

PAUza

Akademicka



Rok XIII

Tygodnik Polskiej Akademii Umiejętności

Nr 559

Kraków, 27 maja 2021

pauza.krakow.pl

pau.krakow.pl

Bilet na ostatni bal na Titanicu?

Ze sporymi fanfarami ruszyła prezentacja najnowszego projektu politycznego pod szumną nazwą Polski Ład, czyli projektu zagospodarowania ogromnych środków unijnych, a przy okazji dokonania korekt organizacyjnych i finansowych w zarządzaniu państwem polskim.

Już we wstępie do nader obszernego (132 strony) dokumentu autorzy piszą: *Przed nami nowa dekada wieku – dekada, która może zdecydować o przyszłym losie Polski i Europy w perspektywie kilku kolejnych dziesięcioleci. Dlatego nasz cel jest jasny: jak najszybciej powrócić na ścieżkę wzrostu gospodarczego i kontynuować budowę polskiego państwa dobrobytu. Jeżeli chcemy odzyskać nasze marzenia, musimy działać już dziś. Dlatego czas na kolejny przełom. Czas na Polski Ład – kompleksową strategię przezwyciężenia skutków pandemii. To nasz plan gospodarczej odbudowy. I nowa nadzieja na dobrą przyszłość.*

Ta skądinąd trafna konstatacja i wspaniale brzmiący cel bardzo szybko zostały przez politycznych autorów sprowadzone na niższy pułap sformulowaniem: „Polski Ład dotyczy przede wszystkim kwestii społecznych i gospodarczych”. Przekładając te zdania z nieco ezopowego języka partyjnej propagandy na bardziej ludzki, chodzi o to, jak podzielić tę obiecaną górę pieniędzy, tak by „Polska rosła w siłę, a ludziom się żyło dostatniej”. Brzmi znajomo, niestety.

Pozostawmy debatę o tym, kto zyska, a kto straci, ekspertom oraz grupom interesu. Także kwestię, czy te dodatkowe 10–15% dodane służbie zdrowia przywróci ją co najmniej do stanu przed pandemią. A także czy kolejne kilometry dróg i autostrad pomogą w skądinąd zbożnym dziele podnoszenia Polski z kolejnych „ruin”, ukochanego sformułowania każdej nowej władzy, z tym że obecne „ruiny” trudno zwać na poprzedników.

Kluczowe dla przyszłości kraju nie jest jednak to, co zapisano w dokumencie, ale to, czego w nim nie ma lub co najwyższej jest zamarkowane gdzieś w środku. Nikt w cywilizowanym świecie nie ma najmniejszej wątpliwości, że bez rozwoju innowacyjności opartej na nauce, żaden kraj nie ma najmniejszych szans na udział w globalnej grze o przyszłość.

I nie chodzi li tylko o pieniądze, ale przede wszystkim o powszechne zrozumienie i akceptację tego oczywistego faktu zarówno przez rządzących, jak i rządzonych.

Obecna pandemia w sposób wyjątkowo bezpośredni udowodniła, że jedynie nauka oferuje ratunek oraz szansę na dalszy rozwój ludzkości. I to nie tylko w zakresie czysto medycznym (szczepionki), ale także dzięki rozwojowi technologii komunikacyjnych, informatyki, nauk przyrodniczych i – co szczególnie warto podkreślić – nauk społecznych.

A w kraju wciąż notujemy gigantyczny deficyt kadr w sektorze B+R, wymagający co najmniej podwojenia obecnej liczby i to w czasie, gdy głównie dzięki funduszom unijnym dokonano ogromnych inwestycji infrastrukturalnych. To, a nie pompacyjne projekty administracyjne, powinno stać się fundamentem długofalowej strategii rozwojowej państwa polskiego.

