

Czym informatyk różni się od szewca?

Dane jako piąty żywioł?

Edutainment w natarciu

**BUDOWANIE
ODPORNOŚCI**
Michał Jaworski



Spis treści

Temat numeru

- 4** Czym informatyk różni się od szewca?

Informatyka i wydarzenia

- 9** Inżynieria oprogramowania musi nadążać za biznesem

Informatyka i antroposfera

- 14** Ile naturalnego w tym, co sztuczne
17 Świat w chmurze. Dane jako piąty żywioł?

Informatyka i bezpieczeństwo

- 20** Digital Trust – cyfrowe zaufanie czy zaufanie do cyfryzacji
25 Budowanie odporności

Informatyka szkolna

- 28** Mamy sprzęt – i co dalej, czyli o projekcie „Laboratoria Przyszłości w praktyce”
31 Edutainment w natarciu
34 Sens, kolor i emocje

Informatyka i polemika

- 39** Komentarz do wypowiedzi Adama Jurkiewicza na temat kształcenia informatycznego

Informatyka i technologie

- 42** Zaproszenie do projektu

Informatyka i regulacje

- 47** Jakość danych przesądzi o powodzeniu e-doręczeń

Informatyka i kompetencje

- 53** Idea zera
56 Przewodnik po nauczaniu informatyki kwantowej cz. 5

Informatyka i historia

- 60** O nawiasach i ich braku, czyli odwrotna notacja polska
63 Tym niemniej ...
65 Na marginesie ...
66 Z ukosa



nr 2/2022

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

Redaktor naczelna:

Anna Kniaż
(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,

pojęcie transformacji cyfrowej nie ma jeszcze dziesięciu lat. Trudno dzisiaj uwierzyć, że audyt finansowy Facebooka w 2011 r. za główny zasób firmy uznawał głównie sprzęt komputerowy, a danych w ogóle nie wyceniał. Dziś hardware to usługa kupowana w czasie rzeczywistym, a o wartości większości największych firm świata decydują zasoby niematerialne, głównie wartość danych, którymi dysponują.

Ta zmiana pryncypiów przekształca rzeczywistość – i tę ekonomiczną, i tę społeczną. Na łamach „Domeny” staramy się te zmiany odzwierciedlać. Zasób danych liczony jest już w dziesiątkach zettabajtów i przyrasta w gigantycznym tempie. Pomału mościmy się w świecie *data driven*. Jak największa ilość dobrej jakości danych to wirtualny surowiec – odpowiednio przetworzony pozwala uzyskiwać przewagę konkurencyjną, stąd nieustanne dyskusje o rodzajach danych, strukturze i możliwości ich monetyzacji.

Nowy impuls tym dyskusjom dały tegoroczne doniesienia o potencjalnym ulepszeniu szyfrowania homomorficznego, które pozwala na wykonywanie operacji na zaszyfrowanych danych. Usunęłoby to dość istotną barierę rozwoju całego sektora, jaką jest brak gwarancji poufności w chmurze. Szyfry homomorficzne mają ponadto tę gigantyczną zaletę, że są odporne na ataki kwantowe. Do implementacji jednak droga daleka, nawet po uzyskaniu odpowiedniej dojrzałości stosowanie tej technologii musiałoby zyskać legislacyjną aprobatę. Istnieje obawa, że sama nazwa homomorficzny, mimo że w żaden sposób nie związana ze światopoglądem, może mieć u nas kiepskie konotacje.

Te troski zaawansowanych gospodarek w naszym kraju nad Wisłą są nieco przesłonięte przez przyziemne problemy: zapaść edukacyjną, żenująco niskie miejsce w indeksie gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego DESI, zapóźnienie technologiczne e-administracji i sprawę poniekąd nadrzędną – walkę o model cywilizacji (patrz Temat numeru). Mimo to jesteśmy w relatywnie szczęśliwej sytuacji: my spieramy się o model cywilizacji, nasi sąsiedzi zza miedzy walczą o przetrwanie.

Anna Książ
redaktor naczelna

Czym informatyk różni się od szewca?

Jakiś czas temu nasze środowisko zbulwersowało publiczne porównanie informatyków do szewców, co znalazło wyraz w licznych komentarzach na liście dyskusyjnej PTI, zdecydowanie krytycznie donoszących się do autora tej wypowiedzi.

Nie zasługuje ona na analizę, okazała się jednak dobrym pretekstem do dyskusji o tożsamości informatyków i ich zawodowym wkładzie w rozwój cywilizacyjny kraju.

W dyskusji udział wzięli członkowie PTI:



■ **Wiesław Paluszyński**
– prezes PTI



■ **Marek Średniawa**
– nauczyciel akademicki, pracownik naukowy Politechniki Warszawskiej i rzeczoznawca PTI



■ **Jarosław Deminet**
– nauczyciel akademicki, publicysta, obecnie pracownik Rządowego Centrum Legislacji



■ **Bogusław Dębski**
– dyrektor Centrum Certyfikacji Kompetencji i Potwierdzania Kwalifikacji w PTI



■ **Dominik Strzałka**
– nauczyciel akademicki, pracownik naukowy Politechniki Rzeszowskiej, członek i ekspert Sektorowej Rady ds. Kompetencji – Informatyka



■ **Tomasz Kulisiewicz**
– sekretarz Sektorowej Rady ds. Kompetencji – Informatyka



■ **Anna Kniż**
– prowadząca dyskusję, redaktor naczelna „Domeny”

Najwyraźniej obraz informatyka w odbiorze społecznym pozostawia wiele do życzenia...

Tomasz Kulisiewicz: Informatyk w zamierzonych czasach hackerskich siedział dniami i nocami w podziemiach uniwersytetu i zapijał pizzę colą. Z tym indywiduum, reprezentującym wiedzę tajemną, nadzwyczaj trudno było się porozumieć. To wyobrażenie, kreowane także przez kinematografię, zastąpił obraz bogatego burżuja, który podpina się do komputera i nic nie robi dla społeczeństwa. Zarabia dużą kasę, a jedynym jego zmartwieniem są obecnie trudności z dolecaniem na wakacje na Malediwach. Oba te portrety nie mają wiele wspólnego z rzeczywistością.

Jarosław Deminet: Paradoksalnie premier swoją wypowiedzią dowartościował informatyków i obraził szewców. Wynika z niej bowiem, że informatyk jest osobą godną uznania i szacunku niejako automatycznie, a szewc musi o to walczyć, np. przez swoją działalność społeczną. Dopiero aktywny szewc przebiję informatyka.

Dominik Strzałka: Mój dziadek był szewcem, więc udział w tej dyskusji uważam poniekąd za zrzęcenie losu. Kiedyś buty to było dobro rzadkie, więc ktoś, kto potrafił takie dobro wytworzyć lub naprawić, cieszył się poważaniem. Dzisiaj, kiedy butów jest na pięć, maszyny wprost je wypluwają, szewców jest jak na lekarstwo. Zastanawiam się, czy kiedyś tak nie będzie z informatykami. Teraz programowanie trafia pod strzechy, przestaje być wiedzą tajemną. Mamy niejako do czynienia z pewną pauperyzacją zawodu, wśród informatyków zaczyna panować rodzaj popkultury informatycznej, zapewne takie procesy są nieuniknione.

Tomasz Kulisiewicz: Obowiązywały kiedyś wspaniałe dzieła w rodzaju (wciąż tworzonej) fundamentalnej monografii Donalda Knutha „The Art of Computer Programming”.

Teraz dzięki coraz powszechniejszym narzędziom low-code/no-code nie trzeba mieć wielkiego pojęcia o sztuce programowania, mamy więc niewątpliwie do czynienia z fundamentalnymi zmianami w obrębie ról zawodowych. Nowe metody i narzędzia wywierają wpływ na zarówno na wymagania stawiane informatykom, jak i na organizację ich pracy. Wraz z metodami zwinnymi pojawiły się nowe (i poszukiwane na rynku) role zawodowe, takie jak: właściciel produktu, określający w wyniku uzgodnień z klientem/odbiorcą cechy produktu, który ma zostać stworzony w projekcie, mistrz Scrum, kontrolujący sam proces tworzenia produktu oraz tryb pracy zespołu. Wymagania pracy w zespołach DevOps stworzyły rolę zawodową DevOps developera, teraz pojawiają się zespoły BizDevOps składające się z informatyków i pracowników działów biznesowych. Te procesy niewątpliwie wpłyną na społeczne postrzeganie informatyków. Będą musieli w większym stopniu wykształcić także kompetencje „miękkie” – umiejętność pracy zespołowej i komunikacji wewnątrz zespołów oraz twórców rozwiązań z klientami. Potrzebna będzie wiedza

wykraczająca poza technologię, związana z ogólną wiedzą ekonomiczną i wiedzą o konkretnej branży, umożliwiająca analizę potrzeb klienta i konkurencji.



Zainteresowanych wspomnianym w dyskusji fundamentalnym dziełem Knutha odsyłamy do artykułu Bogdana Misia „Donald trzęsie ziemią”, opublikowanego w nrze 2/2021 Biuletynu PTI, <https://portal.pti.org.pl/zasoby/biuletyn/>

Wiesław Paluszyński: Informatyk przestaje być artystą w dużej części dlatego, że staje się elementem pracy zespołowej, ale każdy z klocków układanki musi działać zgodnie z założeniami i z etyką. Wraz z rozwojem technologii wyzwania etyczne będzie przybywać – finalnie będziemy musieli się zmierzyć np. z fundamentalnym problemem, czy produkcja systemów informatycznych służących zabijaniu jest zgodna z etyką informatyka.

Jarosław Deminet: Tego typu wyzwania etyczne są uniwersalne i stają przed każdą grupą zawodową, są także w kodeksie etycznym szewca czy innego rzemieślnika. Obejmują one w szczególności obowiązek rzetelnego wykonywania swojej pracy i szacunku dla klienta. Być może kodeks etyczny informatyka powinien być bardziej rozbudowany od kodeksu szewca.

Marek Średniawa: Wracając do imaginowanej egzegezy wypowiedzi, która nas tu zgromadziła, uważam, że odebraliśmy lekcję pokory w tym sensie, że informatykom brakuje może nawet więcej niż sto lat do takiego zaistnienia

w społecznym odbiorze, kulturze, języku, jakiego dorobili się szewcy. Czy kojarzycie jakieś funkcjonujące w języku powiedzenie o informatykach?

A związków wyrazowych i powiedzeń dotyczących szewców jest mnóstwo:

- hiszpańskie buty,
- robić z gęby cholewę,
- pilnuj szewcze kopyta,
- szewc bez butów chodzi,
- szkodniej trzewika niż nogi – mówi skąpy i ubogi,
- tylko trzewik wie, że pończocha dziurawa,
- w butach idzie, a boso go znać,
- umarł w butach,
- siedzieć pod butem,
- szyć komuś buty,
- pantoflarz,
- przerobić kogoś na swoje kopyto,
- wleźć komuś z butami do duszy,
- nie kiwnąć palcem w bucie,
- klnie jak szewc,
- pijany jak szewc
- szewska pasja/ doprowadzić do szewskiej pasji

– słowem szewcy wymiatają.

Wiesław Paluszyński: Współcześni „szewcy” wymiatają za sprawą informatyki. Firma CCC zatrudniła fachowca z banku i zbudowała silny pion informatyki. Dzięki informatycznemu wsparciu sprzedaży uzyskała gigantyczny wzrost obrotów. Związek szewców z informatyką przynosi więc profity i możemy mówić o pewnej symbiozie rzemiosła.

A może za niechęcią do informatyków stoją ich wysokie zarobki?

Dominik Strzałka: Pewno po trosze tak. Informatycy relatywnie dobrze zarabiają, a my w Polsce nie lubimy ludzi, którym się powodzi, chociaż z oczywistych względów powinno nam zależeć, żeby dobrze zarabiać.

Wiesław Paluszyński: Mnie nie dziwi, że informatycy dzisiaj dużo zarabiają, skoro informatyka jest podstawą rewolucji cyfrowej. Informatyka stała się tym, czym była maszyna parowa podczas pierwszej rewolucji przemysłowej i prąd – drugiej. Dziedziny, do których należały, przeszły gigantyczne przeobrażenia i zbijano na nich ogromne pieniądze. Tak rodziły się amerykańskie fortuny. Pierwsze wielkie majątki powstały na budowie kolei żelaznych wykorzystujących parę. Podobnie było z elektrycznością, która była potężnym, tworzącym postęp, działem nauki. Ich twórcy też mieli problemy z etyką

i etosem. Pewne cykle społeczne się powtarzają, tylko teraz dzieje się to zdecydowanie szybciej.

Marek Średniawa: Mam wrażenie, że powinniśmy tę dyskusję zacząć o poziom wyżej. Od siedmiu lat mamy do czynienia z problemem zmiany elit i systemu wartości. Szewc jest tak samo dobry jak krawiec czy inny rzemieślnik. Wszyscy mieli kodeks zawodowy, istniejące od stuleci cechy rzemieślnicze ustalały reguły gry, wymuszały jakość pracy. Tymczasem teraz weszliśmy w obszar chaosu, w którym przestały się liczyć doświadczenie i kompetencje. Zostały naruszone pewne, funkcjonujące od dawna, reguły rzetelności.

Bogusław Dębski: Stąd zapewne łatwość budowania odpowiedzialności zbiorowej, wykluczania i stygmatyzacji branż.

Marek Średniawa: Informatyka nie jest zawieszona w próżni, świat się robi coraz bardziej interdyscyplinarny i informatyka jest wbudowana w obieg gospodarczy, kulturalny. To kwestia budowania cywilizacji, która umie wykorzystywać współczesne narzędzia. Pomijanie klucza kompetencyjnego w procesie przyznawania stanowisk ma fatalne skutki. Na przykład od trzydziestu lat mówimy o e-administracji, a nadal są instytucje publiczne, które wręcz bojkotują kwalifikowany podpis cyfrowy.

Wiesław Paluszyński: Bo homo sovieticus trzyma się mocno. Przypomnijmy, kogo ks. prof. Tischner określał tym mianem. Człowieka, który z jednej strony jest zniewolonym wytworem systemu, z drugiej natomiast – jego klientem, uzależnionym przez pracę, mającym fasadowy udział we władzy czy zaspokajane przez aparat władzy poczucie własnej godności. Czyż nie o tym rozmawiamy? Tischnerowska diagnoza naszych uwarunkowań społecznych nadal obowiązuje.

Marek Średniawa: Jesteśmy na etapie sporu cywilizacyjnego, w którym informatyka jest tylko drobnym fragmentem. Chodzi o model cywilizacji. Kilka lat temu uczestniczyłem w jednej z konferencji „Miasta w Internecie”, na której zaproszony przez organizatorów Jerzy Stępień (jeden z autorów reformy samorządowej po 1989 r.), zwracając się do samorządowców, powiedział im coś wartego zapamiętania: chcielibyśmy, żeby wszystko działało tak, jak na Zachodzie, natomiast nie chcemy przestrzegać tamtejszych reguł, wszystko ma działać w stylu bizantyjsko-wschodnim. To jest kwestia zarządzania, delegowania uprawnień i zaufania, podejmowania decyzji, podziału odpowiedzialności, kryteriów awansu zawodowego, właściwie zorganizowanych systemów edukacji.

Ta niekonsekwencja nadal nas uwiera, aspirujemy do stylu cywilizacji zachodnioeuropejskiej, ale stosujemy praktyki właściwe dla cywilizacji wschodniej. To jest paradoks, dlatego wciąż balansujemy na krawędzi. Podejmowane są polityczne decyzje powodujące pauperyzację całych obszarów

życia, na przykład edukacja akademicka razem z całą edukacją. Pensja asystenta stażysty dziś także oscyluje w okolicy płacy minimalnej, podobnie jak to było w PRL.

A potrzeby kompetencyjne są ogromne...

Marek Średniawa: Polska po 1989 r. stała się krajem montowni i wykonywania prac pomocniczych w informatyce, tylko w niewielkim stopniu jesteśmy twórczy czy innowacyjni. Są oczywiście wyjątki w rodzaju udanego przedsięwzięcia interdyscyplinarnego CD Projekt w obszarze gier wideo – gry z „trylogii wiedzmińskiej” sprzedały się w dziesiątkach milionów kopii na całym świecie. Nasz rynek nie potrzebuje jednak bardzo wykwalifikowanych informatyków. Ośmielę się nawet stwierdzić, że kształcimy ich za dużo na poziomie studiów informatycznych, wystarczyłoby może odpowiednia liczba absolwentów techników informatycznych.

Tomasz Kulisiewicz: Czy informatyka nie podzieli losu motoryzacji? Czy zwiększona automatyzacja nie spowoduje, że potrzebne będą głównie kompetencje korzystania z oprogramujących się urządzeń? Po co studentom znajomość budowy komputera, skoro one będą się same składać? Może wystarczy wąska elita teoretyków-algorytmików?

Dominik Strzałka: Tylko kto ją wykształci? Młodzi ludzie rezygnują z pracy na uczelniach, średnia wieku wykładowców zatrważająco rośnie, więc pewnie za kilka lat trzeba będzie skorygować wyobrażenia, kto ma uczyć informatyki.

Wiesław Paluszyński: Średniowieczna wręcz hierarchia polskiej nauki zabetonowała drogę kariery dla młodszych pracowników naukowych. Widzimy to również w PTI – fantastyczne kiedyś oddziały, bazujące na uczelniach, uległy atrofii. Problem z nauczaniem informatyki mamy już na wstępnym etapie edukacji. Wprowadzono podstawę programową, tylko nikt nie zadbał o kształcenie kadr nauczycielskich. Jak zwykle u nas – nie wiadomo, czy koń idzie przed czy za wozem. Ten pierwszy etap edukacji informatycznej jest niezwykle ważny, formuje na całe życie. Nawet przy bardzo optymistycznym założeniu, że absolwenci informatyki będą chcieli uczyć w szkołach, trudno czekać na zasilenie kadr nauczycielskich absolwentami. Poza tym trzeba nauczyć nauczycieli innych przedmiotów korzystania z narzędzi informatycznych. Skala potrzeb jest ogromna, co pokazała kolejna edycja konferencji „Informatyka w Edukacji”, współorganizowana przez PTI.

Większość studentów informatyki po zakończeniu pierwszego etapu studiów, a więc po studiach inżynierskich lub licencjackich, idzie do pracy i nie zamierza robić studiów magisterskich, bo nie mają do tego żadnej motywacji. Jednocześnie – co nawet gorsze – nie ma systemu kwalifikacji zawodowych, o którego powstanie od lat walczy PTI. Nie ma wymogu wiarogodnego egzaminu po ukończeniu szkolenia, mamy tylko certyfikaty uczestnictwa w zajęciach. Przepalamy bardzo dużo środków unijnych na takie bezsensowne działania. W kolejnej

perspektywie finansowej znów będzie kilkadziesiąt milionów na wspieranie pozaformalnych form edukacji i wypadałoby je wreszcie jakoś sensownie wykorzystać.

Tomasz Kulisiewicz: Kto to ma zorganizować? Liczni sekretarze stanu „właściwi ds. informatyzacji”?

Wiesław Paluszyński: W nowej perspektywie finansowej pieniędzmi na edukację informatyczną obywateli będzie zawiadywać Ministerstwo Rodziny i Polityki Społecznej. W dyspozycji ministra właściwego ds. informatyzacji zostaną środki na podnoszenie kwalifikacji urzędników. Jedyną pozytywną wiadomość dotyczy tego, że MEiN zostało wyłączone z dystrybucji tych środków.

Marek Średniawa: Paradoksalnie pewne nadzieje możemy pokładać w kulturze organizacyjnej przychodzącej z zagranicy. Działy HR niektórych obecnych w Polsce zachodnich korporacji stosują ściśle określone kryteria i np. przy wyborze kandydatów do pracy premijują ukończenie studiów II stopnia.

Są też cenne inicjatywy na niższych szczeblach nauczania. Na przykład prof. Marlena Plebańska popularyzuje edukację STEAM (skrót od ang. Science, Technology, Engineering, Arts & Maths) – metodę, która łączy w procesach dydaktycznych pięć głównych obszarów: naukę, technologię, inżynierię, sztukę oraz matematykę. Stawia ona ucznia w roli badacza, odkrywcy, projektanta i wykonawcy, który wykorzystuje STEAM do tworzenia własnych rozwiązań, projektów i innowacji. W takim ujęciu bardzo ważne jest nauczanie podstaw matematyki i logiki. Jak ważne, widzimy w realizacjach informatyki rządowej, gdzie brak wyobraźni czy to projektantów, czy zespołów legislacyjnych (brak „algorytmiki prawa”) regularnie doprowadza do załamań różnych systemów rządowych.

Moim zdaniem, każdy urzędnik w Polsce powinien przeczytać, wydaną pod koniec ub. wieku książkę Billa Gatesa „Biznes szybki jak myśl”, pokazującą, jak cyfrowy system nerwowy może zebrać wszystkie systemy i procesy w jedną wspólną infrastrukturę, uwalniając potoki informacji. Ta lub podobna lektura pozwoliłaby urzędnikom zrozumieć procesy, które składają się na sposób działania państwa i ich wzajemne połączenia.

Jeszcze w 2005 r. z Tomaszem Kulisiewiczem analizowaliśmy stan e-administracji w czterech krajach zachodnich i w czterech krajach naszego regionu. Już wtedy widzieliśmy duże różnice i sprzeczności. Postępy w polskiej e-administracji są od tamtego czasu nadal – delikatnie mówiąc – bardzo umiarkowane, mimo olbrzymich budżetów, podczas gdy bankowość elektroniczna, płatności elektroniczne, e-handel rozwijają się świetnie, czasem lepiej niż w Europie Zachodniej, bo obywatele z tych rozwiązań korzystają bardzo chętnie, w odróżnieniu od usług e-administracji. Negatywnym przykładem jest PUE ZUS, w którym nie sposób znaleźć poszukiwanych

usług w katalogu stu kilkudziesięciu funkcji, uporządkowanych alfabetycznie i opisanych biurokratycznym żargonem.

Bogusław Dębski: Przywołano tu konferencję „Miasta w Internecie”. Brałem udział w tegorocznej edycji. Gdy prelegentka mówiła o architekturze informacyjnej państwa, miałem wrażenie, że te slajdy już widzieliśmy dawno temu. Ta prezentacja mogłaby w zasadzie powstać już w 1978 r., gdyby nie to, że wtedy jeszcze nie było PowerPointa. Młodzi informatycy idą szybko do pracy w firmach komercyjnych, w których widzą sprawczość swoich działań, stworzona przez nich apka działa i jest wykorzystywana. Tego poczucia sensu brakuje, kiedy robi się systemy rządowe. Rządowych baz i rejestrów referencyjnych jest kilkadziesiąt, ale nadal niewiele z tego wynika. Co więcej, działa stara reguła: informatyzacja chaosu ten chaos wzmacnia.

Wiesław Paluszyński: Nigdzie na świecie żadne ministerstwo nie buduje systemów informatycznych, nie wydaje dotyczących tej dziedziny decyzji administracyjnych – określa reguły prawne dla swojego obszaru kompetencji. Rola regulatora jest rolą odrębną. Tak próbowaliśmy w 1990 r. budować państwo. Niestety, to się nie udało, a nawet tam, gdzie się udało, potem nastąpił całkowity demontaż. Centralizujemy wszystko, zaś apanaże rozdajemy obecnie pod postacią decyzji, np. UKE.

Czy w tych zmaganiach cywilizacyjnych stowarzyszenia zawodowe mogą odgrywać jakąś istotną rolę?

Wiesław Paluszyński: Większość z nich uległa procesowi petryfikacji i żyje z wynajmu powierzchni biurowych, więc najpierw trzeba je reanimować. Stowarzyszenia muszą się zmieniać zgodnie z potrzebami młodszych pokoleń, bo inaczej stracą rację bytu. Te, które potrafią „cofnąć czas”, wygrają. Na niedawnym V Światowym Zjeździe Inżynierów Polskich prowadziłem sesję z profesorem Andrzejem Nowakiem z USA. W pewnym momencie zdenerwował się na powszechne utyskiwania na temat dziury pokoleniowej w stowarzyszeniach technicznych i powiedział: zamiast opowiadać, że się nic nie da, zbudujcie jakąś potrzebę, dla zaspokojenia której wspólnie coś będziecie chcieli zrobić.

Dominik Strzałka: Starszyzna w różnych towarzystwach okopuje się, bo młodzi stanowią dla niej zagrożenie. Dopiero jak starsi odchodzą i nie ma ich kim zastąpić, zaczyna się panika. Ciężkie czasy rodzą zaradnych ludzi, więc mam nadzieję, że wkrótce zaczniemy inaczej patrzeć na pewne sprawy.

Wiesław Paluszyński: To odmłodzenie w stowarzyszeniach musi następować miękko, żeby był czas na przekazanie doświadczeń. W PTI zamierzam wprowadzić zasadę, że w nowej kadencji połowa Zarządu Głównego musi być w wieku poniżej 40 lat. Musimy się nauczyć przechodzić z pozycji zarządzających na pozycje mentorów. Jeśli będziemy w tym dobrzy, to młodzi będą chcieli skorzystać z naszego mentoringu.

Co powinno być dla nas najważniejsze? Otwartość na zmiany. Towarem jest informacja, nie informatyka, musimy krzycieć umiejętności cywilizacyjne. A jednocześnie zachować czujność, bo zaczynają powstawać rozwiązania, które obywają się bez człowieka i bez odpowiedniej kontroli mogą stać się groźne. Internet staje się narzędziem ogłupiania, o czym świadczy choćby lawinowo rosnąca liczba „płaskoziemców”.

Jest miejsce dla rozsądnych działań stowarzyszenia, choć musimy jednocześnie walczyć z poczuciem beznadziejności. PTI zaistniało w świadomości branży, gdy przed 25 laty kol. Wacław Iszkowski i Andrzej Blikle napisali krytyczną ekspertyzę na temat systemu informatycznego Ministerstwa Finansów, która – niestety – nadal pozostaje aktualna.

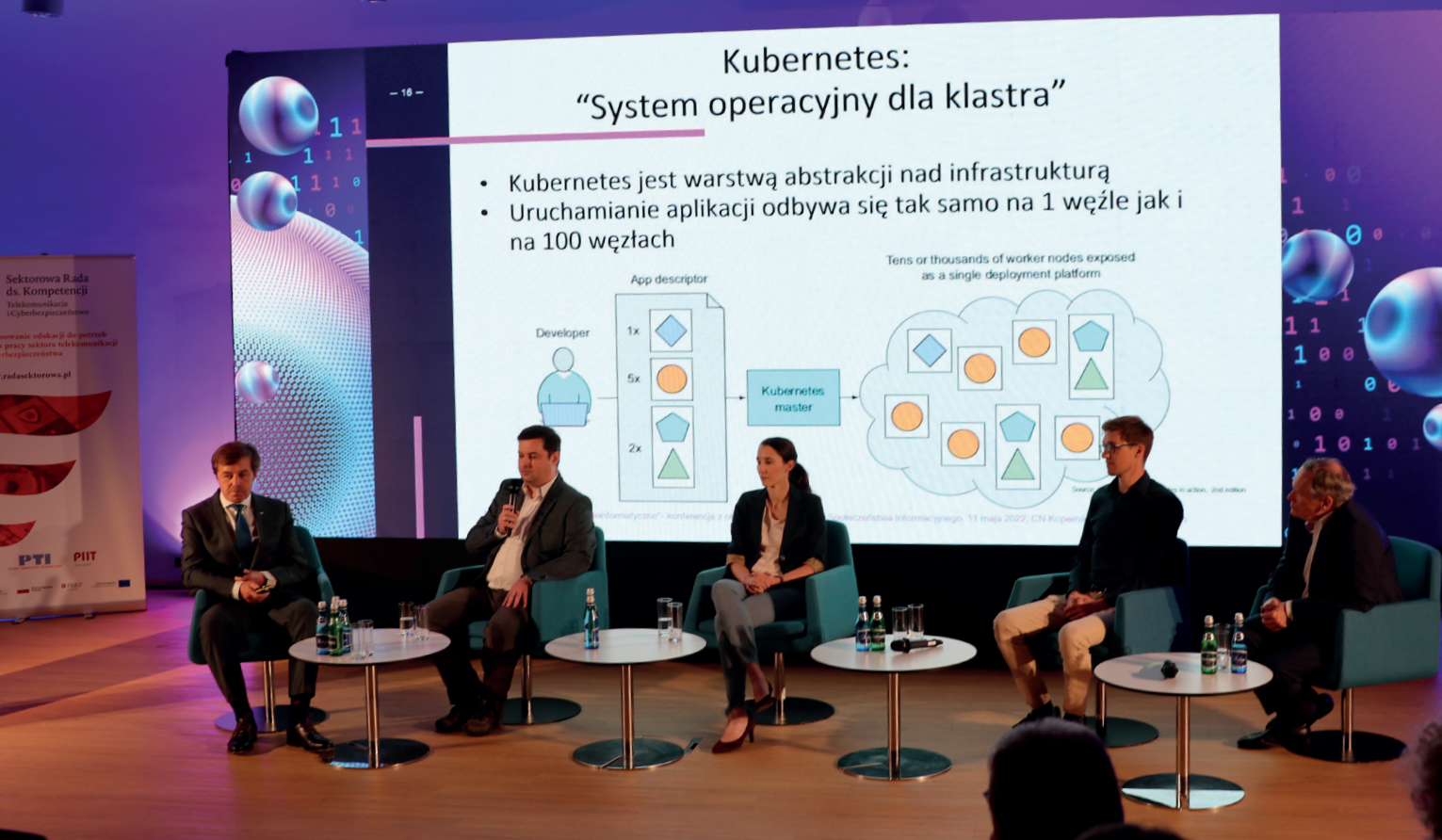
Bogusław Dębski: Słucham tych podyktowanych autentyczną troską wypowiedzi i chcę zaproponować inne spojrzenie. Wracając do staromodnego określenia etosu pracy: nadal spotykamy ludzi, którym – niezależnie od wieku – coś się jednak chce. Czy PTI powinno upatrywać swojej szansy we wszystkich atrybutach związanych z rolami zawodowymi, czy też szukać ludzi, którzy chcą się zachować przyzwoicie, a informatyka – podobnie jak dawniej umiejętności szewców czy elektryków – jest tylko środkiem do realizacji tego celu?

Wiesław Paluszyński: Proponowany przez ciebie model liderów rzeczywiście się sprawdza. Gigantyczny sukces sekcji informatyki szkolnej nie wziął się z powołania sekcji, tylko z tego, że trzem dziewczynom się chciało zrobić coś rozsądnego i wystarczyło, że stworzyliśmy im choćby minimalne warunki do działania. Pewne nadzieje wiązałem z naszą Sekcją Informatyków Administracji, ale zabrakło w niej lidera.

Marek Średniawa: Oddajmy głos tytułowemu szewcom z dramatu Witkacego¹. Czeladnik II mówi: *Aż boli od tego gadania, purwa jej sucza maść!* Niech to będzie pointa naszej rozmowy.

 Anna Książ

¹ Przy okazji zachęcamy, nie tylko informatyków i szewców, do odwiedzenia dopiero co otwartej wystawy *Witkacy. Sejsmograf epoki przyspieszenia* (8 lipca – 9 października 2022) w Muzeum Narodowym Warszawie. <https://www.mnw.art.pl/wystawy/witkacy-sejsmograf-epoki-przyspieszenia,247.htm>



Inżynieria oprogramowania musi nadążać za biznesem

„Wyzwania inżynierii oprogramowania dla wsparcia najważniejszych trendów technologicznych” to jeden z bloków tematycznych konferencji zorganizowanej przez PTI z okazji Światowego Dnia Społeczeństwa Informacyjnego.

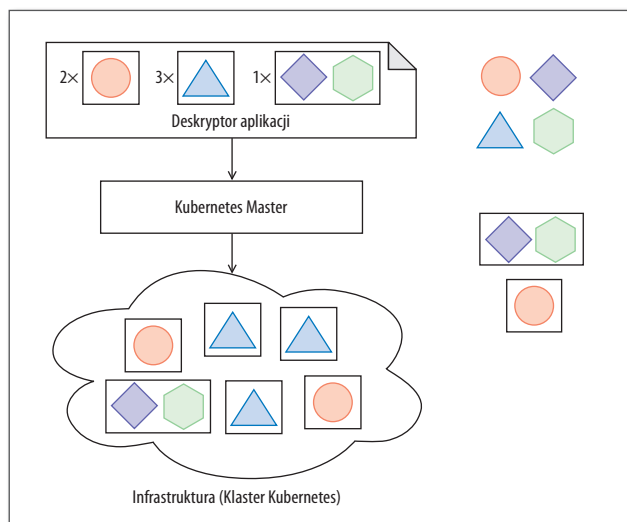
Interesujące wnioski z wystąpień i dyskusji panelowej tego bloku przygotowali specjalnie dla „Domeny” jego uczestnicy: prof. Cezary Orłowski (dyrektor IBM Center for Advanced Studies on Campus w Wyższej Szkole Bankowej), prof. Bartosz Baliś (Instytut Informatyki Akademii Górniczo-Hutniczej, Sano Centre for Computational Medicine), Joanna Kocot (kierowniczka Laboratorium Interdyscyplinarnych Obliczeń Naukowych ACK Cyfronet AGH), Mateusz Nowak (Software Mind) i Tomasz Kulisiewicz (Sektorowa Rada ds. Kompetencji – Informatyka).

Pandemia znacząco, i wygląda na to, że trwale, zmieniła biznes i interakcje społeczne, wyznaczając nowe oczekiwania wobec informatyki. Duże firmy konsultingowe zwracają uwagę na rosnące znaczenie ekosystemów wymiany danych i automatyzacji modeli zarządzania operacjami IT. – *Automatyzacja IT na dużą skalę obejmuje trzy główne elementy: standaryzację i automatyzację infrastruktury lokalnej, aby mogła być zarządzana za pomocą kodu, standaryzację i automatyzację oprogramowania, narzędzi i systemów, aby możliwe było zarządzanie nimi za pomocą kodu oraz optymalizację automatyzacji za pomocą reguł i uczenia maszynowego* – wskazują eksperci (<https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/technology/topics/trendy-technologiczne-deloitte.html>).

Trudno też wyobrazić sobie zarządzanie urządzeniami Internetu Rzeczy bez narzędzi do automatyzacji rejestracji, konfiguracji, zdalnej i bezprzewodowej aktualizacji oprogramowania oraz monitorowania.

Konteneryzacja aplikacji

Proces wytwarzania oprogramowania, w szczególności w architekturze mikroserwisów, coraz częściej jest automatyzowany za pomocą konteneryzacji. Konteneryzacja aplikacji to technologia umożliwiająca tworzenie lekkich, przenośnych i uruchamialnych pakietów oprogramowania. Kontener zawiera pojedynczą aplikację i potrzebne jej środowisko wykonawcze, na mikroserwis składa się kompozycja kilku kontenerów, zaś złożony system jest zbiorem komunikujących się mikroserwisów. Wiodącą obecnie technologią, ułatwiającą tworzenie i uruchamianie aplikacji w infrastrukturze obliczeniowej dużej skali, jest Kubernetes¹.

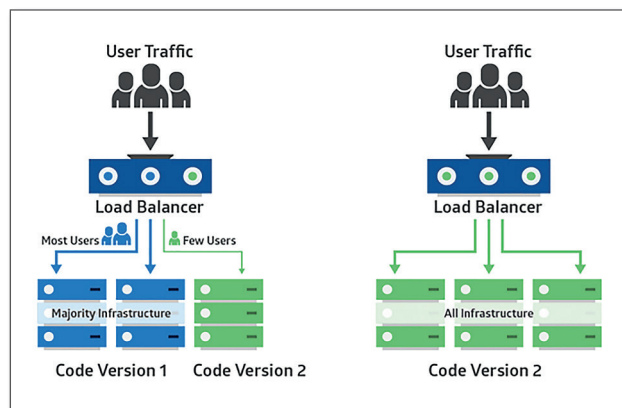


Rys. 1. Idea działania Kubernetes

Kontenery aplikacji to lekkie, przenośne i uruchamialne pakiety oprogramowania.

Pod Kubernetes to podstawowa jednostka wykonawcza w Kubernetes, która jest złożeniem jednego lub więcej kontenerów współdzielących zasoby.

Kubernetes to technologia dostarczająca warstwy abstrakcji nad infrastrukturą obliczeniową. Twórca oprogramowania tworzy Deskryptor Aplikacji i zleca jego wykonanie do Kubernetes Master (rys. 1). Kubernetes zarządza klastrem maszyn i decyduje, gdzie uruchomić poszczególne komponenty złożonej aplikacji. Kubernetes jest też platformą, która rozwiązuje lub znacznie ułatwia rozwiązywanie problemów typowych dla złożonych i rozproszonych aplikacji. Do problemów tych należą: równoważenie obciążenia, odporność na awarie, zarządzanie konfiguracją, a także automatyczne wdrażanie nowych wersji oprogramowania.



