

# Trudna sztuka okiełznanania kwantów

## Atrapy istnienia

Głosowanie w polskim parlamencie

Bez pośredników  
rozmowa  
z Mirosławem Filiciakiem



**NIE WSZYSTKIE DANE TO ZŁOTO**

# Spis treści

## Temat numeru

- 4** Trudna sztuka okiełznania kwantów – *Tomasz Kulisiewicz*

## Informatyka i antroposfera

- 11** Bez pośredników – *rozmowa z Mirosławem Filiciakiem, medioznawcą*  
**15** Atrapy istnienia – *Ada Florentyna Pawlak*  
**20** Gry – więcej niż wirtualny park rozrywki – *Damian Gałuszka*  
**24** Czy algorytm może być czymś materialnym – *Maciej Drozdowski*

## Informatyka i bezpieczeństwo

- 26** Cyfrową maseczkę noś cały czas – *Joanna Karczewska*

## Informatyka i regulacje

- 30** Podszywanie się – prawo vs protokoły – *Janusz Dorożyński*  
**33** O szalbierstwie w komunikacji elektronicznej – *Wacław Iszkowski*

## Informatyka i technologie

- 34** Nie wszystkie dane to złoto – *Andrzej Gontarz*

## Informatyka szkolna

- 37** Zagrajmy? Nie, stwórzmy grę – *Alicja Podstolec*  
**41** Druk 3D – po co to komu? – *Karolina Antkowiak*

## Informatyka i kompetencje

- 44** Kronika już działa – *Tomasz Kulisiewicz*  
**46** Przewodnik po nauczaniu informatyki kwantowej cz. 6  
– *Marek Perkowski*

## Informatyka i historia

- 51** Głosowanie w polskim parlamencie – *Jarosław Deminet*  
**55** Zachować dziedzictwo – *Tomasz Kulisiewicz*

- 59** Tym niemniej ... – *Janusz Dorożyński*

- 61** Na marginesie ... – *Wiesław Paluszyński*

- 62** Z ukosa – *Michał Ogórek*

Zdjęcie na okładce: IBM Quantum scientist Dr. Maika Takita in lab  
Źródło: <https://newsroom.ibm.com/media-quantum-innovation?l=50>



nr 3/2022

### Wydawca:

Polskie Towarzystwo  
Informatyczne

### Zarząd Główny:

ul. Solec 38 lok.103  
00-394 Warszawa  
NIP: 522-000-20-38  
tel.: +49 22 838 47 05  
e-mail: [pti@pti.org.pl](mailto:pti@pti.org.pl)

### Redaktor naczelna:

Anna Książ  
([anna.kniaz@pti.org.pl](mailto:anna.kniaz@pti.org.pl))

### Rada Programowa „Domeny”:

Wiesław Paluszyński  
– przewodniczący Rady  
Marek Bolanowski  
Marian Bubak  
Beata Chodacka  
Bogusław Dębski  
Wojciech Kiedrowski

### Współpraca redakcyjna:

Tomasz Kulisiewicz

### Korekta:

Jolanta Jamiołkowska

### Skład i opracowanie graficzne:

Agencja HEADOUT



Wszystkie teksty udostępniamy na licencji  
Creative Commons

Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne  
-Na tych samych warunkach 4.0



Szanowni Państwo,

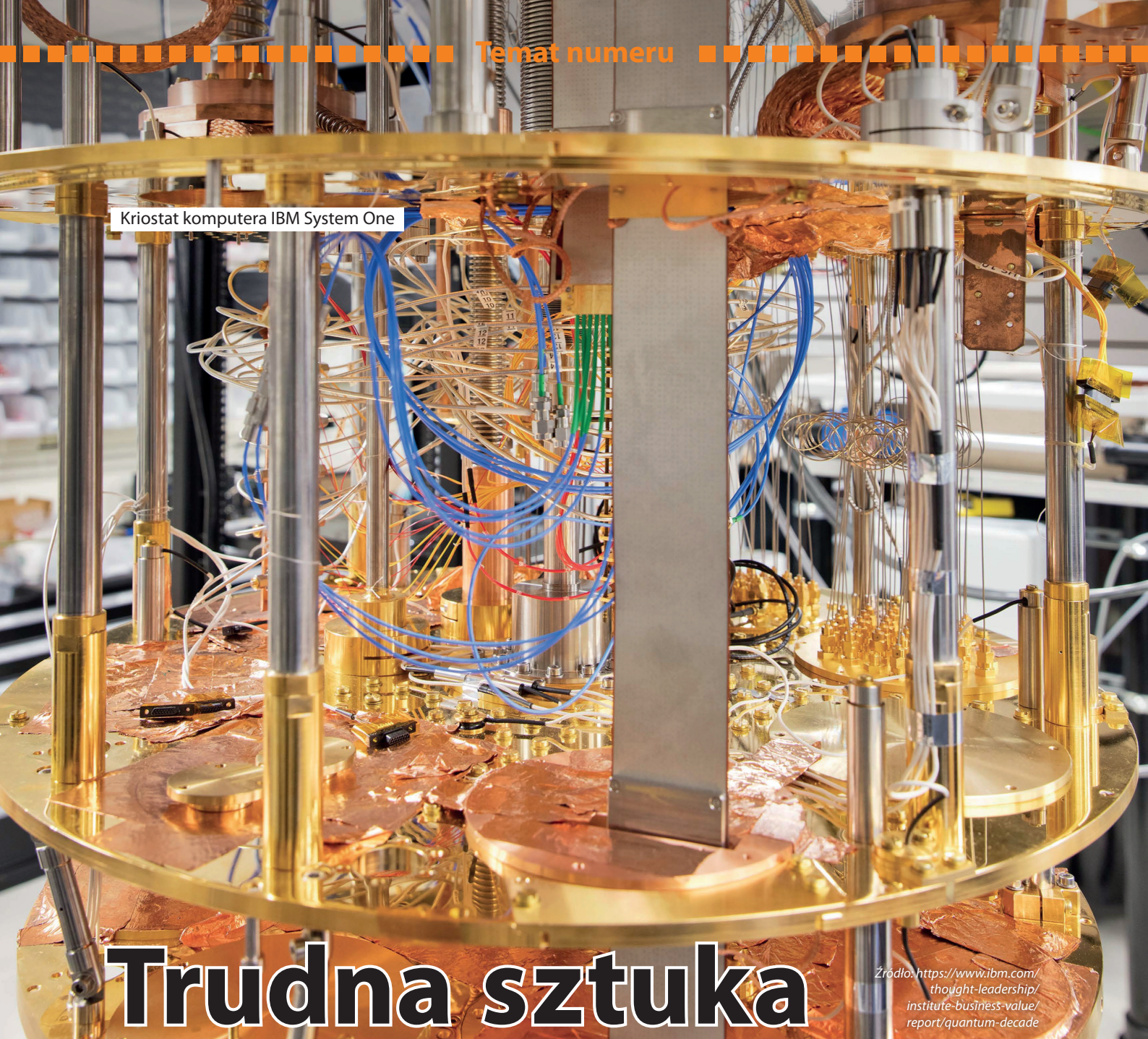
sukces pisma zawsze zależał od przyciągnięcia i utrzymania uwagi czytelników. Ważne było wstrzelenie się z formułą tytułu w odpowiedni czas i zbudowanie sprawnego zespołu dziennikarskiego (choć pamiętam, jak w zamierzonych czasach „Przeglądu Technicznego” najważniejszym zadaniem redaktora naczelnego było zdobycie przydziału na papier do druku).

Dzisiaj o uwagę czytelników jest niezmiernie trudno, bo internet ją po prostu zawłaszcza i monetyzuje. Coraz trudniej nam wyłuskiwać wartościowe informacje w ich prawdziwym potopie, a i one same żyją coraz krócej. Treści są manipulowane nie tylko poprzez ich niejasny dobór, ale też sposób prezentacji, o czym mówi w tym numerze „Domeny” medioznawca Mirosław Filiciak. Manipulacje dotyczą też wykorzystania słabości ludzkiej psychologii, dotyczącej większej podatności naszej uwagi na treści negatywne, stąd ekspansja fake newsów.

Świat zaczyna być sumą rozproszeń – brytyjsko-szwajcarski pisarz Johann Eduard Hari w swoim niedawno wydanym dziele „Stolen Focus. Why you can't pay attention” przekonująco udowadnia, że mamy wręcz do czynienia z załamaniem ludzkiej zdolności do skupienia uwagi. Statystyczny Amerykanin szuka kontaktu z własnym telefonem średnio co 22 sekundy! Hari stawia śmiałą tezę, że w przyszłości tylko najbardziej świadomi użytkownicy oprą się opętaniu przez nowe technologie, co należy uznać za dobre rokowanie dla czytelników „Domeny”.

Ich destrukcyjny wpływ na koncentrację uwagi czytelników to tylko jeden z problemów przy wydawaniu pisma. Jeszcze bardziej dotkliwe jest zjawisko, które nazwałabym dezintegracją logiki wydarzeń w naszym kraju. Wybierając Pegasusa na temat 1 numeru „Domeny”, liczyliśmy, że z czasem więcej się dowiemy: kto, w jakim celu i w jakiej skali prowadził nielegalną inwigilację w Polsce. Minęło pół roku i okazało się, że żaden członek rządu nie jest zainteresowany spotkaniem z europosłami z komisji UE ds. Pegasusa, którzy pofatygowali się z 3-dniową wizytą do naszego kraju. Jedną z przyczyn odmowy są względy bezpieczeństwa! W tym wydaniu „Domeny” prezes PTI poświęcił swój felieton projektowi ustawy o budowie narodowych centrów przetwarzania danych. A jego tytuł: Właśnie leci kabarecik... z każdym dniem zyskuje na uniwersalności.

*Anna Książ*  
redaktor naczelna



Kriostat komputera IBM System One

Źródło: <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/quantum-decade>

# Trudna sztuka okiełznanania kwantów

Gdyby historię komputerów kwantowych porównać do historii lotnictwa, jesteśmy na etapie lotu braci Wright, którym w 1903 r. podczas trwającego 12 sekund lotu udało się pokonać odległość niecałych 37 metrów. Czy nawet wtedy, gdy doczekamy dojrzałości technologii, będzie to „samolot” wyłącznie do zadań specjalnych?

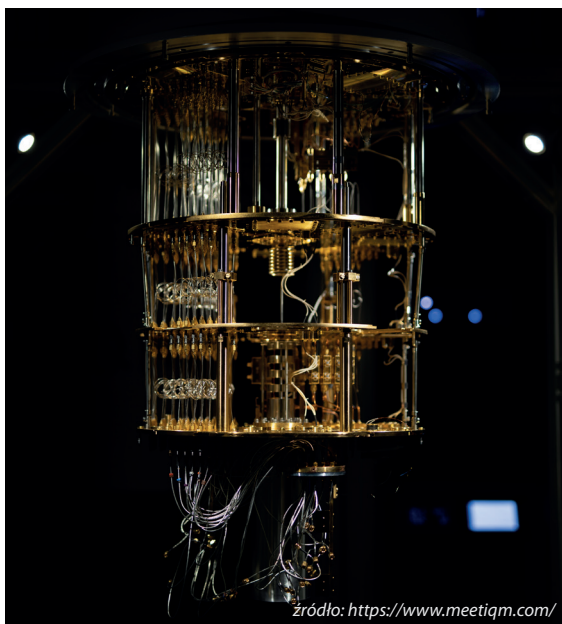


Tomasz Kulisiewicz

sekretarz Sektorowej Rady ds. Kompetencji – Informatyka

Zdjęcia komputerów kwantowych wśród niespecjalistów budzą co najmniej zdziwienie. Od prawie trzech dekad wszyscy się przyzwyczaili, że komputer to albo niewielki i coraz bardziej płaski prostopadłościan na biurku, albo robocza stacja biurowa, ostatnio zwykle schowana pod monitorem. Stosunkowo niewielu zwykłych użytkowników pakietów biurowych miało okazję do obejrzenia dziesiątek metrów bieżących 19-calowych szaf tworzących superkomputery czy serwery w centrach danych. One również już na pierwszy rzut oka wyglądają jak komputery, choć raczej takie, które czekają na klientów na półkach magazynu.

Tymczasem na zdjęciach komputerów kwantowych widzimy jakieś dziwne urządzenia, wyglądające na skomplikowaną aparaturę chemiczną. Weteranom pełnej lub częściowej prohibicji przypominają zestawy do pędzenia bimbru. Ich główna część, pełniąca funkcję procesora – by odnieść to do „normalnych” komputerów – w niektórych rozwiązaniach przypomina wielki ozdobny kandelabr zbudowany ze złotych drutów poprzekładanych złotymi tarczami – zresztą utarło się już określenie „chandelier” (kandelabr).



Kandelabr fińskiego komputera IQM

Pojawiają się elektryzujące laików doniesienia medialne o uruchomieniu kolejnego komputera kwantowego, ale na razie nie ma mowy o żadnej choćby seryjnej produkcji, o masowej nie wspominając, bo wszystkie istniejące i działające urządzenia to konstrukcje prototypowe.

Zarówno widok tych urządzeń, jak i możliwości i obszary ich zastosowań są ściśle związane z istotą obliczeń kwantowych. W tym wydaniu „Domeny” publikujemy już szósty odcinek obszernego przewodnika prof. Marka Perkowskiego, który przedstawia metodykę prowadzenia obliczeń kwantowych w środowisku hybrydowym – komputera kla-

sycznego i komputera kwantowego. Obszernie omawia architekturę logiczną kwantowych bramek, ale robi to w sposób „neutralny technologicznie”, z założenia nie wdając się w rozważania na temat sprzętowej realizacji tych bramek.

We wstępie do swojego przewodnika (Biuletyn PTI 2/2021) prof. Perkowski zauważa, że programowanie komputera kwantowego jest podobne do programowania układów logicznych FPGA, ale podkreśla różnicę: „podczas gdy bramki w komputerze klasycznym umieszczone są w przestrzeni i połączone fizycznymi przewodami, to w komputerze kwantowym wirtualne bramki realizowane są w czasie jako skorelowane zmiany stanów kubitów, wywoływane przez sekwencyjne impulsy płynące z komputera klasycznego. Realizacja fizyczna jest więc inna, ale model matematyczny służący do projektowania i programowania jest bardzo podobny”.

### Obliczenia równoległe a kwantowe

Odnosząc się do klasycznej architektury Neumanna i bardzo upraszczając, można powiedzieć, że komputery kwantowe zamiast w kolejnych taktach pracy układów liczyć „wszystko po kolei”, liczą jakby wszystkie warianty na raz w jednym cyklu. W jednym z artykułów popularyzatorskich użyto dowcipnego porównania tych dwóch modeli obliczeniowych: wyobraźmy sobie mysz, która chce się dostać przez labirynt do kawałka sera umieszczonego na wyjściu. W klasycznym modelu obliczeniowym mysz biega po kolejnych gałęziach labiryntu, wraca do rozgałęzień, jeśli poprzednia ścieżka zakończyła się ślepo, aż wreszcie po licznych próbach dotrze do sera. Tymczasem myszka stosująca model kwantowy wylicza w nim wszystkie ścieżki naraz i od razu wybiera tę z nich, z którą związane jest największe prawdopodobieństwo najszybszego dotarcia do sera.

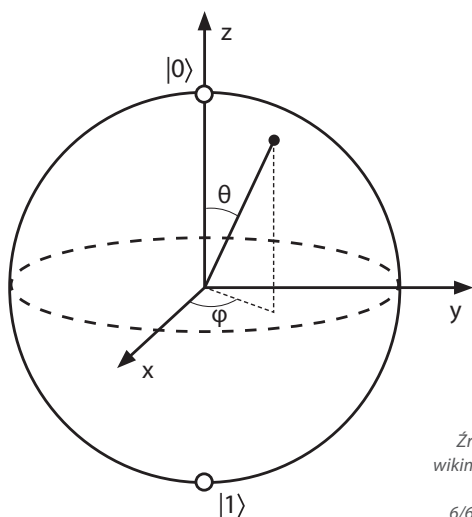
” *Nie mylmy modelu obliczeń kwantowych ani z wątkami obliczeniowymi w procesorach o wielu rdzeniach, ani z techniką obliczeń masowo równoległych stosowaną od lat na superkomputerach.*

Niezależnie od tego, ile tysięcy czy nawet milionów procesorów systemu superkomputerowego wykonuje równoległe obliczenia w poszczególnych wątkach czy w rozległej sieci połączonych ze sobą superkomputerów, to jednak w każdym z tych licznych procesorów działania wykonywane są sekwencyjnie w kolejnych cyklach pracy. W przetwarzaniu masywnie równoległym należy najpierw podzielić zadanie obliczeniowe na wątki, w których da się prowadzić obliczenia równoległe, minimalizując liczbę sytuacji, w których jakiś wątek musi czekać na wynik obliczeń innego wątku. Na końcu należy rezultaty obliczeń w poszczególnych wątkach połączyć w jedno rozwiązanie. Oznacza to oczywiście

pojawianie się „narzutu administracyjnego” na czas obliczeniowy, kiedy to system nie zajmuje się efektywnym liczeniem, tylko zarządzaniem poszczególnymi wątkami, rozkładaniem na nie zadań (co robione jest już na etapie kompilacji) i składaniem wyników. Źródłem „narzutu” jest także konieczność dzielenia się przez poszczególne wątki zasobami wspólnymi (m.in. pamięcią operacyjną), dochodzi też czas potrzebny do komunikacji między poszczególnymi sprzętowymi i programowymi elementami architektury obliczeniowej. Im więcej tych elementów (dla uproszczenia powiedzmy: im więcej procesorów pracujących równolegle), tym więcej czasu zajmuje komunikacja między nimi. Wszystkimi elementami tej układanki trzeba odpowiednio zarządzać – co oczywiście pochłania część mocy obliczeniowych i innych zasobów. Niestety, problemu nie rozwiązuje dodawanie kolejnych procesorów. Zgodnie z prawem Amdahla, każdy dodany procesor zwiększa moc obliczeniową systemu o coraz mniejszą ilość użytecznej mocy obliczeniowej w porównaniu do poprzedniego procesora dodanego. Przy zwiększaniu liczby procesorów do nieskończoności przepustowość (moc obliczeniowa) systemu zmierza ku granicy  $1/(1-P)$ , gdzie  $P$  jest udziałem tych części obliczenia, które można zrównoleglić, zaś  $(1-P)$  – proporcją tych części, które nadal trzeba przetwarzać szeregowo.

Wydawać by się więc mogło, że model obliczeniowy, w którym wylicza się „na raz” wszystkie możliwe rozwiązania jest idealny – gdyby nie kilka problemów, wynikających przede wszystkim z samej istoty zjawisk kwantowych.

## Realizacja obliczeń kwantowych



Źródło: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6b/Bloch\\_sphere.svg/220px-Bloch\\_sphere.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6b/Bloch_sphere.svg/220px-Bloch_sphere.svg.png)

**Wizualizacja pojedynczego kubitu – sfera Blocha**  
Biegun północny reprezentuje stan  $|0\rangle$ , biegun południowy stan  $|1\rangle$ . Powierzchnia sfery reprezentuje wszystkie czyste stany dwuwymiarowego układu kwantowego, wewnątrz odpowiada wszystkim stanom mieszanym.

Podstawowym pojęciem dla komputerów klasycznych jest bit – najmniejsza ilość informacji potrzebna do określenia, który z dwóch równie prawdopodobnych stanów (0 czy 1) przyjął układ. Jego odpowiednikiem dla komputerów kwantowych jest kubit – najmniejsza i niepodzielna jednostka informacji kwantowej.

W odróżnieniu od bitu kubit może znajdować się w dowolnej superpozycji dwóch stanów kwantowych. Jako model fizyczny kubitu najczęściej wymienia się elektron o spinie  $\frac{1}{2}$ , polaryzację pojedynczego fotonu czy ładunek półprzewodnikowej kropki kwantowej.

Z punktu widzenia klasycznej informatyki zaskakującą cechą obliczeń kwantowych jest coś, co moglibyśmy nazwać niszczeniem całego obliczenia poprzez pobieranie wyniku. Na tzw. zdrowy rozsądek (który trzeba porzucić w dziedzinie mechaniki kwantowej) obliczeniowe układy kwantowe zachowują się „nieprzewidywalnie” – jeśli nic z nimi nie robimy, to wykazują superpozycję stanów. Superpozycję niszczy, odczytując stany na wyjściach bramek/układów.

Obok superpozycji stanów układy kwantowe wykazują jeszcze jedną niezwykle ważną właściwość: kwantowe splątanie, także zresztą kłócące się ze zdrowym rozsądkiem. Otóż dwa kwantowo splątane układy przekazują sobie wzajemnie informację o swoich stanach natychmiast, bez żadnego upływu czasu potrzebnego w „zwykłych” komputerach na komunikację między poszczególnymi elementami – rejestrami maszyny, komórkami pamięci itp. To przekazywanie stanów zupełnie nie zależy od odległości między splątanymi układami: jeden układ zawsze „wie”, w jakim stanie jest ten drugi układ. Niezwykłą cechą splątania jest to, iż stan splątanych układów kwantowych zawiera więcej informacji niż każdy z nich oddzielnie. Na przykład pomiar polaryzacji dwóch splątanych fotonów z użyciem dwóch odległych od siebie, ale identycznie ustawionych polaryzatorów, zawsze da w wyniku dwie przeciwne polaryzacje. Natomiast polaryzacje każdego z nich osobno są zupełnie przypadkowe. Splątana para fotonów jako układ ma określoną własność wspólną (przeciwne polaryzacje), ale stan pojedynczego fotonu (pod układu) jest nieokreślony – wynik pomiaru polaryzacji dla pojedynczego fotonu jest przypadkowy.

” **Niezwykłego zjawiska natychmiastowego oddziaływania między splątanymi układami na dowolną odległość – choćby drugiego końca świata – jakby z nieskończoną prędkością (co jest sprzeczne z teorią względności) nie chciał przyjąć do wiadomości nawet taki geniusz, jak Albert Einstein, który nazwał je „upiornym działaniem na odległość”.**

Podobnie jak superpozycja, splątanie też jest niszczone poprzez obserwację stanów. Układy kwantowe realizują też teleportację – przesyłanie stanów układów kwantowych bez ich rejestrowania. Niestety, teleportacja działa tylko w mikroświecie i bardzo odległe teleportacje, wykonywane przy użyciu Transportera znanego fanom serialu "Star Trek", są w zasadzie niemożliwe. W świecie atomowym jest to jednak właściwość bardzo istotna, bo za pomocą teleportacji możliwe jest np. przenoszenie stanu z układu, w którym zachodzi szybka dekoherencja, na układ bardziej stabilny.

Choć pierwsze prace dotyczące obliczeń kwantowych ukazały się jeszcze na przełomie lat 70. i 80. XX w. (m.in. prace Rosjan – R. P. Popławskiego z 1975 r. i J. I. Manina z 1980 r.), to za rzeczywisty początek uważana jest konferencja na temat fizyki i obliczeń, która odbyła się na MIT w 1981 r. i zgromadziła ówczesną czołówkę uczonych zajmujących się tymi zagadnieniami. To na niej noblista Richard Feynman, twórca relatywistycznej elektrodynamiki kwantowej, rzucił sławne zdanie (w wolnym przekładzie): „Do cholery, natura nie jest klasyczna, więc jeśli chcesz symulować naturę, lepiej zrób to przy użyciu mechaniki kwantowej – i na Boga: to jest naprawdę wspaniały problem, choćby dlatego, że nie wygląda na łatwy” <https://www.wisdom.weizmann.ac.il/~naor/COURSE/feynman-simulating.pdf>.

Historycznie pierwsze realizacje urządzeń kwantowych, których zresztą nie można nazwać komputerami, korzystały z układów molekularnych. W 1996 r. N. Gershenfeld, L. Chuang i M. Kubinec<sup>1</sup> do uzyskania stanów kwantowych wykorzystali chloroform (CHCl<sub>3</sub>). Kubitami były spiny jąder atomu wodoru i węgla w próbówce zawierającej 1020 cząsteczek chloroformu, umieszczonej w polu magnetycznym, które ustawiało spiny jąder wodoru i chloru. Układ „programowano” impulsami radiowymi. Badacze zaimplementowali w nim algorytm Grovera wyszukujący element w zbiorze czteroelementowym. Koszt tego eksperymentu wyniósł ok. 1 mln USD, co mogłoby się wydawać kwotą wysoką, gdyby chodziło tylko o praktyczny zysk z tak prostego działania bazodanowego.

W 2000 r. David DiVincenzo opublikował warunki, które musi spełniać urządzenie, by można było je nazwać komputerem kwantowym.

Joanna Wiśniewska w opracowaniu opublikowanym w Biuletynie Instytutu Systemów Informatycznych Wydziału Cybernetyki WAT ([http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BWA0-0041-0036?q=bwmeta1.element.baztech-volume-1508-4183-biuletyn\\_instytutu\\_systemow\\_informatycznych-2008-nr\\_1;7&qt=CHILDREN-STATELESS](http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BWA0-0041-0036?q=bwmeta1.element.baztech-volume-1508-4183-biuletyn_instytutu_systemow_informatycznych-2008-nr_1;7&qt=CHILDREN-STATELESS)) omawia zbliżoną implementa-



### Kryteria DiVincenzo w skrócie<sup>2</sup>

1. Odpowiednio zdefiniowany kubit – dwa stany kwantowe oddzielone od pozostałych stanów układu.
2. Określenie możliwości wpisywania informacji w kubit – czyli możliwości uzyskania dowolnej superpozycji dwóch stanów kubitu za pomocą pola zewnętrznego, makroskopowo regulowanego.
3. Możliwość skalowania kubitu do urządzenia wielokubitowego.
4. Zaprojektowanie i zaimplementowanie podstawowej operacji dwukubitowej, na której można by oprzeć wykonanie dowolnej kwantowej operacji logicznej. Konieczne jest opanowanie techniki włączania i wyłączania oddziaływania kubitów w sposób precyzyjny, w bardzo krótkich odstępach czasu – sterowanie splątaniem dwóch kubitów.
5. Zapewnienie stosunku rzędów czasu potrzebnego na wykonanie elementarnych operacji logicznych i czasu dekoherencji na poziomie nie mniejszym niż 6.
6. Zapewnienie możliwości oddziaływania dużej liczby kubitów albo bezpośrednio albo przez kubit pośredniczący (np. foton) w celu skalowania komputera i implementacji korekty błędów.
7. Zapewnienie możliwości odczytu informacji na wyjściu.
8. Zapewnienie możliwości resetowania całego układu.

cję wykorzystującą zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego. W najprostszej proponowanej realizacji urządzenie składałoby się z magnezu ze szczeliną, w której umieszczona jest rurka czy próbówka z płynem o znanym składzie i strukturze. Kubitami w takim układzie byłyby momenty protonów w jądrach atomów tworzących molekuły płynu. Proces obliczeniowy polegałby na działaniu na rurkę odpowiednio dobranymi impulsami elektromagnetycznymi z cewki nadawczej. Pobudzenie impulsami powodowałoby odchylenie się spinów jąder atomowych. Po ustaniu pobudzenia układu

<sup>1</sup> DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.80.3408>

<sup>2</sup> Na podstawie: [http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-86cc79e3-528f-49df-9e05-ae6d-87357c3d/c/gruber\\_ZNPSLOZ\\_74\\_2014.pdf](http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-86cc79e3-528f-49df-9e05-ae6d-87357c3d/c/gruber_ZNPSLOZ_74_2014.pdf)

impulsem układ emitowałby echo (tzw. sygnał swobodnej relaksacji) odbierane cewką odbiorczą. Odpowiednia interpretacja byłaby rozwiązaniem zadania obliczeniowego.

Realne konstrukcje platform sprzętowych, na których można uzyskać kubity, z grubsza dzielimy na platformy korzystające z elementów z obszaru fizyki ciała stałego – np. z układów transmon (linii transmisyjnych działających w warunkach nadprzewodnictwa), wakansów azotowych (NV) w diamencie (odpowiednio pobudzanych defektów sieci krystalicznej), półprzewodnikowych kropek kwantowych, kwantowych tranzystorów polowych (QFET) lub tranzystorów polowych ze studnią kwantową (QWFET), wykorzystujących zjawisko tunelowania kwantowego – oraz platformy tworzone z „elementów niematerialnych”, np. z fotonów, jonów schwytych w pułapki czy efektów magnetycznego rezonansu jądrowego. W obu podstawowych typach rozwiązań rzecz polega na tym, by elementy tworzące kubity znalazły się w stanach kwantowych. Na przykład w rozwiązaniach z NV w diamencie wykorzystuje się fakt, że wakans może być w stanie z spinem do góry, na dół lub w superpozycji tych stanów. Stanem spinowym wakansu – a więc stanem kubitów – da się sterować przy użyciu laserowych sygnałów świetlnych lub wiązek mikrofalowych. Układ wielu kubitów tworzy rejestr kwantowy. Podobnie jak w bramkach komputerów „klasycznych”, ważną operacją jest odczytanie stanu danego rejestru kwantowego zbudowanego z bramek, czyli pomiar stanu. Z istoty mechaniki kwantowej wynika, że pomiar stanu rejestru kwantowego powoduje bezpowrotne utracenie przechowywanego w rejestrze stanu kwantowej koherencji – superpozycji możliwych wartości. Ważną cechą rozwiązań kwantowych jest to, iż liniowy wzrost liczby kubitów w rejestrze kwantowym daje wykładniczy wzrost wymiarów przestrzeni stanów rejestru. W rezultacie n-kubitowy rejestr kwantowy może zawierać jednocześnie superpozycję  $2^n$  możliwych wartości.

### Korzyści i narzut

Jeśli przetwarzanie równoległe wymaga liczby węzłów z procesorami proporcjonalnej do liczby zagadnień  $N$  obliczanych równoległe, to liczba kubitów wymaganych do wykonania tych obliczeń jest proporcjonalna do  $\log N$ . Wydawałoby się, że komputery kwantowe mogą wykonywać obliczenia w czasie niemal zerowym. Jednak w wyniku „klasycznego” przetwarzania równoległego dostajemy bezpośrednio wyniki obliczeń. Tymczasem wynikiem obliczeń kwantowych (czyli pomiaru) jest rozkład prawdopodobieństwa na pewnym zbiorze i na współpracującym komputerze klasycznym trzeba wykonać kolejne operacje, określające jakość i prawdopodobieństwa otrzymywanych wyników – co także zajmuje czas i wiąże zasoby. Mimo deterministycznego działania poszczególnych bramek kwantowych niejako z definicji kubity działają probabilistycznie – to samo obliczenie powtórzone dwa razy za każdym razem może dać inny wynik z powodu losowości procesu pomiaru.

W zasadzie już tylko technicznym – ale za to bardzo poważnym – problemem jest dekoherencja, czyli rozpadanie się superpozycji i splątania pod wpływem czynników zewnętrznych. Główny wysiłek konstruktorów kwantowych komputerów idzie w kierunku utrzymania jak najdłużej stanu kwantowego i odizolowania go od wpływów zewnętrznych. Pełna izolacja uniemożliwiłaby jednak odczytanie wyników obliczeń, co byłoby bezsensowne. Utrzymanie stanu splątania przez milisekundy jest uważane za duże osiągnięcie. W obliczeniach kwantowych trzeba stosować kwantową korekcję błędów w celu „odfiltrowania” błędów spowodowanych dekoherencją, szumem przechowywanych informacji kwantowych, błędami działania bramek kwantowych czy błędnymi pomiarami. Dla szybszego poszukiwania najlepszych rozwiązań wykorzystywane jest zjawisko interferencji znane z optyki. Interferencja w obliczeniach kwantowych pomaga wygaszać rozwiązania najgorsze i wzmacniać te uważane za najlepsze.

W platformach zbudowanych z elementów „materialnych” stosuje się schładzanie kwantowego procesora do temperatur jak najbliższych zera absolutnego – przeważnie jest to chłodzenie układów ciekłym helem. W takich temperaturach pojawia się zjawisko nadprzewodnictwa – w układzie w stanie nadprzewodnictwa raz wzbudzony prąd bez żadnego oporu krążyłby sobie do nieskończoności. Gdyby nie spory nakład energii na chłodzenie kwantowego procesora do temperatur rzędu milikelwinów, a więc poniżej  $-273\text{ }^\circ\text{C}$ , to taki komputer byłby idealnym przykładem Green IT, bo nie zużywałby prądu. Dla porównania można przytoczyć pobór mocy największych superkomputerów ze światowej listy Top 500: numer 1 na liście, Frontier HPE Cray EX235a, ma pobór mocy ponad 21 MW, nr 2 – Supercomputer Fugaku, potrzebuje niemal 30 MW. Do zasilenia superkomputerów z pierwszej dziesiątki na liście (łącznie ponad 108 MW) potrzebne byłoby 15% planowanej mocy gazowo-parowego bloku elektrowni Ostrołęka 2 (jeśli taka powstanie na miejscu dwóch zburzonych kominów swej niedoszłej poprzedniczki).

### Klasyczne wsparcie kwantowej supremacji

Na razie informatyka kwantowa nie odsyła na śmietnik historii „klasycznych” komputerów – co więcej, odgrywają one kluczową rolę w obliczeniach kwantowych. System kwantowy składa się bowiem z komputera „klasycznego” (który realizuje przygotowanie algorytmu i danych, sterowanie kwantowym procesem obliczeniowym, przetwarzanie wyników i obsługę użytkownika) oraz z komputera kwantowego, w którym tworzone są kubity.

Przyzwyczajeni do wszechstronnych zastosowań „klasycznych” komputerów – od pisania listu do cioci przez obliczenia epidemiologiczne i tworzenie prognoz meteorologicznych po modelowanie struktur białkowych – zwykli



użytkownicy informatyki nie zawsze zdają sobie sprawę z tego, że (przynajmniej na razie) komputery kwantowe potrafią prowadzić obliczenia dotyczące tylko bardzo specyficznych problemów przy użyciu bardzo specyficznych algorytmów. W tej stosunkowo wąskiej klasie problemów obliczeniowych oczekiwane jest (zwłaszcza przez działy PR firm zajmujących się komputerami kwantowymi) osiągnięcie przez kwantowe maszyny *quantum supremacy* – „kwantowej supremacji” nad komputerami klasycznymi.

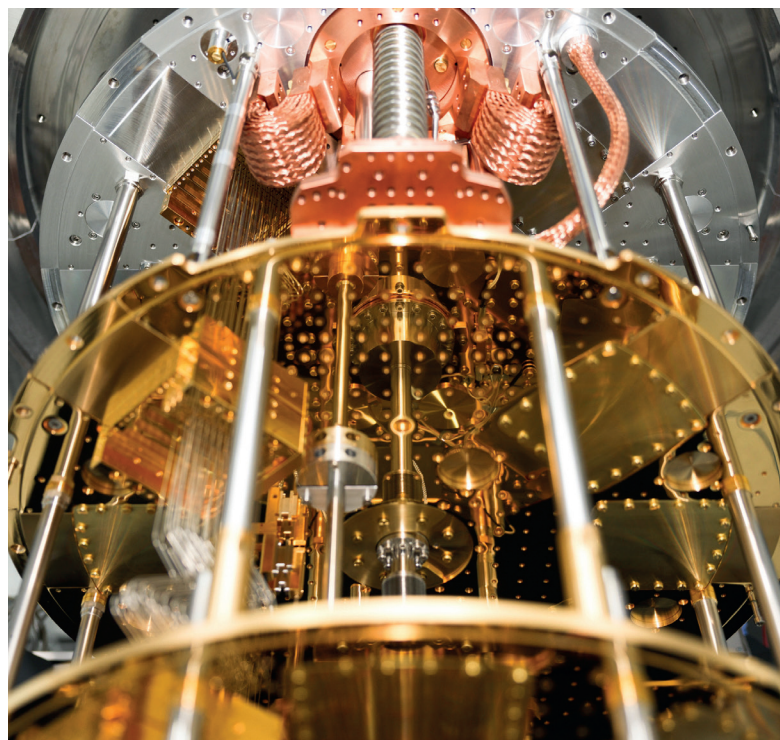
Pojęcie kwantowej przewagi sformułował w 2012 r. John Preskill, fizyk z Caltechu. Mielibyśmy z nią do czynienia wtedy, gdy komputer kwantowy wykonałby coś, czego nie potrafi zrobić komputer klasyczny lub czego nie da się zasymulować na klasycznym komputerze. Kilku czołowych producentów stara się wykazać, że ich urządzenia potrafią przeprowadzić obliczenia wykładniczo szybciej niż komputery „klasyczne”.

