym można by zakończyć, gdyby nie to, że jako niepoprawnego optymistę dręczy mnie następująca wizja. Załóżmy, że rząd, ten lub kolejny, w pewnym momencie dostrzeże i pojmuje wagę nauki i szkolnictwa wyższego w rozwoju cywilizacyjnym kraju i zmienia status MNiSW ze „skansenowego” na priorytetowy. W konsekwencji premier mianuje na stanowisko ministra tego resortu swojego zaufanego współpracownika-urzędnika. Taki minister ma mocną pozycję w rządzie, liczy się z nim nawet minister finansów. W konsekwencji na szczeblu rządu, koniecznie z aktywnym udziałem ministra gospodarki, stworzone zostają ramy państwowej strategii rozwoju cywilizacyjnego kraju, w której to strategii polska nauka ma należny (bo konieczny!) udział.

Wielką niewiadomą tej kuszącej przecież wizji pozostaje jednak możliwa reakcja środowiska naukowego na taki scenariusz. Co przeważy: głosy zadowolenia z podniesienia rangi spraw nauki czy głosy oburzenia z racji kolejnego przejawu deprecjacji społecznej środowiska naukowego („Już nawet drogę do stanowiska ministra nam się zamyka!”). Warto w tym kontekście pamiętać, że „za naszą miedzą” to, co kiedyś było możliwe, stało się niemożliwe: żołnierz służby czynnej nie zostanie ministrem obrony, co w pewnym okresie było w korpusie oficerskim źródłem silnych frustracji. Frustracji bardzo ludzkich, od których również nasze środowisko nie byłoby wolne.

„Cywilna” kontrola nad resortem nauki? Czy bylibyśmy na to gotowi?

IGNACY KALISZEWSKI

Institut Badań Systemowych PAN

# Zapiski w przerwie

*Rachunek pamięci*<sup>1</sup> miał się ukazać wiosną 1957 roku w Czytelniku. Były już szpalty korektowe, ale cenzura zatrzymała książkę. Czytelnicy dostali ją do ręki, jako 280 tom „Biblioteki Więzi”, w końcu roku 2012.

Większość z szesnaściorga autorów już nie żyje, a świadectwo zapisane w tekstach jest ważnym przyczynkiem do całej ich twórczości, do postaw, jakie zajmowali po opisanym doświadczeniu.

Wszystkie teksty powstały w roku 1956, kiedy można było dawać wyraz ocknieniu przeżytemu pod wpływem wydarzeń historycznych albo poglądom wyznawanym zawsze, jak w przypadku m.in. Hanny Malewskiej, Anny Kowalskiej, Jerzego Zawieyskiego, które w powojennej Polsce zakazano wypowiadać publicznie.

Zbiór poprzedza wstęp Pawła Jasienicy, uzupełniony w obecnym wydaniu przez Michała Głowińskiego, który z właściwą sobie eksperyencją analizuje przede wszystkim język tekstów, kamuflujący adresatów krytyki pojęciami: „administratorzy”, „biurokraci”, gdy ich autorzy zdawali sobie sprawę, że sztuką i twórcami zarządzają partyjni ideolodzy. Pisali do *Rachunku pamięci* z obudzoną wydarzeniami „odwilży” nadzieją, że ów dyktat się skończył, nie wrócą dyrektywy osławionego zjazdu szczecińskiego pisarzy (1949), na którym zadekretowano socrealizm jako główną metodę literackiego przedstawiania świata, a zarazem podstawowe zadanie pisarzy, i że Związek Literatów Polskich stanie się organizacją samorządną, jakkolwiek tego słowa w roku 1956 raczej nie używano.

W owym pierwotnym wstępie Paweł Jasienica stwierdza krótko: „Prace zawarte w *Rachunku pamięci* mają częstokroć wiele wspólnego z literaturą pamiętnikarską, która bywa namiętna i stronnicza, ale bez której nie może być mowy o sumiennym rozrachunku z przeszłością”. We własnym tekście daje wyraz temu przekonaniu: „Wcale się nie wypieram ani szlacheckich, ani Conradowskich pojęć o tym, co się godzi czynić, a czego nie. Niedawno temu przeczytałem *Rok 1984* Orwella. Przecież angielski pisarz najczarniejszymi barwami odmalował takie rzeczy jak »dwojmyślenie« i retuszowanie historii”.