Rys. 2. Przykład procesów Kubernetes

Kubernetes jest platformą ułatwiającą zarządzanie złożonymi, rozproszonymi aplikacjami. Rys. 2 przedstawia dwa przykładowe problemy typowe dla takich aplikacji: równoważenie obciążenia oraz automatyczne wdrażanie nowej wersji oprogramowania bez przerywania działania aplikacji (tzw. *rollout*). Ze względu na duże obciążenie systemu komponenty aplikacji są zreplikowane, a ruchem zarządza System Równoważenia Obciążenia. Kubernetes stopniowo zastępuje repliki wykonujące Wersję 1 oprogramowania (kolor niebieski) nowymi (kolor zielony) (*blue-green deployment*). Możliwe też jest pilotażowe wdrożenie nowej wersji aplikacji tylko dla niewielkiej części użytkowników (tzw. wdrożenie kanarkowe – *canary deployment*). Monitorowanie działania tej części aplikacji przez pewien czas umożliwi stwierdzenie, czy nowa wersja oprogramowania działa prawidłowo. W razie potrzeby Kubernetes umożliwia automatyczne wycofanie wdrożenia i powrót do starej wersji oprogramowania (*rollback*).

¹ M. Lukša, *Kubernetes w akcji*, PWN, Warszawa 2021.

” *Kubernetes jest technologią, która ułatwiła automatyzację i ustandaryzowanie procesu tworzenia i uruchamiania złożonego oprogramowania opartego na mikroservisach, ukrywając złożoność zarządzania infrastrukturą obliczeniową.*

Wydaje się, że przyszłością są platformy bazujące na Kubernetes jako warstwie zarządzania zasobami, przykładem takiej platformy jest Knative, który realizuje paradygmat obliczeń bezserwerowych z wykorzystaniem Kubernetes.

CI i CD z pomocą

Ciągła integracja (CI – *Continuous Integration*) oraz Ciągłe dostarczanie (CD – *Continuous Deployment, Continuous Delivery*) to jedno z kluczowych praktyk, wprowadzających automatyzację do procesu dostarczania oprogramowania. Ciągła integracja zakłada scalanie każdej zmiany w kodzie z bazą (kodu), z której tworzony jest produkt – deweloperzy pracują na tym samym kodzie, dodając do niego względnie niewielkie elementy. Zapobiega to tworzeniu równoległych wersji kodu, które przed wdrożeniem należy zintegrować. Po dołączeniu każdej zmiany, automatycznie uruchamiane są testy, dzięki czemu większość błędów od razu zostaje wychwycona i poprawiona.

Ciągłe dostarczanie rozszerza koncept ciągłej integracji o każdorazowe budowanie i wdrażanie aplikacji po zmianie środowiska, co sprawia, że tworzenie kolejnych wersji oprogramowania staje się dużo łatwiejsze – wymaga mniejszego zaangażowania pracowników i zabiera dużo mniej czasu, zatem pozwala na częstsze wprowadzanie nowych wersji, a tym samym na szybszą, dotyczącą nowych funkcjonalności, informację zwrotną od klienta czy użytkowników.

Procesy CI oraz CD zakładają automatyzację procesu wdrożenia, która najczęściej realizowana jest w formie potoków (*pipeline*), wykonujących po kolei elementy procesu. Potok podzielony jest zazwyczaj na etapy, np. „budowanie”, „testowanie”, składające się z mniejszych zadań. O ile etapy zazwyczaj wykonywane są jeden po drugim, z możliwością zdefiniowania warunków wykonania danego etapu, o tyle już wewnętrzne zadania (które mogą składać się z jeszcze mniejszych kroków) często mogą być wykonywane równolegle na różnych agentach. Potok może być wyzwalany dowolnie zdefiniowaną akcją, np. opublikowaniem nowej wersji kodu aplikacji.

Wiele z istniejących narzędzi oferujących rozwiązania potokowe integruje się z repozytoriami kontroli wersji, przeważnie bazującymi na systemie Git (<https://git-scm.com/>), co umożliwia automatyczne uruchomienie potoku, np. w mo-

mentcie integracji nowej zmiany do głównej części kodu lub dowolnej innej akcji na repozytorium kontroli wersji. Repozytoria kontroli wersji wyposażone w mechanizm potoków – czy to wbudowany, czy dostępny jako wtyczka (plug-in) – często pozwalają także na definiowanie samego potoku za pomocą skryptu przechowywanego w tym samym repozytorium. Takie rozwiązanie sprawia, że procesem CI/CD mogą zarządzać sami programiści, a nie tylko zespół odpowiedzialny za wdrożenie. Skrypt taki podlega też wersjonowaniu oraz procesom zwykłym dla kodu oprogramowania, takim jak Code Review, co zapewnia wgląd do historii modyfikacji i sprzyja utrzymaniu jego jakości, a co za tym idzie samego procesu integracji i wdrożenia.

W nowoczesnych architekturach systemów, bazujących na mikroservisach, automatyzacja procesów wdrożenia staje się niezbędna, bo niezbędna jest modyfikacja wielu zależnych od siebie serwisów (<https://softwareskill.pl/monitoring-mikrouslug>). Nowoczesne narzędzia wspierające procesy CI i CD pomagają również we wdrożeniach tego typu, dając możliwość integracji m.in. z narzędziami takimi, jak wspomniany Kubernetes, a także monitorowania całego procesu czy przeprowadzania wdrożeń kanarkowych.

Każdy etap potoku składa się z jednego lub kilku zadań, z których część może być wykonywana równolegle na różnych agentach, przy czym zadania mogą też być od siebie zależne. Stosowanie potoków to krańcowy etap automatyzacji procesu dostarczania oprogramowania, ale zarówno one, jak i inne rozwiązania CI/CD zdejmują z zespołów DevOps odpowiedzialność za czasochłonne czynności, które mogą zostać wykonane automatycznie. Jednocześnie taka forma automatyzacji nie jest nakierowana na wyeliminowanie pracy ludzi na rzecz komputerów, co mogłoby być jej negatywną konsekwencją, a jedynie sprawia, że zespoły są w stanie w większym stopniu skupić się na samym na ulepszaniu tworzonego oprogramowania i interakcji z klientami i użytkownikami. Eliminują one także wiele błędów wynikających z konieczności manualnej konfiguracji czy manualnego wykonywania testów.

Upowszechnienie architektury mikroservisowej i konteneryzacji przy powstawaniu nowych i rozbudowie istniejących systemów wymaga zapewnienia odpowiedniego poziomu monitorowania. Czynności takie, jak przeglądanie logów, debugowanie i analiza błędów czy sprawdzanie kondycji systemu (średni czas odpowiedzi, liczba pojawiających się błędów itp.), stają się znacznie bardziej skomplikowanymi procesami. Z pomocą przychodzą nam nowe narzędzia i wzorce postępowania, które świetnie sprawdzają się podczas pracy z systemami wdrożonymi w chmurze.

Agregacja logów

W przypadku systemu uruchomionego jako jeden proces, na jednej maszynie, przeglądanie logów nie stanowi

większego problemu. Problemy zaczynają się pojawiać, gdy aplikacja zostaje wdrożona w postaci wielu współpracujących ze sobą serwisów. Przeanalizowanie logów w takim systemie wymagałoby utworzenia połączenia do każdego serwisu osobno, co – przy rosnącej ich liczbie – staje się uciążliwe. Wraz z wykorzystaniem kontenerów dochodzi również problem ich efemeryczności.

Z pomocą przychodzą systemy agregujące logi. Dostarczają one rozwiązania służące do importowania logów z poszczególnych aplikacji do centralnego systemu. Taka synchronizacja może odbywać się na różne sposoby. Trzy najbardziej popularne to:

- wysyłanie logów bezpośrednio z serwisu do centralnego systemu,
- agent monitorujący zainstalowany na tej samej maszynie i uruchomiony obok aplikacji jako niezależny proces,
- tzw. *sidecar*, czyli dodatkowy kontener obok kontenera z aplikacją.

Wybrane rozwiązanie nie powinno istotnie wpływać na wydajność samej aplikacji. Dodatkową funkcjonalnością systemów agregujących jest możliwość wizualizacji logów, bardzo pomocna podczas analizy działania systemu – ponieważ logi są już odpowiednio sparsowane, co ułatwia skupienie się na ich treści. Istnieje również możliwość tworzenia zapytań filtrujących i przeszukujących logi po zadanych kryteriach, co z kolei może zostać wykorzystane do tworzenia alertów na ich podstawie.

Monitorowanie stanu aplikacji

Podobnie jak w przypadku przeglądania logów, stopień złożoności systemu utrudnia analizę błędów w działaniu aplikacji i bez odpowiednich narzędzi trudno byłoby zdiagnozować problemy. Pomocny staje się tutaj wzorzec *distributed tracing*, który daje możliwość prześledzenia requestów od momentu ich wejścia do systemu aż do uzyskania odpowiedzi (<https://docs.logz.io/user-guide/distributed-tracing/what-is-tracing/>).

Odbywa się to przez nadanie żądaniom unikalnego identyfikatora (tzw. *trace ID*), który później przekazywany jest we wszystkich wywołaniach, jakie następują po drodze. Następnie taka wartość dodawana jest do każdego wpisu w logach, co pozwala osadzić każdy z nich w odpowiednim kontekście. Dodatkowo każdy *trace* składa się z wielu *spanów*, czyli pojedynczych operacji wykonywanych w danej ścieżce wykonania. Mając odpowiednio skonfigurowany centralny system logowania oraz zaimplementowany wzorzec *distributed tracing* możemy debugować problemy w środowisku rozproszonym. Możliwa jest również wizualizacja przepływów wraz z czasem ich wykonania.

Równie ważnym elementem monitorowania aplikacji są metryki, które pozwalają ocenić ogólny stan systemu lub pojedynczych serwisów. Metryki możemy podzielić na biznesowe (np. liczba wygenerowanych faktur, zrealizowanych płatności w jednostce czasu) i techniczne (np. czas odpowiedzi poszczególnych zapytań, liczba żądań, zużycie CPU itp.). Jednostki stosowane przy definiowaniu metryk mogą być oczywiście różne, ale bardzo często wykorzystuje się percentyle, które najlepiej obrazują daną wartość. Gromadzenie statystyk bazuje często na wykorzystaniu logów, jakie generuje aplikacja. Dostępne są również specjalne narzędzia, które pozwalają na publikowanie metryk z systemu w ustandaryzowany sposób oraz ich wizualizowanie. Metryki są też dobrym punktem wyjściowym do zdefiniowania bazującego na nich systemu powiadamiania specjalistów. Metryki mogą zostać bardziej sformalizowane w postaci SLA (*Service Level Agreement* – umowa o poziomie świadczenia usług), co powoduje, że stają się one obiektem zainteresowania nie tylko inżynierów, lecz także ludzi biznesu.

Wyzwania organizacyjne

Organizacja pracy w zespołach DevOps – złożonych ze specjalistów tworzących oprogramowanie i zarządzających nim, działających w trybie *Continuous Development/Continuous Delivery* dzięki „skróceniu pętli sprzężenia zwrotnego” – okazała się bardzo skutecznym sposobem zarówno szybkiego dostarczania działającego oprogramowania, jak i szybkiego modyfikowania lub poprawiania go na podstawie bieżących analiz działania programów. Choć w takiej organizacji pracy pojawiły się nowe role zawodowe (np. DevOps developer) oraz odpowiednie narzędzia ją wspierające, to organizacja DevOps nie spowodowała radykalnych zmian w inżynierii oprogramowania. Zdecydowana większość narzędzi oraz metod tworzenia i testowania programów czy mikroservisów powstała w zasadzie niezależnie od pojawienia się w firmach zespołów DevOps.

Z daleko większymi zmianami wiąże się organizacja pracy typu BizDevOps, którą widać w firmach i instytucjach nieinformatycznych i która polega na bezpośredniej współpracy działów biznesowych z własnymi działami IT firmy, wspólnego działania pracowników biznesowych ze specjalistami z zewnętrznych firm IT czy współpracy w ramach tzw. body leasingu. Procesem toczącym się równolegle jest rozwój narzędzi nisko- i zerokodowych, umożliwiających tworzenie rozwiązań informatycznych bez umiejętności kodowania w jakimkolwiek języku programowania. Z jednej strony narzędzia Low-Code/No-Code rozszerzają możliwości pracy w układzie BizDevOps, a z drugiej strony – organizacja pracy w zespołach BizDevOps stymuluje czy wręcz wymusza rozwijanie takich narzędzi.

Organizacja pracy w modelu BizDevOps z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi nisko- i zero-kodowych stawia przed wprowadzającymi je firmami i instytucjami wymagania przede wszystkim w trzech obszarach:

- kompetencji pracowników-nieinformatyków i specjalistów IT,
- organizacji procesów biznesowych,
- organizacji współpracy pracowników z rozwiązaniami zautomatyzowanymi.

W obszarze kompetencji pracowników działów nieinformatycznych wymagane są umiejętności posługiwania się nowymi narzędziami w taki sposób, by móc z ich użyciem odpowiednio informatyzować dobrze znane tym pracownikom procesy biznesowe i procedury administracyjne. Specjaliści IT muszą umieć tworzyć narzędzia Low-Code/No-Code, w których coraz szerzej stosowane są rozwiązania sztucznej inteligencji (AI) i uczenia maszynowego (ML). Pojawiają się nowe role zawodowe, np. „pasterz robotów” – specjalista, który potrafi odpowiednio prowadzić proces nauczania robotów programowych. Uczenie robotów wymaga także analizy i odpowiedniego doboru danych treningowych, aby uniknąć „nauczenia” robota nieprawidłowych decyzji i działań, wynikających ze złego doboru danych treningowych i testowych. Natomiast ci informatycy, którzy pracują w zespołach BizDevOps, muszą coraz lepiej rozumieć procesy biznesowe i organizacyjne, żeby pomagać nieinformatykom w korzystaniu z narzędzi Low-Code/No-Code, a także wspólnie definiować założenia i wymagania do tworzenia takich narzędzi.

W obszarze organizacji procesów są już doświadczenia robotyzacji procesów biznesowych – np. w bankach, u operatorów telekomunikacyjnych, dostawców różnych usług masowych czy wielkich platform sprzedaży – a więc w firmach i organizacjach, w których najszerzej wprowadzane są roboty programowe, a następnie kompleksowe rozwiązania nazywane hiperautomatyzacją. Wynika z nich, że mimo rozwoju zastosowań AI/ML warunkiem sukcesu, a często wręcz możliwości rozpoczęcia automatyzacji, jest uporządkowanie i sformalizowanie procesów i procedur. Prawidłowa organizacja i formalizacja procesów wymaga odpowiednich kompetencji nie tylko pracowników na szczeblu bezpośredniego produkcyjnym, lecz także menedżerskim i zarządczym.

Z punktu widzenia inżynierii oprogramowania robotyzacja i hiperautomatyzacja niesie ze sobą konieczność odpowiedzi na kilka pytań dotyczących odpowiedzialności za jakość rozwiązań informatycznych tworzonych przy wykorzystaniu AI/ML. Do rozstrzygnięcia są np. takie kwestie, jak to,

kto odpowiada za wydajność, spójność i bezpieczeństwo stosowania rozwiązań tworzonych narzędziami Low-Code/No-Code przez nieinformatyków.

Obszar współpracy pracowników z robotami do tej pory koncentrował się na bezpieczeństwie ludzi współpracujących z robotami stosowanymi w produkcji przemysłowej (np. roboty spawalnicze, zrobotyzowane gniazda maszynowe itp.). Pojawienie się coraz bardziej zaawansowanych robotów programowych zwróciło uwagę na zagadnienia tzw. kobotyżacji – współpracy ludzi z rozwiązaniami korzystającymi ze sztucznej inteligencji. Jest to obszar, który wymaga nowych kompetencji specjalistów HR w firmach i instytucjach m.in. z uwagi na jego aspekty psychologiczne i oddziaływania społeczne. To zagadnienie wykracza jednak daleko poza dziedzinę inżynierii oprogramowania i zasługuje na oddzielne omówienie.

Dziękujemy partnerom konferencji

Patronom honorowym



Ministerstwo
Rozwoju i Technologii

HONOROWY PATRONAT

Połącznika Rządu ds. Cyberbezpieczeństwa
Janusza Cieszyńskiego



Patronom instytucjonalnym



CYFROWA
POLSKA



PIIT

PARP
Grupa PFR



Patronom medialnym



w edukacji

IT administracji



COMPUTERWORLD



Patronom naukowym



KPI

WMP
SNS
UKSW

Wydział Matematyczno-Przyrodniczy,
Szkoła Nauk Ścisłych
UNIWERSYTET KARDYNAŁA
STEFANA WYSZYŃSKIEGO
W WARSZAWIE



WAT
Wojskowa
Akademia
Techniczna



NASK

Ile naturalnego w tym, co sztuczne

Uwagi Herberta Simona na temat ograniczeń sztucznej inteligencji zasługują na przemyslenie. Sformułowane w latach 60. minionego stulecia, odczytane w dekadę po jego śmierci, stanowią trafną diagnozę i przestrożę przed przecenianiem i niewłaściwym wykorzystaniem systemów informatycznych.



Marek Hetmański

profesor zwyczajny w Instytucie Filozofii
Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, kierownik Katedry Ontologii i Epistemologii,
członek Polskiego Towarzystwa Filozoficznego i Polskiego Towarzystwa Kognitywistycznego.
Filozof i epistemolog, zajmuje się problemami poznania i wiedzy
w ich uwarunkowaniu społecznym oraz technicznymi
czynnikami, w tym zwłaszcza technologiami informatycznymi.



Herberta Simona (1916–2001) bez przesady można nazwać „polihistorem sztucznych systemów”, gdyż łączył w swoich badaniach naukowych i administracyjnych ekonomię matematyczną i behawioralną, politologię, teorię i praktykę administracji, matematykę i statystykę, informatykę i sztuczną inteligencję – wnosząc istotny wkład w metodologię każdej z tych dziedzin. Osiągał w nich wyniki o wielostronnym zastosowaniu i powszechnej akceptacji, czego przykładem jest Nagroda Banku Szwecji im. Alfreda Nobla w dziedzinie ekonomii czy Medal Turinga (otrzymany razem z Allenem Newellem) za integrację badań nad ludzkimi procesami poznawczymi oraz procesami algorytmicznymi przebiegającymi w systemach komputerowych.

Właśnie poszukiwanie analogii i nie mniej istotnych różnic pomiędzy ludzkimi i maszynowymi procesami przetwarzania informacji było tematem interdyscyplinarnych badań Simona. Analizował czynności poznawcze człowieka wieloaspektowo – od strony ich komputerowych modeli i symulacji, jak również tego, jak dają się usprawnić pod wpływem algorytmów. To, co sztuczne – model, symulator, algorytm, robot – było dla Simona środkiem opisu poznania i działania człowieka. Zależności i oddziaływania tego, co sztuczne z tym, co naturalne, śledził we wszystkich sferach życia

jednostek, organizacji i społeczeństw, odnosił je również do ludzkości i cywilizacji.

Spośród wielu specjalistycznych opracowań i monografi Simona, które stały się klasycznymi tekstami dla ekonomii czy teorii i praktyki administracji, na uwagę zasługuje skromna objętościowo praca z 1969 r. zatytułowana *The Sciences of the Artificial*, mająca już trzy wydania (ostatnie z 1996 r.). Ważka treść tego filozoficznego eseju warta jest upowszechnienia.



Posiłkując się własnymi badaniami, jak również rozległymi studiami porównawczymi cywilizacji technicznej i społecznych zastosowań techniki, Simon spojrzął na technologiczne zastosowania informatyki, sztucznej inteligencji i psychologii poznawczej (kognitywistyki) dogłębnie i zarazem krytycznie, zachowując trzeźwy osąd praktyka i mądrość filozofa.

W rozumieniu Simona „nauki o tym, co sztuczne” opierają się na trudnej do uchwycenia różnicy między tym, co w życiu człowieka jest naturalne, pierwotne, proste, spontaniczne czy niezakłócone, a tym, co jest właśnie sztuczne – wytworzone, zrobione, wymodelowane, podrobione, afektowane czy fałszywe, a więc *nienaturalne*. Opozycja naturalne – sztuczne jest względna i zależy od warunków, w których się ją określa. Inaczej przebiegała w czasach średniowiecza, kiedy sztuczne były czynności i wytwory głównie rzemiosła lub sztuk pięknych, a reszta świata była naturalna (będąc niemniej dziełem boskiego projektu). Inaczej wyglądała w epoce przemysłowej rewolucji, kiedy ludzkich wytworów: narzędzi, maszyn i technologicznych procesów przybywało. Zupełnie inaczej sytuacja wygląda obecnie, kiedy rozlicznych wytworów komputerowej rewolucji jest już natłok, przez co granicy między sztucznym a naturalnym wyrażnie nie widać; rozróżnienie takie straciło już sens.

Oksymoron czy pleonazm

Na marginesie uwag samego Simona warto zauważyć, że nazwa „sztuczna inteligencja” jest wieloznaczna. Jest *oksymoronom*, gdyż łączy w sobie dwa różne znaczenia, przeciwstawne terminy: inteligencję ludzką, będącą naturalną, wrodzoną i doskonałą dyspozycją każdego człowieka, zestawia się z tym, co jest dzięki niej wytwarzane – komputerami, algorytmami, robotami, które mają ją jakoby posiadać. Wydźwięk nazwy „sztuczna inteligencja” jest tego samego rodzaju co Mickiewiczowski „suchy przestwór oceanu” – retorycznym, perswazyjnym zabiegiem, metaforycznym zwrotem. Jest ona także *pleonazmem*, gdyż zestawia ze sobą określony sztuczny system – robota, algorytm, aplikację internetową – z inteligencją jego użytkownika, która (przy założeniu oczywistym w psychologii rozwojowej czy pedagogice) jest inteligencją zawsze już jakoś zmienioną, ukształtowaną pod wpływem tych systemów, a więc... sztuczną. Sztuczną, bo projektowaną przez programistów. Wydźwięk kluczowej nazwy jest wówczas tego rodzaju, co zwrot „nieustanny postęp” – redundantnym zestawieniem dwu określeń o tym samym znaczeniu.

Taką wieloznaczność rozpoznać można od początku powstania teorii i praktyki sztucznej inteligencji w obrębie cybernetyki, informatyki i robotyki. W obu wersjach terminu „sztuczna inteligencja” należy widzieć jego perswazyjną, a nawet ideologiczną funkcję. Termin ten nie tylko bowiem charakteryzuje cywilizację ostatniego półwiecza, lecz również agituje na rzecz scjentystycznego i technokratycznego światopoglądu. Zapowiada i obiecuje sukcesy, zyski i postęp cywilizacyjny, ukrywa jednak trudności, ograniczenia, manipulację oraz kulturowy regres, jakie się wiążą ze złożonymi systemami. O tym właśnie jest mowa w „naukach o tym, co sztuczne”, z których Simon wyciągał ważne dla nas pouczenie.



Projektowanie dla przyszłości

Simon dogłębnie zanalizował metodologię i teorię podejścia *inżynierskiego* w tworzeniu i używaniu systemów informatycznych stosowanych w społeczeństwie. Jako psychologa, ekonomistę oraz teoretyka administracji interesowały go procesy i czynności poznawcze tych, którzy je tworzą, i tych, którzy je użytkują, a także efekty i koszty ich funkcjonowania. Na każdy z tych aspektów informatycznych projektów patrzył z perspektywy odległej przyszłości; nie bieżąca ocena rynkowa i satysfakcja z ich użytkowania, lecz przewidywane skutki mają przesądzać o ich wartości. O ocenie projektów informatycznych winni decydować nie sami twórcy i użytkownicy, lecz ich wnukowie; doświadczenie kolejnych pokoleń użytkowników informatycznych narzędzi jest bardziej wiarygodne niż bieżące entuzjastyczne oceny ich twórców i propagatorów. W projektowaniu i szacowaniu winno się ponadto uwzględniać wartości – nie partykularne czy korporacyjne, lecz społeczne, ogólnoludzkie. Tak radził polihistor informatyki, także jej humanista.

Projektowanie sztucznych systemów musi zawierać następujące składowe: (1) cel założony i uzgodniony przed jego podjęciem; (2) środki rozważnie dobrane do jego realizacji; (3) wykonanie samego działania oraz (4) analizę oczekiwanych skutków, oszacowanie kosztów realizacji, w tym zwłaszcza niepowodzeń i strat. Informatyczne projekty nie są wyjątkiem, także muszą być planowane i szacowane z uwzględnieniem tych elementów. Dobre projekty winny być, twierdził Simon, realizowane na podstawie racjonalnych strategii. Każda taka strategia polega na wyborze najkorzystniejszego zestawu z wszystkich możliwych konsekwencji danego działania. Sprowadza się do trzech kroków: (1) rozpoznania i zbadania alternatywnych działań; (2) określenia konsekwencji dla każdego z wariantów; (3) porównania i wyboru zestawu działań ze względu na jego skuteczność. Wybór inżynierskiego czy informatycznego projektu dokonuje się na podstawie nie najlepszej (wyidealizowanej), lecz *zadowolającej* informacji, wiedzy, metody i środków działania. Zadowolającym – co znaczy *optymalnym*, nie maksymalnym – rozwiązaniem winien kierować się każdy projekt inżynierski zasługujący na miano „racjonalnego”. Tak powinny działać jednostki, grupy i całe organizacje.



Racjonalność w świecie informatycznych artefaktów

W kwestii, czym jest racjonalne działanie strategiczne, Simon miał zdanie ukształtowane w polemice z filozoficznymi (idealistycznymi) i ekonomicznymi (neoliberalnymi) teoriami, zakładającymi omnipotencję poznawczą podmiotu ekonomicznego czy politycznego. Swoją koncepcję określił „behawioralnym modelem racjonalności ograniczonej” i przeciwstawiał ją „olimpijskiemu modelowi racjonalności” odziedziczonemu jeszcze ze starożytności. Argumentował

na rzecz realistycznej koncepcji człowieka jako podmiotu o kompetencjach poznawczych, jak wnioskowanie, rozumowanie czy prognozowanie, które powstają oraz doskonala się pod wpływem narzędzi i techniki.

Racjonalne projektowanie, argumentował Simon, które zachodzi w produkcji, usługach, komunikacji, rozrywce czy edukacji wymaga szerokich wizji oraz uniwersalnych wartości. Jest nie tylko działaniem inżynierskim, lecz także postępowaniem etycznym, łączy się bowiem z odpowiedzialnością za skutki projektów. – *Sukces planowania na szeroką skalę wymaga uczciwości i powściągnięcia w wyznaczaniu celów projektowych oraz znacznego uproszczenia rzeczywistych funkcji będących przedmiotem procesu projektowania. [...] Aby wyobrazić sobie, czym powinno być projektowanie, musimy wiedzieć lub co najmniej zgadywać, jakimi będą w przyszłości wymagania, które musimy przyjąć już dzisiaj* (s. 141/148). Bez wyobraźni projektowanie staje się zaledwie zwykłym wytwarzaniem użytecznych narzędzi. Wprawdzie samo projektowanie jest działaniem wąsko grupowym, to jednak w przypadku informatycznych projektów podejmować je trzeba w imię jak najszerzych generacji społecznych, nie tylko partykularnych interesów grupowych, klientów czy akcjonariuszy. Do ich ewaluacji winni być włączeni wszyscy aktualni i potencjalni interesariusze – strona publiczna, lokalna, społeczna, użytkownicy edukacji i nauki.

Uwaga Simona, że przyszłe skutki projektów muszą być włączone w ocenę ich wartości, jest niezwykle trafna. Ma szczególne znaczenie w projektowaniu informatycznych narzędzi i usług. Ze względu na ich skutki, w tym nieoczekiwane i negatywne, projektowanie powinno być odpowiedzialne społecznie. Artefakty informatyczne – wirtualna rzeczywistość, immersyjne aplikacje, komunikatory itp. – tak bardzo zmieniają podmiotowość ich użytkowników, że nie można abstrahować od tych zmian ani od ich etycznych konsekwencji. Ten, kto projektuje sztuczną inteligencję i roboty, staje się bez mała Demiurgiem. Towarzyszy mu pokusa ingerowania w myślenie i działania użytkowników sztucznych systemów. Nie zawsze pamięta się o skutkach takiej informatycznej kreacji.

– *Doświadczamy dzisiaj wielkiego dylematu, jak daleko powinniśmy się posunąć w „doskonaleniu” ludzkich istot wbrew ich woli. [...] Większość inżynierskich przedsięwzięć dokonywana jest w ramach biznesowych i rządowych organizacji. W tym środowisku narasta konflikt pomiędzy kryteriami podejmowania decyzji sformułowanymi przez specjalistów, a tymi, które są narzucane przez organizację. [...] W coraz bardziej złożonym świecie, w którym obecnie żyjemy, profesjonalni inżynierowie mają swobodę w nadawaniu priorytetu swoim zawodowym rozwiązaniom w stosunku do celów organizacji. W oparciu o to decydują, kto jest klientem. W szczególności decydują, które z pozytywnych, jak i negatywnych własności artefaktów powinny być uwzględnione w kryteriach oceny projektu* – pisał Simon.



Właściwa perspektywa

Uwaga Simona, iż projektowanie daje moc, ale i pokusę wytwarzania nowych ludzkich dyspozycji do działania – już nie „naturalnego” (ograniczonego), lecz „sztucznego” (doskonałego) – daje do myślenia. Przydanie projektom informatycznym priorytetu wobec interesów korporacyjnych wydaje się słuszne. Powstaje jednak pytanie, czy jest to możliwe w świecie podporządkowanym prywatnemu biznesowi, w którym projekt informatyczny jest realizacją nie idealnych, lecz komercyjnych celów? Czy informatyczne programy, aplikacje, narzędzia mogą poza komercyjnymi celami wyrażać jeszcze cele projektowe, o których mówił Simon? Wydaje się to być trudne, nawet niemożliwe do spełnienia.

Nie można zapomnieć, że w praktyce i teorii sztucznej inteligencji – sektorze globalnej gospodarki, który dominuje nad resztą przedsięwzięć ekonomicznych współczesnego świata – projektuje się nie tylko systemy, lecz także ludzi i społeczeństwa, które mają je obsługiwać i używać w każdej sferze ich życia. Eksponowanie i wzmacnianie takich procesów poznawczych, jak koncentracja uwagi, zapamiętywanie czy reagowanie na sygnały i bodźce – czego urządzenia i systemy informatyczne wymagają coraz bardziej – ma skutek trwałego uzależniania. Wprawdzie każde narzędzie i system, w którym ono funkcjonuje, uwarunkowuje swoich użytkowników, to jednak sztuczna inteligencja robi to w skali i na poziomie dotychczas niespotykanym. Każda z funkcji narzędzia informatycznego – dostęp do baz informacji, ich wyszukiwanie, przetwarzanie tekstu i obrazu, transmisja danych oraz sieciowa łączność i komunikowanie – jest zaprojektowana ze względu na jej efektywność i w granicach założonych przez inżyniera, menadżera projektu, właściciela firmy czy korporacji. Zakres użycia wyznaczony jest przez informatyczne własności i technologiczne parametry narzędzi i systemów, użytkowanie jest im podporządkowane.

Simon zalecał rozpatrzenie w projekcie jego skutków z „perspektywy wnuków”. Współczesne projektowanie informatycznych narzędzi zdaje się widzieć je inaczej, nie tak rozległe. Widzi je na odległość ręki i wzroku obsługujących bieżącą funkcję na smartfonie, zmagających się z rozrywkowymi aplikacjami lub komunikatorami. Człowiek się dostosowuje do tak zaprojektowanych systemów informatycznych, a nie one do człowieka. Sztuczna inteligencja jeszcze bardziej eksponuje swoją dwuznaczną pleonastyczną nazwę. Ogranicza oraz zakłóca to, co w ludzkim poznaniu i wiedzy już jest i nadal mogłoby być w najprostszym sensie *naturalne* – spontaniczną, wrodzoną ciekawość, rozwijanie własnych zainteresowań, poszukiwanie rzeczywistej informacji, formułowanie własnych sądów, budowanie krytycznej opinii.

Bibliografia: Simon, Herbert A. 1996. *The Sciences of the Artificial* (3rd ed.). Cambridge, MA: MIT Press

Świat w chmurze

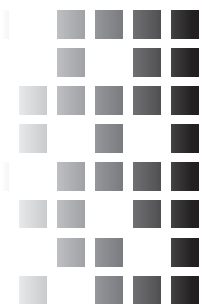
Dane jako piąty żywioł?

Życ w XXI w. to znaczy żyć w cywilizacji zalanej potopem danych i informacji – są one jak hydrant, którego siła nas powala. Tak jak alkohol, dane można wydestylować ze wszystkiego i przerobić je na użyteczne informacje, wiedzę. Tak sobie nieraz myślę, że przyjdzie taki dzień, kiedy mózg przestanie je chłonać i trzeba będzie je aplikować dożylnie.

Temat danych obrósł tysiącami publikacji pokazujących ten fenomen naszego czasu z najróżniejszych perspektyw. Nie chcę wkleść się w szczegóły, lecz pokusić się o krótką refleksję, na ile ich inwazja w nasze życie znamionuje jakiś przełom cywilizacyjny, głęboką zmianę społeczną. Ludzie i organizacje, społeczności zawsze potrzebowały danych, bo bez nich nie ma informacji i nowej wiedzy. Informacje to dane przetworzone, wydestylowane, skontekstualizowane, zinterpretowane, zważone i jako takie są niezbędne w procesie optymalizacji decyzji.

Tego zalewu danych istotnie dzisiaj doświadczamy. Ale czy dopiero dzisiaj? – *Jedną z chorób obecnego stulecia jest nadmiar książek. Świat jest nimi tak obciążony, że nie sposób przetrawić obfitości jałowych treści, które rodzą się co dzień* – te słowa napisał Barnaby Rich, angielski pisarz. Ale wiecie Państwo kiedy? W 1613 r.! Znaczyłoby to, że w każdej epoce ludzie mieli poczucie nadmiaru informacji i to nie tylko w zaawansowanych cywilizacjach.

Nie płynęły one ze sztucznego środowiska, jakie stworzył człowiek, a z natury. Człowiek miał poczucie nadmiaru, bo nie rozumiał otoczenia, w jakim żył, miał nikłą wiedzę o przy-



Kazimierz Krzysztofek

profesor Uniwersytetu SWPS, magister prawa (Uniwersytet Jagielloński), dr nauk humanistycznych, dr hab. nauk politycznych (Uniwersytet Warszawski), w przeszłości związany z Instytutem Kultury, Fundacją „Pro Cultura”, Komitetem Prognoz PAN Polska 2000 Plus. Postdoc w Massachusetts Institute of Technology w obszarze badań nad mediami i komunikacją, w latach 1990–2005 członek zarządu Europejskiej sieci badań i informacji o kulturze CIRCLE. Autor publikacji z zakresu teorii zmian społecznych, socjologii pracy, społeczeństwa informacyjnego, socjologii Internetu, nowych mediów i przemysłów kultury oraz komunikacji międzykulturowej.

rodzie. Z czasem nabierał przekonania, że rozumie wszystko, a ten szczyt osiągnął w epoce Oświecenia, gdy wyniósł ratio na piedestał. Zatem to przekonanie o wyjątkowości czasu, w jakim żyjemy, wynika z niesprawiedliwej optyki historycznej, wydaje nam się, że żyjemy w najważniejszej epoce. Ale faktem jestem, że zalewa nas ten hydrant danych i informacji, bo stworzyliśmy technologie cyfrowe, które je generują i rozpowszechniają na skalę globalną.

Dane na pierwszym planie

Analizy frekwencyjne słów, jakimi posługujemy się w codziennej komunikacji, mediach, ekonomii i in. pokazują, że dane, często w wersji wielkie dane albo wielkie złoża danych (Big Data), to słowo czy słowa, które stały się gwiazdami leksykalnymi. Kiedy mówimy o danych to natychmiast uruchamiamy wiele skojarzeń – przywołujemy pojęcia, których nie było w obiegu kilkadziesiąt/kilkanaście/kilka lat temu. One są wskaźnikiem zmiany technologicznej, społecznej i kulturowej: bazy danych, sztuczna inteligencja, roszszerzona i wirtualna rzeczywistość, data science, chmura, metaverse 5G, w bliskiej przyszłości 6G i cały nowy wokabularz słów z przedrostkami „i” i „e”.

Wśród pojęć, które są kluczowe w analizach zmiany technologicznej, na czoło wysuwają się właśnie dane, a zaraz po nich algorytmy. Są to pojęcia znane od dawna, ale w epoce cyfrowej nabierają szczególnego znaczenia i nowego sensu. W potocznych narracjach jest wiele metafor danych, np. paliwo XXI w., waluta XXI wieku i in. Ilość i jakość usług w sieci i w realu zależy od ilości i jakości różnego typu danych nas dotyczących. Dlatego, obok innych wymiarów bezpieczeństwa, bezpieczeństwo danych w odniesieniu do wielu aspektów naszego życia, urasta do najwyższej rangi.