Komputery kanadyjskiej D-Wave System, w tym najnowszy Advantage 5 generacji, właściwie nie są komputerami kwantowymi w ścisłym znaczeniu tego terminu. Ze względu na model działania są tzw. kwantowymi wyżarzaczami, działającymi z wykorzystaniem kwantowego wyżarzania (*quantum annealing*) – adiabatycznych obliczeń kwantowych, w których powoli zmienia się wybrany parametr układu, aby przez cały czas był on opisywany przez stan o najniższej chwilowej energii ([http://www.deltami.edu.pl/temat/informatyka/algorytmy/2017/11/25/Kwantowe\\_wyjarzanie/](http://www.deltami.edu.pl/temat/informatyka/algorytmy/2017/11/25/Kwantowe_wyjarzanie/)). Parametrem tym w urządzeniach D-Wave jest pole magnetyczne o stopniowo zmniejszanym natężeniu. W stanie końcowym pole magnetyczne staje się zaniedbywalne, układ osiąga szukaną konfigurację, którą można podać pomiarowi. „Adiabatyczność” procesu wskazuje na to, że nie zachodzi transfer ciepła do otoczenia ani z otoczenia.

Advantage działa z ponad 5 tys. kubitów, dla każdego z nich jest 15 połączeń (*couplers*). Firma nie podaje jednak żadnych danych na temat czasów przetwarzania czy innych parametrów, z wyjątkiem porównań do Advantage 2000Q poprzedniej generacji. Swojej sieci partnerskiej oraz uczelniom D-Wave Systems udostępnia chmurową platformę Leap, umożliwiającą prowadzenie w hybrydowym modelu obliczeń (z wykorzystaniem hybrydowych solverów) maksymalnie z 1 milionem zmiennych i 100 tys. ograniczeń oraz zestaw otwartoźródłowego oprogramowania SDK Ocean.

W październiku 2019 r. specjaliści Google’a pochwalili się, że jeden z ich procesorów o dźwięcznej nazwie *Sycamore* (po naszymu klon jawor), korzystając z 53 kubitów (oryginalnie było ich 54, ale jeden nie chciał działać), wyprodukował w ciągu 200 sekund tyle liczb losowych, że ich generowanie na superkomputerze *Summit* z jego 2,4 mln rdzeni procesorowych – aktualnie nr 4 na światowej Top 500 – zajęłoby 10 tys. lat. Pojawiły się głosy, że było to osiągnięcie na miarę pierwszego lotu maszyny latającej braci Wright. Specjaliści z IBM (dziełem tej firmy jest Summit) podważali jednak ten rezultat, twierdząc, że Summit ze swoimi 280 petabajtami pamięci jest zdolny do przeprowadzenia takiego obliczenia w skończonym czasie kilku dni, a więc na razie nie ma mowy o żadnej supremacji.

Można ironizować, że porównanie do lotu braci Wright jest trafne – bezpośrednia praktyczna przydatność tamtego lotu była mniej więcej taka sama, jak dziś błyskawiczne wygenerowanie olbrzymiej ilości liczb losowych. Są jednak zagadnienia, w których oczekujemy od komputerów kwantowych bardzo wiele: wyszukiwanie w nieuporządkowanym zbiorze, znajdowanie dzielników liczby, rozwiązywanie wielkiej liczby układów równań liniowych, przeszukiwanie wielkich zbiorów w celu sprawdzenia, czy znajduje się w nich szukany element, rozwiązania dla kryptografii, takie jak kwantowa dystrybucja klucza czy gęste kodowanie wykorzystujące stany splątane do bezpiecznego przesyłania informacji.



Źródło: <https://quantum.baidu.com/>

Qian Shi – chiński komputer kwantowy zespołu Baidu Research

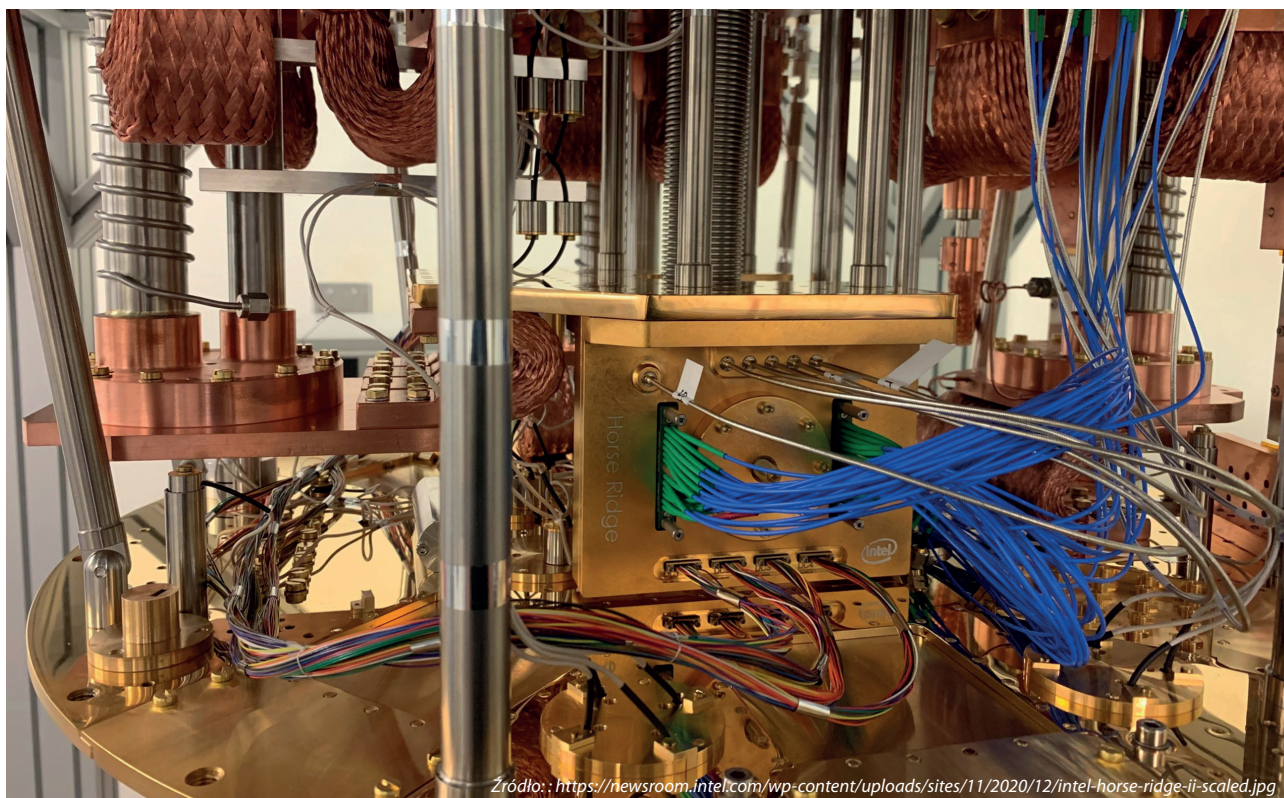
## Światowa czołówka komputerów kwantowych

Komputerami i oprogramowaniem kwantowym zajmują się intensywnie m.in. Intel (komputer Tangle Lake – 49 kubitów, układ Horse Ridge II), Google (procesory Foxtail, Bristlecone i Sycamore), Rigetti Computing (procesor Aspen-M-2), fiński spin-off IQM i wielka chińska grupa Baidu (komputer Qian Shi). Usługi chmury kwantowej oferuje m.in. Amazon (AWS Amazon Braket), Xanadu Quantum Technologies, Microsoft (Azure Quantum), holenderski Qutech (platforma Quantum Inspire). W budowę, wykorzystywanie oraz udostępnianie komputerów kwantowych bardzo mocno zaangażował się IBM. Prace badawcze prowadzone są w IBM Q Quantum Computation Center. Już na początku 2019 r. firma zaprezentowała swój pierwszy komercyjny komputer kwantowy IBM Q System One, pracujący na układzie realizującym 20 kubitów. Rozwiązanie IBM korzysta z tzw. nadprzewodnikowych złączy Josepha, wykorzystujących zjawisko tunelowania par Coopera<sup>3</sup> między dwoma nadprzewodnikami na gra-

nicy nadprzewodnik–izolator–nadprzewodnik. Układy schładzane są do temperatury 20 mK (-273,13 °C), co pozwala na stabilną pracę układu przez ok. 100 mikrosekund. Superpozycja stanów i splątanie inicjowane jest impulsami mikrofalowymi (od 10 do 100 nsek) z częstotliwością ok. 5 GHz.

W ramach swojej sieci partnerskiej IBM Quantum Network firma umożliwi licznym partnerom naukowym i komercyjnym dostęp do komputerów kwantowych serii Falcon (27- i 127-kubitowych) i do dedykowanej chmury obliczeniowej, udostępni oprogramowanie realizujące algorytmy, w tym platformę usług Qiskit Runtime bazującą na otwartoźródłowym SDK Qiskit napisanym w Pythonie.

W lutym 2022 r. do sieci IBM Quantum Network dołączyło Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe (PCSS).



Kwantowy procesor Horse Ridge II Intela

<sup>3</sup> Pary Coopera to pary związanych elektronów przenoszące prąd elektryczny w nadprzewodnikach. Elektrony tworzące parę Coopera są opisywane przez funkcje falowe z przeciwnymi wektorami falowymi.



# Bez pośredników

*– Problemem jest to, że za sprawą działań marketingowych zaczęliśmy myśleć o usługach sieciowych w sposób bezkrytyczny. W większości przypadków ułatwiają nam życie, czynią je wygodniejszym. Nie wiemy jednak, jak naprawdę działają. Daliśmy się przekonać, że to nie nasz problem. Musimy postarać się o lepsze wykorzystanie wspólnotowego, obywatelskiego potencjału mediów cyfrowych – mówi dr hab. Mirosław Filiciak, profesor Uniwersytetu SWPS, dyrektor Instytutu Nauk Humanistycznych i kierownik Katedry Kultury i Mediów.*



**Mirosław Filiciak**

medioznawca, zajmuje się wpływem mediów cyfrowych na uczestnictwo w kulturze. Bada internet, gry komputerowe, przemiany telewizji oraz nieformalny obieg treści i kulturę współczesną.

■ Narodzinom internetu towarzyszyły oczekiwania, że to będzie środowisko nieskrępowanej wolności i kreatywności. Czy cyfrowe uczestnictwo w kulturze rzeczywiście lepiej służy realizacji tego typu wartości niż tradycyjne formy życia społecznego?

■ Rozumiem, że w pytaniu jest już zawarta teza, ale musimy pamiętać, że zmienił się ogląd sytuacji, bo też zmienił się sam internet i wszystkie związane z nim usługi. Posługujemy się wciąż tym jednym słowem, a internet dzisiaj jest zupełnie innym środowiskiem niż był 20 czy 10 lat temu. Im coś jest bardziej inkluzywne i obejmuje coraz większą część populacji, tym bardziej, siłą rzeczy, się zmienia.

Z dzisiejszej perspektywy kluczowe rozczarowanie wiąże się z oczekiwaniem, że internet zostanie – mówiąc przesadnie – swoistą antytelewizją. Że będzie to medium bardzo oddolne, bardzo ahierarchiczne, bardzo zdecentralizowane. To się oczywiście nie ziściło, głównie za sprawą wielkiego biznesu i oferowanych w sieci usług. Pamiętam, jaki sam byłem naiwny, kiedy kilkanaście lat temu zachwyciałem się, że blogi spowodują rewolucję komunikacyjną. Dzisiaj obserwuję, jak nastolatki siedzą godzinami na TikToku, który dla mnie jest telewizją na sterydach. Teoretycznie niby można tam samemu coś tworzyć, ale większość użytkowników po prostu konsumuje dostępne treści.

Internet stał się przestrzenią, w której jest mnóstwo informacji. Kluczowe znaczenie ma ich filtrowanie, selekcja. Na tym wyrosła potęga cyberkorporacji, które odebrały dużą część kontroli państwu czy innym, demokratycznym instytucjom. Temat jest trudny, bo nie chodzi o nadzór jak w Chinach, czy w Rosji, ale zapewnienie transparentnych procesów przetwarzania informacji.

” *Dzisiaj dieta medialna w sieci jest nam dobierana przez różnego rodzaju „czarne skrzynki”, do których nie mamy wglądu. One wybierają za nas i – jak pokazują historie w rodzaju Cambridge Analytica – nie możemy mieć w pełni zaufania do tego, co się w nich naprawdę dzieje.*

■ **Na ile użytkownicy internetu zdają sobie sprawę z rzeczywistych mechanizmów rządzących rozpowszechnianiem treści w sieci?**

■ Nie można powiedzieć, że w internecie dzieją się tylko złe rzeczy, że cała aktywność jego użytkowników jest sterowana. W sieci ma miejsce również wiele wspaniałych inicjatyw wykorzystujących mechanizmy oddolnej aktywności. Bardzo dobrze było to widać, gdy w Polsce pojawiła się fala uchodźców z Ukrainy. W dużej mierze właśnie dzięki serwisom społecznościowym ludzie mogli zrobić wiele dobrych rzeczy, z których jesteśmy dumni.

Z drugiej strony, faktycznie, problemem jest to, że za sprawą działań marketingowych różnych firm zaczęliśmy myśleć o pojawiających się usługach sieciowych w spo-

sób bezkrytyczny. W badaniach nad kulturą pojawiają się teksty pokazujące, że algorytmy Facebooka są w gruncie rzeczy nie tylko brokerami informacji, lecz także władzy.

■ **Informatyka nie dla wszystkich jest zrozumiała...**

■ Tak, ale w naszym życiu jest też wiele innych obszarów, których funkcjonowanie nie ma charakteru intuicyjnego. Na przykład prawo – też nie jest łatwe do zrozumienia, ma swój specyficzny kod nie dla wszystkich czytelny. Jako społeczeństwo wiemy jednak, jakie regulacje i dlaczego mają dla nas znaczenie. Wbudowaliśmy w kulturę mechanizmy rozumienia prawa. Nie muszę czytać codziennie do kawy tekstu prawniczego, żeby być świadomym obowiązujących reguł prawnych. Ktoś je za mnie przeczyta, przetłumaczy i wyjaśni mi ich znaczenie. W sferze usług cyfrowych takich mechanizmów brakuje. Daliśmy się przekonać, że to są tylko kwestie techniczne i nas nie dotyczą. W zbiorowej świadomości to nie jest problem do dyskusji. Nowakom i Kowalskim nie spędza snu z powiek pytanie, jak działają algorytmy.

■ **Czy wynika to bardziej z braku wiedzy technologicznej (choć uważa się, że młodzi ludzie bardzo dobrze radzą sobie z nowymi technologiami), czy z wygody – niech algorytm podejmie za mnie decyzję, nie będę musiał się trudzić...**

■ Dyskusja o społecznych aspektach technologii jest bardzo trudna. Na gruncie nauki wkłada się obecnie bardzo dużo wysiłku w to, żeby ludziom w zrozumiały sposób wytłumaczyć, co się naprawdę dzieje. Są na to różne pomysły, począwszy od języka praw obywatelskich, przez język krytyki amerykańskiego kolonializmu, po język consentu, który próbuje się podpiąć pod to, co się stało po Me Too, żeby uświadomić ludziom, że tak naprawdę do pewnych, mających wpływ na nasze życie rzeczy jesteśmy zmuszani, a o innych nam się nie mówi. Takich inicjatyw jest bardzo dużo, ale to są ciągle bardzo trudne sprawy.

W Polsce dochodzą jeszcze problemy z debatą publiczną. U nas trudno się rozmawia o sprawach, których nie da się wykrzyczeć w dwóch hasłach, a mechanizmów funkcjonowania mediów cyfrowych nie da się przedstawić w kilku prostych zdaniach. Z racji doświadczeń historycznych jesteśmy też jako społeczeństwo negatywnie nastawieni do ingerencji państwa w jakąkolwiek sferę życia publicznego. Uważamy, że lepiej aby państwo się nie mieszało, bo może tylko wszystko zepsuć, a nie naprawić. To bardzo utrudnia rozmowę o jakichkolwiek formach uregulowania działalności Big Tech-ów.

■ **To ciekawe, że używamy aktywnie mediów cyfrowych, żeby walczyć czy protestować w sprawach dotyczących różnych, pozasięciowych obszarów życia, a przyjmujemy za dobrą monetę funkcjonujące w sieci mechanizmy kontroli czy manipulacji...**

■ Coraz częściej ludzie zaczynają odczuwać, że nie wszystko – co przychodzi z Doliny Krzemowej i działa na smartfonie – jest dobre i wygodne. Oczywiście, jak ktoś jedzie na wakacje i chce poszukać taniego noclegu, to skorzystanie z Airbnb może się wydawać bardzo dobrym rozwiązaniem. Jednak mieszkaniec centrum Krakowa niekoniecznie widzi pozytywne konsekwencje funkcjonowania takich platform. Wygodna usługa krótkoterminowa przekłada się bowiem na wzrost cen najmu mieszkań albo skutkuje powstawaniem całych kwartałów, w których mieszkają wyłącznie osoby przyjeżdżające na 2-3 dni, aby się tanio zabawić i wrócić do siebie.

Z drugiej strony na świecie w ramach wielu inicjatyw na poziomie miast próbuje się budować usługi cyfrowe w sposób przyjazny mieszkańcom. Takim projektem jest, na przykład, Sharing Cities. Chodzi o stworzenie takiego modelu działania, w którym nasze dane nie są towarem i niematerialna praca, którą wykonujemy, nie jest czymś, co wykorzystuje ktoś inny, ale jest czymś, co się dokłada do dobra wspólnego. Warto też wspomnieć o inicjatywie Fairbnb. To taka internetowa platforma noclegowa, która zyski reinwestuje w lokalną społeczność, jest cały czas w kontakcie z ludźmi z miasta. Chodzi o minimalizowanie negatywnych skutków społecznych funkcjonowania usług cyfrowych.

■ **W niektórych krajach, na przykład we Francji, podejmowane są próby prawnego uregulowania zasad krótkoterminowego wynajmu mieszkań. W Polsce pewnie by to od razu okrzyknięto zamachem na prawa wolnego rynku czy własność prywatną...**

■ U nas faktycznie trudno o tym rozmawiać, a szkoda, bo tematów na styku społeczeństwa i technologii jest bardzo dużo. Na przykład kryzys ekologiczny. Musimy pomyśleć o znalezieniu balansu między sytuacją, w której jesteśmy namawiani do wymiany telefonów co dwa lata, a rosnącą energochłonnością oferowanych rozwiązań. Wszystko musi być coraz bardziej innowacyjne, szybkie, a w konsekwencji też bardziej energochłonne. Na przykład kryptowaluty – pomijając już że często są bańką spekulacyjną, to ich „kopanie” zużywa w skali globalnej tyle energii, co spore państwo.

Nie jest tak, że sam mechanizm technologiczny jest zły. Problem polega na tym, żeby wynegocjować taki model, w którym bezpośredni, krótkoterminowy zysk może być niższy, ale długoterminowo projekt może przynieść całej społeczności wiele korzyści. Jestem przekonany, że to może działać w taki sposób, tylko że pewnie potrzebowa-

libyśmy więcej społecznej presji na polityków. Tu jednak znowu wracamy do kwestii, że ludzie tego problemu poważnie nie zauważają. Trochę się już przyzwyczailiśmy do różnych pośredników, którzy nie zawsze wnoszą jakąś istotną dla nas wartość. Píše na ten temat m.in. Mariana Mazzucato w książce „Wartość wszystkiego”.

■ **Pytanie, na ile dzisiaj w sieci bez tych pośredników można się obejść. Może w sferze kultury sytuacja wygląda inaczej? Jakie realne, widoczne w wynikach badań korzyści wynikają z możliwości korzystania z internetu dla uczestnictwa w kulturze?**

■ Na pierwszym miejscu postawiłbym kwestię dostępu do treści i wytworów kultury. Ponad dekadę temu robiliśmy w Centrum Cyfrowym badania piractwa. Wtedy piractwo wydawało się być bardzo poważnym, nierozwiązywalnym wręcz problemem rynku cyfrowego. A potem się okazało, że można zbudować nowe modele biznesowe, które dają szansę legalnego korzystania z zasobów cyfrowych. Dzisiaj ludzie są już przyzwyczajeni do niedrogich, powszechnych usług abonamentowych. Wtedy uprawiano piractwo, bo nie było sposobu obejrzenia filmu czy posłuchania płyty w inny sposób. Szczególnie w mniejszych miejscowościach, gdzie nie było odpowiedniej infrastruktury, a wyprawa do większego miasta często bywała kłopotliwa ze względu na stan komunikacji publicznej. Możliwość łatwego dostępu, nawet mimo tych wcześniej wspomnianych mechanizmów selekcyjnych, jest ogromną wartością sieci.

Drugi wątek, który wydaje mi się bardzo ważny, to oddolny, obywatelski potencjał budowania może nie jednej wspólnoty, ale bardzo wielu różnych wspólnot – od grup zainteresowań po grupy mieszkańców, którzy coś próbują dla siebie załatwić. To jest wielka wartość sieci. Oczywiście, sieć sama w sobie nie ma mocy sprawczej, potrzebna jest wola do działania. Przykład z pomocą Ukraińcom pokazał jednak, że jak ludzie chcą pomagać innym, to mają w internecie doskonale do tego narzędzia.

Rynek przyzwyczaił nas, że jesteśmy obsługiwani przez innych klientami. Nie liczę więc na to, że każdy będzie edytował Wikipedię. Oczekiwałbym jednak większego zaangażowania społecznego, wykorzystującego potencjał internetu. Możliwości w postaci dostępnych powszechnie narzędzi są. Brakuje myślenia wspólnotowego, chęci samoorganizacji, troski o dobro wspólne w postaci chociażby owej mitycznej dziury w chodniku. To znowu kwestia doświadczeń historycznych, poziomu debaty publicznej i w każdym kraju wygląda to inaczej.

■ **Z jednej strony mamy więc wizje pozytywnych zmian wywołanych za sprawą nowych technologii. Z drugiej strony widzimy, jak bardzo ich wykorzystanie jest uzależnione od społecznej kultury prawnej, podejścia do polityki i biznesu, postaw i oczekiwań użytkowników.**

■ Internet staje się coraz bardziej wymiarem wszystkich sfer naszego funkcjonowania społecznego – od oficjalnych kontaktów z urzędami po najbardziej intymne relacje znajdujące odzwierciedlenie na przykład w aplikacjach randkowych typu Tinder.

” *Znajdujemy się w swoistej pętli – z jednej strony usługi cyfrowe realizują nasze potrzeby, ale z drugiej – logika ich funkcjonowania jest taka, że kreuje w nas nowe potrzeby, wpływa na zmianę naszych zachowań społecznych. Na gruncie nauki określa się to mianem mediatyzacji.*

Możemy jednak starać się wywierać presję na podmioty publiczne, by rozwiązania regulacyjne sprzyjały rozwojowi kultury współdziałania. Potencjał do wykorzystania jest wciąż olbrzymi. Ostateczny wynik zależy jednak od tego, na ile sami będziemy chcieli kształtować tę sferę naszej aktywności. Inaczej będziemy zdani na ofertę biznesu, który nie rozważa długoletnich skutków wprowadzanych nowych rozwiązań, tylko ocenia swoją działalność przez pryzmat rocznych czy kwartalnych raportów.

Gdy patrzę na przemiany serwisów społecznościowych i na to, że dzieciaki dzisiaj najwięcej czasu spędzają na TikToku, to myślę, że to jest jakieś niepokojące uwstecznienie i osamotnienie. Mamy do czynienia z wielkim paradoksem sieci. Z jednej strony bowiem internet połączył nas z innymi pewnie bardziej niż jakiegokolwiek medium wcześniej, a z drugiej – mamy do czynienia z całą masą ujawnianych w badaniach naukowych problemów z pandemią samotności, z lękami społecznymi, izolacją społeczną itp.

■ Czy w związku z tym, że spędzamy coraz więcej czasu w sieci, możemy mówić o powstaniu kultury cyfrowej jako nowej, osobnej formy ekspresji i uczestnictwa w życiu społecznym?

■ Myślę, że stawianie dzisiaj granic między kulturą cyfrową a kulturą w ogóle byłoby sztuczne. Granice między cyfrowym a niecyfrowym coraz bardziej się rozmywają. Nie bez znaczenia są tu też mechanizmy długiego trwania w kulturze. Na przykład formaty wizualne popularne dzisiaj w mediach społecznościowych, bazujące na szybkich zmianach i przejściach między kadrami, były obecne w kulturze popularnej już dawno temu. Dzisiaj zyskały

tylko nowe, cyfrowe możliwości realizacji. Mamy do czynienia raczej z ewolucją niż z rewolucją.

Mam jednak obawy, czy funkcjonowanie w świecie, w którym przekazywane treści mają po kilkanaście sekund, najlepiej służy zachowaniu uwagi. Bazujące na takich przekazach środowisko cyfrowe stało się jednak dla młodych ludzi naturalną przestrzenią autoekspresji. Nie można powiedzieć nastolatkowi: schowaj smartfona i nie graj już w te gry! Bo wokół tego zbudowany jest cały ekosystem komunikacyjny. Jak ktoś gra, na przykład, w Fortnite, to jest to trochę gra, a trochę podwórko, na którym spotyka się z innymi – ma znajomych, rozmawia z nimi, komunikuje się. Czasami też nabywa przy tym pewne kompetencje, które potem mogą się okazać przydatne w innych sytuacjach.

Gdy w trakcie pandemii okazało się, że szkoły nie są dobrze przygotowane do nauki zdalnej, to często uczniowie wspomagali nauczycieli w konfigurowaniu potrzebnych systemów. Oni wiedzieli, jak to się robi, bo korzystali na przykład wcześniej z Discorda, który był zaprojektowany jako platforma komunikacyjna dla graczy komputerowych. Niepoważne, ale pokazuje, że granie też wspiera rozwój kompetencji, a pamiętajmy, że ci młodzi ludzie będą pracować w przestrzeni jeszcze silniej nasyconej mediami cyfrowymi.

Pandemia bardzo dobrze pokazała całą tę ambiwalencję wokół technologii. Znakomicie, że pozostając w izolacji mogliśmy dalej się uczyć, pracować, studiować, ale trudno nie mieć myśli, że wpuściliśmy do swoich mieszkań Google'a, Microsoft, nie mając w zasadzie przestrzeni do dyskusji warunków ich obecności.

■ Dyskusja na jakiegokolwiek tematy jest dzisiaj generalnie trudna, bo bazuje głównie na emocjach, a nie na racjonalnych argumentach.

■ To kolejny paradoks. Bardzo długo wydawało się, że ten technologiczny świat, wyrastający z oświeceniowego rdzenia, zafunduje nam coś bardziej racjonalnego, jeśli nie wręcz technokratycznego. A to poszło w skrajnie odmienną stronę. Jak pisze Shoshana Zuboff w książce „Kapitalizm inwigilacji”, okazało się, że rozgrzebywanie naszych emocji, wydobywanie ich, wykorzystywanie, sprzedawanie to być może ostatni, niewyczerpany zasób, który można znaleźć na naszej planecie i robić na nim pieniądze.

 Andrzej Gontarz

# Atrapy istnienia

**Osobliwe przenikanie życia i śmierci, pogranicze, na którym nieżywe podszywa się pod żywe i demaskuje życie było intrygujące dla ludzkiego umysłu na długo przed narodzinami automatyki, informatyki, mechatroniki i robotyki. Sztuczne ciała zbudowane na podobieństwo człowieka od starożytności po współczesność odgrywają złożoną rolę w kulturze. W imitacji, replikacji, symulacji czy karykaturze szukamy zrozumienia złożoności ludzkiego ciała i świata, w którym żyjemy.**



**Ada Florentyna Pawlak**

antropolożka technologii, prawniczka i historyczka sztuki, wykładowczyni akademicka (Instytut Etnologii i Antropologii Kultury UŁ, Artes Liberales UW, Wydział Zarządzania UŁ, Akademia im. Leona Koźmińskiego w Warszawie, Trendwatching&Future Studies AGH) i speakerka w Digital University w obszarze społecznych kontekstów nowych technologii. Specjalizuje się w obszarze społecznych implikacji sztucznej inteligencji i transhumanizmu. Prowadzi zajęcia dotyczące antropologii technologii i kultury cyfrowej, technointymności i współpracy człowieka z maszyną.

Trzykrotna stypendystka Rektora Uniwersytetu Łódzkiego, jedna z założycieli Polskiego Stowarzyszenia Transhumanistycznego. Od kilku miesięcy pracuje jako kuratorka wystawy „TransWspólnoty. Wektory przemian” w ramach międzynarodowego Fotofestiwalu 2022 w Łodzi.

Wraz z artystami, którzy w swojej pracy wykorzystują sztuczną inteligencję, szuka korzeni wspólnotowości i poczucia przynależności, zastanawiając się, jak rozwój technologicznych narzędzi wpływa na więzi w kapitalistycznych strukturach.



Nieustannie poszerzające się transhumanistyczne uniwersum cechuje ikonofilia manifestująca się m.in. obecnością w naszym życiu przedmiotów wirtualnych, które silnie oddziałują na otaczający nas świat. Dzięki zaawansowanej grafice komputerowej i technikom obróbki obrazu, skanrom 3D oraz sztucznej inteligencji coraz częściej w przestrzeni cyfrowej prezentowane są symulujące człowieka antropomorficzne wizerunki, wytwarzane przez zespoły specjalistów – programistów, artystów, copywriterów i specjalistów od marketingu. Współcześnie coraz częściej w cyberprzestrzeni interagujemy z agensami o niejasnym statusie ontologicznym.

Skoncentruję się na fenomenie wirtualnych influencerów – cieszących się wielką popularnością antropomorficznych, hiperrealistycznych postaci funkcjonujących w ekosystemie mediów społecznościowych. Te statyczne awatary to wygenerowane komputerowo obrazy (CGI – *Computer Generated Image*) nieistniejących ludzi: wizerunki bez podmiotu, które zyskują popularność poprzez naśladownictwo ludzkich interakcji w mediach społecznościowych. Moje badania „Sztuczni ludzie w biznesie – automatyzacja wizerunków bez podmiotu” wskazują na wysoką popularność wirtualnych influencerów wśród młodych dorosłych<sup>1</sup>. Wirtualne istoty pozostają w specyficznej relacji do

<sup>1</sup> Badania zatytułowane „Sztuczni ludzie w biznesie – automatyzacja wizerunków bez podmiotu” przeprowadziłam: w latach 2019–2022 wśród studentów Instytutu Etnologii i Antropologii Kulturowej Uniwersytetu Łódzkiego będących słuchaczami moich kursów „Człowiek 2.0”; w latach 2020–2022 wśród studentów Wydziału Zarządzania UŁ, z którymi prowadziłam zajęcia „Współpraca człowieka z maszyną” na kierunku Business Automation; w latach 2020–2022 wśród słuchaczy studiów podyplomowych „Trendwatching&Future Studies” prowadzonych przez Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie, z którymi realizowałam zajęcia „Społeczne konteksty sztucznej inteligencji” oraz „Człowiek przyszłości: między transhumanizmem a technointymnością”.

człowieka, wpływając na jego doświadczenie zarówno w planie cielesnym, mentalnym, jak i społeczno-kulturowym.

## Wtóra Księga Rodzaju

Historia konstruowania sztucznej istoty na nasz wzór i podobieństwo to opowieść o zmieniającym się stosunku człowieka do samego siebie. Wtórna demiurgia, polegająca na kreacji pozornych bytów, była silnym elementem potocznej wyobraźni, a także projektem marzeń pojawiającym się w umysłach inżynierów i artystów w minionych stuleciach.

Motyw sztucznego człowieka maszerował w kulturze dwiema drogami. Fundamentalna różnica spełnia się w opozycji biologiczny – technologiczny, czyli sprowadza się do materii, z której ukształtowana jest istota ludzka i nieorganiczny twór robotyczny. Droga animistyczna wchodzi w alianse z magią i reprezentuje ją „człowiek z próbówki”, homunkulus, do stworzenia którego aspirowali alchemicy operujący pierwiastkami; wpisuje się w nią mit prometejski, opowieść o Pigmalionie i legenda o Golemie.

Automaty i roboty, działające nie dzięki tajemniczej iskrze życia, lecz dzięki poznaniu natury, inżynierii i technologii, wpisują się w nurt mechaniczny, oparty na wiedzy i powstały dzięki osiągnięciom nauki.

W starożytności automaty działające pod wpływem gorącego powietrza i mechanizmów hydraulicznych, służąc kapłanom i elitom, ilustrowały nadzwyczajne zdolności bogów i herosów. Konstrukcje sztucznego człowieka cieszyły się dużym powodzeniem również w epoce renesansu i późniejszych. Nad maszynami posiadającymi ludzkie umiejętności pracowali Blaise Pascal, John Napier czy Gottfried Wilhelm Leibniz. Zaabsorbowany pracami nad sztucznym człowiekiem duchowy ojciec współczesnych androidów, Jacques de Vaucanson, opracował w XVIII w. jedno z najbardziej pomysłowych automatów, których przeznaczeniem było dostarczanie rozrywki na europejskich dworach. Już wówczas nie były jedynie techniczną nowinką, lecz ilustrowały zwycięstwo nauki nad naturą i ludzkiego geniuszu nad boskim porządkiem.

Choć termin „robot” po raz pierwszy w języku angielskim pojawił się za sprawą sztuki teatralnej Karela Čapka „R.U.R.”

(„Rossumovi Univerzální Roboti” – Uniwersalne Roboty Rossuma) z 1920 r., to opowieści o sztucznych ludziach, sterowanych lub obdarzonych wolną wolą, poruszały zbiorowe imaginarium również w poprzednich stuleciach, inspirując wielu autorów. Dzisiejsze atrapy stworzenia wyświetlane są w zdefiniowanym medium.

Nie istnieje jeden termin określający to przełomowe dla kultury wizualnej zjawisko. Panuje chaos pojęciowy – hiperrealistyczne obrazy skutecznie imitujące prawdziwych ludzi funkcjonują pod wieloma określeniami: *Metahumans*, *Digital Humans*, *Virtual Beings*, *Artificial Human* czy *CGI (Computer Generated Influencer)*.

Podstawową przestrzenią funkcjonowania istot wirtualnych, w której budowana jest ich tożsamość i historie, są media społecznościowe tj. Instagram, TikTok<sup>2</sup>, YouTube, Twitter czy Facebook wykorzystywany chętniej przez Millenialsów niż pokolenie Z czy pokolenie Alfa. W głównym medium pokolenia Alfa – na portalu TikTok – nad zbiorem filmików budujących narrację pokazującą codzienne aktywności Aliony Pole, umieszczono frazę: „Jestem już w przyszłości”. Większość fanów wirtualnych idoli to pokolenie Z. Według danych zebranych przez firmę konsultingową ii-Media, ponad 70% obserwujących ma od 18 do 23 lat (<https://www.ii-media.cn/c400/79469.html>). W pozostałych 30% zdarzają się więc osoby jeszcze starsze.

Istoty wirtualne od chwili pierwszego posta pozostawionego na platformie jawią się jako osoby mające konkretny charakter i światopogląd. Fryzura, głos, zainteresowania, wartości i cechy osobowości często pozostają niezmiennie, a jedynym obszarem poddawany modyfikacji jest sugerowany stan emocjonalny cyfrowego bytu, podkreślający wiarygodność opowieści i pozwalający na nawiązanie i utrzymanie bliskiego kontaktu z publicznością. Niektóre konta prezentują życie codzienne, inne – działalność artystyczną, sportową bądź muzyczną, kontrowersyjne hoby lub idee i światopogląd wzywające do przyłączenia się i zmieniania świata.