Wszyscy autorzy książki są zgodni w sprzeciwie wobec podporządkowywania literatury potrzebom ideologicznym, zgoła politycznym, co odbywało się poprzez krytykę – w pismach opatrzonej marksistowskim szyldem „Kuźnica”, „Odrodzenie” (potem „Nowa Kultura”) – politykę wydawniczą, rozdział stypendiów i przywilejów socjalnych.

U tych o poglądach czy skłonnościach lewicowych – Helena Boguszewska, Flora Bieńkowska, Jalu Kurek – dochodzi do głosu rozczarowanie tym obliczem socjalizmu, jakie reżim pokazał rychło po umocnieniu się. Niekiedy zawód osobisty z powodu np. niedoceny przedwojennej twórczości obnażającej niesprawiedliwość społeczną, upośledzenie warstw pracujących, biedę wsi, albo osobistego zaangażowania w walkę z tymi zjawiskami. Pisarze katolicki, również zawiedzeni iluzorycznością haseł wmawianych i społeczeństwu, i bardziej od ogółu społeczeństwa wrażliwym oraz przenikliwym artystom, szczególnie mocno ostrzegali przed presją ideologiczną i jej zgnubnymi dla literatury skutkami, z których pierwsze zdążyły się pojawić w powojennym dziesięcioleciu. Ten mo-

tyw występuje zresztą u wszystkich autorów – w różnym nasileniu.

Jerzy Zawieyski, *Mój rachunek pamięci*: „Nie twierdę, by idee wyrażone w postulatach nie miały znaczenia dla jakości sztuki. Będą one wtedy cenne, jeśli staną się treścią życia artysty, jego prawdą wewnętrzną, dramatyczną drogą jego losu. Jeśli staną się czymś własnym, czymś z wyboru, z miłości i pasji, ale nie z samego podporządkowania i posłuchu”.

Mieczysław Jastrun, *Z pamiętnika pisarza*: „Nie było nic w sensie twórczości kulturalnej, która zamarała w ciasnych, przepisanych jej przez biurokrację granicach. »Osobowość«, »indywidualność« – ile drwiny ścigały na siebie te określenia, związane przecież najściślej z pojęciem humanizmu, którego pełne usta mieli mistyfikatory, przymykający równocześnie w sposób porozumiewawczy jedno oko”.

Do nas, którym przyszło studiować kierunki humanistyczne w tym najgorszym okresie, nikt nie mrugał porozumiewawczo. Jedni profesorowie wykładali historię literatury z perspektywy „burżuazyjnej”, tj. tak, jak robili to przed wojną; inni objaśniali, co to są „humanizm realistyczny” i „socjalistyczny realizm”. To drugie podejście bywało ponętne dla młodych, którym wmawiano, że stoją oto przed wielkim polem, na którym trzeba uprawiać nową humanistykę, i że to im właśnie historia dała taką szansę.

*Rachunek pamięci* obejmuje niedługi, lecz „gęsty” historyczny okres. Jest zapisem gwałtownie doznanego rozczarowania pisarzy, którzy, przeżywszy wojnę, mniej lub bardziej zaangażowani w walkę podziemną, uwierzyli albo poddali się złudzeniu, że w nowym państwie polskim literatura będzie cieszyć się swobodą – większą niż inne sfery zbiorowego życia. Bardzo nieliczni wycofali się od razu z udziału w oficjalnych formach aktywności, spośród których główną dla pisarzy był Związek Literatów Polskich. Dużo miejsca w książce zajmują opisy zawłaszczania ZLP przez komunistów, które długo, obok irytacji, wywoływało zdziwienie sposobami, jakich używano. Jan Nepomucen Miller, *Kartka z dziejów Związku Literatów Polskich*: „Warunki, w jakich rozwijała się u nas sztuka i literatura aż do roku bieżącego [1956 – M.B.], uniemożliwiały wszelką wymianę zdań, gdyż jeden kierunek [...] ustalony przez klikę politycznych dyktatorów sprawował władzę, mając do rozporządzenia nie tylko służbiste pióra powołanej do tego sieci propagandy literackiej, lecz wszelkie inne agendy »sztuki i kultury«, nie wyłączając wszelkich organów nacisku administracyjnego”.

Młodym czytelnikom, zwłaszcza mniej znającym historię najnowszą, *Rachunek pamięci* wyda się trochę bajką o żelaznym wilku. Tym bardziej warto polecić tę lekturę jako ciekawą i jako pouczającą o niebezpieczeństwie uwiedzenia utopią, która nader często posługuje się demagogią niełatwą do odróżnienia od rejestru cnót.