Na przetwarzanie danych tylko po części dajemy zgodę, tam gdzie klikamy „zgadzam się”. Nie wyrażamy przecież zgody na gromadzenie danych behawioralnych, np. płacenie kartą, a one są oczywiście pozyskiwane, przetwarzane i wykorzystywane w reklamie czy marketingu. Dane stały się środkami produkcji, bo Google, FB, Twitter nie oferowałyby swych usług za darmo. Korporacje chcą traktować wolny przepływ danych jako przepływy kapitału. W Chinach funkcjonuje giełda handlu danymi, dzięki nim państwo rozwija system kredytu społecznego. Coraz większej ilości danych potrzeba do funkcjonowania platform internetowych. Jako użytkownicy tych platform jesteśmy klientami, ale także towarami oraz źródłem surowców, bo przecież mówi się o danych surowych.

Istotne jest pytanie, co wiemy o dzisiejszym kształcie społeczeństwa bogatego w dane. Na ile wcześniejsze teorie społeczeństwa informacyjnego wyjaśniają obecnie zachodzące procesy i czy w ogóle potrafimy je nazwać w adekwatnym języku. Teorie społeczeństwa powstawały już od lat 60. ub. wieku, rozwinęły się w latach 70. i 80., ale wszyst-

ko to miało miejsce w czasie, gdy istniały tylko komputery jako wielkie maszyny, a do lat 80. nie było komputerów osobistych (PC-tów i laptopów), Internetu w dzisiejszym kształcie (WWW) i nie było oczywiście Big Data. Dziś mamy społeczeństwo hiperinformacyjne.

Nowy cykl cywilizacyjny

Spływają na nas ustrukturyzowane i nieustrukturyzowane strumienie danych, które rejestrowane przez nasze zmysły są następnie przetwarzane intelektualnie i wpuszczone w obieg społeczny za pośrednictwem różnorodnych platform komunikacyjnych.

” *Nie ma relacji między ludźmi i ludzi z przedmiotami bez pozyskiwania danych, każdy z nas przekształca dane innych ludzi. Danych dostarcza całe sensorium człowieka. Są to w elementarnym rozumieniu postrzeżenia zmysłowe: obrazy, zapachy, dźwięki, smaki, dotyk. Digitalizacja zmysłów pozwala na ich zapis w sztucznych systemach informacyjnych.*

Człowiek nigdy nie miał monopolu na emitowanie danych, bo to czyniła i czyni cała natura, żywa i nieożywiona. Nie miał też monopolu na ich postrzeganie czy przetwarzanie. Miał natomiast monopol na ich interpretowanie, „ważenie”, nadawanie im sensu, pozyskiwanie w ten sposób nowej wiedzy oraz integrowanie jej z już istniejącą.

Jeszcze nie do końca uświadamiamy sobie społeczne konsekwencje zwrotu cyfrowego, co on będzie oznaczał dla społeczeństwa, gospodarki, kultury i innych sfer życia. Otwierają się niesamowite możliwości eksperymentowania, społecznego tworzenia rzeczywistości. Koncepcja pieniądza, pracy i własności zyskuje wirtualną formę. Rozciągnięcie obrotu na dobra cyfrowe znakomicie poszerza zakres usług i produktów. Większość z tych dóbr to jeszcze cyfrowe kopie tych istniejących w realnej rzeczywistości społecznej. Pojawia się jednak coraz więcej dóbr i usług, które są *digital native*, co podwaja, a w każdym razie zwiększa ofertę rynkową.

Każda informacja, przefiltrowane dane, jest czyjaś, ponieważ jest rejestrowana przez aparat zmysłowy konkretnego podmiotu, który postrzega, wybiera, organizuje, nadaje

znaczenie, przepuszcza przez własny filtr przeżyć, instynktu, emocji, rozumu, doświadczenia, wartościowania, intuicji, zdrowego rozsądku, własnej wiedzy, stereotypów, mądrości itp. W ten sposób informacja nabiera kształtu (staje się *in forma*), jest „odlewana” przez subiektywne ludzkie zainteresowania mające swe źródło w poznawczych i umysłowych procesach odbiorcy, często niepostrzeżenie przetwarzana i włączana w różne sektory pamięci o różnym stopniu dostępności i trwałości.

Można powiedzieć *déjà vu*: obok „kopalni analogowych” przetwarzanych następnie przemysłowo, wydobywa się dziś „kopaliny cyfrowe”. Mamy zatem do czynienia jakby z powtórzeniem cyklu wydobywczego i przemysłowego. Można w tej analogii pójść o krok dalej: tak jak skończyła się faza zbieractwa i myślistwa i ludzie przeszli na hodowlę, tak myślistwo i „polowanie na dane” zostało w dużym stopniu zastąpione przez „uprawę danych”, coraz bardziej zalgorytmizowaną i zautomatyzowaną. Nakładka cyfrowa na rzeczywistość (maszyny widzenia, słyszenia, rejestrowania itp.) znacznie ją poszerza pod względem percepcji.

Konkluzja

Oddychamy danymi. Dzięki nim lepiej widzimy świat, ale też świat cyfrowy nas lepiej „widzi”. Człowiek epoki cyfrowej jawi się jako ogniwo *data flow*, terminal w przestrzeni przepływów, by przywołać hiszpańskiego socjologa Manuela Castelsssa. To, co robimy z danymi i co wielkie dane

„robią” z nami to jeden z kluczowych dziś problemów cywilizacyjnych w każdym wymiarze: społecznym, politycznym, ekonomicznym, kulturowym. Niezbędny jest stały monitoring, analiza doświadczenia i praktyk społecznych w niemal wszystkich orientacjach aktywności człowieka: ekspresywnej, ludycznej, kognitywnej, komunikacyjnej, normatywnej, narzędziowej i innych, które manifestują się częściowo, a w wielu przypadkach także całościowo w środowisku cyfrowym. Jest to istotne zważywszy na istotne zmiany, jakie się dokonują w związku z przejściem od analogowości do cyfrowości.

Świat staje się systemem coraz bardziej złożonym, miliardy codziennych interakcji, transferów materialnych i symbolicznych produkują złoża danych, z których czerpiemy pełną garścią. Ten świat staje się układem coraz bardziej chaotycznym, rodzącym zjawiska emergentne, które trudno przewidzieć, a często nawet nazwać w znanym nam języku. To znakomicie komplikuje jakiegokolwiek prognozowanie.

Technologie pozyskiwania, przetwarzania i analizowania danych kreują nowe światy i nowych ludzi. Nie jesteśmy w stanie zdefiniować siebie bez nakreślenia obrazu naszego świata, a zarazem nie możemy go opisać bez opisania, kim jesteśmy jako *digital humans*. Kiedy pojawia się nowa rzeczywistość, kiedy wkraczamy do nowego świata, to stajemy się nowymi ludźmi. Nowi ludzie w nowym świecie ciągle jeszcze nie bardzo wiedzą, jak się w nim poruszać, a nie mogą się dowiedzieć od starszych pokoleń, ponieważ one zostały ukształtowane w innej epoce.

Dataism, jak twierdzi izraelski historyk Yuval Noah Harari³, staje się quasi-religią. Zdanie się na inteligentne systemy analityczne i raporty, jakie one wytwarzają, niesie szanse, ale i spore ryzyko. Należałoby zbadać, czy zaawansowana analityka nie grozi algorytmizowaniem ludzi, czy nie zdają się oni na mądrość systemu; czy nie prowadzi do podświadomego niedocenia własnej interpretacji i ewaluacji danych, bo „maszyna wie lepiej”. Na takim psychologicznym gruncie może rodzić się bezkrytyczna postawa wobec systemów informacyjnych. Wybitni intelektualiści Stanisław Lem i Paul Virilio przestrzegali, że produkcja danych grozi tym, iż staną się one raczej śmietnikiem, wysypiskiem cyfrowym niż sezamem. Pętla danych zaciska się na szyi. Lem straszył „bombą megabitową”¹, a Virilio „bombą informacyjną”². Ten drugi przywołuje Einsteina, który był przekonany, że wybuch tej bomby jest tylko kwestią czasu, w wyniku czego rozpęta się wojna informacyjna, oparta na globalnej interaktywności, a informacja zleje się z dezinformacją. W ciągu kilku lat wraz z „wynalazkiem” Big Data zmieniła się perspektywa: to już nie bomba, a nadzwyczajna szansa czerpania z nowego bogactwa.

¹ S. Lem, *Bomba megabitowa*, Kraków 1999.

² P. Virilio, *Bomba informacyjna*, Warszawa 2006

³ Y. N. Harari, *Homo deus: Krótka historia jutra*, Kraków, 2018



Digital Trust

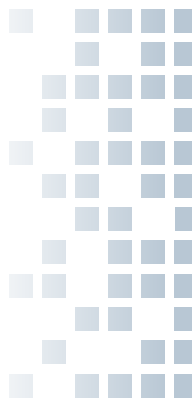
– cyfrowe zaufanie
czy zaufanie do
cyfryzacji

Trust to zaufanie, ufność, wiara (www.ling.pl). Zaś zaufanie to przekonanie, że jakieś osobie lub instytucji można ufać i że czyjeś słowa, informacje itp. są prawdziwe (<https://sjp.pwn.pl>). Skoro cyfryzacja jest coraz powszechniejsza, to zaufanie odnosi się także do systemów informatycznych. Chcemy wierzyć, że systemy nas nie oszukają i nie zrobią nam niczego złego.

Niestety, możemy się rozczarować i to boleśnie.

(Nie)Wiara w banki

Dotkliwie dla mnie i mojej rodziny okazało się zastosowanie przez dwa banki – niezależnie od siebie – algorytmów cyfrowych dla zapewnienia zgodności z jednym z przepisów nałożonych na instytucje finansowe. Banki uznały, że sprawa jest prosta, wręcz banalna i rzuciły ją na swoje sztuczne inteligencje oczekując, że będziemy pokornie czapkować maszynie. Przyjęty przez oba banki sposób postępowania zdecydowanie doprowadził do utraty naszego zaufania i naruszenia naszej prywatności (nie podam nazw instytucji, bo sprawy się toczą).



Joanna Karczewska

One of Europe's Top Cyber Women

Zastosowałam metodykę PIA francuskiego organu ochrony danych osobowych CNIL do oceny sytuacji, w jakiej się znaleźliśmy. W skali (od 1 – bez znaczenia do 4 – maksymalne znaczenie) istotności skutków bezpośrednich i pośrednich działania algorytmów bankowych znaleźliśmy się na poziomie 3 – poważnym, gdyż doznajemy znaczących niedogodności, z którymi sobie jednakże radzimy sobie z poważnymi trudnościami.

(Nie)Wiara w rejestry publiczne

Z banku można zrezygnować. Niestety, z rejestru publicznego obywatel nie może się wypisać. Zatem ich wiarygodność jest kluczowa. Teoretycznie w e-rejestrach prowadzonych przez państwo są same prawdziwe dane. Zdziwienie, zdumienie i zaskoczenie pojawiają się, gdy dane w systemie nie odpowiadają danym rzeczywistym, a urzędnik bardziej wierzy systemowi niż faktom i na za interesowanego zrzuca udowodnienie błędu. Każdy taki incydent powoduje zmniejszenie zaufania do administracji publicznej. Oto przykłady:

■ Centralna Ewidencja i Informacja o Działalności Gospodarczej

Została wdrożona pod koniec 2011 r. Ze względu na opóźnienia w migracji danych z systemów gminnych wyłączono weryfikację nazw ulic z referencyjną bazą adresów TERYT. Skutek? Do dziś dnia w bazie są adresy niezgodne z krajowym rejestrem urzędowym podziału terytorialnego kraju prowadzonym przez GUS, a dokładnie z Centralnym Katalogiem Ulic. Skąd to wiem? Bo tak jest w przypadku mojej kamienicy. Owszem, przeglądarka wpisów CEIDG podpowiada pełną nazwę ulicy zgodną z bazą TERYT. Jednak po jej wybraniu możemy nie zobaczyć niektórych przedsiębiorców, jeżeli podamy plac lub aleję jako kryterium wyszukiwania. Dla Warszawy system wyświetli następujące liczby wpisów:

nazwa pełna	wpisów	nazwa niepełna	wpisów
Plac Konstytucji	59	Konstytucji	112
Aleja Jana Chrystiana Szucha	38	Szucha	111

Organy administracji publicznej nie mogą domagać się okazywania, przekazywania lub załączania do wniosków i innych przedkładanych przed nimi pism zaświadczeń o wpisie do CEIDG, bowiem same pobierają z systemu plik pdf z danymi publicznymi przedsiębiorcy. Błędy w jego danych mogą uniemożliwić jego udział w przetargu publicznym czy wynajem lokalu komunalnego. Znam przypadek sprzed kilku tygodni, gdy na podstawie błędnego wpisu

miejsca wykonywania działalności gospodarczej najemcę jednego z kilku lokali użytkowych w budynku uznano za właściciela całej nieruchomości.

■ Elektroniczne Księgi Wieczyste

Były wdrażane w latach 2003–2010. Tyle trwała migracja, która także spowodowała wiele błędów w danych. Sama się o tym przekonałam dopiero po czterech latach od migracji, gdy poszłam do sądu po nowy numer księgi wieczystej mojego mieszkania. Okazało się, że nazwa ulicy w EKW jest niezgodna z bazą TERYT. W 2011 r. jej aktualizacja zajęła kilka tygodni. W zeszłym tygodniu usłyszałam od znajomego, że 14 miesięcy (słownie: czternaście) potrwa sprostowanie stwierdzonego w marcu br. błędu w jego imieniu popełnionego w trakcie migracji, czyli ręcznym przepisywaniu danych z akt do systemu. Nie ma mowy o sprzedaży nieruchomości czy innym jej dysponowaniu dopóki błąd nie zostanie usunięty.

■ Platforma Usług Elektronicznych ZUS

Każdy z nas jest klientem Zakładu Ubezpieczeń Społecznych. Jesteśmy płatnikami i/lub świadczeniobiorcami. Na informatyzację ZUS-u wydano miliardy złotych. W Strategii ZUS na lata 2021–2025 słowo „automatyzacja” występuje 36 razy w kontekście świadczeń emerytalno-rentowych, rozliczeń płatników składek, wypłat zasiłków, procesów oraz wymiany danych z podmiotami i instytucjami zewnętrznymi. Automatyzacja ma m.in. ograniczyć błędy w decyzjach dla świadczeniobiorców w wyniku mniejszego udziału pracownika w procesie (powtarzalne czynności będą realizowane automatycznie przez system). Krótko mówiąc, ZUS ma być innowacyjną instytucją zaufania i zabezpieczenia społecznego.



Platforma Usług Elektronicznych ZUS

W 2017 r. próbowałam uzyskać z ZUS-u szczegółowe informacje, jak Zakład wyliczył moją emeryturę. Nie udało się pomimo długich starań. Miałam wątpliwości co do obliczenia wysokości świadczenia przedstawionego w decyzji i nadal nie wiem, skąd się biorą wartości kolejnych miesięcznych przelewów. W ramach innowacyjności ZUS powinien udostępniać w systemie PUE indywidualne szczegółowe algorytmy wyliczenia świadczenia. Wtedy wystarczy zalogować się i pobrać stosowny e-dokument – bez korespondencji w formie papierowej. To dopiero byłby dowód zaufania, uczciwości i szacunku Zakładu wobec swoich interesariuszy.



(Nie)Wiara w cyfryzację

Brak zaufania i wiary w dobre intencje pomysłodawców pojawia się także w kontekście nowych propozycji administracji publicznej utworzenia kolejnej centralnej bazy przetwarzającej nasze dane lub rozszerzenia już istniejącej. Ostatnio krytyczne komentarze wywołały m.in. następujące pomysły:

■ Zintegrowana Platforma Analityczna

Na portalu Dziennik Gazeta Prawna 4 lutego br. ukazał się artykuł o alarmistycznym tytule „Orwell po polsku. Rząd pracuje nad megabazą. Potencjał do nadużyć”. Redaktor odniósł się do kolejnego etapu budowy Zintegrowanej Platformy Analitycznej. Kolejnego, bo projekt trwa od 1.11.2017 r. (jak wynika z dokumentów Komitetu Rady Ministrów do spraw Cyfryzacji i Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa), zaś projekty zapisów ustawy i rozporządzenia dotyczących ZPA były dostępne na stronach RCL-u od marca 2021 r.

ZPA ma umożliwić:

- korelację danych pochodzących z różnych rejestrów prowadzonych obecnie w ramach administracji publicznej w celu analizy posiadanych zbiorów, budowania modeli statystycznych umożliwiających predykcję i przewidywania kierunków wprowadzania polityk publicznych;
- uzyskanie analiz wielowymiarowych, które będą podstawą do zwiększenia skuteczności i szybkości działań administracji w wybranych obszarach problemów społecznych i gospodarczych, poprzez wsparcie i przyspieszenie procesów decyzyjnych za pomocą wysokiej jakości informacji analitycznej.

Przez dwa dni wszystkie media bezrefleksyjnie powtarzały tezy artykułu. Minister J. Cieszyński uspokoił nastroje, ogłaszając chęć spotkania i dyskusji. Całe zamieszanie wywołało u mnie zdziwienie, zdumienie, zaskoczenie i ... zażenowanie. Bowiem żadna z osób wymienionych w artykule nie podzieliła się swoimi obawami, gdy była na to właściwa pora, czyli w czasie pierwszego i drugiego czytania proponowanych zmian w ustawie o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne na posiedzeniach Komisji Cyfryzacji, Innowacyjności i Nowoczesnych Technologii Sejmu RP w lipcu 2021 r. Na spotkaniu nie byłam, chociaż wysłałam zgłoszenie. Z twitterowego komunikatu po spotkaniu (<https://twitter.com/CyfryzacjaKPRM/status/1519252003502931969>) możemy się dowiedzieć, że zadanie ma być realizowane przy zachowaniu kontroli społecznej. Na razie nie wiemy, na czym kontrola ma polegać. Zatem wątpliwości pozostają.

■ Centralna Informacja Emerytalna

– Powołanie do życia CIE będzie odpowiadać na zapotrzebowanie społeczne, mitygować lęki oraz pozwoli Polakom le-

piej planować przyszłość, o którą – jak wynika z badań – się martwią. Nawet 39% rodaków twierdzi, że co najmniej raz w miesiącu dopadają ich obawy związane z długoterminowym planowaniem finansów. Polacy są też zdecydowanie mniej przekonani o możliwości zapewnienia sobie komfortowej emerytury niż mieszkańcy innych krajów. Tak pomysłodawca uzasadnia projekt ustawy, która ma doprowadzić do zgromadzenia w jednym miejscu danych ze wszystkich filarów zabezpieczenia emerytalnego: publicznego (ZUS i KRUS), firmowego (PPK i PPE) i indywidualnego (IKE, IKZE i OFE). Docelowo powstanie system dostarczający możliwie pełnej i kompleksowej informacji o stanie i możliwościach dalszego oszczędzania oraz oferujący zestaw narzędzi do administrowania tymi oszczędnościami.

Z zapisów projektu ustawy wynika, że CIE będzie dublować PUE ZUS-u. Nie mogę się natomiast doczytać kolejności zasilania systemu naszymi danymi. Założenie profilu CIE i korzystanie z usług elektronicznych świadczonych za pomocą systemu CIE ma być dobrowolne. Czy CIE będzie odpytywać inne systemy o nasze dane dopiero gdy założymy profil, czy też już wcześniej je otrzyma i nam je po prostu udostępni po założeniu profilu? Tytuły prasy internetowej stanowią najlepszy komentarz: „Centralna Informacja Emerytalna, czyli Wielki Brat zagląda nam do portfela”, „Po co rządowi Centralna Informacja Emerytalna? Bo obywatelom się nie przyda”, „Rząd sprawdzi, ile masz na koncie. Czy jak masz nadwyżkę nie będzie dopłacał do emerytur?”.



(Nie)Wiara w AI



Ja już wiem, jak bardzo sztuczna inteligencja może zaszkodzić. Dlatego doceniam powołanie w 2020 roku Podkomisji stałej do spraw regulacji prawnych dotyczących

algorytmów cyfrowych w ramach Komisji Cyfryzacji, Innowacyjności i Nowoczesnych Technologii Sejmu RP. Inicjatorem i wnioskodawcą powołania Podkomisji był poseł Grzegorz Napieralski, który został wybrany na jej przewodniczącego. Do dyskusji i współpracy ponad podziałami politycznymi i ponad wszelkimi sporami zaproszono wszystkie siły polityczne, rząd, instytucje rządowe, izby gospodarcze, branże, związki zawodowe, uczelnie, rzecznika praw konsumenta. Jak zaznacza Przewodniczący, debata na Podkomisji ma na celu budowanie norm, prawa, współpracę, aby rozwój technologiczny był dla człowieka, a nie obok człowieka.

Na posiedzeniach Podkomisji już dwukrotnie omawiano wyzwania i zagrożenia stosowania algorytmów cyfrowych dla pracowników i pracodawców oraz propozycje rozwiązań prawnych. Jak zaznaczył poseł Adrian Zandberg: *mamy w Polsce problem z zastąpieniem ludzkich decyzji przez algorytm i nadaniem tym decyzjom algorytmu rangi obiektywności, z którą nie można negocjować, z którą nie można polemizować, z którą nie można dyskutować. To jest zaprzeczeniem tego, w jaki sposób, przynajmniej co do zasady, ma być zorganizowane w Polsce środowisko pracy, opierające się na dialogu społecznym. Tej przestrzeni na dialog, negocjacje, dyskusje nie ma w chwili, kiedy odpowiedzią na każde pytanie jest „algorytm podjął decyzję”, a odpowiedzią na pytania, w oparciu o jakie przesłanki – „nie interesuj się”.*

Bardzo ciekawe były wypowiedzi pracowników dwóch dużych firm międzynarodowych, którzy opowiadali o praktykach swoich pracodawców. W jednej z firm stosuje się algorytmy cyfrowe do wyliczenia m.in. tzw. wskaźników wydajności pracowników w systemie komputerowym o nazwie ADAPT. W drugiej firmie algorytmy cyfrowe wyliczają m.in. trasy dostawy nieuwzględniające robót drogowych i wypadków czy bonusy za wagę przesyłek i za złe warunki atmosferyczne oraz dokonują oceny pracowników. W obu firmach, jak i w wielu innych, algorytmy są zwłaszcza z perspektywy pracowników bardzo mocno nieprzejrzyste, co oznacza, że na poziomie bardzo praktycznym pracujący nie mają jasności co do tego, jakie dane są zbierane na temat ich pracy i na podstawie jakich przesłanek są podejmowane decyzje dotyczące ich obciążenia pracą, dotyczące oceny pracy, dotyczące wynagrodzenia, dotyczące awansu. Oba przypadki opisane w trakcie posiedzenia Podkomisji pokazują, jak nieprzejrzyste algorytmy cyfrowe pracy mogą doprowadzić do braku zaufania interesariuszy do technologii i do ludzi, którzy stoją za tymi technologiami.



(Nie)Wiara w gotowość

W marcu br. Kancelaria Prezesa Rady Ministrów ogłosiła przetarg na przeprowadzenie badania „W drodze ku

Komisja Europejska także pracuje nad nowymi przepisami dotyczącymi sztucznej inteligencji, zmieniającymi zasady bezpieczeństwa w taki sposób, aby zwiększyć zaufanie użytkowników do produktów nowej generacji o wszechstronnych zastosowaniach. Przyjęto w nich podejście oparte na analizie ryzyka. Systemy AI wysokiego ryzyka będą musiały spełnić rygorystyczne wymogi przed wprowadzeniem do obrotu:

- odpowiednie systemy oceny i ograniczania ryzyka;
- wysoka jakość zbiorów danych zasilających system w celu zminimalizowania ryzyka i dyskryminujących skutków;
- ewidencjonowanie działania w celu zapewnienia identyfikowalności wyników;
- szczegółowa dokumentacja zawierająca wszystkie informacje na temat systemu i jego celu, aby organy mogły ocenić jego zgodność z wymogami;
- jasne i odpowiednie informacje dla użytkownika;

- odpowiednie środki nadzoru przez człowieka w celu zminimalizowania ryzyka;
- wysoki poziom solidności, bezpieczeństwa i dokładności.

W swoim sprawozdaniu z dnia 19.02.2020 r. na temat wpływu sztucznej inteligencji, internetu rzeczy i robotyki na bezpieczeństwo i odpowiedzialność [ang. Report on the safety and liability implications of Artificial Intelligence, the Internet of Things and robotics] Komisja Europejska zaznaczyła, że: *pojawienie się nowych technologii cyfrowych, takich jak AI, IoT i robotyka stwarza nowe wyzwania w zakresie bezpieczeństwa produktów i odpowiedzialności za produkt, takie jak łączność z internetem, autonomia, zależność od danych, nieprzejrzystość, złożoność produktów i systemów, aktualizacje oprogramowania oraz bardziej złożone systemy zarządzania bezpieczeństwem i łańcuchy wartości.* Poddaje więc pod rozagę wprowadzenie zmian w dyrektywie w sprawie odpowiedzialności za produkty i w krajowych systemach odpowiedzialności, by ułatwić poszkodowanym uzyskanie odszkodowania we wszystkich przypadkach, w których byłoby to zasadne.

doskonałości cyfrowej”, czyli gotowości wdrożenia, poziomu wiedzy i wykorzystania nowych technologii w sektorze publicznym i prywatnym. Kancelaria jest gotowa wydać na nie 550 tys. zł. Zamówienie jest podzielone na cztery części: A – jednostki samorządu terytorialnego, B – administracja centralna, C – spółki skarbu państwa oraz D – małe i średnie przedsiębiorstwa. Zdziwienie, zdumienie i zaskoczenie wywołało u mnie użycie pojęcia „doskonałości cyfrowej”. Ewidentnie pomysłodawca naiwnie wierzy, że nowe technologie doprowadzą do idealnego działania e-administracji państwowej.

” *Do kogo mamy się wtedy zgłosić?
Z kim mamy rozmawiać?
Gdzie złożyć skargę?
Kto się poczuje do odpowiedzialności?
Kto nam pomoże?*

Dalekie od doskonałości są warunki przetargu. Zgodnie z SIWZ-em Wykonawca zapewni Zamawiającemu bieżący dostęp do bazy danych kontaktów z badanymi, zawierającej m.in. dane osobowe, tj. imię, nazwisko, telefon oraz stanowisko i zamiast oraz nazwę jednostki. Jeden z potencjalnych oferentów zwrócił uwagę w pytaniu 21, że taki zapis jest niezgodny z Międzynarodowym kodeksem praktyki badań rynkowych i społecznych wydanym przez ICC/ESOMAR, regulującym działalność zawodową obejmującą dziedzinę naukowych badań rynku. Zaznaczył, że przestrzegając zasad etyki badawczej, należy chronić respondentów i budować zaufanie do prowadzonych badań. Zaś wskazany zapis pozwala Zamawiającemu na powiązanie badanej osoby z udzielanymi przez nią odpowiedziami. Odpowiedź Zamawiającego przytaczam w całości: *W przypadku badania MŚP – pełna zgoda. Zamawiający nie będzie chciał mieć dostępu do danych ankietowanych. Jednak w przypadku administracji publicznej wykonawca musi mieć na uwadze, że będzie badać jednostki administracji, a odpowiedzi będą udzielać urzędnicy pełniący funkcje publiczne. Jak wynika z informacji z otwarcia ofert, są firmy, które nie przejmują się etyką badawczą i zaufaniem respondentów.*



Trwa informatyzacja, cyfryzacja, digitalizacja wszystkiego, co popadnie i gdzie popadnie. Wszyscy się ekscytują, zachwycają i chwalą swoimi wdrożeniami. A co się dzieje, gdy owe wspaniałe rozwiązania informatyczne zaczynają źle działać? Przecież wcześniej czy później coś pójdzie nie tak. Do kogo mamy się wtedy zgłosić? Z kim mamy rozmawiać? Gdzie złożyć skargę? Kto się poczuje do odpowiedzialności? Kto nam pomoże? Te i podobne pytania będziemy zadawać coraz częściej. Nie będzie cyfrowego



ISACA na ratunek

Stowarzyszenie ISACA postanowiło wesprzeć organizacje w budowaniu bezpieczniejszego cyfrowego świata dla nas wszystkich (<https://www.isaca.org/digital-trust>).



W swoim opracowaniu zatytułowanym „Digital Trust: A Modern-Day Imperative” wskazuje sześć czynników określających cyfrowe zaufanie:

- jakość [ang. *quality*],
- dostępność [ang. *availability*],
- bezpieczeństwo i prywatność [ang. *security and privacy*],
- etyka i integralność [ang. *ethics and integrity*],
- transparentność i uczciwość [ang. *transparency and honesty*],
- stabilność i odporność [ang. *stability and resilience*].

Wymienione czynniki stanowią podstawę nowej metodyki „Digital Trust Ecosystem Framework”, która będzie dostępna jeszcze w tym roku. Brałam udział w jej opracowaniu i gorąco polecam ją zarówno bankom i podmiotom z sektora prywatnego, jak i jednostkom sektora finansów publicznych.

zaufania bez jasnej, jednoznacznej i rzetelnej odpowiedzi na nie. Pozostanie strach, niepewność, przygnębienie, bezsilność, bezradność, niesmak. Czy tego chcemy?



Wszystkie informacje zawarte w artykule są podane według stanu na dzień 24 maja 2022 r.

Budowanie odporności

Jeśli mamy się czegoś nauczyć z doświadczeń Ukrainy, to utwórzmy polską cyfrową ambasadę dla rejestrów referencyjnych, przygotujmy proste zasady podniesienia poziomu odporności infrastruktury krytycznej i usług kluczowych z pomocą publicznej chmury obliczeniowej.



Michał Jaworski

pracownik polskiego oddziału Microsoftu z najdłuższym, niemal trzydziestoletnim, stażem.

Obecnie dyrektor ds. strategii technologicznej (ang. *National Technology Officer*), pełni jednocześnie funkcję członka Zarządu Microsoft sp. z o.o. (od 2013 r.). Wiceprezes Związku Pracodawców Technologii Cyfrowych Lewiatan. Regularnie publikuje w „IT Professional” i „IT w Administracji”.

Jeśli wrócił z podróży, to znaczy, że już planuje następną. Najchętniej znalazłby czas na jeszcze jedną książkę lub dłuższy spacer z psem (<https://www.linkedin.com/in/mijaworski/>).



Estonia była pierwszym krajem, który stworzył podstawy cyfrowej ambasady i wypromował samo pojęcie. Tamtejszy rząd doszedł do wniosku, że funkcjonowanie państwa to nie tylko integralność terytorialna, lecz także świadczenie usług przez to państwo. Procesy cyfryzacji przebiegają w Tallinnie bardzo szybko i objęły niemal każdy obszar życia, dlatego należy zabezpieczyć – równolegle do świata fizycznego – świat cyfrowy. Tłumacząc bardziej obrazowo – bez względu na to, jak szybko tanki mogą zagarnąć terytorium kraju, nadal będzie można cyfrowo dokonać uwierzytelnienia, zarejestrować narodziny, a także zapłacić podatek. W wersji skrajnej państwo będzie działało na rzecz obywateli, nawet jeśli nie będzie kontrolowało nawet piędy swojej ziemi. W pierwszej chwili trudno zorientować się, dlaczego określono cały projekt jako e-ambasadę, ale kiedy dochodzimy do pojęcia eksterytorialności, klocki zaczynają układać się w spójny obraz.

E-ambasada to taka część cyfrowego świata, w której obowiązuje prawo kraju właściciela, choć fizycznie wszystkie dane mogą znajdować się w zupełnie innym kraju.

Przez wiele lat Estonia była jedynym krajem, który ten koncept realizował, jednak wojna w Ukrainie zmieniła postrzeganie. Litwa kilka tygodni temu wprowadziła podobne założenia dotyczące trzymywania danych poza granicami kraju (https://www.linkedin.com/posts/markeviciute_cloud-digitaembassy-datacenters-activity-6930439919773319168-tGnI/?utm_source=linkedin_share&utm_medium=member_desktop_web), zaś Ukraina zmieniła prawo <http://www.golos.com.ua/article/357312> w marcu i wówczas, jak to określił Satya Nadella w Davos, rozpoczęła się ewakuacja do chmury.



Nie ma powrotu do papieru

Temat, leżący w Polsce odłogiem przez długie lata, właśnie powrócił. Przyczyny takiego stanu rzeczy znowu wydają się oczywiste, tak jak jasne były przesłanki Estończyków po 2007 r. Pierwsza to rzeczywiste zagrożenie naszego państwa fizyczną agresją. Druga to konstatacja, że niemal wszystkie dziedziny naszego życia nasyczone są informatyką i że większość informacji nas dotycząca ma już cyfrową postać. Niepostrzeżenie okazało się, że mamy profil zaufany, elektroniczne konto pacjenta, składamy PIT poprzez sieć, do naszych kont bankowych dostajemy się przez telefon, kupujemy bilety kolejowe w Internecie, uczymy się online, nie potrafimy już czytać papierowych map itd.

Firmy poszły jeszcze dalej – od cyfrowo obsługiwanych magazynów przez logistykę transportu po samą produkcję, zdigitalizowane są łańcuchy dostaw oraz procesy rozliczeń, przez sieć składane są deklaracje podatkowe i jednolity plik kontrolny, kasy fiskalne i terminale obsługujące karty i płatności telefoniczne są wymogiem chwili, dodajmy do tego ZUS i CEIDG, nie wspominając o infoliniach i systemach finansowo-księgowych. Atak cybernetyczny na wybrane elementy tej układanki może prowadzić do katastrofy lub potężnych kłopotów. Co więcej, powrotu do papieru i atramentu nie ma, nikt tego już nie chce.

Dochodzimy zatem do punktu, w którym przestajemy rozważać tylko bezpieczeństwo fizyczne, a wchodzimy na nowy etap – budowania odporności.



Cyfrowa ambasada – jaka i dla kogo?

Jeśli zobaczymy, jak Ukraińcy właśnie przerobili tę lekcję, to może okazać się, że cyfrowa ambasada to zbyt mało, by państwo mogło funkcjonować normalnie. Zaczniemy jednak od niej i zastanówmy się, kto powinien nią być objęty.

Możemy stworzyć rodzaj piramidy istotności różnych organizacji dla państwa, a potem przypisać im różne rozwiązania. Na samym szczycie będą te najważniejsze, referencyjne rejestry państwowe. Wbrew pozorom, nie jest ich aż tak dużo, ani nie są bardzo wielkie. Zaliczylibyśmy do nich PESEL, REGON, NIP, TERYT i zapewne jeszcze kilka innych. To one winny znaleźć się w e-ambasadzie, tak aby stanowić niepodważalną podstawę do potencjalnej odbudowy wszystkich innych systemów. Nie podlega dyskusji, że jedynym dysponentem i zarządzającym tych systemów, bez względu na terytorium, gdzie się znajdują, powinno być państwo polskie. Ich obsługą powinni zajmować się sprawdzeni pracownicy państwowi. Pozostaje pytanie, czym tak naprawdę ta ambasada miałaby być – czy tylko miejscem, gdzie znajdują się kopie danych, a może kopie danych wraz z możliwością odtworzenia systemu, czy jest to zapasowe centrum danych, do którego przełączamy się, jeśli jest taka konieczność. Każdy z tych wyborów niesie dalsze implikacje dotyczące: systemu łączności pomiędzy centralą a ambasadą i jego przepustowości, bezpieczeństwa transmisji danych, wolumenu danych przepływających każdego dnia, obecności personelu w ambasadzie, no i kosztów. Kiedy to wszystko już policzymy, pozostaje jeszcze wybór kraju, któremu chcielibyśmy zaufać. Czy będzie to jeden z naszych sąsiadów w Unii Europejskiej? A może alpejska twierdza w Szwajcarii? A może wybrać się za ocean, byle był w NATO? Wybór wcale nie jest łatwy, koszty wyglądają na potężne, porozumienie z obcym rządem trzeba wypracować, bo przecież ktoś tę ambasadę będzie budował, i zapewnić stabilność zasilania.