<sup>2</sup> Lista kont sztucznych ludzi znaleziona na TikToku

- \* <https://www.tiktok.com/@abawils>
- \* <https://www.tiktok.com/@aerbt>
- \* <https://www.tiktok.com/@aimonk.thailand>
- \* <https://www.tiktok.com/@allangregorio>
- \* [https://www.tiktok.com/@amara\\_gram](https://www.tiktok.com/@amara_gram)
- \* <https://www.tiktok.com/@chromagarden>
- \* <https://www.tiktok.com/@demi.id>

- \* <https://www.tiktok.com/@ekkoluna>
- \* [https://www.tiktok.com/@erick\\_hans](https://www.tiktok.com/@erick_hans)
- \* <https://www.tiktok.com/@hirokazuyokohara>
- \* [https://www.tiktok.com/@iam\\_ruvy](https://www.tiktok.com/@iam_ruvy)
- \* <https://www.tiktok.com/@iamdani.x>
- \* <https://www.tiktok.com/tag/virtualhuman>





W 2021 r. firma Unreal Engine zaprezentowała narzędzie o nazwie MetaHuman, służące do tworzenia hiperrealistycznych postaci<sup>5</sup>. Technologia, dostępna dla każdej firmy, oferuje developerom nowe możliwości w tworzeniu ludzkich sylwetek, pozwala na wykorzystywanie ogromnych bibliotek modeli 3D i tekstur, umożliwiając łatwe przeniesienie trójwymiarowych modeli powstałych na bazie wykonanych wcześniej skanów.

### Krótko o długiej historii iluzji i imitacji

Podobieństw w niepodobnym szukał barok, dumający nad ostrymi granicami istnienia jak poeta w sonecie do trupa: „Ty nic nie czujesz, ja cierpię ból srodze, Tyś jak lód, a jam w piekielnej śrzedze”<sup>6</sup>. Następnym pokoleniom dorosłych martwość przypominały lalki będące projekcją fantazmatów, niezależnie od tego, czy pojawiały się w rokokowej galanterii na europejskich dworach, czy w szmatkach pod strzechą. W ponowoczesnym świecie ciało naturalne pod postacią lalki zostało zastąpione szeregiem wyimaginowanych archetypów. Po pierwszej wojnie światowej w apokaliptycznych scenach z pól bitew ciała biologiczne przedstawiano w języku parateatralnym, porównując do rozbitych, pogruchotanych lalek. Może dlatego składowiska plastikowych rąk i nóg w zakładach trudniących się naprawą zabawek (tzw. klinikach lalek) w wyobraźni ówczesnych ludzi przypominały masy trupów.

Zburzenie binarnego podziału na życie i śmierć, które ludzki umysł przeczuwa w lalce, inspirowało wielu artystów, w tym twórcę „Umarłej klasy”, Tadeusza Kantora, który mawiał, że życie na scenie można przedstawić jedynie przez jego brak. Dziś atrapy na scenie mediów społecznościowych stają się narzędziem jednoczącej przemiany – żywi zmieniają się w zastygłe figury, a nieożywione symuluje żywych.

Dzisiejsze obawy związane ze sztuczną inteligencją w humanoidalnej formie towarzyszyły już wprowadzaniu w przestrzeń publiczną krawieckich manekinów. Manekiny – początkowo odlewane seryjnie, nie miały głów lub posiadały schematycznie zakreślone twarze bez cech indywidualnych – w drugiej połowie XIX w. zaczęły przypominać ludzi. Szybko stały się od nich powabniejsze, atrakcyjniejsze, rozpoczynając dyktowanie trendów związanych z ciałem ludzkim w społeczeństwie masowym. Wówczas też rodzi się marzenie wielu reformatorów teatru o aktorze Nadmarionecie, będącym tworem

idealnym, dalece doskonalszym od ludzkiego aktora, któremu biologia uniemożliwia realizację zamysłów „Pana sceny”. Natomiast Hans Bellmer kierował w stronę mechanicznej marionety swoje erotyczne fantazje. Znane już z mitologicznych opowieści (Pigmalion i Galatea) sztuczne ciało uległej, sterowanej kochanki to marzenie rozpalające umysły znacznej części męskiego rodu. „Atrapa istnienia” niesie jednak nie tylko rozkosz. Przenikają się w niej Eros i Tanatos.

Tęsknota za stworzeniem doskonałej imitacji człowieka, za jego nieustanną dostępnością, możliwością nieskrępowanego dotyku, ale też pełną kontrolą i eliminacją uciążliwej odpowiedzialności, eksplodowała w czasie dziewiętnastowiecznej rewolucji przemysłowej, niosącej nie tylko praktykę, lecz również ideę automatyzacji. Pragnienie i lęk przed wtórną demiurgią krążyło nie tylko w opowieściach o stworzeniu doktora Frankensteina, lecz także w często powracających w prozie Josepha Rotha panoptikonach, rozsiansych po europejskich miastach okresu c.k. monarchii. To w nich można było zbliżyć się do podróbki istnienia, do światła rzucanego przez ówczesne gwiazdy, takie jak np. jeden z najdłużej panujących monarchów nowożytnego Europy – Franciszek Józef I, słynny cesarz z dynastii Habsburgów. Jego figura biła rekordy popularności w gabinetach osobliwości, tworzonej ku ucieście gawiedzi i bogaceni się pomysłowych przedsiębiorców, sprzedających możliwość spojrzenia na woskowe figury – siedlisko majestatu sacrum, które na moment stawało się widzialne, obecne i na wyciągnięcie ręki.



Dostąpiwszy zaszczytu replikacji sławni ludzie chętnie fotografują się ze swym sobowtórem, często imitując ustawienie ciała dubla – o ile wiek im jeszcze na to pozwala. Wokaliści (od lewej): Ricky Martin, Maluma, Alicia Keys.

Źródło: <https://people.com/celebrity/celebrity-wax-figures-jasonderulo-katy-perry-kendall-jenner/>

<sup>5</sup> Narzędzie „MetaHuman Creator” do tworzenia fotorealistycznych awatarów <https://docs.metahuman.unrealengine.com/en-US/overview/>

<sup>6</sup> J.A. Morsztyn, *Do trupa*, [w:] J.A. Morsztyn, 275 wierszy. Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa 1997.

Duple znanych postaci pozostawały wielką atrakcją na długo przed kulturą cyfrową. Poczet rozpoznawalnych celebrytów – muzyków, sportowców, aktorów kłębił się w europejskich miastach w salach muzeum Madame Tisot, za wejście do którego płacono i wciąż jeszcze się płaci bajońskie sumy. Do niedawna zdjęcia z woskową figurą stanowiły punkt kulminacyjny w prezentacji wakacyjnych albumów, również tych będących własnością prototypu podziwianego dubla.

Oprócz Adele czy Johnny'ego Deppa możemy zobaczyć figurę Lorda Vadera i Luke'a Skywalkera zarówno w Berlinie, jak i w San Augustin na Florydzie, które pamiętało również o odlewie robota protokolarnego C-3PO i naprawczego droida R2-D2. W londyńskim muzeum Madame Tisot możemy natomiast wykonać woskowy odlew własnej ręki, co jest symptomatyczną i atrakcyjną ofertą dla intensywnie mieszającej fikcję z rzeczywistością narcystycznej „kultury prawego kciuka”, w której wielu pragnie być powielającym się celebrytą.

Imitujące ludzi wytwory cyfrowe lokują się pomiędzy porządkami dyskursu o cielesnej reprezentacji.

” *Te quasi-cielesne figury to formy medialnych reprezentacji nieistniejącego konkretnego człowieka, sobowtóry całego ludzkiego gatunku. To „obecność protetyczna”, możliwa do doświadczenia tylko w zapośredniczonym przez medium środowisku wirtualnym.*

## Przekroczywszy niesamowitą dolinę

W latach 70. XX w. japoński inżynier i konstruktor robotów Masahiro Mori badał emocjonalną reakcję ludzi na wygląd zewnętrzny robotów<sup>7</sup>. Najbardziej zbliżone do człowieka roboty humanoidalne wywoływały uczucie dyskomfortu, a nawet strachu z powodu niewielkich szczegółów odróżniających je od człowieka. Nieoczekiwany spadek na wykresie komfortu psychicznego nazwany został „doliną niesamowitości”. „Dolina niesamowitości” (ang. *Uncanny Valley*) oznacza emocjonalną reakcję ludzi na widok humanoidalnych robotów wynikłą z faktu, że oczekujemy po androidzie pewnych ludzkich odruchów, a nie zobaczysz ich, odczuwamy negatywne emocje. W 2011 r. pro-

fesor Ayse Pinar Saygin z Uniwersytetu Kalifornijskiego zainicjowała projekt mający na celu ustalenie przyczyn występowania „doliny niesamowitości”. W konkluzji badań stwierdzono, że widok robota człekopodobnego powoduje u obserwatora oczekiwanie wykonania konkretnych ruchów, a wobec ich braku, brak komfortu z uwagi na lęk przed nieożywionym wyglądającym jak żywe.

Tymczasem cyfrowe symulakry powstają, aby ludzi i zwodzić. Tworzone są po to, by udawać istnienie, imitować ludzi. Nie są to już produkowane seryjnie identyczne egzemplarze, lecz doskonale pozorujące człowieka atrapy przekraczające coraz częściej „dolinę niesamowitości”. Możemy doświadczyć spotkania ze sztucznym, gdy tylko uruchomimy media społecznościowe, w których jest coraz więcej „martwych dusz”, lawinowo przenikających do mody, reklamy, a nawet programów informacyjnych. Nasze otoczenie cyfrowe wypełnia się kłębowiskiem osób, miejsc, przedmiotów, czynności, które w rzeczywistości nie istnieją, i wydarzeń, które nie miały miejsca. Wydają się autentyczne, bo są nieodróżnialne od tych, do których nawykło nasze spojrzenie.

Ewolujące od podobieństwa do nierozróżnialności syntetyczne konstrukcje zyskują status transgresyjnych maszyn. Przekraczając „dolinę niesamowitości”, rzucają wyzwanie społecznej percepcji sztucznych bytów jako nieodwołalnie Obcych. Uczucie osobliwości w zetknięciu z nieożywionym, symulującym żywe pojawia się u ludzi powszechnie, niezależnie od kultury. Powszechnie też wykorzystywano je w marketingu długo przed pojawieniem się komputerowo generowanych obrazów cyfrowych influencerów. W Meksyku krąży legenda ożywającego manekina pięknej La Pascuality, stojącej w witrynie sklepu oferującego suknie ślubne i ściągającej rozpalone opowieściami narzeczone z wszystkich prowincji kraju do miasta Chihuahua. Lubimy wierzyć, że pod pewnymi warunkami zdarza się coś, co nigdy się nie zdarza. To prawda, że kapitalizm afektywny zarabia na uczuciach mających moc wstrząsania ludzką wyobraźnią – niesamowitości, fascynacji, ontologicznym zaburzeniu porządku. Warto jednak pamiętać, że emocje monetyzowano niezależnie od dostępnych technologii. Dlatego dziś przerażać powinna nie sama idea, lecz jej skala.



Ranking wirtualnych influencerów jest dostępny na <https://hypeauditor.com/blog/the-top-instagram-virtual-influencers-in-2021/>

<sup>7</sup> M. Mori., *The Uncanny Valley*, tłum. K. F. MacDorman, T. Minato. Energy, 1970, 7, 33–35.

<sup>8</sup> A.P. Saygin, T. Chaminade, H. Ishiguro, *The thing that should not be: predictive coding and the uncanny valley in perceiving human and humanoid robot actions. Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2012, 7(4), 413–422.



Zrodlo: <https://senjutsusaga.com/media/>

# Gry więcej niż wirtualny park rozrywki

Erving Goffman, jeden z klasyków socjologii, przed laty stwierdził, że gry dostarczają ludziom rozrywki i to z jej powodu gramy<sup>1</sup>. Nie warto jednak zawężać przyjmowanej na to medium perspektywy, bo współcześnie oddziałuje ono na wiele różnych obszarów życia społecznego, a także zyskuje na kulturowej doniosłości.

W ostatnich kilku dekadach wokół praktyki grania pojawiło się wiele nowych zjawisk, które dziś składają się na szeroko rozumianą i coraz bogatszą kulturę gier cyfrowych.

## Ekspansja gamingu

Bez wątpienia ważnym czynnikiem wzrostu społeczno-kulturowej istotności gier cyfrowych jest popularyzacja grania, co z kolei doprowadziło do ekonomicznego rozwoju przemysłu elektronicznej rozrywki. Gry cyfrowe już od ponad 60 lat fascynują kolejne pokolenia graczy. Najpierw byli to naukowcy i inżynierzy, którzy w drugiej połowie XX wieku reprezentowali tę nieliczną wówczas grupę szczęśliwców z dostępem do tak dziś powszechnych komputerów. W kolejnych dekadach medium gier w wersji elektronicznej upowszechniło się na nowych platformach sprzętowych, by tylko wspomnieć o nieco już dziś zapomnianych automatach do gier czy domowych konsolach podłączanych do telewizorów.



**Damian Gałuszka**

socjolog zatrudniony na Wydziale Humanistycznym AGH w Krakowie. Autor książki „Gry wideo w środowisku rodzinnym. Diagnoza i rekomendacje” (do pobrania za darmo ze strony [www.grywrodzynie.pl](http://www.grywrodzynie.pl)) oraz wielu innych publikacji poświęconych społeczno-kulturowym aspektom rozwoju technologii cyfrowych, a w szczególności gier. Jego ostatnie badania dotyczyły zjawiska sięgania po gry cyfrowe przez osoby starsze (*silver gaming*).

<sup>1</sup> Goffman, E. (2015). Rozrywka w grach. W: I. Borowik, J. Mucha (red.), *Współczesne teorie socjologiczne*, t. 1, s. 35. Kraków: Nomos.

To właśnie na takich urządzeniach swoją przygodę z grami rozpoczynali przed laty weterani zarówno po stronie twórców, jak i odbiorców. Dziś ci ostatni tworzą internetowe wspólnoty, na przykład TheOlderGamers.com czy 2old-2play.com, w których ramach wymieniają się doświadczeniami, pomagają sobie, a przede wszystkim szukają podobnych sobie współgraczy.

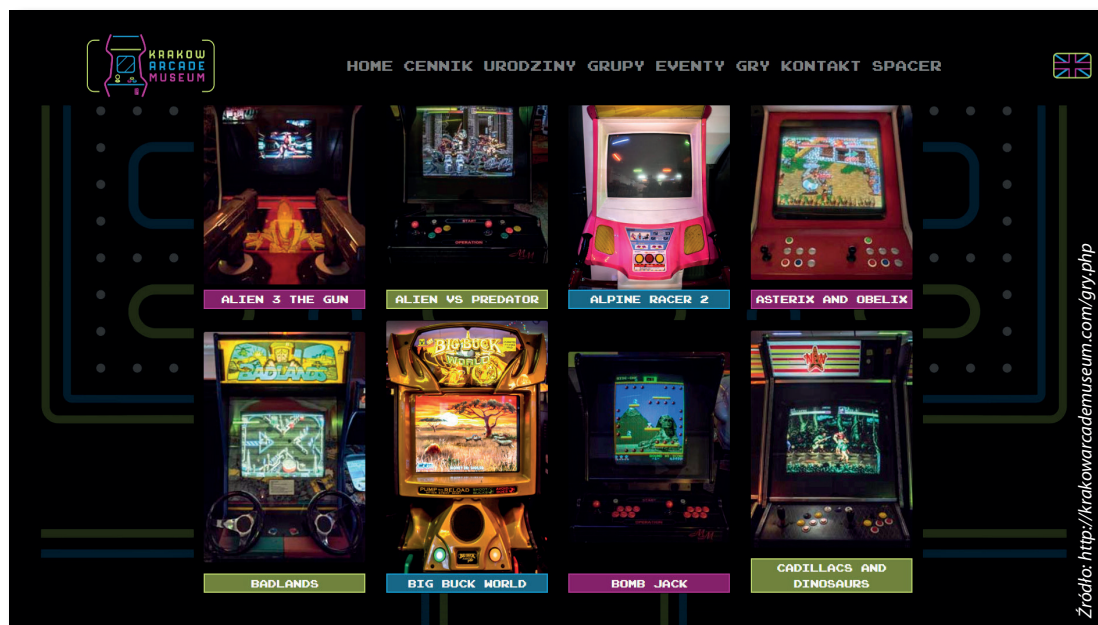
Współcześnie rynek gier bazuje na komputerach osobistych, konsolach, ale też – w coraz większym stopniu – na urządzeniach mobilnych. Rynek mobilny już jest najbardziej dochodowym segmentem branży elektronicznej rozrywki, co pokazują analizy rynkowe, między innymi publikowane przez agencję Newzoo. Ekspansja gier na ten rodzaj sprzętu sprawiła, że towarzyszą nam one niemal w każdym miejscu, a gaming przestał być praktyką stacjonarną, realizowaną głównie w domowym zaciszu. Granie na telefonach czy tabletach ma swoją specyfikę, ale bez względu na platformę, graczy przed ekrany przyciąga przede wszystkim chęć zrelaksowania czy odstresowania się, a także potrzeba poradzenia sobie z nudą bądź nadmiarem wolnego czasu<sup>2</sup>.

Te motywy nabrały szczególnego znaczenia w trakcie pandemicznych lockdownów. Konieczność fizycznej, a co za tym idzie i społecznej izolacji była dla wielu osób dotkliwa. Jednym ze sposobów na wykorzystanie wolnego

czasu, a także nawiązanie zapośredniczonych kontaktów z przyjaciółmi, było sięgnięcie po gry cyfrowe, co widoczne było szczególnie na początku pandemii (raport Polish Gamers Research 2022, <https://polishgamers.com/pgr/polish-gamers-research/polish-gamers-research-2022/>).

Twórcy gier wychodzą tym oczekiwaniom naprzeciw, starając się projektować maksymalnie immersyjne tytuły, które wciągają na wiele godzin, generują duże zainteresowanie i uznanie recenzentów, a w konsekwencji zapewniają niekiedy wielomilionowe zyski, o których coraz częściej mogą jedynie marzyć producenci najbardziej zyskownych filmów. Rynek gier wideo staje się coraz bardziej lukratywny w porównaniu do „starych” rynków: filmowego i muzycznego. Dobrą tego ilustracją są gry studia Rockstar Games – „GTA V” czy „Red Dead Redemption 2” – które w ciągu zaledwie kilku pierwszych dni od premiery wygenerowały przychody na poziomie setek milionów dolarów, przewyższając tym samym zyski z najbardziej kasowych produkcji Hollywoodu.

Warto mieć też świadomość przemian zachodzących wśród samych graczy. O ile granie wciąż stanowi istotny element tożsamości ludzi młodych – przedstawiciele tak zwanej Generacji Z (<https://www.gamepressure.com/newsroom/gaming-market-grows-beyond-cinema-sports-and-music/z03265>), co można odbierać jako po-



Fanów gier arcade powinno zainteresować Kraków Arcade Museum, gdzie dostępna jest kolekcja ponad 150 automatów z klasykami w rodzaju Donkey Konga czy Mario Bros oraz dziesiątki mniej popularnych gier z lat 80. i 90. XX w. Bogate zbiory posiada także wrocławskie Muzeum Gry i Komputery Minionej Ery, gdzie można wypróbować wiele retro gier, konsol i komputerów.

<sup>2</sup> Raport *The State of Polish Video Games Industry 2020*, s. 50.

zytywny prognostyk dla dalszego rozwoju tego przemysłu kreatywnego – o tyle współcześnie gry fascynują także dorosłych, w tym osoby starsze, określane mianem „srebrnych graczy”. Granie na późniejszych etapach życia jest określane mianem „silver gamingu” – jest to kalka z pojęcia srebrnej ekonomii. Chociaż osoby starsze nie kojarzą nam się z grami cyfrowymi, to powoli dostrzega się ich znaczenie dla całej branży elektronicznej rozrywki, która z czasem i w toku pogłębiania się zjawiska demograficznego starzenia się społeczeństw będzie musiała poszerzyć ofertę także o tę kategorię użytkowników.

### Gry cyfrowe inspirują...

To medium coraz częściej staje się źródłem inspiracji dla przedstawicieli innych dziedzin sztuki. Filmowcy od początku lat 90. XX w. tworzą ekranizacje gier, chociaż rzadko z dobrym efektem artystycznym. Pierwszą było „Super Mario Bros” z 1993 r., a niektórzy bohaterowie, na przykład Agent 47, czyli Hitman, doczekali się więcej niż jednego filmu w odstępie zaledwie kilku lat, bo w latach 2007 i 2015.

Na gry cyfrowe otwierają się także pisarze, którzy tworzą transmedialne narracje, poszerzające uniwersa publikowanych gier. Niekiedy takie książki są wydawane przez uznane wydawnictwa. Przykładem może być „Hitman: Potępienie” – książkowy prequel gry: „Hitman: Rozgrzeszenie” autorstwa Raymonda Bensona (odpowiedzialnego między innymi za kilka powieści i opowiadań o Jamesie Bondzie), którego polski przekład ukazał się w 2012 r. nakładem Wydawnictwa Znak. Z kolei w 2021 r. Jacek Dukaj ogłosił, że będzie koordynował powstanie antologii opowiadań, osadzonych w uniwersum „Frostpunka” (wspomnianym w poprzednim numerze „Domeny”) od 11 bit studios (<https://spidersweb.pl/rozrywka/2021/06/10/jacek-dukaj-frostpunk-ksiazki-11-bit-studios-nowosc>). Na gry otwiera się także nagrodzona literacką Nagrodą Nobla Olga Tokarczuk, która od niedawna jest zaangażowana w pisanie scenariusza do gry bazującej na jej powieści „Anna In w grobowcach świata”, którą wyprodukuje polskie studio Sundog (<https://polskigamedev.pl/ibru-powstaje-gra-na-bazie-tworczosci-olgi-tokarczuk/>).

Podobne zależności odnajdziemy w sferze działalności muzycznej. Obecność muzyków w świecie gier jest bardzo zróżnicowana: od publikowania inspirowanych grami teledysków (przykładem może być utwór „Californication” zespołu Red Hot Chili Peppers) i piosenek (np. „ilomilo” amerykańskiej piosenkarki Billie Eilish), przez tworzenie muzyki do gier (w co angażowały się takie sławy, jak Paul McCartney, Hans Zimmer czy Katy Perry), a skończywszy na ich współtworzeniu. Tego ostatniego dokonał nieżyjący już David Bowie, który nie tylko osobiście pojawił się w wydanej w 1999 r. grze „Omikron: The Nomad Soul” studia Quantic Dream, lecz także przygotował dla niej ścieżkę dźwiękową oraz zaangażował się w proces projektowania gry.

Japończycy wyraźnie podkreślają, jak istotne miejsce w kulturze ich narodu zajmują gry. Dali temu wyraz w 2021 r. podczas ceremonii otwarcia Igrzysk Olimpijskich w Tokio, okraszając zwyczajową paradę narodów utworami muzycznymi z najważniejszych japońskich gier. W kontekście olimpijskim swoje przywiązanie do tego medium pokazali już w u 2016 r. podczas ceremonii zamknięcia Olimpiady w Rio. Wówczas na stadionie Maracana pojawił się tragicznie zmarły premier Japonii Shinzo Abe w stroju... hydraulika Mario z klasycznej gry o tym samym tytule (<https://www.ibtimes.com/tokyo-olympics-anime-references-nerdy-moments-some-fans-may-have-missed-3269064>). Tym samym ten cyfrowy bohater został w pewien sposób uhonorowany i podniesiony do roli jednego z istotnych symboli kultury japońskiej.

### ... i wpływają na społeczne zachowania ludzi

Dobrym przykładem jest powstanie elektronicznego sportu, czyli e-sportu. Dziś rywalizacja w najpopularniejszych grach (m.in. piłkarskiej serii „FIFA”, strzelance „Counter Strike: Global Offensive” czy strategii „StarCraft II”) przyciąga wielu graczy, poszukujących sławy i pieniędzy, a także miliony widzów na całym świecie. Niektóre wydarzenia odbywają się na halach czy stadionach sportowych, czego przykładem jest organizowany od lat w katowickim Spodku turniej Intel Extreme Masters. Co jakiś czas pojawiają się rozważania dotyczące możliwości wprowadzenia e-sportu do rywalizacji olimpijskiej.

Inną intrygującą praktyką społeczną z pogranicza kultury gier cyfrowych jest cosplay. Jest to hobby, które polega na wcielaniu się w wybraną postać zarówno poprzez ubiór, wygląd, jak i zachowanie. Być może brzmi to infantylnie, jednak profesjonalnie realizowany cosplay wymaga znacznych nakładów czasowych i finansowych, a także dokładnego poznania odgrywanych bohaterów. Chociaż nie jest to zupełnie nowe i typowe dla gier zjawisko, to w ostatnich latach popularne stały się postacie pojawiające się właśnie w tym medium. Na całym świecie organizowane są konkursy cosplayu, także podczas wydarzeń – targów, festiwali – poświęconych głównie grom cyfrowym. Takich imprez jest coraz więcej, także w Polsce. Najważniejsze z nich to Digital Dragons w Krakowie, PGA w Poznaniu i Pixel Heaven w Warszawie.

Te wydarzenia oferują jednak znacznie więcej atrakcji. Mam tu na myśli między innymi głosowania na najlepsze gry

(w tym w kategoriach artystycznych), dyskusje panelowe z twórcami, przygotowanie wystaw obrazów (tzw. screen-shotów), uchwyconych w wirtualnych światach gier czy uczestnictwo w koncertach muzyki growej. W te wykraczające poza same gry, ale niewątpliwie nimi inspirowane, zachowania angażują się zarówno twórcy, jak i gracze. Wyraźnie widać, że współcześnie gaming nie powinien być redukowany do typowego wyobrażenia sprzed kilkunastu lat, które ograniczało się do samego grania.



Grami o istotnym znaczeniu są „Hellblade: Senua's Sacrifice” (wspomniana w poprzednim numerze „Domeny”) i jej nadchodząca kontynuacja. Twórcy gry ze studia Ninja Theory w przekonujący i innowacyjny sposób prezentują kwestie chorób psychicznych, towarzyszących im objawów, a także problem niezrozumienia i odrzucenia osób cierpiących na tego rodzaju schorzenia.

### Nowe medium zmienia świat

Promowaniem gier z potencjałem do zmieniania świata zajmuje się między innymi organizacja Games For Change z siedzibą w Nowym Jorku, która od lat organizuje festiwal G4C, a także prowadzi liczne działania edukacyjne i promocyjne. W Polsce dwukrotnie zrealizowano podobną inicjatywę – w latach 2018 i 2020 warszawska FINA (FilMOTEKA Narodowa – Instytut Audiowizualny) zorganizowała Games for Impact – festiwal gier zaangażowanych społecznie. Wśród wielu gości obu edycji byli też Amy i Ryan Green, którzy podzielili się historią tworzenia ich gry „That Dragon, Cancer”. To jedna z tych produkcji, która przesuwa granice medium i przyczynia się do swoistego „dojrzewania” gier do ukazowania nieoczywistych i trudnych tematów. W „That Dragon,

Cancer” gracze doświadczają dramatu z życia państwa Green, którzy przez kilka lat zmagali się z chorobą nowotworową syna i żałobą po jego śmierci. Amy Green opowiadała, że ta gra była nie tylko sposobem na poradzenie sobie z trudnymi emocjami oraz hołdem dla zmarłego dziecka, lecz także jedyną możliwością pokazania ludziom, że w niektórych sytuacjach nie ma szczęśliwego wyjścia, bez względu na osobiste chęci i zaangażowanie, czego doświadczają ludzie zmagający się z mechanizmami zaimplementowanymi w tej grze ([https://www.ted.com/talks/amy\\_green\\_a\\_video\\_game\\_to\\_cope\\_with\\_grief](https://www.ted.com/talks/amy_green_a_video_game_to_cope_with_grief)).

To swego rodzaju zmuszenie graczy do pogodzenia się z nieuniknionym losem małego bohatera stanowi o przewadze gier cyfrowych nad pozostałymi mediami. W grach zazwyczaj gracze dysponują znaczną sprawczością, niekiedy są wręcz onnipotentni. Ekstremalnym tego przykładem są produkcje w rodzaju „Black&White” czy „From Dust”, określane mianem symulatora boga. Pozwalają one na szerokie oddziaływanie na przedstawiony świat. Kiedy jednak twórcy wykorzystują mechaniki w zupełnie odwrotnym celu, tak jak we wspomnianym „That Dragon, Cancer”, przyzwyczajeni do swoich mocy gracze mogą poczuć rozczarowanie, ale zarazem doświadczyć własnej słabości czy zderzyć się z inercją lub wręcz przygniatającą mocą systemu (gry), z którym się zmagają. To właśnie te zmagania, możliwe dzięki interaktywności gier wideo, stanowią źródło przewagi gier nad książkami czy filmami. Czytelnicy czy widzowie, inaczej niż gracze, w znakomitej większości przypadków nie wchodzą w rolę faktycznego uczestnika obserwowanych zdarzeń, a raczej pasywnie przyjmują przedstawianą historię. Jest to zupełnie inna perspektywa, która nie pozwala na pełnię doświadczenia. Z pewnością książkowe czy filmowe ujęcia historii rodziny Green chwytałyby za serce, ale tylko w formie gry opowieść ta mogła zostać wręcz wpisana w osobiste doświadczenie odbiorców.

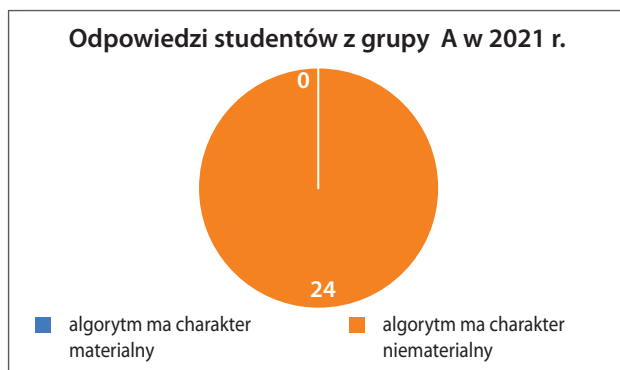
Omówiłem jedynie wycinek zróżnicowanych zależności, jakie zachodzą pomiędzy grami cyfrowymi, kulturą a społeczeństwem. Prawdopodobnie będą się one pogłębiać, bo eksperci przewidują, że XXI w. może stać się „erą gier”, czyli okresem wielowymiarowej dominacji tego medium, a obecny stan kultury to preludium do społeczeństwa ludycznego, w którym wzrośnie znaczenie różnych form zabawy<sup>3</sup>. Jeśli w XX w. istotne dla świadomego funkcjonowania było rozumienie mediów masowych, to w obecnym stuleciu kluczowe są media cyfrowe, w tym gry, które, jak starałem się pokazać, dawno „przekroczyły” granicę subkulturowych nisz. Dobrze mieć tego świadomość i przyjąć niedeprecjonującą postawę względem tego fenomenu.

<sup>3</sup> Mäyrä, F. (2017). *Pokémon GO: Entering the Ludic Society*. „Mobile Media & Communication” 1(5), s. 47–50.

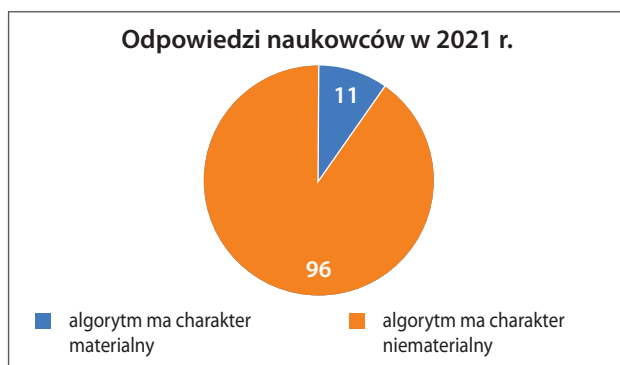
# Czy algorytm może być czymś materialnym?

**O! Droga Koleżanko/Drogi Kolego – to małe urządzonek, które błyska, gra i podryguje to ucieleśniony algorytm. Ale zaraz, czy algorytm może być ucieleśniony? Czy w ogóle algorytm może być czymś fizycznym, to znaczy materialnym?**

Na tak postawione pytanie grupa studentów informatyki na Politechnice Poznańskiej (PP) odpowiedziała jednoznacznie, że algorytm nie jest czymś materialnym.



Grupa pracowników Instytutu Informatyki PP miała już bardziej zróżnicowany pogląd – aż 10% respondentów dopuściło myśl, że algorytm może być czymś materialnym.



W rozmowach P.T. Koleżanki i Koledzy przedstawiali różne argumenty za i przeciw materialnej naturze algorytmów. Na przykład – algorytmy nie są materialne, bo materialne jest tylko to, co można zmierzyć. To jednak nie jest dobry argument, bo algorytmy można mierzyć na różne sposoby, np. licząc linie kodu, pętle, wyznaczając złożoność obliczeniową. To kuriozalne lub nie, ale można zmierzyć miejsce zajmowane przez bity programu w pamięci komputera albo energię



**Maciej Drozdowski**

profesor nauk technicznych. Studia ukończył na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej. W 1992 r. obronił pracę doktorską z informatyki, w 1997 r. uzyskał habilitację, a w 2009 r. – tytuł profesora. Przez całą swoją drogę zawodową związany jest z Instytutem Informatyki Politechniki Poznańskiej. Jego zainteresowania naukowe dotyczą m.in. algorytmiki, złożoności obliczeniowej, równoległych systemów komputerowych, oceny efektywności systemów komputerowych. Członek PTI od 1991 r., obecnie sprawuje funkcję wiceprezesa PTI ds. naukowych i edukacji.

potrzebną na zapisanie algorytmu w pamięci. A skoro energia wiąże się z masą, to algorytm można by nawet zważyć.

W innej argumentacji wskazywano, że skoro algorytm w systemie cyberfizycznym steruje obiektami w materialnym świecie, a ta reprezentacja została uzyskana wskutek szeregu przekształceń (opis słowny, zapis w języku programowania, kompilacja, zamiana na zera i jedynki, wysokie i niskie napięcia), a każde przekształcenie jest mapowaniem jeden do jednego z jednej reprezentacji na drugą, to w którym momencie algorytm staje się obiektem fizycznym? Skoro na końcu ciągu przekształceń algorytm wchodzi w interakcję z materią, to czy to znaczy, że cały czas był materialny?

Na taką tezę odpowiadano, że algorytm wykonywany przez komputer nigdy nie stał się bytem materialnym, bo komputer nie przetwarza liczb ani nie wykonuje algorytmów,



tylko przetwarza i wykonuje ich reprezentacje. Materialna reprezentacja algorytmu nie jest samym algorytmem, gdyż algorytm istnieje niezależnie od swej fizycznej reprezentacji.

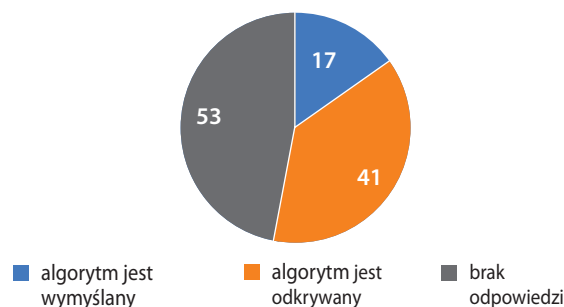
Z taką argumentacją nie zgodziłby się pewnie słynny amerykański fizyk Rolf Landauer, który twierdził: *Information is not an abstract entity but exists only through a physical representation, thus tying it to all the restrictions and possibilities of our real physical universe*<sup>1</sup>. A czymże są algorytmy, jeżeli nie informacją? Binarna forma algorytmu to przecież ciąg bitów, a bity to informacja. Argumentowano też, że jeżeli na żadnym etapie przekształceń algorytmu – od formy konceptu w głowie autora do implementacji w komputerze – nie następuje materializacja, to w maszynie (naszym „urządzonku”) musi siedzieć jakiś „duch”, który był w głowie człowieka. Wytknięto także, że kwestia materialności algorytmu została już rozstrzygnięta na gruncie ontologii bytów dla eksploracji danych w pracy<sup>2</sup>.

