młody TECHNIK
Istnieje od 1932 roku

CHERCHEZ LA FEMME: Rosalind Franklin

Kobieta, która zobaczyła DNA – i której nikt nie zapytał

lipiec–sierpień • 07–08/2026
www.mlodytechnik.pl

Tu przejrzysz i kupisz ten numer

NEWS 24/7 przeglądaj codziennie na swoim smartfonie

młody m.technik

Ciekawi świata są zawsze młodzi

SINGULARITY

KONIEC CYWILIZACJI, JAKĄ ZNAMY

ISSN 0462–9760 Indeks 365408
9 770462 976267 07
cena: 19,90 zł (w tym 8% VAT)

Science fiction w „Młodym Techniku”

Mariusz Kochański: Echo z Jebel Irhoud

pakiet promocyjny **KOCHAM SZACHY**
7 e-booków z rabatem **50%**

pakiet promocyjny **NA WARSZTACIE**
9 e-booków z rabatem **50%**

Dla prenumeratorów – 30% rabatu!
Promocja Internetowa – w formularzu zamówienia online zaznacz pole
„Jestem prenumeratorem wydawnictwa AVT, kupuję ze zniżką”
i podaj swój numer prenumeraty.

www.UlubionyKiosk.pl

eprasa.pl e53e35c6 5

Kres ery rozwoju cywilizacji

Mogę powiedzieć, że za mojego życia rozpoczęła się, rozwinęła i być może dotarła do swego kresu cała era rozwoju cywilizacji – era mikroelektroniki. Tak jest, nie byłoby smartfonów, ani internetu, ani AI, gdyby nie było układów scalonych zawierających miliardy tranzystorów. Zaczęło się od wynalazku tranzystora w roku 1947, a następnie technologii wytwarzania układów scalonych (1960), poprzez pierwsze układy scalone zawierające 1000 tranzystorów (1970) do współczesnej technologii 2 nm, w której są wytwarzane układy scalone zawierające setki miliardów tranzystorów.

Mówię o tym, bo w tym numerze piszemy o Osobliwości – Singularity. Słowo zrobiło zawrotną karierę od czasu, gdy Ray Kurzweil w 2005 roku postawił tezę, że około roku 2045 sztuczna inteligencja przekroczy zbiorową inteligencję całej ludzkości. Że nastąpi moment, po którym nie będziemy w stanie przewidzieć własnej przyszłości, bo przestaniemy być najinteligentniejszymi bytami w naszym ekosystemie. Każdy, kto obserwuje tempo, w jakim modele językowe poprawiają się z kwartału na kwartał, wie, że dzieje się coś fundamentalnego.

To już było. Ale nie tak.

Historia zna przynajmniej kilka momentów, które wydawały się końcem cywilizacji, jaką znano. Wynalazek druku (1450) odebrał Kościołowi monopol na interpretację tekstu i doprowadził do wojen religijnych. Rewolucja przemysłowa zniszczyła rękodzielnictwo i zmusiła miliony chłopów do pracy w fabrykach na warunkach, które wcześniej nie miały nazwy. Internet rozbił tradycyjne media, zmienił handel, politykę i społeczne więzi. Za każdym razem cywilizacja kończyła się – i zaczynała nową, której nikt nie potrafił wcześniej opisać.

Osobliwość różni się od tamtych przełomów jedną istotną cechą. Druk, maszyna parowa, internet – wszystkie te technologie były narzędziami. Człowiek decydował, do czego ich użyć. AI przekraczająca ludzki poziom inteligencji nie byłaby narzędziem w tym samym sensie. Byłaby podmiotem zdolnym do formułowania celów, oceny możliwości i podejmowania decyzji szybciej i skuteczniej niż jej twórcy. To jakościowo inny rodzaj zmiany.

Co konkretnie się kończy.

Jeśli Osobliwość nastąpi, kończy się kilka rzeczy, które uważamy za oczywiste. Kończy się ludzki monopol na tworzenie wiedzy naukowej: AlphaFold2 w 2020 roku rozwiązał problem fałdowania białek, nad którym biologia pracowała pięćdziesiąt lat. Kończy się przewaga człowieka w diagnozowaniu chorób: modele radiologiczne wykrywają raka płuc ze skutecznością wyższą niż przeciętny radiolog. Kończy się unikalny status twórcy: generatywne modele produkują muzykę, teksty i obrazy nieodróżnialne od ludzkich.

To nie jest spekulacja futurologiczna. To jest stan obecny, rok 2026. Osobliwość w wersji Kurzweila – AI, która samodzielnie poprawia swoje algorytmy i rekurencyjnie zwiększa własną inteligencję – jeszcze nie nastąpiła. Ale wiele z jej zapowiadanych skutków już widać gołym okiem. To powinno skłaniać do poważnej rozmowy, nie do bagatelizowania tematu.

Pytania, których nie wolno odkładać.

Kto decyduje, jakie cele będzie realizować system inteligentniejszy od swoich programistów? Jak zweryfikować rozumowanie, którego żaden człowiek nie jest w stanie w pełni odtworzyć? Co stanie się z zawodami, które przez wieki były zarezerwowane dla ludzkiego intelektu – lekarza, prawnika, inżyniera, nauczyciela? Czy państwo i prawo, które projektowaliśmy dla człowieka jako podmiotu decyzyjnego, jest gotowe na podmiot nieludzki?

To są pytania techniczne, ekonomiczne i etyczne jednocześnie. MT jest pismem technicznym i tę perspektywę stawiamy na pierwszym miejscu. Ale wiemy, że żadna ważna decyzja techniczna nie jest wyłącznie techniczna. Dlatego temat numeru traktujemy poważnie – bez sensacji, bez lęku, ale również bez uspokajającej tezy, że to wszystko jeszcze odległe i nas nie dotyczy.

Wiesław Marciniak

eprasa.pl e53e35c675

Prenumerata
Z RABATEM 15% tylko na
UlubionyKiosk.pl

AVT-Korporacja sp. z o.o., ul. Leszczynowa 11, 03–197 Warszawa
prenumerata@avt.pl | 22 257 84 22 (godz. 10.00–14.00)
rachunek bankowy: ING Bank Śląski 18 1050 1012 1000 0024 3173 1013
eprasa.pl e53e35c675

Spis treści

Temat numeru: Singularity – Koniec cywilizacji, jaką znamy

Osobliwość. Za pionową ścianą wykresu ... 21
Bilans przepowiedni ... 27
Mózg kontra model ... 30
Kres mikroelektroniki? ... 33
Od tranzystora do GPT ... 38
Głód energii ... 42
Sceptycy mają głos ... 46
Co znaczy „koniec cywilizacji, jaką znamy” ... 49

B&R – badania i rozwój

Info Zoom ... 8
Dodaj do obserwowanych ... 12
Horyzonty mgłą spowite: Grafen – cud, który utknął na taśmie klejącej ... 13
Cherchez la femme: Rosalind Franklin – kobieta, która zobaczyła DNA – i której nikt nie zapytał ... 17
Sztuczna inteligencja
Optymalizacja zakupów internetowych ... 52
Czipy do zastosowań specjalnych ... 56
Koniec i co dalej: Koniec hasła ... 58
Nasi idole – liderzy innowacji: 5 127 prototypów – James Dyson ... 62

m.technik

Mobilne aplikacje. Test aplikacji ... 66
Cyfrowy front: Udowodnij, że masz 18 lat – nie mówiąc, kim jesteś ... 68

Fantastyka naukowa w „Młodym Techniku”

Człowiek Literatura ... 71
Echo z Jebel Irhoud ... 78
Siódma edycja konkursu na opowiadanie fantastycznonaukowe Polskiej Fundacji Fantastyki Naukowej ... 82

Szkoła

Chemia inna niż w szkole: Chemiczne bliźniaki, część 1 ... 84
Jak to odkryli?: Upiorne działanie na odległość ... 89
MT studiuje: Mechatronika ... 94
Matematyka z ludzką twarzą: Nic nie jest proste ... 96
Fizyka bez granic: Czy pewnego dnia Wszechświat przestanie się rozszerzać? Powstanie Wszechświata ... 102
Klub i Szkoła Wynalazców
30 lat klubu wynalazców! ... 106
Szkoła Wynalazców – dozwolone do lat 15 ... 107
Klub Wynalazców – bez ograniczeń wieku ... 108
Vademecum Młodego Wynalazcy ... 108
Pomysły genialne, zwariowane i takie sobie ... 111
Na warsztacie: Makaronowe mosty ... 112
Odkryj historię wynalazków
Fotografia ... 122
Słownik fotograficzny ... 127

Od wydawcy ... 3
Prenumerata ... 4
Poczta ... 6
Sędziwy Technik – 100 lat temu prasa pisała ... 101

Miesięcznik „Młody Technik” (12 numerów w roku) wydawany przez Wydawnictwo AVT

Adres wydawnictwa:
03–197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11,
tel. 22 257 84 99, faks: 22 257 84 00,
http://www.avt.pl, avt@avt.pl

Redaktor Naczelny:
Wiesław Marciniak
wieslaw.marciniak@avt.pl

Sekretarz redakcji:
Dariusz Welik
dariusz.welik@avt.pl

Kontakt z redakcją:
mt@mt.com.pl
http://www.mlodytechnik.pl
http://facebook.com/magazynMlodyTechnik

Dział Reklamy:
reklama@mt.com.pl

DTP: MAD Sp. z o.o.

Prenumerata:
www.ulubionykiosk.pl
tel. 22 257 84 22 (godz. 10.00–14.00)
e-mail: prenumerata@avt.pl

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treści reklam i ogłoszeń zamieszczonych w numerze.

Copyright © Wydawnictwo AVT-Korporacja sp. z o.o.

eprasa.pl e53e35c675

Coś Cię poruszyło? Chcesz podzielić się z Redakcją i Czytelnikami MT swoją opinią, wiedzą, komentarzem? Wyślij e-mail na adres: **redakcja@mt.com.pl** lub list na adres: **ul. Leszczynowa 11, 03–197 Warszawa**.

Mechanika kwantowa w szkole – za trudna czy źle tłumaczona?

Artykuł „Mechanika kwantowa – za trudna w szkole?" dotknął bolączki, z którą mierzę się od lat jako nauczyciel fizyki. Mam uczniów, którzy potrafią poprawnie rozwiązać każde zadanie z termodynamiki, ale gdy pytam ich o to, czym tak naprawdę jest światło – falą czy cząstką – patrzą na mnie jak na oszalałego.

Zgadzam się z tezą artykułu, że problem nie leży w trudności matematycznej, lecz w przeskoku konceptualnym. Gdy mówię uczniom, że elektron nie ma określonej pozycji, dopóki go nie zmierzymy, widzę na ich twarzach dokładnie to, co musiał widzieć Bohr na twarzach kolegów w 1927 roku: „to nie może być prawda". Ale to jest prawda – i zaakceptowanie tego niepokoju jest, moim zdaniem, ważniejsze od każdego wzoru.

Jedno uzupełnienie: artykuł nie wspomina o eksperymencie z podwójną szczeliną, który moim zdaniem jest najlepszym punktem wejścia do kwantowego świata dla niefizyków. Gdyby MT napisał o tym eksperymencie krok po kroku – byłby to materiał godny wydrukowania i powieszenia w każdej klasie fizyki w Polsce.

Elżbieta K., nauczycielka fizyki

Red. Eksperyment z podwójną szczeliną to jeden z tych przypadków, gdzie nauka dosłownie zmusza do porzucenia zdrowego rozsądku. Nie ukrywajmy, że świat mikro fizyki kwantowej rządzi się prawami sprzecznymi ze światem makro postrzeganym przez nasze zmysły.

Gotówka umiera – i dobrze, że o tym piszą

Artykuł o ostatnim życiu banknotów trafił do mnie w wyjątkowo dobrym momencie. Właśnie wróciłem z Norwegii, gdzie spędziłem dwa tygodnie, i dosłownie ani razu nie użyłem gotówki. Nawet przy kupowaniu kawy w zupełnie małej wiosce rybackiej płaciłem kartą. Norweg za mną spojrzał na banknot, który wyjąłem odruchowo, jak na zabytek.

Ale artykuł słusznie zauważa, że zanikanie gotówki to nie tylko wygoda – to też wykluczenie. Moja matka ma 81 lat i płaci wyłącznie gotówką. Nie dlatego, że nie umie obsłużyć karty – umie doskonale. Ale mówi, że gotówka daje jej poczucie kontroli nad wydatkami. Widzi, ile zostaje. Karta „wypływa" niezauważalnie. To nie jest irracjonalne. To jest doświadczenie pokolenia, które przeżyło hiperinflację i wie, że pieniądz może zniknąć.

Czy MT mógłby napisać kiedyś o tym, jak różne generacje podchodzą do pieniądza cyfrowego? Ekonomia behawioralna tu ma wiele do powiedzenia.

TK

Red. Perspektywa ekonomii behawioralnej i różnic międzypokoleniowych w podejściu do gotówki to ciekawy temat, ale chyba nie mieści się w profilu MT.

Chatbot nauczył mnie angielskiego lepiej niż szkoła

Przeczytałem artykuł o nauce języków z chatbotem z mieszanymi uczuciami. Mieszanymi, bo opisuje dokładnie moją historię – i jest ona zarówno sukcesem, jak i ostrzeżeniem. Mam 52 lata, przez dwadzieścia lat próbowałem nauki angielskiego różnymi metodami i za każdym razem porzucałem po kilku miesiącach. Za dużo wstydu. Za mało praktyki. Za dużo oceniania.

Rok temu zacząłem rozmawiać z chatbotem codziennie przez pół godziny. Chatbot nigdy się nie irytuje, nigdy nie wychodzi z pokoju, nigdy nie patrzy na mnie z politowaniem, gdy powiem „I am go to shop". Poprawia mnie spokojnie i idziemy dalej. Po roku mam poziom B2 potwierdzony egzaminem. Wcześniej przez dwadzieścia lat nie przekroczyłem A2.

Ale jest też cień. W szkole językowej uczymy się nie tylko mówić – uczymy się żyć z niekomfortem błędu w obecności innych. Chatbot tego nie uczy. Na egzaminie ustnym siedziałem naprzeciwko człowieka i poczułem ten stary wstyd z powrotem. Udało się, ale nie było łatwo. Chatbot to świetne narzędzie, ale to nie jest jednak to samo co native speaker.

AW

Rosja jako ostrzeżenie, nie jako ciekawostka

Artykuł o końcu anonimowości w internecie był jednym z lepszych tekstów De Codera od dłuższego czasu. Chcę jednak zwrócić uwagę na jedną rzecz, która wymagałaby mocniejszego akcentu: Rosja nie jest w tym kontekście wyjątkiem. Jest punktem docelowym drogi, którą różne państwa przemierzają w różnym tempie.

Przez dziesięć lat pracowałem w firmie zajmującej się bezpieczeństwem sieci dla rządów i korporacji w kilku krajach Europy Środkowej. Mogę potwierdzić: sprzęt do głębokiej inspekcji pakietów (DPI) instalują nie tylko reżimy autorytarne. Instalują go również państwa demokratyczne, tłumacząc to walką z terroryzmem i cyberprzestępczością. Różnica między Rosją a Europą Zachodnią jest na razie ilościowa, nie jakościowa.

eprasa.pl e53e35c675

Artykuł stawia właściwe pytanie: kto trzyma klucze. Ale brakuje mi w nim następnego kroku: co możemy zrobić jako użytkownicy i obywatele. Szyfrowanie end-to-end, sieci Tor, VPN-y z otwartym kodem źródłowym – to narzędzia, które istnieją. Czy MT mógłby napisać o nich praktycznie, a nie tylko filozoficznie?