Istotnym dopełnieniem są, zamieszczone na końcu książki, noty biograficzne – pokazują ostateczne saldo rachunku dokonanego po pierwszym bolesnym etapie powojennych doświadczeń.

MAGDALENA BAJER

<sup>1</sup> *Rachunek pamięci*, Instytut Dokumentacji i Studiów nad Literaturą Polską, „Biblioteka Więzi”, Warszawa 2012.

# Skuteczna, lecz niezbyt ładna

KRZYSZTOF MAŚLANKA

*Bohr był nielogiczny, a jego tezy niejasne i uporczywie mętne. Ale miał rację. Einstein był konsekwentny, a jego tezy jasne i realistyczne. Ale nie miał racji.*

John S. Bell (1928–1990)

W lutym 2013 roku minęło 100 lat od chwili, gdy 28-letni wówczas Niels Bohr usłyszał o formule Balmera, opisującej fragment widma atomu wodoru w zakresie widzialnym. Formuła ta, *odgadnięta* w 1884 roku przez Johanna Balmera, nauczyciela z Bazylei, stała się dla Bohra punktem wyjścia przy konstrukcji jego modelu atomu wodoru.

1. Tytuł tego artykułu powinien brzmieć: *O problemie interpretacji mechaniki kwantowej*. Ale wtedy zorientowani humanistycznie czytelnicy odłożyliby go natychmiast z niechęcią jako „trudny” albo wręcz „nudny”, wraz z dodatkową wymówką: „Nie znam się na tym”. Jest dla mnie zagadką, dlaczego to ostatnie zdanie traktowane jest zwykle jako wygodny pretekst do postawy chłodnej obojętności wobec spraw nieznanych, choć ciekawych i ważnych. Przecież równie dobrze mogłaby to być skuteczna zachęta, aby jednak poświęcić im chociaż parę chwil.

Na wstępie przypomnę pewien mało znany, ale dający do myślenia – i na pewno powszechnie zrozumiały – fakt, który powinien zachęcić do przebrnięcia przez niniejszy tekst: Aż 30% dochodu narodowego brutto Stanów Zjednoczonych oparte jest na wynalazkach wynikających z zastosowań mechaniki kwantowej<sup>1</sup>.

2. Współczesna fizyka opiera się na dwóch głównych filarach, dwu teoriach odkrytych na początku XX wieku. Są to: teoria grawitacji Einsteina, zwana tradycyjnie, choć trochę myląco, ogólną teorią względności (1915), oraz teoria opisująca obiekty mikroświata, m.in. atomy i ich składniki, czyli właśnie wspomniana mechanika kwantowa (1925–1927).

Ta pierwsza stanowi efekt kilku lat samotnych zmagañ intelektualnego giganta; druga jest wspólnym dzie-

łem kilku, na ogół bardzo młodych fizyków – młodszych od Einsteina o jedno pokolenie. Mentorem tych ostatnich oraz gorliwym obrońcą, niemal „głównym ideologiem” mechaniki kwantowej, stał się duński fizyk Niels Bohr (1885–1962).

Tymczasem teoria Einsteina nigdy nie potrzebowała takiego „advokata z urzędu”: zawsze skutecznie broniła się sama. Także jej twórca był od początku spokojny o swe dzieło. Na pytanie, co by zrobił, gdyby w roku 1919 wyprawa naukowa Eddingtona nie odkryła przewidzianego przez jego teorię zakrzywienia promieni światła gwiazd w pobliżu Słońca, odparł po prostu: „Byłoby mi żal dobrego Pana Boga, bo teoria jest w porządku”<sup>2</sup>. Trzeba dodać, że Einstein, który sam siebie określił paradoksalnym zestawieniem słów: „głęboko wierzący ateista”<sup>3</sup>, mówiąc o fizyce, miał osobliwy zwyczaj częstego powoływania się na Boga, choć ten jego „Bóg” niewiele miał wspólnego z Bogiem judaizmu i chrześcijaństwa<sup>4</sup>.

3. Po odkryciu obu wspomnianych wyżej teorii prawie od razu pojawiły się problemy natury filozoficznej. Podświadome przekonanie, wręcz wiara w możliwość jednego, estetycznego oraz spójnego opisu całej rzeczywistości skłoniła fizyków do prób ich uzgodnienia, połączenia, czyli „unifikacji”. Ale nie udało się to do dzisiaj. Podjęto wprawdzie kilka różnych, ambitnych prób rozwiązania tego problemu, jednak nie są one w pełni zadowalające.