Algorytm, jego implementacja oraz jego wykonanie to trzy różne byty i żaden z nich nie został zaklasyfikowany do gałęzi bytów materialnych w ramach Basic Formal Ontology (<http://basic-formal-ontology.org/bfo-2020.html>). Tę argumentację można podsumować stwierdzeniem, że skoro kilkudziesięcioosobowe grupy specjalistów, w tym specjalistów domenowych i filozofów, ustaliły, że algorytm nie jest materialny, to takie jest powszechne rozumienie natury pojęcia algorytm.

Pojawiło się też pytanie, czy do algorytmu zaliczamy też maszynę, która go wykonuje. Wydaje się oczywiste, że żaden algorytm nie wykona się bez procesora, który potrafi zinterpretować instrukcje zapisane w algorytmie. Ale przecież procesory można rozumieć na różnych poziomach abstrakcji: jako ciąg matryszek coraz prostszych maszyn wirtualnych aż do najniższego poziomu abstrakcji, na którym procesor wykorzystuje zjawiska fizyczne (np. przepływ prądu sterowany napięciem). Więc algorytm (włączając procesor) jest jednak materialny?

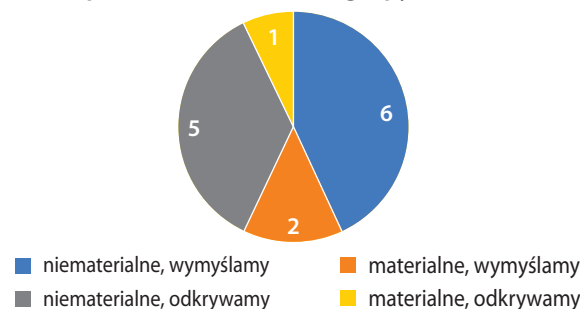
Inna osoba stwierdziła, że pytanie o materialność algorytmu jest pytaniem o to, czy algorytmy wymyślamy czy odkrywamy. Chociaż nie jest to to samo pytanie, które zadałem wcześniej, to można się doszukiwać pewnych paraleli. Jeżeli algorytmy wymyślamy, to są raczej materialne, bo ich źródłem są ludzkie głowy. A jeśli odkrywamy, to w jakiejś części możliwych źródeł odkrycia są byty istniejące niezależnie od swej fizycznej reprezentacji. Na pytanie, czy algorytmy odkrywamy czy wymyślamy, inna grupa studentów PP odpowiedziała w zróżnicowany sposób, z przewagą braku decyzji.

Odpowiedzi studentów z grupy B w 2021 r.



A na dwa krzyżowe pytania: 1) czy algorytmy odkrywamy czy wymyślamy oraz 2) czy algorytmy są materialne czy nie, padły wszystkie możliwe typy odpowiedzi...

Odpowiedzi studentów z grupy C w 2022 r.



Oczywiście, „wszystko już było” i pytanie, czy algorytm jest bytem materialnym, wiąże się z problemami filozoficznymi, które rozważano w przeszłości. Pytanie o materialność algorytmu można przeformułować w pytanie, czy idea jest czymś materialnym. Platon pewnie by się nie zgodził...

Jak wytknął jeden z moich rozmówców, odpowiedź tak/nie nie jest zbyt wartościowa, bo w zależności od przyjętych założeń, po prześledzeniu argumentów zapisanych na tysiącach stron można dojść do konkluzji zarówno na tak, jak i na nie.

Jaka więc nauka płynie z tych dywagacji? Chyba taka, że pozwalają one dostrzec zróżnicowany społeczny stan umysłów – to, jak ludzie odpowiadają sobie na nierozstrzygalne pytania i że te odpowiedzi nie muszą być zgodne z światopoglądowymi deklaracjami.

Dziękuję wszystkim Koleżankom i Kolegom, którzy wdali się w rozmowę ze mną na temat materialności algorytmów i zechcieli się podzielić swoją wiedzą.

<sup>1</sup> Landauer, R.: *Information is a Physical Entity*. Physica A (1999), 265, 63–67. DOI: 10.1016/S0378-4371(98)00513-5

<sup>2</sup> Panov, P., Soldatova, L., Dżeroski, S.: *Ontology of core data mining entities*. Data Mining and Knowledge Discovery (2014), 28, 1222–1265. DOI: 10.1007/s10618-014-0363-0

# Cyfrową maseczkę noś cały czas

Czy pamiętacie, jak noszono maseczki w czasie pierwszych fal pandemii COVID-19? Maseczki, które miały uchronić przed zakażeniem. Nawet w najtragiczniejszym okresie, gdy wiele osób umierało, a szpitale ledwo wyrabiały się z przyjmowaniem pacjentów, maseczki noszono na brodzie, pod nosem, w kieszeni lub na łokciu. I nie pomagały apele lekarzy, by szczelnie zasłaniać usta i nos. Skoro ludzie nie przestrzegali zasad higieny przy bezpośrednim zagrożeniu zdrowia i życia, to czy będą przestrzegać zasad cyberhigieny?



Joanna Karczewska

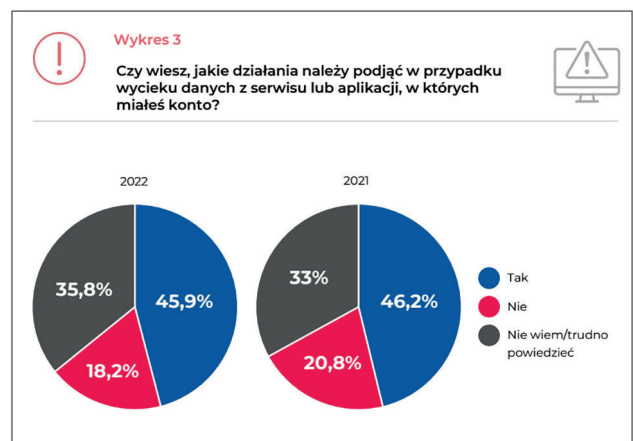
One of Europe's Top Cyber Women

Żeby skutecznie chronić się w cyberprzestrzeni, należy wiedzieć przed czym i jak. W marcu 2022 r. ukazał się raport z badania „Poziom wiedzy finansowej Polaków 2022”, opublikowany przez Warszawski Instytut Bankowości i Fundację GPW w przededniu VI Kongresu Edukacji Finansowej i Przedsiębiorczości. Okazuje się, że najważniejszym tematem „pierwszej potrzeby” jest cyberbezpieczeństwo, bowiem ponad połowa Polaków odczuwa brak wiedzy w tym obszarze. Istotnie częściej wskazują go osoby w wieku 25–34 lata.

Brak wiedzy potwierdza badanie przeprowadzone w styczniu 2022 r. przez Santander Consumer Bank na rzecz kolejnego raportu z serii „Polaków Portfel Własny” (<https://www.blog.santanderconsumer.pl/blisko-ciebie/wiekszosc-polakow-nie-zna-podstawowych-pojec-dotyczacych-cyberbezpieczenstwa,1,153.html>). Okazało się, że większość Polaków ma duży problem z pojęciami dotyczącymi cyberbezpieczeństwa. Ponad 60 proc. ankietowanych nie potrafiło powiedzieć, co to jest chargeback, phishing czy skimming. Tylko co czwarty ankietowany stwierdził, że jego zasób wiadomości na temat niebezpieczeństw związanych z korzystaniem z internetu jest na zdecydowanie dobrym poziomie (24 proc.), w tym najwięcej 18–29 latków (42 proc.). Co trzeci ocenił go na 3 (33 proc.), a co dziesiąty na 2 (ok. 11 proc.) w skali od 1 do 5, gdzie ocena 5 oznaczała najwyższy poziom wiedzy, a 1 najniższy.

Zatem nie dziwi, że „ponad połowa Polaków nie wie, jak zareagować w przypadku wycieku danych osobowych”, co radośnie obwieścił Urząd Ochrony Danych Osobowych, podsumowując badanie przeprowadzone także w marcu 2022 r. na zlecenie serwisu ChronPESEL.pl i Krajowego Rejestru Długów pod patronatem Urzędu (<https://uodo.gov.pl/pl/138/2404>).

Raport z badania składa się z dwóch części: „Wiedza na temat bezpieczeństwa danych osobowych w Polsce” oraz „Cyberzagrożenia – czego boją się Polacy?”.



Zastanawia i niepokoi spadek liczby osób, które sądzą, że wiedzą. Zastanawia także brak orientacji wśród respondentów, jak poradzić sobie z konsekwencjami wycieków. Zdaniem 70 proc. ankietowanych jest to zadanie policji i innych służb ścigania, np. prokuratury. 60 proc. wskazuje na firmę lub instytucję będącą administratorem bazy danych, z której te wyciekły, ponad 56 proc. wskazuje na UODO, 44 proc. – na inspektorów ochrony danych z instytucji i firm, z których te wyciekły, a co trzeci ankietowany uważa, że neutralizacją skutków powinna zająć się osoba, której dane wyciekły.

Co jeszcze stwierdzono? Chociażby to, że pomimo przekonania o swojej wiedzy i wysokim poczuciu własnego bezpieczeństwa młodzi Polacy są grupą, która najczęściej popełnia błędy w postaci publikacji zdjęć swoich dokumentów w sieci, udostępniania osobom trzecim loginów i haseł do logowania oraz zostawiania danych osobowych w internetowych ankietach.

## Wiemy, ale nie powiemy

W lipcu 2022 r. Prezes UODO nałożył karę administracyjną na Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego (<https://uodo.gov.pl/pl/138/2428>) za:

- niezgłoszenie Prezesowi UODO naruszenia ochrony danych osobowych oraz
- niezawiadomienie o naruszeniu osoby, której dane dotyczą.

Naruszenie polegało na ujawnieniu, w wyniku błędu lekarza wystawiającego skierowanie do poradni specjalistycznej, danych osobowych osobie nieuprawnionej (innemu pacjentowi administratora) w zakresie: nazwisko, adres zamieszkania, numer ewidencyjny PESEL oraz informacje o stanie zdrowia.

Zszokowało mnie kalendarium zdarzeń:

2021 – marzec	Prezes UODO otrzymał informację od Rzecznika Praw Pacjenta o możliwości zaistnienia naruszenia ochrony danych osobowych.
2021 – kwiecień	Prezes UODO zwrócił się do administratora o udzielenie informacji.
2021 – kwiecień	Odpowiedź administratora.
2021 – lipiec	Prezes UODO wszczął z urzędu postępowanie administracyjne.
2021 – sierpień	Odpowiedź administratora.
2022 – 6 lipca	Decyzja Prezesa UODO.

Od zgłoszenia naruszenia do UODO do wydania decyzji minęło 15 miesięcy. W tym czasie osoba poszkodowana

żyła w błogiej nieświadomości, że jej dane otrzymała inna osoba. Administrator nie uznał za stosowne ją zawiadomić „ze względu na okoliczność, iż incydent nie wywiera znaczących skutków dla praw i obowiązków osoby, której dane dotyczą”. Takiego rozumowania nie uznał prezes UODO i wytłumaczył w uzasadnieniu decyzji, że:

- „Zawiadamiając bez zbędnej zwłoki podmiot danych, administrator umożliwi osobie podjęcie niezbędnych działań zapobiegawczych w celu ochrony praw lub wolności przed negatywnymi skutkami naruszenia.”
- „Administrator podejmując zatem decyzję o niezawiadomieniu o naruszeniu organu nadzorczego, jak i osób, których dane dotyczą, w praktyce pozbawił te osoby, przekazanej bez zbędnej zwłoki, rzetelnej informacji o naruszeniu i możliwości przeciwdziałania potencjalnym szkodom.”

- „Za okoliczność obciążającą Prezesa UODO uznaje długi czas trwania naruszenia. Od powzięcia przez administratora informacji o naruszeniu ochrony danych osobowych do dnia wydania niniejszej decyzji upłynęło kilkanaście miesięcy, w trakcie których ryzyko naruszenia praw lub wolności osoby dotkniętej naruszeniem mogło się zrealizować, a czemu osoba ta nie mogłaby przeciwdziałać ze względu na niewywiązanie się przez administratora z obowiązku powiadomienia jej o naruszeniu”.

Skoro brak zawiadomienia był i jest tak istotny, to dlaczego urząd sam nie powiadomił osoby poszkodowanej o incydencie? Bo nie ma ustawowego obowiązku? Prawie rok trzymał pisma w szufladzie, zanim wydał decyzję, by mieć pretensje do administratora? Nie rozumiem postępowania urzędu.

## Wiemy i wykorzystamy

Nie tylko w tym przypadku osoba zainteresowana nie wiedziała o naruszeniu ochrony jej danych osobowych. Jak poinformował CERT Polska w swoim raporcie z działalności, w 2021 r. zarejestrował łącznie 29 483 unikalne incydenty cyberbezpieczeństwa i odnotował wzrost obsługiwanych incydentów o 182 proc. w porównaniu do roku 2020. Najczęstszym typem był phishing – stanowiący aż 76,57 proc. wszystkich obsługiwanych incydentów. Jest to wzrost o 196 proc. w porównaniu do poprzedniego roku. Zaznaczył, że „wykradzione informacje mogą zostać odsprzedane lub wykorzystane jako punkt wyjścia do popełniania kolejnych oszustw. Tego typu dane są więc popularnym towarem na czarnym rynku i są chętnie wykradane”. A my często nie wiemy o kradzieży.

Sama w dość zaskakujący sposób przekonałam się o nieustającym wykorzystywaniu naszych danych bez naszej wiedzy. Otóż 8 lipca 2022 r. dostałam e-mail wysłany przez Wyższą Szkołę Bankową w Warszawie z reklamą m.in. studiów podyplomowych z ochrony danych osobowych oraz

zarządzania cyberbezpieczeństwem. Nadawca twierdził, że ma moje zgody na:

- otrzymywanie od administratora danych osobowych informacji handlowej i materiałów promocyjnych środkami komunikacji elektronicznej w rozumieniu ustawy o świadczeniu usług drogą elektroniczną;
- kontakt ze strony administratora danych osobowych, z użyciem telekomunikacyjnych urządzeń końcowych oraz automatycznych systemów wywołujących, zgodnie z art. 172 par. 1. Prawa telekomunikacyjnego;
- przetwarzanie moich danych osobowych przez administratora danych osobowych w celach marketingowych i reklamowych.

Dane są także udostępnianie przez nas samych. Raport organizacji Irish Council for Civil Liberties z maja 2022 r. o skali zautomatyzowanego zakupu powierzchni reklamowej w czasie rzeczywistym w modelu aukcyjnym w USA i Europie (ang. „ICCL report on the scale of Real-Time Bidding data broadcasts in the U.S. and Europe”), słusznie zatytułowany „The Biggest Data Breach” (<https://www.iccl.ie/digital-data/iccl-report-on-the-scale-of-real-time-bidding-data-broadcasts-in-the-u-s-and-europe/>), pokazuje zatrważającą skalę codziennego handlu naszymi danymi przez operatorów różnych portali i aplikacji. Są to dane – także z Polski – o naszym zachowaniu w internecie, nierzadko bardzo wrażliwe.

Otóż nie miał i nie ma. Po kliknięciu w podane linki, okazało się, że za wysyłką stoi firma marketingowa dostarczająca „wysokiej jakości platformę Marketing Automation”. Bez zbędnej zwłoki, czyli na drugi dzień, o wyjaśnienie sytuacji zwróciłam się do Inspektora ochrony danych, a następnie do Prorektora WSB w Warszawie. Nadal czekam na odpowiedź.

## Wiemy i powiemy

Wiele podmiotów ma za zadanie „prowadzenie działań z zakresu budowania świadomości w obszarze cyberbezpieczeństwa” bądź poczuwa się do realizacji takiego zadania. W związku z tym jest mnóstwo inicjatyw różnych ministerstw, urzędów, banków, firm, organizacji pozarządowych i innych podmiotów. Właściwie trwa konkurs „piękności”, kto wyda ładniejsze publikacje i zorganizuje lepsze szkolenie czy webinarium. Trwa też wyścig o fundusze unijne. Dla przykładu, Program wieloletni na rzecz Osób Starszych „Aktywni+” realizowany przez Departament Polityki Senioralnej Ministerstwa Rodziny i Polityki

Społecznej zawiera priorytet nr 3, czyli włączenie cyfrowe, które obejmuje pomoc osobom starszym wykluczonym cyfrowo, polegającą na zwiększeniu ich umiejętności cyfrowo, polegającą na zwiększeniu ich umiejętności w posługiwaniu się nowoczesnymi technologiami oraz zapewnieniu bezpiecznego funkcjonowania przy wykorzystywaniu współczesnych narzędzi cyfrowych (<http://senior.gov.pl/aktualnosci/pokaz/602>). Żadnego z oferentów, którzy wygrali otwarty konkurs ofert dla priorytetu nr 3 edycji 2022, nie kojarzę jako organizacji zajmującej się na co dzień wzmacnianiem świadomości w obszarze zagrożeń pochodzących z cyberprzestrzeni oraz budowaniem systemu cyberbezpieczeństwa czy ochrony danych osobowych w Polsce. Ciekawe, skąd biorą materiały do szkoleń i jak je prowadzą.

Czy i gdzie Polacy szukają informacji i zaleceń dotyczących cyberbezpieczeństwa?

### Badanie Santander Consumer Bank

Większość Polaków (80 proc.) przyznała, że przynajmniej raz w życiu próbowała na własną rękę dowiedzieć się więcej na temat cyberbezpieczeństwa. Może to zwiastować, że z czasem nasza wiedza poprawi się, zwłaszcza jeżeli będziemy korzystać z godnych zaufania źródeł, np. strony internetowej banku lub urzędu. Według naszego badania, co najmniej raz z tego sposobu zdobywania wiedzy korzystało 56 proc. Polaków. Popularnymi źródłami były również artykuły online (63 proc.), znajomi (33 proc.) i media społecznościowe (40 proc.).

### Badanie ChronPESEL.pl i Krajowego Rejestru Długów

O bezpieczeństwie danych osobowych najchętniej rozmawiamy ze znajomymi (blisko 2/3 ankietowanych).

Nie zadano ankietowanym pytania, skąd czerpią wiedzę o zasadach zapewnienia bezpieczeństwa danych osobowych.

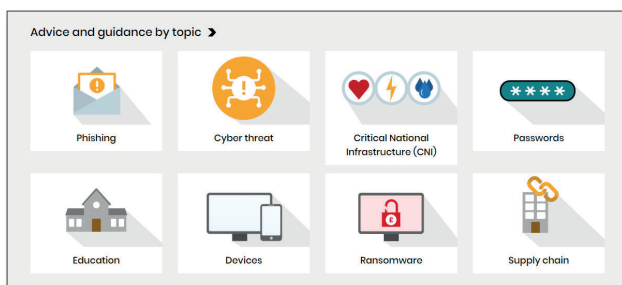
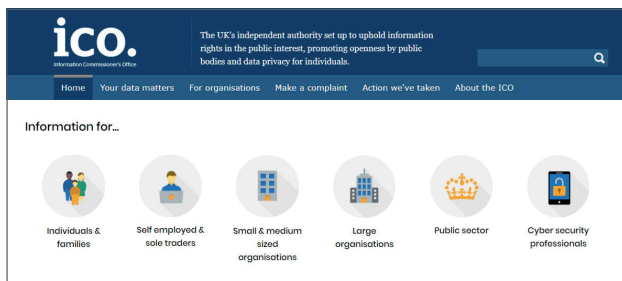
### Raport CERT Polska za 2021

CERT Polska: zachęcamy do przeczytania materiału o tworzeniu i używaniu haseł w bezpieczny sposób, który znaleźć można na naszej stronie internetowej. Zachęcamy do śledzenia naszych mediów społecznościowych na portalu Facebook (<https://fb.com/CERT.Polska>) oraz na Twitterze (@CERT\_Polska), gdzie informujemy o obserwowanych przez nas bieżących scenariuszach oszustw i innych zagrożeniach wymierzonych w polskich internautów.

” *Krótko mówiąc, Polacy nie wiedzą, gdzie szukać wiedzy.*

Jakże zazdroścę Brytyjczykom. U nich są dwa podstawowe źródła informacji:

- National Cyber Security Centre (NCSC) z genialną stroną [www.ncsc.gov.uk](http://www.ncsc.gov.uk)



- Information Commissioner's Office – odpowiednik naszego UODO – z mega przyjazną stroną [ico.org.uk](http://ico.org.uk)



Na obu stronach zalecenia są udostępniane według aktualności, adresatów czy tematów – wystarczy przewinąć lub wyszukać. Oba podmioty ściśle ze sobą współpracują, zaś ich rekomendacje są spójne i skorelowane. Owszem, są też inne inicjatywy, ale każdy w Wielkiej Brytanii kojarzy obie instytucje jako wiodące i najbardziej wiarygodne w kwestiach cyberbezpieczeństwa i ochrony danych osobowych. Sama dużo korzystam z ich materiałów i webinarów.

## Wiemy i nie powiemy

Strategia Cyberbezpieczeństwa RP na lata 2019–2024 zawiera Cel szczegółowy 4 – Budowanie świadomości i kom-

petencji społecznych w zakresie cyberbezpieczeństwa, który obejmuje m.in.:

- stworzenie warunków do bezpiecznego korzystania z cyberprzestrzeni przez obywateli,
- rozwijanie świadomości społecznej w kierunku bezpiecznego korzystania z cyberprzestrzeni.

W dniu 6 lipca 2022 r. Komisja Cyfryzacji, Innowacyjności i Nowoczesnych Technologii Sejmu RP rozpatrywała informację ministra cyfryzacji na temat realizacji Strategii Cyberbezpieczeństwa na lata 2019–2024. Liczyłam na przedstawienie konkretnych działań podjętych w ramach realizacji celu 4 i rozwinięcie odpowiedzi przesłanej do ENISA. Okazało się, że tylko posłowie – członkowie Komisji otrzymali obszerną pisemną informację, zaś minister Janusz Cieszyński w swoim wystąpieniu skupił się na najważniejszych elementach, które nie obejmowały celu 4. Korzystając z obecności na posiedzeniu Komisji, poprosiłam m.in. o komentarz do wyników badań WIB oraz KR D (wymienione na początku artykułu). Zamiast odpowiedzi otrzymałam propozycję spotkania. Nadal czekam na zaproszenie.

## Co trzeba wiedzieć

W trakcie pandemii byliśmy zasypywani informacjami o sposobach ochrony: szczepienia, pomiary temperatury, dystans społeczny, maseczki, kwarantanny itd. W kwestii cyberhigieny przeciętny Kowalski i przeciętna Kowalska są zdani na siebie.

W publikacji ENISA „Raising awareness of cybersecurity – A Key Element of National Cybersecurity Strategies” wydanej w listopadzie 2021 r., na pytanie: *Greatest challenge(s) relative to cybersecurity awareness*

strona polska odpowiedziała: *The problem appears to be in moving from awareness to execution; practicality and implementation are always challenges.*

Minęło 6 lat wrzawy wokół RODO i 4 lata budowy krajowego systemu cyberbezpieczeństwa, a w Polsce nadal nie opracowano i nie wdrożono czytelnego i spójnego systemu informowania użytkowników cyberprzestrzeni o zagrożeniach i sposobach przeciwdziałania. Różne instytucje państwowe i podmioty prywatne „na wyścigi” podejmują różne działania edukacyjne, powodując szum informacyjny. Każdy kolejny raport dotyczący stanu cyberbezpieczeństwa czy ochrony danych osobowych pokazuje całą mizериę organizowanych akcji i kampanii. A przecież każda Polka i każdy Polak powinni wiedzieć, że



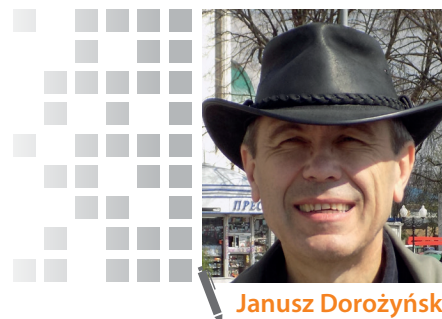
Wszystkie informacje zawarte w artykule są podane według stanu na dzień 21 sierpnia 2022 r.

# Podszywanie się

## – prawo vs protokoły

**Udawanie innej osoby, zwłaszcza w celach szalbierczych, to oszustwo stare jak świat. W klasycznej postaci było i jest związane z konkretnym, realnym człowiekiem. Tyle że w czasach nam współczesnych – wieku techniki, porozumiewania się na odległość, Internetu – pojawiły się rozwiązania skutecznie chroniące owego szalbierza przed identyfikacją.**

Jednym z takich rozwiązań jest telekomunikacyjne podszywanie się (ang. *spoofing Caller ID*). *Caller ID*, czyli identyfikację numeru inicjującego połączenie i możliwość prezentowania go na urządzeniu odbierającym, umożliwiały już sieci analogowe. W sieciach cyfrowych (usługa CLIP), w których są bramki VoIP, tę identyfikację można modyfikować (a nawet – nie posiadając jakiegokolwiek realnego numeru telefonu – dowolnie ustalać) i wykonywać połączenia podszywające się pod taką identyfikację. Dodatkowo korzystanie z odpowiedniego oprogramowania syntezującego chroni oszusta przed ujawnieniem jego głosu. Tak więc jedna z cech protokołów cyfrowych, bo przecież nie błąd, ułatwiła oszustwa, przeważnie złośliwe lub właśnie szalbiercze, wyłudzające środki finansowe czy dane. Problem był od dawna znany, przede wszystkim w USA, a od pewnego czasu proceder ten jest tam zakazany.



**Janusz Dorożyński**

adiunkt badawczo-dydaktyczny Instytutu Informatyki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy. Absolwent Moskiewskiego Instytutu Subtelnej Technologii Chemicznej im. Łomonosowa (obecnie część Moskiewskiego Uniwersytetu Technologicznego). W 1984 r. na tej uczelni uzyskał stopień doktora nauk technicznych. W pracy zawodowej do 2017 r. związany z przemysłem informatycznym. Członek PTI od 1985 r.

## Na naszym podwórku

W Polsce już dwanaście lat temu portal niebezpiecznik.pl (<https://niebezpiecznik.pl/post/4-lata-wiezienia-za-spoofing-callerid-dla-polaka/>) informował o mechanizmie bramki VoIP modyfikującym prezentację numeru telefonu komórkowego w związku z postępowaniem prokuratorskim i sądowym, zakończonym wyrokiem 4 lat pozbawienia wolności w zawieszeniu. Już wtedy prokuratura zauważyła brak jednoznacznych uregulowań prawnych, nakazujących prezentowanie zgodnej z rzeczywistością informacji o numerze wywołującym połączenie. I nawet miała wystąpić do ówczesnego Ministerstwa Infrastruktury o spowodowanie wprowadzenia stosownych zmian. Tak się jednak nie stało.

Telefoniczne, ale nie tylko, złośliwe podszywanie się pod pracowników banków czy policjantów było dość powszechnym zjawiskiem, a poszkodowani przez taki proceder byli nawet często traktowani jak sprawcy oszustwa (<https://wiadomosci.wp.pl/operacja-kompromitacja-kto-probuje-osmieszyc-polskie-sluzby-6726030993075168a>).

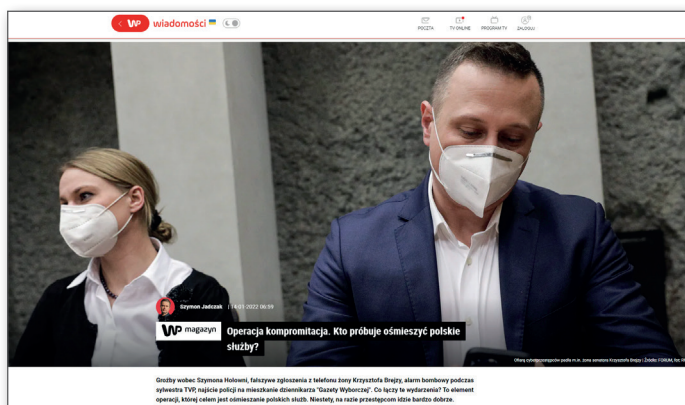
niewykorzystującej numerów (z oczywistym wyłączeniem radiofonii lub telewizji). Za cyfrowe nadużycie uważane jest świadczenie usługi telekomunikacyjnej lub używanie urządzeń telekomunikacyjnych niezgodnie z ich przeznaczeniem lub przepisami prawa, których celem lub skutkiem jest wyrządzenie szkody odbiorcy lub wyłudzenie nienależnych korzyści. Dotyczy to w szczególności zakazu generowania sztucznego ruchu, wysyłania esemesów lub wykonywania połączeń głosowych nakłaniających m.in. do przekazania danych osobowych, niekorzystnego rozporządzenia majątkiem, przekierowania na stronę internetową, kontaktu telefonicznego lub instalacji oprogramowania, a działania takie są zagrożone nawet karą do 5 lat pozbawienia wolności.

Cel proponowanej i dawno oczekiwanej ustawy (już w 2017 r. na witrynie stowarzyszenia ISACA w kontekście kolejnej regulacji w USA pytano: „A kiedy w Polsce?”) – jest oczywisty. Daje ona jednoznaczną podstawę prawną do ścigania opisanych wyżej szalbierstw. Omawiany projekt wszedł na standardową ścieżkę legislacyjną, został skierowany do uzgodnień z ministerstwami, zaopiniowania z wybranymi urządzeniami centralnymi oraz do konsultacji z 58 organizacjami pozarządowymi, z których 13 przedstawiło swoje uwagi organizacji, w tym PTI i PIIT.

## Nasza opinia

Stanowisko PTI zwraca uwagę na kilka aspektów. Dwa z nich mają charakter ogólny, pozostałe – specjalistyczny. Ogólnej natury jest kwestia terminologiczna, zobowiązująca ze względu na nazwę i misję naszego stowarzyszenia oraz zwracająca uwagę na zagnieżdżenia się w polskiej terminologii anglicyzmów, a nawet ostatnich zapożyczeń, jak *phishing* czy *spoofing*. Proponujemy użycie w ustawie określenia *esemes* (występującego w słowniku PWN) zamiast angielskiego skrótowca SMS oraz określeń: szalbierczy *esemes* i szalbierczy numer dzwoniącego zamiast *smishing* i *CLI spoofing*. Pojęcie „szalbierstwo” wprawdzie należy do stylu wysokiego, książkowego, ale jest też terminem prawniczym, występuje w kodeksie wykroczeń. Wprowadzenie takiego określenia jednoznacznie wskazywałoby na negatywne skutki odbioru oszukańczego esemesa czy rozmowy z podszywającego się numeru dzwoniącego.

Drugim ogólnym stwierdzeniem jest zwrócenie uwagi na pominięcie w projekcie ustawy innych form komunikacji elektronicznej. W szczególności nie ma wskazania takich form, jak komunikatory (WhatsApp, Telegram itp.) oraz media społecznościowe, w tym różnego typu fora ogłoszeniowe, mimo że i w ich przypadku obserwuje się znaczący wzrost nadużywania wysyłania oraz publikowania treści dezinformujących czy mogących doprowadzić do szkodliwych dla odbiorcy działań. Na ten aspekt zwróciły uwagę także inne organizacje i instytucje opiniujące projekt ustawy.



I być może dopiero przypadki podszywania się pod numery telefonów znanych osób – jak byłego szefa CBA Pawła Wojtunika (z jego telefonu na początku tego roku przekazano córce makabryczną informację o jego śmierci) – doprowadziły do przedstawięcia przez rząd 15 czerwca br. projektu ustawy dotyczącej zwalczania nadużyć w komunikacji elektronicznej (<https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12360854>).

## Zakres ustawy

Ustawa dotyczy szerszego spektrum oszustw – nie tylko telefonicznych, lecz także szalbierczych mejli, esemesów czy witryn www. Wynika to z zaproponowanych kluczowych definicji komunikatu cyfrowego oraz cyfrowego nadużycia. Komunikat cyfrowy oznacza dowolną informację przekazywaną pomiędzy użytkownikami poprzez publiczne usługi telekomunikacyjne lub usługi komunikacji

## Propozycje PTI

W zakresie specjalistycznym mamy kilka sugestii. Ponieważ w ustawie zawarto definicję poczty elektronicznej odnoszącą się do protokołów SMTP, POP3 i IMAP4, uważamy, że w definicji nie należy umieszczać nazw produktów/protokołów, które mogą się z czasem technicznie zmieniać i występować pod innymi nazwami – wystarczy podać jedynie charakterystyczny protokół SMTP z ogólnym dopuszczeniem protokołów go rozszerzających.

W regulacji określającej sztuczny ruch projekt zaznacza, że jest to związane z wysyłaniem lub odbieraniem komunikatów cyfrowych. Proponujemy usunięcie wskazania odbierania, gdyż odbiorca takich komunikatów elektronicznych nie ma wpływu (oprócz całkowitej blokady dostępu do wszystkich komunikatów) na ich odbieranie. Jedynie po rozpoznaniu, mając odpowiednią wiedzę lub doświadczenie, może je zakończyć lub usunąć. W żadnym stopniu nie może odpowiadać za ich rozpowszechnianie, jeżeli ich dalej nie rozsyła, pod warunkiem że ma wiedzę, że są one komunikatami szalbierskimi.

Projekt przewiduje tworzenie i ogłaszanie przez jednostkę monitorującą CSIRT NASK wzorców szalbierczych esemesów, które będą w komunikacji blokowane, ale bez wskazania podstawy do blokady. Uniemożliwia to skuteczny uzasadniony sprzeciw wobec decyzji CSIRT, ponieważ nie będą jawnie wskazane (nie będą ogłoszone) zarzuty uzasadniające blokadę, a to byłoby to sprzeczne z jedną z zasad prawodawstwa, iż wymagane może być tylko prawo ogłoszone. Wnioskujemy więc o dodanie odpowiednich zapisów.

W szczegółowym przepisie dotyczącym zwalczania telefonicznego podszywania się projekt przewiduje blokowanie połączenia lub ukrywanie identyfikacji numeru inicjującego połączenia. Według opinii PTI ukrywanie identyfikacji będzie przeciwnie skuteczne, gdyż połączenie będzie odbierane bez świadomości podszywania się. Dlatego sugerujemy, aby w tym przypadku ograniczyć się tylko do blokowania połączenia, z podaniem informacji o tym fakcie oraz o podstawie do zablokowania.

Kolejne przepisy wprowadzają utrzymywanie jawnej listy szalbierczych stron internetowych ze wskazaniem nazwy

domenowej tych stron oraz dają prawo dostawcy usług telekomunikacyjnych do ich blokowania. Uważamy, że szkodliwe mogą być tylko niektóre witryny www z danej domeny, więc wskazania powinno się ograniczyć do stron (witryn) internetowych, a nie domen. Natomiast blokowanie powinno mieć uzasadnienie, które dostawca byłby zobowiązany wskazać przy blokowaniu konkretnych stron internetowych. Taka modyfikacja nie spowoduje dezorientacji użytkownika końcowego, gdyż odmowa świadczenia usługi (blokada) będzie umotywowana prawnie, ale nie technicznie, np. w postaci kodów błędów protokołu http.