Na ten temat znajdziemy w ponad 130-stronicowym dokumencie jedynie małą wzmiankę o chęci powołania Akademii Kopernikańskiej i to mimo zapewnień wiceministra Bernackiego, że nie są prowadzone żadne prace na ten temat w MEiN. Na ośłodę cukierek w postaci obietnicy o wspieraniu PAN, PAU, TNW oraz NCN. A o instytucjach badawczych w kraju i – co najsmutniejsze – o prawdziwej, a nie ideologicznej reformie edukacji, przystosowującej młodzież do życia w coraz bardziej wymagającym i konkurencyjnym świecie – ani słowa.

Myślę, że nasze całkiem liczne środowisko akademickie musi w tej sprawie nie tylko zabrać głos krytyczny, ale wręcz zainicjować konstruktywną debatę o przyszłości Polski. Jeśli tego nie zrobimy, a przypomnę, że w naszej orbicie jest ponad półtoramilionowa rzesza studiujących, to będziemy współwinni zmarnowania unikalnej szansy, jaką oferuje nam Fundusz Odbudowy. I także tego, że zamiast przyspieszyć rozwój innowacyjnej gospodarki, zawdzięczającej obecny impet głównie przedsiębiorczości sektora prywatnego oraz wsparciu unijnemu, obudzimy się już niedługo w centralnie sterowanym, ale kompletnie niesterownym i archaicznym państwie gdzieś na nieistotnych peryferiach Europy i świata.

JERZY M. LANGER

Prezes Towarzystwa Naukowego Warszawskiego

Redakcja dotarła do Listu, jaki wicepremier Jarosław Gowin wysłał do ministra Przemysława Czarńka. Zamieszczamy go jako link.

List wicepremiera Jarosława Gowina do ministra Przemysława Czarńka - [link](#)



Kraków

Partnerem czasopisma jest Miasto Kraków

O motywacjach w nauce

Tekst ten jest głosem w dyskusji, w której Profesorowie Sztompka (PAUza 527 i 557) i Białas (PAUza 557) zastanawiają się nad rolą współzawodnictwa w nauce. W wielkim skrócie i uproszczeniu: Profesor Sztompka podkreśla motywującą rolę współzawodnictwa i „dążenia do bycia lepszym od innych”, zaś Profesor Białas twierdzi: „porównywanie się z kolegami i czerpanie satysfakcji z osiągnięć na tym polu (chociaż, przynajmniej, bardzo ludzkie) wydaje mi się kontrproduktywne”. Myślę, że ta kontrowersja jest fragmentem szerszego problemu: jakie są motywacje skłaniające uczonych do uprawiania nauki.

Zacznę od zdarzenia sprzed kilku lat. Ostatni seans mojego wykładu monograficznego „Algorytmika rozproszona” dla magistrantów i doktorantów poświęcam zwykle na prezentację znanych otwartych problemów, zwłaszcza tych, które nękają mnie od wielu lat, w nadziei, że ktoś ze słuchaczy połknie haczyk i zajmie się którymś z tych problemów. Zwykle pomijam fakt, że myślałem o wielu z nich przez wiele lat, bezskutecznie próbując je rozwiązać, bo myślę, że czasem lepiej nie zdawać sobie sprawy z trudności: ma się wtedy więcej odwagi. Pokazuję natomiast historie tych problemów, cytując wyniki, które na przestrzeni lat zbliżały się do pełnego rozwiązania, i podkreślam, czego jeszcze brakuje. Otóż gdy przedstawiałem taki problem, mówiąc, jak wspaniale byłoby zrobić ten ostatni brakujący krok, jeden ze studentów zapytał mnie: Mówi pan, że takie ważne byłoby znalezienie optymalnego algorytmu dla tego problemu, ale czy ten algorytm przyczyniłby się do zmniejszenia głodu w Afryce?

Zrozumiałem, że sytuacja jest poważna. Powiedziałam studentom, że zamiast pokazywać im dalsze otwarte problemy, powiem, co mnie osobiście skłania do uprawiania nauki. Poświęciłem na to ostatnią godzinę tego wykładu, mam nadzieję z korzyścią dla słuchaczy. Przytoczę te poglądy, bardzo osobiste, poniżej.