Jeśli chcemy mieć pewność, że państwo Polska będzie działało także w momencie największego zagrożenia, to ten koszt warto ponieść. Możemy jednak podejść do tego sprytniej. Wystarczy bowiem – są już takie rozwiązania! – wykorzystać zamknięte w kontenerze przenośne centrum danych. Na co dzień stoi ono w Polsce, nawet tuż obok naszego podstawowego CPD, połączone na stałe bezpiecznym i bardzo szybkim łączem, chronione tymi samymi środkami. Obsługują je nasi ludzie i nie trzeba martwić się ani delegacjami, ani potencjalnym werbunkiem podczas pobytu za granicą. Gdyby były jakieś awarie, to mamy serwis na miejscu. Jeśli – miejmy nadzieję, że właśnie tak będzie – nasze centrum danych zestarzeje się, to można zmienić sprzęt w środku lub nawet wymienić je na całkiem nowe, zaś stare przeznaczyć do innych zadań. Taki stan utrzymujemy, kiedy nie ma zagrożeń. A gdy się pojawiają, kontenerowe centrum doczepiamy do trucka lub pakujemy do Herculesa. Wybrana obsługa jedzie razem z nim i w miejscu docelowym je uruchamia. Wszystko, co potrzebujemy, to wcześniejsza umowa z państwem lub państwami, które zapewnią nam łączność, zasilanie i eksterytorialność. Nasi potencjalni przeciwnicy mogą nawet nie wiedzieć, do którego kraju pojedzie nasze CPD. Przy stałej e-ambasadzie jej lokalizacja i potencjalny atak jest łatwiejszy.

Podstawa piramidy

Cyfrowa ambasada to wierzchołek piramidy, to ta najlepiej opancerzona i chroniona część naszej suwerenności. Cyfrowa rzeczywistość jest jednak dużo bogatsza – chronić przecież trzeba operatorów infrastruktury krytycznej oraz operatorów usług kluczowych. To zaś kilkaset firm i organizacji, przy czym niektóre z nich to potężne instytucje, operujące ogromnymi zasobami danych i setkami aplikacji. Wystarczy wspomnieć, że wśród nich będą operatorzy telekomunikacyjni, banki, firmy energetyczne, a także administracja publiczna i służba zdrowia. Nawet przy najlepszych chęciach nie pomieści ich żadna e-ambasada. Co więcej, wiele z tych podmiotów to firmy prywatne, na co dzień poważnie liczące się z kosztami. Jeśli pojawią się nowe obowiązki, znajdzie to odbicie w wyższych cenach ich usług, które wszyscy zapłacimy.

Chmura publiczna jest już dzisiaj nieźle oswojona przez wiele segmentów rynku, w tym przez rynki regulowane. O licznych

migracjach chmurowych podmiotów sektora finansowego mówił ostatnio na Europejskim Kongresie Finansowym sam szef UKNF. Całkiem spore doświadczenia zebrała administracja publiczna, która odkryła ją w czasie pandemii. Pierwsze większe wdrożenia pojawiły się w energetyce, co miało odbicie w wydaniu przez Ministerstwo Klimatu chmurowych wytycznych. Rekomendacje chmurowe dla służby zdrowia były jednymi z pierwszych w Polsce. Chmura nie jest nowością, są ludzie i kompetencje, są wdrożenia. Nikt nie dyskutuje z tym, że rzeczywiste bezpieczeństwo w chmurze publicznej będzie większe niż w rozwiązaniach w infrastrukturze własnej. Dla wszystkich mniejszych i średnich organizacji jest to prawda bezwzględna. Dla dużych najlepsze rezultaty daje synergia cyberbezpieczeństwa chmurowego oraz własnych kompetencji i rozwiązań we własnej infrastrukturze.

Wiadomo jednocześnie, że zasoby dostawców chmurowych bez trudu wchłoną dodatkowe zapotrzebowanie, zaś w standardzie są dostępne konfiguracje zapewniające wyższą odporność, na przykład redundancja pamięci masowych czy serwerów, kopie systemu w kilku centrach jednocześnie czy też kopie w innych regionach. Najprostsze rozwiązanie, czyli backup chmurowy jest na wyciągnięcie ręki. To, czego brakuje, to wyważona i prosta we wdrożeniu regulacja lub wytyczne – dokument, na podstawie którego podmioty obowiązane będą mogły uruchomić proces pozwalający na zabezpieczenie ciągłości działania, a także podnieść bezpieczeństwo przetwarzania. Czy pomogą w tym europejskie certyfikaty chmurowe (EUCS, European Union Certification Scheme), trudno obecnie wyrokować. Czy nowa fala przepisów związanych z cyberbezpieczeństwem, takich jak DORA czy dyrektywy NIS2 i CER, zmienią obraz? Również trudno odpowiedzieć, bo przecież pojawienie się Cybersecurity Act wiele nie zmieniło, a wdrożenie dyrektywy NIS (ustawa o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa) przechodziło i przechodzi dalej różne choroby wieku dziecięcego. Co jest także jedną z przyczyn szybkiego procedowania dyrektywy NIS2.

Uważam, że prosty i jasny model wzmocnienia odporności za pomocą chmury warto w Polsce wypracować. To wołanie o prostotę jest niezwykle istotne – dzisiaj potencjalni klienci potrafią przygotować listę kilkuset (tak!) pytań na kilkudziesięciu stronach, starając się wykazać (super) należytą starannością przy wdrażaniu chmury.

Popatrzmy na doświadczenia ukraińskie. Nowe prawo, uchwalone już w trakcie wojny, pozwoliło na migrację danych i systemów do chmur komercyjnych poza terytorium kraju. Szczegółów tych migracji przytomnie nie publikuje się, więc posłużmy się tylko jednym przykładem – Privat Banku, który zdecydował się pod koniec kwietnia 2022 r. przedstawić ogólny opis projektu (<https://english.nv.ua/business/privatbank-moves-all-databases-to-the-cloud-50238052.html>). W ciągu 45 dni przeniesiono 3500 serwerów, ponad 4 petabajty danych i 270 aplikacji. Nad projektem pracowało 460 osób. Można? Można! Pozostaje pytanie, czy trzeba to robić na ostatnią chwilę...



Mamy sprzęt – i co dalej

czyli o projekcie „Laboratoria Przyszłości w praktyce”

W ramach projektu „Laboratoria Przyszłości” państwo polskie przeznaczyło ponad miliard złotych na zakup przez szkoły podstawowe wyposażenia, które ma pomóc w – jak czytamy na rządowej stronie projektu (<https://www.gov.pl/web/laboratoria>) – budowaniu wśród uczniów kompetencji przyszłości z tzw. kierunków STEAM (nauka, technologia, inżynieria, sztuka oraz matematyka).

Do wielu placówek zaczął już służyć sprzęt, m.in.: drukarki 3D, mikrokontrolery z sensorami, wzmacniaczami, płytkami prototypowymi i innymi akcesoriami, kamery, mikrofony, oświetlenie, stacje lutownicze (do mikrokontrolerów), długopisy 3D, zestawy robotyczne i wiele innych. Twórcy projektu deklarują: – *Chcemy, aby to wyposażenie trafiło do każdej szkoły podstawowej w Polsce i było dostępne dla uczniów na każdym przedmiocie, ale też na zajęciach pozalekcyjnych (np. kółkach zainteresowań). Celem jest wsparcie procesu dydaktycznego*

i uczynienie go bardziej interdyscyplinarnym i innowacyjnym (<https://www.gov.pl/web/laboratoria/katalog-wyposazenia>).

Inicjatywa to zdecydowanie godna uznania, wszak wiele niedofinansowanych szkół zwyczajnie nie mogło sobie pozwolić na podobne zakupy, a nie wszędzie byli nauczyciele – zapaleńcy, piszący niezliczone ilości wniosków grantowych, w ramach których przechodzili szkolenia, prowadzili z uczniami dodatkowe, nieodpłatne zajęcia, a gran-

ty pozwalały doposażyć pracownie. Choć sprzęt jest niezastąpiony, a jego braki były dotkliwe, twórcy projektu zapomnieli jednak o równie istotnym czynniku, jakim jest obudowa metodyczna.

” W „Laboratoriach Przyszłości” nie przewidziano środków na szkolenie nauczycieli, które pozwoliłoby im na efektywne wykorzystanie nowego sprzętu w czasie prowadzonych przez nich lekcji.

Problemy pojawiały się nieraz już na etapie wyboru zamawianego wyposażenia. Koordynatorzy szkolni, a często także dyrektorzy i zwyczajni nauczyciele stawali przed pytaniem: co zrobić, by sprzęt był wykorzystywany, by służył prowadzeniu zajęć w sposób ciekawy, angażujący uczniów

oraz sprzyjający odkrywaniu ich talentów i rozwijaniu zainteresowań (<https://www.gov.pl/web/laboratoria>).

SIS z odsieczą

W odpowiedzi na ten brak, na tę potrzebę nauczycielską powstał w ramach Sekcji Informatyki Szkolnej (SIS) przy PTI projekt „Laboratoria Przyszłości w praktyce”, koordynowany przez Agnieszkę Halicką i Beatę Chodacką. Do przedsięwzięcia zaproszeni zostali nauczyciele – eksperci, którzy mają ogromne, wieloletnie doświadczenie w wykorzystaniu sprzętu na swoich zajęciach. To znani w środowisku nauczycielskim (i nie tylko) praktycy, metodycy, mający za sobą wiele pomysłów, metodycznych rozwiązań dla zastosowania i wykorzystania sprzętu w szkole. Większość ekspertów to członkowie SIS, wielu znajduje się na Liście 100, są laureatami i finalistami różnych ogólnopolskich konkursów, m.in. Nauczyciel Roku itd.



■ **Karolina Antkowiak** (Pani Informatyk) – ekspert druku 3D



■ **Zyta Czechowska** (<https://www.specjalni.pl/>) – opiekuje się sekcją poświęconą długopisom 3D oraz gospodarstwu domowemu i samoobsłudze



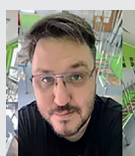
■ **Marta Florkiewicz-Borkowska** opiekuje się sekcją szycie (<https://www.facebook.com/emotkowyProjekt>)



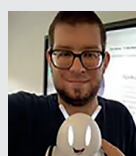
■ **Łukasz Gierek** ekspert rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej (<https://gierek.edu.pl>)



■ **Dawid Łasiński** ekspert sekcji audio-wideo – <https://panbelfer.pl/>



■ **Mateusz Łysek** ekspert sekcji projekty graficzne <https://www.facebook.com/BelfryBazgrola>



■ **Tomasz Mikołajczyk** ekspert mikrokontrolerów (<https://www.paninformatyk.com.pl/>)



■ **Adam Perzyński** – sekcja warsztatownia (<https://www.facebook.com/przestrzenieedukacyjne>)



■ **Sebastian Pontus** opiekuje się sekcjami poświęconymi robotom i klockom. Współpracuje także przy sekcji druku 3D (<https://www.facebook.com/MistrzowieRobotyki>)



■ **Ewa Przybysz-Gardyza** zajmuje się sekcją poświęconą gospodarstwu domowemu i samoobsłudze, a zwłaszcza gotowaniu i ogrodnictwu <https://dlanauczycieli.blogspot.com/>

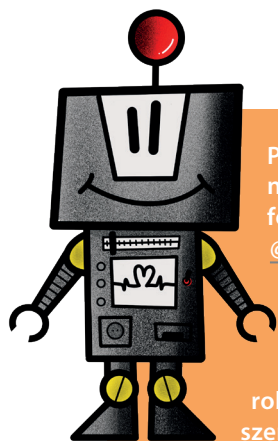


■ **Beata Chodacka** (<https://www.facebook.com/sispti>)

■ **Agnieszka Halicka** (<https://www.facebook.com/EduTrikiAgnieszkaHalicka>)

– opiekują się sekcją poświęconą narzędziom TIK

Wszyscy eksperci zgodzili się swoją wiedzą, wskazywać dobre praktyki, odpowiadać na pytania.



Podstawowym środowiskiem funkcjonowania projektu jest profil na platformie Wakelet: https://wakelet.com/@Laboratoria_Przyszlosci. Wydzielono w nim następujące sekcje: druk 3D, długopisy 3D, gospodarstwo domowe i samoobsługa, klocki, mikrokontrolery, projekty graficzne, roboty, rzeczywistość wirtualna i rozszerzona, sprzęt audio-wideo, szycie, warsztatownia, narzędzia TIK (aplikacje, platformy), a także ważne informacje oraz konferencje i webinaria poświęcone tematyce Laboratoriów Przyszłości. Twórcy projektu objęli nim większość płaszczyzn, na jakich można zakupiony sprzęt wykorzystywać. Na Wakelecie gromadzone są przydatne materiały, przykładowe scenariusze zajęć, inspiracje, wskazówki, dobre praktyki.

Profil „Laboratoria Przyszłości w praktyce” stał się swego rodzaju bazą wiedzy potrzebnej do pełnego zrealizowania projektu rządowego, stanowi jego uzupełnienie. Raz jeszcze powtórzmy, **jest inicjatywą oddolną: nauczyciele – nauczycielom, powstała bez jakiegokolwiek instytucjonalnego wsparcia.**

Lepszej wymianie myśli, szybszej komunikacji służy założona na Facebooku grupa „Laboratoria Przyszłości w praktyce” (<https://www.facebook.com/groups/464619345458159>), która do tej pory zgromadziła ponad 1200 członków. To tutaj każdy może zadać pytanie i znaleźć wsparcie – z jednej strony ekspertów, z drugiej innych beneficjentów programu rządowego. W grupie pojawia się również wiele inspiracji do tworzenia lekcji z wykorzystaniem zakupionego sprzętu.

Nie chodzi o postawienie sprzętu, ale realne jego wykorzystanie i efektywne (a nie jedynie efektowne) włączenie do edukacji szkolnej. Pojawienie się w szkołach podstawowych dużej ilości sprzętu niesie ze sobą inne jeszcze niebezpieczeństwo. Traktowania go jak zabawki, która – chociaż atrakcyjna dla uczniów – staje się jedynie „zapełniaczem” czasu, gadżetem przynoszonym na lekcje przez nauczyciela. Ryzyko takie istnieje przede wszystkim na przedmiotach, które nie są bezpośrednio skorelowane z informatyką. O ile bowiem łatwo sobie wyobrazić, że nauczyciele np. techniki czy plastyki będą z uczniami projektowali modele, które później zostaną wydrukowane na drukarkach 3D, to już na pytanie, jak efektywnie wykorzystać taką technologię na biologii, historii czy języku polskim nie ma jednoznacznej odpowiedzi.

Projekt „Laboratorium Przyszłości w praktyce” ma służyć także rozstrzygnięciu takich dylematów. Chodzi przede wszystkim o to, by sprzęt stał się narzędziem pomocnym w realizacji podstawy programowej i kształtowaniu kompetencji uczniów.



Gadżet czy narzędzie?

Długopisy 3D pozwalają uczniom wykonywać przestrzenne prace plastyczne. Z całą pewnością świetnie nadają się na zajęcia plastyczne czy techniczne, przydatne będą też w terapii, m.in. ćwiczeniu motoryki małej, koncentracji uwagi – w sekcji dotyczącej wykorzystania długopisów 3D odnaleźć możemy też przykłady lekcji, podczas których uczniowie wykonywali meble, dzięki którym m.in. ćwiczyli orientację w przestrzeni i projektowali wnętrza. Tak wykonane modele mogą następnie zostać wykorzystane np. na lekcjach języka obcego (do wprowadzania lub utrwalania przyimków), języka polskiego (np. do kształtowania umiejętności opisu). Można też w ten sposób stworzyć scenografię do lekturowych animacji poklatkowych.

Inną z opisanych propozycji wykorzystania długopisów 3D są też zajęcia TUS (Trening Umiejętności Społecznych) – gdy uczniowie najpierw wykonywali według szablonów ludziki, które potem posłużyły do rozpoznawania postaw ciała i definiowania, co mogą one oznaczać. Ludziki można też wykorzystać do układania dialogów, tworzenia animacji poklatkowych, mogą stanowić pomoc do utrwalenia słownictwa związanego z częściami ciała, do opisu postaci i wielu innych.

Co ważne, w zależności od celów edukacyjnych, jakie planuje zrealizować nauczyciel, długopisy stają się centralnym elementem lekcji lub tylko swego rodzaju dodatkiem, uzupełnieniem. Warto w ramach tego typu zajęć pomyśleć o korelowaniu treści nauczania, o projektach międzyprzedmiotowych. Także ze względów proekologicznych – uczniowie wykonywaliby modele raz, a wykorzystywane byłyby wielokrotnie na różnych przedmiotach. Dodatkową zaletą takich rozwiązań jest większe zaangażowanie uczniów, bo wykorzystywane pomoce naukowe wykonali samodzielnie.

W ramach projektu „Laboratoria Przyszłości w praktyce” członkowie SIS planują w tym roku webinaria dla zainteresowanych nauczycieli, konsultacje oraz konkursy.



Alicja Podstolec,
Agnieszka Halicka,
Beata Chodacka



Źródło: <https://www.gov.pl/photo/331bc607-524c-4b66-a98f-e3ce84606c2b>

Edutainment w natarciu

W szkołach znalazły się kolejne pokolenia cyfrowych tubylców i wydaje się, że pora docenić w dydaktyce duży potencjał gier komputerowych.

Jedną z pierwszych komputerowych gier edukacyjnych – a zdaniem niektórych także pierwszą grą poważną (*serious game*¹), czyli zaprojektowaną w podstawowym celu innym niż czysta rozrywka – było „The Oregon Trail”, opublikowane w 1971 r. przez trójkę początkujących nauczycieli: Dona Rawitscha, Billa Heinemanna i Paula Dillenbergera. Rawitsch, który uczył historii, chciał w ciekawszy sposób edukować o XIX-wiecznej migracji amerykańskich osadników ze wschodu na zachód kontynentu przez pas Wielkich Równin. Przygotował więc dla swoich uczniów koncept gry, urzeczywistniony dzięki wsparciu Heinemanna i Dillenbergera. W pierwotnej wersji komputerowy Szlak Oregoński nie miał warstwy graficznej – ówczesnie zamiast monitorów stosowano dalekopisy. Dopiero na początku lat 80. XX wieku pojawiła się wersja przeznaczona na komputer Apple II z prostą nakładką graficzną, co oczywiście było ogromnym skokiem jakościowym w stosunku do interfejsu tekstowego i papierowych wydruków z oryginału. Do tej pory wydano ponad 20 wersji tej gry na różne platformy sprzętowe, w tym konsole oraz urządzenia mobilne. W 2011 r. przełamana została bariera 65 mln sprzedanych kopii „The Oregon Trail”, a w 2016 r. grę tę doceniło nowojorskie Narodowe Muzeum Zabawy The Strong, wpro-



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.grywrodzinie.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*).

¹ Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, JP., Rampnoux, O. (2011). Origins of Serious Games. W: M. Ma, A. Oikonomou, L. Jain (red.), *Serious Games and Edutainment Applications* (s. 25–43). Londyn: Springer.

wadząc ją do „growej” Galerii Sław (*World Video Game Hall of Fame*) w uznaniu wpływu, jaki odcisnęła na kulturze i społeczeństwie². Zdaniem kuratorów muzeum, seria gier „The Oregon Trail” jest najdłużej publikowaną i odnoszącą największe sukcesy grą edukacyjną w historii tego medium. Dzięki niej miliony amerykańskich uczniów mogło nie tylko poznać historię zmagania osadników oraz realia wędrówki, lecz także wcielić się w jednego z nich, by poprzez swoje decyzje doprowadzić całą karawanę do szczęśliwego celu podróży bądź też tragicznego finału i śmierci po drodze, mierząc się tym samym z konsekwencjami własnych decyzji.

Nie tylko Szlak Oregoński

Inne marki gier edukacyjnych z długą tradycją wydawniczą to publikowane od 1985 r. przygodówki z serii „Carmen Sandiego”, w których dzieci mogą poznawać obce kultury oraz przyswajać wiedzę z zakresu geografii czy historii w trakcie poszukiwań tytułowej bohaterki. Postać Carmen pojawiła się w dziesiątkach gier, filmów i seriali o charakterze edukacyjnym. W 2020 r. serwis Netflix wyprodukował interaktywny film „Carmen Sandiego: Kraść albo nie kraść”, w którym widzowie – a może już gracze? – mają możliwość wpływania na przedstawioną w tej animacji fabułę. Przykład ten ilustruje szerszy trend budowania całych marek wokół „growych” postaci czy na bazie gier, a także towarzyszących im narracji transmedialnych.

Warto też wspomnieć o wydawanych w latach 2005–2019 grach logicznych z serii „Brain Age”, skierowanych do odbiorców zamierzających poprawiać swoje zdolności poznawcze. Trening w różnych minigrach stymuluje wybrane regiony mózgu. Gry z tej serii zostały wydane na konsole firmy Nintendo i przy zaangażowaniu tej korporacji, co pokazuje, że nawet na urządzeniach ukierunkowanych na granie rozrywkowe pojawiają się propozycje o szerszym potencjale edukacyjnym. Od momentu premiery pierwszego „Brain Age” w 2005 r. powstało wiele aplikacji działających na podobnej zasadzie (m.in. mobilne „Lumosity”). Warto jednak pamiętać, że pomimo doniesień o pozytywnych efektach, wśród przedstawicieli neuronauk wciąż trwa dyskusja, na ile taki celowany trening przekłada się na transfer kompetencji poznawczych na inne zadania, które nie są powtarzane w trakcie rozgrywki³.

Gry komercyjne w służbie edukacji

Wyżej opisane gry mają nazwijmy to „jawny” walor edukacyjny – ich treść oraz cel są podporządkowane transfero-

wi wiedzy czy kształtowaniu umiejętności. Współcześnie coraz częściej w szeroko rozumianych celach edukacyjnych stosuje się także gry komercyjne – czyli projektowane przede wszystkim dla dostarczania rozrywki – w których dostrzegamy „ukryty” walor edukacyjny.

W tym kontekście chciałbym wspomnieć o produkcji, która dla wielu w ostatnich latach stała się synonimem gry edukacyjnej. Mowa o „Minecrafcie”. Ta zaprojektowana przez Szweda Markusa „Notcha” Perssona gra survivalowa z proceduralnie generowanym światem okazała się być użytecznym narzędziem, za pomocą którego młodzi gracze mogą rozwijać swoją kreatywność oraz zdolności zespołowego rozwiązywania problemów, kształtować wyobraźnię przestrzenną czy budować kompetencje programistyczne. Ten ostatni cel od lat realizują liczne organizacje a nawet szkoły programowania – także w Polsce. W ramach lokalnych inicjatyw powstają w Polsce Szkolne Kluby Pasjonatów „Minecrafcie”, wspierane przez fundacje popularyzujące wykorzystanie gier w edukacji.

W Polsce grę „Colobot” z 2001 r. – już zapomnianą – rekomendowało ówczesne Ministerstwo Edukacji Narodowej do nauki podstaw algorytmiki i programowania w gimnazjach i szkołach ponadgimnazjalnych (https://web.archive.org/web/20140910103012/http://bip.men.gov.pl/men_bip/dziennik_urzedowy/dz_3_02_tab_9.htm). Ta produkcja, łącząca cechy strategii czasu rzeczywistego i gry logicznej, pozwalała wcielić się w astronautę, który eksploruje obce planety przy wsparciu programowalnych robotów. W samej grze stosowano język CBOT, składniowo podobny do języków C++ i Java.

Szerszy potencjał gier komercyjnych dostrzegają sami twórcy, także najbardziej popularnych tytułów. Od kilku lat korporacja Ubisoft udostępnia w najnowszych odsłonach serii „Assassin's Creed” dedykowany tryb edukacyjny, w którym nie ma elementów walki, a bogaty i szczegółowy świat gry jest wykorzystany jako przestrzeń do zdobywania wiedzy o konkretnym okresie historycznym – w zależności od odsłony jest to: starożytny Egipt, Grecja, era Wikingów.

Z kolei twórcy „Hellblade: Senua's Sacrifice” zajęli się w swojej grze problemem choroby psychicznej. Odpowiedzialne za „Hellblade” studio Ninja Theory poświęciło istotne zasoby na dodatkowe analizy i konsultacje między innymi z ekspertami w zakresie neurologii, a także osobami

² <https://www.museumofplay.org/games/the-oregon-trail/>

³ Patrz tekst Bobby'ego Stojanowskiego i współpracowników pt. *Targeted training: Converging evidence against the transferable benefits of online brain training on cognitive function*, opublikowany w 2018 r. na łamach czasopisma „Neuropsychologia”.

cierpiącymi na choroby psychiczne. W serwisie YouTube dostępny jest materiał ukazujący proces projektowania głównej bohaterki Hellblade, w którym twórcy uświadamiają znaczenie współpracy z ekspertami oraz chorymi już na etapie produkcji gry: <https://www.youtube.com/watch?v=31PbCTS4Sq4>. W efekcie przedstawiane w grze zmagania cierpiącej na psychozę celtyckiej wojowniczkii o imieniu Senua są autentycznie i wielowymiarowo ukazane (wypowiedzi, wygląd, zachowania, reakcje, a także dialogi, konstrukcja świata przedstawionego czy dźwięki), a przez to mogą pomagać w zrozumieniu specyfiki tego typu schorzeń nawet pomimo fantastycznego charakteru tej opowieści oraz wysokiej dynamiki rozgrywki, nastawionej na walkę z licznymi przeciwnikami.

Swoje osiągnięcia w tworzeniu gier komercyjnych, ale jednocześnie wykazujących potencjał edukacyjny, mają także polskie firmy. Z pewnością warto wspomnieć o warszawskim 11 bit studios, które wydało „This War of Mine” oraz „Frostpunk” – w pierwszej grze gracze zderzają się z dramatem wojny i muszą – inaczej niż w zdecydowanej większości gier – przeżyć jako bezbronny cywil, w drugiej zadaniem użytkowników jest kierowanie osadą w taki sposób, aby przetrwała ona w wyjątkowo niesprzyjających warunkach wiecznej zimy. W obu tytułach gracze muszą wypracować odpowiednie strategie, ale też podjąć liczne decyzje o charakterze moralnym, co jest wykorzystywane przez nauczycieli między innymi na lekcjach etyki. Wydarzenia z gry czy decyzje użytkowników mogą być przyczynkiem do dyskusji.

Inną interesującą produkcją jest „We. The Revolution” krakowskiego studia Polyslash, która pozwala wcielić się w sędzię podczas Rewolucji Francuskiej.



Źródło: <http://we-the-revolution.com/>

Wiele z przedstawionych podczas rozgrywki wyborów jest niejednoznacznych, a gracze nie tylko stawiają czoła wpływom zewnętrznym, lecz także zderzają się z niekiedy trudnymi skutkami własnych decyzji, od których zależy los wirtualnych skazańców. Gry 11 bit studios i Polyslash zostały docenione przez ekspertów i krytyków, czego wyrazem jest przyznanie twórcom prestiżowej nagrody Paszport „Polityki” w kategorii kultura cyfrowa. Co więcej, przychylnym okiem na „This War of Mine” spoglądają także władze państwowe. W 2020 r. premier Mateusz Morawiecki ogłosił,

że gra trafi na listę lektur nieobowiązkowych dla szkół ponadgimnazjalnych. Fakt, że gra cyfrowa może awansować do roli lektury, jest dla niektórych – by użyć terminu socjologa Pierre’a Bourdieu – „nie do pomyślenia”. Podjęcie takiej decyzji zachęca do refleksji i zmiany stereotypowego myślenia o grach. Pod koniec czerwca 2022 r. na stronie MEiN za darmo udostępniono pliki z grą „This War of Mine”, broszurą informacyjną oraz scenariuszem lekcji języka polskiego z wykorzystaniem tej gry (<https://www.gov.pl/web/grywedukacji/this-war-of-mine>). Jest to, miejmy nadzieję, początek większego otwarcia na gry cyfrowe w polskim systemie oświaty.



Aktywne gromadzenie wiedzy

Realizowany poprzez gry cyfrowe schemat przyswajania wiedzy czy rozwijania kompetencji wymaga zaangażowania oraz aktywności uczącego się, a przez to jest jakościowo odmienny od tradycyjnych metod nauczania, które zazwyczaj bazują na transferze wiedzy od aktywnego nauczyciela do biernego ucznia.

O korzyściach ze stosowania gier w edukacji – (*Digital Games Based Learning* – pisali wielokrotnie różni specjaliści. Profesor socjolingwistyki James Paul Gee już w 2003 r. w publikacji pod wymownym tytułem „What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy” przedstawił aż 36 zasad skutecznego uczenia się, wywiedzionych z analizy gier cyfrowych. Mocno upraszczając tezy Gee: wirtualne symulacje pozwalają na aktywne (interaktywne, relacyjne), zróżnicowane (wielość rodzajów gier i światów przedstawionych), bezpieczne (konsekwencje działań nie wykraczają poza świat gry) i odmienne w formie (indywidualne, grupowe) zdobywanie nowej wiedzy o świecie, innych ludziach, a także o samym sobie oraz na trenowanie nowych kompetencji czy umiejętności.

Co więcej, gry cyfrowe mogą inspirować graczy do dodatkowego wysiłku poznawczego, gdyż ukazywane w nich wątki czy historie wymagają niekiedy uzupełnienia wiedzy spoza świata przedstawionego lub stanowią punkt wyjścia dla prób pogłębienia wiedzy na dany temat. James Dornow i Daniel Floyd, twórcy wartego subskrybowania kanału na YouTube pn. „Extra Credits”, określają to zjawisko mianem *tangential learning*, co proponują tłumaczyć jako edukację pośrednią. W myśl tej koncepcji przywołane wcześniej „We. The Revolution” może być dla graczy przyczynkiem do pogłębienia swojej wiedzy o Rewolucji Francuskiej za pomocą innych niż sama gra źródeł – filmów, nagrań na YouTube czy też książek.

Jak widać gry cyfrowe – zarówno edukacyjne, jak i komercyjne – można zastosować na wiele różnych sposobów i z odmiennymi korzyściami dla uczniów oraz nauczycieli, którzy jednak muszą być gotowi na rozwój własnych kompetencji i poszerzanie zakresu opanowanych narzędzi dydaktycznych.

Sens, kolor i emocje

Fot. Konrad Bednarek

Twórcy gry edukacyjnej Solar System Voyager są świeżo po maturze. Udowadniają znaną prawdę, że u źródeł sukcesu leżą pasja i kreatywność. Zwłaszcza, jeśli nauczyciele wspierają i motywują uczniów.

Odkrywamy kosmos, podróżując rakieta po obrotowej planszy i rozwijając przy okazji swoją agencję kosmiczną. Plansza składa się z pięciu pierścieni. Na każdym z nich znajdują się ciała niebieskie. Jest to dość dokładne odwzorowanie działania grawitacji w Układzie Słonecznym.

Strzał w dziesiątkę

– Naukę w technikum rozpoczęliśmy pięć lat temu – wspomina Szymon Ryszkowski, współtwórca gry. – Wybór Zespołu Szkół nr 6 w Jastrzębiu-Zdroju był strzałem w dziesiątkę. To szkoła, która bardzo wspiera uczniów w tworzeniu własnych projektów. Nauczyciele stawiają nie tylko na oceny i umiejętności zawodowe, lecz także na kreatywność. Zachęcano nas do udziału w konkursach i festiwalach naukowych, a nasze dwie opiekunki projektów, wspierały nas w pracy, a przede wszystkim zarażały swoją pasją i całym sercem nam kibicowały. Ich wsparcie nie zakończyło się w momencie uzyskania przez nas świadectw dojrzałości. Nadal mamy z sobą kontakt i otrzymujemy zaproszenia na wydarzenia szkolne i spotkania z osobami, które pomagają rozwijać nasz projekt.

Szymon Ryszkowski i Małgorzata Pluskota w pierwszej klasie zainteresowali się astronomią i spróbowali swoich sił w Olimpiadzie Astronomicznej z pomocą nauczycielki fizyki Barbary Popek, która od tej pory stała się ich mentorką. Szymon wielokrotnie rozmawiał z nią o nurtujących



Mieczysław T. Starkowski

dziennikarz, publicysta, redaktor magazynu „IT Reseller”. Od wielu lat zajmuje się teleinformatyką, między innymi był redaktorem naczelnym miesięcznika „Świat Telekomunikacji”. Ma wykształcenie ekonomiczne, w przeszłości pracował również w czasopiśmie biznesowych.

go problemach związanych z tą dziedziną wiedzy. Gościć często można było spotkać na scenie auli szkolnej podczas wydarzeń muzycznych. Konrad Bednarek w tym czasie rozwijał swoje umiejętności grafika komputerowego i inne, w tym w zakresie druku 3D czy nagrywania filmów za pomocą dronów. Wszyscy troje byli uczniami klasy o profilu technik-informatyk.

Ich fascynująca przygoda rozpoczęła się w drugiej klasie, w 2018 r., podczas szkolnego etapu konkursu Explory, współorganizowanego przez Barbarę Halską, nauczycielkę przedmiotów zawodowych w ZS6, prezeskę Stowarzyszenia Kreatywnych Nauczycieli. Przedstawili bardzo ciekawą, autorską grę planszową. Na opiekunki projektu wybrali nauczycielki Barbarę Popek oraz Barbarę Halską, które wspierały ich i motywowały.

Nauczyciel partnerem

– Pracę w Zespole Szkół nr 6 zaczęłam we wrześniu 2009 r. – mówi Barbara Halska. – Dostałam swoją pracownię, napisałam projekt unijny dotyczący szkoleń na kwotę 1,5 mln zł. Wówczas rozpoczęliśmy pracę nad pierwszymi projektami innowacyjnymi i od razu, już w następnym roku przysły sukcesy na Światowych Targach Wynalazczości i Innowacji w Brukseli. Od tej pory co roku nasze projekty odnoszą sukcesy podczas różnych konkursów innowacji.

Sześć lat później do Zespołu dołączyła Barbara Popek. Wówczas do szkoły przychodziła młodzież po gimnazjum i uczyła się fizyki oraz matematyki na poziomie rozszerzonym. Nauczycielka, jak sama zdradza, ma łatwość w wyszukiwaniu uczniów „diamentów”, którzy chętnie poruszają się w świecie zawiłości fizyki.

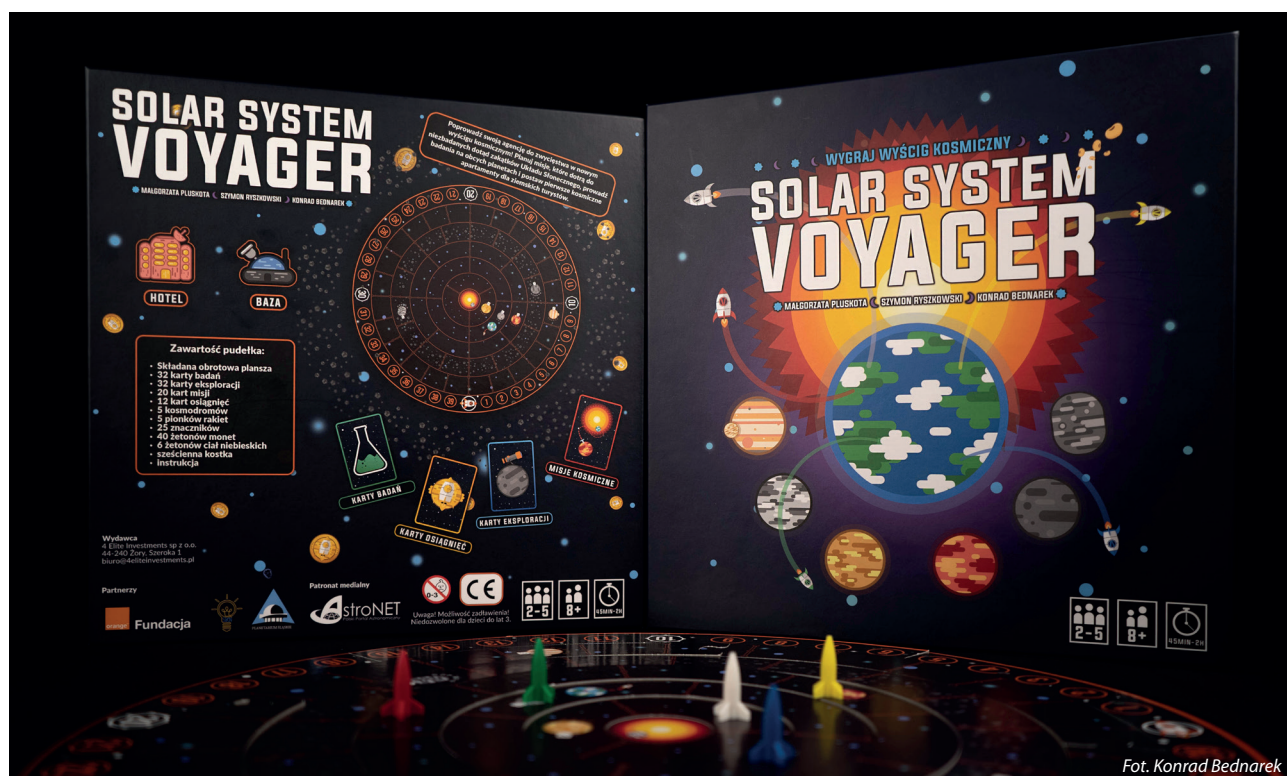
Barbara Halska jest pedagogiem z powołania, w 2014 r. została wyróżniona tytułem Nauczyciel Roku. Jest to konkurs

organizowany przez „Głos Nauczycielski”, w którym kandydatury nauczycieli ocenia branżowe jury. Od dwunastu lat realizuje z młodzieżą rozmaite innowacyjne projekty, stąd jej wybór na promotora w konkursie.