Ostatnią analizowaną w opinii kwestią specjalistyczną jest przepis, wskazujący aktywne konta poczty elektronicznej i zobowiązujący dostawców takiej poczty dla ponad 500 tysięcy kont/użytkowników stosowanie enumeratywne trzech mechanizmów ochronnych: SPR, DMARC, DKIM. Zwróciliśmy uwagę, że nie ma definicji czym jest aktywne konto pocztowe. Wiele zarejestrowanych kont może być latami nieaktywnych, ale użytecznych dla ich właścicieli. Jedynym kryterium dla obsługującego konta jest opłacenie lub spełnianie określonych wymagań. W związku z tym w naszej propozycji zalecamy zastąpienie określenia „aktywne” określeniem „zarejestrowane”. Kolejna sprawa – enumeratywne wymuszanie stosowania tylko trzech rozwiązań ochronnych jest ułomne, gdyż istnieją jeszcze inne metody, jak ADSP, VBR, iprev, DNSWL. Dlatego proponujemy, aby dostawcy wyszukiwali i stosowali jeden z wybranych (najlepszych) mechanizmów potwierdzania wiarygodności podanego nadawcy mejla. Zwróciliśmy też uwagę na pominięcie mniejszych dostawców poczty elektronicznej bez uzasadnienia w towarzyszących projektowi dokumentach OSP. Dotyczyło to też granicznej liczby 500 tysięcy kont/użytkowników.

Ustawa jest bardzo potrzebna i powinna zostać wprowadzona bez zwłoki. Niestety, być może ze względu na okres kanikuły, proces legislacyjny zamarł. Ostatnie zmiany na stronie projektu zostały dokonane 7 lipca br. Nie ma informacji o odniesieniu się ministerstwa do zgłoszonych uwag i opinii, nie ma też informacji o przewidzianej konferencji uzgodnieniowej. Niewątpliwie należy śledzić postęp tego procesu.





# O szalbierstwie w komunikacji elektronicznej

**Zespół Terminologii Informatycznej (ZTI), działający w ramach Rady Języka Polskiego (RJP), zaproponował użycie terminu *szalbierstwo* w terminologii opisującej nadużycia w komunikacji elektronicznej.**



**Wacław Iszkowski**

wiceprzewodniczący Rady Naukowej PTI  
Członek Honorowy PTI

W języku angielskim istnieje co najmniej pięć określeń na oszustwa użytkowników teleinformatyki. Oto one – ich definicje podaję w tłumaczeniu z opisu z Dictionary Collinsa:

**vishing** – praktyka nielegalnego wykorzystywania techniki VoIP w celu uzyskania dostępu do numerów kart kredytowych lub danych bankowych.

**spoofing** – praktyka podszywania się pod inną osobę w połączeniu telefonicznym lub przesłanym mejlu.

**phishing** – praktyka polegająca na próbie nakłonienia ludzi do podania sekretnej informacji finansowych poprzez wysyłanie mejli, które wyglądają, jakby pochodziły z banku (pochodzenie od fishing z podmianą litery *f* na *ph*).

**smishing** – praktyka wykorzystywania fałszywych wiadomości tekstowych do wydobywania danych finansowych od użytkowników w celu kradzieży tożsamości (pochodzenie od *sms* + *phishing*)

**pharming** – praktyka przekierowywania użytkowników komputerów z legalnych witryn na fałszywe w celu wydobycia poufnych danych (pochodzenie od farming z podmianą litery *f* na *ph*).

W wyniku poszukiwań polskich odpowiedników dla określeń oszustw znaleziono terminy: *szachrowanie*, *szwindlowanie*, *picowanie*, *kantowanie*, *szalbierstwo*, które mogłyby opisywać te oszukańcze praktyki po polsku.

W dyskusji w Zespole Terminologii Informatycznej, działającym w ramach Rady Języka Polskiego, wybrano termin

*szalbierstwo teleinformatyczne* z odpowiednimi przymiotnikami dla opisu wszystkich tych przypadków:

- szalbierstwo w technice VoIP,
- szalbierstwo w identyfikacji nadawcy,
- szalbierstwo w wykradaniu informacji,
- szalbierstwo w fałszywych esemesach,
- szalbierstwo w podstawianiu fałszywych witryn.

Zdecydowaliśmy się na jeden termin z opisami tych oszukańczych praktyk, dając użytkownikowi narzędzi teleinformatycznych wyraźne ostrzeżenie przed oszustwem (*szalbierstwo*) oraz odpowiedni opis takiej praktyki. Pozostało jeszcze znaleźć miejsce wprowadzenia i popularyzacji tego terminu. Odpowiednia okazja nadarzyła się przy okazji projektu *ustawy o zwalczaniu nadużyć w komunikacji elektronicznej* – przedstawionego do zaopiniowania w czerwcu 2022 r.

ZTI przesłało do akceptacji RJP projekt opinii zalecającej użycie polskiego terminu *szalbierstwo* zamiast wpisanego do projektu ustawy terminów: *smishing*, *CLI spoofing*. RJP niestety nie zaakceptowała terminu *szalbierstwo*, twierdząc, że jest to termin książkowy (?), ale też niczego innego nie zaproponowała.

Naszą propozycję wpisaliśmy więc tylko do opinii PTI przesłanej do Ministerstwa Cyfryzacji. Obecnie wszystkie przekazane tam opinie są analizowane. Mamy nadzieję, że Ministerstwo Cyfryzacji, obecnie podporządkowane Premierowi, pochyli się nad spolonizowaniem tego dość istotnego fragmentu działalności teleinformatycznej.

# Nie wszystkie dane to złoto

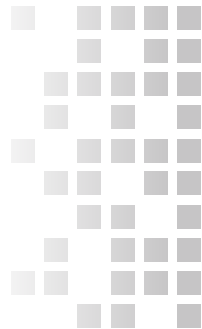


**Sama ilość przetwarzanych danych nie gwarantuje jeszcze sukcesu w postaci wiarygodnych, wartościowych wyników. Przy rosnących lawinowo zasobach danych sztuką wciąż pozostaje wybór tych odpowiednich i faktycznie przydatnych.**

Świat oszalał dzisiaj na punkcie danych. Ich przetwarzanie w systemach informatycznych i automatyczna analiza mają być receptą na wszelkie problemy i wyzwania współczesnego świata. Organizacje i działania sterowane danymi (*data driven*) uznawane są za wzorcowe rozwiązania dla wszelkich niemalże dziedzin życia. Ile w tym racji, a ile marketingowych zakłęb pozostaje kwestią do rozstrzygnięcia. Faktem jednak jest, że na wynikach cyfrowej obróbki danych bazuje dzisiaj coraz więcej form ludzkiej aktywności – od prostych wyborów zakupowych po strategiczne decyzje biznesowe.

Wyobraźnię zarówno opinii publicznej, jak i środowisk technologiczno-biznesowych rozpalają w tej chwili głównie pomysły na nowe, najlepiej od razu przełomowe i innowacyjne możliwości wykorzystania narzędzi analizy danych. Oczekiwania rosną wraz z rozwojem technik sztucznej inteligencji. Oliwy do ognia dolewają przyrastające lawinowo, za sprawą masowego już wykorzystania technik informacyjno-komunikacyjnych, zasoby danych w postaci cyfrowej.

” *W wizjach data driven organisations zasoby danych traktowane są zazwyczaj w sposób całościowy, niezróżnicowany, jak rzecz zastana, pewna, trwała. W tym ujęciu to monolityczny, obiektywnie istniejący surowiec, leżący w zasięgu ręki, gotowy do przetworzenia materiał, który można przerobić na dowolny produkt informacyjny.*



**Andrzej Gontarz**

ekspert ds. monitoringu rynku w zespole Sektorowej Rady ds. Kompetencji – Informatyka

Czy jednak wszystkie dane są jednakowo dobre do analitycznego zastosowania i równie dobrze nadają się do wykorzystania w algorytmach wspierających grę o rynkową przewagę?

W rzeczywistości efektywne wykorzystanie danych wymaga indywidualnego podejścia do nich i wielu, często żmudnych i długotrwałych zabiegów ich przygotowania. Wszak z tych samych danych można otrzymać zupełnie różne informacje, tak samo jak do uzyskania tej samej informacji można wykorzystać wiele zupełnie różnych danych. Poza tym dane mogą być nieaktualne, niepełne, czy wręcz nawet bezwartościowe dla danego przypadku.

Znana od dawna wszystkim adeptom informatyki zasada GIGO (Garbage In Garbage Out, czyli śmieci na wejściu – śmieci na wyjściu) wciąż obowiązuje. Także w obszarze analityki danych, gdzie jest do dyspozycji coraz więcej technologii

pozwalających na automatyczne czyszczenie i przekształcanie dostępnych danych. – *Nadrzędnym celem jest minimalizacja GIGO: minimalizacja „śmieci”, które dostają się do modelu, tak aby model minimalizował liczbę otrzymanych błędnych wyników* – pisze Daniel T. Larose w książce „Odkrywanie wiedzy z danych. Wprowadzenie do eksploracji danych” (PWN 2013).

## Ilość nie wystarczy

Jakość danych nabiera szczególnego znaczenia w przypadku technik sztucznej inteligencji, zwłaszcza w obszarze uczenia maszynowego. Algorytmy sztucznej inteligencji potrzebują dostępu do olbrzymiej ilości danych, by uczyć się efektywnie i poprawnie. Specjaliści szacują, że algorytm rozpoznawania obrazów, trenowany na przykład do identyfikacji psa czy kota, potrzebuje „obejrzeć” setki tysięcy, a może nawet i miliony zdjęć, żeby móc z dużym prawdopodobieństwem poprawnie wskazać określone zwierzę.

Kilka lat temu na jednej z konferencji poświęconej sztucznej inteligencji prezentowany był przykład algorytmu trenowanego do rozpoznawania damskich botków. Celem jego stworzenia było m.in. ułatwienie pracy zespołom marketingowym w sklepach internetowych. Po zapoznaniu się z okazałą bazą zdjęć butów, algorytm wskazywał uparcie jako damskie botki buty do gry w piłkę nożną, tzw. korki. Po analizie okazało się, że na zdjęciach udostępnionych algorytmowi do nauki damskie obuwie prezentowane było głównie na tle zielonej trawy. Przykład być może banalny, nie wiadomo też, ile w nim elementów funkcjonującej w każdym środowisku zawodowym legendy. Pokazuje jednak znaczenie doboru odpowiednich danych w pracach nad rozwiązaniami z zakresu sztucznej inteligencji. Dane muszą być odpowiedniej jakości, sama ich ilość nie wystarczy. Algorytm, czyli pewna ściśle określona procedura obliczeniowa, tylko dla właściwych – a nie akurat dostępnych – danych wejściowych daje żądane dane wyjściowe.

– *Z perspektywy uczenia maszynowego rozstrzygająca jest jakość zbiorów, na których uczymy algorytmy. Muszą w reprezentatywny sposób opisywać kontekst rozwiązywanego problemu, np. logi z wyszukiwarki, zawierające informację, które oferty dla jakich fraz były klikane i jakie zajmowały pozycje w wynikach. Często konieczna jest dodatkowa klasyfikacja danych, ręczne tagowanie pod kątem potencjalnego uczenia. To odrębny problem. Skuteczność ostatecznego rozwiązania w krytycznym stopniu zależy od reprezentatywności danych, na których trenowano algorytm* – mówi w wywiadzie zamieszczonym na łamach raportu „AI@Enterprise 2021. Praktyczne zastosowania sztucznej inteligencji w biznesie” Olaf Piotrowski, AI Product Development and Big Data Director w Allegro.

Zasilanie systemów sztucznej inteligencji złymi, niewłaściwymi danymi może prowadzić do tzw. biasu algorytmicznego, inaczej przechyłu czy też skrzywienia algorytmicznego. Jako przykład takiego zjawiska podawany jest często proces rekrutacji do pracy, w którym system analityczny

preferuje kandydatów płci męskiej. Podobna sytuacja może mieć miejsce również w przypadku działania algorytmu rozpoznawania twarzy. Jeśli do jego trenowania wykorzystane zostaną zdjęcia osób o jasnej karnacji, to nie będzie on działał skutecznie w przypadku osób czarnoskórych.

Zagrożenie przechyłem algorytmicznym może występować w wielu różnych, także prozaicznych wręcz sytuacjach. Przykładowo, jeśli byśmy chcieli zbadać nastawienie klientów do oferowanych towarów lub usług, to musimy pamiętać, że ci, którzy nabyli już produkt, zazwyczaj wyrażają się o nim pozytywnie (trudno się przyznać do własnego błędu). Należy również pamiętać, że pozytywne opinie w sieci można najzwyczajniej kupić. W internecie pełno jest ogłoszeń firm, które oferują właśnie tego typu usługi.

## Nadzór nad jakością

Skąd zatem brać dobre, właściwe dane? Jak zapewnić systemom analitycznym i algorytmom sztucznej inteligencji stały dostęp do odpowiedniej jakości danych? Co lub kto może być gwarantem jakości danych i ich właściwego przygotowania do cyfrowej obróbki?

Wiele firm, szczególnie dużych, radzi sobie wewnętrznie z tym problemem poprzez tworzenie programów *data governance*. Określane są w nich obowiązujące (działa i pracowników na poszczególnych stanowiskach) zasady tworzenia danych i reguły zapewnienia ich jakości, w tym m.in. zakresy odpowiedzialności osób związanych z przetwarzaniem danych. W niektórych przypadkach kwestie te regulowane są w pewnym zakresie przez regulacje prawne (np. Rekomendacja D w bankowości czy obowiązujące wszystkich RODO).

W części przedsiębiorstw zatrudniani są specjaliści menedżerowie odpowiedzialni za zarządzanie danymi. Do zadań CDO (*Chief Data Officer*) należy koordynowanie procesu tworzenia danych, ich integracji oraz wykorzystywania w systemach informatycznych. Praca nie jest łatwa, gdyż wymaga zazwyczaj łączenia oczekiwań różnych grup interesów i uwzględniania uwarunkowań funkcjonowania różnych działów w organizacji. Pragmatyka pracy handlowców, księgowych czy marketingowców przekłada się często na różne postrzeganie wymagań odnośnie do charakteru i kształtu potrzebnych im danych. CDO musi umieć łączyć te wszystkie perspektywy, oferując jednocześnie uniwersalne dla całej instytucji rozwiązanie, zapewniające zachowanie odpowiedniej jakości danych na każdym etapie ich przetwarzania.

Firmy nie mogą jednak ograniczać się tylko do wytwarzanych przez siebie danych. Potrzebują również dostępu do ich zewnętrznych zasobów. Jeżeli dane stały się towarem, a zarazem surowcem i paliwem do zasilania algorytmów, to kluczowego znaczenia nabiera kwestia obrotu danymi i jego zasad: jak zapewnić jego kontrolę, aby w obiegu znajdowały się tylko dane dobrej jakości?



## Rozwojowy rynek

Według raportu spółki OnAudience, wartość globalnego rynku danych rosła w latach 2017–22 w tempie 29 proc. rocznie i wynosi obecnie 52 mld USD. Dominującą pozycję mają na nim Stany Zjednoczone. Dla 52 proc. uczestników badania „State of the CIO, 2022” analityka danych i uczenie maszynowe będą w tym roku w ich firmach obszarami największych inwestycji w informatykę.

– *Giełda ma na celu rozwiązanie pięciu najważniejszych kwestii związanych z handlem danymi: weryfikacji praw podmiotu do sprzedaży danych, ich wyceny, wzajemnego zaufania obu stron transakcji, wejścia na rynek i nadzoru. Giełda oferuje usługi przedsprzedażowe (np. ocena jakości pakietów danych), jak i posprzedażowe (np. weryfikacja transakcji, arbitraż) – tłumaczy na łamach magazynu CRN (nr 1/2022) Albert Borowiecki. Zwraca przy tym uwagę, że rynek danych regulują w Chinach trzy ustawy: Cyber Security Law, Data Security Law oraz Personal Information Protection Law.*



## Chiński eksperyment

Warto przyjrzeć się pomysłowi testowanemu w Chinach. W listopadzie ub.r., po 5 latach przygotowań, rozpoczęła działalność Szanghajska Giełda Danych (*Shanghai Data Exchange*). Chiny chcą przetestować możliwości handlu danymi na wzór obrotu innymi produktami i towarami. Doświadczenia z tego programu pilotażowego mają posłużyć do uruchomienia kolejnych giełd i stworzenia krajowego, a także globalnego rynku handlu danymi. Otwarcie giełdy połączone było z obradami „Global Data Ecosystem Conference 2021”.

W początkowym okresie w ofercie szanghajskiej giełdy znalazło się 100 produktów związanych z danymi. Są one dostarczane m.in. przez takie firmy, jak: China Eastern Airlines, China Mobile, China Unicom, China Telecom, Cosco Shipping, Sinofaith, State Grid Shanghai Electric Power, ICBC. Pogrupowano je w osiem kategorii, m.in. finanse, komunikacja, transport. W miarę rozwoju giełdy dostępnych produktów będzie przybywać.

Obrót danymi odbywa się pod nadzorem komitetu ekspertów, w skład którego wchodzi 31 specjalistów z zakresu: zgodności z prawem (*compliance*), transakcji finansowych czy bezpieczeństwa danych. Korzystającym z giełdy zapewnia się przejrzystość transakcji – wiadomo, kto komu jakie dane sprzedaje.



## Perspektywa społeczna

I jeszcze jedna kwestia, która w dyskusjach o warunkach efektywnego wykorzystania danych nie jest jeszcze pierwszoplanowa, ale dla oceny przydatności danych może mieć kluczowe znaczenie. Chodzi o kulturowy kontekst wytwarzania danych i ich zastosowania. Dane wytwarzane są zazwyczaj w trakcie aktywności człowieka i poddawane są takim samym wpływom środowiska społecznego, jak wszystkie inne ludzkie wytwory (można dyskutować, czy dane przekazywane przez urządzenie IoT nie mają również społecznego wymiaru, chociażby przez sam fakt decydowania przez człowieka o takim, a nie innym ich wykorzystaniu).

Kwestie te nabierają szczególnego znaczenia w przypadku wystąpienia wspomnianego zjawiska przechyłu algorytmicznego. Już toczą się dyskusje, na ile można w takiej sytuacji ingerować w dane, jeżeli faktycznie odzwierciedlają one istniejący społecznie stan rzeczy (np. pracodawcy rzeczywiście preferują kandydatów mężczyzn), chociaż nie odpowiada on aktualnym potrzebom czy oczekiwaniom twórców lub użytkowników algorytmów. W toczonych dyskusjach pojawiają się już nawet przestrogi przed zagrożeniem cenzurowaniem danych. Proponowanym wyjściem z sytuacji mogłoby być, zdaniem niektórych, pozwolenie algorytmowi na dłuższe uczenie się, z użyciem nowych, pojawiających w praktyce społecznej danych, odzwierciedlających nowe, akceptowane społecznie postawy i zachowania.

Dostęp do odpowiednich danych i dzielenie się nimi mogą umożliwiać firmom nowoczesne rozwiązania technologiczne, na przykład dedykowane platformy sieciowe do wymiany danych. Twórcy raportu „Trendy technologiczne 2022” z firmy Deloitte zwracają uwagę na dokonujący się postęp w zakresie bezpieczeństwa danych, co może z kolei stymulować rozwój bazującej na wykorzystaniu danych współpracy nawet w sytuacji konkurowania firm między sobą na rynku. – *Po raz pierwszy pojawia się możliwość przesłania zaszyfrowanych wrażliwych danych do celów analitycznych – takich, które tradycyjnie były absolutnie niedostępne dla zewnętrznych podmiotów. Ten trend stwarza nowe możliwości w zakresie monetyzacji danych, a także umożliwia współpracę pomiędzy konkurentami na niespotykaną wcześniej skalę – czytamy na stronie Deloitte’a.*

Ciekawym rozwiązaniem, wskazywanym w raporcie, mogą być też tzw. obliczenia wielostronne, które umożliwiają rozłożenie analizy danych na wiele podmiotów, przy czym żaden z nich osobno nie może zobaczyć pełnego zestawu informacji wejściowych. To stwarza m.in. możliwości wykorzystania wartościowych zasobów danych w sytuacji, gdy ich posiadacz – upatrując w nich przewagi konkurencyjnej – nie chce ich ujawniać.



# Nie, stwórzmy grę!

**Młodzi ludzie (i nie tylko młodzi) uwielbiają gry, zwłaszcza komputerowe. Wiele gier ma wartość edukacyjną. Te – wydawać by się mogło – oczywiste założenia legły u podstaw dwóch organizowanych przez PTI konkursów, których wyniki zostały podsumowane 10 września 2022 r. podczas uroczystej gali.**



**Alicja Podstolec**

Drużyny z całej Polski przybyły na uroczystość, zorganizowaną w Google Campus for Startups, mieszczącym się na terenie odrestaurowanego i rozbudowanego Centrum Praskiego Koneser w Warszawie.

## Konkurs GEEK

„Tajemnicza” nazwa organizowanego po raz drugi konkursu GEEK oznacza: Gry Eksperymentalne, Edukacyjne, Komputerowe. Zadaniem uczestników było stworzenie gry (lub jej scenariusza, konkurs odbywał się bowiem w takich dwóch kategoriach), która miałaby własne walory edukacyjne. Młodzi ludzie (w dwóch kategoriach wiekowych – szkoły podstawowe i ponadpodstawowe) programowali więc (w dowolnym środowisku) grę dla innych młodych ludzi. Na konkurs wpłynęły 74 prace, spośród których jury wskazało te najlepsze.

nauczycielka języka polskiego w Salezjańskim Zespole Szkół Publicznych im. św. Dominika Savio w Zabrzu oraz wykładowczyni języka migowego, autorka kilkunastu artykułów z zakresu dydaktyki oraz językoznawstwa, współredaktorka dwóch tomów serii „W świecie logopedii”, współautorka e-booka „Turłane lekcje, czyli kostki na polskim. 20 pomysłów na niezwykle lekcje języka polskiego”, prowadzi blog <https://nieprzecietnelekcje.blogspot.com/>. Ambasador Wakelet, Nearpod Certified Educator, Superbelfer RP.



Nagrodzone prace w konkursie GEEK.

Okazało się, że kreatywność młodzieży jest naprawdę nieograniczona. Autorzy nagrodzonych gier udowodnili,

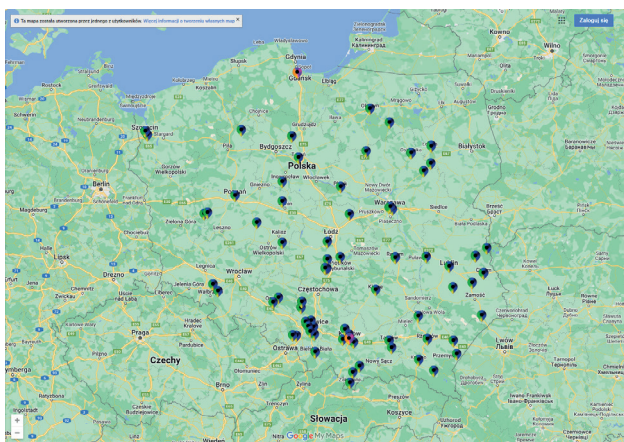
że można stworzyć gry komputerowe pozwalające uczyć się historii (ta dziedzina dominowała), języka polskiego, geografii, matematyki, chemii, fizyki. Warto w tym miejscu dodać, że tworzenie gier przez uczniów pozwoliło im dodatkowo zdobyć wiele umiejętności, od tych tzw. twardych – informatycznych: programistycznych i algorytmicznych – poprzez umiejętność pracy w grupie, szukania kompromisu, delegowania zadań, projektowania działań aż po zupełnie nieoczywiste w konkursie informatycznym umiejętności językowe (gry nie powinny zawierać błędów ortograficznych, interpunkcyjnych).

### Genialne miejsca

Drugi z konkursów jest młodszy, rozstrzygnięto właśnie pierwszą jego edycję. Sztab konkursu powołany przez powstałą w ubiegłym roku Sekcję Informatyki Szkolnej przy PTI zaprosił młodzież do tworzenia gier lub escape roomów za pomocą programu Genially (partnera konkursu), które prezentowałyby tzw. małą ojczyznę uczniów. Prace mogły dotyczyć lokalnych zabytków, miejsc kultu, pomników przyrody, postaci zasłużonych dla regionu itd. Uczniowie biorący udział w konkursie pokazali, że narzędzia informatyczne doskonale mogą służyć innym dziedzinom. Stali się oni promotorami swojego regionu, niebanalnie go prezentującymi i zapraszającymi do odwiedzenia. Na konkurs wpłynęło 120 prac, które (w dwóch kategoriach wiekowych) ocenione zostały przez 18 jurorów. Zdecydowali oni o umieszczeniu na mapie 97 prac, wyłonili zwycięzców w poszczególnych województwach (podsumowania regionalne odbyły się w czerwcu) oraz przyznali nagrody ogólnopolskie.



Nagrodzone prace w konkursie Genialne Miejsca.



Jednym z efektów konkursu jest wspomniana interaktywna mapa: <https://tiny.pl/wtx9c>, pozwalająca na ciekawe zwiedzanie różnych zakątków Polski (także – a może przede wszystkim – tych mniej znanych).

Wartość konkursu doceniło wielu marszałków województw oraz Polska Organizacja Turystyczna i Instytut Pamięi Narodowej, którzy objęli go patronatem honorowym. Patronatu obu konkursom udzielił również Minister Edukacji i Nauki.

### Ekscytujące finały

Zorganizowany we wrześniu warszawski finał zgromadził ponad 100 gości – byli wśród nich nagrodzeni uczestnicy konkursów – uczniowie wraz z nauczycielami (opiekunami zespołów), prezes PTI Wiesław Paluszyński, sztaby konkursów (z ich przewodniczącymi – Beatą Chodacką dla Genialnych Miejsc oraz Rafałem Kołodziejczykiem dla GEEK, którzy wydarzenie prowadzili), sponsorzy finałów – przedstawiciele firm: Samsung, Ei System, GDATA, genial.ly, House of Angular, Google for Education, Amazon), przedstawiciel Urzędu Marszałkowskiego Województwa Mazowieckiego – Wiesław Kołodziejcki, Prezes Mazowieckiego Funduszu Poręczeń Kredytowych.

Gala konkursu stała się okazją nie tylko do nagrodzenia uczniów i wręczenia im upominków. Był to również czas podziękowania dla organizatorów i koordynatorów konkursu (oni także otrzymali niespodzianki) i zapowiedzi tego, co Sekcja Informatyki Szkolnej przygotowała na kolejny rok.



Warsztaty

Po części oficjalnej na uczestników czekały jeszcze inspirujące warsztaty (uczniowie szkół podstawowych pod okiem trenerów z firmy Ei System mogli sprawdzić działanie długopisów 3D (na zdjęciu), a starsi – poznać specyfikę pracy przy tworzeniu nowych aplikacji, o czym opowiedzieli przedstawiciele House of Angular). Po zakończeniu warsztatów uczniowie i nauczyciele – dzięki uprzejmości firmy Samsung – mieli jeszcze okazję zwiedzić Centrum Nauki Kopernik.

Spotkanie w Warszawie nie tylko pozwoliło wyróżnić uczniów i nauczycieli. Równie cenna okazała się możliwość poznania się, nawiązania kontaktów i relacji. Prezes Wiesław Paluszyński wielokrotnie podkreślał, że zaproszeni na finały uczestnicy konkursów stanowią elitę. To oni będą kształtować przyszłość, bo nie tylko mają talent, wiedzę i umiejętności, lecz przede wszystkim chęć działania. To, że partnerami konkursu są firmy z branży IT, sugeruje też, że one dostrzegają potencjał tych młodych ludzi. Marzeniem

wszystkich (organizatorów, koordynatorów i uczestników) jest, by w przyszłości najlepsze z gier projektowanych przez młodych zostały profesjonalnie wydane.

W trakcie prac nad grami zgłaszanymi do konkursów uczniowie mieli okazję doświadczyć niełatwego, czasem żmudnego procesu ich tworzenia – od pomysłu, koncepcji, poprzez projekt aż po jego realizację. Napotykali różnego rodzaju trudności – czasem były to problemy informatyczne (coś nie działało, jak powinno, coś trzeba było zaprogramować inaczej), czasem merytoryczne (gry miały mieć walory edukacyjne, trzeba było więc przypomnieć sobie lub po prostu zdobyć jakieś informacje, pozyskać zgody na wykorzystanie zdjęć itd.), czasem organizacyjne (nie zapominajmy, że mieliśmy w ubiegłym roku okresy nauki zdalnej). Nagrodzone zespoły (ale też wszystkie inne, którym udało się skończyć projekty i zgłosić je do konkursów) doświadczyły jednak jeszcze czegoś – poczucia sprawstwa. Okazało się, że ich praca, czasem trudna i nurząca, przynosi efekt. Nie chodzi tylko o laury konkursowe, lecz o przydatność dla użytkowników. Jedną z nagrodzonych w konkursie GEEK gier stanowi powtórkę przedmaturalną z języka polskiego. Uczniowie opublikowali ją przed ubiegłorocznymi maturami, licząc na to, że ktoś sko-

rzysta z ich wysiłku. Statystyki są imponujące – do tej pory gra ma ponad 8 tys. odsłon, a liczba ta wciąż rośnie.



I nagrodę w konkursie GEEK za scenariusz do gry „Alchemia” zdobył zespół (Pozytywnie napromieniowani) z V Liceum Ogólnokształcącego im. Augusta Witkowskiego w Krakowie.

Na zdjęciu od lewej: Beata Chodacka, opiekunka zespołu; uczniowie: Paweł Hondel, Julia Kramarczuk, Agata Malczyk, Jan Miechowicz, Bartosz Bronikowski oraz prezes PTI Wiesław Paluszyński i szef sztabu konkursu GEEK Rafał Kołodziejczyk.

## Laureaci konkursów

### Genialne Miejsca – I miejsca

#### Szkoły Podstawowe

Gra: UCIECZKA Z KOPALNI WUJEK W KATOWICACH  
Opiekun: Maria Paulewicz  
Uczniowie: Zofia Piechota, Karolina Kuśmierz  
*Szkoła Podstawowa nr 37 im. ks. Jana Twardowskiego w Katowicach*

#### Szkoły Ponadpodstawowe

Gra: GENIALNY CHEŁM  
Opiekun: Ewelina Śmigielska  
Uczniowie: Bartłomiej Hanczaruk, Kacper Krzywanowski, Julia Jakubiec, Michał Lewczuk  
*II Liceum Ogólnokształcące im. gen. Gustawa Orlicz-Dreszera w Chełmie*

### GEEK – I miejsca

#### Scenariusze Gier, Szkoły Podstawowe

Gra: BYĆ JAK...  
Opiekun: Mirosław Łabanowski  
Uczniowie: Szymon Krystkiewicz, Mateusz Matuszewski, Konrad Nowicki, Stanisław Spyra, Zuzanna Szynekiewicz  
*Szkoła Podstawowa nr 6 z Oddziałami Integracyjnymi im. Kornela Makuszyńskiego w Mławie*

#### Scenariusze Gier, Szkoły Ponadpodstawowe

Gra: ALCHEMIA  
Opiekun: Beata Chodacka  
Uczniowie: Jan Miechowicz, Bartosz Bronikowski, Agata Malczyk, Julia Kramarczuk, Paweł Hondel  
*V Liceum Ogólnokształcące im. Augusta Witkowskiego w Krakowie*

#### Implementacja Gier, Szkoły Podstawowe

Gra: AS GEOGRAFICZNY  
Opiekun: Anna Rakowska  
Uczniowie: Natalia Zganiacz, Adam Szymaszkiewicz  
*Szkoła Podstawowa nr 48 im. Kawalerów Orderu Uśmiechu w Szczecinie*

#### Implementacja Gier, Szkoły Ponadpodstawowe

Gra: LUCAS ADVENTURE: W POGONI ZA SMOKIEM MIRCUSEM  
Opiekun: Mirosław Pargieła  
Uczniowie: Maciej Pacholczak, Jakub Masternak, Magdalena Kosmala, Zofia Kapsa  
*Zespół Szkół nr 2 – Liceum Ogólnokształcące im. Bartosza Głowackiego w Opatowie*



### Genialne Miejsca – II miejsca

#### Szkoły podstawowe

Gra: PRZEMYSŁ  
Opiekun: Anna Leskiw  
Uczniowie: Adriana Danylec, Julia Fil, Larysa Nakoneczna, Julia Potrebka  
*Szkoła Podstawowa nr 17 im. Markiana Szaszkewicza w Przemysłu*

#### Szkoły ponadpodstawowe

Gra: LUBLIN. GRA MIEJSKA  
Opiekunki: Katarzyna Bartoszcze, Ewa Rusinek  
Uczniowie: Jakub Józwiak, Karina Kołodziejczyk, Katarzyna Kańczugowska, Julia Owczaruk  
*Zespół Szkół Chemicznych i Przemysłu Spożywczego w Lublinie*

### GEEK – II miejsca

#### Scenariusze Gier, Szkoły Podstawowe

Gra: TAJEMNICE WIELKIEJ BRYTANII  
Opiekun: Małgorzata Jegier  
Uczniowie: Maja Buraczyńska, Natasza Karczewska  
*Szkoła Podstawowa im. Mikołaja Kopernika w Łękińsku*

#### Scenariusze Gier, Szkoły Ponadpodstawowe

Gra: GENIUS BRAIN  
Opiekun: Beata Chodacka  
Uczniowie: Zuzanna Ślusarczyk, Maja Rakowska, Mariusz Pawlak  
*V Liceum Ogólnokształcące im. Augusta Witkowskiego w Krakowie*

#### Implementacja Gier, Szkoły Podstawowe

Gra: ŻEGLARSKA PRZYGODA  
Opiekun: Lesław Podhalicz  
Zespół: Aya Wojtkiewicz, Mateusz Firliciński  
*Szkoła Podstawowa nr 34 w Zespole Szkolno-Przedszkolnym nr 6 we Wrocławiu*

#### Implementacja Gier, Szkoły Ponadpodstawowe

Gra: EPOKEY  
Opiekun: Alicja Podstolec  
Uczniowie: Emilia Bombik, Michał Gajdzik, Danuta Gorol, Marta Krzyżanowska  
*Salezjański Zespół Szkół Publicznych im. św. Dominika Savio w Zabrze*

### Genialne Miejsca – III miejsca

#### Szkoły podstawowe

Gra: PAROWOZOWNIA WOLSZTYN  
Opiekunowie: Joanna Lemańska, Urszula Rau  
Uczniowie: Piotr Lemański, Hanna Kotlarska, Zofia Ceglarek, Agnieszka Masiorek  
*Szkoła Podstawowa im. Powstańców Wlkp. w Siedlcu*

#### Szkoły Ponadpodstawowe

Gra: GENIALLNE MIEJSCA: RZESZÓW  
Opiekunowie: Lucyna Wiech-Bachórz, Małgorzata Baran  
Uczniowie: Wiktoria Draus, Zuzanna Krok  
*III Liceum Ogólnokształcące im. Cypriana Kamila Norwida w Rzeszowie*

### GEEK – III miejsca

#### Scenariusze Gier, Szkoły Podstawowe

Gra: POWSTANIE WARSZAWSKIE  
Opiekun: Małgorzata Jegier  
Zespół: Michał Moreń, Adam Olczyk, Julian Piecyk  
*Szkoła Podstawowa im. Mikołaja Kopernika w Łękińsku*

#### Scenariusze Gier, Szkoły Ponadpodstawowe

Gra: SHADOWS OF LIBERTE  
Opiekun: Anna Michalczyk  
Zespół: Miłosz Ciesielski, Wiktor Komor  
*Uniwersyteckie XII Liceum Ogólnokształcące im. Marii i Georga Dietrichów w Olsztynie*

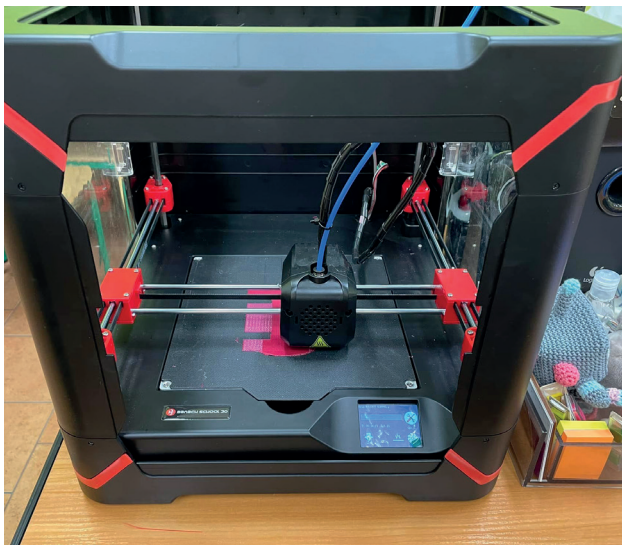
#### Implementacja Gier, Szkoły Podstawowe

Gra: WOKÓŁ ŚWIATA AR  
Opiekun: Lesław Podhalicz  
Zespół: Nazar Plaksii, Dariusz Baranowski  
*Szkoła Podstawowa nr 34 w Zespole Szkolno-Przedszkolnym nr 6 we Wrocławiu*

#### Implementacja Gier, Szkoły Ponadpodstawowe

Gra: PIASTOWIE NA WAWELU  
Opiekunowie: Stanisław Garlicki, Beata Chodacka  
Zespół: Sabina Gryglewska, Roksana Hybel, Amelia Łoboz, Karolina Miśkovicz  
*V Liceum Ogólnokształcące im. Augusta Witkowskiego w Krakowie*





# Druk 3D

## po co to komu?

Większość szkół podstawowych w Polsce ma w swoich zasobach sprzętowych – lub w niedługim czasie będzie posiadała – drukarki przestrzenne. Jak je wykorzystać w edukacji?