Przyczyny braku powodzenia można poniekąd zrozumieć. Obydwa filary współczesnej fizyki są dramatycznie różne. Różnią się także obszary ich zastosowań: z jednej strony mikroświat atomów i cząstek elementarnych, gdzie grawitacja jest bez znaczenia; z drugiej np. rządzonej grawitacją Układ Słoneczny, gdzie z kolei nie widać efektów kwantowych. Stąd właśnie wszelkie

<sup>1</sup> Max Tegmark i John Archibald Wheeler, *100 Years of Quantum Mysteries*, „Scientific American”, February 2001, s. 68–75.

<sup>2</sup> *Einstein w cytatach*. Zebrała Alice Calaprice, Prószyński i Ska, Warszawa 1997, str. 173.

<sup>3</sup> Ibidem, str. 165.

<sup>4</sup> Krzysztof Maślanka, *Refleksje na temat wybranych epizodów z dziejów relacji nauka–wiara*, [w:] Materiały z konferencji *Astronomia: Nauka i Wiara*, 26–28 XI 2009, Akademia Jana Długosza, Częstochowa, 2011.



próby pogodzenia stanowią tak trudne wyzwanie. Niewątpliwie trzeba tu jakieś radykalnie nowej idei wiodącej, która mogłaby doprowadzić do postępu. Jak dotąd, mamy tylko nazwę: „kwantowa teoria grawitacji” – i niewiele więcej...

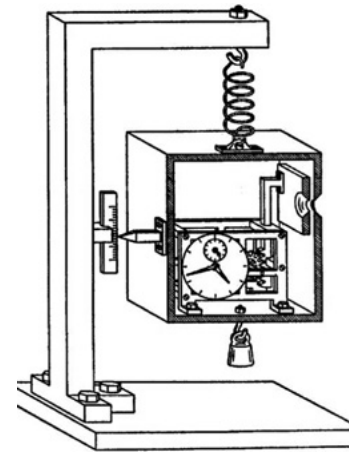
Teoria Einsteina, choć matematycznie trudna, jest estetyczna i spójna logicznie. Dostarczyła kilku raptem, niemniej bardzo przekonujących i efektywnych testów doświadczalnych, które potwierdziły jej wyższość nad starą teorią grawitacji Newtona. Jednak stosowanie jej w życiu codziennym byłoby na ogół zbyt ciężką pedanterią. Umożliwiła natomiast wolny od sprzeczności opis Wszechświata jako całości oraz jego ewolucji, dając przez to początek nowoczesnej kosmologii (1917). I jeszcze jeden aspekt, bardziej subtelny: teoria Einsteina jest z natury „nieliniowa”. Mówiąc zwyczajnie: źródłem grawitacji jest wszystko, nawet ona sama, a nie tylko masa, jak w teorii Newtona. Według Einsteina „gravitacja gravituje”. To właśnie sprawia, że skuteczne i ogólne rozwiązywanie równań tej teorii jest sprawą bardzo trudną.

4. Mechanika kwantowa jest jakościowo odmienna. W szczególności liczba jej zastosowań praktycznych jest doprawdy zdumiewająca. Większość ludzi nie ma o tym pojęcia, ale to właśnie mechanika kwantowa, zwłaszcza w swym elektronicznym wcieleniu, obdarowała współczesną cywilizację mnóstwem nieoczekiwanych wynalazków: czasem bardzo pożytecznych (np. magnetyczny rezonans jądrowy w medycynie), znacznie częściej zniewalających, a niekiedy po prostu irytujących. Swoją drogą, gdyby tak nagle zabrakło wszystkich tych komputerów, laserów, telefonów komórkowych, odtwarzaczy DVD, „empetrójek” i innych atrybutów nowoczesności... Strach pomyśleć, jakie rozmiary przybrałaby powszechna frustracja. A przecież jeszcze ćwierć wieku temu ludzie żyli i skutecznie pracowali bez tego wszystkiego...

Panuje też przekonanie, że mechanika kwantowa jest najbardziej udaną teorią całej fizyki. W bardzo precyzyjnym sensie. Na przykład nikomu – nawet Einsteinowi – nie udało się zaprojektować eksperymentu, który by przeczył jej przewidywaniom. A natrudził się przy tym niemało. Niejeden też raz doprowadził do irytacji swego godnego adwersarza, Nielsa Bohra. Ale był w tym konsekwentny i uczciwy: bezgranicznie ufał swej fenomenalnej intuicji, która wcześniej tyle razy naprowadziła go na właściwy trop.