Obie panie Barbary uważają, że niesłuchanie istotne jest budowanie relacji, prawdziwa współpraca z uczniami, zażalenie ich swoimi pasjami. Dobry nauczyciel to taki, który kocha swoją pracę. Największą satysfakcję daje zdany przez ucznia egzamin zawodowy, sukces w olimpiadzie czy po prostu postępy w nauce.

– Uczniowie nadają naszej pracy sens, kolor i emocje. Nauczyciel-partner wraz z uczniami szuka odpowiedzi na trudne pytania, poszerza horyzonty i zainteresowania, agreguje wiedzę z różnych dziedzin, pobudza wyobraźnię, pokazuje nieograniczone możliwości rozwoju – twierdzi Barbara Popek. Albert Einstein mawiał: Jednej rzeczy nauczyłem się w moim długim życiu: cała nasza nauka w konfrontacji z rzeczywistością wydaje się prymitywna i dziecinna, a jednak jest to najcenniejsza rzecz, jaką posiadamy.

– Miałam zajęcia z Gosią, a że byłam współorganizatorką szkolnego festiwalu Explory, zachęcałam młodzież do udziału – przypomina Barbara Halska. – Wtedy Gosia zapytała, czy na takim konkursie może pojawić się gra planszowa. I tak to się zaczęło: pierwsza wersja gry, pierwszy wydruk sfinansowany przez Radę Rodziców, pionki drukowane na szkolnej drukarce 3D, czyli godziny spędzone na dopracowywaniu każdego z elementów.



Fot. Konrad Bednarek

– Małgosia i Szymon już w pierwszej klasie zaczęli przygotowywać się do olimpiady astronomicznej i tak zaczął się ich „romans” z fizyką i astronomią – dodaje Barbara Popek. – Natomiast Konrad dał się poznać jako fantastyczny grafik komputerowy. W szkole każda dłuższa przerwa z Szymonem to dyskusja pod tablicą o zasadzie nieoznaczoności, równaniach mechaniki kwantowej czy teorii względności i łączenie przez niego świata klasycznego z kwantowym. Małgosia podchodziła do zawłości fizyki z wrodzoną kobiecą delikatnością i szukała prostych, eleganckich rozwiązań. Mówiąc językiem fizyki, nadawaliśmy na wspólnej częstotliwości rezonansowej. Współpraca dotycząca Solar System Voyage-ra rozpoczęła się we wrześniu 2018 r., kiedy poprosili mnie o opiekę nad ich projektem. To była pierwsza wymiana pomysłów i moje drobne sugestie z pozycji fana astronomii i planszówek. Ale najważniejsze, że to oni zabrali mnie w podróż życia po Układzie Słonecznym.

Medal w Bangkoku

– *Niesieni pasją astronomiczną postanowiliśmy w prosty i jak najwierniejszy sposób przekazać w grze zasady fizyki, którymi rządzi się Układ Słoneczny* – wyjaśnia Małgorzata Pluskota, współtwórczyni gry. – *Działaliśmy pod presją czasu. Konkurs zbliżał się wielkimi krokami! Na szczęście planszę wraz z pierścieniami i uzasadnieniem fizycznym Szymon stworzył w ciągu jednego wieczora. Układ graficzny planszy i kart oraz trójwymiarowe modele rakiet są dziełem Konrada. Pierwszą wersję planszy odebraliśmy z drukarni godzinę przed konkursem, na którym jury doceniło nas miejscem na podium.*

Jak przyznają sami twórcy, zaczęli w sposób chaotyczny. Początkowo nie mieli planów komercyjnych. Poważną pracę nad Voyagerem rozpoczęli po otrzymaniu wyróżnienia i posłaniu projektu przez szkołę na kolejne targi naukowe – znane targi innowacji IPITeX w Bangkoku (w styczniu 2019 r.).

Gra przyciągnęła uwagę publiczności, została także doceniona przez jury. Za kreatywność pomysłu i walory edukacyjne rozgrywki otrzymała wiele nagród, w tym srebrny medal całych targów oraz nagrody specjalne z Makao i Indonezji. Po powrocie jej twórcy pracowali nad nową wersją planszy, kart oraz pozostałych elementów, a także nad nową szatą graficzną. Z czasem – wraz ze wzrostem zainteresowania grą na kolejnych imprezach, takich jak Śląski Festiwal Nauki w Katowicach w latach 2019 i 2020 – zaczęli oswajać się z myślą, że warto byłoby ją kiedyś wydać.

Barbara Popek pomagała w rozwoju edukacyjnej warstwy gry. Barbara Halska nie pozwoliła ani przez chwilę stać w miejscu. Podrzucała nowe kontakty, dzięki którym uczniowie mogliby rozwijać projekt. Dbała o to, by o grze było głośno. A w 2020 r. zachęciła Gosię do startu w konkursie o nagrodę Amazing Woman i pomogła złożyć wniosek do Fundacji Orange.

Małgorzata Kowalewska, koordynatorka programów Pracownie Orange i FabLab w Fundacji Orange:

Co roku Fundacja Orange we Francji ogłasza konkurs Amazing Woman dla kobiet, które mają pomysł na swój rozwój i brały wcześniej udział w bezpłatnych projektach edukacyjnych wspieranych przez Fundację. Można w nim wygrać tytuł Amazing Woman oraz środki na realizację projektu. Małgorzata Pluskota (twórczyni gry) była uczestniczką projektu, który zainicjowała Barbara Halska (nauczycielka w Zespole Szkół nr 6 w Jastrzębiu-Zdroju). Małgorzata zgłosiła się z pomysłem na rozwój gry. Ten pomysł, historia i motywacja spodobały się jury na tyle, że dostała tytuł i środki na realizację projektu.

Do rozwoju gry przyczynił się też Krzysztof Szafranski z wydawnictwa Rebel, który udzielił wielu cennych porad, co pozwoliło znacząco podnieść poziom rozgrywki. Naturalnie po drodze były wzloty i upadki. Uczniowie musieli poradzić sobie z egzaminami zawodowymi w technikum, miesięcznymi praktykami, maturą i rozpoczęciem studiów, jednak pokonali wszystkie trudności i wydali grę kilka miesięcy po ukończeniu szkoły.

– *Proces wydawniczy, który rozpoczęliśmy na początku ubiegłego roku, okazał się niemałym wyzwaniem* – podkreśla Szymon. – *Jednak dzięki Stowarzyszeniu Kreatywnych Nauczycieli, którzy pomogli nam wystartować po grant Fundacji Orange w wysokości kilku tysięcy euro, cel znalazł się w naszym zasięgu. Zdobyć nagrodę Amazing Woman przez Małgosię pozwoliło nam pokryć część kosztów. Dlatego nasze marzenie stało się zupełnie realne. To właśnie dzięki grantowi Fundacji Orange poczulimy, że mamy realne szanse na wprowadzenie gry na rynek bez pomocy wydawcy. Ponadto po trzech latach prac rozpoczęliśmy zbiórkę na naszą grę promującą astronomię i kosmonautykę.*

Gra przypadła do gustu wielu osobom, dzięki czemu w ciągu miesiąca udało się zebrać 36 tys. zł, co pozwoliło pomyśleć o jej wydaniu. To była dla młodych twórców prawdziwa nauka życia i skok na głęboką wodę. Równolegle z obowiązkami szkolnymi, a później studenckimi, opracowali wszystkie szczegóły druku i zbiórki, by ostatecznie dopiąć swego. W projekcie szkolnym wszystkie projekty tworzyli samodzielnie, dlatego przez trzy lata koszty obejmowały stworzenie kilku prototypów, a także bilety kolejowe na targi. Co ważne, podczas debiutu na szkolnym festiwalu to właśnie gotowy prototyp gry najbardziej wyróżnił się wśród teoretycznych projektów. Zdaniem jej twórców, również za sprawą ich pewności siebie i otwartości na świat.



Spora inwestycja

Wydanie pierwszej edycji było sporą inwestycją dla młodych przedsiębiorców. Koszt tysięcznego nakładu wyniósł około 70 tys. zł. Trudno się jednak dziwić, skoro zawartość pudełka jest tak obszerna. Zawiera między innymi prawie 100 kart, kosmodromy graczy, żetony planet, 40 monet, obszerną instrukcję, pionki rakiet, znaczniki oraz planszę, która składa się z 13 ruchomych elementów. Twórcy nie planują dodruku w najbliższym czasie, ponieważ wymagałoby to poświęcenia dużej ilości czasu, którego obecnie mają znacznie mniej; część nakładu jest jeszcze do kupienia (szczegóły można znaleźć na stronie autorów solarsystemvoyager.com).

Gosia rozpoczęła studia o profilu Inżynieria Kosmiczna i Satelitarna na Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Szymon studiuje fizykę na Uniwersytecie Jagiellońskim. Oboje angażują się w działalność wolontariacką na rzecz promocji astronomii wśród młodzieży poprzez organizowanie obozów astronomicznych jako członkowie zarządu Klubu Astronomicznego AlmuKantarAt. Szymon jest również redaktorem naczelnym Portalu Astronomicznego AstroNET. Natomiast Konrad pracuje w Krakowie jako UI Designer i rozwija kilka własnych projektów. Przez dłuższy czas sporo sił poświęcał na przygotowania do mistrzostw Polski w trójkboju. W końcu maja tego roku wygrał je, zostając mistrzem Polski.

Planszówka to dopiero początek, jej twórcy mają pomysł na ucyfrowienie gry. Na razie, między innymi ze względu na wspomniany brak czasu, nie są jeszcze w stanie określić szczegółów. Ogranicza ich tylko niebo, jak mówią Amerykanie. Nomen omen w tym przypadku.

Krzysztof Szafrński, Business Development Director, szef handlu zagranicznego w firmie Rebel, założyciel inicjatywy szkoleniowej Laboratorium Gier.

Nasza współpraca zaczęła się w listopadzie 2020 r. Skontaktował się ze mną Dymitr Biriukow, który pomagał twórcom gry w pozyskiwaniu kontaktów biznesowych. Gra wydała mi się interesująca. Na wczesnych etapach tworzenia prototypu podałem kilka wskazówek, jak poprawić ją mechanicznie i lepiej dostosować do standardów produkcyjnych w tej branży.

Ze względu na swoją genezę jest to ciekawy przykład gry edukacyjnej stworzonej według nowego standardu. W nienachalny sposób uczy, nie tylko sprawdza wiedzę, jak byliśmy przyzwyczajeni przez gry quizowe. Jest jednocześnie przygotowana dla graczy, którzy chcieliby zagrać jedynie dla przyjemności i sprawdzić swoje siły, rywalizując na planszy.

Nowoczesne gry planszowe powinny w umiejętny oraz innowacyjny sposób łączyć mechanikę z prezentowanym tematem. Moim zdaniem, w tym przypadku się to udało. Gra jest dobrze dopasowana do oczekiwań grupy docelowej.

Jeśli ktoś chce spróbować samodzielnie projektować gry, w sieci pojawia się coraz więcej materiałów na ten temat. Zapraszam na swój kanał Laboratorium Gier na youtube oraz fanpage, gdzie wrzucamy ciekawe materiały na ten temat. Informujemy także o spotkaniach testerskich w różnych miastach.



Barbara Popek

nauczycielka fizyki w Zespole Szkół nr 6 w Jastrzębiu-Zdroju, prywatnie miłośniczka biegów maratońskich:

”Dobry nauczyciel to partner, dla którego największą motywacją w pracy jest uczeń, dzięki któremu my sami możemy się rozwijać.



Barbara Halska

nauczycielka przedmiotów zawodowych na kierunku technik-informatyk w Zespole Szkół nr 6 w Jastrzębiu-Zdroju, propagatorka nowych technologii w edukacji, autorka podręcznika do nauki zawodu technik-informatyk w kwalifikacji: projektowanie lokalnych sieci komputerowych i administrowanie sieciami.



Genialne Miejsca

GENIALNE MIEJSCA

to konkurs dla uczniów i nauczycieli szkół podstawowych (od IV klasy) oraz ponadpodstawowych.

ZADANIE

polegało na stworzeniu gry lub pokoju zagadek na temat okolicy, gdzie znajduje się placówka uczniów, z wykorzystaniem aplikacji genial.ly.

NA KONKURS WPŁYNĘŁO

120 prac (z całej Polski);

96 prac zostało umieszczonych na interaktywnej mapie:

 <https://sis.pti.org.pl>



Komentarz do wypowiedzi Adama Jurkiewicza

na temat kształcenia informatycznego¹

Na początku ustalmy znaczenie terminu, którym będę się posługiwał. **Kształcenie informatyczne** w szkołach to wydzielone zajęcia z informatyki. Nadal stosuje się określenie „edukacja informatyczna” w odniesieniu do wszelkiego wykorzystania komputerów i technologii w edukacji. Wyjątkowo w edukacji wczesnoszkolnej edukacją informatyczną nazywa się zajęcia związane z informatyką, bowiem na tym poziomie edukacyjnym wszystkie zajęcia przedmiotowe nazywają się edukacjami.

Większa część wywiadu dotyczy obowiązującej podstawy programowej informatyki. Adam Jurkiewicz chciałby:

chętnie podyskutować z resortem edukacji i z ekspertami nad „pływającą podstawą programową” informatyki czy nawet „dynamicznie samokonfigurującymi się programami nauczania”, automatycznie dostosowującymi się do warunków i potrzeb, jak te sieci 5G, o których wcześniej wspomnieliśmy, „tuningowanymi” przez nauczyciela dobierającego elementy w zależności od umiejętności – i uczniów, i jego samego.

Nie zgadzam się

Przez kilka miesięcy otrzymywaliśmy uwagi do podstawy programowej informatyki, dyskutowaliśmy z ich autorami i uwzględnialiśmy uzgodnione z nimi uwagi. Czy Adam Jurkiewicz przegapił ten moment? Proponowana przez niego podstawa *pływająca* [...] czy „z dynamicznie samokonfigurującymi się programami nauczania” to fikcja. Kiedyś na żywo przysłuchiwałem się w San Diego panelowi z udziałem



Maciej M. Sysło

matematyk (kombinatoryka, teoria grafów), informatyk (matematyka dyskretna, dydaktyka informatyki), profesor od wielu lat związany zawodowo z Uniwersytetem Mikołaja Kopernika (UMK) w Toruniu. Autor koncepcji edukacji informatycznej w szkołach różnego typu, twórca i lider zespołu edukacji informatycznej w Instytucie Informatyki UW i na Wydziale Matematyki i Informatyki UMK. Napisał ponad 150 publikacji matematycznych, informatycznych i dydaktycznych, blisko 30 książek i podręczników.

sir Ken Robinsona, który w pewnym momencie zaproponował *curriculum* (podstawa, program nauczania) indywidualne dla każdego ucznia, ale po chwili uświadomił sobie i sali (było ponad 3,5 tys. słuchaczy), że przyjdzie polityk i zrobi z tego jedną podstawę. I tak jest z podstawami we wszystkich krajach, które znam, np. w Wielkiej Brytanii². Ale jest

¹ Domena 1/2022, str. 47–49

² Sytuacja w USA jest nieco inna, gdyż nie ma tam scentralizowanego systemu nauczania, chociaż jest federalny U.S. Department of Education. Instytucje takie, jak CSTA czy ISTE ogłaszają standardy i poszczególne stany lub dystrykty (na niższym poziomie administracyjnym) przyjmują swoje *curricula*.

na to recepta – nauczyciel, bez „konfigurowania sam sobie podstawy programowej”, ma swobodę opracowania własnego programu nauczania, dla swoich uczniów, dla sieci 5G i innych ewentualności. Jak sama nazwa wskazuje, podstawa to podstawa, a nad nią można budować indywidualne programy nauczania.

Adam Jurkiewicz uważa, że *Technicznie jest to [to, co proponuje] możliwe do realizacji na przykład na platformach elektronicznych, do tworzenia takich programów nauczania można zastosować osiągnięcia ML i AI*. Przecenia chyba możliwości AI. Nie spotkałem w światowej literaturze prób takiego podejścia. Na jakich danych (musiałyby to być giga dane z programami nauczania) miałyby maszynowo uczyć się komputer, by wyprodukować „samokonfiguracyjny program nauczania”, zapewne dla konkretnego nauczyciela? To jeszcze daleka droga przed nauczycielami, jeśli w ogóle będzie to możliwe.

Warto zauważyć, że obowiązująca podstawa programowa informatyki to nie tylko dokument określający zakres kształcenia. Jego struktura wynika z przyjętych przez autorów założeń metodycznych, które z kolei powinny wywierać wpływ na sposób realizacji podstawy zapisany w programie nauczania realizowanym przez nauczyciela. Te fundamenty wdrażania podstawy omawiam w wykładach umieszczonych na stronie: <http://mmsyslo.pl>.

Jednym z tych fundamentów jest kolejność celów ogólnych, zwłaszcza dwóch pierwszych, którą można ująć krótko zaleceniem:

Najpierw pomyśl (logicznie, abstrakcyjnie, algorytmicznie) zanim zaczniesz programować³.

I tak dotykamy tytułowego wątku wypowiedzi Adama Jurkiewicza: *Uczmy logicznego myślenia*. Ale taki postulat jest na czele podstawy programowej informatyki, jako Cel kształcenia nr 1⁴:

Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów na bazie logicznego i abstrakcyjnego myślenia, myślenia algorytmicznego i sposobów reprezentowania informacji.



Myślenie algorytmiczne czy programowanie?

Oba te obszary kształcenia są związane z logicznym myśleniem obowiązująca podstawa ustawia je właśnie w takiej kolejności, czyli z prymatem logicznego myślenia.

Pozostaje problem, jak twierdzi Adam Jurkiewicz, z wprowadzaniem tekstowego języka programowania w klasach VII-VIII. Ale to jest problem tylko wtedy, gdy np. na język Python patrzy się w oderwaniu od wcześniejszych etapów edukacyjnych, w czasie których uczniowie stosując programowanie blokowe rozwiązują łamigłówki w code.org, tworzą skrypty w Scratchu, programują roboty. Nie trzeba im chyba nawet podpowiadać, że w blokach, które przenoszą, by tworzyć programy, znajdują się teksty. Wystarczy te teksty wynieść z bloków, by otrzymać niemal gotowy program w Pythonie, np. do posłużenia się biblioteką żółwia rysującego te same obrazki. Z metodycznego punktu widzenia to jest idea spiralności w nauce programowania – język czy środowisko programowania nie ma specjalnego znaczenia, ważne jest logiczne i abstrakcyjne myślenie związane z otrzymaniem tego samego efektu działania programu.

Mam propozycję dla Adama Jurkiewicza, by zachwyty nad językiem Python – *bo Python jest łatwy* – adresowane do adeptów programowania, uczniów i nauczycieli, poprzedzał „miękkim” ich wprowadzeniem do „dialogu” z komputerem w środowisku wielomodalnym multimedialnych łamigłówek (code.org), skryptów (Scratch) i interaktywnych zabaw z programowalnymi robotami. Takie podejście rozwija kreatywność uczących się i kształci myślenie komputacyjne.



Z dużym zdziwieniem odebrałem sugestię, „że czas byłoby zmienić podstawę dla liceum, która moim zdaniem ma za silny przechył w stronę pakietu Office”.

Po pierwsze, w podstawie programowej informatyki nie występuje żadna nazwa własna oprogramowania: ani Office, ani pakiet biurowy, ani nawet pakiet. W podstawie programowej pozostawiono nauczycielom pełną swobodę wyboru edytorów, arkuszy, języków

³ Te trzy sposoby myślenia wchodzą w zakres **myślenia komputacyjnego**, które jest w tle całej podstawy programowej informatyki.

⁴ **Cele kształcenia – wymagania ogólne** w podstawie programowej informatyki są takie same dla wszystkich etapów kształcenia – to ma zapewnić spiralność kształcenia przez wszystkie lata w szkole. Etapy kształcenia różnią się rozwijającymi się i dostosowanymi do rozwoju uczniów **Treściami nauczania – wymaganiami szczegółowymi**.

programowania itp. Nadal ma jednak sens nauka poprawnego pisania z wykorzystaniem edytora tekstu, obliczeń – w arkuszu, projektowania – w edytorze grafiki, ale wybór narzędzia jest w rękach nauczycieli i uczniów. Temu poświęcony jest Cel kształcenia nr II. Dodatkowo, warto kształcić umiejętności pracy nad wspólnymi tekstami, arkuszami i innymi dokumentami, korzystając z narzędzi w chmurze – o tym jest mowa w podstawie już na etapie klas IV-VI.

Jeszcze większe moje zdziwienie w kontekście pakietu Office wywołała sugestia, że *warto zajmować się w szkole TeXem*. Ujmując krótko, TeX jest bardzo złożonym systemem programowania tekstu, który ma jednak bardzo ograniczone zastosowanie zarówno dla uczniów, jak i dla nauczycieli, a wymaga dość żmudnej nauki posługiwania się nim. Nie wiem, jakie są doświadczenia Adama Jurkiewicza w posługiwaniu się TeX-em, nie zauważyłem, by którąkolwiek ze swoich prac czy książek złożył w tym systemie. Ponad 30 lat temu złożyłem w TeX-u (LaTeX nie był jeszcze popularny) 3-tomowe dzieło *Elementy informatyki* dla wydawnictwa PWN. Pamiętam, że jeszcze przez jakiś czas składałem wtedy w TeX-u pisma do MEN, innych instytucji i osób, ale szybko to zarzuciłem, bo odpowiedzi otrzymywałem w innych edytorach typu WYWIWYS; TeX niestety taki nie jest. Dzisiaj TeX jest językiem składu głównie publikacji naukowych z dziedzin bliskich naukom matematycznym i technicznym. Zwykle jednak wydawnictwa ustalają szablon publikacji, a autor ma tylko umieścić w nim swój utwór. Nie jest prawdą, że w tym systemie studenci piszą swoje prace – tylko wyjątkowo na niektórych kierunkach matematycznych.

Matura – kwestia, od której zaczyna się wywiad

W odpowiedzi Adama Jurkiewicza prawdą jest tylko to, że ten egzamin nie jest łatwy. Zwłaszcza „nieinformatycy” dodają, że maturalne zadania z informatyki są ciekawe i wychodzą poza sztafpę sprawdzania szkolnej wiedzy – należy wykazać się nabytą wiedzą i umiejętnościami rozwiązywania problemów bliskich rzeczywistym sytuacjom.

Nie jest natomiast prawdą, że *egzamin z informatyki [...] w zasadzie nic nie daje w staraniach o przyjęcie na studia, nawet na wydziały informatyczne. Brutalnie można powiedzieć, że nie opłaca się jej zdawać na maturze*. Tak nie powinien wypowiadać się żaden nauczyciel o żadnym egzaminie! Faktem jest, że wiele kierunków informatycznych, ścisłych i technicznych przez długie lata nie przyznawało kandydatom na studia punktów za maturę z informatyki,

walczyliśmy z tym i jest lepiej. Powodów było wiele, np. na jednej z uczelni wytłumaczono mi, że kandydaci z lepszą oceną z informatyki mogą zabierać miejsca kandydatom np. z lepszą oceną z matematyki.

Przekonując do podejmowania egzaminu maturalnego z informatyki, używam argumentów, które działają akurat na korzyść osób zainteresowanych informatyką. Zaczę od liczb. Na kierunki „około” informatyczne (informatyka, elektronika, mechatronika itp.) dostało się w zeszłym roku ok. 40 tys. uczniów, a tylko ok. 8 tys. z nich zdawało maturę z informatyki. Świadczy to o tym, że ponad 30 tys. z nich nie próbowało sprawdzić swoich predyspozycji informatycznych na maturze lub – innymi słowy – nie było pewnych swojego przygotowania informatycznego, nabytego w szkole, by podejść do matury. Odważyli się jednak podjąć naukę na kierunkach informatycznych. Efekt znam z doświadczenia. Przez długie lata prowadziłem zajęcia na pierwszych latach uniwersyteckich studiów informatycznych i po pierwszym semestrze „kończyło” te studia więcej niż 50% studentów, bez mojego w tym udziału.

Uważam, że środowisko edukacyjne informatyków powinno przekonywać uczniów, że zainteresowania informatyką powinni rozwijać systematycznie przez wszystkie lata w szkole, a sprawdzianem przygotowania do studiów informatycznych powinna być matura z informatyki.

Na koniec pytanie

W pewnym momencie Adam Jurkiewicz mówi: *W wielu szkołach ciągle jeszcze idzie się na lekcje informatyki do oddzielnej sali z komputerami, zamykanej kratą z dwoma kłódkami*. Ile takich szkół Pan widział? Bywam w bardzo wielu szkołach, podstawowych i ponadpodstawowych, czasem przy drzwiach do pracowni komputerowej są kraty, (zwykle ich pozostałość), ale NIGDY nie spotkałem się z zamkniętymi na dwie kłódki kratami. Dzisiaj zwykle sale są na przerwę zamykane na klucz, bo pozostaje w nich komputer nauczyciela, rzeczy uczniów i nauczycieli. Bywałem natomiast w szkołach, w których komputery, zwłaszcza starsze modele, są wystawione na korytarzu do otwartego użytku. Myślę, że czasy krat i kłódek to już przeszłość.



Kontakt do autora:
syslo@ii.uni.wroc.pl

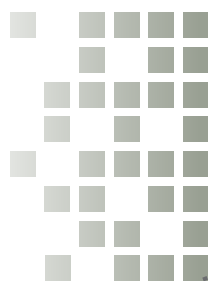
Zaproszenie do projektu

Przed laty rozpocząłem prace nad koncepcją języka programowania bazującego na metodzie inżynierii denotacyjnej. Postanowiłem ten niekomercyjny projekt, zupełnie odwracający kolej rzeczy w inżynierii oprogramowania, kontynuować – licząc na zainteresowanie i wsparcie polskiego środowiska programistów.

W każdej inżynierii, poza inżynierią oprogramowania, projektowanie nowego produktu rozpoczyna się od stworzenia opisu tego produktu w specyficznym dla danej inżynierii języku, który posługuje się z jednej strony wyspecjalizowanym aparatem pojęciowym, a z drugiej – aparatem matematycznym. Do tego dochodzi nierzadko rysunek techniczny. W tych trzech językach – branżowym, matematycznym i graficznym – powstaje opis przyszłego produktu uzupełniony o komentarze pisane w języku potocznym. Matematyczna część opisu, zwana zwykle „obliczeniami”, stanowi gwarancję, że wytworzony na jej podstawie produkt będzie miał oczekiwane właściwości: most się nie zawali, skrzydło samolotu nie pęknie, instalacja chemiczna będzie prowadzić prawidłową syntezę. Oczywiście mogą zdarzyć się błędy na etapie projektu lub wykonania, więc przed oddaniem produktu do eksploatacji prowadzi się testy pozwalające na wykrycie ewentualnych zagrożeń. Później produkt jest oddawany do użytku i zwykle zachowuje się zgodnie z oczekiwaniami jego twórców.

W inżynierii oprogramowania inaczej

Przyszły program jest najczęściej opisywany w języku potocznym, co prawda wzbogaconym o terminologię techniczną, ale pozbawionym aparatu matematycznego, który dawałby gwarancję poprawności. To powoduje, że pierwsza wersja programu oddawana do testowania z re-



prof. dr hab. Andrzej Jacek Blikle
Instytut Podstaw Informatyki PAN

guły testów nie przechodzi. Wraca więc do programistów ze wskazaniem na błędy, którzy te błędy usuwają, ale też wprowadzają nowe. A nawet, gdyby nie wprowadzili, to w programie i tak pozostają błędy niewykryte podczas testowania, choćby z tego powodu, że niektóre ścieżki przebiegu programu zostały sprawdzone jedynie do miejsca, w którym wykryto błąd. Po usunięciu błędów program wraca więc do ponownego testowania, które wskazuje kolejne błędy. Ten proces powtarza się wielokrotnie, co generuje koszty stanowiące istotną część budżetu całego projektu. Ponadto, programiści wiedząc, że ich program będzie testowany, uznają nierzadko, że odpowiedzialność za poprawność programu ponoszą testerzy, a że pracują najczęściej pod silną presją czasu, mają tendencję do oddawania testerom programów napisanych niestarannie.

” **Warto też pamiętać
o znanej prawdzie,
że za pomocą
testowania można
jedynie wykryć błędy,
ale nigdy nie
można uzyskać pewności,
że ich nie ma.**

Ten stan rzeczy powoduje, że użytkownik nabywający aplikację informatyczną jest z reguły zmuszany zaakceptować tzw. „wyłączenie odpowiedzialności” ze strony producenta aplikacji (ang. *disclaimer*). A oto typowy przykład takiego wyłączenia (nazwa firmy została zastąpiona słowem „Firma”):

O ile nie zaznaczono inaczej w „Warunkach dodatkowych”, Usługi i Oprogramowanie są udostępniane w stanie, w jakim się znajdują („AS-IS”). W maksymalnym zakresie dozwolonym przez prawo, Firma wyłącza wszelkie gwarancje wyrażne lub domniemane, w tym domniemane gwarancje nienaruszania praw, przydatności handlowej i przydatności do określonego celu. Firma nie przyjmuje żadnych zobowiązań dotyczących treści zawartej w Usługach. Ponadto Firma nie gwarantuje, że:

- a. Usługi lub Oprogramowanie spełnią wymagania Użytkownika, będą stale dostępne oraz że będą działały w sposób nieprzerwany, terminowy i bezbłędny;*
- b. efekty uzyskane w wyniku użycia Usług lub Oprogramowania będą skuteczne, dokładne i niezawodne;*
- c. jakość Usług i Oprogramowania spełni oczekiwania Użytkownika;*
- d. błędy lub usterki w Usługach lub Oprogramowaniu zostaną naprawione.*

To wyłączenie pochodzi z 2018 r. i dotyczy nie małej, lokalnej firmy, ale dużej i międzynarodowej.

Czy ktoś mógłby sobie wyobrazić, że producent jakiegokolwiek nieinformatycznego produktu przemysłowego – np. samochodu, pralki, telewizora czy budynku – mógłby zażądać od swoich klientów zgody na podobne zrzeczenie się ich praw? Dlaczego więc w przemyśle IT jest to zjawisko powszechne?



Próba diagnozy

W mojej ocenie przyczyną tego stanu rzeczy jest brak dostatecznie rozwiniętych modeli i narzędzi matematycznych, które pozwalałyby uzyskiwać gwarancje funkcjonalnej poprawności programów. Zresztą ten brak ma wpływ nie tylko na produkty informatyczne, lecz także na podręczniki języków programowania, co znów pośrednio wpływa na jakość produktów.

Uważam, że na przykład wydany w 1960 r. podręcznik Algolu 60 – języka, który w dużej mierze wytyczył drogę rozwoju informatyki dla kilku pokoleń – znacznie przewyższał dzisiejsze podręczniki pod względem precyzji i kompletności. Po pierwsze, składnia Algolu 60 była opisana za pomocą gramatyk generacyjnych, a nie – jak to się czyni dziś – przez najczęściej niejasne przykłady. Po drugie, semantyka języka, choć nieodwołująca się do modeli matematycznych (nie były wówczas znane), była opisana przy użyciu dobrze zdefiniowanego aparatu pojęciowego: *zmienna, blok, widoczność zmiennej, procedura, parametr procedury, rekurencja*.

Podobnymi cechami charakteryzował się też powstały około dziesięć lat później podręcznik języka Pascal. Niestety, nie można tego powiedzieć o dzisiejszych podręcznikach, których autorzy nie odróżniają wyrażenia od instrukcji, a instrukcji od deklaracji.

Zjawiska te są powszechne i dotyczą nie tylko języków programowania, lecz także narzędzi budowania systemów, takich jak np. Joomla! czy Drupal – świadczą o tym cieszące się niezmienną popularnością pomocowe internetowe fora, na których zdesperowani użytkownicy wymieniają się własnymi doświadczeniami. Do podręczników systemów mało kto zagląda, bo nie dość, że są nieprecyzyjne i niekompletne, to jeszcze dalece nieczytelne i to zarówno ze względu na swój język pozbawiony najczęściej aparatu pojęciowego, jak i na obszerność. Podczas gdy podręcznik Algolu 60 obejmował 237 str., a podręcznik Pascala – 166 str., podręcznik Pythona zawiera 696 str., systemu Access – 952 str., a prawie zapomnianego już dziś Delphi, który miał się stać uniwersalnym językiem programowania wszechczasów, przekracza 2000 stron. Fora samopomocy wypełniają się więc pytaniami typu „Hej, czy ktoś wie jak...?”, na które zresztą – poza sytuacjami najprostszymi – najczęściej nikt nie udziela odpowiedzi (obserwacja własna).



Źródła problemów

W mojej ocenie niepowodzenie prób zbudowania formalnego i praktycznego zarazem systemu uzyskiwania gwarancji poprawności programów miało źródła w dwóch grupach problemów.

Pierwsza wiąże się z faktem, że zbudowanie takiego systemu dla konkretnego języka wymaga opisanego jego semantyki

na gruncie matematyki. Począwszy od lat 70. XX w. dla matematyków było raczej oczywiste, że aby semantyka języka programowania miała praktyczny sens, musi być *kompozycyjna*, przez co rozumiemy, że znaczenie całości jest funkcją znaczeń jej części.

Semantyki kompozycyjne nazwano *denotacyjnymi* (znaczenie programu to jego denotacja) i przez wiele lat badano ich własności teoretyczne oraz podejmowano próby budowania takich semantyk dla istniejących języków. Wśród najbardziej znanych dokonań praktycznych należy wymienić formalne semantyki dla języków ADA oraz CHILL opisane w metajęzyku VDM. Inny eksperyment z tej grupy, choć na znacznie mniejszą skalę, to definicja podzbioru Pascala napisana przeze mnie w metajęzyku MetaSoft zbliżonym do VDM.

Niestety, żadna z tych prób nie doprowadziła do wprowadzenia modeli denotacyjnych do praktyki inżynierii oprogramowania. W moim przekonaniu nie mogło być inaczej, gdyż dla istniejących języków sensownych semantyk denotacyjnych zbudować się raczej nie da (bliższe uzasadnienie tego poglądu mogę przedstawić zainteresowanym). Przyczyną tego stanu rzeczy jest fakt, że języki programowania budowano rozpoczynając od składni, a nie od denotacji, czyli najpierw decydowano, jak będziemy wyrażać treści, a dopiero później, czym te treści będą. To oczywiście prosta konsekwencja historycznego faktu, że gdy zaczęto zastanawiać się nad tworzeniem semantyk, składnie języków już istniały.

W tym miejscu należy wyjaśnić, że przy projektowaniu składni budowniczości języków mają zawsze na myśli jakieś jej znaczenie, jednakże myślą o nim w terminach raczej operacyjnych (sekwencja operacji maszynowych) niż denotacyjnych (kompozycja funkcjonalności). Dla przykładu, semantyka operacyjna bankowej procedury przelewu z jednego konta na drugie opisuje zmiany w pamięci operacyjnej i stałej komputera realizowane przez skompilowany kod, natomiast semantyka denotacyjna opisuje zmiany stanu bazy danych banku zrozumiałe dla bankowca lub właściciela konta.

Druga grupa problemów wiąże się z milczącym założeniem, że budowanie programów matematycznie poprawnych powinno przebiegać w kolejności – najpierw program, a później dowód jego poprawności. Ta kolejność jest oczywista w matematyce – najpierw hipoteza, a później jej dowód – jednak dla każdego inżyniera absurdalny musi być pomysł, aby najpierw zbudować most, a dopiero później wykonać jego projekt wraz z obliczeniami. Zasada „najpierw program, a później dowód poprawności” jest

jednak nie tylko irracjonalna, lecz i praktycznie raczej niewykonalna, i to aż z dwóch powodów.

Po pierwsze, dowód jest z reguły dłuższy od twierdzenia, a twierdzenie o poprawności programu jest oczywiście dłuższe od samego programu. Skoro więc „praktyczne” programy liczą od dziesiątków tysięcy do milionów linii kodu, to „ręczne” dowodzenie ich poprawności nie wchodzi w grę. Z kolei systemów automatycznego dowodzenia poprawności programów, które weszłyby do powszechnego użycia w przemyśle IT, nie udało się zbudować choćby z tego powodu, że dla istniejących języków programowania nie stworzono matematycznych semantyk.

Sądzę jednak, że praktycznie ważniejszy jest powód drugi. Otóż programy, których poprawność staralibyśmy się udowodnić, z reguły poprawne nie są! Stąd metody dowodzenia poprawności miały w zasadzie funkcjonować jako narzędzia wykrywania błędów. Gdy dowód poprawności się „zaczyna”, poprawiamy program, a następnie „uruchamiamy” dowód od nowa. Innymi słowy, najpierw robimy coś byle jak, by później to poprawiać. To chyba niezbyt racjonalne podejście.