Moim zdaniem motywacje do uprawiania nauki są trzy. Pierwsza z nich to poprawienie losu ludzi (i czasem zwierząt). Z zazdrością myślę o uczonych, których prace przyczyniły się do wymyślenia nowego leku, szczepionki czy terapii, albo do stworzenia nowego rodzaju zboża, bardziej odpornego na szkodniki czy warunki klimatyczne. Niestety dla naukowców pracujących tak jak ja w dziedzinach teoretycznych (w moim przypadku są to matematyczne podstawy informatyki) takie motywacje są na ogół zamknięte. Od tego zacząłem moją odpowiedź temu studentowi: zajmując się problemami, które proponuję, głodu w Afryce pan nie zmniejszy.

Druga motywacja to ciekawość. Jak to naprawdę jest? Jaki jest najefektywniejszy algorytm dla tego ważnego problemu? Czy przy tak słabych założeniach dane zadanie jest w ogóle wykonalne? Mój mistrz, Profesor Andrzej Mostowski, mawiał: Przed śmiercią chciałbym jeszcze zrozumieć – i tu podawał jakiś problem w logice matematycznej, który go nękał. Myślę, że wszyscy uczeni

potwierdzą, że zwykła ciekawość (ten pierwszy stopień do piekła) jest integralną częścią ich motywacji badawczych.

Dochodzimy wreszcie do trzeciej motywacji: współzawodnictwa z innymi. Oto znany problem i oto najlepszy istniejący dla niego algorytm wymyślony 20 lat temu przez sławnego uczonego X. Od 20 lat wielu bezskutecznie próbowało znaleźć lepszy algorytm. (Ani X, ani ci próbujący nie wyglądają na żaby, są raczej zającami, jeśli nie tygrysami: to aluzja do tekstu Profesora Białasa). Jak wielką satysfakcję dałoby znalezienie lepszego algorytmu! Oto hipoteza sławnego Y. Czuję, że Y nie ma racji. Jak wspaniale byłoby tę hipotezę obalić! Można oczywiście stawiać nowe problemy, zadawać nowe pytania i na nie odpowiadać, sam też robiłem to wielokrotnie. Ale przyznam szczerze: nigdy nie czułem większej satysfakcji niż tej z rozwiązania cudzego problemu, czy znalezienia efektywniejszego algorytmu niż inni. Poprawienie własnego dawniejszego wyniku, które odpowiada na postulat Profesora Białasa „uczony musi stale dążyć do stawiania się coraz lepszym OD SIEBIE”, nigdy mnie tak nie ucieszyło.

Nie wiem, czy motywacja „sportowa” jest równie „wysoka” jak obie poprzednie, ale dla mnie osobiście jest bardzo stymulująca. Z rozmów z kolegami wiem, że dla wielu innych również. Może najbardziej dla młodych, ale nie będę ukrywał, że po ponad 40 latach pracy naukowej, jako stary już człowiek, ciągle czuję ten dreszcz emocji. Wszystko to powiedziałem wtedy studentom. Po wykładzie ten student, który zadał pytanie o głód w Afryce, podszedł do mnie i powiedział: Nie wiem, czy się z panem zgadzam, ale jestem pewien, że był pan szczery. Do dziś nie wiem, czy to była pochwała, czy nagana.