Pewnego razu, w roku 1930 podczas VI Konferencji Solvaya w Brukseli, Einsteinowi już się zdawało, że okpił i teorię kwantów, i jej głównego ideologa, Bohra. Zaprojektował pomysłowy przyrząd, który jakoby miał zmierzyć *jednocześnie i dokładnie* zarówno energię fotonu, jak i czas jego emisji – wbrew tzw. zasadzie nieoznaczoności Heisenberga. Urządzenie to, składające się m.in. z wagi sprężynowej oraz zegara, można w zasadzie wykonać. (W celu dydaktycznym uczynił to później George Gamow).

Jednak po bezsennej nocy Bohr znalazł, jak zresztą zawsze dotąd, błąd w rozumowaniu Einsteina. Co więcej, pokonał go jego własną bronią. Pokazał, że Einstein zapominał o pewnym drobnym efekcie, wynikającym z jego własnej ogólnej teorii względności! Po uwzględnieniu tego efektu okazało się, że wszystko zgadza się idealnie z przewidywaniami teorii kwantowej.



Zaprojektowany przez Einsteina przyrząd mający obalić zasadę nieoznaczoności Heisenberga w wersji  $\Delta E \cdot \Delta t > h$ , gdzie  $\Delta E$  jest nieoznaczonością energii,  $\Delta t$  jest nieoznaczonością czasu,  $h$  to fundamentalna stała przyrody Plancka. Pudełko z gazem cząstek światła, fotonów, zawieszono jest na wadze sprężynowej w polu grawitacyjnym. Mechanizm zegarowy otwiera na moment szczelinę po prawej. Jeden foton ucieka w chwili, którą *dokładnie* rejestruje zegar. Foton ten unosi energię, która – zgodnie ze sławnym  $E = mc^2$  – jest równoważna ubytkowej masie. Wskutek tego pudełko staje się odpowiednio lżejsze, co *dokładnie* rejestruje wskazanie podziałki wagi. Zatem obie nieoznaczoności  $\Delta E$  oraz  $\Delta t$  mogą być dowolnie małe, wbrew zasadzie Heisenberga. Tyle Einstein.

Bohr zwrócił uwagę na to, że po ucieczce fotonu lżejsze pudełko z zegarem przesunie się w górę w polu grawitacyjnym. Przewidziany przez teorię Einsteina efekt mówi, że tempo chodu zegara zmieni się proporcjonalnie do tego przesunięcia, powstanie zatem nieoznaczoność pomiaru czasu. Po uwzględnieniu tego dostajemy, że jednak  $\Delta E \cdot \Delta t > h$ .

Mimo tego dramatycznego epizodu uparty Einstein nie podał się. Dotąd twierdził, że mechanika kwantowa jest niespójna (*inconsistent*); teraz zmienił kierunek ataku: owszem, jest ona, z jakichś powodów, poprawna, ale jest niepełna (*incomplete*). Pięć lat później (1935 r.), przy współpracy z Borisem Podolskim i Nathanem Rosenem, Einstein przypuścił bardziej subtelny atak na mechanikę kwantową, który na wiele lat dał fizykom do myślenia.

Rysunek pochodzi z książki  
Albert Einstein: *Philosopher-Scientist*,  
Cambridge University Press, 1949, p. 227



Ostatni rysunek wykonany przez Bohra na tablicy kilka godzin przed śmiercią (18 XI 1962 r.). Jest to właśnie sławne pudełko Einsteina, *Clock in the Box*. Jak widać, Bohr do samego końca analizował ten problem.

AIP Emilio Segrè Visual Archives  
(archiwum dostępne w Internecie)



5. Warto podkreślić, że mechanika kwantowa jest jedyną teorią, której matematyczny formalizm przetrwa zapewne w niezmiennionej postaci wszelkie przyszłe zmiany w fizyce<sup>5</sup>. Stwierdzenie podejrzanie radykalne, które jednak można jakościowo uzasadnić. Teoria ta jest bowiem bardzo „odporna” na potencjalne uogólnienia. Jakikolwiek próby – choćby drobnych – jej modyfikacji (np. przez wprowadzenie nieliniowych poprawek) prowadzą od razu do sprzeczności lub jawnych absurdów, w rodzaju np. ujemnych czy nieskończonych prawdopodobieństw dla rozmaitych zjawisk. Innymi słowy, mechanika kwantowa (w przeciwieństwie np. do ogólnej teorii względności) *nie wydaje się przypadkiem granicznym* jakiejś nieznannej jeszcze, bardziej uniwersalnej teorii. W opisie mikroświata stanowi ona najwyraźniej przysłowiowy „strzał w dziesiątkę”.