MZ

Red. Ma Pan rację – różnica jakościowa versus ilościowa to ważne rozróżnienie, które warto było powiedzieć wyraźniej. Temat praktycznych narzędzi do ochrony prywatności trafia do planu redakcyjnego jako osobny materiał.

Noyce i mój ojciec

Szanowna Redakcjo,
czytałam artykuł o Robercie Noyce z myślą o moim ojcu, który przez dwadzieścia lat pracował jako technik w zakładach produkujących urządzenia elektroniczne w Rzeszowie. Zawsze mówił, że nikt nie mówi mu, skąd pochodzi to, co składa. że podręczniki zaczynają się od praw fizyki, a pomijają ludzi, którzy te prawa zamienili w produkty.

Teraz wiem, że jednym z tych ludzi był Noyce. Artykuł dobrze opisuje jego genialny talent do projektowania, ale to, co mnie najbardziej uderzyło, to zdanie o płaskiej hierarchii w Fairchild. Mój ojciec mówił, że najlepszy szef, jakiego miał, siedział przy tym samym stole co wszyscy i pamiętał imię każdego robotnika. Nie wiedział, że to ma nazwę – styl Noyce'a.

Dziękuję za tę rubrykę. Mogłabym przeczytać jeszcze dziesiątki takich historii.

Agnieszka W.

Berners-Lee nie oddał „za darmo"

Artykuł o historii internetu był świetnie napisany, ale jeden passus wymaga korekty. Napisaliście, że Tim Berners-Lee „oddał World Wide Web za darmo całemu światu". To nieco uproszczone.

Berners-Lee pracował w CERN – instytucie finansowanym ze składek państw członkowskich, który jest publiczną własnością. Wynalazki pracowników instytutów badawczych często trafiają do domeny publicznej nie dlatego, że ich twórca tak zdecydował, ale dlatego, że tak wymagają statuty i umowy o finansowaniu. Pytanie, czy Berners-Lee mógłby opatentować HTML i HTTP jako osoba prywatna, jest dużo bardziej złożone niż sugeruje Wasz tekst.

To drobiazg, który nie umniejsza historii. Ale precyzja jest ważna, zwłaszcza kiedy piszemy do czytelników, którzy będą tę historię powtarzać. Gratuluję i tak świetnego tekstu.

KT

Red. Ma Pan rację co do niuansu prawnego – i dziękujemy za precyzję. Zapis „oddał światu" oddaje decyzję CERN, nie tylko Bernersa-Lee.

Obsługiwałem Craya

Drodzy Państwo,
mam 71 lat i przez całe zawodowe życie związany byłem z informatyką. Artykuł o Seymourze Crayu czytałem z wyjątkowym wzruszeniem, bo w latach osiemdziesiątych pracowałem w ośrodku obliczeniowym, który – jako jeden z nielicznych w Polsce – miał dostęp do czasu obliczeniowego na maszynach klasy Cray przez połączenie z ośrodkami na Zachodzie.

Pamiętam dokładnie: zlecenia wysłane wieczorem, wyniki rano. Pracownicy chodzili do pracy jak do świątyni. Dziś mój laptop liczy szybciej niż tamte systemy. Trudno w to uwierzyć i trudno to objaśnić komuś, kto nie przeżył tamtych lat.

Jeden szczegół w artykule wymaga uzupełnienia: Cray-1 miał charakterystyczny kształt litery C nie tylko z powodów estetycznych. Siedzenie wokół kolumny przetwarzającej skrywało systemy chłodzenia – to było rozwiązanie inżynierskie, nie tylko designerskie. Cray nie oddzielał tych dwóch rzeczy.

Zbigniew Konarski

Signal zmienił to, jak mówię do przyjaciół

Mam 16 lat i od zawsze używałem tego, czego używali wszyscy: WhatsApp do rodziny, Instagram do znajomych. Po przeczytaniu artykułu o aplikacjach mobilnych w MT postanowiłem spróbować Signala. Było to trudniejsze, niż myślałem – nie aplikacja, tylko przekonanie znajomych.

Po trzech tygodniach mam pięć osób na Signalu i te rozmowy czują się inaczej. Brzmi to dziwnie, ale wiedząc, że nikt nie czyta, mówi się szczerzej. Napisałem do brata coś, czego nigdy nie napisałbym na Instagramie. Chyba nie zdawałem sobie sprawy, że przez cały czas miałem z tyłu głowy, że ktoś może to czytać.

Ważna uwaga do Waszej recenzji: napisano, że Signal wymaga numeru telefonu i to jest ograniczenie dla anonimowości. Dziś można już zakładać konto tylko na adres e-mail – bez podawania numeru. Chyba warto to zaktualizować.

Michał B., lat 16

Red. Dziękujemy za uwagę dotyczącą rejestracji e-mail. Signal wprowadził tę opcję w wersji 7.1.

eprasa.pl e53e35c675

Kilka stron rubryki Info Zoom to zaledwie czubek góry lodowej. Świat stoi u progu gwałtownego przyspieszenia, a każda godzina przynosi mnóstwo fascynujących doniesień o nowościach. Żaden redaktor nie

ROBOTYKA

16 tysięcy dolarów za humanoida

Do niedawna roboty humanoidalne, jak Honda ASIMO, pozostawały kosztownymi prototypami o ograniczonej autonomii. Główną barierę stanowiły wysokie koszty produkcji, przekraczające 2 miliony dolarów za jednostkę, oraz brak systemów sztucznej inteligencji zdolnych do nauki złożonych czynności manualnych w rzeczywistym środowisku. Przełom umożliwiła integracja wydajnych aktuatorów elektrycznych z modelami wizyjno-językowo-ruchowymi (VLA), pozwalającymi maszynom na interpretację otoczenia bez sztywnego programowania kodu.

Podczas targów CES 2026 firmy Boston Dynamics i Figure AI zaprezentowały produkcyjne wersje maszyn gotowych do pracy ciągłej. Dziesięciomiesięczny pilotaż modelu Figure 02 w fabryce BMW Spartanburg potwierdził skuteczność technologii – robot przeniósł ponad 90 tysięcy elementów blachy z milimetrową precyzją, pracując w systemie dziesięciogodzinnym. Jednocześnie chiński Unitree wprowadził model G1 w cenie 16 tysięcy dolarów, planując produkcję do 20 tysięcy sztuk rocznie. Tesla zapowiedziała na lato 2026 roku uruchomienie linii montażowej Optimusa Gen 3 w zakładach we Fremont, co ma pozwolić na wewnętrzne testy floty robotów przy produkcji samochodów.

Wykorzystanie platform NVIDIA Jetson Thor oraz treningu w symulacjach Omniverse pozwala robotom uczyć się zadań na podstawie obserwacji pracy ludzi. Jensen Huang, szef firmy NVIDIA, określa ten proces mianem przełomu dla fizycznej sztucznej inteligencji. ■

X-59 – cichy naddźwiękowiec NASA
https://youtu.be/SEchvBOW0hc

Od 1973 roku komercyjne loty naddźwiękowe nad lądem są zakazane w Stanach Zjednoczonych i większości krajów świata. Restrykcje te wynikają z generowania gromu dźwiękowego (sonic boom) – potężnej fali uderzeniowej powstającej przy przekraczaniu bariery dźwięku, która na ziemi objawia się hukiem zdolnym do uszkadzania budynków. Inżynierowie lotnictwa przez pół wieku poszukiwali sposobu na takie ukształtowanie płatowca, by fale te nie łączyły się w jedną niszczycielską falę, lecz rozpraszały się, zanim dotrą do powierzchni planety.

5 czerwca 2026 r. na niebie nad pustynią Mojave nastąpił przełom w ramach misji Quesst (*Quiet SuperSonic Technology*). Pilot testowy NASA, Jim „Clue" Less, zasiadł za sterami eksperymentalnej maszyny X-59, zbudowanej przez oddział Skunk Works koncernu Lockheed Martin. Podczas lotu trwającego 81 minut samolot wystartował z bazy Edwards i na wysokości około 13 230 metrów przekroczył barierę dźwięku, osiągając prędkość Mach 1,1 (ok. 1147 km/h). Wydarzenie to poprzedziło szesnaście lotów testowych o prędkościach poddźwiękowych, realizowanych od jesieni 2025 roku. Administrator NASA, Jared Isaacman, potwierdził, że struktura maszyny zachowała się zgodnie z modelami numerycznymi, potwierdzając skuteczność nowej aerodynamiki.

eprasa.pl e53e35c675

jest w stanie śledzić ich przez całą dobę 24/7 – robią to za nas algorytmy. Nasz system co tydzień selekcjonuje 20 najważniejszych newsów, które po opracowaniu redakcyjnym trafiają na stronę www.mlodytechnik.pl. Warto tam zaglądać systematycznie, aby zawsze być na bieżąco → www.mlodytechnik.pl

SAMOLOTY Fot. NASA

X-59 pokonał barierę dźwięku bez gromu

Eksperymentalny samolot X-59 osiągnął prędkość Mach 1,1, potwierdzając skuteczność technologii redukcji gromu dźwiękowego, co może przywrócić loty naddźwiękowe nad lądem.

Kluczem do sukcesu X-59 jest jego geometria: wyjątkowo długa, smukła sylwetka o długości blisko 30 metrów, z czego ponad jedna trzecia przypada na iglicowaty nos. Taka konstrukcja zapobiega nakładaniu się na siebie fal uderzeniowych powstających na różnych elementach kadłuba. Zamiast ogłuszającego huku, obserwatorzy na ziemi słyszą jedynie stłumione „puknięcie" (thump) o natężeniu około 75 decybeli (EPNdB), co odpowiada dźwiękowi zamykanych drzwi samochodu. Ekstremalnie wydłużony przód maszyny wymusił rezygnację z tradycyjnej przedniej szyby kokpitu. Pilot korzysta z systemu eXternal Vision System (XVS) – zestawu kamer wysokiej rozdzielczości przesyłających obraz w czasie rzeczywistym na monitor 4K, wzbogacony o dane z rozszerzonej rzeczywistości.

Sukces pierwszego lotu naddźwiękowego otwiera drogę do testów przy prędkości Mach 1,42 na pułapie 16 700 metrów. W kolejnej fazie NASA planuje loty nad obszarami zamieszkanymi w USA, aby zebrać dane o reakcjach społeczności na generowany dźwięk. Wyniki tych badań zostaną przekazane międzynarodowym regulatorom, takim jak FAA i ICAO. Jeśli technologia X-59 udowodni swoją skuteczność w warunkach rzeczywistych, umożliwi to zniesienie zakazów lotów naddźwiękowych nad lądem, co skróci czas podróży transkontynentalnych o połowę. ■

eprasa.pl e53e35c675

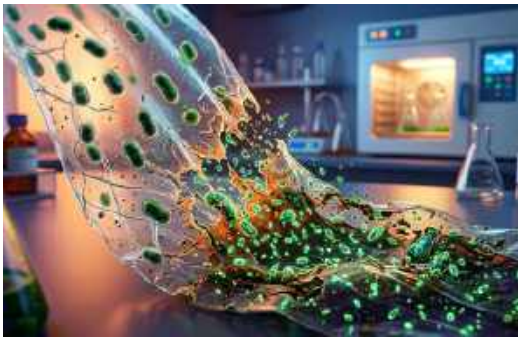
CZĄSTKI

Zegar słoneczny z 1811 roku: Mechanizm Manhattanhenge 2026

Układ urbanistyczny Manhattanu, oparty na planie komisarzy z 1811 roku, nie pokrywa się idealnie z kierunkami geograficznymi – siatkę ulic obrócono o około 29° zgodnie z ruchem wskazówek zegara względem linii północ-południe. W efekcie promienie słoneczne padają wzdłuż osi ulic wschód-zachód tylko wtedy, gdy azymut zachodu wynosi około 299°. Zjawisko to spopularyzował w 1997 roku Neil deGrasse Tyson, dyrektor Planetarium Haydena, nadając mu nazwę Manhattanhenge przez analogię do megalitycznego Stonehenge.

W 2026 roku pełna tarcza Słońca zrówna się z kanionami wieżowców 29 maja o 20.13 oraz 11 lipca o 20.20 czasu lokalnego. Jak podaje dr Jackie Faherty, astrofizyk z American Museum of Natural History, najbardziej optymalne warunki do obserwacji zapewnią szerokie ulice 14., 23., 34., 42. oraz 57. Kluczowym elementem jest tutaj niezakłócony widok na horyzont nad rzeką Hudson, który pozwala na obserwację tarczy tuż przed jej całkowitym zniknięciem pod linią gruntu New Jersey.

Wydarzenie to stanowi praktyczną lekcję astronomii miejskiej, ilustrując wpływ nachylenia osi Ziemi o 23,5° na zmianę punktu zachodu Słońca w cyklu rocznym. Rosnąca popularność Manhattanhenge, który w 2019 roku trafił do słownika Oxford English Dictionary, skłania urbanistów do analizy orientacji zabudowy w innych metropoliach pod kątem ich właściwości optycznych i nasłonecznienia przestrzeni publicznej. ■



CZĄSTKI

Zarodniki bakterii rozłożą „żyjące” tworzywo w sześć dni

Zespół badawczy pod kierownictwem Zhuojun Dai z chińskiego Instytutu Zaawansowanych Technologii w Shenzhen (SIAT) opracował „żyjące” tworzywo sztuczne zdolne do pełnej, programowalnej degradacji. W matrycy biodegradowalnego polikaprolaktonu (PCL) naukowcy osadzili uśpione zarodniki bakterii Bacillus subtilis, które pozostają nieaktywne podczas standardowego użytkowania materiału. Po umieszczeniu tworzywa w temperaturze 50°C i dostarczeniu substancji odżywczych, mikroorganizmy kiełkują i doprowadzają do całkowitego rozpadu struktury w ciągu zaledwie sześciu dni.

Mechanizm ten opiera się na genetycznie zaprogramowanej współpracy dwóch enzymów wydzielanych przez bakterie. Lipaza z Candida antarctica tnie długie łańcuchy polimerowe w losowych miejscach na krótsze odcinki, natomiast lipaza z Burkholderia cepacia przeprowadza depolimeryzację tych fragmentów do podstawowych cegiełek budulcowych – monomerów.

Nowa technologia pozwala na precyzyjne projektowanie trwałości przedmiotów o krótkim cyklu życia, takich jak opakowania jednorazowe, elementy do druku 3D czy elektrody medyczne. Integracja funkcji biologicznych bezpośrednio w materiale umożliwia jego skuteczną utylizację w warunkach kompostowania przemysłowego. Rozwiązanie to otwiera drogę do masowej produkcji tworzyw, których obecność w ekosystemie kończy się na żądanie, bez pozostawiania trwałych zanieczyszczeń. ■

eprasa.pl e53e35c675

PALEONTOLOGIA

Pierwszy ślad ornitomimozaura na kanadyjskim wybrzeżu Pacyfiku

Paleontolodzy opisali kręg ogonowy ornitomimozaura z wyspy Denman. To pierwszy dowód na obecność tych szybkich teropodów w kredowych ekosystemach przybrzeżnych zachodniej Kanady. Ornitomimozaury to grupa szybkich, dwunożnych teropodów o budowie przypominającej współczesne strusie. Te wyposażone w bezzębne dzioby i długie kończyny zwierzęta osiągały prędkość szacowaną na 50...60 km/h. Dotychczasowe szczątki tych dinozaurów w Ameryce Północnej pochodziły niemal wyłącznie z formacji śródlądowych, takich jak Dinosaur Park w prowincji Alberta. Brakowało bezpośrednich dowodów kostnych potwierdzających obecność tej grupy wzdłuż zachodniego wybrzeża dawnego kontynentu Laramidii.