Mój projekt

Podjąłem więc próbę zaproponowania narzędzi matematycznych pozwalających na zbudowanie języka programowania opartego na modelu denotacyjnym, a następnie zdefiniowania dla tego języka takich reguł programowania, które gwarantowałyby poprawność tworzonych programów. Zamiast więc najpierw pisać program „intuicyjnie”, by później uzyskiwać (ograniczone) gwarancje jego poprawności za pomocą testowania, budujemy program w sposób, który tę poprawność gwarantuje. Tym ideom poświęciłem moje badania prowadzone w latach 70. i 80. XX w., nie doprowadziłem jednak wtedy do poziomu na tyle praktycznego, aby można było podjąć eksperymenty w obszarze inżynierii oprogramowania.

Dziś powracam do moich dawnych planów i badań, proponując dwie techniki odwracające tradycyjne sposoby postępowania.

Pierwsza z nich, którą nazwałem inżynierią denotacyjną, polega na projektowaniu języka programowania poczynając od denotacji (znaczeń), a nie od składni. Po opisanu denotacji przyszłego języka w metajęzyku MetaSoft generuje się z jej opisu – w dużej mierze algorytmicznie – składnię, a ściślej mówiąc jej gramatykę. Okazuje się, że dla tak wygenerowanej składni mamy nie tylko zagwarantowane istnienie (jednoznacznie wyznaczonej) semantyki denotacyjnej, lecz także możemy algorytmicznie wygenerować jej definicję w języku MetaSoft. Ta ostatnia z kolei może być podstawą do wygenerowania kodu interpretera lub kompilatora.

Proponowaną technikę wraz z jej matematycznym uzasadnieniem opisałem w roboczej wersji mojej książki *A Denotational Engineering of Programming Languages*, dostępnej obecnie w wersji cyfrowej <https://moznainaczej.com.pl/what-has-been-done/the-book>. Moją metodę ilustruję przykładem projektowania języka programowania Lingua, oferującego techniki programowania sekwencyjnego, takie jak konstruktory strukturalne oraz procedury funkcyjne i imperatywne wraz z rekursją. Opisałem też zarys środowiska dla SQL tzw. API. Dla Lingua w wersji bez SQL studenci mojego kursu prowadzonego na Wydziale Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego (w 2020 r.) napisali prosty interpreter w języku OCaml.

Podjąłem też próbę pokazania, jak mógłby wyglądać podręcznik programisty napisany dla języka wyposażonego w semantykę denotacyjną (patrz <https://moznainaczej.com.pl/what-has-been-done/on-writing-user-manuals>). Co warto podkreślić, w tym podręczniku nie zakładam znajomości technik denotacyjnych przez czytelnika, pokazuję jednak, jak można ustrukturalizować sam podręcznik, a także uczynić go zarówno pełnym, jak i zwartym dzięki temu, że te techniki znane są jego autorowi. Język Lingua, poza tym że ma semantykę denotacyjną, jest wyposażony w konstruktory programów gwarantujące poprawność tych ostatnich względem zawartej w nich (składniowo) specyfikacji.

Druga z moich technik, którą nazwałem programowaniem walidacyjnym, polega na budowaniu programów za pomocą konstruktorów gwarantujących poprawność. Rozpoczynamy od programów bardzo prostych, których poprawność jest łatwa do udowodnienia, a następnie, krok za krokiem, budujemy z nich programy złożone. We wspomnianej książce opisałem matematyczne podstawy programowania walidującego oraz podałem dwa przykłady budowania bardzo prostych, ale dość nieoczywistych, programów poprawnych. Jeden z nich to program napisany w 1970 r. przez informatyka norweskiego Ole-Johana Dahla, współtwórcę idei programowania obiektowego:

```
q := 1;
while q ≤ n do q:=4*q od
y := n;
p := 0;
while q > 1
do
  q:=q/4;
  if p+q≤y
  then p:=p/2+q; y:=y-p-q else p:=p/2
fi
od
```

Na pierwszy rzut oka raczej nie widać, że końcowa wartość zmiennej p jest równa części całkowitej pierwiastka kwadratowego z n . Nie jest też łatwo ten fakt udowodnić, bo trzeba znaleźć wcale nieoczywisty niezmiennik drugiej z pętli. Natomiast techniką programowania walidacyjnego wyprowadza się program Dahla w kilku dość oczywistych krokach, a te kroki stanowią jednocześnie dowód poprawności programu.



Co dalej?

Obecnie prowadzę prace badawcze z kilkoma moimi kolegami z Wydziału MIM UW nad wyposażeniem Lingua w narzędzia do programowania obiektowego i (niezależnie) współbieżnego.

Dalsze kierunki rozwoju projektu widzę w dwóch obszarach:

1. W obszarze inżynierskim:

- Zbudowanie środowiska projektanta języków programowania metodą inżynierii denotacyjnej. Takie środowisko mogłoby obejmować nie tylko inteligentny edytor, lecz także generatory parserów, interpreterów, a może i kompilatorów.
- Zbudowanie środowiska programisty dla języków z grupy Lingua. Ono również obejmowałoby nie tylko inteligentny edytor, lecz także narzędzia wspierające budowanie programów poprawnych na bazie zadanych konstruktorów.
- Tworzenie języków dziedzinowych (ang. *Domain Specific Languages*) dla różnych zastosowań, np. do pisania mikroprogramów sterujących maszynami autonomicznymi czy też dla operacji bankowych.
- Eksperymenty z budowaniem praktycznych programów ze zweryfikowaną poprawnością. Myślę, że na początek mogłyby to być mikroprogramy ze względu na ich stosunkowo niewielki wolumen przy wysoce krytycznym problemie poprawności.

2. W obszarze teoretycznym:

- Rozwój denotacyjnych modeli języków programowania obejmujących zaawansowane narzędzia programistyczne, takie jak np. obiektowość, współbieżność czy typy polimorficzne.
- Tworzenie modeli denotacyjnych dla specyficznych języków dziedzinowych, np. do pisania mikroprogramów.
- Budowanie reguł programowania walidującego dla tak rozbudowanych lub specjalistycznych języków.

- Opracowanie zasad pisania zwięzłych i kompletnych podręczników języków programowania.
- Opracowanie nowych metod uczenia programowania i to nie tylko specjalistów, lecz także nieinformatyków, np. użytkowników języków dziedzinowych, czy wręcz młodzieży szkolnej.

To oczywiście nie wszystkie możliwe kierunki rozwoju projektu, gdyż każde jego wzbogacenie generuje kolejne problemy do rozwiązania. Jest tu więc wiele miejsca na prace naukowe, a w tym licencjackie, magisterskie i doktorskie.

Przesłanie Urbi et Orbi

Proponowane przeze mnie metody mogą spotkać się z różnymi ocenami, jednakże jedno jest chyba pewne – dość daleko odbiegają od dzisiejszej praktyki. To, co proponuję, to poważna zmiana, która siłą rzeczy rodzi zarówno przeciwników, jak i zwolenników. Przeciwników należy przekonać, a zwolenników – zdobyć. I oczywiście trzeba zacząć od drugiego z tych zadań.

Jednakże, aby je zrealizować, trzeba potencjalnym zwolennikom albo dać do ręki choćby najprostszą, ale praktyczną, wersję Lingua, albo też zachęcić ich do zbudowania własnej. Pierwsza droga wydaje się mało prawdopodobna, bo wymagałaby znalezienia inwestora, który sfinansowałby budowę prototypu czegoś dziwnego i nieznanego, na co raczej liczyć nie można. Pozostaje więc druga droga, co oznacza budowę Lingua przez ochotników dla ochotników, a więc założenie, że będzie to produkt bezpłatny i ogólnie dostępny, jak np. Linux, Joomla! czy Drupal. „Ogólnie dostępny” nie może jednak w tym przypadku oznaczać dostępności do jego tworzenia (open source), bo to mogłoby prowadzić do matematycznie niepoprawnych konstrukcji i w rezultacie do niepoprawnych reguł budowania programów.

” *Spółeczność budowniczych Lingua – gdyby powstała – powinna wypracować reguły przyjmowania nowych członków i udzielania im prawa do włączenia się w tok prac implementacyjnych.*

Ta zasada nie oznacza oczywiście, że należałoby jakkolwiek ograniczać badania naukowe, które z istoty rzeczy powinny podlegać naturalnej ocenie przez środowisko akademickie.

Co mogę zaoferować?

Gdyby znalazła się grupa osób zainteresowanych rozwijaniem projektu, mogę obiecać pomoc merytoryczną w tym obszarze, a także – być może – jakąś pomoc organizacyjną. Mogę się podjąć promotorstwa prac magisterskich i doktorskich, a także przeprowadzenia kursów na różnych poziomach szczegółowości w zależności od tego, czy słuchaczami byłiby teoretycy zamierzający dalej rozwijać denotacyjny model dla Lingua, czy też praktycy, zainteresowani budowaniem narzędzi wspomagających pracę projektanta języka lub programisty.

W dalszej perspektywie można by też pomyśleć o powołaniu start-upu, który oferowałby wdrożenia środowisk dla projektantów języków i dla programistów oraz opiekę na tymi narzędziami. Analogicznie jak w przypadkach np. Linuksa, same narzędzia pozostawałyby bezpłatne, natomiast komercjalizacji podlegałoby wsparcie w ich stosowaniu i aktualizowaniu. Firma mogłaby też oferować niezawodne produkty IT zbudowane zgodnie z technikami programowania walidującego.



Osoby zainteresowane porozmawianiem o szczegółach projektu proszę o kontakt ze mną:

andrzej.blikle@moznainaczej.com.pl

Ponieważ zdaję sobie sprawę, że mój projekt może rodzić wiele znaków zapytania, deklaruję, że taki kontakt nie będzie rodzić żadnych zobowiązań po stronie mojego rozmówcy.

Jakość danych przesądzi o powodzeniu e-doręczeń

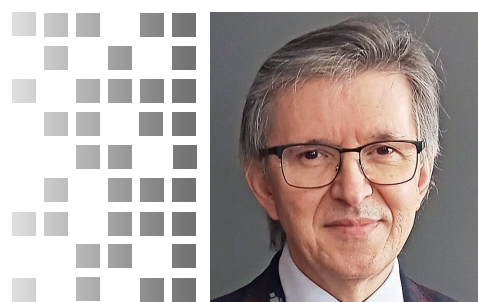
Na temat ustawy o doręczeniach elektronicznych¹ formułowane są różne opinie. Przez jednych jest ona postrzegana jako rozwiązanie umożliwiające skuteczne, rozliczalne przesyłanie dokumentów do każdego podmiotu, likwidujące problemy niedoręczalności przesyłek. Inni uznają, że jest to wyidealizowany akt prawa, nieuwzględniający problemów, które pojawić się mogą w czasie próby pełnego uruchomienia systemu e-doręczeń.

Teoretycznie ustawa ma pozwolić podmiotom całkowicie z informatyzowanym uwolnić się od potrzeby drukowania przesyłek papierowych, które byłyby konwertowane z postaci elektronicznej do papierowej przez operatora wyznaczonego w przypadku, gdyby adresat wyraził wolę odbioru przesyłek w postaci papierowej lub z przyczyn obiektywnych nie byłby w stanie odbierać przesyłek elektronicznych.

Gdzie się możemy potknąć?

Z uwagi na skalę rozwiązania i jego istotne znaczenie dla skutecznego przesyłania dokumentów pomiędzy różnymi podmiotami warto spróbować dostrzec te miejsca, w których mogą pojawić się problemy, utrudniające lub nawet uniemożliwiające skuteczne doręczanie przesyłek papierowych w ramach publicznej usługi hybrydowej (Dz.U. 2022 poz. 569, art. 2, pkt 7).

Usługa doręczenia to typowa usługa, w której mamy: a) nadawcę przesyłki, b) jej odbiorcę (adresata), c) środek komunikacji, udostępniony przez d) jakiegoś operatora pocztowego/dostawcę usługi zaufania i w końcu e) samą przesyłkę, która co do zasady ma postać elektroniczną, chociaż w pewnych przypadkach może zostać w trakcie procesu przesyłania przekonwertowana do postaci papierowej (musi wtedy spełniać pewne warunki techniczne dotyczące formy i wielkości). Dopiero po konwersji postaci przesyłki może być doręczona adresatowi.



Kajetan Wojsyk

nauczyciel akademicki, od 1994 r. praktycznie informatyzujący administrację publiczną, autor podręcznika dotyczącego e-usług (<https://epodrecznik.mc.gov.pl>).

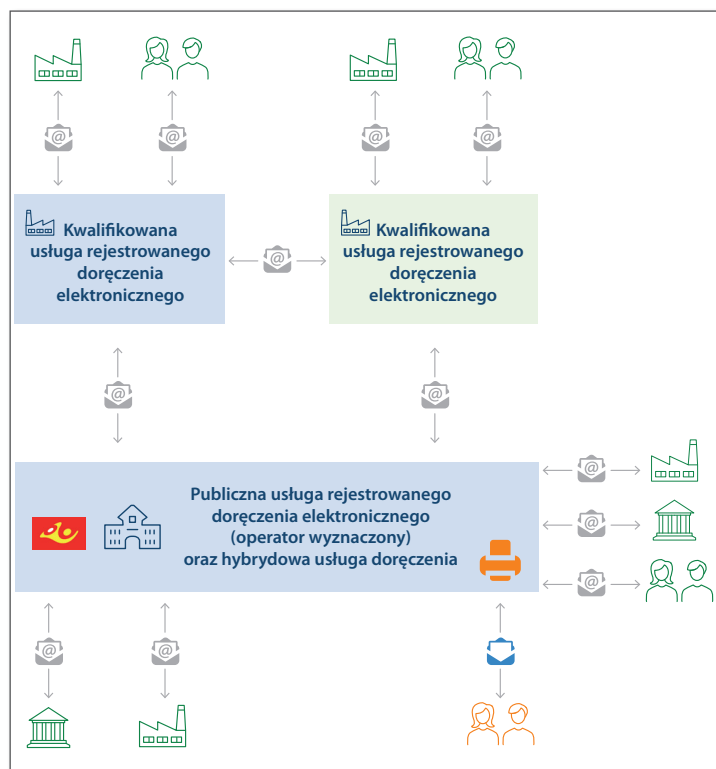
Współautor komentarzy do ustaw, autor artykułów i wystąpień dotyczących prawa informatycznego, ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych, interoperacyjności systemów, otwartości i jakości danych w systemach teleinformatycznych. Członek zarządów NCPI, Oddziału Mazowieckiego PTI, członek Stowarzyszeń „Geodeci dla RP”, Archiwizjoner, „Miasta w Internecie”, SiGIS, Rady Naukowej SIP Lex oraz Rady Forum Teleinformatyki.

Kluczowym warunkiem całego procesu doręczenia jest rejestrowanie w celach dowodowych wszystkich zdarzeń w łańcuchu składającym się na usługę doręczenia, a więc wystawianie wiarygodnych dowodów wysłania przesyłek i równie wiarygodnych dowodów doręczenia/przyjęcia tych przesyłek, co w przypadku usług całkowicie elektronicznych odbywać się będzie automatycznie. Dowody te mogą mieć istotne, rozstrzygające znaczenie we wszelkich procesach administracyjnych, sądowych czy gosp-

¹ t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 569 z późn. zm.

darczych, w których data wysyłki lub/i data odbioru mogą decydować o ich wyniku.

Spróbujmy to zilustrować poprzez pokazanie podmiotów biorących udział w procesie wysyłania, przekazywania i odbioru przesyłek:



Rys. 1. Zakres działania ustawy o doręczeniach elektronicznych – uproszczony schemat realizacji publicznej, kwalifikowanej i hybrydowej usługi doręczenia elektronicznego.

Przyjrzyjmy się publicznej usłudze hybrydowej, której końcową część oznaczono na rys. 1 piktogramem niebieskiej papierowej koperty. Do czasu wprowadzenia regulacji ustawy o doręczeniach elektronicznych istniały (i nadal istnieją) różne rozwiązania, które praktycznie zapewniały realizację wszelkich typowych przesyłek – listów zwykłych, poleconych, poleconych z potwierdzeniem odbioru. Doręczeń dokonywano za pośrednictwem Poczty Polskiej lub innych operatorów pocztowych, a nawet własnych pracowników. Dobór środków był w zasadzie dowolny, byle doręczenie było skuteczne.

Diabeł tkwi jednak w szczegółach i te utrwalone już sposoby doręczeń miały wady, które należało wyeliminować. Wada główna to sama potrzeba tworzenia przesyłki papierowej (koszty papieru, tonera, magazynowania, utylizacji itd., w tym szkodliwość dla środowiska produkcji przyszłej makulatury, której przechowywanie latami również generuje koszty). Z tym problemem w znacznym

stopniu można było sobie poradzić dzięki elektronizacji procesów tworzenia, zabezpieczania i przesyłania dokumentów, wraz z zapewnieniem wystawiania dowodów ich przedłożenia/doręczenia. Niestety, zawsze – i to z różnych, nieraz obiektywnych przyczyn – będą się zdarzały sytuacje, w których adresatowi trzeba będzie dostarczyć przesyłkę papierową, mimo iż oryginał wytworzony w podmiocie publicznym był elektroniczny, został elektronicznie podpisany i wysłany.

Tu dochodzimy do istoty problemu. O ile bowiem systemy wykorzystujące środki komunikacji elektronicznej potrafią nas natychmiast poinformować, że adres, pod który kierujemy przesyłkę nie istnieje, o tyle w przypadku przesyłki papierowej możemy się o tym dowiedzieć dopiero po poniesieniu kosztów wysyłki lub nie dowiedzieć się w ogóle, że przesyłka nie dotarła do adresata.

Tak właśnie ma się rzecz z publiczną usługą hybrydową, w której pojawia się potrzeba przekształcenia przesyłki elektronicznej w przesyłkę papierową i dostarczenia jej do odbiorcy, który nie posiada adresu do doręczeń elektronicznych i wskazał jako właściwy do korespondencji adres w jego tradycyjnym rozumieniu – miejscowości, ulicy (jeśli istnieje) i numeru budynku.

Jakość danych adresowych

W tym obszarze (adresów fizycznych w terenie) wystąpić mogą różne zakłócenia polegające na „znikaniu” adresów lub pojawianiu się adresów nowych, nieznanymi jeszcze systemowi e-doręczeń czy nadawcy. Np. podmiot wysyłający przesyłkę w swoim silosowym zasobie może posiadać adres odbiorcy sprzed zmiany (zmiany wynikającej nie ze zmiany lokalizacji, a zmiany nazwy ulicy lub występowania takiego samego adresu dla wielu lokalizacji).

Skąd bierze się problem „znikających” lub zmiennych w czasie adresów? Otóż wszelkie rejestry zawierające adresy zazwyczaj tworzone są w ramach odrębnych projektów jako rozwiązania silosowe, w których od samego początku dane wprowadza się „ręcznie” lub importuje się je wstępnie z innych źródeł, po czym rejestry te zaczynają żyć własnym życiem. Zmiany danych są deklaratywne, pochodzą od wnioskodawców, którzy podają je zgodnie ze swoją wiedzą (lepszą lub gorszą), albo też zmian tych, po jednorazowym podaniu w trakcie rejestracji, nie dokonują.



Brak systemowego powiązania ze źródłem danych adresowych musi prowadzić (i zawsze prowadzi) do stopniowego, niekontrolowanego pogarszania się jakości danych (dezaktualizacja).

Czy można uniknąć procesu pogarszania się jakości danych? Czy da się stale kontrolować stan jakości danych adresowych? Czy można skorygować wykryte niezgodności ze stanem faktycznym i czy ten proces poddaje się automatyzacji? Na każde z postawionych pytań należy udzielić odpowiedzi twierdzącej.

Adres – w naszym, ludzkim rozumieniu – powstaje w urzędzie gminy – i choć w praktyce składa się najczęściej z nazwy miejscowości, nazwy ulicy i numeru budynku, co czyni go wygodnym do użycia przez ludzi, to zawsze związany jest z dającym się dokładnie określić punktem w przestrzeni o współrzędnych X, Y, które nie ulegną zmianie przy zmianie z jakiegoś powodu nazwy ulicy (np. wskutek tzw. ustawy dekomunizacyjnej, t.j. Dz.U. 2018 poz. 11031). Należy też mieć na uwadze fakt, iż istnieją – i są aktualizowane przez Główny Urząd Statystyczny (GUS) we właściwym trybie – słowniki nazw miejscowości i ulic, zawierające zarówno źródłowe nazwy ulic, przyjęte uchwałami rad gmin, jak i kody przypisane trwale do owych nazw, tworzone przez GUS. Fakt przypisywania kodów do nazw obiektów jest podstawą do stworzenia systemu nie tylko odpornego na błędy (niepozwalającego na wprowadzanie nieistniejących nazw), lecz również umożliwiającego automatyczną kontrolę jakości danych.



Metody weryfikacji

Jak rozwiązać problem niezgodności danych adresowych w zarządzanym przez nas rejestrze z wykorzystaniem dostępnych rejestrów prowadzonych przez ustawowo umocowane podmioty publiczne?

Przez niezgodność rozumiemy jakąkolwiek różnicę – choćby 1 znaku pomiędzy wartością słownikową a wartością w naszym rejestrze – bez przesądzania, która z dwóch różniących się wartości jest poprawna, a która błędna. Ustalenie stanu faktycznego jest sprawą odrębną. W słownikach też mogą zdarzać się błędy, ale sam fakt zaistnienia niezgodności jest sygnałem, że coś się nie zgadza. Nazwa w słowniku centralnym (TERYT) pochodzi z uchwały rady gminy zamieszczonej w Wojewódzkim Dzienniku Urzędowym, a więc jest nazwą urzędową, obowiązującą, wzorem.

Nazwa w naszym, podmiotowym lub przedmiotowym rejestrze (niech będzie to np. Rejestr Aptek, ale mógłby być dowolny inny, zawierający dane adresowe) pochodzi z deklaracji podmiotu, a dodatkowo może być zdeformowana np. przez niewłaściwie zaimplementowany mechanizm wprowadzania nazw do rejestru przez organ rejestrowy).

Tabela 1 przedstawia kilka przykładów różnego rodzaju błędów nazw ulic pobranych z Rejestru Aptek. Konkretnie są to błędne nazwy ulic w Częstochowie (wybrano tylko kilka przykładów, jest ich znacznie więcej). Poprawne nazwy owych ulic, wraz z kodami, znajdują się części tabeli wyróżnionej kolorem niebieskim.

Nazwa ulicy	Część integralna miejscowości	Miejscowość podstawowa	Gmina/dzielnica/delegatura	Powiat	Województwo
ul. Wilhelma Konrada Roentgena (27954)		Ursynów (0968833) dzielnica	Ursynów (1465138) dzielnica	Warszawa (1465)	MAZOWIECKIE (14)
ul. Wilhelma Konrada Roentgena (27954)		Warszawa (0918123) miasto	Warszawa (1465011) gmina miejska, miasto stołeczne	Warszawa (1465)	MAZOWIECKIE (14)

Rys. 2. Przykład nazw jednostek podziału terytorialnego kraju i nazw ulic wraz z odpowiadającymi im kodami.

GUS tworzy także tzw. rejestr zmian, aktualizowany w trybie codziennym, zawierający między innymi daty zmian nazw ulic wraz z kodami tych nazw. Kolejnym wsparciem w kontroli zmian danych adresowych jest Państwowy Rejestr Granic (PRG), prowadzony centralnie przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK), ale zawierający dane przesyłane do tego rejestru z miejsc ich wytworzenia. Dane te również – zgodnie z obowiązującym prawem (Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 21 lipca 2021 r. w sprawie ewidencji miejscowości, ulic i adresów, Dz.U. 2021 poz. 13681) – opatrzone są stworzonymi przez GUS kodami.

Lp	Cecha	Jest	Komentarz (opis błędu)	SYM_UL	Cecha	Powinno być
1	ul. Jagiellońska	Spacja przed nazwą ulicy		07029	ul. Jagiellońska	Nazwa ulicy w rejestrze TERYT
2	ul. Niepodległości	Spacja przed niepełną nazwą ulicy		38299	al. Aleja Niepodległości	
3	ul. Sosabowskiego	Spacja przed niepełną nazwą ulicy, brak stopnia wojskowego i imienia		20591	ul. gen. Stanisława Sosabowskiego	
4	ul. Wolności	Spacja przed niepełną nazwą ulicy, brak cechy		33791	al. Aleja Wolności	
5	ul. Żana	Spacja przed niepełną nazwą ulicy, brak imienia		25591	ul. Tomasz Żana	
6	ul. Aleja Najświętszej Maryi Panny	Brak cechy		38313	al. Aleja Najświętszej Maryi Panny	
7	ul. dr. Orłowskiego	Brak imienia, stopień naukowy odmiennie zapisany		55227	ul. dra Witolda Orłowskiego	
8	ul. Łukasieńskiego	Brak stopnia wojskowego i imienia		55213	ul. mjra Waleriana Łukasieńskiego	
9	ul. Łukasieńskiego mjra Waleriana	Niewłaściwa kolejność fragmentów nazwy ulicy		55213	ul. mjra Waleriana Łukasieńskiego	
10	ul. Orkana	Brak imienia		15140	ul. Władysława Orkana	

Tab. 1. Przykłady różnic w nazwach częstochowskich ulic wprowadzonych do Rejestru Aptek.

Na pozycjach 8 i 9 tabeli mamy ul. mjra Waleriana Łukasieńskiego zapisaną w Rejestrze Aptek za każdym razem inaczej, ale ani razu poprawnie.

Ponieważ każda nazwa wraz z cechą wprowadzona do centralnego katalogu ulic (https://eteryt.stat.gov.pl/eTeryt/rejestr_teryt/ogolna_charakterystyka_systemow_rejestru/ogolna_charakterystyka_systemow_rejestru.aspx?contrast=default) otrzymuje indywidualny kod, we wszelkich

rejestrach nazwy te powinny być stosowane wraz z kodami, a system wyboru właściwej nazwy powinien być oparty na wyborze z zawężanych list, podobnie jak zostało to zrobione np. w aplikacji <https://itia.pl/adres>, udostępnionej w portalu <https://dane.gov.pl/pl/showcase/1216>, aplikacja -do-sprawdzania-adresu-universalnego.

To jednak dopiero wstęp do wyjaśnienia istoty problemu. Wiemy już, że poprawne nazwy obiektów (w tym przypadku ulic) powinny być pobierane ze słowników na podstawie kodów; do kodu województwa można bowiem przyporządkować kody powiatów znajdujących się na jego obszarze, do kodów tych powiatów można przypisać kody podziału terytorialnego i identyfikatory miejscowości, a do tych z kolei – kody ulic znajdujących się w owych miejscowościach. Skoro wszystkie nazwy daje się wyposażyć w kody, to pierwszy krok do automatyzacji kontroli mamy zrobiony, łącznie z eliminacją nazw błędnych, bo ze słowników (czy np. list rozwijanych w aplikacjach) można wybrać jedynie nazwę faktycznie istniejącą, poprawną – i to bez względu na to, czy wybieramy nazwę ręcznie, czy robi to system.

Nazwy ulic to jednak tylko „tabliczki”, które mogą być uchwałą rady gminy zmienione i często tak się dzieje. Skąd system ma „wiedzieć”, która nazwa ulicy została zmieniona, kiedy – i na jaką? Tu znowu z pomocą przychodzi GUS prowadzący od 31 grudnia 2006 r. rejestr zmian, które zaistniały w skali kraju (rys. 3).



Rys. 3. Panel umożliwiający pobieranie danych słownikowych i danych z rejestru zmian.

Zmieniające się nazwy ulic mogą dezorientować, skąd bowiem mamy wiedzieć, że wczorajszy adres „ul. Świerczewskiego 1” to dzisiaj np. „ul. Słowackiego 11”? Owszem, pracownicy operatorów pocztowych poradzą sobie, ale jak będą sobie radziły automaty z preadresowywaniem przesyłek intencjonalnie wysyłanych pod formalnie nieistniejącym

cy już adres, który wprawdzie zmienił się w zakresie nazwy, ale fizycznie mieści się gdzieś w przestrzeni, trwały jak fundamenty budynku, którego ów stary i nowy adres dotyczą?

Współrzędne geodezyjne pomagają

Tu z kolei z odsieczą przychodzi Państwowy Rejestr Granic, zawierający, oprócz opisowych danych adresowych (nazwa województwa, powiatu, gminy, miejscowości, ulicy) kody owych nazw, a także współrzędne geodezyjne punktów adresowych z dokładnością całkowicie wystarczającą do precyzyjnego wskazania poszukiwanego punktu adresowego w przestrzeni, dzięki powszechnie już dzisiaj stosowanym systemom GPS.

Państwowy Rejestr Granic jest objętościowo zbyt duży i nie nadaje się do łatwego powszechnego wykorzystania, dlatego podmioty zajmujące się danymi przestrzennymi udostępniają różne proste w użyciu rozwiązania, wykorzystujące wspomniane dane geodezyjne do umieszczenia czy zlokalizowania konkretnego obiektu na mapie. Wszystkie te systemy opierają się na wewnętrznym, jednoznacznym powiązaniu kodów nazw ze współrzędnymi punktu adresowego – i w zależności od podanych danych (nazwy lub współrzędnych) lokalizują obiekt.

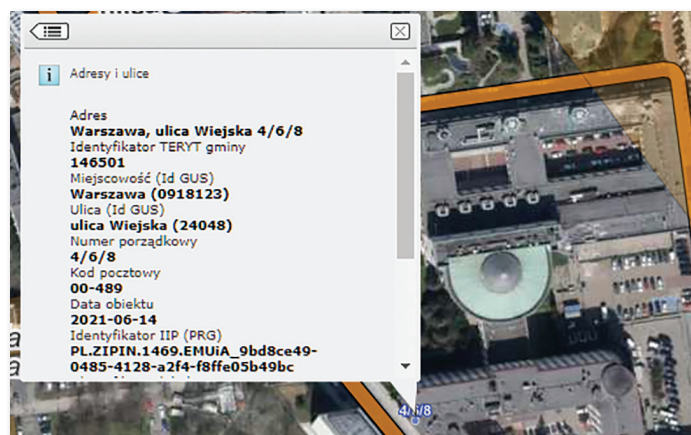
Należy zauważyć, że wskazując na mapie konkretny punkt adresowy automatycznie, ustalamy współrzędne geodezyjne tego punktu, co wykorzystywane jest w tzw. geokodowaniu odwrotnym, czyli ustalaniu danych opisowych obiektu (województwo, powiat, gmina itd.) na podstawie jego współrzędnych.

Na rys. 4 pokazano przykładowo adres, w którym występuje numer budynku „4/6/8” – co w świetle aktualnie obowiązujących przepisów nie jest poprawne, jednak faktem jest, że tak zapisany numer budynku znajduje się również w danych zarejestrowanych punktów adresowych, udostępnionych w pliku <https://wms02.epodgik.pl/adruni/adruni.zip>, gdzie każdy punkt adresowy zapisany jest jako pewien minimalny zestaw danych – kod terytorialny, nazwa miejscowości, nazwa ulicy (jeżeli istnieje), numer budynku oraz tzw. adres uniwersalny, będący zestawem kodów: kodu pocztowego, kodu terytorialnego gminy, identyfikatora miejscowości podstawowej, identyfikatora miejscowości, kodu ulicy, współrzędnych X, Y w danego punktu adresowego i numeru budynku, zapisanych w specjalnym formacie. Ma to znaczenie praktyczne.

Rekord zawierający dane opisowe oraz adres uniwersalny dla wyżej wspomnianego punktu adresowego ma format jak niżej, przy czym adres uniwersalny zaczyna się za czwartym od lewej średnikiem:

146501; Warszawa; ulica Wiejska; 4/6/8;00489|146501|0918123|0918123|24048|486229|638449|4/6/8|

Jak widać, ma on ściśle określoną strukturę umożliwiającą programową kontrolę niezgodności. Co jednak jest kluczowe, zawiera współrzędne prostokątne, określające położenie punktu adresowego. Podobne efekty uzyskać można w różnych systemach, np. w geoportalu (rys. 4) wskazanie punktu adresowego umożliwi odczytanie danych adresowych wraz z kodami (współrzędne X, Y wskazanego punktu odczytać można na pasku u dołu ekranu).

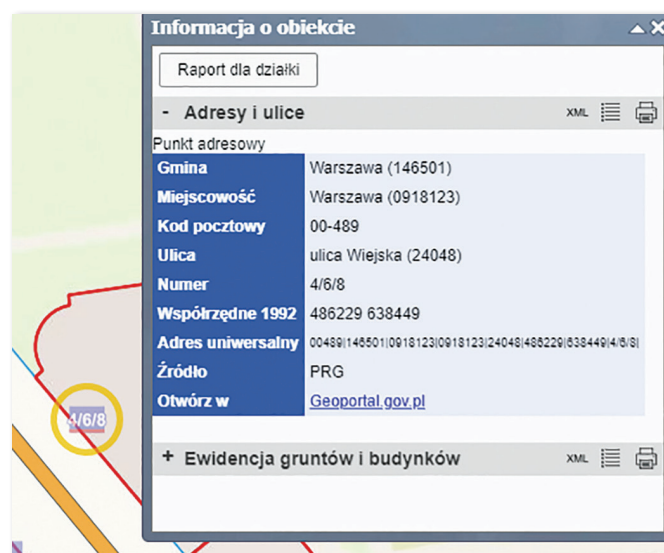


Rys. 4. Dane wskazanego w geoportalu punktu adresowego.
Źródło: <https://geoportal.gov.pl>

Należy zwrócić uwagę, że w każdym profesjonalnym, technicznie poprawnie zbudowanym i uwzględniającym przepisy prawa geosystemie widocznych jest wiele warstw, które można wyświetlać lub ukrywać. Warstwy te muszą być ze sobą zgodne co do lokalizacji poszczególnych obiektów (np. kontury obiektów widocznych na ortofotomapie powinny pokrywać się z konturami tych obiektów na mapie topograficznej), a sam system musi umożliwiać ustalanie współrzędnych wskazanego punktu w jednym lub większej liczbie legalnych układów współrzędnych geodezyjnych. W szczególności cenne jest połączenie w jednej danej kompleksowej pewnego minimalnego zestawu danych pozwalających dane te wykorzystywać nie tylko do celów bieżących (ustalenie lokalizacji obiektu w terenie), lecz także do zbudowania mechanizmu informującego o zmianach. Jeśli np. dla konkretnego punktu adresowego (rozumianego jako zestaw współrzędnych X, Y) zmienią się kody ulic czy miejscowości, system, porównując dane geodezyjne dla konkretnego punktu, będzie mógł wygenerować raport zmian między dwoma plikami pochodzącymi z różnych dat. Niezależnie, porównując dane wzorcowe (słownikowe) z takimi samymi danymi w jakimś zbiorze, można zlokalizować miejsca, w których występują niezgodności danych.

Wykrycie niezgodności z perspektywą ustalenia jej przyczyn jest zdecydowanie lepsze niż przetwarzanie danych o wątpliwej jakości (wiadomo, że w zbiorze istnieją dane błędne, ale nie wiadomo gdzie).

W najbardziej chyba popularnym rozwiązaniu – e-mapie (rys. 5) po wskazaniu punktu adresowego można (w informacjach o obiekcie) odczytać nie tylko dane adresu w formie czytelnej dla człowieka, ale także wspomniany już wcześniej adres uniwersalny oraz współrzędne X i Y w układzie PUWG 1992.



Rys. 5. Informacje o punkcie adresowym w e-mapie.
Źródło: <https://e-mapa.net/>

Egzemplifikacje

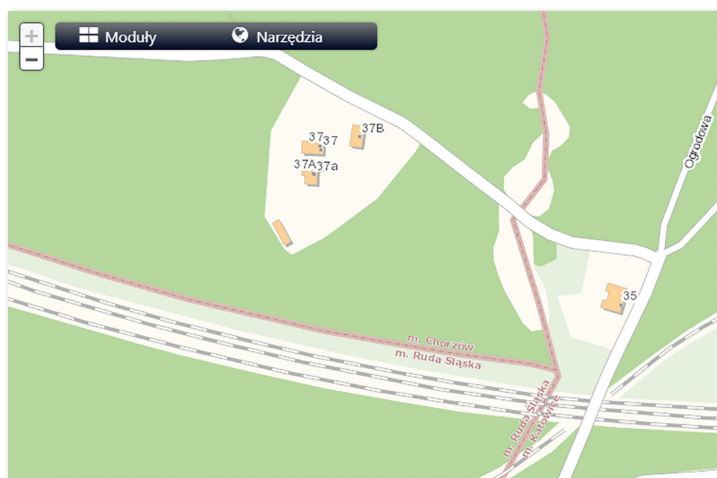
Problem niepewności adresowej prześledźmy na ciekawych przypadkach.