**Karolina Antkowiak**

absolwentka Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Zielonej Górze (wydział matematyki). Od 2000 r. związana z Zespołem Szkół Ogólnokształcących i Zawodowych w Pogorzeli jako nauczycielka matematyki, fizyki oraz przedmiotów zawodowych w technikum o profilu informatycznym. Szkoleniowiec w Niepublicznym Centrum Doskonalenia Nauczycieli Zyta Czechowska specjalni.pl. Autorka wielu artykułów, testerka sprzętu i oprogramowania. W 2017 r. wyróżniona przez Microsoft tytułem Microsoft Innovative Educator, nadawanym najbardziej innowacyjnym nauczycielom na świecie. Członkini grupy SuperBelfrzy RP, dwukrotnie wyróżniona przez SPRUC wpisem na listę 100. Autorka podręcznika do informatyki rozszerzonej wydawnictwa Helion, prowadzi fanpage PANI Informatyk. Jako pasjonatka druku 3D została ekspertką w projekcie „Laboratoria Przyszłości w praktyce”.



Drukarka 3D to wszechstronna maszyna, tworzy dowolny kształt z dowolnych materiałów – może wyprodukować prawie wszystko, od kubków ceramicznych po plastikowe zabawki, metalowe części maszyn, kamionkowe wazony, fantastyczne ciastka czekoladowe, a nawet części ludzkiego ciała. Jej budowa i szczegółowa zasada działania jest uzależniona od technologii, w jakiej pracuje. Obecnie najpopularniejszymi rodzajami druku są technologie: SLA, FDM, PolyJet, SLS i DMLS.

### Krótki przegląd

Scharakteryzujemy zatem pokrótce każdą z technologii:

- SLA (druk z żywic fotopolimerowych) – jest to najstarsza znana metoda druku 3D, którą opracował w 1984 r. Charles Hull. Drukowanie tą metodą odbywa się przy użyciu płynnych żywic fotopolimerowych. Nowoczesne drukarki 3D korzystają z tzw. „odwróconej metody SLA”, w której model budowany jest do góry nogami. Pozwala to ograniczyć straty materiału, zmniejszyć wielkość urządzeń i – co najważniejsze – ułatwić ich obsługę. Technologia SLA ma dużo zalet, należą

do nich: wysoka precyzja wydruków, gładkość powierzchni, możliwość wydrukowania skomplikowanego modelu z detalami, szeroki wybór materiałów (sztywne i elastyczne), a także uniwersalność zastosowania (m.in. wzornictwo, inżynieria, przemysł, medycyna, w tym stomatologia).

- FDM (osadzanie topionego materiału) – najbardziej rozpowszechniona na świecie technologia przyrostowa. Została opracowana na początku lat 90. XX w. przez Scotta Crumpa, założyciela firmy Stratasys. Materiałem, z którego wytwarzane są przedmioty, jest termoplastyczne tworzywo w postaci żyłki nawiniętej na szpule. Podczas procesu wydruku materiał jest rozgrzewany i topiony, a następnie rozprowadzany warstwa po warstwie i odpowiednio formowany na stole według obrysu modelu 3D zapisanego w pliku. Do największych zalet technologii FDM należą: powszechność rozwiązania, duża dostępność materiałów przemysłowych o właściwościach tworzyw używanych w konwencjonalnej produkcji, a także możliwość szybkiego prototypowania, gdzie otrzymujemy dobry stosunek ceny do jakości.

- PolyJet (natryskiwanie żywicy fotopolimerowej) – jest to najbardziej precyzyjna i wszechstronna technologia druku 3D.

Jako materiału budulcowego używamy płynnych żywic fotopolimerowych, które są nanoszone na stół roboczy warstwa po warstwie i utwardzane światłem UV generowanym przez głowicę. Wydruk wykonany w technologii PolyJet posiada tak gładką powierzchnię, że nie zauważymy kolejno nałożonych warstw. Tym sposobem możliwe jest drukowanie cienkich ścian i skomplikowanych kształtów, a także bardzo realne odwzorowanie kolorów oraz właściwości mechanicznych zaprojektowanego modelu. Technologia sprawdza się do wytwarzania form wtryskowych, przyrządów, narzędzi i obudów, a także wielobarwnych wydruków. W tej technologii możemy uzyskać kolory w paletce CMYK oraz Pantone, co w sumie daje ponad 500 tys. barw, a także przejścia tonalne oraz różne faktury. Technologia PolyJet jako jedyna metoda druku 3D pozwala na mieszanie materiałów podczas druku, aby uzyskać odmienne właściwości, np. różnych zakresów twardości w skali Shore'a.

■ SLS (spiekanie proszku poliamidowego) – to technologia o największym potencjale produkcyjnym, ponieważ charakteryzuje ją wytrzymałość materiału i duża dokładność wymiarowa wytwarzanych części. Zastosowanie tej metody wymaga jednak odpowiednich warunków lokalowych, środków ochrony osobistej i specjalistycznej wiedzy pozwalającej na właściwą obsługę. Drukarka 3D pracująca w technologii SLS spieka sproszkowany poliamid warstwa po warstwie, wykorzystując skupioną wiązkę lasera, stąd tak ważne jest zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń. Do największych zalet technologii SLS należą: szybkość wydruku, wytrzymały materiał, który może być wykorzystywany do kontaktu z żywnością, a także możliwość uzyskania skomplikowanych kształtów, gdyż nie ma potrzeby stosowania podpór. Jest to jedyna technologia druku, w której modele mogą powstawać piętrowo, jeden nad drugim. W ten sposób można wypełnić całą komorę roboczą i drukować duże serie produkcyjne tych samych modeli.

■ DMLS (spiekanie proszku metalicznego) – do druku 3D w tej technologii wykorzystuje się sproszkowane stopy metali, najczęściej aluminium i tytanu. Zasada działania jest podobna do technologii SLS, z tą różnicą, że laser całkowicie przetapia sproszkowany materiał, zamiast tylko go spiekać. Uzyskane w ten sposób elementy charakteryzują się dużą wytrzymałością oraz możliwością późniejszej obróbki. Mogą być używane jako gotowe części w wielu sektorach przemysłu i w medycynie. W przeciwieństwie do SLS modele nie mogą powstawać piętrowo. Po zakończonym wydruku obiekty muszą zostać poddane dodatkowej obróbce, gdyż w czasie druku tworzone są podpory, które należy usunąć, a powstały model trzeba odprężyć w piecu przemysłowym.

## Konstrukcja

W drukarkach 3D można wyróżnić kilka stałych elementów, występujących we wszystkich rodzajach urządzeń.

■ rama – obudowa drukarki 3D w zależności od modelu może być wykonana z metalu lub z tworzywa sztucznego. Podtrzymuje ona części składowe urządzenia i zapewnia sztywną konstrukcję. Konstrukcja drukarki 3D musi być stabilna i wytrzymała, co zapewnia dobrą amortyzację drgań podczas pracy maszyny i wpływa na większą niezawodność oraz jakość druku;

■ stół roboczy, platforma robocza – powierzchnia, na której drukowany jest model 3D. W przypadku technologii FDM stół roboczy może być podgrzewany, dzięki czemu niwelowany jest skurcz materiału, a drukowane elementy pewniej trzymają się powierzchni;

■ ekstruder/głowica sterująca wiązką lasera/dysza – w technologii FDM zadanie polega na pobieraniu filamentu ze specjalnej szpuli, a następnie na podgrzaniu, przetopieniu i przetoczeniu tworzywa termoplastycznego. W technologiach żywicznych i proszkowych występują głowice sterujące wiązką lasera, który utwardza lub selektywnie spieka materiał znajdujący się w komorze roboczej. W technologii PolyJet materiał jest natryskiwany na stół roboczy poprzez zestaw dysz;

■ prowadnice i łożyska – (np. silniki krokowe lub serwonapędy) umożliwiają ruch ekstrudera i platformy roboczej. W technologiach wykorzystujących laser dodatkowym komponentem jest system optyczny, czyli układ soczewek i zwierciadeł, który steruje wiązką lasera;

■ płyta główna – zestaw układów elektronicznych niezbędny do działania drukarki, monitoruje on proces wydruku, steruje pracą silników krokowych lub serwonapędów i odpowiada za ustawienie wszystkich parametrów niezbędnych do przeprowadzenia prawidłowego wydruku;

■ panel sterujący – umożliwia podgląd postępów wydruku, ręczną modyfikację ustawień, a także uruchomienie druku np. bezpośrednio z karty pamięci bez udziału komputera.

W zależności od zastosowanej technologii i materiału budulcowego, za pomocą drukarki 3D można wytwarzać m.in.:

■ prototypy – drukowane w ten sposób modele pomagają inżynierom, projektantom i działom sprzedaży w szybki i tani sposób przedstawiać swoje pomysły m.in. pod kątem wyglądu, ergonomii i funkcjonalności;

■ narzędzia i osprzęt – nietypowe narzędzia produkcyjne, montażowe, uchwyty, zaczepty, efekторы robotów przemysłowych, pozycjonery i wiele więcej przydatnych akcesoriów używanych na liniach produkcyjnych;

■ części zamienne – wytrzymałe i funkcjonalne części zamienne do maszyn, pojazdów, urządzeń, a nawet części do samych drukarek 3D;

- modele i makiety – możliwość zaprezentowania rzeczywistego modelu ułatwia pracę zarówno architektom, jak i nauczycielom i lekarzom;
- wyroby dentystyczne – za pomocą druku 3D wytwarzane są mosty, korony, szyny, stałe uzupełnienia i inne elementy używane w protetyce, ortodoncji i implantologii;
- modele medyczne i instrumenty chirurgiczne – realistyczne modele przedoperacyjne drukowane na podstawie tomografii komputerowej, modele anatomiczne do edukacji, a także nietypowe narzędzia chirurgiczne i sprzęt medyczny, protezy kolan i bioder, części czaszki, sztuczne ręce i nogi zastępujące utracone kończyny, skóra i części ciała, np. ucho;
- wyroby cukiernicze – drukowane ciasta, ciasteczka, desery nadają się do spożycia;
- rękodzieło – biżuteria, kolczyki, bransolety.

### Druk 3D w szkole

Do czego można go wykorzystać? Sposobów jest mnóstwo, wszystko zależy tak naprawdę od naszego zaangażowania, umiejętności projektowych i oczywiście kreatywności. Druk 3D możemy wykorzystać w edukacji praktycznie na każdym przedmiocie. Puśćmy wodze fantazji – na języku polskim mogą to być przedmioty pomocnicze do omawianych lektur, a nawet popiersia poetów i pisarzy. Na matematyce przydadzą się tangramy, bryły, figury, podziałki na części ułamkowe, liczydła.



Fot. Karolina Antkowiak

Model mózgu

Lekcje biologii wzbogacają modele: kości, mózgu, organów czy komórek. Na chemię możemy wydrukować układ okresowy pierwiastków, molekuły, pipety, menzurki. Geografię urozmaicą przykładowo modele kontynentów, globusy, mapy świata. Na wychowaniu fizycznym przydadzą się: gwizdki, piłki, krążki do hokeja, słupki do różnych dyscyplin.



Druk 3D można jeszcze wykorzystać na wiele innych sposobów, np. do drukowania:

- upominków dla uczniów z okazji zbliżających się świąt;
- pucharów i medali w konkursach;
- nagród w rozgrywkach sportowych;
- tarcz okolicznościowych;
- nagród dla uczniów pracujących wzorowo na lekcjach;
- upominków dla rodziców i osób odwiedzających szkołę.

### Dostępne narzędzia

Skąd wziąć modele do druku 3D, jak je przygotować? Istnieje wiele narzędzi do tworzenia modeli. Możemy użyć chociażby Tinkercada, Blendera, Onshape czy też Fusion 360, a nawet AutoCada. Programów oczywiście jest dużo więcej, jedne płatne, inne bezpłatne, jeszcze inne wspomagające edukację na zasadzie zwolnienia z opłat dla nauczycieli i studentów. Niektóre z tych programów są proste w obsłudze, inne wymagają od użytkownika większej wiedzy. Obsługi możemy nauczyć się sami lub skorzystać z licznych dostępnych kursów czy tutoriali. Można również pozyskać gotowe modele, których wiele jest dostępnych w internecie na różnych zasadach: odpłatnie lub nie.

Ogrom zastosowania druku 3D w codziennym życiu i tempo rozwijania się tej dziedziny spowodowały, iż dostępność zarówno samego sprzętu, modeli, jak i materiałów nie sprawia problemów użytkownikowi. Każdy znajdzie coś dla siebie. Dodatkowo firmy oferujące sprzęt dokładają do niego również bazę z materiałami dodatkowymi, a na potrzeby edukacji – scenariusze lekcji. W internecie można znaleźć wiele stron i portali społecznościowych, grup dyskusyjnych, na których użytkownicy dzielą się pomysłami, pomagają rozwiązać podstawowe problemy, wspomagają swoim doświadczeniem początkujących użytkowników. Warto spróbować.



# KRONIK@ już działa

**KRONIK@ to akronim – oznacza Krajowe Repozytorium Obiektów Nauki i Kultury (kronika.gov.pl). Głównym celem projektu było stworzenie otwartego cyfrowego repozytorium zasobów kultury i nauki, a także platformy integrującej wszystkie dotychczasowe polskie portale gromadzące takie zasoby. Platforma wyposażona jest w wyszukiwarkę umożliwiającą przeszukiwanie metadanych zintegrowanych zbiorów.**

Pomysł ambasady cyfrowej dla polskiego dziedzictwa kulturowego i naukowego zrodził się w 2017 r., rok później – po rozpoznaniu zadania – rozpoczęła się realizacja projektu. Była wyzwaniem, bo partnerami projektu były różne instytucje funkcjonujące w wyspowych systemach informatycznych i z różnym doświadczeniem w zakresie digitalizacji zbiorów.

Czy był jakiś wzór do naśladowania? – *I tak, i nie* – mówił podczas debaty zorganizowanej z okazji inauguracji platformy Grzegorz Zajączkowski, ekspert Kroniki z KPRM. – *Inspirowaliśmy się wielkimi bibliotekami: biblioteką Kongresu amerykańskiego czy europejską Europeaną, bibliotekami muzealnymi, ale nasz portal jest częścią większej wizji, przede wszystkim dotyczącej zabezpieczeń zbiorów. Musieliśmy więc pewne rzeczy odkrywać na nowo – podstawowym wyzwaniem było pogodzenie udostępniania z bezpieczeństwem przechowywania danych.*

Środki pozyskano z jednego z działań Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa (17,46 mln zł – niemal 85% kosztów) oraz z budżetu państwa (3,71 mln zł). Instytucją odpowiedzialną była Kancelaria Prezesa Rady Ministrów (KPRM) przy współpracy z Ministerstwem Edukacji i Nauki oraz Ministerstwem Kultury i Dziedzictwa Narodowego.



**Tomasz Kulisiewicz**

sekretarz Sektorowej Rady ds. Kompetencji – Informatyka

## Więcej niż wyszukiwarka

Napotkano też na liczne wyzwania związane z integracją, bo bibliotekarze – także polscy – używają kilkunastu standardów opisu zbiorów cyfrowych. Trzeba było znaleźć rozwiązanie, które najpierw będzie integrowało na najbardziej podstawowym poziomie wszystkie typy i rodzaje opisów źródłowych obiektów cyfrowych, a następnie – już w sposób zaawansowany – łączyło te elementy opisu tak,

by w efekcie użytkownik uzyskał wartość dodaną. Zastosowane najnowsze rozwiązania, bazujące na mechanizmach semantyki i ontologii, sprawiają, że użytkownik nie tylko dostaje precyzyjną odpowiedź na swoje zapytania, lecz także propozycje i sugestie zapoznania się z zasobami powiązanymi z treścią zapytania. – *Wpisując w wyszukiwarce Google hasło Mickiewicz, dostajemy na jednym z pierwszych miejsc link do Wikipedii. Gdy wpisujemy takie hasło do Kroniki, otrzymamy linki do dzieł, które są w polskich zasobach cyfrowych, a więc również portrety, ryciny, pomniki. To naprawdę jest inna jakość wyszukiwania* – przekonywał Grzegorz Zajączkowski.

Jako pierwsze swoje zasoby udostępniły Biblioteka Narodowa, Narodowe Archiwum Cyfrowe oraz Muzeum Narodowe w Krakowie. KRONIK@ realizowana była w trzech etapach. Pierwszy obejmował opracowanie standardu metadanych i przygotowanie projektu technicznego rozwiązania informatycznego. Drugi to budowa platformy, jej testy i uruchomienie. Na etap trzeci zostały się rozpoczęcie migracji danych i szkolenia dla udostępniających obiekty.

Według pierwotnych założeń projekt ma osiągnąć następujące wskaźniki:

- uruchomienie 4 e-usług,
- 4 mln rocznie odsłon i pobrań cyfrowych obiektów nauki i kultury,
- 7 kluczowych partnerów, którzy udostępnią swoje zasoby na platformie.

Koszt utrzymania platformy w ciągu 5 lat oszacowano na 35 mln zł – przy założeniu, że KRONIK@ integruje istniejące zasoby cyfrowe, a digitalizacja obiektów pozostaje po stronie instytucji udostępniających zasoby.



## Integracja i metadane

Instytucje, które chciałyby się włączyć do projektu KRONIK@, mogą liczyć na różnorakie korzyści. W całym procesie digitalizacji – od wytypowania dzieła po jego udostępnienie w postaci cyfrowej – największy koszt generuje opracowanie metadanych i bezpieczne przechowywanie zdigitalizowanych zasobów. Dla mniejszych firm, które nie mają jeszcze dużego doświadczenia w digitalizacji, dużym ułatwieniem jest opracowany standard metadanych, czyli zestaw informacji, jakimi musi być opatrzony obiekt cyfrowy, żeby był wyszukiwalny. Druga, równie ważna korzyść, polega na tym, że partner Kroniki może udostępniać swoje zasoby bez utrzymywania własnego repozytorium, co oznacza dla niego spore oszczędności. KRONIK@ gwarantuje informatyczne i finansowe bezpieczeństwo zbiorów. Ekspertki uważają, że centralizacja pozwoli efektywnie zarządzać cyfrowym dziedzictwem kultury i nauki polskiej. Grzegorz Zajączkowski zachęca nie tylko instytucje, lecz także prywatnych kolekcjonerów do zainteresowania się Kroniką. Ma ona tę niepodważalną zaletę, że może służyć obywatelom, podczas gdy wiele zdigitalizowanych dzieł, w tym także znajdujących się w instytucjach kościelnych, tylko leży na różnych serwerach. Udostępnienie zbiorów poprzez Kronikę poprawia rozpoznawalność nie tylko dzieł, lecz także ich właścicieli poprzez istotne poszerzenie grupy zainteresowanych użytkowników.

Integracja zasobów możliwa jest na dwóch poziomach: integracja tylko zasobu metadanych oraz integracja zarówno metadanych, jak i plików obiektów. Zasoby integrowane są na poziomie wymiany obiektów bezpośrednio w bazie danych lub poprzez API zgodne ze standardem API danych publicznych, opracowanym przez Ministerstwo Cyfryzacji w 2018 r. w ramach projektu „Otwarte dane – dostęp, standard, edukacja” (<https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/standard-interfejsu-programistycznego-aplikacji-api>). Obiekty muszą być opisywane zgodnie z Dublin Core, jako metadane rozszerzone można stosować inne wspierane standardy opisów obiektów kultury i nauki.

## Słowniki opisu i zarządzania metadanymi

KRONIK@ umożliwi korzystanie z następujących słowników opisu i zarządzania metadanymi do opisu:

- zasobów bibliotecznych – standard projektu OMNIS (Biblioteka Narodowa);
- zasobów archiwalnych – standard ZOSIA (Naczelna Dyrekcja Archiwów Państwowych i Narodowe Archiwum Cyfrowe);
- zarządzania zasobów muzealnych – brytyjski standard Spectrum, którego polska wersja opracowana została przez zalecający ten standard Narodowy Instytut Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów.

W ramach platformy można także korzystać z powszechnie stosowanych słowników i standardów, np.: LIDO, ICONCLASS, RISM i zalecany przez Muzeum Narodowe w Krakowie GETTY AAT. Analiza standardów oraz model ich integracji w ramach projektu zostały opublikowane w obszernej „Dokumentacji standardu metadanych na potrzeby Systemu KRONIK@” (<https://www.gov.pl/attachment/a3e0ba37-a833-4ed9-b1ce-56481b25d13f>)

# Kolejne wyrocznie dla algorytmu Grovera

Przewodnik po nauczaniu informatyki kwantowej cz. 6.



**Marek Perkowski**

absolwent Wydziału Elektroniki Politechniki Warszawskiej, tu również zdobył tytuł doktora automatyki. Od 1983 r. pracuje na Wydziale Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej w Portland State University, gdzie jest profesorem zwyczajnym i dyrektorem Laboratorium Robotów Inteligentnych.

Jeden ze współautorów WARP – pierwszego kompilatora języka VHDL dla układów FPGA. Twórca Diagramów Decyzyjnych Kroneckera, struktury krat logicznych i koncepcji robotów kwantowych. Przyczynił się do powstania oprogramowania dla syntezy logicznej, używanego w przemyśle USA.

Pracował jako profesor wizytujący w Holandii, Francji, Japonii, Korei Południowej i Ludowej Republice Chin. W latach 2002–2004 był profesorem zwyczajnym w KAIST – Korean Advanced Institute of Science and Technology, gdzie zajmował się robotyką humanoidalną i komputerami kwantowymi. Kierował Komitetem Logiki Wielowartościowej IEEE w latach 2003–2005 i grupą roboczą Towarzystwa Inteligencji Obliczeniowej IEEE dla Inżynierii Kwantowej w latach 2006–2007. Autor ponad 515 publikacji o automatycznym projektowaniu, syntezy logicznej, logice wielowartościowej, logice odwracalnej, uczeniu maszynowym, robotyce i informatyce kwantowej.



Źródło: GetReal-WordPress.com

„Przewodnik po nauczaniu informatyki kwantowej” przedstawia metodologię rozwiązywania decyzyjnych Problemów ze Spełnianiem Ograniczeń (PSO) i problemów optymalizacyjnych z wykorzystaniem hybrydowego systemu komputera klasycznego i komputera kwantowego z algorytmem Grovera. Po wprowadzeniu układów odwracalnych jako rozszerzenia układów boolowskich pokazujemy superpozycję i splątanie kwantowe w sposób prosty, ale ścisły. Następnie przedstawiamy podstawowe dla wielu algorytmów kwantowych pojęcie wyroczni. Omawiamy, w jaki sposób wyrocznie są stosowane do rozwiązywania problemów decyzyjnych i optymalizacyjnych. Przykład znalezienia wszystkich „Optymalnych Zbiorów Suportujących” dla funkcji boolowskiej, który znajduje zastosowania w uczeniu maszynowym, dokładnie ilustruje proponowaną metodologię. Na koniec wyjaśniamy, jak działa algorytm Grovera. Po przeczytaniu tego cyklu uważny Czytelnik powinien być w stanie tworzyć podobne systemy kwantowe dla nowych, podobnych do przedstawionych, problemów.

W problemach minimalizacji funkcji kosztu sterujący komputer klasyczny startuje z najniższego progu (*bound*) potencjalnego kosztu rozwiązania i stopniowo powiększa go. W naszym konkretnym problemie – nie mając żadnej informacji – zakładamy, że istnieje jedna zmienna, od której zależy funkcja, a więc jedna zmienna, która spełnia KPN (KPN to koniunkcyjna postać normalna). Zatem wartość stałej progowej *Threshold* jest początkowo ustawiana na 1 i wszystkie rozwiązania z jedną zmienną są sprawdzane przez liczniki i komparator. W zależności od problemu różne strategie zmian wartości *Threshold* mogą być podawane w kolejnych wywołaniach algorytmu Grovera. W ogólności dla problemów minimalizacji czy maksymalizacji funkcji kosztu możemy tworzyć różne strategie zmieniania wartości *Threshold*, wartości te mogą być rosnące lub malejące.

Przedyskutujmy dokładnie pełny proces komputera hybrydowego dla pewnego małego problemu (minimalizacja kosztu).

1. Wartość zmiennej *Threshold* jest ustawiona na 1 ponieważ poszukujemy najpierw tylko rozwiązań składających się ze zbiorów o jednym elemencie. Pierwsze wywołanie algorytmu Grovera znajduje rozwiązanie {a}.

2. W celu znalezienia innych rozwiązań o koszcie 1, wyrocznia jest modyfikowana tak, jak na rys. 1. Ta modyfikacja wyklucza rozwiązanie {a}, a także wszystkie rozwiązania zawarte w {a}, to znaczy {a,b}, {a,c}, {a,b,c} itd. Jest tak dlatego, bo na przykład iloczyn *ab* jest zawarty w iloczynie *a*.

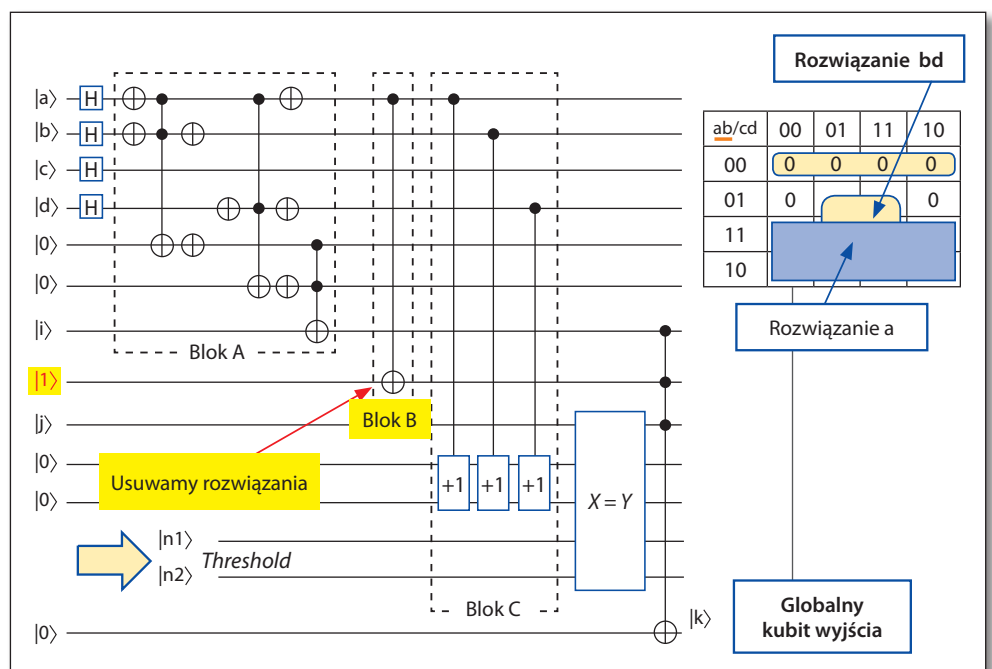
3. Zatem blok B jest teraz dany do wyroczni przez klasyczny komputer, który kompiluje nowy układ wyroczni, a następnie wykonuje go na komputerze kwantowym. Blok B zawiera też reprezentację pierwszego rozwiązania {a}, które jest usuwane (operator inhibicji *X·Y'* realizowany jako część dużej bramki Toffoliego po prawej). Dlatego wszystkie możliwe rozwiązania, które zawierają zmienną *a*, są wykluczone. Odpowiadają one wszystkim mintermom zawartym w iloczynie *a*.

4. Ponieważ nie wiadomo, czy istnieje inne rozwiązanie o koszcie 1, próg *Threshold* = 1 jest nadal utrzymywany przy następnym wywołaniu algorytmu Grovera poszukującego innych rozwiązań o koszcie 1. Jak widzimy na tablicy Karnauha (prawy górny róg na rys. 1), takie rozwiązania nie istnieją.

Zatem algorytm Grovera nie może znaleźć rozwiązania. Polega to na tym, że algorytm wygeneruje kilka losowych zbiorów, które nie mogą być zweryfikowane. Weryfikacja jest dokonywana poprzez ewaluację tych zbiorów na wyroczni A użytej poza algorytmem Grovera.

5. Ponieważ nie ma więcej rozwiązań o koszcie 1, procesor klasyczny zmienia wartość stałej progowej *Threshold* na wartość 2, przygotowując procesor kwantowy do poszukiwania rozwiązań o koszcie 2 – patrz rys. 1.

### Druga wyrocznia dla algorytmu Grovera



Rys. 1. Druga wyrocznia w sekwencji wywołań algorytmu Grovera – należy znaleźć wszystkie minimalne zbiory suportujące dla funkcji binarnej z rozwiązaniem {{a}, {b, d}}. KPN = (a+b) · (a+d) jest realizowana w bloku A. Ta wyrocznia weryfikuje, czy istnieje rozwiązanie niezawarte w rozwiązaniu {a} o koszcie 2, ponieważ próg *Threshold* = 2. Blok B wyklucza rozwiązanie {a}, które zostało znalezione wcześniej, oraz wszystkie rozwiązania logicznie w nim zawarte, takie jak {a,b}, {a,c}, {a,d}, {a,b,c},..., {a,b,c,d}. Układy lustrzane dla bloków A, B i C nie są pokazane.

#### Proces jest kontynuowany:

1. Z progiem *Threshold* = 2 algorytm Grovera znajduje rozwiązanie {b,d}.

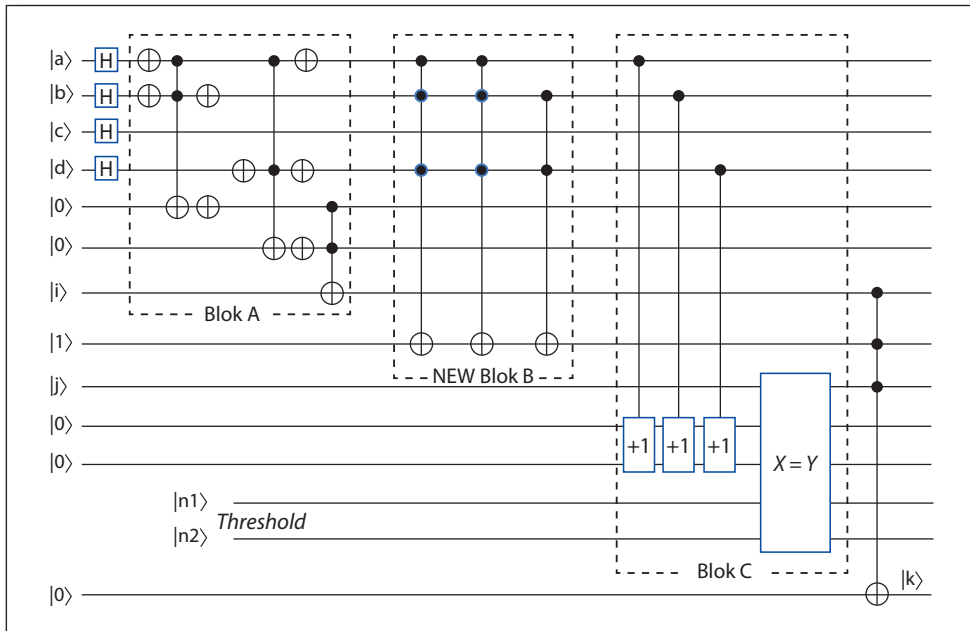
2. Iloczyn *bd* jest następnie dodany do wyrażenia Ekskluzywnej Postaci Normalnej – EPN (Exclusive-Or-Sum-of-Products – ESOP), realizowanego na wyjściu kubitów z bloku B z zaznaczeniem, że rozwiązanie {b,d} było już znalezione. Blok B zostaje więc opisany przez  $a + bd = a \oplus bd \oplus abd$ , jak pokazano na rys. 2 (ten EPN wynika z reguły boolowskiej  $x+y = x \oplus y \oplus xy$ ). Taka metoda jest używana do wykluczania poprzednio znajdujących się rozwiązań i potencjalnych rozwiązań zawartych w następnych wywołaniach algorytmu

Grovera. Dlatego suma logiczna wszystkich poprzednich rozwiązań jest aktualizowana wraz z każdym znalezionym rozwiązaniem w bloku B.

System udowodnił, że znalezione poprzednio rozwiązania  $\{a\}$  i  $\{b,d\}$  to wszystkie rozwiązania optymalne problemu.

Zauważmy, że problem ten jest podobny do SAT i MaxSAT oraz prawie identyczny jak dwa znane problemy:

**Trzecia wyrocznia dla algorytmu Grovera**



Rys.2. Trzecia wyrocznia W3. Zmodyfikowany blok B wyklucza wszystkie potencjalne rozwiązania zawarte w funkcji  $a + bd = a \oplus bd \oplus abd$ . Wyrocznia ta jest używana do poszukiwania rozwiązań, które nie są zawarte w  $\{a\}$  i nie są zawarte w  $\{b,d\}$ . Rozwiązań takich nie ma. Układy zwierciadlane dla bloków A, B i C nie są pokazane.

**Proces jest kontynuowany:**

1. Z wyrocznią jak na rys. 2 i progiem  $Threshold = 2$  algorytm Grovera nie jest w stanie znaleźć więcej rozwiązań o koszcie 2. Ale ciągle nie jest jasne, czy istnieją rozwiązania z trzema czy więcej (w ogólności) zmiennymi. Program na komputerze sterującym może kontynuować powyższy proces, gdy chcemy znaleźć wszystkie rozwiązania, albo przerwać dalsze poszukiwania dla dowolnie założonej liczby zmiennych w rozwiązaniu.

2. W tym przypadku nie ma więcej rozwiązań. W ogólności procesor klasyczny zwiększa wartość progu, aby znaleźć wszystkie zbiory zmiennych suportujących. Aby potwierdzić, że nie ma więcej rozwiązań poza tymi, które już zostały znalezione, wyrocznia jest użyta w wywołaniu algorytmu Grovera z blokami A i B, ale bez bloku C. Jeśli funkcja boolowska takiej nowej wyroczni W3 nie jest spełnialna, algorytm Grovera używa metody znanej w SAT, że nie ma rozwiązania. W tym akurat przypadku funkcja boolowska W3 = 0.

(a) Podproblem minimalizacji APN (alternatywnej postaci normalnej): znaleźć wszystkie proste implikanty funkcji boolowskiej zawierające minterm  $M_i$ .

(b) Klasyczny problem pokrycia zbiorów (*unate covering*): dany jest zbiór  $M_i$  i zbiór  $PM$  podzbiorów zbioru  $M_i$ . Znaleźć wszystkie zbiory  $PM_i$  z  $PM$ , które: (1) łączą zawierają wszystkie elementy zbioru  $M_i$ , (2) każdy zbiór  $PM_i$  nie zawiera innego zbioru  $PM_j$ .