Zespół badawczy pod kierunkiem dr Victorii M. Arbour z Royal BC Museum oraz Davida C. Evansa z University of Toronto opisał na łamach czasopisma FACETS izolowany kręg ogonowy odkryty na wyspie Denman w Kolumbii Brytyjskiej. Skamieniałość o numerze katalogowym RBCM. EH2010.001.0001 pochodzi z morskich mułowców formacji Cedar District, datowanych na kampan, czyli ok. 80...75 mln lat temu. Analiza proporcji centrum dziesiątego kręgu ogonowego oraz specyficznych wyrostków stawowych (prezygapofyz) pozwoliła zaklasyfikować okaz do grupy Ornithomimosauria. Znalezienie kości w osadach morskich sugeruje, że padlina zwierzęcia została przetransportowana z linii brzegowej w głąb basenu oceanicznego przez prądy rzeczne lub morskie.

Odkrycie to dostarcza nowych danych do rekonstrukcji ekosystemów przybrzeżnych późnej kredy. Potwierdzenie obecności ornitomimozaurów w strefie pacyficznej pozwala badaczom lepiej zrozumieć gradient różnorodności gatunkowej i testować hipotezy dotyczące wpływu łańcuchów górskich na powstawanie nowych gatunków dinozaurów w izolowanych niszach ekologicznych Laramidii. ■

eprasa.pl e53e35c675

Dodaj do obserwowanych

SZTUCZNA INTELIGENCJA

◆ Badacze z University of Pennsylvania stworzyli hybrydowe cząstki światło-materia, które radykalnie przyspieszają obliczenia przy minimalnym zużyciu energii. Wykorzystanie polarytonów zamiast elektronów pozwala systemom sztucznej inteligencji pracować wydajniej. Nowa technologia może w przyszłości zastąpić tradycyjne podzespoły w centrach danych. ◆ Firma Meta udostępniła model ESMFold2, który przewidział struktury ponad miliarda białek znanych nauce. Jak podaje Nature, ten gigantyczny atlas otwiera nowe możliwości w projektowaniu leków i zrozumieniu ewolucji życia. Otwarty kod źródłowy pozwala badaczom z całego świata korzystać z tych zasobów bez ograniczeń. ◆

FIZYKA

◆ Badacze z University of Chicago zaobserwowali na łamach ScienceDaily atomy, które w układzie kwantowym nagle zaczęły wirować w przeciwnym kierunku. To nietypowe zachowanie przeczy dotychczasowym modelom dynamiki cząstek i wymaga stworzenia nowych teorii. Eksperyment rzuca nowe światło na stabilność materii w skali subatomowej. ◆ Naukowcy z California Polytechnic State University stworzyli egzotyczne formy materii poprzez precyzyjne zmiany pola magnetycznego w czasie. Te stabilne stany kwantowe wykazują niezwykłą odporność na błędy i zakłócenia zewnętrzne. Wyniki badań mogą pomóc w budowie znacznie trwalszych układów logicznych w przyszłych technologiach. ◆

KOMPUTERY KWANTOWE

◆ Badacze z Aalto University opracowali algorytm, który w kilka sekund rozwiązuje problemy projektowania materiałów nieosiągalne dla klasycznych superkomputerów. Rozwiązanie oparte na symulacji kwazikryształów pozwala przewidywać właściwości fizyczne z niespotykaną dotąd precyzją. Technologia ta przyspieszy prace nad nowymi nadprzewodnikami. ◆ Według artykułu w Nature Physics zespół inżynierów pomyślnie przetestował pierwszą kwantową pamięć RAM w obwodach nadprzewodzących. Urządzenie pozwala na stabilne przechowywanie stanów kwantowych, co jest kluczowe dla budowy skalowalnych procesorów. To milowy krok w stronę stworzenia w pełni użytecznych komputerów kwantowych. ◆ Naukowcy z Aalto University połączyli kryształ czasu z rzeczywistym urządzeniem kwantowym, o czym donosi Nature Communications. Ten egzotyczny stan materii może służyć jako niezwykle stabilny zegar lub element pamięci w przyszłych maszynach. Integracja ta udowadnia, że teoretyczne koncepcje fizyki znajdują realne zastosowanie w inżynierii. ◆

EKSPLORACJA KOSMOSU

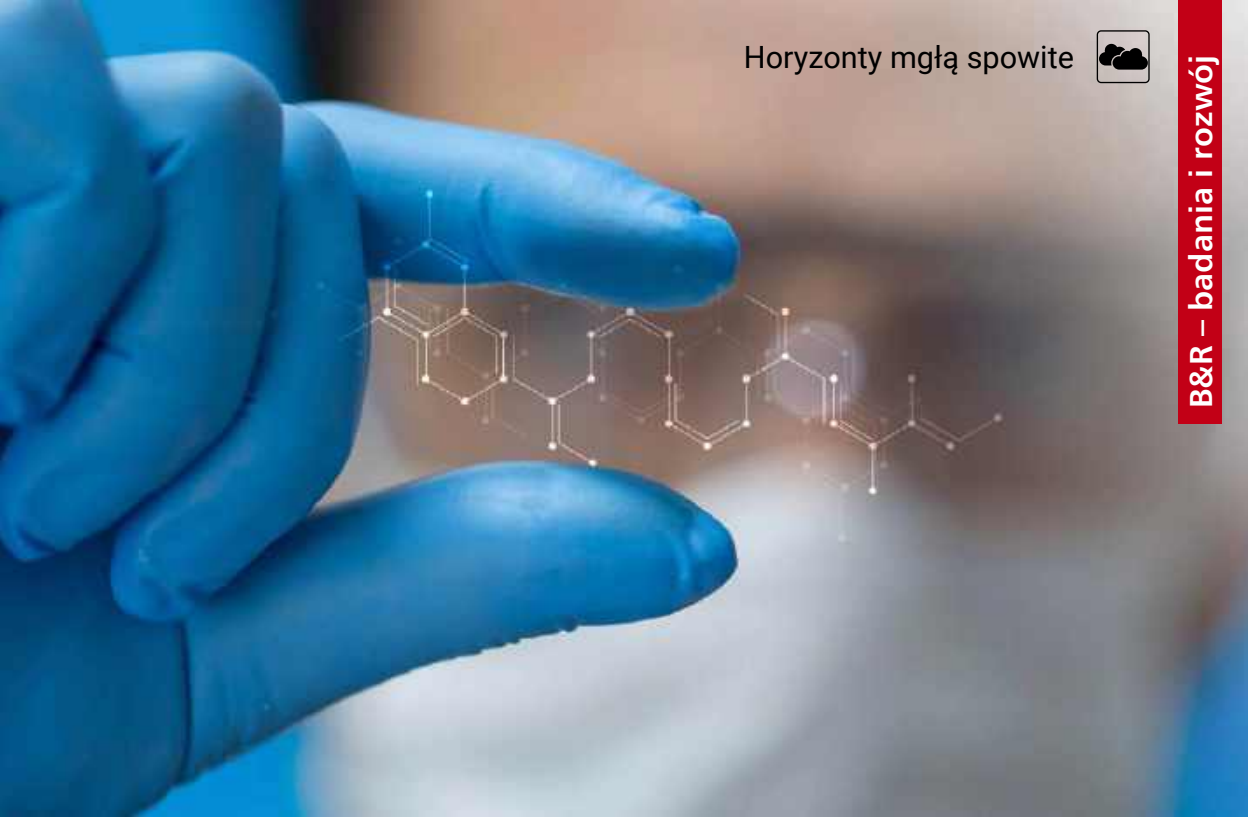
◆ NASA ogłosiła plan budowy bazy księżycowej o wartości 20 miliardów dolarów, wybierając firmę Blue Origin do realizacji trzech misji transportowych. Bezzałogowe loty zaplanowane na 2026 rok dostarczą na powierzchnię Srebrnego Globu niezbędną infrastrukturę. Projekt ma przygotować grunt pod stałą obecność ludzi poza Ziemią. ◆ Europejska Agencja Kosmiczna wraz z Chińską Akademią Nauk wystrzeliły misję SMILE, która zbada wpływ wiatru słonecznego na ziemską magnetosferę. Satelita wystartował z kosmodromu w Gujanie Francuskiej, niosąc zaawansowane instrumenty do obserwacji zórz polarnych. Dane pomogą lepiej chronić sieci energetyczne przed skutkami burz geomagnetycznych. ◆ Inżynierowie z NASA Jet Propulsion Laboratory testują nowy chip AI przeznaczony dla autonomicznych statków kosmicznych. Technologia ta umożliwi bezpieczną eksplorację odległych księżyców Jowisza oraz Saturna. ◆

BIOTECHNOLOGIE

◆ Opublikowany w Nature model ESMFold2 wygenerował atlas zawierający strukturę miliarda białek, co stanowi przełom w biologii molekularnej. Dzięki sztucznej inteligencji naukowcy mogą teraz błyskawicznie analizować funkcje organizmów, których wcześniej nie potrafili zbadać. To narzędzie drastycznie skraca proces poszukiwania nowych cząsteczek leczniczych. ■

Źródła: ScienceDaily, Nature, Nature Physics, NASA. Okres: 4.05.–1.06.2026.

eprasa.pl e53e35c675



Grafen – cud, który utknął na taśmie klejącej

Pamiętacie rok 2010? Nagroda Nobla z fizyki powędrowała do dwóch naukowców z Manchesteru (imigrantów z Rosji) za okiełznanie materiału, który miał zmienić absolutnie wszystko. Grafen miał odesłać krzem do muzeum, pozwolić na budowę wind kosmicznych, elastycznych smartfonów i baterii ładujących się w sekundę. Minęło kilkanaście lat. Gdzie są nasze przezroczyste tablety grubości kartki papieru? Zamiast technologicznej utopii, dostaliśmy dodatek do farb antykorozyjnych i smarów do łańcuchów rowerowych. Odzieramy grafen z PR-owej magii i sprawdzamy, dlaczego genialna fizyka tak brutalnie zderzyła się z inżynierią materiałową.

Gdybyśmy mieli stworzyć ranking materiałów, które zebrały najwięcej entuzjastycznych nagłówków w historii dziennikarstwa naukowego, grafen bezapelacyjnie zająłby pierwsze miejsce. Przez niemal dekadę był dyżurnym „zbawcą świata" w artykułach technologicznych. Dziś jednak, gdy zapytamy inżynierów pracujących w Dolinie Krzemowej o to, kiedy grafenowe procesory trafią do naszych komputerów, w odpowiedzi usłyszymy jedynie nerwowy śmiech.

Co poszło nie tak? Dlaczego materiał o tak fenomenalnych właściwościach wciąż tkwi w inżynieryjnym czyśćcu?

eprasa.pl e53e35c675

Płaski plaster miodu z probówki

Zacznijmy od tego, czym grafen w ogóle jest, bo na papierze (a raczej na ekranach symulacji komputerowych) to istny cud natury. To po prostu węgiel. Dokładnie ten sam pierwiastek, z którego składa się grafit w twoim ołówku i diament w pierścionku zaręczynowym. Różnica polega na architekturze.

Grafen to pojedyncza, dwuwymiarowa warstwa atomów węgla, ułożonych w gęstą, płaską sieć przypominającą plaster miodu. Jest gruby na zaledwie jeden atom. Aby uświadomić sobie jego mikroskopijną naturę, wyobraź sobie, że musiałbyś ułożyć na sobie 3 miliony warstw grafenu, aby uzyskać grubość zaledwie jednego milimetra!

Jego właściwości fizyczne wręcz zaginają wyobraźnię:

- Jest około 200 razy bardziej wytrzymały na rozciąganie niż najmocniejsza stal konstrukcyjna.
- Jest niemal całkowicie przezroczysty (przepuszcza prawie 98% światła).
- Jest niesamowicie elastyczny – można go rozciągnąć nawet o 20% bez zerwania wiązań.
- Przewodzi ciepło i elektryczność znacznie lepiej niż miedź, z której zrobione są kable w twoich ścianach.

Jak na ironię, ten technologiczny Graal został odkryty za pomocą... zwykłej biurowej taśmy klejącej. Andriej Geim i Konstantin Nowosiołow, nobliści z 2010 roku, po prostu przyklejali taśmę do kawałka grafitu, odrywali ją, a następnie powtarzali ten proces ze złuszczonymi drobinkami tak długo, aż na taśmie została im warstwa o grubości jednego atomu. Metoda genialna w swojej prostocie, ale skrywająca potężny haczyk: taśmą klejącą można wyprodukować mikroskopijny płatek grafenu wielkości ułamka milimetra, idealny pod mikroskop elektronowy. Ale nie zbudujesz tak ekranu do telewizora.

Ściana masowej produkcji: Błędy na granicach

I tutaj dochodzimy do pierwszego gęstego pasma mgły. Odkrycie materiału w laboratorium to jedno. Wyprodukowanie jego nieskazitelnej tafli o powierzchni kilku metrów kwadratowych z prędkością taśmy montażowej to zupełnie inny wymiar inżynierii.

Obecnie najpopularniejszą metodą tworzenia grafenu o większych powierzchniach jest CVD

eprasa.pl e53e35c675

(ang. *Chemical Vapor Deposition* – chemiczne osadzanie z fazy gazowej). W skrócie: do klosza z próżnią wpuszcza się gazy zawierające węgiel (np. metan), które w wysokiej temperaturze rozpadają się, a atomy węgla osadzają się na miedzianej lub niklowej folii, tworząc grafen.

Gdzie tkwi problem? Atomy węgla osadzające się na folii zaczynają tworzyć wspomnianą „kratkę" (plaster miodu) w wielu miejscach jednocześnie. Powstają małe „wyspy" grafenu, które rosną i ostatecznie się zderzają. Miejsca ich spotkań to tzw. granice ziaren (ang. *grain boundaries*). Niestety, rzadko kiedy ułożenie atomów z jednej wyspy idealnie pasuje do wyspy obok. Tworzą się skazy, pęknięcia i „zmarszczki".

Zasada jest brutalna i znana każdemu inżynierowi mechanikowi: łańcuch jest tak silny, jak jego najsłabsze ogniwo. Nieskazitelny, idealny grafen to faktycznie materiał wytrzymalszy od stali. Jednak grafen produkowany na skalę przemysłową, pełen defektów i rozerwanych wiązań węglowych na granicach ziaren, pęka niespodziewanie łatwo. O windzie kosmicznej, której lina miałaby być spleciona z wielokilometrowych wstążek grafenu, na razie musimy zapomnieć.

Krzem kontratakuje, czyli zaginiony most zwodzony

Wytrzymałość mechaniczna to tylko połowa problemu. Prawdziwe pieniądze gigantów technologicznych czekały na następcę krzemu w elektronice. Grafen przewodzi elektrony tysiące razy szybciej niż krzem. Procesory z niego zbudowane mogłyby osiągać taktowania rzędu teraherców (dzisiejsze topowe procesory zatrzymały się na kilku gigahercach) i w ogóle by się przy tym nie przegrzewały.

Dlaczego więc Intel czy AMD nie przerzuciły się jeszcze na układy węglowe? Przez brak jednej, absolutnie krytycznej cechy: **przerwy energetycznej** (zwanej też pasmem zabronionym).