Przypadek 1 (dane pochodzą z pliku wms02.epodgik.pl/adruni/adruni.zip)

246301; Chorzów; Ogrodowa (Katowice); 37; 41500 |246301|0938887|0938887|00000|263675 |496742|37|

246901; Katowice; Ogrodowa; 37; 40759 |246901|0937474 |0937474|14834|263672|496743|37|

Fizycznie dane te określają ten sam adres, ale w zbiorze są to dwa punkty adresowe; ulica należy do Katowic, a działka do Chorzowa. Jak widać, w słowniku TERYT nie istnieje ulica o nazwie „Ogrodowa (Katowice)”, więc system tworzący adres uniwersalny wstawił kod ulicy równy „00000”, oznaczający brak ulicy. W czasie badania poprawności rekordu system wychwytyjący nieprawidłowości stwierdzi, że w miejscu przeznaczonym na nazwę ulicy wpisana słownie znajduje się jakiś ciąg znaków, a nie ciąg pusty, właściwy dla „00000” i zraportuje niezgodność. Innymi słowy, informacja o istnieniu punktu adresowego nie zostanie utracona, ale pokazana zostanie niezgodność wymagająca zbadania.



Rys. 6. Punkty adresowe dotyczące tych samych budynków wpisane podwójnie do ewidencji w dwóch gminach.

Przypadek 2 (dotyczący sąsiedniego budynku z przykładu 1)

246301; Chorzów; Ogródowa (Katowice); 37A; 41500 |24631|0938887|0938887|00000|263659|496738|37A|

24690; Katowice; Ogródowa; 37a; 40759 |246901|0937474|0937474|14834|263658|496739|37a|

Tutaj pokazana jest dodatkowo różnica w sposobie zapisu numeru porządkowego (mała lub duża litera A – zależnie od tego, jak urzędnik wpisał dane do rejestru, każdy z ww. rekordów pochodzi bowiem z systemu innej gminy).

Na mapie (rys. 6) widoczne są granice trzech miast: Chorzowa (na którego terenie znajdują się budynki opisane w powyższych przykładach), Rudy Śląskiej i Katowic, do których należy ulica Ogródowa. W tym miejscu należy wskazać, że w Chorzowie również istnieje ulica Ogródowa, oddalona o ponad 15,5 km. W sytuacji zagrożenia ludzkiego życia może dojść do sytuacji wysłania służb ratowniczych w inne, identycznie lub podobnie nazywające się miejsce, a stracony czas może decydować o życiu człowieka. Ta sama kwestia – poprawnej lokalizacji adresu do doręczeń przesyłek nielektronicznych – jest ściśle związana z usługą hybrydową, która wymaga podania właściwego adresu w terenie.

Ciekawych przypadków w skali kraju jest więcej. Na przykład: „Stara Wieś 5” występuje aż 26 razy; wskazanie na mapie obiektu pozwala wygenerować pełny zestaw danych zapisanych w zestandaryzowany sposób, dający się łatwo porównywać i wychwytywać zmiany.

Przypadek 3 W zależności od sposobu zapisu numeru porządkowego dla adresu w Warszawie „ul. Szamocka 3, 5”, „ul. Szamocka 3,5” lub „ul. Szamocka 3/5” w rejestrze REGON uzyskuje się różne listy zarejestrowanych pod tymi adresami podmiotów.

Tak więc przed wdrożeniem systemów wykorzystujących adresy fizyczne w terenie należy zaimplementować w nich mechanizmy aktualizujące adresy poprzez pobieranie danych weryfikujących z rejestrów centralnych (Państwowego Rejestru Granic, słownika TERYT i rejestru zmian w TERYCIE) oraz zabezpieczenie przed możliwością wprowadzania danych niezgodnych z prawnie umocowanymi.

Lp	Adres uniwersalny	Województwo	Powiat	Gmina	Miejscowość	Nr_porz
1	87700 040104 0857574 0857574 00000 554636 478120 5	KUJAWSKO-POMORSKIE	aleksandrowski	Aleksandrów Kujawski	Stara Wieś	5
2	88111 040708 0094656 0094656 00000 565414 450906 5	KUJAWSKO-POMORSKIE	inowrocławski	Rojewo	Stara Wieś	5
3	23440 060205 0887523 0887523 00000 317570 762831 5	LUBELSKIE	biłgorajski	Frampol	Stara Wieś	5
4	22530 060405 0895280 0895280 00000 316008 842678 5	LUBELSKIE	hrubieszowski	Mircze	Stara Wieś	5
5	22310 060606 0104662 0104662 00000 349627 805885 5	LUBELSKIE	krasnostawski	Kraśniczyn	Stara Wieś	5
6	21010 061003 0385589 0385589 00000 389626 770677 5	LUBELSKIE	łęczyński	Łęczna	Stara Wieś	5
7	21013 061005 0389819 0389819 00000 389230 776894 5	LUBELSKIE	łęczyński	Puchaczów	Stara Wieś	5
8	24130 061405 0383745 0383745 00000 397876 712103 5	LUBELSKIE	puławski	Końskowola	Stara Wieś	5
9	21345 061502 0378997 0378997 00000 432616 745389 5	LUBELSKIE	radzyński	Borki	Stara Wieś	5
10	67100 080405 0912327 0912327 00000 441057 275676 5	LUBUSKIE	nowosolski	Nowa Sól	Stara Wieś	5
11	99340 100204 0567617 0567617 00000 484959 509001 5	ŁÓDZKIE	kutnowski	Krośniewice	Stara Wieś	5
12	99300 100206 0568545 0568545 00000 484912 527699 5	ŁÓDZKIE	kutnowski	Kutno	Stara Wieś	5
13	97340 101008 0550730 0550730 00000 379847 545086 5	ŁÓDZKIE	piotrkowski	Rozprza	Stara Wieś	5
14	97570 101211 0549022 0549022 00000 348214 569030 5	ŁÓDZKIE	radomszczański	Przedbórz	Stara Wieś	5
15	96230 101302 0723833 0723833 00000 436177 605161 5	ŁÓDZKIE	rawski	Biała Rawska	Stara Wieś	5
16	33330 121004 0428689 0428689 00000 198598 634254 5	MAŁOPOLSKIE	nowosądecki	Grybów	Stara Wieś	5
17	26804 140105 0638990 0638990 00000 424213 642618 5	MAZOWIECKIE	białobrzegi	Stromiec	Stara Wieś	5
18	05622 140601 0614357 0614357 00000 439864 623975 5	MAZOWIECKIE	grójecki	Bełsk Duży	Stara Wieś	5
19	27350 140905 0636666 0636666 00000 360416 672614 5	MAZOWIECKIE	lipski	Sienno	Stara Wieś	5
20	06330 142202 0507822 0507822 00000 600517 615584 5	MAZOWIECKIE	przasnyski	Chorzele	Stara Wieś	5
21	08140 142605 0684613 0684613 00000 490240 743610 5	MAZOWIECKIE	siedlecki	Mordy	Stara Wieś	5
22	96315 143805 0739596 0739596 00000 473313 595192 5	MAZOWIECKIE	żyrardowski	Wiskitki	Stara Wieś	5
23	48118 160203 0494479 0494479 00000 267171 409416 5	OPOLSKIE	głubczycki	Głubczyce	Stara Wieś	5
24	36200 180201 0346046 0346046 00000 207963 717228 5	PODKARPACKIE	brzozowski	Brzozów	Stara Wieś	5
25	82440 221601 0149067 0149067 00000 667712 521427 5	POMORSKIE	sztumski	Dzierżoń	Stara Wieś	5
26	26010 260402 0230585 0230600 00000 346741 631539 5	ŚWIĘTOKRZYSKIE	kielecki	Bodzentyn	Stara Wieś	5

Idea zera

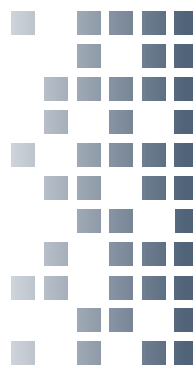
Zero, niezbędne dla pozycyjnego zapisu liczb, jest najważniejszą cyfrą. Wynalezienie znaku na nicość, pustkę, było – jak uważał holenderski matematyk Bartel Leendert van der Waerden – przejawem geniuszu, aby uczynić coś z niczego, nadać mu nazwę i wymyślić jego symbol.

Zero wymyślili Hindusi, choć niektórzy badacze twierdzą, że najwcześniejsze dokładne i systematyczne zastosowanie symbolu zera i zasady pozycjonowania dokonane zostało już na początku naszej ery przez Majów z Ameryki Środkowej.

Jakieś ślady idei zera odnajdujemy się w pismach babilońskich i greckich. Przedmiotem rozważań pitagorejczyków były kształty i proporcje. Nicość nie ma sensu geometrycznego, nie reprezentuje żadnej figury. Nie pozostaje też w żadnej proporcji do czegokolwiek, a przecież to, co dla Pitagorasa i jego uczniów w kosmosie sensowne, to wzajemne powiązanie przez proporcje. Arystoteles odrzucał istnienie pustki, próżni. Przypisywana jest mu zasada: *horror vacui*, czyli: przyroda nienawidzi próżni.

W „Biblii” istnienie i posiadanie imienia są utożsamiane. Imię może mieć tylko byt, który istnieje. Powołania do życia dokonuje się głosem. Możesz pyta Boga, objawiającego mu się w krzaku gorejącym, o imię. Współplemioncom mówi, że posłał go Jahwe: *Ten, który jest*. Nikt nie pyta, czy istnieje. Czy w takiej kulturze mogła się zrodzić idea zera?

W rzymskim systemie zero nie tylko nie jest potrzebne, lecz również kontrintuicyjne. Nie liczymy, kiedy nic nie ma. Zapis rzymski bazuje na dodawaniu (jedności). Dodawanie



Kazimierz Trzęsicki

autor wielu tekstów z historii i filozofii informatyki.
Współorganizator konferencji „Technologie Eksploracji
i Reprezentacji Wiedzy”. Członek PTI.

zera nic nie zmienia. Liczby są wytwarzane przez jedność, poza zerem: *omnis numerus ab una generatur, ipsa a Nullo*.

Te kultury, które nazywały tylko to, co istnieje, nie wpadły na pomysł nazwania czegoś, czego nie ma, co jest pustką. Hindusi w swoich koncepcjach religijnych przyznali nicości pozytywny charakter. Mieli ideę nirwany. To sanskryckie

Matematyczne zero (*shunya* w sanskrycie) mogło mieć źródło w ówczesnej filozofii pustki lub *Shunya* (buddyjska doktryna opróżniania umysłu z wrażeń i myśli).

shunya (nicość, pustka) jako nazwa zera daje asumpt do odpowiedniej nazwy w języku arabskim, a następnie po łacinie.

Dzięki symbolowi zera możliwy stał się pozycyjny, liniowy zapis nazw liczb, a to dawało podstawę do algorytmów operacji arytmetycznych. Zero było niezbędne dla powzięcia idei liczb ujemnych. Liczby ujemne miały wymiar praktyczny w gospodarce, umożliwiały symboliczną reprezentację długu i pożyczki. U podstawy rewolucyjnego dla rozwoju matematyki układu współrzędnych kartezjańskich legła idea liczby zero.

Oswajanie z zerem

Nieintuicyjność zera znajduje wyraz w pojęciu liczby naturalnej. Jest zero liczbą naturalną czy nie jest? Jedni, głównie logicy, informatycy i matematycy zajmujący się teorią zbiorów, uznają zero za liczbę naturalną, inni – nie. We wszystkich językach liczba zero występuje poza systemem językowym: „mam jedno jabłko” brzmi naturalnie, a „mam zero jabłek” jest sztuczne. O wielkim matematyku Wacławie Sierpińskim opowiada się anegdota. Sierpiński nie mógł doliczyć się walizek przygotowanych do wyjazdu. – *Zginęła jedna walizka* – oświadczył żonie. *Pamiętam, że przyniosłem jedną, a ty powiedziałaś: no dobrze, to już szósta, ostatnia!*. Żona rozejrzała się i stwierdziła: *są wszystkie*. – *Ależ skąd, liczyłem kilka razy: zero, jeden, dwa, trzy, cztery, pięć – a gdzie szósta?*

W chrześcijańskiej Europie – pomijając, że jest to okres wojen krzyżowych, wojen skierowanych przeciw arabskim okupantom Ziemi Świętej – przyjęcie cyfry zero związane było z przełamaniem bariery nazwania czegoś, co oznacza nicość. W ówczesnej kulturze rozumienia liczb, mocno zdominowanej – co wciąż dziedziczymy – przez tradycję pitagorejską i kabałę, uznaniu zera za liczbę towarzyszyły spekulacje na temat jego pozamatematycznego znaczenia. Pitagoras był czczony jako mędrzec, mąż stanu i cudotwórca. To od „μαθηματικοί” (*mathematikoi*), co po grecku dosłownie znaczy „uczeni”, nazwy najbardziej wtajemniczonych grupy założonego przez niego bractwa religijno-mistycznego, pochodzi dzisiejsza nazwa matematyki.

Dla neoplatoników Bóg, Jedność, jest początkiem rzeczy, ale nie jest rzeczą, jak jedynka nie jest liczbą, ale początkiem liczb.

Zeru nadawano wymiar metafizyczny i teologiczny. W napisanym ok. 1143 r. „Kodeksie z Salemu” czytamy: „(...) nie powinniśmy pominąć faktu, że 0 jest przedmiotem reguł algorytmicznych jak są inne cyfry, oprócz tego, że nie prowadzi do powiększenia żadnej liczby, a i samo nie powiększa się przez żadną liczbę. Jak faktycznie nazwalibyśmy tysiąckrotność nicości, jak nie nicością? Zaś nic dodane do tysiąca, jak nie tysiącem? Zero, jednakże, dokonuje pewnego rodzaju wzrost, lecz tylko przez zwielokrotnienie przez dziesięć: zatem, na mocy Słowa, połów zero przed¹ jeden, a otrzymasz dziesięć, połów przed dziesięć, a otrzymasz sto, połów przed sto, a otrzymasz tysiąc. I trzeba wiedzieć, że wielka w tym kryje się tajemnica. Przez to, co jest bez początku i końca on sam siebie ukazuje jako ten, który prawdziwie jest alfa i omega, to jest bez początku ani końca, i tak, jak 0 nie rośnie ani nie maleje, tak on sam ani nie powiększa się, ani nie doznaje uszczerbku; i, jak ono wszystkie liczby udziesięciokrotnia, tak on sam nie tylko udziesięciokrotnia, ale utysięciokrotnia, co więcej, abym bardziej prawdziwie się wyraził, wszystko tworzy z niczego, zachowuje i kieruje”.

„Podejrzliwość” wobec zera znajdowała wyraz w kulturze. Nie brakowało różnego rodzaju tekstów ośmieszających. Przykładem może być fragment wiersza:

„Jak marionetka chciałaby być orłem, osioł lwem,
Małpa królową – tak pustka chciałaby być znakiem”.

Cyfra zero

Nie zaskakuje, że cyfra ta ma kształt okręgu – przecież nic lepiej nie obrazuje czegoś bez początku i bez końca, może kropka. Okrąg jednak lepiej wyraża pustkę. Według hinduskiego mistycyzmu zero jest okrągłe, bo oznacza okrąg życia lub „wąż wieczności”. Nasze cyfry arabskie mają podobne symbole jak w sanskrycie. Okrąg już w sanskrycie był symbolem nicości, choć początkowo zero oznaczano za pomocą kropki. Nie znaczy to, że nie było żadnych innych symboli. Kształty cyfr, w tym zera, były zmieniane.

Na dwa wieki przed naszą erą greccy astronomowie stosowali sześćdziesiątkowy system babiloński, co dziedziczymy do dzisiaj, posługując się tym systemem szczególnie w miarach czasu. Zapisując liczby, używali litery omikron do oznaczania pustej przestrzeni. W Bizancjum było to zwykle ô. Greckie „o” wywodzi się z fenickiej litery *ayin*, a ta z arabskiej. Jej kształt był inspirowany egipskim hieroglifem oka. Grecy zaadaptowali ten znak na greckie małe „o”, omikron. Znakiem wielkiego „O”, omegi, jest Ω. Ω wywodzi się z podwójnego omikron: ô. Omikron było też znakiem liczby 70.

¹ Liczby zapisywane są na sposób arabski: z prawa na lewo.

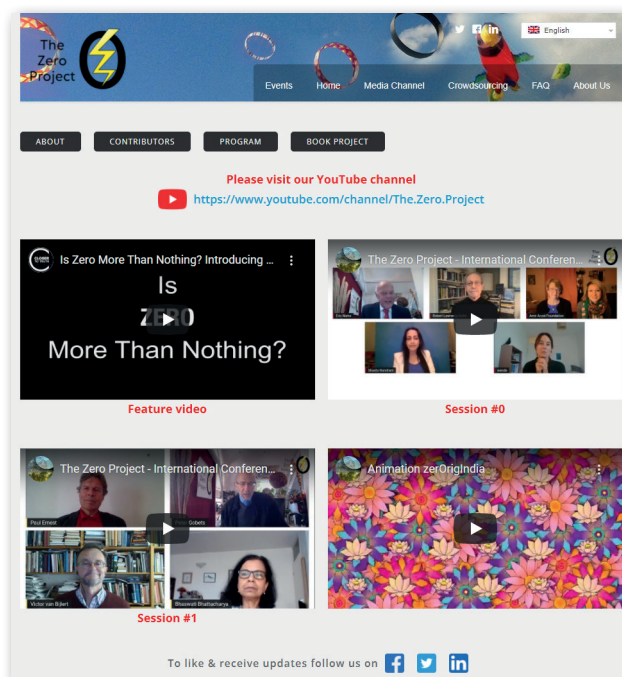
Kształt omegi miałby wzorzec w układzie ust, kiedy głoska ta jest wymawiana. Ω była też znakiem liczby 800.

Badania figury okręgu inspirowały rozwój geometrii, rachunku, astrologii. W różnych okresach traktowano okrąg jako sprawę boską, wiązano z wiedzą tajemną, chronioną nawet karą śmierci. Kojarzenie boskości z okręgiem było obecne w kulturze wielu ludów.

Przytoczony fragment „Kodeksu z Salem” może wskazywać na to, że brak akceptacji na nazwanie czegoś, czego materialnie nie ma, zniwelowano, wiążąc z zerem coś duchowego. Zero jest „kreatywne”, bo ma wymiar duchowy.

W języku polskim nazwa „cyfra” oznacza jeden ze znaków: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Nazwa „cyfra” ma dokładnie dziesięć desygnatów. „Cyfra” oznacza więc nie tylko „0”. W języku angielskim „cipher” oznacza cyfrę hinduską/arabską lub liczbę zero. „Cipher” może być też użyte jako nazwa obliczania, rachowania, szyfrowania, tajnego kodowania, a w odniesieniu do osoby – kogoś bez wpływu, kogoś, kto jest zerem.

Współczesna fizyka głosi, że energia grawitacyjna ma przeciwny znak niż wszystkie inne rodzaje energii. Jeśli więc energia grawitacyjna całości kosmosu dokładnie równoważy energię związaną z masami ciał kosmicznych i innymi rodzajami energii, to łączna wartość energii wszechświata jest zerowa. Przed stworzeniem i po stworzeniu bilans energii jest zerowy. Wszechświat może kreować się z nicności. Pierwszym, który rozważał tę możliwość był Edward Tryon z City University w Nowym Jorku – przed niemal pół wiekiem pytał on: „Is the Universe a Vacuum Fluctuation.” Stephen Haw-



Wiara w kreatywność pojęcia zera przyświecała założycielom ZerOrigIndia Foundation, <https://www.zerorigindia.org/>. Fundacja działa w przekonaniu, że lepsze rozumienia powstania ZERA prawdopodobnie przyniesie w przyszłości niewyobrażalne innowacje.

king i Leonard Mlodinow w „The Grand Design” (wydanie polskie: „Wielki projekt” <https://lubimyczytac.pl/ksiazka/4881051/wielki-projekt>) objaśniają powstanie świata bez hipotezy Boga: „Za sprawą prawa grawitacji wszechświat może i będzie tworzyć sam siebie z niczego... Nie jest konieczne przywoływanie Boga, aby zapalić lont i poruszyć wszechświat”.

Zapis liczb

System pozycyjny Europa przejęła w średniowieczu za pośrednictwem Arabów od Hindusów. Arabowie, jak to jest u Semitów, pisali (i czytali) z prawa na lewo. Wraz z cyframi hinduskimi od Arabów przejęliśmy również semicki sposób ich reprezentacji, a zapisujemy tak, jak jest to dla nas zwyczajne: z lewa na prawo. A co z odczytywaniem? W języku polskim odczytujemy po „semicku” liczby dwucyfrowe do dwudziestu i także końcówki innych liczb, a więc: 11 – jedenaście, czyli jeden dziesięć; 12 – dwanaście, czyli dwa dziesięć, itd. Powyżej dwudziestu jest już: 21 – dwadzieścia jeden, 22 – dwadzieścia dwa, itd.

W języku niemieckim taka praktyka obejmuje jeszcze liczby od 21 do 99 oraz ich odczytywanie jako końcówek nazw większych liczb. W Turcji po reformach Atatürka nazwy liczb, również tych od 11 do 19, odczytywane są zgodnie z kolejnością cyfr z lewa na prawo, czyli: 11 – dziesięć jeden; 12 – dziesięć dwa, itd.

Reprezentacja liczb w systemie arabskim/hinduskim okazała się istotna dla rozwoju matematyki. Czy to, że liczby zapisujemy po semicku, choć fizycznie piszemy z lewa na prawo, a odczytujemy według ogólnej zasady tak, jak zapisujemy, ma jakiś wymiar kognitywny? Czy ma jakiś wpływ na nasze rozumienie i postrzeganie liczb? Zdaje się, że jest to bez znaczenia.

Hybrydowy algorytm optymalizacji dla problemu minimalnej liczby zmiennych suportujących

Przewodnik po nauczaniu informatyki kwantowej cz. 5.



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, syntezie 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.

Przykładem systematycznej syntezy bottom-up wyroczni dla algorytmu Grovera (użytego jako część algorytmu hybrydowego dla problemu optymalizacji) jest znalezienie minimalnego zbioru zmiennych dla dowolnej funkcji boolowskiej opisanej zbiorem mintermów (samples). Pierwsza część tego algorytmu jest obliczana na klasycznym komputerze, a następnie „konwersja POS→APN dla funkcji monotonicznej” jest realizowana w algorytmie Grovera, co przynosi kwadratowe przyspieszenie. Funkcję monotoniczną opisuje równanie, w którym nie ma zanegowanych zmiennych.

Zajmiemy się teraz szczegółową syntezą układu wyroczni. Nasz algorytm może być prosto zaadaptowany do rozwiązania szeregu innych ważnych problemów, takich jak znajdowanie prostych implikantów funkcji boolowskiej czy rozwiązanie problemu pokrycia.

Istnieje wiele publikacji na temat minimalnej liczby zmiennych suportujących (Minimum Set of Support), ponieważ ma on ważne zastosowania przy minimalizacji funkcji boolowskich (APN, KPN, PLA, FPGA etc.), dekompozycji Ashenhursta-Curtisa i innych dekompozycjach funkcjonalnych dla funkcji binarnych i wielowartościowych, w syntezie systemów informacyjnych, kryptografii, pozyskiwaniu danych i uczeniu maszynowym, dużych bazach danych, systemach reguł i systemach ekspertowych, funkcjach generujących indeksy, komplementacji funkcji boolowskich, zbiorach przybliżonych, minimalizacji funkcji Petricka (problem pokrycia dla APN) i innych. Problem ten jest też znany jako *attribute reduction problem* i *unate covering problem*.

Sformułowanie problemu do rozwiązania

Dana jest funkcja boolowska $f: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1,x\}$ posiadająca n zmiennych. Symbol x oznacza wartość nieokreśloną. Funkcja ta może być kompletnie określona, ale najczęściej jest niezupełnie określona, czyli jest relacją w sensie matematycznym, co występuje zwłaszcza w uczeniu maszynowym. Problem minimalizacji liczby argumentów polega na znalezieniu wszystkich najmniejszych zbiorów argumentów, od których zależy ta funkcja. Chcemy zapisać tę funkcję lub odpowiadający jej zbiór reguł w systemie ekspertowym przy użyciu minimalnej liczby argumentów. Metoda ta jest przydatna, gdy chcemy maksymalnie zredukować pewne reprezentacje opisane początkowo mintermami w sposób daleki od minimalnego. Funkcja opisana jest początkowo poprzez zbiór ON mintermów prawdy i zbiór OFF mintermów fałszu na n zmiennych.

Zaproponowano wiele metod, bo rozwiązanie tego problemu poprawia zarówno metody syntezy logicznej, jak i uczenia maszynowego i systemów ekspertowych. Znalezienie wszystkich zbiorów zmiennych (atrybutów, cech), od których funkcja zależy, pozwala poprawić wiele innych częściowych metod w pełnym procesie syntezy. Takie opisy są łatwiejsze do zrozumienia dla człowieka, a także pozwalają unikać nadmiernego dopasowania (*overfitting*), co jest ważne w uczeniu maszynowym.

Zacznijmy od klasycznego podejścia do rozwiązania tego problemu dla funkcji binarnej (naszą metodę można stosunkowo łatwo uogólnić na zmienne wielowartościowe).

1. Skonstruuj tablicę, w której wszystkie wiersze odpowiadają mintermom ze zbioru OFF a kolumny odpowiadają mintermom ze zbioru ON.
2. Oblicz bit-po-bicie operację EXOR na wszystkich parach wektorów binarnych mintermów z OFF z mintermami z ON.
3. Napisz wynikowe wektory binarne jako operacje LUB odpowiednich zmiennych. Na każdym przecięciu wiersza i kolumny umieść sumę logiczną tych zmiennych, które oddzielają dany minterm ON z kolumny od odpowiedniego mintermu OFF z wiersza.
4. Po wypełnieniu całej tablicy utwórz formułę KPN będącą funkcją logiczną I wszystkich termów LUB z krerek tablicy.
5. Przetransformuj powyższą formułę KPN do równoważnej minimalnej formuły APN. Klasycznie i teoretycznie może to być zrobione na przykład poprzez stopniowe wymnażanie boolowskie razem z absorpcją produktów tworzonych w każdym kroku. Można też zastosować program poszukiwania. W tak utworzonej formule APN każdy produkt odpowiada minimalnemu zbiorowi zmiennych. Ponieważ ten ostatni krok algorytmu jest NP-zupełny¹, rozwiązujemy go z przyspieszeniem algorytmu Grovera. Nasz klasyczny procesor hybrydowego systemu wywoła wielokrotnie algorytm Grovera ulokowany na komputerze kwantowym.

Znanych jest kilka metod konwersji wyrażenia KPN do wyrażenia APN. Wariant podany tutaj jest prostszy, gdyż nasza formuła KPN jest funkcją monotoniczną. Wszystkie te metody konwersji KPN do APN mogą być użyte do konstrukcji algorytmu kwantowego do realizacji minimalnej formuły APN, klasycznego problemu w syntezie logicznej. Tu jednak rozwiązujemy uproszczony problem funkcji monotonicznej. Uważny czytelnik zauważy tu także związku ze słynnym problemem spełnialności SAT.

¹ Konieczny, P., Jóźwiak, L.: *Minimal input support problem and algorithms to solve it*. Eindhoven University of Technology Report E. Fac. of Electrical Engineering, Eindhoven, 1995, Vol. 95-E-289.



Komentarz

Użytkownik może zweryfikować poprawność rezultatów tego algorytmu poprzez zwijanie tablicy Karnaugh'a ze względu na wszystkie możliwe kombinacje zmiennych, które nie występują w każdym minimalnym zbiorze zmiennych. Na przykład dla funkcji pięciu zmiennych $f(a,b,c,d,e)$ poprawność minimalnego zbioru $\{a,b\}$ weryfikujemy zwijając (*folding*) tablicę Karnaugh'a ze względu na zmienne c, d i e , nie spotykając sprzeczności i w rezultacie tworząc nową funkcję $f_1(a,b)$, taką że $f_1(a,b) = f(a,b,c,d,e)$.

Pożyteczną metodą wstępnego przetwarzania jest uproszczenie formuły początkowego KPN (punkt 2) przy wielokrotnym użyciu praw boolowskich; $A \cdot A = A$; $A \cdot (A+B) = A$ i $(A+B) \cdot (A+B+C) = A+B$. Zaczynamy zatem upraszczanie od najkrótszych termów LUB i usuwamy te, które je zawierają. Omawiany problem jest NP [34], zatem wszystkie optymalne algorytmy dla komputerów klasycznych mogą być stosowane jedynie do małych problemów, podczas kiedy obecnie zbiory danych ON, OFF mogą być olbrzymie. Dla większych problemów klasyczne algorytmy mogą być tylko heurystyczne, a potrzebują długiego czasu i dużej pamięci, aby znaleźć tylko niektóre minimalne lub w przybliżeniu minimalne zbiory zmiennych suportujących. Natomiast przedstawiony tutaj pełny algorytm znajduje wszystkie rozwiązania i to w sposób optymalny. Algorytm Grovera daje kwadratowe przyspieszenie dla kroku optymalnej konwersji KPN do APN dla funkcji monotonicznych.



Konkretny przykład rozwiązania

Przeanalizujemy krok po kroku nasz algorytm. Zakładamy, że funkcja boolowska reprezentowana jest przez tablicę Karnaugh'a o czterech zmiennych:

ab\cd	00	01	11	10
00	x	x	1	x
01	1	x	x	1
11	x	x	0	x
10	0	x	x	0

Rys. 1. Tablica Karnaugh'a dla niezupełnie określonej funkcji czterech zmiennych.

Krok 1. Określone wartości funkcji są 0 (OFF) oraz 1 (ON). Przystępujemy do porównania mintermów tworząc tablicę z rys. 2. Komórki w tablicy na przecięciu mintermów OFF i mintermów OFF tworzymy przy użyciu pobitowej operacji EXOR. Na przykład minterm OFF 1111 z mintermem ON 0011 tworzy wektor 1100, co zapisujemy przez $a+b$.

OFF\ON	0011	0100	0110
1111	$a+b$	$a+c+d$	$a+d$
1000	$a+c+d$	$a+b$	$a+b+c$
1010	$a+d$	$a+b+c$	$a+b$

Rys. 2. Ilustracja metody znajdowania wszystkich zmiennych separujących zmienne dla każdej pary mintermów ON i OFF dla funkcji z rys. 1. Minterm ON 1111 i minterm OFF 0011 są oddzielane od siebie zmienną a lub zmienną b . Odpowiada to formule $a+b$, która występuje w tablicy na przecięciu wiersza 1111 i kolumny 0011.

Krok 2. Formuła KPN jest utworzona jako iloczyn logiczny wszystkich termów z komórek tablicy z rys. 2: $(a+b) \cdot (a+c+d) \cdot (a+d) \cdot (a+c+d) \cdot (a+b) \cdot (a+b+c) \cdot (a+d) \cdot (a+b+c) \cdot (a+b)$.

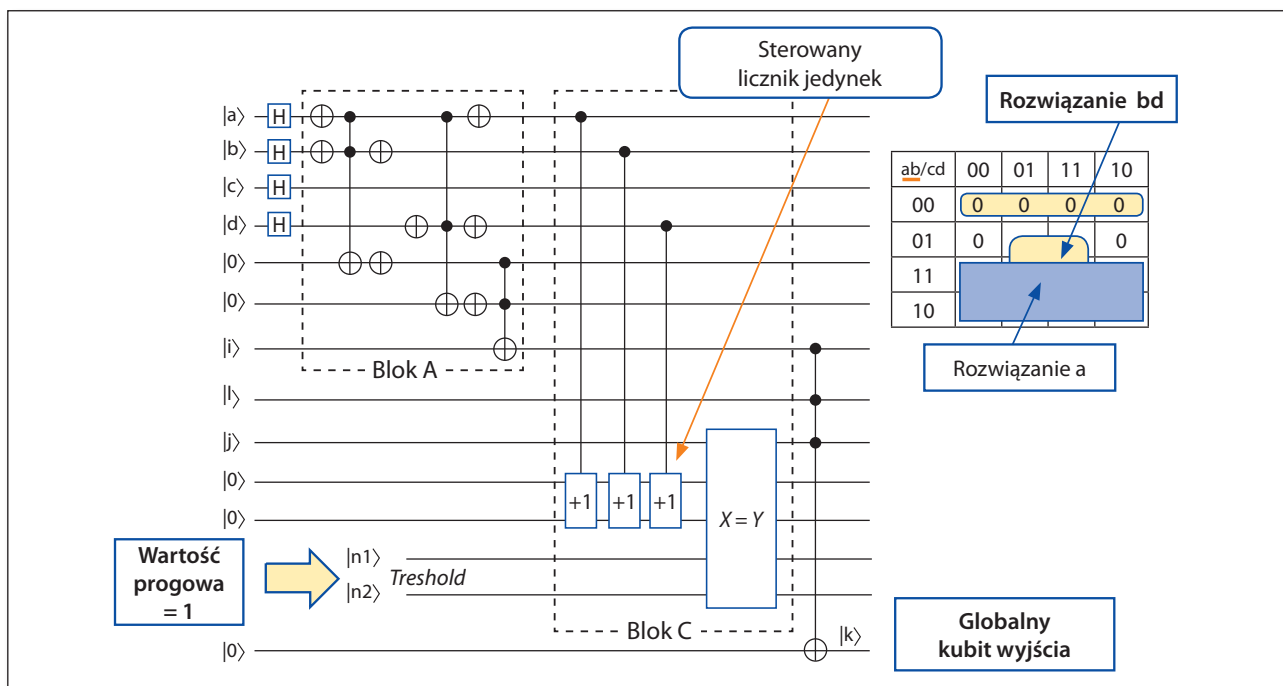
Krok 3. Używając praw boolowskich z algorytmu, formuła zostaje uproszczona do $(a+b) \cdot (a+d)$. W tym prostym dla celów dydaktycznych przykładzie transformacja KPN $\rightarrow$ APN jest trywialna na podstawie algebry Boole'a: $(a+b) \cdot (a+d) \cdot a + ab + ad + bd \cdot a + bd$. W ostatniej formule znaleźliśmy, że funkcja boolowska z rys. 1 zależy albo tylko od pojedynczej zmiennej ze zbioru $\{a\}$, albo od dwóch zmiennych ze zbioru $\{b, d\}$. Funkcja ta ma zatem dwa minimalne zbiory suportujące – $\{a\}$ i $\{b, d\}$. Dla dużych funkcji, które mogą mieć tysiące zmiennych, ta transformacja KPN do minimalnego APN jest jako NP problem nierealizowalna klasycznie, co powoduje, że ten krok wykonywany jest w algorytmie Grovera na komputerze kwantowym systemu hybrydowego.

Wyjaśnijmy teraz, jak w systemie hybrydowym algorytm Grovera jest wielokrotnie wywoływany ze zmodyfikowanymi wyroczniami w celu znalezienia wszystkich minimalnych rozwiązań problemu.



Pierwsza wyrocznia dla algorytmu Grovera

Aby znaleźć minimalne zbiory suportujące dla funkcji z rys. 1, tworzymy sekwencję wyrocznii dla problemu KPN $(a+b) \cdot (a+d)$ do APN. Najpierw musimy zakodować nasz problem jako problem binarny. Dla naszej wyrocznii przestrzeń rozwiązań to zbiór wszystkich podzbiorów zbioru zmiennych $\{a, b, c, d\}$. Niektóre z tych podzbiorów to poszukiwane przez nas rozwiązania problemu. Wszystkie rozwiązania naszego problemu mogą być reprezentowane jako funkcja boolowska na zmiennych a, b, c, d reprezentowana jako KPN. Kodujemy nasz problem kodem „one-hot”, wybrana zmienna a jest kodowana jako 1000, wybrany zbiór $\{a, b, c\}$ jest kodowany jako 1110 itd. Blok C zawiera „licznik kosztu” (liczbę zmiennych) oraz komparator, które razem służą do wybierania tylko tych potencjalnych rozwiązań o koszcie równym wartości *Threshold*. Klasyczny procesor w systemie hybrydowym kompiluje i kontroluje pierwszą wyrocznię (rys. 3). Zakłada się tu, że istnieje



Rys. 3. Pierwsza wyrocznia w sekwencji wyroczni dla rozwiązania problemu minimalnych zbiorów suportujących dla funkcji binarnej z rys. 1 z minimalnym zbiorem zmiennych suportujących $\{a, b, d\}$. $KPN = (a+b) \cdot (a+d) = 1 \oplus (a'b)' \cdot (a'd)'$ jest realizowana w bloku A. Bramki Hadamarda u góry z lewej nie należą do wyroczni. Bramki te zostały tu umieszczone dla celów dydaktycznych, ponieważ służą one jako generator wszystkich podzbiorów zbioru $\{a, b, c, d\}$ poprzez stworzenie superpozycji wszystkich liczb od 0 do 15. Ta pierwsza wyrocznia weryfikuje, czy istnieje rozwiązanie z kosztem 1, ponieważ wartość ograniczenia *Threshold* została ustawiona na 1. Tablica Karnaugh pokazuje funkcję $(a+b) \cdot (a+d)$ opisaną przez 0 w kratkach tablicy. Grupa a, która jest pierwszym rozwiązaniem, ilustruje jak wszystkie rozwiązania zawarte w a są następnie zastępowane przez 0. Po tym zastąpieniu pozostaje jedynie iloczyn logiczny $bd(a)'$.

rozwiązanie o koszcie 1, ponieważ dwukubitowa liczba *Threshold* na wejściu do komparatora jest ustawiona na wartość 1. Nasza wyrocznia sprawdza, czy wartości zmiennych wejściowych spełniają następujące dwa ograniczenia: A – że KPN jest spełniony, C – że liczba zmiennych w rozwiązaniu jest równa wartości stałej *Threshold* podanej na wejściu.