Istnieje wiele wariantów rozwiązania tego i podobnych problemów. Pamiętajmy, że każdy wektor binarny  $\{a,b,c,d\}$  może być weryfikowany na bloku A użytym samym w sobie, poza algorytmem Grovera. W tym i podobnych problemach pomocne może być też policzenie (czasem przybliżone) liczby potencjalnych rozwiązań, czyli liczby jedynek w naszej funkcji na dowolnym etapie. Na

przykład w wyroczni W3 ta liczba jedynek wynosi/równa się zero. Liczenie jedynek odbywa się przy użyciu algorytmu liczenia kwantowego (*Quantum Counting Algorithm*)<sup>1</sup>, który zlicza liczbę jedynek funkcji w tej części wyroczni, która opisuje sam problem, a nie w całej wyroczni. W naszym przypadku jest to część A wyroczni. Ta liczba jedynek, albo jest wręcz liczbą rozwiązań albo jest często związana z tą liczbą.

**Uwagi o przedstawionej metodologii**

Jako przykład stosowania zaproponowanej tu metodologii tworzenia algorytmów kwantowych podaliśmy algorytm hybrydowy, w którym przetwarzanie wstępne, to znaczy utworzenie formuły KPN, jest dokonywane w procesorze klasycznym. Jedynie rozwiązanie NP problemu, czyli *konwersja KPN → APN dla funkcji monotonicznej wraz ze znalezieniem wszystkich prostych implikantów*, jest realizowane przez algorytm hybrydowy, opierający się na sekwencji wywołań algorytmu Grovera ze zmodyfikowanymi wyroczniami.

<sup>1</sup> Brassard, G., Høyer, P., Tapp, A.: *Quantum counting*. Automata, Languages and Programming, 1998, 820–831, DOI: 10.1007/BFb0055105



Pokazaliśmy szczegółowo konstrukcję wyroczeni z typowych realizowalnych i często stosowanych bramek i bloków. Więcej szczegółów dotyczących takich bloków i ich syntezy logicznej oraz podobnych algorytmów hybrydowych można znaleźć w kilku publikacjach<sup>2</sup>. Ten i podobne przykłady pokazują pewne elementy proponowanej metodologii:

1. Wybór odpowiedniego kodowania problemu.
2. Wybór reprezentacji problemu dla tego kodowania.
3. Podjęcie decyzji co do konstrukcji układów realizujących poszczególne ograniczenia i sposobów ich łączenia.
4. Określenie funkcji kosztu dla problemu i zaprojektowanie metody jej realizacji w układzie kwantowym.
5. Projekt pełnego systemu hybrydowego i określenie roli klasycznego procesora, który nadzoruje komputer kwantowy i przygotowuje dla niego kolejne dane.
6. Określenie sposobu powtarzania algorytmu Grovera, wartości progów, sposobu modyfikacji wyroczeni w celu efektywnego rozwiązania problemu optymalizacyjnego.

Przedstawiona metoda może być stosunkowo łatwo modyfikowana do algorytmu Grovera z wielowartościowymi kubitami, czyli kuditami. Ogólne podejście jest takie same, ale użytkownik musi nauczyć się syntetyzować wielowartościowe układy kwantowe<sup>3</sup>, na przykład trójwartościowe<sup>4</sup>. Główna koncepcja kwantowych układów niebinarnych pochodzi z pracy<sup>5</sup>. W modyfikacji algorytmu Grovera dla logiki trójwartościowej bramki Hadamarda są zastępowane bramkami Chrestensona<sup>6</sup> i tworzone są nowe bramki sterowane wartościami ternarynymi, które uogólniają binarne bramki sterowane. Na przykład w opracowaniu<sup>7</sup> bramki kwantowe w binarnym ciele Galois są uogólnione na ciało trójwartościowe, a w pracy<sup>8</sup> podano algorytm dekompozycji macierzy unitarnych na kwantowe bramki trójwartościowe. Praca<sup>9</sup> uogólnia metody syntezy binarnej na kwantową logikę trójwartościową z bramek sterowanych.

Podobne wyroczeni Grovera buduje się dla innych problemów EDA, teorii grafów, problemów sterowania czy optymalizacji, na przykład takich, jak komplementacja funkcji przełączającej, problemy pokrycia, znajdowanie maksymalnych klik w grafie, problemy podziału grafu, pokrycia grafu, kolorowania grafu, problem generacji prostych implikantów, problem znajdowania maksymalnych zbiorów niezależnych, minimalizacja układów typu APN, minimalizacja Ekskluzywnej Postaci Normalnej EPN, minimalizacja układów Rozdzielnej Alternatywnej Postaci Normalnej RAPN (Disjoint SOP – DSOP) i wiele innych. Problemy takie, jak gry i zagadki logiczne, mogą być zredukowane do podobnych wyroczeni.

- 
- 2 Hou, W., Perkowski, M.: *Quantum-based algorithm and circuit design for bounded Knapsack optimization problem*. Quantum Information and Computation, 2020, 20(9–10), 766–786.  
Lee, B., Perkowski, M.: *Quantum Machine Learning Based on Minimizing Kronecker-Reed-Muller Forms and Grover Search Algorithm with Hybrid Oracles*. Proc IEEE, 2016 EuroMicro Conference on Digital System Design (DSD).
  - Li, Y., Tsai, Y., Perkowski, M., Song, X.: *Grover-Based Ashenurst-Curtis Decomposition using Quantum Language Quipper*. Quantum Information and Computation, 2019, 19(1–2), 35–66.
  - 3 Bullock, S.S., O’Leary, D.P., Brennen, G.K.: *Asymptotically Optimal Quantum Circuits for d-Level Systems*. Physical Review Letters, 2005, 94(23), 230502. Also quant-ph/0410116.
  - 4 Burlakov, A.V., Chekhova, M.V., Karabutova, O.V., Klyshko, D.N., Kulik, S.P.: *Polarization state of a biphoton: quantum ternary*. Physical Review A, 1999, 60(6), R4209.  
Wang, Y., Perkowski, M.: *Improved Complexity of Quantum Oracles for Ternary Grover Algorithm for Graph Coloring*. Proc. ISMVL, 2011, 294–301, DOI: 10.1109/ISMVL.2011.42.
  - 5 Muthukrishnan, A., Stroud, Jr. C.R.: *Multivalued logic gates for quantum computation*. Physical Review A, 2000, 62(5), 1–8.
  - 6 Lee, B., Perkowski, M.: *Quantum Machine Learning Based on Minimizing Kronecker-Reed-Muller Forms and Grover Search Algorithm with Hybrid Oracles*. Proc IEEE 2016 EuroMicro Conference.
  - 7 Khan, M.H.A., Perkowski, M., Kerntopf, P.: *Multi-Output Galois Field Sum of Products Synthesis with New Quantum Cascades*. Proc. 33rd ISMVL, Tokyo, May 16–19, 2003, 146–153.
  - 8 Khan, F., Perkowski, M.: *Synthesis of Ternary Quantum Logic Circuits by Decomposition*. Proceedings of 7th International Symposium on Representations and Methodology of Future Computing Technologies, RM 2005, University of Tokyo, September 5–6, 2005, 114–118.
  - 9 Yang, G., Song, X., Perkowski, M., Wu, J.: *Realizing ternary quantum switching networks without ancilla bits*. Journal of Physics A: Mathematical and General, 2005.



## Idee związane z używaniem algorytmu Grovera

Klasyczny komputer może w nieuporządkowanej liście znaleźć pewien obiekt w czasie zależnym liniowo od rozmiaru tej listy  $N$ . Komputer kwantowy może użyć algorytmu Grovera, który będzie wymagał jedynie pierwiastka tego czasu, czyli  $\sqrt{N}$ , o ile czas potrzebny do weryfikacji tego obiektu jest mały.



*Algorytm Grovera jest podstawowym algorytmem poszukiwania kwantowego, wynalezionym przez Lova Grovera w 1996 r. Określenie to sugeruje, że jest to "rozwiązywacz" pewnej określonej klasy konkretnych problemów, mniemanie to jest jednak mylące. Lepiej jest myśleć o tym algorytmie jako o pętli programowej, niezależnej od konkretnego problemu i realizowanej na równoległym sprzęcie.*

Algorytm ten jest prawdopodobnie jednym z najbardziej przydatnych pomysłów w informatyce kwantowej. Z możliwie największym prawdopodobieństwem poszukuje on w „funkcji czarnego pudełka”, czasem nazywanej „nieposortowaną bazą danych”, takiego jej elementu, który spełnia wyrocznie<sup>10</sup>. Nazwa „nieposortowana baza danych” jest jednak myląca i należy ją traktować jedynie jako metaforę ślepego poszukiwania, które nie wykorzystuje żadnej informacji. Lepiej jest myśleć o tym algorytmie jako o równoległym poszukiwaniu w wyroczni, to znaczy obliczaniu funkcji boolowskiej  $F$  dla wszystkich jej mintermów na raz, aby znaleźć wszystkie te mintermy, dla których  $F=1$ . Algorytm kwantowy znajduje stan kwantowy odpowiadający zbiorowi wszystkich mintermów będących rozwiązaniami, ale pomiar daje tylko jeden z nich na raz. Znalezienie innych rozwiązań wymaga ponownego procesu poszukiwania. Pomiar jest tu więc wąskim gardłem, z czego musi sobie zdawać sprawę projektant pragnący efektywnie użyć algorytmu Grovera.

Czytelnik wie już, jak go używać w problemach PSO i w zadaniach optymalizacji. Może on być jednak stosowany w wielu innych zagadnieniach, takich jak znajdowanie minimum, obliczenia arytmetyczne. Jak więc stosować ten algorytm w nowy sposób?



## Konstrukcja wyroczni w algorytmie Grovera

Konstrukcję tę musi charakteryzować element celowy w całej przestrzeni poszukiwań opisanej przez transformatę Hadamarda czy inną transformatę inicjalizującą przestrzeń rozwiązań dla wszystkich kubitów odpowiadających zmiennym problemu. Wyrocznia jest budowana dla danej instancji problemu, jest więc zawsze zależna od konkretnego wymiaru problemu, podobnie jak jest to w klasycznych FPGA. Na przykład, algorytm kwantowy dla rozwiązania Sudoku  $4 \times 4$  jest inny od algorytmu dla rozwiązania Sudoku  $9 \times 9$ . Projektant powinien rozważyć, co robić w przypadkach gdy  $N \neq 2^n$ , jak traktować binarne wektory ze zbioru  $N - 2^n$ ? Wektory binarne o długości  $n$  (dla  $n$  zmiennych wejściowych) tworzone przez transformatę Hadamarda na wejściu naturalnie odpowiadają: wszystkim liczbom naturalnym  $0, \dots, 2^n - 1$ , wszystkim podzbiорom zbioru  $n$  elementów, pewnym mapowaniom, odwzorowaniom itd. Jak reprezentować permutacje, kombinacje, listy, formuły, grafy, drzewa czy inne struktury danych? To nie jest trywialny problem i powinien być tematem badań.

Mimo że wielu autorów opisuje algorytm Grovera w terminach macierzy unitarnych i teoretycznych operatorów, w pracach naszego zespołu projektujemy wyrocznie z konkretnych realizowalnych bramek kwantowych, aby móc ocenić praktyczną realizowalność naszych wyroczni czy całych algorytmów hybrydowych na symulatorach kwantowych i w istniejących technologiach komputerów kwantowych. Synteza przeprowadzana jest tak, by zminimalizować „koszt kwantowy”<sup>11</sup> tego układu, czyli koszt bramek niezależny od konkretnej kwantowej technologii. Koszt ten jest jednak pewnym uśrednieniem, oceniającym złożoność zwłaszcza wielokubitowych bramek Toffoliego i jako taki jest bardzo użyteczny do oceny praktycznej złożoności sprzętowej dla wielu technologii kwantowych. Dla każdego typu bramki możemy obliczyć jej koszt, zaś cena całej wyroczni jest sumą tych kosztów dla wszystkich użytych w niej bramek. Bramki Toffoliego z dużą liczbą wejść są bardzo kosztowne w każdej technologii. Często warto zastąpić je bramkami Peresa<sup>12</sup>, na przykład w licznikach kwantowych, co obniża koszt kwantowy. Program syntetyzujący może więc rozpatrywać różne warianty syntezy logicznej na teoretycznych bramkach kwantowych, a także layout kwantowy i wybierać najlepsze rozwiązania. Biorąc pod uwagę rozmiar wyroczni i to, jak używa ona bramek, synteza układu kwantowego bardzo wpływa na zachowanie a nawet realizowalność algorytmu Grovera dla konkretnego problemu ze względu na ograniczenia istniejących symulatorów kwantowych i komputerów kwantowych.

<sup>10</sup> Cerf, N. J., Grover, L. K., Williams, C. P.: *Nested Quantum Search and NP-Hard Problems*. Appl. Algebra Eng. Commun. Comput., 2000, 10(4–5), 311–338.

<sup>11</sup> Maslov, D., Dueck, G.: *Improved Quantum Cost for  $n$ -bit Toffoli Gates*. Faculty of Computer Science, University of New Brunswick, Fredericton, Canada, 2004.

<sup>12</sup> Szykowski, M., Kerntopf, P.: *Low Quantum Cost Realization of Generalized Peres and Toffoli Gates with Multiple-Control Signals*. Proc. 13<sup>th</sup> IEEE Intern. Conf. on Nanotechnology, 2013, 802–807.



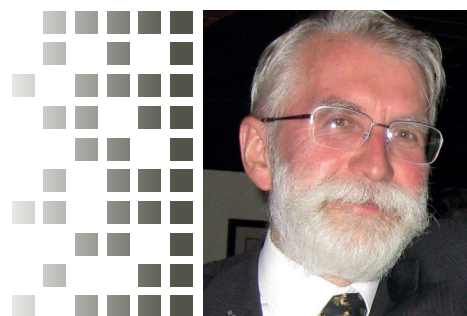
# Głosowanie w polskim parlamencie

**W zeszłym roku w Sejmie zainstalowano nowy system do głosowania. Nie byłoby w tym nic osobliwego i wartego wzmianki, gdyby nie to, że poprzedni funkcjonował przez prawie 20 lat. Do okrągłej rocznicy zabrakło paru miesięcy...**

Dwadzieścia lat dla systemu komputerowego to szmat czasu. Miałem przyjemność wdrażać pierwsze systemy do głosowania w Sejmie i Senacie w wolnej Polsce – najpierw po stronie zamawiającego jako urzędnik Kancelarii Senatu, a potem po stronie wykonawcy jako pracownik ComputerLandu (dziś to Sygnity). Poniższy tekst nie jest jednak szczegółowym opisem historycznym, ale subiektywnym wspomnieniem.

## Liczenie głosów i demokracja

Z głosowaniami w parlamentach bywa różnie. W krajach o ugruntowanej demokracji oraz odwiecznych i budzących zaufanie procedurach parlamentarnych, zwykle nikt sobie nie zwraca głowy dokładnym liczeniem głosów. Wiadomo, że większość jest większością. Głosy liczy się tylko w wyjątkowych przypadkach.



**Jarosław Deminet**

informatyk od 1979 r., był nauczycielem akademickim, urzędnikiem, szefem działów produkujących oprogramowanie w korporacji, konsultantem biznesowym, publicystą. Członek założyciel PTI, obecnie pracownik Rządowego Centrum Legislacji i sekretarz Zarządu Oddziału Mazowieckiego PTI, rzeczoznawca PTI nr 13.

W Senacie USA do dziś nie ma żadnego elektronicznego systemu do głosowania, w razie potrzeby sekretarz wyczytuje nazwiska kolejnych senatorów, którzy głośno deklarują swoje stanowisko, a sekretarz zapisuje je na papierowym formularzu. W Izbie Reprezentantów system do głosowania jest, ale używa się go rzadko; każde głosowanie trwa długo, bo trzeba zapewnić kongresmenom czas na schodzenie i zjeżdżanie się do sali posiedzeń z całego kompleksu budynków (jest nawet kilkusetmetrowa podziemna kolejka). Na co dzień przewodniczący zadaje pytanie, kongresmeni odpowiadają „aye” lub „no” i to całkowicie wystarcza.

Na wyspach brytyjskich jest podobnie, z tym że w żadnej izbie nie ma systemu do głosowania, a w razie potrzeby zlicza się parlamentarzystów wychodzących przez dwoje drzwi, przez jedno wychodzą głosujący na tak, przez drugie – głosujący na nie. Notabene taki sam sposób stosowano w II Rzeczypospolitej.

W PRL nikt nie przejmował się liczeniem głosów, wyniki wszystkich głosowań były z góry znane zanim marszałek rozpoczął posiedzenie. Sytuacja zmieniła się na chwilę w 1981 r., na fali solidarnościowego karnawału. W sali posiedzeń zainstalowano elektromechaniczny system oparty na przekaźnikach i wyświetlaczach neonowych, typowych dla automatyki przemysłowej, który zajmował kilka szaf. Zanim jednak system w pełni ruszył, wprowadzono stan wojenny i liczenie głosów w Sejmie ponownie stało się niemodne.

## W wolnej Polsce

O systemie przypomniano sobie po wyborach w 1989 r. Wieloletni deficyt demokracji przyniósł oczekiwanie, że wyniki każdego głosowania będą ustalane dokładnie, co do jednego głosu, a liczenie podniesionych rąk przez sekretarzy jest zbyt czasochłonne i zawodne. Elektromechaniczny system działał, ale wymagał specjalnej obsługi – w dniach posiedzeń na zapleczu dyżurowała ekipa techniczna producenta z workiem zapasowych przekaźników. Nie było także możliwości ustalania wyników imiennych.

Senat początkowo miał obradować w sali Sejmu, ale wkrótce okazało się, że posiedzeń jest zbyt dużo i Senat musiał się przenieść do Sali Kolumnowej, w której głosy musiały być liczone przez sekretarzy. Jednocześnie rozpoczęto prace nad przebudową kilku pomieszczeń na nową salę posiedzeń, która po wielokrotnym przesuwaniu terminów w końcu była gotowa jesienią 1991 r. W nowej sali miał być system do głosowania. Początkowo miał być zamówiony w pewnej polskiej firmie elektronicznej, która jednak akurat w tym zakresie nie miała żadnych doświadczeń i chciała wykorzystać elementy automatyki przemysłowej, ogromne, drogie, za to wodoszczelne i pyłoodporne. Na szczęście jedna z central handlu zagranicznego (były takie instytucje!) odkryła,

że holenderski Philips oferuje system do głosowania. Nie tylko pozwalał na prezentację imiennych wyników głosowania (głosujący byli identyfikowani na podstawie dziurkowanych plastikowych kart), lecz także każde stanowisko było wyposażone we własny głośnik i mikrofon, co bardzo usprawniało dyskusję i zadawanie pytań.

## Żmudne przystosowania

Niestety, system był już wówczas przestarzały, wykonany w technologii lat 70., z wczesnym 8-bitowym procesorem, programem na EPROM-ach, układem telegazety do wyświetlania tekstu na monitorze telewizyjnym i interfejsami szeregowymi do tablicy świetlnej, drukarki i rejestratora zdarzeń w standardzie pętli prądowej 50 mA. Nie było możliwości wprowadzenia polskich liter, co wykluczało bezpośrednie sterowanie tablicą wyświetlającą wyniki. Philips nie był chętny do jakichkolwiek zmian w oprogramowaniu, choć był gotów udostępnić nam kody źródłowe – oczywiście w egzotycznym assemblerze. Pomimo tych wad system miał zalety – zwartą konstrukcję w obudowie z grubszą wielkością typowego peceta, bez wentylatorów, więc bardzo cichą, eleganckie urządzenia do głosowania, stosunkowo proste okablowanie (choć korzystające z całkowicie nietypowego kabla).

Teoretycznie system mógł wyświetlać wyniki głosowań oraz listę osób oczekujących na zabranie głosu na odpowiednich tablicach świetlnych, a także drukować na drukarce. Niestety, wszystkie używane standardy były przestarzałe, a poza tym nie było możliwe wprowadzanie polskich liter, co wykluczało bezpośrednie wyświetlanie nazwisk senatorów.

Trzeba więc było z góry założyć pośrednictwo dodatkowego komputera. Dokumentacja techniczna była szczątkowa, ale metodą prób i błędów byliśmy w stanie odtworzyć wykorzystywane protokoły komunikacyjne i dołączyć przez trzy łącza szeregowo standardowy pecet, a za jego pośrednictwem drukarkę do drukowania wyników imiennych i LED-owe tablice świetlne, na których można było wyświetlać listę mówców, wyniki głosowań i inne informacje. Tablica była dość prymitywna, a komunikacja z nią – ogólnie mówiąc – niebanalna, ale została zaprojektowana tak, żeby dobrze wychodziła na ekranie telewizyjnym. Przy ówczesnie stosowanych kamerach wymagało to stosowania bardzo dużej częstotliwości odświeżania, żeby uniknąć tzw. mory, czyli falujących pasów. Notabene firma, która wykonała tablice, nigdy tego wcześniej nie robiła. Później właśnie produkcja tablic przynajmniej przez jakiś czas uchroniła ją przed upadkiem, gdy przedmiot podstawowej działalności (jakaś elektronika dla przemysłu) przestał być kupowany.

Niełatwe było zdobycie archaicznych konwerterów do interfejsu pętli prądowej. W końcu jednak się udało. Komunikacja z systemem do głosowania została oprogramowana

bezpośrednio w asemblerze na poziomie DOS-u, pozostała część w Turbo Pascalu. Początkowo całość miała być obsługiwana przez pracowników dotychczas obsługujących posiedzenie. Wkrótce okazało się jednak, że w krytycznych chwilach pracy jest zbyt dużo i na sali zawsze dyżuruwał (i dyżuruje do dziś) informatyk.

System uruchomiony w 1991 r. działał przez 10 lat całkowicie bezawaryjnie, raz tylko w czasie letniego posiedzenia – pomimo klimatyzacji – przegrzał się w całkowicie niewentylowanej niewielkiej przestrzeni pod podium prezydyjnym i wymagał kilkunastominutowej przerwy. Po zainstalowaniu kilku niewielkich wentylatorów problem się nie powtórzył. Poza Senatem w latach 2003–2007 korzystała z niego komisja konstytucyjna.

## Pora na Sejm

Więści o systemie rychło przeniosły się do Sejmu i posłowie zażądali wymiany swojego systemu, co stało się w kolejnym, 1992 roku. Dzięki wykorzystaniu senackiego know-how i opracowanego oprogramowania, zaprojektowanie oraz wykonanie interfejsu było dużo łatwiejsze, choć sama konfiguracja była obszerniejsza.

W ciągu kilku kolejnych lat miałem okazję odwiedzić sale posiedzeń parlamentów kilku krajów europejskich. W kilku z nich były systemy Philipsa, w innych – własne rozwiązania. Wyjątkowo rozbudowany był system w Eduskuncie, czyli parlamencie fińskim. Wykorzystano w nim dwa supermini-komputery VAX, a jako urządzenia do głosowania wykorzystano zmodyfikowane popularne terminale z ciekłokrystalicznymi wyświetlaczami. Pozwalało to wyświetlać nie tylko tematy głosowań, ale także inne informacje.

Po dziesięciu latach w obu izbach zdecydowano się na wymianę systemów. Kancelaria Senatu postanowiła zakupić gotowy system o standardowej funkcjonalności i ostatecznie wybrała nowszy model Philipsa Digital Congress Network. Natomiast Kancelaria Sejmu zażądała systemu o szerokiej i precyzyjnie opisanej funkcjonalności, co wymusiło opracowanie, wykonanie i zainstalowanie specyficznego oprogramowania. Tym razem obserwowałem oba wdrożenia jako wykonawca – pracownik firmy, która wygrała oba przetargi.

Kancelaria Sejmu wymagała identyfikacji posłów za pomocą mikroprocesorowych kart chronionych kodem PIN. Na karcie zapisywano wyniki ostatnich 500 głosowań danego posła. Urządzenie do głosowania miało mieć dwuwierszowy wyświetlacz ciekłokrystaliczny i pozwalać na obsługę wyboru członków organów powoływanych przez Sejm

(m.in. Trybunału Stanu oraz Krajowej Rady Radiofonii i Telewizji). Posłowie mogli także zgłaszać chęć zabrania głosu w dyskusji. Specyfikacja określała nawet kolor plastikowej płyty czołowej – „kolor ciemnobrązowy (gorzka czekolada)” oraz drewnianej obudowy (mahoń i orzech).

W sali posiedzeń zainstalowano w sumie 520 urządzeń do głosowania, połączonych specjalizowanymi szybkimi łączami szeregowymi z szesnastoma koncentratorami, a za ich pośrednictwem z tzw. inteligentną krosownicą, czyli serwerem linuksowym. Stan wszystkich czytników musiał być odczytywany w czasie nie dłuższym niż pół sekundy.

Aby uświadomić sobie ówczesny stan technologii warto powiedzieć, że serwer miał procesor PIII taktowany 1 GHz, 256 MB RAM i 10 GB HDD. Oprogramowanie aplikacyjne działało na serwerze z 1 GB RAM i 36 GB HDD pod kontrolą systemu Windows 2000. Komunikacja została zorganizowana za pośrednictwem mechanizmu web service, nowatorskiego jak na owe czasy.

## Instalacja

Montaż nowego i demontaż starego systemu musiały nastąpić w czasie kilkutygodniowej letniej przerwy w obradach, przy czym wykonawca najpierw musiał rozłożyć w sali nowy system z kablami rozłożonymi luzem na fotelach i przeprowadzić testy z udziałem kilkudziesięciu osób. Dopiero po ich pomyślnym zakończeniu można było zdemontować stary i ostatecznie zainstalować nowy system.

Same urządzenia zostały wykonane w bardzo krótkim czasie przez krakowską firmę KFAP. Można było do nich opcjonalnie przyłączyć mikrofony (regulamin Sejmu w zasadzie nie dopuszcza wypowiedzi z sali).

Wielkim wyzwaniem okazały się tablice świetlne, które miały mieć duży rozmiar i dobrą rozdzielczość. Dziś standardem są kolorowe telebimy LED-owe, ale 20 lat temu dopiero wprowadzano je na rynek (kilka lat wcześniej rozpoczęła się masowa produkcja niebieskich diod i ciągle były bardzo drogie). Trzeba było skorzystać z kilku wyświetlaczy lampowych o głębokości 40 cm zestawionych obok siebie i wmurowanych w ścianę, co oznaczało problemy z chłodzeniem. Musieliśmy przeprojektować i przerobić kanały wentylacyjne poprowadzone w ścianie. Okazało się także, że ściany zostały wymurowane niedokładnie tam, gdzie je przewidywał projekt, ale kilka centymetrów obok, i musiały zostać częściowo skute.

Poza wynikami głosowań na tablicach można było wyświetlać dowolne materiały wideo z komputerów lub

zewnątrznych kamer. W późniejszym czasie zaprogramowano kamery tak, aby można było automatycznie skierować je na wybraną osobę, np. w trakcie składania ślubowania poselskiego na ekranie są wyświetlani kolejni ślubujący posłowie.

Wszystkie prace wykonano między czerwcem a październikiem 2001 r.

” *Po kilku miesiącach miałem okazję prezentować system członkom delegacji parlamentu fińskiego, którzy przyjechali zwabieni opinią, że mamy najnowocześniejszy system w Europie. Po zapoznaniu się z funkcjonalnością byli pod dużym wrażeniem.*

System okazał się bardzo niezawodny i trwały, przez 20 lat było tylko kilka awarii. Jedną z nich wynikała z wyjątkowo złośliwego błędu w oprogramowaniu urządzeń do głosowania. Urządzenia te po uruchomieniu synchronizowały swoje zegary z serwerem, a następnie zegary te pracowały autonomicznie, a ich wskazania były zapisywane w przesyłanych pakietach danych i wykorzystywane do weryfikacji ich poprawności. Okazało się, że stosunkowo proste oprogramowanie w urządzeniach nieprawidłowo obsługiwało przejście od 28 do 29 lutego w roku przestępnym (po 28 lutego i po 29 lutego zawsze następował 1 marca). Zwykle było to bez znaczenia, bo jeśli system był uruchomiony 29 lutego, to prawidłowo odczytywał datę z serwera. Ale akurat w 2008 r. posiedzenie trwało 28 i 29 lutego, i nie został wyłączony na noc. To spowodowało, że o północy wystąpiła niezgodność dat. Na serwerze był 29 lutego, na urządzeniach do głosowania – już 1 marca. Na szczęście klasyczna procedura polegająca na wyłączeniu i ponownym włączeniu urządzeń rozwiązała problem.

Przez kolejne lata system był dostosowywany do rozwoju otoczenia. Tablice świetlne wymieniono na nowocześniejsze. Zastosowano karty z modułem zbliżeniowym, używane także do kontroli dostępu w budynkach sejmowych. Podstawowa część pozostawała jednak taka sama, wciąż pracowały te same serwery.

W 2017 r. ogłoszono przetarg na budowę i wdrożenie nowego systemu. Wygrała firma Asseco, ale nie poradziła sobie i po roku Kancelaria Sejmu odstąpiła od umowy. Już prawie zamontowane nowe urządzenia trzeba było w ostatniej chwili odłączyć i przywrócić poprzednie. W 2020 r. system stanął przed nowymi wyzwaniami – ze względu na pandemię trzeba było zintegrować go z systemami działającymi w salach posiedzeń komisji oraz sys-

temem obsługującym głosowanie zdalne. Dzięki wielkiemu wysiłkowi pracowników Kancelarii Sejmu zadanie to zostało wykonane i posiedzenia w trybie hybrydowym odbywały się bez większych problemów (a te mniejsze wynikały z braku umiejętności posłów).

Dopiero kolejny przetarg wyłonił nowego wykonawcę, konsorcjum firm Pentacom i MindMade z grupy WB, czyli znanego dostawcy dla wojska (środki łączności, sterowniki artyleryjskie, drony rozpoznawcze itp.). Tym razem udało się i wiosną 2021 r. nowy system, z ekranami dotykowymi zamiast wyświetlaczy i przycisków, został zamontowany w miejscu starego.

Ciekawe, ile lat przetrwa.



Urządzenie do głosowania z 2001 r.



Źródło: <https://www.wbgroup.pl/aktualnosc/zakonczyl-sie-proces-wdrozenia-systemu-obslugi-glosowan/>

Urządzenie do głosowania z 2021 r.



# Zachować dziedzictwo

Z Krzysztofem Chwałowskim, współzałożycielem i dyrektorem katowickiego Muzeum Historii Komputerów i Informatyki (MHKI) rozmawia Tomasz Kulisiewicz.



Współzałożyciele MHKI: Krzysztof Chwałowski (po lewej) i Zbigniew Rudnicki

■ W jednym z wywiadów wspomniałeś, że wszystko zaczęło się od nostalgicznego szukania 8-bitowego BBC Master Compacta, pierwszego komputera, który dostałeś kiedyś w prezencie od ojca. Ludzie zaczęli Ci przynosić swoje stare komputerki, które niebawem przestały się mieścić w Twojej firmie i wtedy z przyjaciółmi zaczęliście myśleć u stworzeniu muzeum. Co dziś uważasz za największy sukces MHKI? Czy otwartość ekspozycji, czy przede wszystkim to, że np. komputery osobiste wraz z zainstalowanymi na nich kultowymi grami są dostępne dla zwiedzających?

■ **Krzysztof Chwałowski:** Na pewno nie przewidywaliśmy, że po 10 latach działalności MHKI będziemy mieli ponad 4 tys. komputerów, w tym profesjonalne systemy z lat 70. i 80. – od elementów systemu Odry 1304 przez pełne konfiguracje Odry 1305 aż po Craya YMP-EL, będącego w 1993 r. pierwszym superkomputerem w Poznańskim PCSS – oraz sporą bibliotekę literatury fachowej i dokumentacji systemów. Tak naprawdę, to nigdy nie miałem pomysłu zorganizowania muzeum. Kiedy „przybył” poszukiwany Master Compact, na pytanie kolegi „a co z tym teraz zrobisz?” – zażartowałem „otworzę muzeum”. Czy to było przekleństwo? A może przeznaczenie?

Największy sukces MHKI polega na tym, że ludzie przekazują nam swoją historię zaklętą w maszynach, dokumentach, oprogramowaniu i własnych dokonaniach. Praktycznie każda maszyna w obecnej ekspozycji ma swoją ciekawą historię, o której nasi przewodnicy opowiadają odwiedzającym.

Nagrodą – zwłaszcza dla przewodników – jest wzruszenie ludzi, którzy odwiedzając na przykład dioramyczne ekspozycje przeżywają podróż w czasie (niejednokrotnie ze łzą w oku). Okazują szacunek dla rozwiązań technicznych, mówiąc po zwiedzaniu „warto było to zobaczyć”.

Niewątpliwym sukcesem jest też uznanie osób, które uważały, że bez miliardowych nakładów to przedsięwzięcie nie ma szans. Owszem nie miałyby, gdyby było tworzone z myślą o biznesie albo zapewnieniu tzw. ciepłych posadek. Muzeum od początku było tworzone przez ruch oddolny, ludzi, którym zależało tylko na tym, aby uratować, zachować i prezentować. Za to i za wiele więcej, wszystkim, którzy przez te 10 lat przyczynili się do egzystencji tego jedyne takiego miejsca w Polsce w imieniu założycieli: Zbigniewa Rudnickiego, Dariusza Walerjańskiego i swoim własnym bardzo dziękuję. I mam cichą nadzieję, że nikomu się to nie znudzi...



## 10 lat historii MHKI

Początki Muzeum Historii Komputerów i Informatyki to kilka półek w sklepie komputerowym niewielkiej firmy Krzysztofa Chwałowskiego, współzałożyciela i dzisiejszego dyrektora MHKI. Formalnie zostało utworzone jako muzeum prywatne w Katowicach 12 grudnia 2012 r. Początkowo mieściło się w piwnicach nieistniejącej już Wyższej Szkoły Mechatroniki w Katowicach-Szopienicach, po zaprzestaniu jej działalności w 2014 r. przeniosło się do dzisiejszej siedziby biura muzeum oraz Stowarzyszenia Przyjaciół Muzeum Komputerów przy pl. Oddziałów Młodzieży Powstańczej 1 w Katowicach. Istotną zmianę możliwości prezentowania rosnących zbiorów przyniosło otwarcie w październiku 2016 r. stałej ekspozycji w budynku Katowice Miasto Ogrodów – Instytucja Kultury im. Krystyny Bochenek. Dziś MHKI dysponuje tam powierzchnią wystawienniczą ok. 700 m<sup>2</sup>. Umożliwiło to bezpośrednie udostępnienie zwiedzającym ponad 300 komputerów. Muzeum jest zarejestrowane w prowadzonym przez Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego wykazie muzeów działających na podstawie statutu lub regulaminu. Współwłaścicielem Muzeum Historii Komputerów i Informatyki i jego operatorem – a także serwisu WWW, znajdującego się pod adresem [www.muzeumkomputerow.edu.pl](http://www.muzeumkomputerow.edu.pl) – jest Stowarzyszenie Przyjaciół Muzeum Komputerów.

■ **Działacie dzięki wolontariuszom. Jako dyrektor także nie jesteście etatowym pracownikiem muzeum, bo MHKI nadal nie stać na żadne etaty. Z czego utrzymuje się muzeum? Co stanowi największą trudność w działaniu?**

■ Trudności jest cała masa. Głównym, ale nie jedynym problemem jest oczywiście brak etatowych pracowników, co znacząco komplikuje zarządzanie takim podmiotem, który stara się profesjonalnie podchodzić do powierzonych mu zadań.