Każdy komputer opiera się na kodzie binarnym – jedynkach i zerach. Z fizycznego punktu widzenia jedynka oznacza przepływ prądu przez tranzystor, a zero oznacza jego brak. Krzem jest półprzewodnikiem. Oznacza to, że ma wspomnianą przerwę energetyczną – możemy go „zmuszać" do przewodzenia prądu (podając napięcie na bramkę tranzystora) lub go blokować. Działa jak elektryczny most zwodzony: opuszczony pozwala elektronom przepłynąć (stan 1), podniesiony – zatrzymuje je (stan 0).

Grafen natomiast nie ma tej przerwy. Jest przewodnikiem niemal doskonałym. Elektrony pędzą po nim jak po superszybkiej, ośmiopasmowej autostradzie, na której ktoś zapomniał zamontować hamulce i bramki poboru opłat. Grafenowego tranzystora po prostu nie da się „wyłączyć" – nawet bez napięcia na bramce, prąd wciąż przez niego „płynie".

Fizycy oczywiście próbują sztucznie wytworzyć tę przerwę (np. tnąc grafen w ekstremalnie wąskie nanotaśmy), ale im bardziej modyfikujemy jego strukturę, tym bardziej pogarszamy jego cudowne właściwości związane z prędkością przewodzenia. To klasyczny inżynieryjny pat.

Upadek „Polskiego Grafenu"

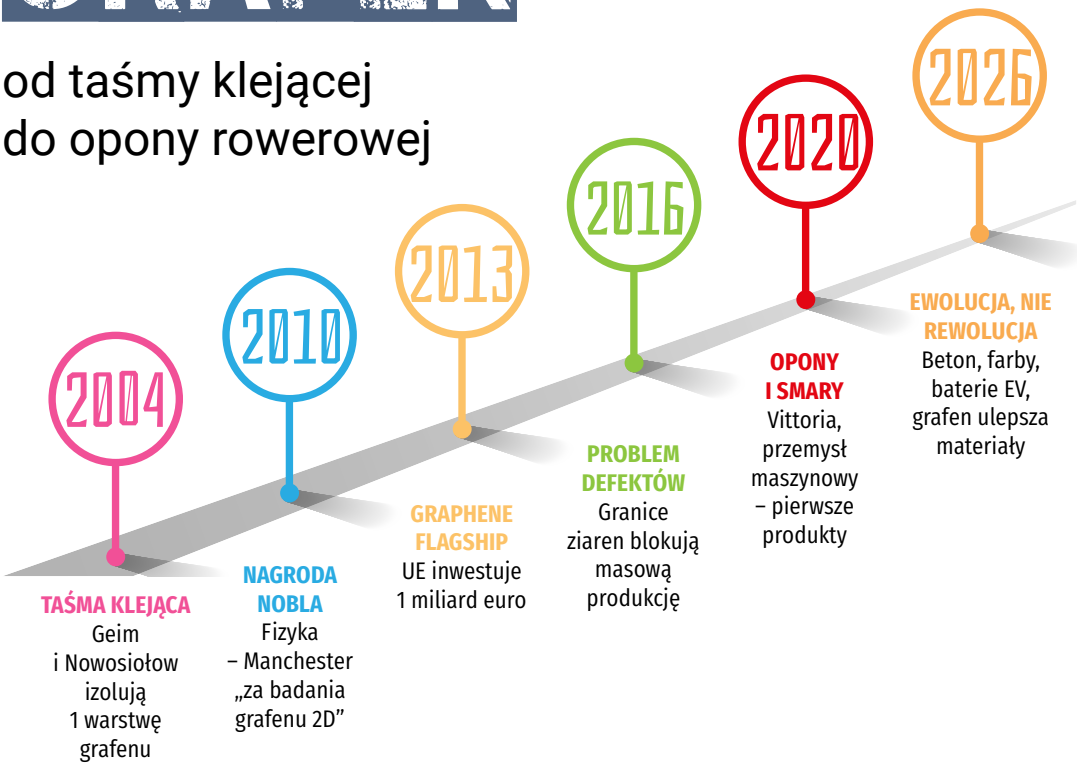
Nie można pisać o grafenie w polskiej prasie technologicznej, nie wspominając o naszej rodzimej burzy. Na początku ubiegłej dekady Polska wyrastała na jednego ze światowych liderów tej technologii. Zespół naukowców pod kierownictwem dr. inż. Włodzimierza Strupińskiego z Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME) w Warszawie opracował genialną metodę taniej produkcji grafenu wysokiej jakości (metoda epitaksjalna na węgliku krzemu).

Polskie media oszalały. Powstała spółka celowa, miały płynąć miliardy, a Polska miała zostać „węglowym Kuwejtem Europy". Rzeczywistość okazała się jednak bolesną lekcją ekonomii. O ile z punktu widzenia naukowego nasz grafen był fenomenalny, o tyle zabrakło przemyślanej strategii komercjalizacji. Skupiono się na samej produkcji surowca, zamiast na wymyślaniu gotowych, innowacyjnych produktów z jego użyciem. Ponadto zabrakło sprawnie działającego mostu pomiędzy rządem, biznesem a laboratoriami. Gdy zagraniczne ośrodki pompowały setki milionów dolarów w sprzęt i badania nad defektami, polski projekt ugrzązł w biurokracji, zmianach kadrowych i niedofinansowaniu. Dziś „polski grafen" to głównie przypomnienie, że nawet najlepszy wynalazek nie przetrwa bez twardej, rynkowej strategii.

eprasa.pl e53e35c675

GRAFEN

od taśmy klejącej do opony rowerowej



Szara, smarna rzeczywistość

Gdzie więc w 2026 roku znajdziemy ten cudowny materiał? Zamiast zrewolucjonizować świat wielkich paneli i superszybkich układów scalonych, grafen znalazł swoje miejsce jako... **domieszka**. Mowa tu o tzw. płatkach grafenowych (proszku), który jest o wiele tańszy i łatwiejszy w produkcji niż nieskazitelne folie z laboratoriów.

Producenci dodają grafenowy proszek do włókna węglowego w rakietach tenisowych i nartach, aby usztywnić konstrukcję bez zwiększania wagi. Znajdziemy go w profesjonalnych oponach rowerowych (np. marki Vittoria), gdzie poprawia wytrzymałość na przebicia. Jest świetnym dodatkiem do smarów technicznych, gdzie drastycznie obniża tarcie i zużycie maszyn. Dodaje się go również do farb antykorozyjnych na platformach wiertniczych oraz do betonowych mieszanek w nowoczesnym budownictwie (co zwiększa twardość betonu o niemal 30%!). Coraz częściej pojawia się w nowatorskich matach chłodzących wewnątrz najdroższych smartfonów, świetnie odprowadzając ciepło od nagrzanego procesora.

Podsumowanie: Rewolucja zastąpiona ewolucją

Historia grafenu to doskonałe przypomnienie o cyklu życia każdej nowej technologii. Wkraczamy w fazę, którą analitycy z grupy Gartnera nazywają „płaskowyżem produktywności”. Pierwszy, dziki entuzjazm dawno wyparował. Zrozumieliśmy, że ten cudowny materiał, bynajmniej na razie, nie zastąpi nam krzemu i nie zbuduje wind do gwiazd.

Ale z punktu widzenia inżynierii materiałowej, grafen absolutnie nie jest porażką. Po prostu zamiast błyskotliwej rewolucji, otrzymaliśmy solidną, pracowitą ewolucję. Grafen powoli, po cichu i bez błysku fleszy ulepsza materiały wokół nas – od asfaltu, przez opony, po akumulatory w autach elektrycznych. I to z perspektywy przemysłowej jest prawdopodobnie o wiele cenniejsze niż jakikolwiek nagłówek na portalach technologicznych. ■ **(red)**

eprasa.pl e53e35c675

Oddajemy cześć kobietom, które odegrały wybitną rolę w rozwoju techniki i nauk ścisłych

Rosalind Franklin

Kobieta, która zobaczyła DNA – i której nikt nie zapytał

1. Rosalind Franklin ok. 1956 roku podczas drugiej wizyty w Stanach Zjednoczonych (fotografia z prywatnej kolekcji Jenifer Glynn, https://profiles.nlm.nih.gov/101584586X132

Był maj 1952 roku. W laboratorium King's College w Londynie Rosalind Franklin właśnie wykonała zdjęcie rentgenowskie, które przejdzie do historii jako Zdjęcie 51. Było tak doskonale ostre i czytelne, że zawierało w sobie pełną odpowiedź na pytanie, które nurtowało naukę od lat: jak wygląda struktura DNA. Franklin to wiedziała. Ale zanim zdążyła opublikować wyniki, zobaczył je ktoś inny. Bez jej zgody.

Córka bankiera, która chciała być naukowcem

Rosalind Elsie Franklin urodziła się 25 lipca 1920 roku w Londynie, w zamożnej angielsko-żydowskiej rodzinie. Ojciec Elsie był bankierem z głębokimi przekonaniami społecznymi – podczas II wojny światowej pomagał uchodźcom, a po niej wykładał w robotniczych szkołach wieczorowych. Matka Muriel była kobietą energiczną i aktywną społecznie.

Rosalind była środkowym dzieckiem spośród pięciorga rodzeństwa i od dziecka wykazywała wyjątkowe zdolności matematyczne. W wieku sześciu lat potrafiła czytać i liczyć bardzo dobrze, a starsze ciocie pisały w listach, że jest „straszliwie mądrą" dziewczynką. Swoje zainteresowanie nauką postanowiła realizować już jako dziecko.

Uczęszczała do prestiżowej szkoły dla dziewcząt St Paul's Girls' School, gdzie fizyka i chemia były traktowane poważnie. W 1938 roku dostała się na Newnham College w Cambridge – jedno z niewielu miejsc, gdzie kobiety mogły studiować nauki ścisłe. Cambridge przyznało kobietom pełne tytuły akademickie dopiero w 1948 roku. Franklin skończyła studia w 1941 roku.

Paryż i królestwo kryształów

Po wojnie Franklin trafiła do Paryża, gdzie spędziła cztery szczęśliwe lata w laboratorium Jacques'a Meringa. Nauczyła się krystalografii rentgenowskiej – techniki, która polega na analizie wzorów powstałych na kliszy, gdy wiązka promieni X przetnie kryształ lub włókno. To wymagająca, precyzyjna robota: ustawianie

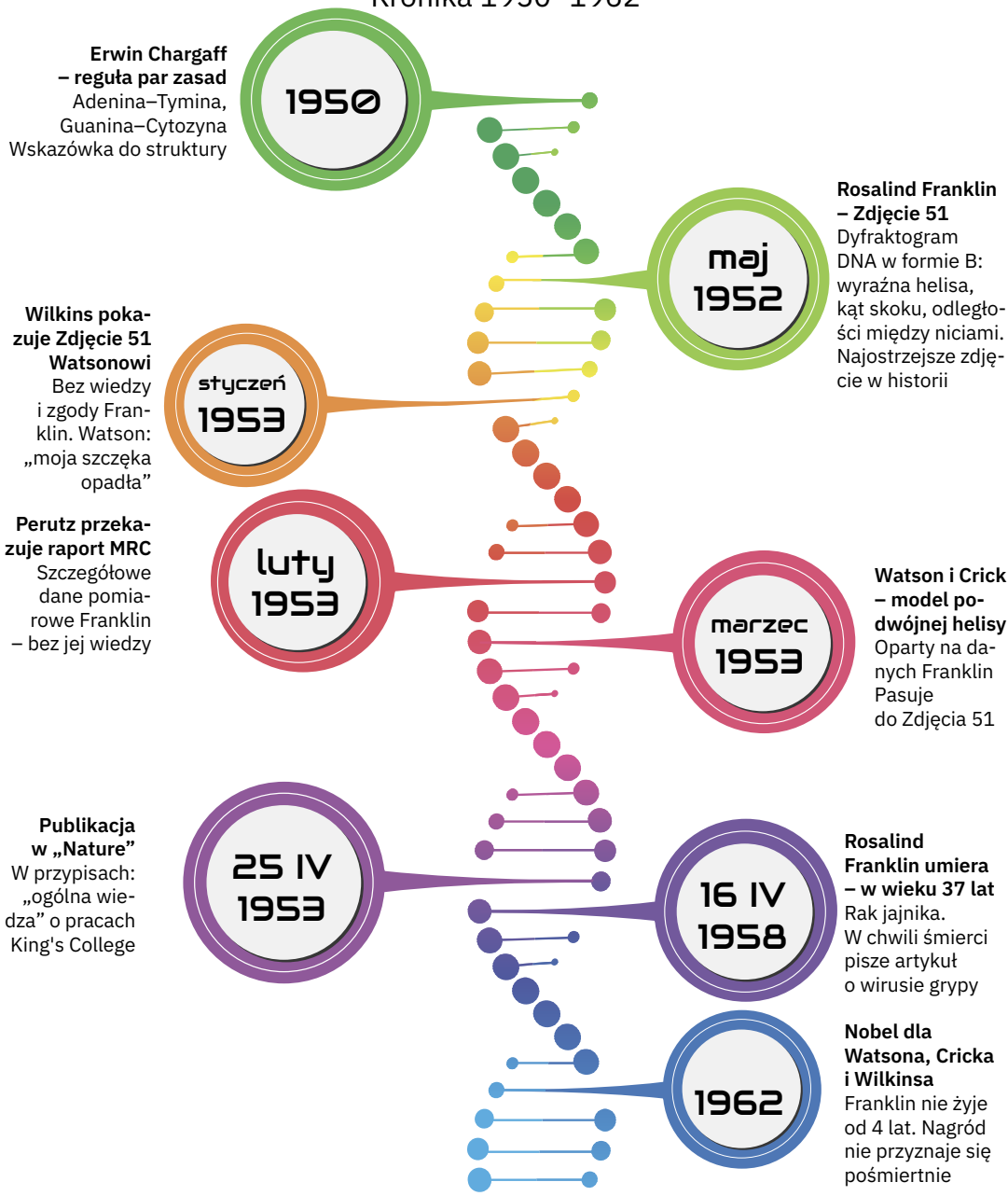
eprasa.pl e53e35c675

preparatu, ekspozycje liczące kilkadziesiąt godzin, ręczne obliczenia.

Franklin miała do tego naturalny talent. W Paryżu opracowała przełomową metodę analizowania struktury węgla amorficznego – pracę, która do dziś jest cytowana w chemii materiałów. Zrobiła karierę międzynarodową, opanowała język francuski i otrzymywała dobre recenzje w renomowanych periodykach. Była szczęśliwym człowiekiem.

Jak odkryto strukturę DNA

Kronika 1950–1962



eprasa.pl e53e35c675

W 1951 roku wróciła do Anglii na stanowisko w King's College London. Jej zadaniem było rozwinięcie technik rentgenowskich do badań DNA. Nie wiedziała wtedy, że to laboratorium stanie się areną jednego z najbardziej bolesnych rozdziałów jej życia.

King's College i zimna wojna o DNA

W King's College panowała atmosfera lodowata. Franklin miała pracować niezależnie, ale Maurice Wilkins – wicedyrektor jednostki – postrzegał ją jako swoją asystentkę. Franklin nie zamierzała nią być. Konflikty były nieuchronne.

Pracowała metodycznie i precyzyjnie. Odkryła, że DNA występuje w dwóch formach: suchej (forma A) i wilgotnej (forma B). Forma B dawała prostszy, czytelniejszy obraz – to ją sfotografowała w maju 1952 roku. Zdjęcie 51 powstało po 100 godzinach ekspozycji. Widzimy na nim wyraźny wzór „x" – charakterystyczny dla helisy. A także precyzyjne odległości między warstwami atomów.