Na koniec uwaga o uczciwości, o której pisze Profesor Białas, bo oczywiście współzawodnictwo musi być uczciwe. W mojej dziedzinie właściwie nie ma tego problemu, trochę tak jak w szachach: wszystko jest na szachownicy. Danych sfałszować nie można, próba ukrycia błędu w dowodzie będzie szybko zauważona. Można oczywiście próbować ukraść koledze pomysł, którym on się podzielił przed publikacją, ale prawdę mówiąc, w ciągu ponad 40 lat pracy nigdy się z tym nie spotkałem. Może jestem ślepy bądź naiwny, ale wśród badaczy wysokiego szczebla to się po prostu nie zdarza, chyba z powodu pewnego „etosu rycerskiego”, który przeważa nad korzyściami z ewentualnej kradzieży. (Z nieuczciwością naukową spotkałem się na poziomie „przedszkolnym”: pewien kandydat na postdoca w liście publikacji dopisał swoje nazwisko do istniejących bardzo dobrych prac, których nie był współautorem. Ale miał pecha: ja te prace znałem, a z autorami byłem po imieniu). Wielu uczonych, wybitnych i przeciętnych, stosuje natomiast doping we współzawodnictwie naukowym, w postaci niezliczonych filiżanek kawy, ale to w nauce nie zostało jeszcze zdelegalizowane. Wielki węgierski matematyk Paul Erdős powiedział, że matematyk to maszyna, która przetwarza kawę na twierdzenia.

ANDRZEJ PELC

Université du Québec en Outaouais
Kanada

PLATFORMA WYMIANY NAUKOWEJ PAU



Wydarzenia

Wyniki konkursów OPUS + LAP, SONATA oraz PRELUDIUM BIS

Scientia PAUperum

Zasada działania kwantowego komputera

W roku 1982 Richard Feynman pokazał potencjalne możliwości hipotetycznej kwantowej maszyny obliczeniowej. Ta pionierska idea dała początek informatyce bazującej na algorytmach kwantowych.

Do opisu układu fizycznego w teorii kwantowej używamy pojęcia *stanu kwantowego*. Jest to narzędzie matematyczne – wektor o jednostkowej długości żyjący w przestrzeni Hilberta – pozwalające obliczać prawdopodobieństwo uzyskania wyniku danego pomiaru. Niezwykle możliwości kwantowego przetwarzania informacji wynikają z dwóch własności.

Po pierwsze wektory można dodawać, więc dowolne złożenie dwóch stanów, zwane ich *superpozycją*, też jest pełnoprawnym stanem kwantowym. W informatyce klasycznej operujemy jedynie na zerach i jedynkach, a mechanika kwantowa dopuszcza całą gamę przypadków pośrednich: słynny kot Schrödingera może być trochę żywy, a trochę martwy.

Druga ważna cecha teorii objawia się przy badaniu układów złożonych: do opisu dwóch cząstek odpowiadające im przestrzenie Hilberta należy *pomnożyć* w specjalny sposób. Przykładowo, jeśli stan cząstki *A* opisujemy wektorem o trzech składowych, a stan cząstki *B* wektorem o czterech składowych, to układ złożony *AB* trzeba przedstawić wektorem z dwunastoma składowymi. Dla układów składających się z *n* cząstek wymiar przestrzeni rośnie wykładniczo z liczbą *n*. Sprawia to pewne kłopoty obliczeniowe, ale też dostępna przestrzeń stanów – scena, na której rozgrywa się akcja zaprojektowana przez autora kwantowego algorytmu – jest znacznie większa niż ta dostępna dla klasycznego informatyka.

Podstawową jednostką informacji jest bit (*binary unit*), przyjmujący wartość zero lub jeden. W klasycznym komputerze obliczenia realizuje się, wykonując algorytm, który można przedstawić jako złożenie elementarnych operacji wykonanych na poszczególnych bitach. Takie operacje nazywamy bramkami. Najprostszą bramką klasyczną jest operacja negacji, czyli zamiany zer w jedynkę i na odwrót. Bramka AND jest operacją dwubitową, która daje 1 na wyjściu, gdy oba bity na wejściu są równe.

Komputer kwantowy operuje na kubitach (*quantum bit*), znajdujących się w dowolnej superpozycji stanów 0 i 1, przekształcanych za pomocą bramek kwantowych. Podobnie jak w przypadku klasycznym, nawet bardzo skomplikowany algorytm kwantowy da się skonstruować, składając wiele kopii kilku wybranych bramek uniwersalnych, stosowanych w odpowiedniej kolejności.

Niektóre bramki, przykładowo bramki AND działające na rozłącznych parach bitów, można wykonać w tym samym czasie. Jednocześnie realizację zaplanowanej liczby bramek nazywamy krokiem algorytmu. Długość algorytmu to liczba takich kroków. Zestawiając algorytm klasyczny i kwantowy, porównuje się liczby kroków niezbędne do wykonania danego zadania przy równej liczbie danych wejściowych, zapisanych odpowiednio w bitach i kubitach.

Fizycznym nośnikiem informacji może być przykładowo polaryzacja fotonu (kwantu światła) lub stan pojedynczego atomu. Po realizacji algorytmu wykonywany jest pomiar, który dla każdego kubitów daje odpowiedź binarną: foton ma polaryzację poziomą lub pionową, a atom znajduje się w stanie podstawowym lub wzbudzonym. Teoria kwantowa ma charakter *probabilistyczny*, więc przeważnie cały eksperyment należy wykonać wielokrotnie, aby odczytać statystykę wyników.

Za pioniera obliczeń kwantowych uznać można Davida Deutscha, który w roku 1985 przedstawił pierwszy algorytm kwantowy, a swą ideę rozwinął w roku 1992 z Richardem Jozsą. Jego algorytm pozwalał sprawdzić własności pewnych funkcji w mniejszej liczbie kroków niż algorytm klasyczny. Nie był on specjalnie użyteczny w praktyce, ale – pośrednio – zainspirował Petera Shora do opracowania algorytmu efektywnie rozkładającego liczby naturalne na czynniki pierwsze (1994), a Lova Grovera do znalezienia algorytmu szybko przeszukującego nieuporządkowaną bazę danych (1996). Wynik Shora zrewolucjonizował całą kryptografię: gdyby udało się skonstruować uniwersalny komputer bezbłędnie działający na 1000 kubitach, można by złamać powszechnie używane metody kryptograficzne, także te aktualnie stosowane w bankach.

Dlaczego kwantowy komputer mógłby pewne zadania wykonać szybciej? Odpowiedź leży w kwantowej superpozycji, dzięki której współistnieją różne niezrealizowane możliwości, niczym potencjalności z filozofii Arystotelesa. Pozwala to – w dość niezwykły sposób – wykonywać równolegle niektóre operacje na informacji kwantowej zawartej w kubitach. Pracując z dwoma kubitami, można wytworzyć superpozycję 1 czterech stanów: 00, 01, 10 oraz 11. Procesor *n*-kubitowy pozwala uzyskać jeden stan kodujący 2^n liczb naturalnych, więc przy 100 kubitach liczba składników takiego stanu ma 30 cyfr. W olbrzymim uproszczeniu, zamiast klasycznie sprawdzać po kolei, czy dana liczba naturalna jest dzielnikiem rozkładanej liczby, w kwantowym algorytmie Shora analizowany jest stan superpozycji bardzo wielu liczb naturalnych. Ponieważ każdy krok algorytmu działa równocześnie na wszystkie liczby wchodzące w skład tej superpozycji, można równolegle uzyskać informację o wszystkich razem, przyspieszając w ten sposób identyfikację tych, które ze znacznym prawdopodobieństwem są poszukiwanymi dzielnikami.

Teoretyczne możliwości obliczeniowe komputera kwantowego rosną wykładniczo z liczbą dostępnych kubitów, co uwidacznia różnicę w porównaniu z obliczeniami prowadzonymi równolegle na kilku procesorach komputera klasycznego.

Po prawie czterech dekadach intensywnych badań koncepcję kwantowego komputera uznaje się za obiecującą i dojrzałą: w tym czasie zbadano podstawy przetwarzania informacji kwantowej oraz opracowano liczne algorytmy kwantowe. Dlaczego w takim razie nadal używamy komputerów klasycznych, a komputery kwantowe wciąż znajdują się w stadium bardzo wczesnego rozwoju? Problemy praktycznego wykorzystania pomysłu Feynmana przedstawimy w kolejnym numerze PAUzy.

PAWEŁ HORODECKI
UG/PG

KAROL ŻYCZKOWSKI
UJ/ PAN

PAUza Akademicka – www.pauza.krakow.pl – tygodnik Polskiej Akademii Umiejętności i środowiska naukowego.

Rada Redakcyjna: Magdalena Bajer, Andrzej Białas, Janusz Limon, Ewa Lipska, Stanisław Rodziński, Piotr Sztompka, Marta Wyka, Jakub Zakrzewski.

Redakcja: Andrzej Białas – redaktor naczelny; Andrzej Borowski, Andrzej M. Kobos, Piotr Malecki, Marian Nowy – redaktorzy; Adam Korpak, Krzysztof Skórczewski – grafika; Ryszard Otręba – „Galeria PAUzy”; Anna Michalewicz – dyrektor administracyjny; Witold Brzostowski, Monika Mentel – fotokład; Wydawnictwo PAU – konsultacje.

Adres do korespondencji: Polska Akademia Umiejętności, 31-016 Kraków, ul. Sławkowska 17; e-mail: pauza@pau.krakow.pl

Oczekujemy na artykuły do 6 000 znaków (ze spacjami) i ilustracje w formacie JPEG o rozdzielczości 300 dpi.

Galeria PAUzy



Romuald Oramus, ur. 1953 w Krakowie. Studia na Wydziale Malarstwa Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie w latach 1974-1979; dyplom zrealizował w pracowni prof. Adama Marczyńskiego wraz z graficznym aneksem w pracowni prof. Mieczysława Wejmana. Zajmuje się malarstwem sztalugowym oraz grafiką warsztatową, pisze teksty o sztuce. Malarstwo i grafikę prezentował na wielu wystawach indywidualnych i zbiorowych w kraju i zagranicą. W latach 80. ubiegłego wieku uczestniczył w Ruchu Kultury Niezależnej. Od 1981 roku należy do Związku Polskich Artystów Plastyków. Prof. zw. na Wydziale Sztuki w Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie.

Prace w zbiorach m. in. Muzeum Narodowego w Krakowie, Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego - Collegium Maius, Biblioteki Narodowej w Warszawie; Muzeum Krakowa, Muzeum Archidiecezjalnego w Katowicach, Krakowie i Warszawie; Muzeum Śląskiego w Katowicach; Muzeum Sztuki Współczesnej we Frankfurcie n. Odrą, Bibliotece Polskiej w Paryżu.

„Moje malarstwo i grafika ulegało przez lata przemianom; są tu przedstawienia figuralne i narracyjne a także prace związane z ich abstrakcyjnym kontekstem, w którym bardziej akcentowane są założenia strukturalne i przestrzenne. Zawsze jednak, w obrazach naczelnym zagadnieniem jest szeroka chromatyka barw, a co za tym idzie, kwestia światła i materii malarskiej tkanki, wynikającej z klasycznych warsztatowych uwarunkowań, głównie techniki olejno-żywicznej.

W grafikach, stosowane techniki akwaforty i akwatinty pozwalają kierować się możliwościami tematycznego „czytania” zawartych tam ikonograficznych sensów przedstawień za sprawą zróżnicowanych kresek i płaszczyzn szarości oraz czerni, tonalnie zróżnicowanych. W ostatnich latach dominuje cykl obrazów *Katedra* (2007-2021) oraz rycin *Katedra Prousta* (2016-2019).

W obu przypadkach rozważane są kwestie duchowego i kulturowego fenomenu katedry, architektonicznego miejsca gdzie styka się wymiar doczesności oraz metafizyczny sens naszego istnienia. Aspekt czasu wiąże się tu z obrazowaniem idei świątyni w relacji do symbolicznych śladów „strumienia życia”, pamięci chwili i historii.”



Romuald Oramus, *Katedra XL*, 2015-2017; olej na płótnie, 170 x 200 cm;
zdj. Jerzy Ruciński Romuald Oramus, portret; zdj. Anna Szwaia