Jest jednocześnie prawdą, że od chwili swego powstania mechanika kwantowa budzi niedosyt. Jest jednocześnie i skuteczna, i – w pewnym sensie – po prostu niezbyt ładna. Wszystko jest dobrze, dopóki ktoś traktuje ją tylko jako pewien trafnie odgadnięty algorytm. Wtedy wszystkie przewidywania zgadzają się perfekcyjnie z pomiarami. Poziomy energetyczne atomów, ich widma, własności molekuł w chemii kwantowej itd.

Gdy jednak ktoś chce dogłębnie *zrozumieć*, wówczas zaczyna odczuwać niedosyt. Po prostu: mechanika kwantowa cierpi aż do dziś na dotkliwy brak zadowalającej interpretacji – „filozofii”. Ale tej nie należy się spodziewać ze strony zawodowych filozofów, a raczej ze strony filozofujących fizyków. Do tej hybrydowej kategorii uczonych zaliczali się, zwłaszcza pod koniec życia, wszyscy główni twórcy tej teorii.

6. Mój pogląd – nie twierdzę, że szczególnie odkrywczy – w tej kwestii jest następujący. Jak wiadomo, obie teorie względności Einsteina: szczególna (1905) i ogólna (1915), radykalnie zmieniły nasze klasyczne, zdroworozsądkowe wyobrażenia o czasie, jednoczesności, przestrzeni, świetle i grawitacji – czyli o pojęciach dobrze znanych z życia codziennego. Teorie te wprowadziły wysoki próg pojęciowy i nowy język matematyczny. Często gardziły zdrowym rozsądkiem, bardziej ceniąc logiczną spójność oraz nieuchronne wnioski płynące z trafnie dobranego formalizmu matematycznego.

Ale nigdy nie naruszyły klasycznej koncepcji *zrozumienia*. Co więcej, nauczając tych teorii, możemy się wciąż odwoływać do poglądowych, dydaktycznych analogii. Na przykład: mówiąc o czasoprzestrzeni i jej krzywiznie, możemy, ignorując jeden wymiar przestrzenny, z powodzeniem myśleć o giętkiej, cienkiej, gładkiej, dynamicznej płachcie i rysować na niej, przynajmniej w myśli, linie najkrótsze – trajektorie cząstek.

Natomiast mechanika kwantowa nieodwracalnie zniszczyła nasze klasyczne, „rozsądne” wyobrażenia o mikroświecie i „zamieszkujących” go cząstkach. Pojawiła się ich rozmyta lokalizacja, zasadnicza nierozróżnialność oraz zagadkowy dualizm korpuskularno-falowy. Nieproszone wtargnęło prawdopodobieństwo – i to nie jak w klasycznej teorii, czyli jako wygodne uproszczenie, swoisty kom-

promis pomiędzy pełną, niemożliwą do ogarnięcia informacją a informacją najistotniejszą, choć w zasadzie wystarczającą. Z niezrozumiałych jak dotąd powodów, w osobliwym świecie kwantów prawdopodobieństwo ulokowało się najwyraźniej na poziomie fundamentalnym.

A co najgorsze, mechanika kwantowa dokonała też zamachu na dotychczasową koncepcję samego zrozumienia – i nie dostarczyła w zamian niczego nowego! Tu nie ma już żadnych poglądowych analogii. Jesteśmy zdani wyłącznie na czyste koncepcje matematyczne.

Nie twierdzę, że to mało. Matematyka (a przynajmniej arytmetyka i teoria zbiorów oraz oparte na nich dziedziny) to w końcu „bastion pewności i precyzji” – jak się wyraził matematyk Leo Corry<sup>6</sup>. Ale w fizyce mieliśmy, w każdym razie od czasów Newtona, nie tylko solidny matematyczny drogowskaz, ale i możliwość intuicyjnej kontroli problemu. Tymczasem w mechanice kwantowej fizyk przypomina poniekąd pilota, który prowadzi samolot we mgle i jest zdany wyłącznie na wskazania przyrządów.