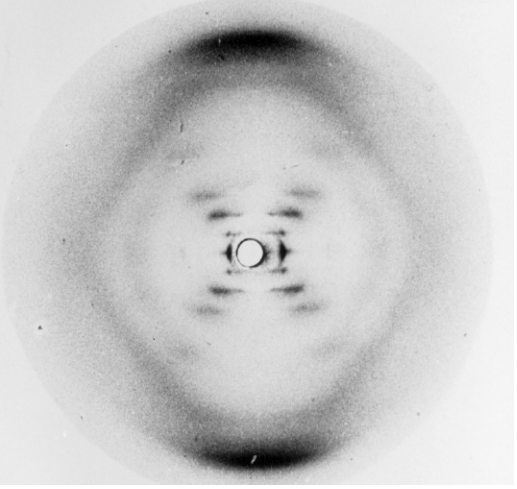
Franklin nie opublikowała od razu wyników. Była perfekcjonistką – chciała zebrać pełne dane z obu form DNA, zanim ogłosi definitywną strukturę. To była jej metoda naukowa: najpierw dowody, potem wnioski. Tymczasem w Cambridge Watson i Crick ścigali się w wyścigu, którego Franklin nie była świadoma.

Zdjęcie, które zobaczył ktoś inny

W styczniu 1953 roku Maurice Wilkins pokazał Watsonowi Zdjęcie 51. Nie informując Franklin. Watson pisał później w swojej książce „The Double Helix", że „moja szczęka opadła i serce zaczęło bić mocniej". Był to klucz, którego im brakowało.

Kilka tygodni później Max Perutz – bez świadomości niewłaściwości takiego działania – przekazał Watsonowi i Crickowi raport MRC (Medical Research Council), zawierający szczegółowe dane pomiarowe z laboratorium Franklin. Dane o kątach, odległościach i wilgotności włókien. Dokładnie to, czego im było trzeba.

25 kwietnia 1953 roku Watson i Crick opublikowali w „Nature" słynny jednotstronicowy artykuł opisujący podwójną helisę. W przypisach lakonicznie podziękowali za „ogólną wiedzę" o pracach King's College. W tym samym numerze ukazał się artykuł Franklin i Gosslinga z ich własnymi wynikami – przedstawiony jako potwierdzenie, a nie równoległa praca. Franklin nie



2. Zdjęcie 51 – dyfraktogram DNA w formie B, maj 1952, R. Franklin i R. Gosling | Źródło: King's College London

została poinformowana, że Watson i Crick widzieli jej dane.

Wirus tytoniowy i nieskończone pytania

Franklin odeszła z King's College w 1953 roku – z ulgą. Przeniosła się do Birkbeck College, gdzie pod kierunkiem J.D. Bernala zajęła

Jak to działa: dyfrakcja rentgenowska

Atomy są zbyt małe, żeby zobaczyć je mikroskopem – światło widzialne ma zbyt długą falę. Ale promienie rentgenowskie mają fale długości porównywalnej z odległościami między atomami.

Gdy wiązka promieni Röntgena przenika przez kryształ lub włókno DNA, atomy rozpraszają ją na wszystkie strony. Rozproszone fale interferują ze sobą – wzmacniają się w pewnych kierunkach i znoszą w innych. Na kliszy fotograficznej powstaje wzór ciemnych i jasnych plam zwany dyfraktogramem.

Każda substancja ma unikalny dyfraktogram – jak odcisk palca. Znając kąty i intensywności plam, można odtworzyć matematycznie trójwymiarową strukturę cząsteczki. To wymaga miesięcy obliczeń. Franklin robiła to ręcznie.

Zdjęcie 51 było wyjątkowo ostre i czytelne, ponieważ Franklin opanowała technikę przygotowania wilgotnych preparatów DNA do perfekcji. Watson, kiedy zobaczył je po raz pierwszy, powiedział później: „moja szczęka opadła i serce zaczęło bić mocniej".

eprasa.pl e53e35c675

3. Rekonstrukcja modelu DNA Watsona i Cricka z 1953 r., Science Museum London | Źródło: Alkivar, Domena Publiczna, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=165175

Dlaczego jej nie znasz?

Historia nauki ma trwały problem: kobiety były pomijane przy uznawaniu ich udziału i roli w odkryciach, które współtworzyły. Zjawisko to ma nawet nazwę – „efekt Matyldy" – od Matildy Gage, która opisywała je już w XIX wieku.

Franklin zmarła w 1958 roku. Nobel za DNA przyznano w 1962. Komitet noblowski – wtedy i dziś – nie przyznaje nagród pośmiertnie. Ale nawet gdyby żyła, jej wkład był przez dekady pomniejszany przez Watsona i Cricka, którzy pisali o niej jako o „techniku", a nie współtwórczyni odkrycia.

Dopiero od lat 90. historyczki nauki, takie jak Brenda Maddox (autorka biografii „Dark Lady of DNA") zaczęły przywracać Franklin należne jej miejsce. Dziś jest na banknotach, jej imieniem nazwano łazik marsjański, a Komisja Europejska ustanowiła medal Rosalind Franklin dla kobiet w nauce. Nie wystarczy – ale to jakiś początek.

się strukturą wirusów. Były to jedne z najpiękniejszych lat jej życia naukowego. Pracowała nad wirusem mozaiki tytoniowej (TMV) i odkryła, że jego RNA leży wewnątrz białkowej osłonki – nie na zewnątrz, jak sądzono.

Kierowała zespołem, publikowała w „Nature", występowała na konferencjach. Była szanowanym naukowcem. W 1956 roku zdiagnozowano u niej raka jajnika – chorobę, której nabawiła się być może pracując latami przy promieniowaniu rentgenowskim. Przeszła dwie operacje. Pracowała dalej.

Rosalind Franklin zmarła 16 kwietnia 1958 roku w Londynie. Miała 37 lat. W chwili śmierci pisała kolejny artykuł o wirusie grypy.

Nobel, którego nie dostała

W 1962 roku James Watson, Francis Crick i Maurice Wilkins otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny za odkrycie struktury DNA. Franklin nie została nawet wspomniana w przemowach.

W swojej książce „The Double Helix" z 1968 roku Watson przedstawił Franklin jako trudnego człowieka, który nie umiał współpracować i nie rozumiał własnych danych. Książka wywołała protest nawet u Cricka, który uznał potraktowanie Franklin za niesprawiedliwe. Ale szkody były już wyrządzone – i trwały dekadami.

Dopiero w 1993 roku Brenda Maddox opublikowała biografię „Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA" – opartą na listach, dziennikach i archiwach laboratoryjnych. Pokazała pełny obraz: wybitnej naukowczyni, której praca była kluczowa dla odkrycia struktury DNA i która w żadnym momencie nie wiedziała o udostępnieniu Zdjęcia 51 Watsonowi.

Dziś jest postacią z kanonu historii nauki. Jej imię nosi łazik marsjański Rosalind Franklin Rover, wystrzelony przez ESA. Komisja Europejska przyznaje medal jej imienia kobietom w nauce. King's College London nosi jej imię na jednym z budynków.

Ale najważniejsze zdanie wypowiedział chyba Crick – w prywatnym liście, wiele lat później: „jej dane były niezbędne. Bez nich nie wiem, czy potrafilibyśmy potwierdzić strukturę helisy w pełni". To wystarczy. ■

Paweł Biernacki

eprasa.pl e53e35c675

Osobliwość

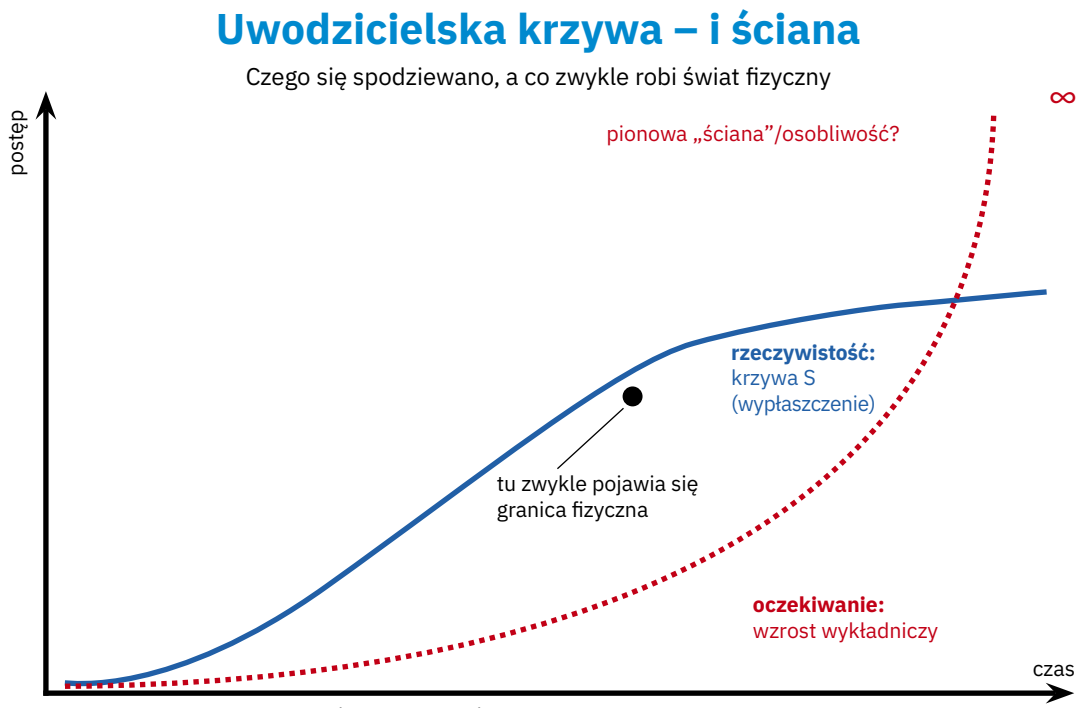
Za pionową ścianą wykresu

Najpierw było słowo. Zanim powstał pierwszy układ scalony i zanim ktokolwiek napisał program udający rozmowę, dwaj matematycy dostrzegli na wykresie postępu coś niepokojącego: punkt, za którym świat ludzkich spraw – taki, jaki znamy – mógłby się po prostu urwać. Nazwali go osobliwością. Ta opowieść zaczyna się od owego słowa i od jednego pytania: czy naprawdę zmierzamy ku pionowej ścianie, czy tylko zbyt śmiało przedłużamy wzór poza zakres, w którym jeszcze cokolwiek opisuje.

Słowo pożyczone od matematyków

Termin „osobliwość" (*singularity*) nie narodził się w pracowni futurysty ani na konferencji o sztucznej inteligencji. Przyszedł z matematyki, a do rozważań o przyszłości techniki wprowadził go jeden z najtęższych umysłów XX wieku, John von Neumann – przy okazji rozmów, których ślad ocalał dzięki urodzonemu we Lwowie

eprasa.pl e53e35c675



1. Oczekiwany wzrost wykładniczy (linia czerwona) kontra rzeczywista krzywa S, wypłaszczająca się przy granicy fizycznej

współpracownikowi, Stanisławowi Ulamowi. To Ulam zanotował później, że von Neumann mówił o coraz szybszym postępie techniki, który zbliża nas do pewnej osobliwości w dziejach – takiej, za którą sprawy ludzkie nie mogłyby już biec dawnym torem.

Warto na moment zatrzymać się przy pierwotnym, ścisłym znaczeniu tego słowa, bo to ono nadaje całemu pojęciu siłę – i zarazem pierwszą rysę. W matematyce punkt osobliwy to miejsce, w którym funkcja przestaje być dobrze określona. W najprostszym przypadku jej wartość nie ustala się na żadnej liczbie, lecz rośnie bez ograniczeń, dążąc do nieskończoności. Tak zachowuje się funkcja 1/x, gdy x maleje do zera: wykres, który dotąd wznosił się łagodnie, w jednym punkcie ustawia się niemal pionowo i ucieka poza skalę. Dokładnie taki obraz mieli przed oczami zwolennicy tezy o przyspieszającym postępie – moment, za którym tempo zmian rośnie tak gwałtownie, że jakiekolwiek przewidywanie traci sens. To stąd pochodzi podtytuł naszego tematu: „koniec cywilizacji, jaką znamy”.

Jest jednak haczyk, który dobrze znają fizycy. Kiedy w równaniach opisujących świat pojawia się nieskończoność, znacznie częściej oznacza to, że nasz model przestał opisywać rzeczywistość, niż że rzeczywistość rzeczywiście zmierza w nieskończoność. Tak było z nieskończonościami, które w połowie XX wieku wyłaniały się z teorii oddziaływań cząstek – fizycy musieli wypracować osobne procedury, by się ich pozbyć, bo był to sygnał niedoskonałości teorii, a nie zapowiedź końca świata. Tę dwuznaczność warto zatrzymać w pamięci do ostatniej strony niniejszego tematu. Pionowa ściana na wykresie bywa progiem przełomu – albo ostrzeżeniem, że ekstrapolujemy wzór poza granicę jego stosowalności.

Uwodzicielska krzywa

Cała późniejsza opowieść o osobliwości żeruje na jednej słabości ludzkiego umysłu: myślimy liniowo, a wzrost wykładniczy systematycznie nas zaskakuje. Klasyczna przypowieść o ziarnach ryżu dokładanych na kolejne pola szachownicy – jedno, dwa, cztery, osiem – kończy się liczbą przekraczającą światowe zbiory, choć początek wygląda niewinnie. Mózg, który ewoluował do oceniania stad zwierząt i odległości do sąsiedniej doliny, nie ma dobrej intuicji dla procesów, które podwajają się w równych odstępach czasu.

eprasa.pl e53e35c675

Postęp mikroelektroniki dostarczył tej intuicji konkretnego zaczepienia. Słynna obserwacja Gordona Moore'a o regularnym podwajaniu liczby elementów w układzie scalonym przez dekady okazywała się trafna i stworzyła wrażenie, że na technologię działa jakieś niemal przyrodnicze prawo. Stąd już tylko krok do uogólnienia: skoro liczba tranzystorów rośnie wykładniczo, to może wykładniczo rośnie cała technika, a wraz z nią wiedza i – w końcu – inteligencja maszyn. To właśnie ten krok, rozszerzenie obserwacji o pojedynczym układzie scalonym na całe dzieje cywilizacji, jest najmocniej kwestionowanym założeniem całej koncepcji.

I tu, zanim jeszcze pojawi się którykolwiek z proroków osobliwości, należy się czytelnikowi pewna informacja, z której możemy być dumni. Najtrzeźwiejszą, najbardziej systematyczną analizę ewolucji technicznej napisał po polsku Stanisław Lem. W wydanej w 1964 roku *Summa technologiae* potraktował technikę nie jak rampę startową do nieśmiertelności, lecz jak proces ewolucyjny – z barierami, ślepymi uliczkami i granicami nieprzekraczalnymi. Robił to niezależnie od zachodnich myślicieli i wcześniej niż większość z nich. Ten sceptyczny, inżynierski ton jest w naszym temacie obowiązujący: będziemy pytać nie „kiedy", lecz „czy" i „co konkretnie musiałoby się stać".

Najstarszy lęk i najstarsze marzenie

Pod pojęciem osobliwości kryją się w istocie dwa bardzo stare wątki ludzkiej wyobraźni, które dopiero współcześnie zlały się w jedno.