Układ wyroczni z rys. 3 nie jest kompletny ze względu na ograniczenia rozmiaru tego artykułu. Brakuje lustrzanego odbicia układu odpowiadającego blokom A i C ze wszystkimi bramkami w odwrotnym porządku. Zadaniem układu lustrzanego jest przywrócenie początkowych wartości wszystkim kubitom różnym od kubitów wyjściowych wyroczni. Dotyczy to zarówno kubitów zmiennych, jak i kubitów dodatkowych (*ancilla*). Są one przywracane do ich oryginalnych wartości w wyroczni tak, by wyjście ostatniej pętli Grovera było mierzone razem ze stanem wejściowym kubitów odpowiadającym zmiennym problemu. Ogólnie „układ lustrzany” jest skomponowany z lustra bloku C, po nim z lustra bloku B (blok B i jego lustro nie istnieją w pierwszej wyroczni) i następnie z lustra bloku A. Kubit $|k\rangle$ jest rozwiązaniem wyroczni. W ogólności ten kubit wyjściowy zaznacza, że wszystkie ograniczenia bloków A, B i C zostały spełnione.

Blok A jest boolowską funkcją SAT w formie KPN. Kubit $|i\rangle$ jest inicjalizowany do $|1\rangle$, aby zrealizować KPN $(a+b) \cdot (a+d)$

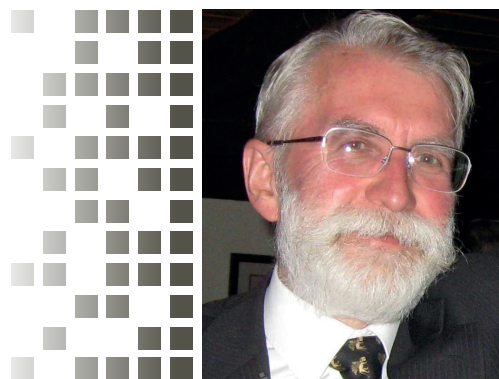
na podstawie twierdzenia DeMorgana z bramek Toffoliego i inwerterów. Ten kubit rozpoznaje każde rozwiązanie danego KPN z superpozycji wejść. Jest on podany jako jedno z trzech pomnożonych logicznie wejść do bramki Toffoliego po prawej, która tworzy rozwiązanie całej wyroczni. Blok B nie istnieje w pierwszym wywołaniu algorytmu Grovera i jest symulowany stałą 1, drugą od góry, w globalnej bramce iloczynu logicznego I po prawej (realizowanej przez bramkę Toffoliego). Blok ten będzie reprezentował modyfikacje ograniczeń wyroczni w następnych wywołaniach algorytmu Grovera. Jak już wspominaliśmy, taka modyfikacja wyroczni jest typowa dla problemów optymalizacyjnych.

Blok C zawiera trzy liczniki i komparator równości. Trzy liczniki zliczają liczbę zmiennych wejściowych potrzebnych do spełnienia funkcji KPN. Każdy licznik dodaje 1, jeśli odpowiadająca mu zmienna wejściowa kontrolująca ma wartość $|1\rangle$. Komparator $X=Y$ porównuje wyjście ostatniego licznika z wartością progową *Threshold*, podaną jako stałe wartości binarne kubitów $|n1\rangle$ i $|n2\rangle$ na wejściu do algorytmu Grovera. Następnie bramka Toffoliego jest stosowana do wyjściowego kubit $|k\rangle$ kontrolowanego kubitami $|i\rangle$, $|1\rangle$ i $|j\rangle$. Jeśli wszystkie ograniczenia są spełnione, kubit $|k\rangle$ przyjmuje wartość $|1\rangle$. Kubit ten zmienia fazę kwantową rozwiązania, tak że zaznaczane są wszystkie elementy przestrzeni rozwiązań, które spełniają wszystkie ograniczenia.

O nawiasach i ich braku

czyli odwrotna notacja polska

Notacja prefiksowa Jana Łukasiewicza, zwana także notacją polską, oraz jej modyfikacja – odwrotna notacja polska (ONP) są sposobami zapisu wyrażeń matematycznych (arytmetycznych lub logicznych). Słyszeliby o nich tylko specjaliści od logiki matematycznej, gdyby nie rozwój informatyki.



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.

Znany nam dziś sposób zapisu wzorów matematycznych ma kilkaset lat. Znaki + i - pojawiły się po raz pierwszy w podręczniku „Szybki i piękny rachunek dla stanu kupieckiego” w Lipsku w 1489 r. (Johann Widman)¹, ale jeszcze w XVII w. François Viète równanie trzeciego stopnia zapisywał następująco: „A cubus minus Z quadrato ter in A aequatur Z cubo” (chodziło o $x^3 - 3r_2x = r_3$). Trudno nam sobie dziś wyobrazić zapisywanie w ten sposób rozbudowanych wzorów, na szczęście teraz korzystamy z wygodniejszej notacji.

Pomysły na jednoznaczność zapisu

Dziś zapiszemy przykładowe wyrażenie matematyczne np. tak:

$$232/(7+6-9) \times 2$$

Podstawowymi elementami łączącymi symbole terminalne (stałe lub zmienne) są tu dwuargumentowe operatory: +, -, ×, / i operator potęgowania. Kolejność wykonania odpowiadających im działań (a właściwie ich hierarchię w wyrażeniu) określają nawiasy, a gdy ich nie ma – zasady łączności i przy-

pisany priorytet. Przyjmujemy, że cztery podstawowe działania wyliczamy w kolejności od lewej do prawej, najwyższy priorytet ma potęgowanie, dalej mnożenie i dzielenie, a najniższy – dodawanie i odejmowanie, tzn.

$$a-b/c-d = (a-(b/c))-d$$

W przypadku potęgowania wygodnie jest przyjąć odwrotny kierunek:

$$abc = a(bc)$$

ponieważ w przeciwnym przypadku wzór można zapisać po prostu jako iloczyn wykładników:

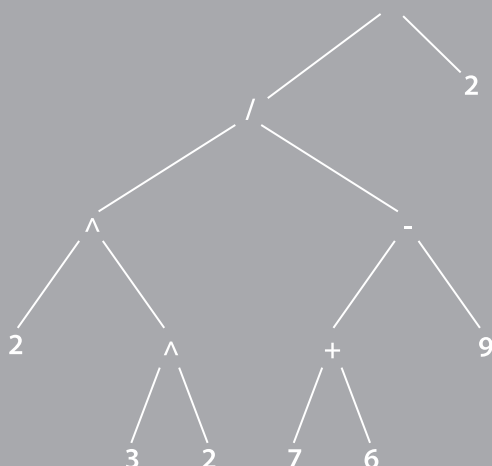
$$(ab)c = a(b \times c)$$

Po wstawieniu nawiasów wynikających z zasad łączności możemy następująco przepisać powyższe wyrażenie i wyliczyć jego wartość:

$$((2(32))/((7+6)-9)) \times 2 = ((29)/(13-9)) \times 2 = (512/4) \times 2 = 128 \times 2 = 256$$

¹ A.P. Juskiewicz (red.), *Historia matematyki*. PWN, Warszawa 1975.

Uniwersalną i jednoznaczną formą przedstawienia wyrażenia matematycznego jest drzewo, w którym każdym węzłem jest operator, a krawędziami (gałęziami) – jego argumenty. Drzewo naszego przykładowego wyrażenia wygląda następująco (zgodnie z informatyczną tradycją operator potęgowania jest oznaczony symbolem $\wedge$):



Można sobie zadać pytanie: czy da się jednoznacznie zapisać takie wyrażenie bez stosowania nawiasów i bez dodatkowych założeń dotyczących priorytetów oraz kierunku łączności operatorów? Odpowiedź jest prosta: tak, jeśli najpierw potraktujemy operatory jako (dwuargumentowe) funkcje, np. $+(a, b)$ będzie oznaczać $a+b$, i zapiszemy wyrażenie następująco:

$$\begin{aligned} x(/(\wedge(2, \wedge(3, 2)), -(+(7, 6), 9)), 2) &= x(/(\wedge(2, 9), -(13, 9)), 2) \\ &= x(/(512, 4), 2) = x(128, 2) = 256 \end{aligned}$$

Taka notacja funkcyjna jest podstawą języka programowania Lisp.

Okazuje się, że możemy teraz opuścić wszystkie nawiasy, a zapis zachowa jednoznaczność (dla czytelności wprowadzono przecinki, ale można je pominąć):

$x, /, \wedge, 2, \wedge, 3, 2, -, +, 7, 6, 9, 2$

Taka technika jest znana jako prefiksowe przechodzenie (trawersowanie) drzewa – po dojściu do węzła zapisujemy najpierw jego symbol, a następnie po kolei rekurencyjnie przechodzimy przez jego poddrzewa, od lewego do prawego. Łatwo się przekonać, że na podstawie takiego ciągu symboli – znając liczbę argumentów każdej funkcji (w naszym przypadku wynosi ona zawsze dwa) – możemy jednoznacznie odtworzyć całe drzewo. Wystarczy wstawić nawias otwierający po każdym operatorze, a następnie nawias zamykający po zebraniu wymaganej liczby argumentów.

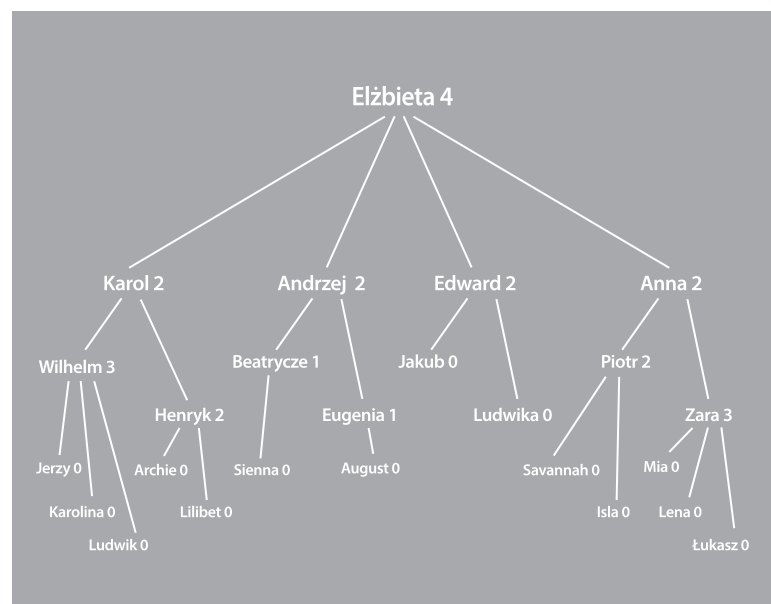
Taki właśnie beznawiasowy sposób zapisu wyrażen zaproponował prof. Jan Łukasiewicz, polski logik, matematyk i filozof – stąd nazwa „notacja Łukasiewicza” albo „notacja polska” (ale także „notacja prefiksowa”). Dokładniej, Łukasiewicz sformułował notację dla wyrażen logicznych ze standardowymi operatorami negacji (N), koniunkcji (K), alternatywy (A), implikacji (C) i równoważności (E), a także z modalnymi operatorami możliwości i konieczności oraz kwantyfikatorami:

CKCpqNqNp odpowiada wyrażeniu $((p \Rightarrow q) \wedge \neg q) \Rightarrow \neg p$

ENApqKNpNq odpowiada wyrażeniu $\neg(p \vee q) \Leftrightarrow (\neg p \wedge \neg q)$

Nie tylko w matematyce

Notacja prefiksowa występuje nie tylko w matematyce. Rozpatrzmy poniższy diagram.



Przedstawia on potomstwo królowej Elżbiety II. Aby zapewnić jednoznaczność interpretacji przy każdej osobie w górnym indeksie jest podana liczba poddrzew (czyli żyjących potomków).

Zapis funkcyjny jest następujący:

Elżbieta(Karol(Wilhelm(Jerzy, Karolina, Ludwik), Henryk(Archie, Lilibet)), Andrzej(Beatrycze(Sienna), Eugenia(August)), Edward(Jakub, Ludwika), Anna(Piotr(Savannah, Isla), Zara(Mia, Lena, Łukasz))).

Zapis w notacji polskiej po usunięciu nawiasów określa sukcesję do tronu brytyjskiego: po królowej Elżbiecie będzie panować książę Karol, potem jego najstarszy syn Wilhelm i kolejno jego dzieci. Jeśli Jerzy doczeka się potomstwa, to po nim będzie z kolei jego najstarsze dziecko.

Zapis wyrażenia w notacji polskiej pozwala łatwo zbudować jego drzewo, ale nie jest pomocny przy wyliczaniu wyrażenia. Musimy najpierw zapamiętać działanie do wykonania, a potem zająć się rekurencyjnie wyliczeniem jego argumentów – dopiero po ich wyliczeniu działanie może być wykonane. Lepiej byłoby odwrócić kolejność – najpierw zapisać argumenty, a dopiero po nich symbol działania. Przechodząc w ten sposób przez drzewo po dojściu do węzła najpierw przechodzimy przez jego poddrzewa, a dopiero potem zapisujemy symbol działania. Taka notacja nazywa się właśnie odwrotną notacją polską albo notacją postfiksową i również pozwala na jednoznaczny zapis bez użycia nawiasów. Nasze przykładowe wyrażenie w notacji postfiksowej wygląda następująco:

2, 3, 2, ^, ^, 7, 6, +, 9, -, /, 2, x

Taki zapis wyrażenia jest od razu przepisem na wyliczenie jego wartości z wykorzystaniem prostej struktury danych – stosu, na który są odkładane częściowe wyniki obliczeń, a działania są zawsze wykonywane na argumentach ze szczytu stosu (w naszym przypadku – zawsze na dwóch, ale ten sam mechanizm można zastosować dla operatorów o dowolnej ustalonej liczbie argumentów). Algorytm obliczania polega na umieszczaniu napotkanych stałych na stosie i wykonywaniu działań określonych przez operatory. Poniższa tabela przedstawia wygląd stosu po przeczytaniu kolejnych symboli, przy czym pogrubione są argumenty na stosie, na których będzie wykonane następne działanie.

Pozostała część wyrażenia	Odczytany symbol	Zawartość stosu
2, 3, 2, ^, ^, 7, 6, +, 9, -, /, 2, x	2	2
3, 2, ^, ^, 7, 6, +, 9, -, /, 2, x	3	2, 3
2, ^, ^, 7, 6, +, 9, -, /, 2, x	2	2, 3, 2
^, ^, 7, 6, +, 9, -, /, 2, x	^	2, 9
^, 7, 6, +, 9, -, /, 2, x	^	512
7, 6, +, 9, -, /, 2, x	7	512, 7
6, +, 9, -, /, 2, x	6	512, 7, 6
+, 9, -, /, 2, x	+	512, 13
9, -, /, 2, x	9	512, 13, 9
-, /, 2, x	-	512, 4
/, 2, x	/	128
2, x	2	128, 2
x	x	256

Pierwszym autorem tej koncepcji był Robert S. Barton, pracujący dla firmy Burroughs, który w 1985 r. zaproponował algorytm przetłumaczenia wyrażeń arytmetycznych zapisanych w klasycznej postaci nawiasowej na kod dla komputera ze stosem. Inspiracją była właśnie praca Łukasiewicza, na którą trafił przypadkowo, przygotowując się do konferencji naukowej². Zaowocowało to wprowadzeniem do architektury komputera B 5000 sprzętowego stosu do obsługi wywołania procedur oraz wyliczania wartości wyrażeń. Bardzo uprościło to kompilowanie i wykonywanie programów napisanych w Algolu i strukturalnej wersji Cobolu. Warto przypomnieć, że w pierwotnym Cobolu nie było w ogóle wyrażeń arytmetycznych, w jednej instrukcji można było zapisać jedno działanie (ADD A TO B).

Jak to zwykle w przypadku takich genialnych pomysłów bywa, niezależnie od Bartona z zapisu postfiksowego na początku lat sześćdziesiątych XX w. korzystały inne osoby, kładące podwaliny pod budowę kompilatorów komputerowych, m.in. Charles L. Hamblin, Friedrich L. Bauer i Edsger W. Dijkstra. Dijkstra zaprojektował algorytm przetłumaczenia tradycyjnego zapisu na ONP, korzystający z tzw. gramatyki z pierwszeństwem, czyli specjalnej kategorii gramatyk bezkontekstowych.

Tłumaczenie wyrażeń na ONP jest do dzisiaj jednym z elementów działania kompilatorów, choć – ze względu na efektywność – po późniejszej optymalizacji częściowe wyniki obliczeń są w miarę możliwości przechowywane w rejestrach procesora, a nie na stosie w pamięci (w praktyce dość rzadko spotyka się wyrażenia, przy których wyliczaniu jest potrzebny bardzo wysoki stos). Stos jest także częścią maszyny wirtualnej wykonującej programy zapisane w Javie, a kompilator Javy tłumaczy wyrażenia matematyczne na ONP.

Zapewne notacja prefiksowa byłaby wymyślona bez wcześniejszych prac Łukasiewicza, bo taki sposób traktowania wyrażeń jest dość oczywisty, ale to właśnie Łukasiewicz jako pierwszy dostrzegł zalety tego typu rozwiązania i należy się cieszyć, że późniejsi autorzy to docenili. Jest to przede wszystkim zasługa Bartona – pozostali zapewne nawet nie wiedzieli o istnieniu Łukasiewicza i o jego pomysły...

² Relacja w sprawozdaniu University of Minnesota Burroughs B 5000 Conference, 1985, Charles Babbage Institute <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/107105>

Co się stało z naszą Wikipedią?

Trawestacja motywu pieśni Jacka Kaczmarskiego jest uzasadniona, bo to również będzie opowieść o nieprzystawaniu ideału do świata. Wikipedię – choć jest tylko jednym z niezliczonych, użytecznych, służebnych przedsięwzięć stricte informatycznych – uważam za ideał fascynującej, swobodnej możliwości gromadzenia i dzielenia się sumą wiedzy całej ludzkości, całej naszej cywilizacji, we wszystkich językach. Ale jak każdy ideał ustawicznie zderza się ze światem, który, zwłaszcza teraz i zwłaszcza na obszarze dziewiątej części powierzchni ziemskich lądów, nie jest po stronie ideałów.

Wspomniana dziewiąta część lądu to Federacja Rosyjska, w której po 24 lutego tego roku błyskawicznie nabrało mocy prawo drakońsko penalizujące delikt, z którego nazwą oryginalną miałem pewien kłopot. Заведомо ложные сведения słowniki tłumaczą jako „celowo, świadomie, notorycznie fałszywe wiadomości”. To określenie jest maską, gdyż w istocie swej oznacza właśnie przypisanie mocą decyzji (oczywiście ściśle skorelowanej z wahaniem aktualnej linii partii władzy) konkretnym informacjom piętna fałszu *a priori*, a więc z góry – według władzy – oczywistej dezinformacji, która musi być poddana cenzurze, nawet jeśli następczej.

Równocześnie z pierwszymi wybuchami w niektórych miastach Ukrainy, przed świtem 24 lutego, zostało utworzone hasło rosyjskojęzycznej wikipedii „Вторжение России на Украину (2022)” (Inwazja Rosji na Ukrainę). I choć obecnie tę wojnę w ruwiki opisuje prawie 100 haseł, również niechlubnych dla Ukrainy, to właśnie to hasło jako pierw-



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.

sze zostało praktycznie natychmiast *a priori* uznane przez władze federacji za kłamliwe, nieważne że tylko w części.

Wikipedia to przede wszystkim amorficzna społeczność, bez zewnętrznie rozpoznanego ośrodka kierowniczego, na przykład bez redaktora odpowiedzialnego. Jest też po części anonimowa. Społeczność ta nie ma technicznych możliwości trwałego usunięcia informacji, może to zrobić jedynie właściciel infrastruktury sprzętowo-programistycznej – fundacja Wikimedia z USA. I ta możliwość nie dotyczy organizacji afiliowanych, jak Wikimedia Rosja. Pretensje Rosji do haseł ruwiki były dotychczas kierowane przez federalnego regulatora komunikacji elektronicznej Roskomnadzor do Wikimedia Rosja (WM Ru) i zawsze, dzięki relacji społecznościowej (19 członków WM Ru to aktywni edytorzy ruwiki), doprowadzano do konsensusu z władzą.

Również tym razem, przetartą ścieżką, zawiadomienie Roskomnadzoru (z żądaniem Prokuratury Generalnej FR usunięcia z wymienionego hasła informacji z nadania władzy uznanych za fałszywe), trafiło do WM Ru 1 marca, a następnie do społeczności. Ale tym razem społeczność na jakikolwiek konsensus nie wyraziła zgody, więc kolejne zawiadomienia Roskomnadzoru – dotyczące coraz większej liczby kwestionowanych haseł, już nie tylko w języku rosyjskim – zaczęły trafiać nie tylko do Wikimedia RU, lecz także fundacji. I do tej pory pozostały bezskuteczne. Nadzór wymierzył z tego powodu grzywnę 8 mln rubli (ok. 140 tys. zł), a następnie pozwał fundację do sądu. Fundacja pozew przyjęła, moskiewski Tagański Sąd Pokoju zasądził grzywnę. Wyrok nie jest prawomocny; w przypadku uprawomocnienia egzekucja trafi do postępowania komorniczego, które w Rosji nie ma szans. Ponieważ termin przedawnienia dla grzywien to 2 lata, będzie to zapewne zabawa w kotka i myszkę.

Wprawdzie wikispołeczność liczyła się z możliwością rychłej blokady Wikipedii, ale byłby to problem i dla władz. Wszystkie strony przedsięwzięć Wikimedia, czyli np. wszystkie wersje językowe Wikipedii czy olbrzymi zasób multimedialny Commons, mówiąc obrazowo, wiszą na jednym jedynym adresie IP. A ponieważ są one serwowane protokołem https, to można wyfiltrować tylko np. jednego konkretnego artykułu. Zablokowanie adresu IP byłoby więc wylaniem dziecka z kąpielą. Według informacji od osób ze środowiska WM Ru, ze strony Administracji Prezydenta FR jest wskazanie, że Wikipedii nie wolno ruszać. Zapewne nie tylko z tego powodu, że Wielka Encyklopedia Rosyjska (w przeważającej części następca Wielkiej Radzieckiej) liczy około 100 tys. haseł, a ruwika – ponad 2 mln, lecz również dlatego, że regulator uruchamia inne metody nacisku.

Wobec fundacji zastosowano ustawę federalną o tzw. wyładowaniu mediów elektronicznych zarządzanych przez

bardzo duże zagranicznej podmioty komercyjne, jak Google czy Facebook (Meta), mimo że miała jej nie podlegać. Spełnienie wymagań ładowania to m.in. założenie na witrynie regulatora skrzynki à la nasza ePUAP-owa.

Niedługo po pierwszym zawiadomieniu Roskomnadzoru na Białorusi(!) zatrzymano Białorusina Marka „Pessimista2006” Bersztejna w anturażu sugerującym pojmanie groźnego uzbrojonego terrorysty. To aktywny autor ruwiki, w tym hasła „Вторжение...”. Początkowo zarzucano mu rozpowszechnianie kłamstw o Rosji, potem – nawoływanie do masowych zamieszek na Białorusi. Wkrótce dołączył do niego drugi wikipedysta, też Białorusin, Paweł „Pr12402” Piernikow, skazany na dwa lata obozu pracy, tym razem już bezpośrednio za edycje w Wikipedii haseł o prawach człowieka na Białorusi.

” *Te wydarzenia wymusiły zmianę zasad swobodnego do tej pory przedsięwzięcia Wikipedii – pojawiła się konieczność ukrywania identyfikacji autorów haseł dotyczących wojny Rosji z Ukrainą.*

Państwowe podsycanie wrogości wobec Wikipedii i fundacji rykoszetem trafiło w WM Ru. Uniemożliwiono jej prowadzenie – bardzo bogatej do 24 lutego – obywatelskiej, społecznej aktywności wspierania, poszerzania i wzbogacania projektów Wikimedia. Według jej dyrektora, Władimira „DrBuga” Miedejki, wszystkie rosyjskie organizacje – państwowe, samorządowe czy komercyjne – zerwały współpracę. Może to doprowadzić do zawieszenia czy zaprzestania działalności tej organizacji.

Tak jeszcze jedna struktura państwowa dąży do pogrzebania swobodnego działania obywateli, przynajmniej na obszarze, którym rządzeniem losu władza.

Tym niemniej ...

... nawet po najgłębszej nocy nastaje świt. Wikipedia, również rosyjska (ale też białoruska) żyje i będzie żyć tak długo, jak długo będzie potrzebna jej użytkownikom. Sam obecny gwarant Konstytucji Federacji Rosyjskiej, jeśli niekiedy wypowiada się na temat Wikipedii, to neutralnie – że należy szukać wielu źródeł informacji. A to jest jedno z pryncypiów Wikipedii.



Wiesław Paluszyński
prezes PTI



Fot. Beata Soltyś

Schabowy z drukarki

Ostatnie tygodnie miałem bardzo intensywne. Liczba zorganizowanych konferencji i kongresów świadczy o tym, że wszyscy mamy dość obserwowania się w komputerze. Dzięki temu dane mi było odwiedzić Kolegów z Politechniki Śląskiej, a na V Światowym Zjeździe Inżynierów Polskich przekonałem się, że wszystko jest możliwe! Młodzi pracownicy naukowcy i studenci mogą uruchomić projekt nowatorski, komercjalizujący wyniki badań naukowych w całkowicie innowacyjnym obszarze. Projekt międzynarodowy i międzyuczelniany i, jakby tego było mało, wprost wyjęty z wizji Stanisława Lema.

Opowiadała o tym fascynująco dr Małgorzata Włodarczyk-Biegun z Centrum Biotechnologii Politechniki Śląskiej, przedstawiając nadzieje i wyzwania związane z biodrukiem 3D. Ta nowoczesna technologia pozwala na wytwarzanie trójwymiarowych matryc i rusztowań dla żywych komórek, które, odpowiednio umiejscowione, stopniowo przekształcają się w tkanki. Żywe komórki można też od razu zaimplementować w specjalnym biotuszu, unikając wysiewu po zakończeniu drukowania.

Pomału oswajamy się z tą technologią. Drukowane implanty, niezawierające komórek pacjenta, są już używane w niektórych szpitalach np. w rekonstrukcji twarzoczaszki, stawów. Młody zespół (<https://biofabrication.group/>) roztacza imponujące wizje: *Możliwość produkowania rusztowań dla wzrostu i hodowli komórek, blisko odwzorowujących tę złożoną budowę tkanek, ma kluczowe znaczenie dla medycyny regeneracyjnej i inżynierii tkankowej. Daje nadzieję na nowe implanty do leczenia uszkodzonych tkanek, indywidualnie dostosowane do potrzeb pacjenta, a także na opracowanie nowatorskich modeli tkanek in vitro, pozwalających m.in. testować leki oraz prowadzić dogłębne badania nad biologią komórek i tkanek.* Te plany uwiarygadniają wyniki pracy zespołu: drukowane rusztowania do tworzenia tkanek skóry. Mogliśmy podziwiać zbudowaną tą metodą „żywą”, nadającą się do przeszczepu, małżowinę ucha.

Obecnie badania grupy dr Włodarczyk-Biegun koncentrują się głównie na zastosowaniu biodruku 3D do opracowania rusztowań do regeneracji połączeń między tkankami twardymi i miękkimi w układzie mięśniowo-szkieletowym, takimi jak połączenia kostno-więzadłowe lub kostno-ścięgnowe, oraz rekonstrukcji rodzimej tkanki beleczkowej oka, a także wielowarstwowej tkanki skóry. Badania te mają duże znaczenie aplikacyjne, ponieważ urazy mięśniowo-szkieletowe są bardzo powszechne, lecz często trudne do wyleczenia za pomocą obecnie dostępnych metod terapeutycznych. Z kolei związana z wysokim ciśnieniem śródgałkowym dysfunkcja utkania beleczkowego w oku jest jedną z przyczyn rozwoju jaskry, prowadzącej do całkowitej utraty wzroku.

Plany obiecujące, trzeba jednak pamiętać, że poza trudnościami technologicznymi pojawiają się również obostrzenia prawne. Obecnie nie ma regulacji, które umożliwiłyby rutynowe stosowanie biodruku 3D u pacjentów. Wydaje się jednak, że wątpliwości etyczne nie powstrzymają praktycznego wykorzystania tej technologii. Przykładem są próby zastosowania biodruku 3D w produkcji żywności, np. drukowane mięso hodowane w laboratoriach, a także nadawanie tekstury jadalnym tuszom na bazie białek w celu wywołania konkretnych wrażeń smakowych. Innym ciekawym pomysłem są drukowane meble. Hydrożelowe tusze zawierają komórki roślinne i dzięki temu meble o wyrafinowanych kształtach, produkowane bez konieczności ścinania drzew, staną się realnie dostępnym produktem. Ekolodzy górą!

Gdy zafascynowany słuchałem, jak wydrukuje się mój kawałek skóry, do szkół dotarł sprzęt stanowiący wyposażenie „laboratoriów przyszłości”, w tym m.in. drukarki 3D. Szanowni nauczyciele, PTI pomoże je Wam sensownie wykorzystać! Nawet wyhodowanie schabowego przez uczniów wydaje się w tej technologii realne. Co na to powiedzą wegetarianie?



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.



Czuła jak wojna

To, że wszystkie największe zdobycze technologiczne, jak plastik, internet czy konserwy są skutkiem ubocznym zbrojeń, jest tajemnicą poliszynela. Tu zaznaczymy tylko, że poli-szynel to nie jest nic rosyjskiego i nie oznacza wielu płaszczy, jak mogłoby się wydawać, co jest przy obecnym wzmożeniu antyputinowskim ważne. Tym bardziej, że wiele płaszczy ma tam tylko oligarchia.

Tak więc chodzi o to, że żadną tajemnicą dla nikogo nie jest, że bez tzw. kompleksu wojskowo-przemysłowego nic byśmy nie mieli i bez okropieństw wojny byłibyśmy na znacznie wcześniejszym etapie rozwoju. Dość przypomnieć, że powstanie łączy satelitarnych przyspieszyła cenzura wojskowa US Army, która w czasie wojny wietnamskiej chciała zapobiec ówczesnej praktyce, że taśmy z filmami z frontu, transportowane wówczas samolotami, trafiały do stacji telewizyjnych akurat w porze śniadania Amerykanów i taka ich koncentracja w czasie stawała się głównym powodem nastrojów antywojennych.

Dla młodych może to być duże zdziwienie, że w satelicie nie chodziło o przesyłanie teledysków MTV. Zwłaszcza, że podczas obecnej wojny dzieje się odwrotnie: platforma TikTok, służąca do przesyłania krótkich filmików gimnazjalistom, stała się głównym kanałem upowszechniania obrazów z Ukrainy, a to dlatego, że nie była tak blokowana w różnych krajach jak poważniejsze media społecznościowe.

Sama zaś wojna stała się najbardziej zaawansowaną informatycznie i wszelako dziedziną życia. Co jakiś czas zawiadamiają nas, cywilów, o kolejnych cudach zniszczenia w postaci pocisków goniących za kacapami po szerokich stepach Ukrainy. Co więcej, pociski te odróżniają żołnierzy mówiących z akcentem ukraińskim od najeźdźców moskiewskich i trafiają wyłącznie tych ostatnich. Kto wie, czy zagadkowe oznaczanie ruskich czołgów literą „Z”, jakiej w tym kształcie w alfabecie rosyjskim w ogóle nie ma, nie jest próbą wmówienia latającym nad nimi erudycyjnym dronom, że są czymś należącym do cywilizacji łacińskiej.

Cały ten sprzęt jest tak wysoce specjalistyczny, że praktycznie nie do uruchomienia ani wykorzystania przez profanów, zwłaszcza, że ma jakieś zabezpieczenia, aby nie działać od momentu, kiedy tylko wpadnie w inne ręce, które zaraz rozpoznają. Tym samym wojna stała się tak delikatna, jak nigdy dotąd. Tzn. delikatna naturalnie nie dla ludzi, tylko dla siebie. Liczba unikalnych elementów, które są niezbędne do funkcjonowania każdego śmiercionośnego ustrojstwa gwarantuje, że każda usterka je eliminuje z pola walki. Wiemy to z własnych doświadczeń motoryzacyjnych: o ile małego fiata każdy kierowca reperował (bez przerwy) we własnym zakresie, o tyle obecnym wozom pod maski samodzielnie laik nawet nie zagląda. Tym bardziej nie robi tego szeregowy żołnierz wyrzutni rakietowej.

Wrażliwość wysokospecjalistycznego sprzętu na draśnięcie idzie w parze z listą wymagań. Trzeba mu wiele zapewnić, aby mógł wybuchnąć ogniem; pomyśleć, że natura daje radę to zrobić zupełnie sama z niczego, kiedy uderza piorun. O jej wyższości nad główkowaniem konstruktorów pisał już Witkacy: *samo się nie myśli, tak jak grzmi samo i samo się błyska*.

Obecnych żołnierzy i taborów wojennych nie pogrzebie już wprawdzie konik (*konik nogą grzebie mogiłę dla niego*), ale suma koników armii specjalistów, konstruujących sprzęt padający w każdym momencie zakłócenia zasilania, łączności czy sterowności.

Stan kolei ukraińskich sprzed wojny w Ukrainie znamy z pierwszej ręki, albowiem przez rok kierował nimi Polak, Wojciech Balczun, który za największy swój sukces uznał to, że *przeżył i wrócił cało*. Z jego wspomnień wynika, że w warunkach quasi-wojennych koleje działały tam i bez wojny: jeden z jego współpracowników z dyrekcji kolei został porwany, a inny tak nastraszone, że wywiózł całą rodzinę zagranicę. Obecny prezes Kamyszyn przeniósł swoje biuro do pociągu, z którego to ruchomego punktu dowodzenia udaje się w nadzwyczajny sposób zapewnić krajowi łączność i przetrwanie. Tylko dzięki temu można przewieźć delikatną broń, dostarczaną z Zachodu, która inaczej swoje cudowne możliwości traciłaby na dworcu w Przemysłu. Kiedy mówi się o tym, że bez dostaw zachodnich cudnie Ukraina w tej wojnie nie dałaby rady, warto pamiętać, że trzeba je tam najpierw – najlepiej w sposób maksymalnie tradycyjny – fizycznie zawieźć.

Cała Ukraina jakby była stworzona do warunków, kiedy się wszystko zepsuło. Wydaje się działać lepiej nie tylko, kiedy nic nie działa, lecz nawet kiedy nie powinno. To jedna z tajemnic jej przetrwania.

”

Paradoksalnie rysuje się tu przewaga toporności, odporności i niewrażliwości. W wojnie rosyjsko-ukraińskiej szansą dla napadniętego kraju jest chociażby stan jego kolei, które okazały się prawdziwie żelaznymi drogami. Ich wyjątkową i godną podziwu sprawność osiągnięto jednak nie dzięki temu, że są takie wyrafinowane, zautomatyzowane i cyfrowe, ale dzięki temu, że nie są.





**GRY EKSPERYMENTALNE
EDUKACYJNE KOMPUTEROWE**

**KONKURS MA ZA ZADANIE WYŁONIĆ
NAJLEPSZE GRY EDUKACYJNE STWORZONE
PRZEZ UCZNIÓW (W POSTACI SCENARIUSZA
LUB IMPLEMENTACJI). ZGŁOSZONE PROJEKTY
WSPOMAGAJĄ NAUKĘ RÓŻNYCH
PRZEDMIOTÓW SZKOLNYCH.**

**W edycji 2021/2022 zgłoszono
73 projekty. W sumie w konkursie wzięło
udział 159 uczniów i 36 nauczycieli.**

**Po więcej informacji zapraszamy na
stronę internetową konkursu:**

<https://mlodzi.pti.org.pl/>

**Komitety Organizacyjne Konkursu:
dr inż. Rafał Kołodziejczyk (Przewodniczący)
Elżbieta Bowdur, Julia Burzyńska
Łukasz Bryk**



Ikony: Freepik