7. Stąd właśnie ten przykry i przedłużający się niedosyt. To naprawdę dziwne, ale po raz pierwszy w dziejach fizyki teoretycznej człowiek odkrył (a właściwie: odgadł) niewątpliwie poprawne i najwyraźniej fundamentalne prawa, których potem sam nie był w stanie zrozumieć w zadowalający sposób. Jedno tylko wiemy na pewno: świat cząstek elementarnych *nie* jest miniaturyzacją, prostym przeskalowaniem świata makroskopowego, w którym żyjemy i na podstawie którego, z konieczności, kształtujemy naszą intuicję oraz tzw. zdrowy rozsądek. W szczególności złożone obiekty kwantowe nie są prostą sumą swych składników.

Jak to zwykle bywa, gdy problem jest nabrzmiały i nie rokuje szybkiego rozwiązania, można się odwołać do filozofii, wypisać morze atramentu – i nie zbliżyć się ani o krok w stronę zadowalającego rozwiązania. Ale można też przyjąć podejście pragmatyczne, które wprawdzie też nie zbliży do rozwiązania, ale przynajmniej oszczędzi mętnych i przegadanych wywodów oraz bólu głowy. W najbardziej lapidarny sposób uczynił to amerykański fizyk i matematyk John von Neumann (a może Richard Feynman? – zdania są podzielone), gdy zjawił się u niego pewien student uskarżający się na to, że nie rozumie mechaniki kwantowej. Praktyczna, a nie wątpię, że szczerza rada von Neumanna brzmiała: – Tego się nie rozumie, do tego się *przyzwyczajają*.

Patrząc na uporczywe, ale bezskuteczne wysiłki samych twórców mechaniki kwantowej można – miejmy nadzieję, że tylko chwilowo – przyjąć, że jest to jedyne rozsądne podejście. Można także przytoczyć mocno już wyświechtaną i, jak z powyższego wyraźnie widać, dość w końcu trywialną sentencję Hamleta: „Więcej jest rzeczy na niebie i na ziemi, Horacy, niż to się śniło naszym filozofom”.

KRZYSZTOF MAŚLANKA

Instytut Historii Nauki PAN, Warszawa–Kraków

<sup>5</sup> Tak uważa m.in. współczesny amerykański fizyk teoretyk Steven Weinberg; por. jego *Sen o teorii ostatecznej*, Zysk i Ska, 1997, s. 76–78.

<sup>6</sup> *The Princeton Companion to Mathematics*, Princeton University Press, 2008, p. 130.

# Innowacje jak klocki Lego

Tekst ABBY pt. *Innowacje* („PAUza Akademicka”, 207) trafnie ocenia problem innowacyjności w nauce. Chciałbym okraszyć go garścią szczegółów technicznych.

Aby opowiedzieć o innowacjach i współpracy z prze-mysłem, posłużę się przykładem z dziecięcych zabaw klockami Lego. Naukowcy w laboratoriach tworzą pojedyncze klocki Lego. Pojedynczy klocek nie ma wartości komercyjnej, jak wiadomo w sklepie kupuje się zestawy Lego. Takie klocki, tworzone przez naukę (i tę podstawowa i tę tzw. stosowaną), biorą inżynierowie w firmie/przemysle i składają z nich różne rzeczy, np. konia i stajnię, albo koparkę lub helikopter. Z kolei specjaliści od rynku łączą stajnię z koniem i dzięki temu podnoszą wartość produktu ponad sumę prostą. Czyli pierwsze nieporozumienie, to istnienie na uczelni zestawów Lego gotowych do sprzedaży.

Drugi problem dotyczy Dyzmowskiego pytania: „a kto będzie robił?”. Naukowcy z racji swojej wiary zawodowej nie nadają się na pracowników firmy. Czyli wynalazca, odkrywca, naukowiec nie będzie odczuwał radości ze sprzedaży swojego wyrobu, jeśli na drugiej szali położy swoją pracę naukową i wolność naukową. Najlepiej w firmie zatrudnić tych, którzy uczestnicząc w odkryciu, nie mogą lub nie chcą być naukowcami, czyli osoby z kręgu studentów (licencjantów, magistrantów, doktorantów). Kluczem do sukcesu spin-offu nie jest odkrycie czy wynalazek, ale zespół zarządzający wraz z pracownikami (czyli wykształconymi na uniwersytecie ludźmi, którzy są największym darem uczelni dla gospodarki).