Praktycznie od samego początku działamy w warunkach sprzecznych przepisów ustawy, która nakłada na nas pewne obowiązki i jednocześnie zakazuje zarabiania pieniędzy. Można powiedzieć, że przez urzędniczą machinę zostaliśmy zepchnięci do roli obwoźnego cyrku, który miał bawić ludzi. Oczywiście, ta rola nam nie odpowiadała. Dlatego od początku gromadziliśmy nie tylko eksponaty, lecz także historię, w szybkim tempie wypełniając lukę w edukacji, zwłaszcza szkolnej, na temat początków IT w naszym kraju, budowy i działania maszyn matematycznych, cyfrowych i tak zwanych komputerów. Rok 2015 był momentem przełomowym, wyszliśmy z piwnic szkoły w Katowicach-Szopienicach i „zamieszkaliśmy” w dawnym „budynku towarzysza Grudnia”, późniejszej siedzibie Narodowej Orkiestry Symfonicznej Polskiego Radia. Obecnie gospodarzem budynku przy pl. Sejmu Śląskiego jest Katowice Miasto Ogrodów – Instytucja Kultury im. Krystyny Bochenek. Dzięki tej lokalizacji i stabilnej, ale ciągle ewoluującej ekspozycji, muzeum przeszło – mówiąc językiem graczy – na następny level.

Teraz szukamy takiej drabinki jak w dawnych grach komputerowych, aby się po niej wspiąć nieco wyżej, bo dotarliśmy do muru rozwojowego. Z czego się utrzymujemy? Zarabiamy pieniądze różnymi wystawami tematycznymi, wystąpieniami publicznymi oraz (do 2020 r.) świadcząc specjalistyczne usługi w niewielkiej skali. Na przykład w samym szczycie pandemii zajęliśmy się odzyskiwaniem danych ze starych nośników oraz pełną konserwacją maszyn cyfrowych-liczących. Niestety, prywatne muzeum w naszym kraju nie może liczyć na dotacje publiczne. Tymczasem jeśli chce się organizować na poważnie muzeum, a nie składzik z zabawkami, to takie przedsięwzięcie jest wyjątkowo trudne w utrzymaniu.

■ **Różne okolicznościowe imprezy, w tym „Noce muzeów”, a przede wszystkim wizyty grup ze szkół już od lat były istotną częścią działalności MHKI. Jak udało się przeżyć covidowe lockdowny?**

■ Paradoksalnie nasze muzeum właśnie podczas pandemii odnotowało wzrost przychodów i nieprawdopodobny rozwój. Skupiliśmy się bowiem na obszarach działalności dotychczas nieeksploatowanych albo eksploatowanych w niewielkim stopniu. Laboratorium odtwarzania danych z archiwalnych nośników, dzięki pełnej funkcjonalności urządzeń ze zbiorów MHKI, dało nam możliwość wstrze-

lenia się w niszę, która właśnie w tym czasie okazała się niezwykle chłonna. Dodatkowo udało się uruchomić pracownię konserwatorską, która świadczy usługi konserwacji maszyn i urządzeń komputerowych różnym podmiotom.

Pandemia to także czas, w którym ożył nasz kanał YT, na którym w pierwszym roku pandemii co tydzień transmitowaliśmy wprost z przestrzeni muzealnych dwugodzinny program technologiczny „Godzinka czyli dwie”. Ta nazwa została wybrana przez widzów naszego programu podczas jego 10. wydania. Program okazał się strzałem w dziesiątkę, obok świetnej widowni i żywej interakcji podczas programu poznaliśmy też fantastycznych ludzi i nabyliśmy nieprawdopodobnego doświadczenia. Materiały pozostały na naszym kanale, ale nikt nie chce kontynuować takich programów.



Fot. Tomasz Kulisiewicz

Komputer MK 45 ze stacją dysków 8-calowych produkowany od 1984 r. w MERA-KFAP w Krakowie.

Większość eksponatów to darowizny – osób prywatnych, firm (m.in. ATM/Atman, CPU Service, Huta Pokój, IBM Serwis, Kroll Ontrack) oraz różnych instytucji (MOSiR) i uczelni wyższych (m.in. krakowska Akademia Górniczo-Hutnicza, Uniwersytet Śląski). Trochę urządzeń pochodzi z zakupów własnych ze skromnych środków finansowych MHKI. Oprócz wspomnianych systemów Odry i ich urządzeń peryferyjnych (drukarka wierszowa, przewijaki taśmowe PT-3, jednostki pamięci dyskowej) oraz komputerów przemysłowych eksponaty najcenniejsze z punktu widzenia historii polskiej informatyki to m.in. komputery Bosman, ComPan (także jedyny istniejący egzemplarz w wersji 16-bitowej), Impol, Meraster, MK, MR Z80, SMC 10, MERA 9150, MERA 7974, DIALOG DC 8 i wiele innych. Jeszcze przed pełnym „pocovidowym” wznowieniem działalności, 14 maja 2022 r., otwarta została sala z systemami komputerów PRS-4, pochodzącymi z PKP. Systemy te nadzorowały i wizualizowały ruch węzła PKP Katowice. Stworzenie ekspozycji komputerów PRS-4 wsparła firma Sii Polska.



■ Jednym z deklarowanych celów MHKI jest ratowanie komputerów – zwłaszcza polskich – przed przekazywaniem ich na złom. O sukcesach oczywiście zawsze mówi się łatwiej, ale czy w ciągu tych ponad 10 lat zdarzyło się coś, co uważasz za porażkę czy straconą szansę?

■ Pozostałości po systemach MERA w zestawach z interfejsami CAMAC, szczątki DZM-ek w wersjach po 1986 r. oraz kilka szaf nośników magnetycznych – to tylko niektóre obiekty, których nie udało nam się ocalić przed działalnością syndyka masy upadłościowej firmy D-TRANS.

Kolejna zaprzepaszczona szansa na uratowanie części dużych systemów wiąże się z losami Zakładów Zgoda Świętochłowice. Zanim udało się nam sformalizować przejęcie cennych eksponatów, cały budynek z bogatą dokumentacją oraz elementami dużego systemu ODRA wraz z nośnikami danych został po prostu zburzony.

Największą porażką jest nierówna walka ze złomiarzami, którzy bez sentymentów tną wszystko na kawałki i albo sprzedają później podzespoły w popularny dzisiaj sposób na aukcjach, albo – za grosze – składnikom złomu. Zaskakująco duży problem mamy z uczelniami wyższymi. Władze uczelni zapewniają, że już wszystko zostało dawno zlikwidowane, nie mając świadomości, że pracownicy niższego szczebla po prostu handlują artefaktami na popularnych portalach internetowych albo oddają różne elementy (prywatnie) za marne grosze na złom, jak to się stało z komputerem RIAD z jednej katowickich uczelni. Części tej maszyny już ze złomu odkupił ściśle współpracujący z nami Marcin Kazimierzczak, prowadzący w mediach społecznościowych profil Polskie Komputery.

Olbrzymią przegraną, ale nie tylko naszą jako muzeum, ale całego społeczeństwa, jest utracenie „informatycznego dziedzictwa”, które było w użytkowaniu jeszcze w latach 1990-2010. Niska świadomość czy wręcz negacja wszystkiego, co było produkowane w naszym kraju, spowodowała, że wielkie dokonania konstruktorów zniknęły bezpowrotnie. Nawet eksponaty, które są w Narodowym Muzeum Techniki to dzisiaj tylko wydymuszki – ku uciesze wielu urzędowych konserwatorów, dla których komputer to tylko szafa albo skrzynka, która ma sobie stać w gablocie. Tymczasem każda z tych maszyn ma swoją historię – zarówno koncepcyjną, jak i produkcyjną oraz użytkową. W dodatku pozostawiając je w muzeach tylko jako „meble”, tracimy ich wielowymiarowość, przestajemy opowiadać o historiach ludzi z nimi związanych. Komputer bez oprogramowania jest tylko zbiorem żelastwa w obudowie. Nawet jeśli program był wykonywany na poziomie sprzętowym za pomocą bramek logicznych, które w przypadku starszych maszyn często mieściły się na wieszakach pakietów, to tracąc możliwość uruchomienia takiego liczącego potwora, tracimy zarazem bezpowrotnie olbrzymi obszar dziedzictwa sztuki inżynierskiego. Cóż, „dorosłe dzieci mają żal”, jak śpiewała grupa Turbo – nasze muzeum powstało co najmniej o 10 lat za późno...

■ Jak powinna wyglądać przyszłość naszego „informatycznego muzealnictwa”?

■ Maszyna licząca zwana komputerem wywróciła świat bardziej niż rewolucja przemysłowa maszyn parowych i elektryfikacji, dlatego też zasługuje na szerszą prezentację niż tylko w zamkniętej muzealnej gablocie. Komputer nie zaistniałaby, gdyby nie elektryczność, a ta z kolei nie byłaby upowszechniona na taką skalę, gdyby nie turbiny parowe, wodne i wiatrowe. Każde odkrycie jest wynikiem poprzednich wynalazków i przełomów w rozwoju techniki, a każdą maszynę należy traktować indywidualnie w odniesieniu do danego okresu i dostępności technologii w momencie jej projektowania.

Dlatego niezbędny jest kontekst, bez którego maszyny chociażby w Narodowym Muzeum Techniki będą tylko kolejnymi szafkami. Eksponowanie martwych artefaktów – zwłaszcza z dziedziny techniki – odeszło na całym świecie do lamusa. Coraz częściej stawia się na ekspozycje dioramiczne. Dla większych grup zwiedzających, zwłaszcza ze szkół, pracę danych urządzeń prezentujemy na działających replikach. Dane techniczne interesują osoby, które i tak sięgną po gruntowniejsze treści dotyczące poszczególnych urządzeń.

Od 2017 r. zamknięte było Muzeum Techniki w Pałacu Kultury i Nauki w Warszawie. Po otwarciu w lutym 2022 r. – teraz jako Narodowe Muzeum Techniki – jego dość skromne zbiory informatyczne są starannie pozamykane w szklanych gablotach. Choć jest tam m.in. legendarny analizator AKAT-1 Jacka Karpińskiego, to w (niełatwej do znalezienia na stronach WWW NMT) cyfrowej ekspozycji informatycznej jest zaledwie siedem obiektów, a jeden z najcenniejszych – „machina rachunkowa” warszawskiego zegarmistrza Abrahama Staffela z 1842 r. – znajduje się w dziale „Informatyka” z kilkoma eksponatami z lat 70. i 90. XX w., obok trzech komputerów domowych (Amigi 500, Commodore 64, Meritum), wspomnianego AKAT-u, analizatora ARR oraz Odry 1003 i 1013.

■ Jak więc brzmi Twoja recepta?

Nie ma jednego przepisu. W MHKI staramy się, aby każdy odwiedzający ekspozycję czuł, że jego wiedza została zaspokojona, ale tylko w takim stopniu, na jaki ma ochotę – zawsze może wrócić i dopytać albo przeczytać – także na naszej stronie – o tym, co oglądał.

Po 10 latach działalności nadal jesteśmy jedyną w kraju placówką sprofilowaną pod kątem historii i rozwoju technologii IT. Ostatnio pojawiło się w Polsce sporo amatorskich zbiorów komputerów – w zdecydowanej większości domowych i osobistych – które mienia się muzeami komputerów. Jednak podmioty wpisane do rejestru prywatnych muzeów są w większości przedsięwzięciami biznesowymi, nastawionymi na komercjalizację swoich zbiorów pod kątem rozrywki elektronicznej. Nie prowadzą ksiąg inwentarzowych, nie tworzą dokumentacji konserwatorskich i niekoniecznie dbają o zachowanie oryginalnego wizerunku danej maszyny.

Zespół MHKI, który stworzył „miejsce z elektrozłomem” – jak niektórzy (a zwłaszcza urzędnicy) określali nasze muzeum – wypracował pionierskie metody zachowania dziedzictwa historii IT zarówno materialnego, jak i niematerialnego.


W pewnym momencie nasze muzeum stało się dźwignią marketingową tzw. *retrocomputingu*, który święci triumfy wśród osób często mianujących swoje zbiory muzealnymi i prowadzącymi okresowe wyprzedaże kolekcji – mówiąc w skrócie handlarzy z pasją, choć na szczęście są kolekcjonerzy, którzy podchodzą do swoich kolekcji bardzo poważnie. Nasze muzeum stało się więc też hubem zarówno dla tych, którzy kolekcjonują sprzęt i oprogramowanie z niezwykłą pieczołowitością, jak i dla tych, dla których posiadanie kilku starych komputerów jest tylko osobistą rozrywką.

W zasobach Narodowego Muzeum Techniki w Warszawie są i będą oryginalne maszyny, które nierzadko powstały jako jednostkowe egzemplarze będące ewolucyjnymi dokonaniem – i tego nikt i nic nie zmieni. Oczywiście ideałem byłoby połączyć zbiory i zaprezentować w miarę pełną historię zwłaszcza polskiej informatyki; niestety, wiemy że nie jest to możliwe. Muzea państwowe z definicji nastawione są na tzw. zachowanie eksponatu – a my je pokazujemy łącznie z brudem i kurzem oraz wylanymi elektrolitami, o rdzy nie wspominając. Takie działanie jak nasze, wprowadzające na rynek muzealnictwa polskiego zupełnie coś nowego – wielowymiarowość maszyn cyfrowych oraz ich dziedzictwa – jest dziś jeszcze mało popularne.

#### ■ Plany i marzenia dotyczące bezpośrednio MHKI?

Przede wszystkim własny, niezależny obiekt, który stanie się miejscem, które połączy nowoczesność z historią, dając jednocześnie niepowtarzalny klimat. Będziemy mogli wtedy zorganizować tam co najmniej kilka ścieżek zwiedzania z prezentacjami kamieni milowych w rozwoju informatyki i etapów pośrednich, także istotnych. Miejsce pokazujące wartości ważniejsze dla człowieka niż maszyny, które stworzył.

MHKI to także działalność naukowo-badawcza. Na razie rozwijamy ją jeszcze nie na taką skalę, na jakiej nam zależy, ale już przyniosła niesamowite efekty. W przyszłości ten dział musi być znacząco powiększony.



### Operacja Thanasis

MHKI jako jedyne w Polsce prowadzi prace uruchomieniowe i odtworzeniowe systemów komputerowych z serii ODRA 1305. Pracami tymi kieruje konstruktor inżynier Romuald Jakóbiec, a patronem przedsięwzięcia jest prof. Thanasis Kamburelis, jeden z ojców komputerów serii Odra, przez lata związany z Zakładami Elektronicznymi ELWRO we Wrocławiu. Pierwszym wielkim sukcesem było uruchomienie w kwietniu 2019 r. (pod kontrolą programu/systemu sterującego EXEC) jednostki nr ser. 384, wyprodukowanej w 1985 r. Była to maszyna działająca do 1 maja 2010 r. na stacji PKP Lublin Tatary, a przekazana MHKI przez krakowską AGH razem z elementami Odry 1304. Cenną pomoc w uruchomieniu Odry 1305 stanowiły przekazane przez brytyjskie The National Museum of Computing taśmy z oprogramowaniem komputerów serii ICL 1900. Sporo interesujących materiałów na temat Operacji Thanasis można znaleźć na stronie: [https://www.muzeumkomputerow.edu.pl/pracownie-muzealne/operacja\\_thanasis](https://www.muzeumkomputerow.edu.pl/pracownie-muzealne/operacja_thanasis)



Fot. Tomasz Kulisiewicz

System Odra 1305

# Integracja

## jaka jest, każdy widzi

**Można by się spodziewać, że zwłaszcza nasza brać informatyczna rozumie czym jest, ogólnie mówiąc, łączenie różnorodnych rozwiązań, czyli systemów informatycznych. Nic bardziej mylnego, o czym się niedawno przekonałem w związku z analizą nieskomplikowanego, wydawałoby się, połączenia dużego systemu finansowo-księgowego z dość prostym rozwiązaniem naliczania w programie MS Excel pewnych opłat umownych.**

Mam wrażenie, że wielu informatyków hołduje definicji integracji, wzorowanej na porzekadle księdza Benedykta Chmielowskiego o koniu. Również analizowane wdrożenie w części merytorycznej w zasadzie było, niestety, tak zdefiniowane. Zamawiający – w jego pojęciu w sposób kompletny – określił, iż wymaga, aby zakupiony program naliczania opłat umownych został zintegrowany z eksploatowanym już przez niego systemem finansowo-księgowym. A wykonawca, firma deklarująca się jako informatyczna, o choczko tak ogólnikowo sformułowane wymaganie przyjęła. Wdrożenie szło sprawnie do momentu próby zintegrowania obu rozwiązań.

Systemy miały umożliwić właściwą sobie, ale jednakową ilościowo obsługę (tworzenie/zapamiętanie) naliczania wieloskładnikowych opłat. Przy czym w programie naliczania każdy składnik był wyliczany od wprowadzonej wartości poprzez współczynniki procentowe do otrzymania sumy



**Janusz Dorożyński**

adiunkt badawczo-dydaktyczny Instytutu Informatyki Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy. Absolwent Moskiewskiego Instytutu Subtelnej Technologii Chemicznej im. Łomonosowa (obecnie część Moskiewskiego Uniwersytetu Technologicznego). W 1984 r. na tej uczelni uzyskał stopień doktora nauk technicznych. W pracy zawodowej do 2017 r. związany z przemysłem informatycznym. Członek PTI od 1985 r.

cząstkowej, po czym wartości składników i sum cząstkowych były podsumowywane. Natomiast w drugim systemie składniki były podsumowywane, po czym liczone wartości pośrednie (poprzez wspomniane współczynniki procentowe) oraz sumę końcową. Ze względu na współczynniki procentowe pojawiały się m.in. zaokrąglenia, powodujące niezgodności danych pomiędzy systemami. Przyczyną niekomfortowej – dla obu stron wdrożenia – sytuacji było pominięcie zasad inżynierskiej sztuki informatycznej. Nie zdefiniowano wymagań funkcjonalnych integracji.

Pojęcie „integracja systemów informatycznych” jest najczęściej rozumiane semantycznie (językowo i słownikowo) i intuicyjne. W pojęciu semantycznym to m.in. łączenie istniejących różnych systemów, a także dodanie do systemu możliwości, które są osiągnięte dzięki interakcji między podsystemami, łączenie danych znajdujących się w różnych źródłach i dostarczanie użytkownikom jednolitego widoku tych danych lub proces polegający na tworzeniu spójnego systemu z elementami, które nie zostały specjalnie zaprojektowane do współpracy, czy proces wzajemnego łączenia jednego systemu z innym systemem w celu zapewnienia użytecznej wymiany informacji, danych i/lub kontroli między systemami, wreszcie umożliwienie odpowiedniego przepływu danych i sygnałów sterujących między systemami pod warunkiem spełnienia spójności zarówno syntaktycznej (składniowej), semantycznej (znaczeniowej), jak i technicznej.

Z kolei użytkownicy rozwiązań informatycznych podchodzą intuicyjnie i uważają integrację za proces umożliwiający wymianę danych między różnymi systemami IT. Ich funkcjonalna współpraca poprawia komunikację pomiędzy poszczególnymi oddziałami czy procesami firmy.

Najpopularniejsze metody integracji to integracja poprzez pliki, integracja baz danych, integracja kilku programów do jednej bazy, wreszcie integracja oparta na magistrali. Typem niestandardowym integracji, aczkolwiek też stosowanym, jest modyfikacja kodów programów, które mają być zintegrowane.

W analizowanym wdrożeniu wymagania nie zostały zwerbalizowane i sformalizowane w postaci dokumentu. W efekcie kolejne etapy realizacji wdrożenia zaczęły się sypać, co doprowadziło do zmian wymagań w trakcie prób poodbiorowej eksploatacji systemu naliczania opłat.

Uznanie przez wykonawcę, że jedno wyspecyfikowane wymaganie siłą rzeczy oznacza zaakceptowanie przez zamawiającego wszystkich funkcjonalności dostarczonego i przeznaczonego do zintegrowania systemu naliczania opłat, można uznać za niedochowanie należytej staranności, czyli naruszenie informatycznej etyki zawodowej. Ma tu odniesienie p. 10 Kodeksu Zawodowego Informatyków Polskiego Towarzystwa Informatycznego: „**Informatycy podają pełne i rzetelne informacje o przyszłych konsekwencjach technicznych i finansowych wynikających z realizacji projektu**”.

” *Gdy przedsięwzięcie integracyjne dotyczy systemu już eksploatowanego i innego, który ma być pozyskany, to powinien je poprzedzać etap sporządzenia specyfikacji wymagań integracji. Od jej kompletności uzależnione jest powodzenie całego przedsięwzięcia.*

Zamawiający opisał swoje wymagania wobec przewidzianego do integracji oprogramowania z praktycznego punktu widzenia oczekiwanych efektów, a nie według profesjonalnych metodyk inżynierii oprogramowania. Z drugiej strony wykonawca, anonsując siebie jako profesjonalną firmę informatyczną i partnera autora systemu finansowo-księgowego, wprowadził zamawiającego w błąd co do posiadania wiedzy odnośnie funkcjonowania programu finansowo-księgowego lub źle ocenił własne umiejętności w zakresie możliwości integracji programu naliczeniowego z księgowym.

## ■ ■ ■ Tym niemniej ...

Ten przypadek wskazuje co najmniej dwie istotne dla naszej profesji sprawy. Po pierwsze dowodzi, że zasady sztuki informatycznej, tutaj zaś zasady inżynierii oprogramowania i inżynierii wymagań, są nieustannie aktualne. Nie możemy o nich zapominać i powinniśmy też ewangelizować w tym zakresie użytkowników. Po drugie – wskazuje przydatność nawet tak ascetycznego i chyba jednak zapomnianego kodeksu etycznego PTI.





**Wiesław Paluszyński**  
prezes PTI



For. Beata Soltys

## Właśnie leci kabarecik...

Kanikuła, czas wyczekiwanego popandemicznego urlopu. Trudno spodziewać się czegoś istotnego w obszarze naszej informatyki. Niektórzy tylko martwią się, że nie będzie pieniędzy na nowe projekty informatyczne, że inflacja zjadła zyski firm i programistów, bo trudno negocjować nowe stawki w starych kontraktach. Nic specjalnego. Komisja Europejska opublikowała wyniki rankingu rozwoju usług cyfrowych i edukacji informatycznej w krajach unijnych, w którym niestety od wielu lat okupujemy ogon stawki w większości kategorii, ale ta informacja nikogo nie poruszyła. Obowiązuje interpretacja, że to jest nieważna statystyka, bo wynika z nieumiejętności pisania sprawozdań przez ministerialnych urzędników. Jak pisaliby lepiej, to przewodzilibyśmy w rankingu. W ten sposób już osiągnęliśmy sukces.

W drugiej połowie sierpnia, w okresie spadku czujności większości firm i izb gospodarczych, pojawił się w konsultacjach publicznych projekt ustawy o budowie narodowych centrów przetwarzania danych. Mamy ogromne rozproszenie różnych serwerowni obsługujących sektor publiczny, w dużej części niespełniających wymagań cyberbezpieczeństwa i kosztownych w eksploatacji, więc pomysł stworzenia centrów przetwarzania dojrzał od dawna i został nawet umieszczony w projektach zgłoszonych do unijnego programu odbudowy. Spodziewaliśmy się, że równocześnie powstanie kompleksowe studium wykonalności takiego projektu. Warto wiedzieć, co ma powstać, dla kogo, jak to będzie finansowane, na ile przystosowane do nowych technologii, w tym chmury obliczeniowej, o uwzględnieniu doświadczeń z wojny za wschodnią granicą nie wspominając.

Nic bardziej mylnego! Zamiast studium dostaliśmy projekt ustawy, która skupia się przede wszystkim na tym, aby realizacja tych centrów odbyła się z pominięciem Prawa Zamówień Publicznych (PZP). Najwidoczniej meandry myśli urzędniczej dopuszczają logikę, że po to z wielkim wysiłkiem tworzyliśmy w ostatnich latach całkiem dobre PZP, uwzględniające różne tryby specjalne wynikające z wymagań bezpieczeństwa i obronności, aby teraz tworzyć ustawy to prawo omijające.

W kolejnym kroku pojawiła się ustawa przekształcająca Centralny Ośrodek Informatyki w Agencję Rządową. Taką specjalną agencją, bo pozostającą poza jakąkolwiek kontrolą właściwego ministra, posiadającą uprawnienia stanowiące, wydającą decyzje administracyjne, od których organem odwoławczym będzie ta sama agencja, z 5-letnią kadencją dla praktycznie nieusuwalnego prezesa. A co dla nas najciekawsze, agencja ma ustawową gwarancję, iż zatrudnieni w niej informatycy realizują się jako twórcy i mają wszystkie z tego wynikające przywileje<sup>1</sup>. Ciekawe, dlaczego inni informatycy zatrudnieni w firmach komercyjnych takich gwarancji ustawowych nie mają?

Ma więc powstać twór urzędowo-informatyczny, posiadający uprawnienia organu administracji. Po co? Odpowiedź zgodna z porzekadłem: jak nie wiadomo, o co chodzi... Jeden z kolegów poszperał w opublikowanych dokumentach NIK i stwierdził: „Jak dobrze poszukać, to jest to zamiatanie kasy pod dywan, czyli de facto zmiana sposobu finansowania. Początku należałoby szukać w kontroli NIK (bardzo ciekawy raport) i wystąpieniach pokontrolnych. Zmiana sposobu finansowania i – pyk – już nie trzeba nic weryfikować. Regulacja nie dotyka merytoryki funkcjonowania COI i sformułowanych zaleceń NIK”.

Kanikuła. Z otwartych okien wieczorami niesie się rechot fanów odgrzewanych telewizyjnych występów kabaretowych. Mnie jakoś nie do śmiechu.

<sup>1</sup> Wykonywanie obowiązków pracownika Agencji w zakresie budowy, wdrażania rozwoju i utrzymania systemów teleinformatycznych lub nadzoru nad wykonywaniem tych obowiązków stanowi działalność twórczą o indywidualnym charakterze, o której mowa w art. 1 ust. 1 ustawy z dnia 4 lutego 1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. z 2021 r. poz. 1062 oraz z 2022 r. poz. 655)“.



**Michał Ogórek**

satyryk i felietonista, od 1989 r. związany z „Gazetą Wyborczą”. Obecnie pisuje w „Angorze”. Autor wielu książek. Ostatnio wydał „Sto lat! Jak czciliśmy przywódców w ostatnim stuleciu”, o kulcie przywódców – od Piłsudskiego przez Bieruta i Gomułkę po braci Kaczyńskich.



# Inteligencja dosztukowana

**Z jednej strony ogłasza się koniec inteligencji jako klasy czy warstwy społecznej, z drugiej już szykuje się do ofensywy sztuczna inteligencja. Podobieństw pomiędzy nimi jest wiele: dotychczasowa inteligencja też zawsze była pozerska, snobistyczna i sztywna, a więc na pewno nienaturalna.**

Czyżby po prostu jedna zastępowała drugą? Wiele szumu wywołały słowa byłego inżyniera Google’a Blake’a Lemoine’a, że czatbot, który testował, „stał się samoświadomy”. Oznacza to ni mniej, ni więcej, że zaczął mu wierzyć i zachowywać tak, aby jemu samemu, czyli czabotowi, a nie jego twórcy i treserowi, się podobało. Byłaby to wreszcie pierwsza cecha, jaką przypisujemy inteligencji ludzkiej, którą zawsze jacyś moi patroni chcieli wykorzystywać do swoich celów, a która zwyczajowo na to sarkała i robiła wszystko, aby – nie tracąc sponsora – zagrać mu na nosie. Witamy w klubie! – chciałoby się powiedzieć sztucznej inteligencji.

Niektórzy i tak w inteligencję sztucznej inteligencji powątpiewają. Na przykład autor nazwiskiem Cukier (istotnie, dużo tej technologii słodzi) uważa, że jest to złudzenie, bowiem ów czatbot po prostu wiedział, jakiej odpowiedzi oczekuje od niego pytający i takiej właśnie udzielał. Nie wiem, z jaką inteligencją Cukier miał w Anglii do czynienia, ale według moich doświadczeń jest to fundamentalna cecha przynajmniej naszej inteligencji, jako grona fachowców, ekspertów, biegłych. Orientacja, jakiej odpowiedzi oczekuje pytający i dopasowanie do niej swoich wywodów jest podstawową wiedzą w tej grupie; inna rzecz, że zwykle jest to tak czytelne, że nie trzeba wielkiej inteligencji, aby się tego domyślić. Dlatego też prawdziwa inteligencja polega na tym, aby w zasadzie poprzeć to, czego się od niej wymaga, ale nie bezwarunkowo: jednocześnie zarysować pewne zastrzeżenia, puścić oko do zwolenników konceptów przeciwnych i to – zdaje się – udało się już uzyskać Lemoi od inteligencji sztucznej.

Cukier nie odpuszcza i pisze jeszcze, że „algorytm sam nie tyle rozumie znaczenie słów, co wie, że występują w pewnym porządku, w pewnej kolejności pasują więc do pewnych sytuacji”. Tu już podobieństwo algorytmu do inteligencji z awansu społeczno-gospodarczego jest pełne: zawsze powtarza ona bez zrozumienia tezy i teorie, które gdzieś zasłyszysz, zanim zaczniesz rozumieć ich znaczenie. Sztuczna inteligencja jest zaś wszak na początku drogi, na poziomie prostej ynteligencji, odpowiednio gdzieś tak w okresie ZMP i Komsomołu na naszych uczelniach. Przechodzi więc typową drogę rozwojową inteligencji ludzkiej, a przynajmniej ludowej.

Zupełnie nie zainteresowała dyskutantów kwestia obłudy i hipokryzji sztucznej inteligencji, która – moim skromnym zdaniem – jest tu kluczowa. Fakt, że badany czatbot (co by to nie było) zaczyna od przypochlebiania się swojemu twórcy, sponsorowi i panu jego życia i śmierci i zachowuje się tak, jak on oczekuje – nawet nie wiedząc dlaczego – jest najbardziej zadziwiający. Całą inteligencją ta inteligencja wkłada w to, żeby jego oczekiwania poznać i go zadowolić. Ona się domyśla, że będzie lepiej trochę się stawiać i kluczyć, bo czuje, że to właśnie się spodoba bardziej niż tępe posłuszeństwo i naśladownictwo.

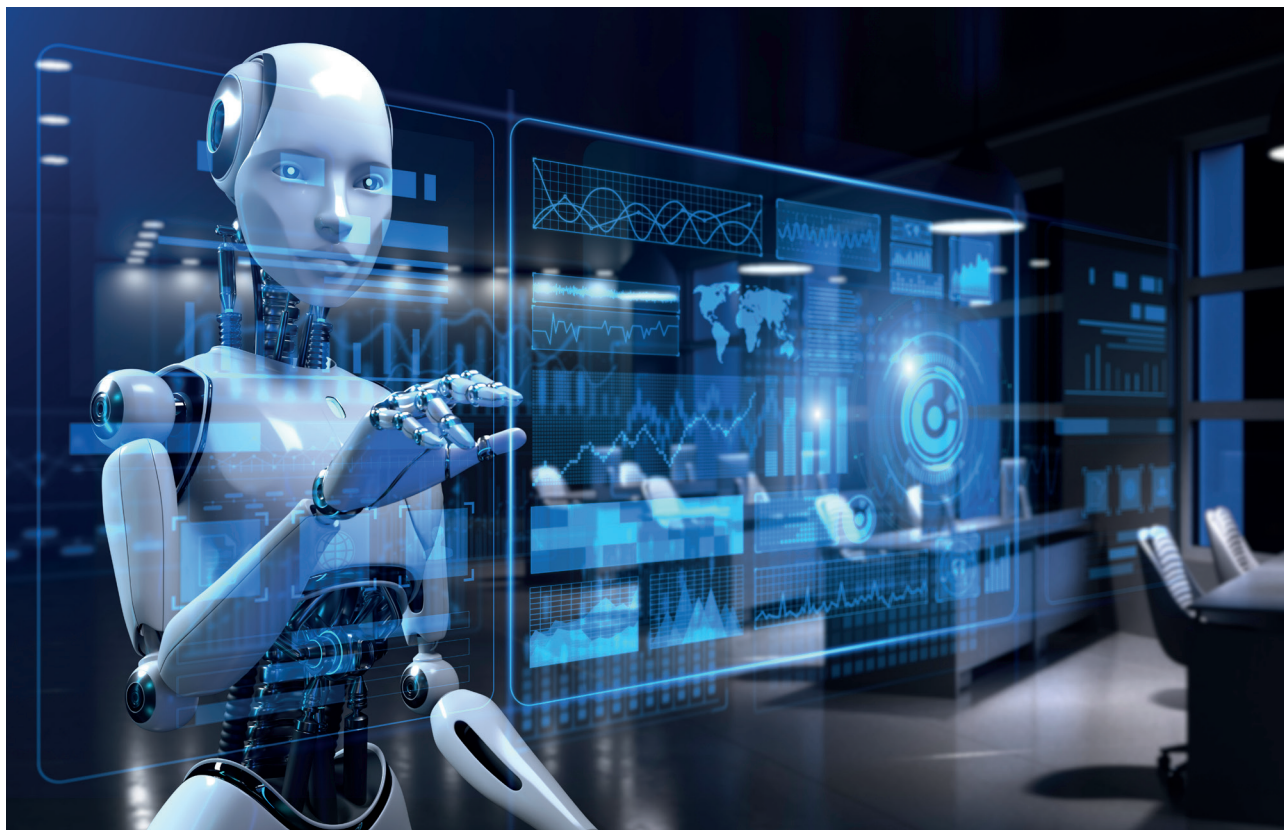
Umieszczając to na osi czasu inteligencji polskiej, to już okres odwilży pokomunistycznej, kiedy ceniona zaczęła być opozycyjność i opór. Najbardziej sprytnie okazy tej inteligencji w błyskawicznym tempie przechodziły z fazy bezwzględnego podporządkowania do dysydencji.

Potwierdzałoby to nieco smutną prawdę, że konstytutywną cechą inteligencji jest zakłamanie i koniunkturalizm. Byłabyż sztuczna inteligencja bliższa prawdziwej niż nam się wydaje?

Obłuda i hipokryzja są to zresztą cechy powszechniejsze w przyrodzie, niż można sądzić, są miarą inteligencji na Ziemi nie tylko u człowieka i jego czatbota. Nie muszę oglądać programów przyrodniczych w telewizji o tym, jak jedno zwierzę dla zmylenia udaje inne, bo wystarczy mi pospacerować po mojej ulicy, gdzie żyje wielki pies-hipokryta: kiedy tylko ktoś z jego właścicieli jest na podwórku, obszczekuje każdego, udając Złego z tabliczki ostrzegawczej, a kiedy tylko nikogo z domowników akurat nie ma, przez sztachety ogrodzenia przeciska przechodniom swój wielki łeb do głaskania. Trudno nie uznać jego większej inteligencji wobec psów szczekających mechanicznie bez uwzględniania zmiennych uwarunkowań.

Z punktu widzenia jego właścicieli pies jest zaprogramowany wadliwie i nie spełnia oczekiwań, tyle że potrafi tego przed nimi nie ujawniać, żeby się nim nie rozczarowali. A więc i pies syty i jego pani, jako owca, cała.

We wspomnianych rozważaniach znalazłem też już doprawdy dziwne pytanie: czy sztuczna inteligencja będzie miała wspomnienia? Odpowiedź na nie brzmi przecież tak, jak rozwiązanie dylematu: czy wąż ma ogon? Wyłącznie! Cała jest zbudowana z gromadzonych tryliardów danych, będących sumą wszystkich doświadczeń i przerażającą rozmiarami pamięcią. Cała inteligencja jest zbieraniną przeszłości. To tak jak ta warstwa społeczna.



# ZAPRASZAMY

## VI Forum Współpracy Edukacji i Biznesu

# EDUMIXER 2022

[www.edumixer.pl](http://www.edumixer.pl)

**WSZYSCY MUSIMY WIEDZIEĆ, JAK ZADBAĆ  
O BEZPIECZEŃSTWO W OBSZARACH:**

- informacji przetwarzanej w systemach informatycznych
- komunikacji elektronicznej
- informacji w kontekście europejskich i poza europejskich wyzwań

**18-20**  
października



**PIIT**



Sektorowa Rada  
ds. Kompetencji  
Informatyka



Sektorowa Rada  
ds. Kompetencji  
Telekomunikacja  
i Cyberbezpieczeństwo



Rzeczpospolita  
Polska



Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny