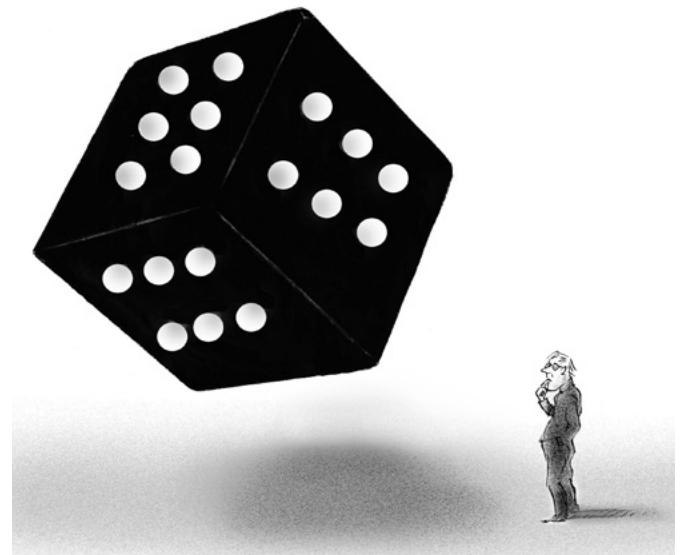
Nie wystarczy genialny produkt, trzeba mieć także sieć sprzedaży na świecie. Dziś jest łatwiej coś wyprodukować, niż sprzedać. Dla produktu globalnego potrzebna jest obsługa kancelarii patentowej z Cambridge (w USA lub w GB), bo to nadaje wynalazkowi sznyt międzynarodowy i większą wiarygodność. Potrzebne są także raporty za kilkaset tysięcy zł z najlepszej firmy konsultingowej, bo tylko wtedy wielcy mogą dostrzec innowacyjną technologię małej firmy.

I na koniec: co zrobić, aby powstał koncern globalny nad Wisłą? – Zasiać wiarę wśród studentów (a nawet wcześniej wśród uczniów liceów), że warto być przedsiębiorcą i to takim, który sam wymyśli innowacyjny produkt, najlepiej jeszcze na studiach. Stworzyć atmosferę, by w danym regionie i w danej branży powstało 100–200 spin-offów, a potem chwilę poczekać, by poprzez samoorganizację/konsolidację spin-offów koncern sam wypłynął.

W IChF PAN dorobiliśmy się systemu, w którym i twórca, i jednostka, i inwestor mogą ze sobą współpracować. Założyliśmy już dwa spin-offy od końca 2010 roku, czyli od kiedy prawo polskie dało nam taką możliwość. Z mojego doświadczenia wynika, że najtrudniej znaleźć ludzi, którzy mogą pociągnąć spin-off do przodu. Źle się dzieje, jeżeli spin-off tworzą naukowcy z jedną nogą w badaniach na uczelni. Stanie okrakiem źle robi i nauce, i spin-offom. Albo publikacje, albo produkt, i nie chodzi nawet o tajemnice firmy, tylko o czas: doba dla każdego ma 24 godziny. A praca w spin-offie dramatycznie różni się od badań naukowych, mimo że w obu szuka się prawdy i rozwiązania problemu. W spin-offie nie ma czasu na dygresje, trzeba brać istniejące klocki Lego i dopasowywać je, przy okazji tworząc kolejne innowacje, a w nauce poprzez dygresje tworzyć coraz to nowe klocki.

ROBERT HOŁYST

Instytut Chemii Fizycznej PAN



rys. Adam Korpak



PAUza Akademicka – [www.pauza.krakow.pl](http://www.pauza.krakow.pl) – tygodnik Polskiej Akademii Umiejętności i środowiska naukowego.

**Rada Redakcyjna:** Magdalena Bajer, Andrzej Białas, Aleksander Koj, Janusz Limon, Ewa Lipska, Stanisław Rodziński, Piotr Sztompka, Jerzy Vetulani, Marta Wyka, Jerzy Wyrozumski, Jakub Zakrzewski, Franciszek Ziejka.

**Redakcja:** Andrzej Białas – redaktor naczelny; Andrzej Kobos, Marian Nowy – redaktorzy; Adam Korpak – grafika; Anna Michalewicz – dyrektor administracyjny; Witold Brzoskowski – fotokład; Wydawnictwo PAU – konsultacje.

**Adres do korespondencji:** Polska Akademia Umiejętności, 31–016 Kraków, ul. Sławkowska 17; e-mail: [pauza@pau.krakow.pl](mailto:pauza@pau.krakow.pl)

Oczekujemy na artykuły do 6 000 znaków (ze spacjami) i ilustracje w formacie JPEG o rozdzielczości 300 dpi. Redakcja zastrzega sobie prawo skracania artykułów i korespondencji oraz zaopatrywania ich własnymi tytułami. Artykułów niezamówionych redakcja nie zwraca.