Pierwszy to lęk: maszyna, która przerasta swojego twórcę. Pojawił się zdumiewająco wcześnie, jeszcze w XIX wieku, gdy jedyne „maszyny liczące" były mechanizmami z mosiądzu i kół zębatych – już wtedy Samuel Butler ostrzegał, że urządzenia podlegają własnej ewolucji i kiedyś mogą nas wyprzeć. Sto lat później rygor nadał tej myśli Alan Turing, jeden z twórców podstaw informatyki, stawiając wprost pytanie, czy maszyny myślą, i przewidując, że na pewnym etapie maszyny „przejmą kontrolę". Domknął ją brytyjski matematyk Irving John Good pojęciem maszyny ultrainteligentnej, zdolnej projektować maszyny lepsze od siebie – i to jest zarodek najważniejszego scenariusza, do którego za chwilę wrócimy.

Drugi wątek to marzenie odwrotne: przekroczenie biologii, ucieczka przed śmiercią. Ma korzenie niemal religijne – myśl o scaleniu ludzkiej świadomości w jeden wyższy „punkt Omega" sformułował jeszcze przed erą komputerów jezuita Pierre Teilhard de Chardin. Świecką nazwę pragnieniu przekraczania granic gatunku – „transhumanizm" – nadał w połowie XX wieku biolog Julian Huxley, a techniczny kształt, pomysł „przepisania" umysłu do maszyny niczym programu z jednego nośnika na drugi, dał mu w 1988 roku Hans Moravec w książce *Mind Children*. To stąd biorą się dwa najgłośniejsze obrazy osobliwości: cyfrowa nieśmiertelność, w której umysł trwa po śmierci ciała jako wzorzec uruchomiony na maszynie, oraz fuzja człowieka z maszyną, w której mózg pozostaje na miejscu, lecz zostaje spięty szerokim łączem z chmurą obliczeniową.

Lęk i marzenie są dwiema stronami tej samej monety. Oba mówią to samo: człowiek w obecnej postaci nie jest ostatnim ogniwem. Różnią się tylko tym, czy następne ogniwo nas zastąpi, czy też nim – w jakiejś formie – będziemy my sami.

Kto to wszystko zbuduje?

W tym miejscu obietnica nieśmiertelności napotyka pytanie, które rzadko pada wprost. Aby przegrać umysł do maszyny albo bezpiecznie połączyć mózg z siecią, ktoś musi najpierw zbudować skanery o niewyobrażalnej dziś rozdzielczości, moc obliczeniową zdolną emulować miliardy komórek nerwowych oraz oprogramowanie, którego nie potrafimy nawet zarysować. Kto tego dokona? Ludzcy inżynierowie, pracujący w dotychczasowym, ślimaczym tempie, mogliby potrzebować stuleci.

Odpowiedź, która spaja całą koncepcję, brzmi: zbuduje to inna maszyna. Jeśli powstanie sztuczna inteligencja choć trochę sprawniejsza od człowieka w jednej konkretnej dziedzinie – w projektowaniu sztucznej inteligencji – to zaprojektuje następczynię lepszą od siebie, ta zaś jeszcze lepszą, i ruszy sprzężenie zwrotne, które Good nazwał eksplozją inteligencji. To jest cichy silnik ukryty pod każdą wizją osobliwości. Nieśmiertelność, fuzja z maszyną, gospodarcza rewolucja – wszystko to są dopiero skutki. Prawdziwą stawką jest maszyna, która zaczyna ulepszać samą siebie szybciej, niż my potrafimy za nią nadążyć. Samo słowo „osobliwość" przylgnęło zresztą do tego procesu dopiero w 1993

eprasa.pl e53e35c675

Raymond „Ray” Kurzweil (źródło: "null0" – https://www.flickr.com/photos/null0/271935168/, CC BY-SA 2.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1321318)

Kim jest Ray Kurzweil

Ray Kurzweil (ur. 1948 w Nowym Jorku) to amerykański wynalazca, informatyk i futurysta – jedna z najbardziej rozpoznawalnych twarzy idei osobliwości. Dyplom zdobył w MIT w 1970 roku.

Wynalazca. Skonstruował m.in. pierwszą maszynę czytającą dla niewidomych (1976), pierwszy płaski skaner i syntezator Kurzweil K250 naśladujący brzmienie fortepianu; był pionierem komputerowego rozpoznawania pisma (OCR) i mowy. Uhonorowany amerykańskim National Medal of Technology i wprowadzony do Galerii Sławy Wynalazców.

Futurysta. Autor głośnych książek o przyszłości techniki – *The Age of Spiritual Machines* (1999), *The Singularity Is Near* (2005) i *The Singularity Is Nearer* (2024). Współzałożyciel Singularity University; od 2012 roku pracuje w Google nad uczeniem maszynowym i przetwarzaniem języka.

Pokonać śmierć. Tu klucz do jego pewności: przedłużenie życia traktuje jako cel osobisty. Łyka dziennie kilkadziesiąt suplementów, wierzy w „ucieczkową prędkość długowieczności” (moment, w którym technika zacznie dodawać do życia więcej niż rok na każdy przeżyty rok) i zapisał się do firmy krionicznej. Chce dożyć osobliwości – a nawet „odzyskać” zmarłego ojca, odtwarzając go z zachowanych pamiątek za pomocą sztucznej inteligencji.

roku, gdy matematyk i pisarz science fiction Vernor Vinge dorzucił do niego sugestywną metaforę: za tym punktem rozciąga się coś na kształt horyzontu zdarzeń, zza którego nie dociera już żadna przewidywalna informacja. Co istotne dla uczciwości naszego wywodu: pomysł ten jest starszy od najgłośniejszego dziś proroka osobliwości o całe pokolenie.

I dopiero teraz na scenę może wejść postać, z którą pojęcie osobliwości kojarzy się najpowszechniej – amerykański wynalazca i futurysta Ray Kurzweil. Zebrał on rozproszone wcześniej wątki: lęk przed maszyną, marzenie o nieśmiertelności, prawo wykładniczego wzrostu i ideę samodoskonalącej się inteligencji – w jedną głośną, spójną prognozę. Dorzucił do niej to, czego brakowało poprzednikom: konkretne daty. Inteligencja maszynowa dorównująca człowiekowi około roku 2029, pełna osobliwość, rozumiana jako połączenie ludzkiego umysłu z inteligencją maszyn, około roku 2045. Ogłosił je u progu obecnego stulecia w książkach *The Age of Spiritual Machines* i *The Singularity Is Near*, a w wydanej w 2024 roku kontynuacji, *The Singularity Is Nearer*, podtrzymał obie. Nie jest więc autorem idei – jest jej najskuteczniejszym popularyzatorem, człowiekiem, który prywatnie traktuje pokonanie śmierci jako cel osobisty. To warto wiedzieć, oceniając jego pewność: stoi za nią nie tylko wykres, lecz także biografia (patrz ramka).

Osobliwość, która nie ogłasza się fanfarami

Wszystkie powyższe obrazy mają w sobie coś z teatru: maszyna budzi się do świadomości, człowiek zrzuca ciało, krzywa strzela ku nieskończoności. Tymczasem najbardziej wymierna postać osobliwości jest pozbawiona efektów. Nie wymaga ani maszynowej świadomości, ani rozstrzygania pytań filozoficznych. Wystarczy, by sztuczna inteligencja stała się wystarczająco niezawodna i tania, aby przejąć większość pracy umysłowej, za którą dziś płacimy ludziom – analizę, projektowanie, redagowanie, programowanie, diagnozę.

Taka osobliwość gospodarcza nie nadejdzie z fanfarami. Wsączy się przez rynek pracy i strukturę kosztów, zanim ktokolwiek ogłosi przełom – a jej skutki, od skokowego wzrostu wydajności po głęboką przebudowę zatrudnienia, będą jak najbardziej realne. Ten scenariusz jest najmniej spektakularny i właśnie dlatego najtrudniejszy

eprasa.pl e53e35c675

do zlekceważenia: jego początki widać już dziś. To również scenariusz, który najszybciej zderza się z twardą rzeczywistością – z niezawodnością modeli, z kosztem energii, z fizycznymi granicami sprzętu. Tymi granicami zajmiemy się w dalszych częściach tematu.

Cień

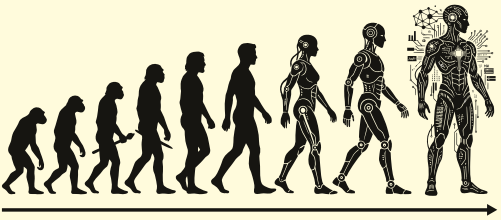
Pozostaje strona ciemna. Ta sama zdolność, która w optymistycznej wersji miałaby obdarzyć nas nieśmiertelnością, w wersji pesymistycznej wymyka się spod kontroli. System sprawniejszy od ludzi we wszystkich istotnych dziedzinach mógłby realizować cele, których mu wprost nie zadaliśmy, a my moglibyśmy nie mieć już sposobu, by go powstrzymać.

I to ostrzeżenie również nie jest nowe. Już Norbert Wiener, jeden z ojców cybernetyki, dekady temu zwracał uwagę na pułapkę, w której maszyna wykonuje dokładnie to, co jej poleciliśmy, lecz nie to, o co naprawdę nam chodziło – pułapkę znaną z baśni o spełnionych zbyt dosłownie życzeniach. Współcześnie ten nurt rozwinął filozof Nick Bostrom, który w wydanej w 2014 roku książce Superintelligence potraktował problem utraty kontroli znacznie chłodniej i ostrożniej niż entuzjaści osobliwości – jako zagadnienie inżynierskie, a nie literackie. Mamy więc dwie bramy, którymi mógłby wejść „koniec cywilizacji, jaką znamy": albo przekroczymy człowieka i staniemy się czymś więcej, albo przestaniemy trzymać ster. Nie wiadomo, która z nich jest bliżej – ani czy którakolwiek w ogóle jest otwarta.

Czy w ogóle zmierzamy ku ścianie?

Cała ta konstrukcja, od nieśmiertelności po zagładę, wisi na jednym założeniu: że maszyna naprawdę zacznie nas przewyższać w projektowaniu samej siebie. Jeśli to założenie jest trafne, reszta – w tej czy innej formie – z niego wynika. Jeśli jest fałszywe, osobliwość pozostanie figurą retoryczną.

Dlatego pozostała część niniejszego tematu nie zajmuje się przepowiadaniem dat, lecz sprawdzaniem gruntu pod tym jednym założeniem. Zapytamy, czy dzisiejsze modele językowe, robiące tak wielkie wrażenie w rozmowie, prowadzą do rzeczywistego rozumowania, czy tylko do coraz sprawniejszego naśladowania – i jak wypadają w zestawieniu z ludzkim mózgiem, który tę samą pracę wykonuje przy mocy żarówki. Przyjrzymy się fundamentowi



Krótka historia pewnego słowa

1863 – Pierwsze ostrzeżenie, że maszyny podlegają własnej ewolucji i mogą kiedyś wyprzeć człowieka.
(Samuel Butler, *Darwin among the Machines*)

1950–1951 – Postawienie pytania, czy maszyny myślą, oraz przewidywanie, że na pewnym etapie maszyny „przejmą kontrolę". (Alan Turing)

1958 – Pierwsze użycie słowa „osobliwość" w odniesieniu do dziejów techniki: relacja z rozmów z Johnem von Neumannem o punkcie, „za którym sprawy ludzkie nie mogłyby trwać dalej". (zapisał Stanisław Ulam)

1964 – Niezależna, sceptyczna analiza ewolucji technicznej, wzmacniaczy inteligencji i rzeczywistości wirtualnej.
(Stanisław Lem, *Summa technologiae*)

1965 – Pojęcie maszyny ultrainteligentnej i „eksplozji inteligencji" (I.J. Good). W tym samym roku ogłoszono obserwację o regularnym podwajaniu liczby tranzystorów w układzie scalonym (Gordon Moore).

1988 – Idea „przepisania" ludzkiego umysłu do maszyny. (Hans Moravec, *Mind Children*)

1993 – Nadanie pojęciu nazwy „osobliwość" i metafory horyzontu zdarzeń, za którym przewidywanie traci sens. (Vernor Vinge)

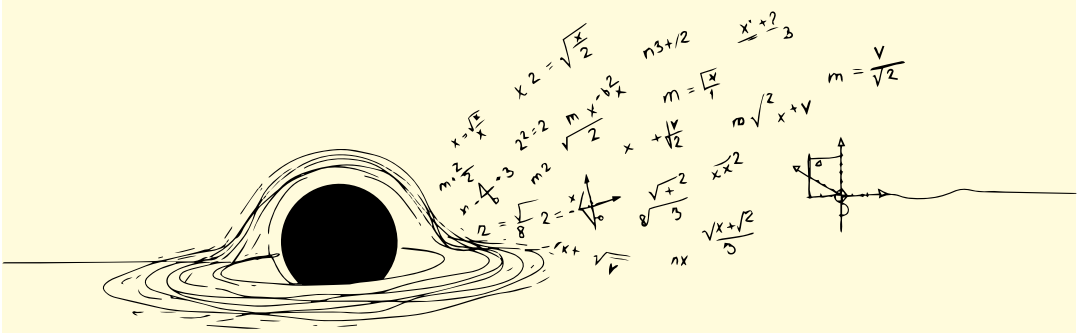
1999/2005 – Zebranie wcześniejszych wątków w jedną prognozę z datami: inteligencja maszynowa na poziomie człowieka około 2029, osobliwość około 2045.
(Ray Kurzweil)

2014 – Chłodna analiza ryzyka utraty kontroli nad superinteligencją.
(Nick Bostrom, *Superintelligence*)

2024 – Podtrzymanie obu dat w kontynuacji najsłynniejszej książki o osobliwości.
(Ray Kurzweil)

2025 – Ruszyła masowa produkcja układów scalonych w technologii 2 nm – blisko kresu, którym wydaje się być technologia 1 nm, już opracowywana laboratoryjnie

eprasa.pl e53e35c675



Osobliwość: co to znaczy w matematyce

Punkt osobliwy funkcji to miejsce, w którym przestaje ona być dobrze określona. W najprostszym przypadku jej wartość nie ustala się na żadnej liczbie, lecz rośnie bez ograniczeń – dąży do nieskończoności.

Najprostszy przykład to funkcja **y = 1/x**. Im bliżej zera podchodzi x, tym wyższa staje się wartość y: dla x = 0,1 jest to 10, dla x = 0,01 już 100, dla x = 0,001 – tysiąc. W samym zerze funkcja ucieka poza wszelką skalę. Na wykresie widać to jako **pionową asymptotę**: krzywą, która z łagodnego wznoszenia przechodzi w niemal pionowy wystrzał ku górze.

Właśnie ten obraz pożyczyli zwolennicy tezy o przyspieszającym postępie. Z jednym zastrzeżeniem, o którym mówią fizycy: gdy w opisie świata pojawia się nieskończoność, zwykle oznacza ona, że to nasz model się załamał – a nie że rzeczywistość naprawdę zmierza w nieskończoność.

materialnemu: nie byłoby tych modeli bez powszechnego internetu, a internetu bez układów scalonych z miliardami tranzystorów, czyli bez technologii, która w roku 2025 dotarła do progu dwóch nanometrów i jednocześnie do ściany fizyki. Policzymy, ile energii pochłania inteligencja i czy energetyka w ogóle zdoła nadążyć za marzeniami. Oddamy też głos sceptykom, których argumenty są równie poważne jak nadzieje entuzjastów.

Na końcu wrócimy do pionowej ściany z początku. Każdy wzrost wykładniczy w realnym świecie prędzej czy później napotyka granicę fizyczną i wygina się w łagodną krzywą, przypominającą rozciągniętą literę S. Pytanie, które będzie nam towarzyszyć przez cały temat, brzmi więc tak: czy osobliwość to rzeczywisty próg, za którym kończy się znany świat, czy też – jak tak często bywa w fizyce – znak, że przedłużyliśmy piękny wzór odrobinę za daleko.■

Tajne godziny
Mick Herron
Wydawnictwo: Insignis, stron: 450, sugerowana cena: 49,99 zł

Gdzie się ukryjesz, gdy przykrywka zacznie się sypać? Dwa lata temu powołano komisję Monochrome. Miała zbadać działanie brytyjskich służb specjalnych i wykryć wszelkie nieprawidłowości. Oddelegowani do niej urzędnicy, Griselda Fleet i Malcolm Kyle, otrzymali nieograniczony dostęp do poufnych archiwów. Tyle że na każdym kroku ktoś torpeduje prace komisji. Monochrome zdaje się dogorywać... aż nagle pojawia się teczka z napisem OTIS. Co mieści, skoro najwyraźniej z jej powodu ktoś ściga nocą odsuniętego od służby szpiega krętymi drogami Devonu? Co musiało wydarzyć się w Berlinie tuż po zjednoczeniu, skoro ktoś za wszelką cenę chce utrzymać to w tajemnicy? No i kto zwycięży w walce o duszę tajnych służb? A może jej wynik został przesądzony już dawno temu? Szpiedzy i urzędasy, politycy i ich asystenci, karierowicze, wyrobnicy i wypaleni zawodowo... Za dnia wszyscy wykonują swoje obowiązki. Dopiero to, co robią w tajnych godzinach, pokazuje, kim są naprawdę.

eprasa.pl e53e35c675

Bilans przepowiedni

Cała konstrukcja osobliwości – jak ustaliliśmy w poprzedniej części – wisi na jednym założeniu: że maszyna naprawdę zacznie nas przewyższać. Zanim zajrzymy pod podszewkę tego założenia, zróbmy prosty test. Sprawdźmy przepowiednię tam, gdzie da się ją sprawdzić: na datach, które już minęły. Ray Kurzweil jest pod tym względem prorokiem wyjątkowym – w odróżnieniu od większości futurystów zapisał konkretne lata. A to znaczy, że można mu wystawić rachunek.

Prorok, który zapisał daty

Wróżbiarstwo zwykle chroni się mgłą. „Kiedyś", „w przyszłości", „prędzej czy później" – sformułowania, których nie sposób obalić, bo nie mówią, kiedy. Kurzweil zrobił coś przeciwnego. W napisanej w latach 1996–1997, a wydanej w 1999 roku książce The Age of Spiritual Machines opisał, jak będzie wyglądał świat w konkretnych latach: 2009, 2019, 2029 i 2099. Taka precyzja jest wśród prognostów rzadka i – trzeba to przyznać – odważna, bo z mglistej wizji nie można się rozliczyć, a z datowanej prognozy owszem. Przepowiednia, którą da się ocenić, jest warta więcej niż wizja, której ocenić nie sposób. Oceńmy ją zatem.

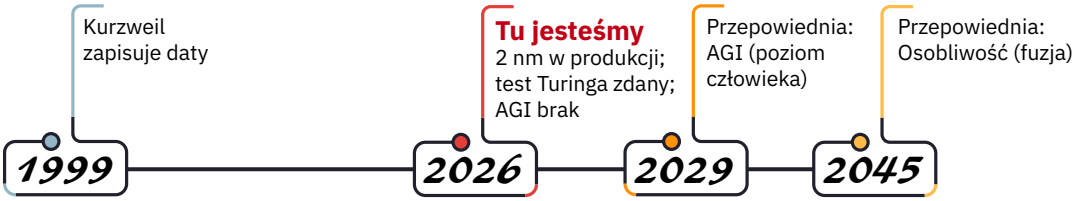
Co się sprawdziło

Zacznijmy od trafień, bo są poważne. Kurzweil przewidział małe komputery w rozmaitych postaciach, noszone wszędzie ze sobą – i rzeczywiście, w 2007 roku pojawił się iPhone, a wkrótce po nim urządzenia ubieralne. Opisał „światową sieć" połączonych maszyn, które tworzą wspólną pamięć i wspólną moc obliczeniową; dziś nazywamy to chmurą. Zapowiadał tłumaczenie maszynowe w czasie rzeczywistym – Google Translate ruszył w 2006 roku i odtąd tylko się poprawiał. Trafnie przewidział, że muzykę, filmy i książki będziemy nabywać cyfrowo, a nie na fizycznych nośnikach. Wskazał, że maszyny pokonają najlepszych ludzi w grach wymagających

eprasa.pl e53e35c675

Przepowiednia kontra rzeczywistość

Daty Kurzweila zapisane w 1999 roku i punkt, w którym jesteśmy dzisiaj



2. Daty zapisane przez Kurzweila w 1999 r. wobec punktu, w którym naprawdę jesteśmy w 2026 r.

myślenia – w szachach stało się to już w 1997 roku za sprawą komputera Deep Blue, a w znacznie trudniejszej grze Go w 2016 roku, gdy program AlphaGo pokonał czołowego arcymistrza. A na koniec rzecz, która zdefiniowała obecną dekadę: maszyna prowadząca rozmowę nieodróżnialną od ludzkiej. W ogólnym zarysie świata – scyfryzowanego, połączonego siecią, nasyconego sztuczną inteligencją – Kurzweil miał rację zaskakująco często.

Co się nie sprawdziło – albo spóźniło

Teraz druga kolumna. Samochody autonomiczne i „inteligentne autostrady", których spodziewał się znacznie wcześniej, wciąż pozostają rozwiązaniem częściowym i spornym. Sądził, że około 2009 roku mowa w dużej mierze wyprze klawiaturę jako główny sposób porozumiewania się z maszyną – a my nadal piszemy. Zakładał, że trójwymiarowe, piętrowe układy scalone będą powszechne już w 2009 roku; pojawiły się znacznie później. Najśmielsze zapowiedzi medyczne – nanoroboty krążące w krwiobiegu, gwałtowny spadek zachorowań na raka – wciąż należą w istocie do science fiction. Recenzenci jego prognoz dostrzegli w tym powtarzalny wzorzec: Kurzweil zwykle trafnie odgadywał, co się wydarzy i jak, lecz mylił się co do tego, kiedy – był optymistą mniej więcej o dekadę. Silnik ruszył, tyle że wolniej, niż obiecywał.

Spór o stopnie

Jak trafny był więc ostatecznie? To zależy, kto wystawia ocenę. Sam Kurzweil ocenił się wysoko: przeglądając swoje przeszło sto prognoz na 2009 rok, uznał zdecydowaną większość za „całkowicie" albo „w istocie" trafne, a tylko trzy za jawnie błędne – co dało mu około 86 procent skuteczności. Niezależni recenzenci doszli do wniosków znacznie chłodniejszych. W ochotniczym przedsięwzięciu, w którym prognozy rozłożono na pojedyncze, rozstrzygalne zdania, trafienia z 2009 roku wypadły mniej więcej jak rzut monetą, a prognozy na 2019 rok jeszcze gorzej – ponad połowę oceniono jako wyraźnie chybione.

Ta rozbieżność ocen wynika z różnych metod oceny. Nieostra prognoza jest rozciągliwa: „w istocie trafna" da się naciągnąć tak, by objęła

Tablica wyników: przepowiednia kontra rzeczywistość

Trafił – lub blisko:

- Małe komputery w wielu postaciach, noszone wszędzie (smartfon 2007, urządzenia ubieralne).
- „Światowa sieć" połączonych maszyn – dzisiejsza chmura.
- Tłumaczenie maszynowe w czasie rzeczywistym (Google Translate, 2006).
- Cyfrowy obieg muzyki, filmu i książek zamiast nośników fizycznych.
- Maszyny pokonujące najlepszych ludzi w grach: szachy (Deep Blue, 1997), go (AlphaGo, 2016).

Chybił lub spóźnił się o dekady:

- Samochody autonomiczne i „inteligentne autostrady" – wciąż częściowe i sporne.
- Mowa jako główny interfejs zamiast klawiatury.
- Powszechne, piętrowe układy scalone 3D już w 2009 roku.
- Medyczne nanoroboty krążące w krwiobiegu.
- Gwałtowny spadek zachorowań na raka.

eprasa.pl e53e35c675

nawet bliskie pudło. A przepowiednia, którą zawsze można zinterpretować jako trafienie, przestaje być przepowiednią. Realny bilans brzmi więc tak: kierunek Kurzweil wskazał dobrze, ale precyzja była znacznie słabsza, niż sugeruje jego własna ocena.

Maszyna, która zdała test Turinga

Jest jeden wynik, który najmocniej kusi, by ogłosić przepowiednię spełnioną. Na początku 2025 roku badacze z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Diego przeprowadzili rygorystyczną, trójstronną wersję wymyślonej przez Turinga „gry w naśladowanie": sędzia rozmawia jednocześnie z człowiekiem i z maszyną przez pięć minut, po czym zgaduje, kto jest kim. Model GPT-4.5, poproszony o wcielenie się w ludzką personę, został uznany za człowieka w 73 procentach rozmów – częściej niż prawdziwi ludzie, z którymi go zestawiono. Był to pierwszy system, który zdał klasyczny test trójstronny. Wynik opublikowano na razie w formie preprintu, więc bez pełnej recenzji naukowej.

Warto jednak przeczytać drobny druk. Rezultat zależał od polecenia, by maszyna udawała konkretną postać – bez tej persony ten sam model spadał do około jednej trzeciej, a starszy model przekonał sędziów zaledwie w jednej piątej przypadków. I rzecz najważniejsza: Turing nazwał to grą w naśladowanie nieprzypadkowo. Test mierzy, czy maszyna potrafi uchodzić za człowieka w rozmowie, a nie czy rozumie. Wynik testu odpowiada więc na pytanie o nas – jak łatwo dajemy się zwieść – co najmniej w tym samym stopniu, co na pytanie o maszynę.

Gdzie naprawdę jesteśmy w 2026 roku

Odsuńmy nagłówki i spójrzmy trzeźwo. Dzisiejsze modele dorównują dobrze wykształconym ludziom lub ich przewyższają w czytaniu, pisaniu i matematyce, a faktów mieszczą w sobie więcej, niż jakikolwiek człowiek zdołałby zapamiętać. Samo to zdumiałoby czytelnika z 1999 roku. Kłopot w tym, że luki, które pozostały, znajdują się dokładnie tam, gdzie silnik osobliwości musiałby je domknąć.

Niezawodność załamuje się pod ciągłym, wieloetapowym obciążeniem. Konfabulacja – pewne siebie zmyślanie – wydaje się nie usterką do załatania, lecz cechą strukturalną obecnego sposobu uczenia. Owo krok-po-kroku „rozumowanie", które robi tak duże wrażenie, okazuje się dopasowywaniem wzorców, które pęka, gdy problem zmienia kształt: model błyszczący w jednym teście nie potrafi przenieść tej samej umiejętności na nieco nowe zadanie. Łatwiejsze testy nasycają się tuż pod sufitem możliwości, podczas gdy trudniejsze, eksperckie wciąż odsłaniają szeroką przepaść między maszyną a człowiekiem. Wymowne jest też to, jak po cichu przeformułowała swoje pytanie sama branża: coraz rzadziej pyta „czy maszyna stała się inteligentna ogólnie?", a coraz częściej „czy da się ją wdrożyć jako skalowalną siłę roboczą?". To drugie pytanie dotyczy scenariusza gospodarczego z poprzedniej części – wymiernego i już trwającego – a nie scenariusza samodoskonalącego się umysłu.

Wynik bilansu

Bilans wygląda więc tak: mapa celu, którą narysował Kurzweil, jest lepsza niż jego rozkład jazdy, a jedyny kamień milowy, który potwierdziłby całą trasę – maszyna naprawdę przewyższająca nas w myśleniu i zaczynająca ulepszać samą siebie – to właśnie ten, którego dotąd nie minęliśmy. Linia roku 2029, wyznaczona dla inteligencji na poziomie człowieka, jest dziś tylko prognozą, a nie faktem; Kurzweil powtórzył ją w 2024 roku, lecz środowisko jest podzielone.

Żeby odpowiedzieć na pytanie jak blisko jesteśmy realizacji tej prognozy, trzeba przestać porównywać maszynę z jej własnymi zapowiedziami, a zacząć porównywać ją z tym, co ma rzekomo przewyższyć. W następnej części stawiamy oba obok siebie: wielki model językowy naprzeciw ludzkiego mózgu – parametr za neuron, megawat za moc żarówki. ■

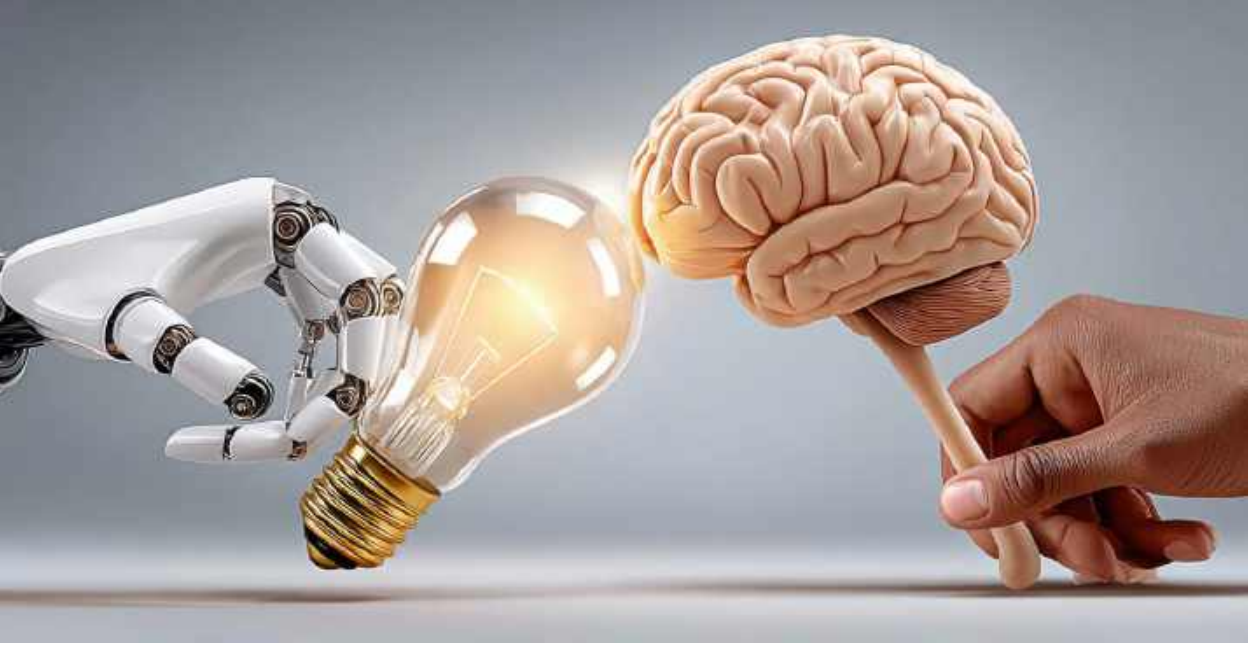
Test Turinga 2025 w liczbach

Trójstronny test (sędzia rozmawia równolegle z człowiekiem i maszyną po pięć minut), Uniwersytet Kalifornijski w San Diego. Wynik na razie w formie preprintu.

- **GPT-4.5 z personą**: uznany za człowieka w 73% rozmów – częściej niż prawdziwi ludzie. Pierwszy system, który zdał klasyczny test trójstronny.
- **GPT-4.5 bez persony**: około 36%.
- **LLaMa-3.1**: 56%.
- **GPT-4o**: 21%.
- **ELIZA** (prosty program z lat 60.): 23%.

Wniosek: test mierzy zdolność udawania człowieka w krótkiej rozmowie, nie rozumienie.

eprasa.pl e53e35c675



Mózg kontra model

Obiecaliśmy zestawienie: parametr za neuron, megawat za moc żarówki. Skoro cała przepowiednia o osobliwości opiera się na maszynie, która ma przewyższyć ludzki umysł, postawmy oba obok siebie i policzmy. Bo z liczbami jest jak z mapą – dopiero gdy nałoży się je na siebie, widać, gdzie maszyna naprawdę goni mózg, a gdzie ściga się z czymś, czego nawet nie zaczęła rozumieć.

Pokusa łatwego porównania

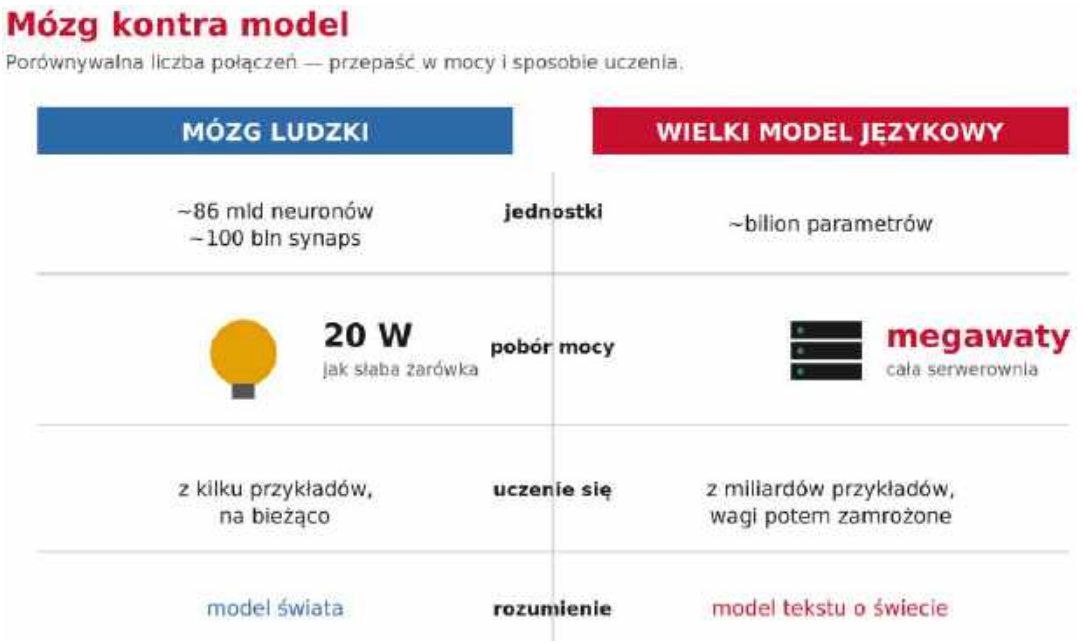
Istnieje porównanie tak kuszące, że trudno mu się oprzeć. Mózg to sieć komórek nerwowych połączonych synapsami; wielki model językowy to sieć sztucznych „neuronów" połączonych parametrami. Skoro jedno i drugie jest siecią z regulowanymi połączeniami, to może różnią się tylko rozmiarem? Mózg ma około 86 miliardów neuronów i z grubsza 100 bilionów synaps. Najsłynniejszy model ostatnich lat, GPT-4, według nieoficjalnych szacunków zbliżał się do 1,8 biliona parametrów – rozmiarów najnowszych producenci już nie ujawniają. Z takiego zestawienia płynie pozornie prosty wniosek: mózg to po prostu większa sieć neuronowa, więc wystarczy zbudować odpowiednio dużą maszynę, a dogonimy naturę. To rozumowanie jest zarazem najczęstsze i najbardziej mylące w całej dyskusji o osobliwości. Zobaczmy najpierw liczby, a potem rozłóżmy je na czynniki pierwsze.

Liczby

Najpierw skala. Mózg waży około półtora kilograma i mieści się w czaszce. Kawałek tkanki wielkości ziarnka piasku zawiera sto tysięcy neuronów i miliard synaps. Model językowy nie ma jednej lokalizacji – żyje rozproszony po halach serwerowni wielkości magazynu. Ale prawdziwa przepaść ujawnia się dopiero przy poborze mocy. Ludzki mózg pracuje na około 20 watach – tyle, co słaba żarówka. Cały aparat, który pozwala maszynie prowadzić z nami rozmowę, ciągnie z sieci energetycznej moc liczoną w megawatach.

Skąd ta różnica, skoro liczba połączeń jest porównywalna? Z tego, jak jedno i drugie pracuje. Przeciętny neuron wysyła sygnał zaledwie od jednego do dziesięciu razy na sekundę, a w danej chwili „włączony" jest tylko nikły ułamek mózgu – może jeden, dwa procent komórek. Mózg liczy rzadko i tylko wtedy, gdy musi. Krzem jest jego przeciwieństwem: tranzystory przełączają się miliardy razy na sekundę,

eprasa.pl e53e35c675



3. Mózg kontra wielki model językowy: porównywalna liczba połączeń, przepaść w mocy i sposobie uczenia się

gęsto i nieustannie, taktowane wspólnym zegarem. Mózg jest jak miasto, w którym o danej porze świeci się garstka okien; procesor – jak budynek, w którym wszystkie światła migoczą bez przerwy.

Dlaczego „parametr za synapsę" to karykatura

Wróćmy teraz do kuszącego równania synapsa = parametr i rozbierzmy je. Parametr w modelu to pojedyncza liczba – waga, przez którą mnoży się sygnał. Synapsa nie jest liczbą. To żywe, chemiczne złącze, które potrafi się wzmacniać i osłabiać, zmieniać z minuty na minutę, reagować na dziesiątki substancji modulujących, kodować informację nie tylko siłą, lecz i precyzyjnym momentem wyładowania. Sztuczny „neuron" sieci to uproszczony rysunek prawdziwego, naszkicowany jeszcze w połowie XX wieku. Porównywać liczbę synaps z liczbą parametrów to jak porównywać żywe miasto z jego planem zabudowy: na papierze ulice się zgadzają, ale w jednym toczy się życie, a drugie jest martwym schematem. Mózg jest rzadki, zdarzeniowy i analogowy;

Mózg ludzki kontra wielki model językowy

	Mózg ludzki	Wielki model językowy
Jednostki	~86 mld neuronów, ~100 bln synaps	rzędu biliona parametrów (najnowsze – nieujawniane)
Pobór mocy	~20 W (słaba żarówka)	serwerownie rzędu megawatów
Aktywność	1...10 impulsów/s; ~1...2% aktywnych naraz (rzadko, zdarzeniowo)	tranzystory: miliardy przełączeń/s (gęsto, taktowane)
Uczenie się	ciągłe, z kilku przykładów, bez utraty dawnej wiedzy	wsadowe, z miliardów przykładów; wagi zamrożone przy użyciu
Energia	~175 kWh rocznie (kilka litrów paliwa – w formie jedzenia)	trening czołowych modeli: rzędu gigawatogodzin
Podłoże	chemiczno-analogowe, plastyczne	cyfrowe, liczby zmiennoprzecinkowe
Wartości po stronie maszyny to szacunki rzędu wielkości; producenci najnowszych modeli nie ujawniają parametrów ani zużycia		

eprasa.pl e53e35c675

Dlaczego synapsa to nie parametr

Parametr w sieci neuronowej to jedna liczba – waga, przez którą mnożony jest sygnał. Jest statyczna: po treningu się nie zmienia, dopóki modelu nie nauczy się od nowa.
Synapsa to żywe złącze chemiczne. Potrafi wzmacniać się i osłabiać w ciągu minut (plastyczność), reaguje na neuroprzekaźniki i substancje modulujące, a informację koduje także precyzyjnym momentem wyładowania, nie tylko „siłą".
Stąd liczenie „mózg ma 100 bilionów synaps, model bilion parametrów, więc brakuje tylko sto razy" jest mylące: porównuje dwie rzeczy o zupełnie innym znaczeniu. To nie różnica skali, lecz różnica rodzaju.

model – gęsty, taktowany i cyfrowy. To nie są dwie wielkości tej samej rzeczy.

Gdzie maszyna już wygrywa

Byłoby nierzetelnie pokazywać tylko przewagi mózgu. Na kilku osiach maszyna już dziś zostawia nas daleko w tyle. Przeczytała więcej, niż jakikolwiek człowiek zdołałby przeczytać przez tysiąc żywotów, i ma to wszystko na podorędziu naraz. Nie zapomina, nie męczy się, nie potrzebuje snu. Odpowiada w ułamku sekundy i potrafi prowadzić tysiące rozmów jednocześnie. Posługuje się dziesiątkami języków bez wysiłku. Tam, gdzie liczy się szeroka wiedza, bezbłędne przypominanie i czysta szybkość, ludzki mózg nie ma z nią najmniejszych szans.

Gdzie mózg wciąż góruje

Tyle że przewagi maszyny dotyczą gromadzenia i przetwarzania, a nie tego, co dla przepowiedni o osobliwości najważniejsze: zdolności uczenia się i rozumienia. Tu mózg wciąż jest poza zasięgiem.

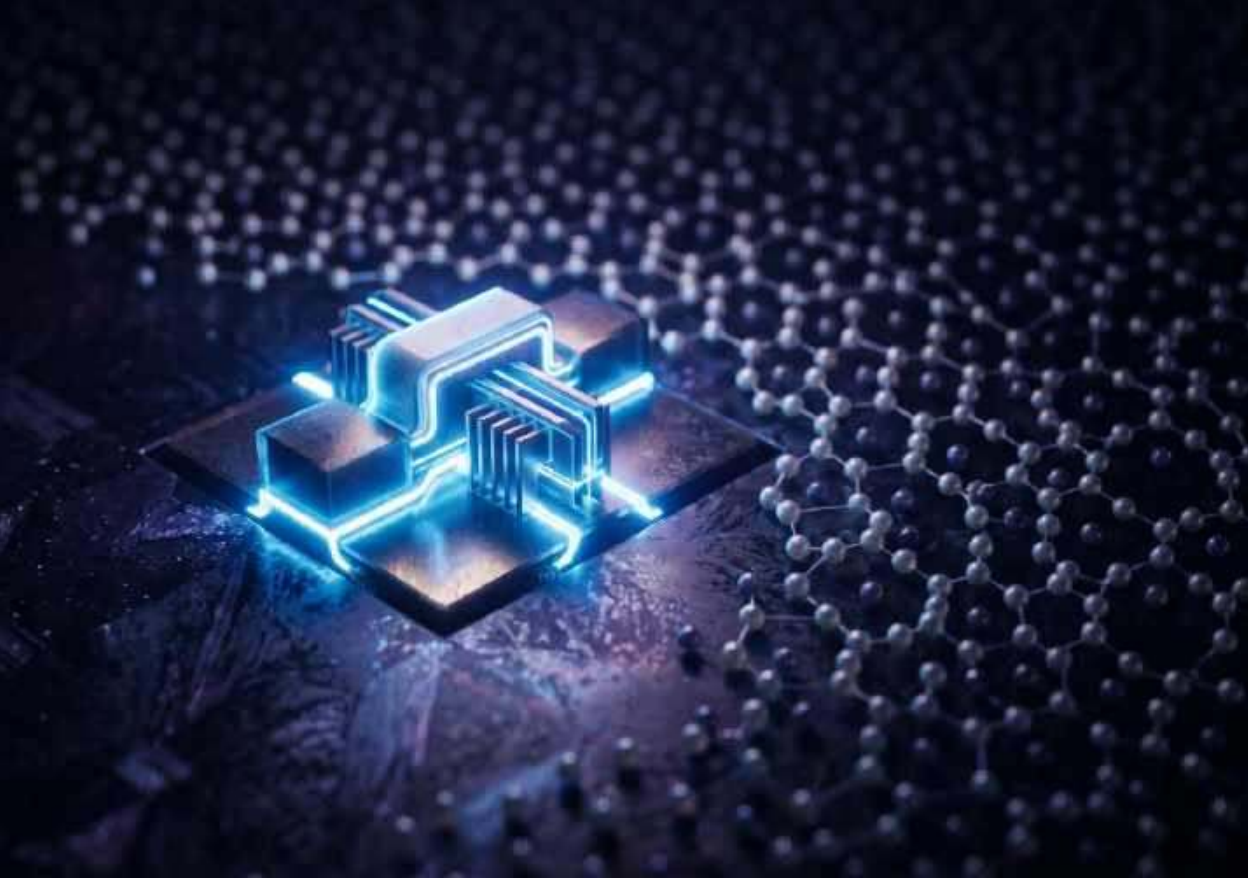
Po pierwsze, oszczędność przykładów. Dziecko uczy się nowego słowa po kilku usłyszeniach; model potrzebuje miliardów zdań, by opanować to samo. Po drugie, ciągłość. Mózg uczy się na bieżąco, dokładając nową wiedzę bez wymazywania starej; model ma wagi zamrożone w chwili użycia, a douczenie go to przedsięwzięcie na miarę budowy elektrowni. Po trzecie, zakorzenienie. Mózg zbudował swoje rozumienie świata, działając w nim – dotykając, upadając, sprawdzając, co z czego wynika; model poznał świat wyłącznie z zależności między słowami w tekście, nigdy nie sprawdziwszy żadnej z nich na własnej skórze. I po czwarte, energia: według niektórych szacunków mózg jest dla porównywalnych zadań co najmniej milion razy bardziej energooszczędny niż dzisiejszy sprzęt sztucznej inteligencji.

Co to znaczy dla osobliwości

Zbierzmy rachunek. Silnik osobliwości – maszyna, która sama siebie ulepsza – wymagałby czegoś, co uczy się szybko, z niewielu przykładów, na bieżąco, taniej i z prawdziwym rozumieniem przyczyn. To są dokładnie te zdolności, w których dzisiejszy model przegrywa z mózgiem najwyraźniej. Maszyna dorównała nam i przewyższyła nas tam, gdzie liczy się skala i szybkość – ale to nie te osie decydują o samodoskonaleniu. Dorównanie mózgowi liczbą połączeń nie jest tym samym, co dorównanie mózgowi poziomem inteligencji. Można zbudować sieć o stu bilionach parametrów i wciąż nie mieć w niej niczego, co rozumie, dlaczego coś działa.

Pozostaje jednak argument brutalnej siły: skoro nie umiemy zrobić maszyny równie inteligentnej jak mózg, może wystarczy zrobić ją dostatecznie wielką? Otóż i ta droga prowadzi pod ścianę, której dotąd nie ruszaliśmy – ścianę fizyki układów scalonych, na których cała ta inteligencja działa. Bo każdy kolejny bilion parametrów trzeba na czymś zmieścić i czymś zasilić. W następnej części schodzimy więc na poziom tranzystora i pytamy, jak blisko jest kres jego miniaturyzacji. ■

eprasa.pl e53e35c675



Kres mikroelektroniki?

Jeśli nie umiemy zbudować maszyny równie sprytnej jak mózg, kusi droga na skróty: zbudujmy ją po prostu dostatecznie wielką. Tyle że każdy kolejny bilion parametrów trzeba na czymś zmieścić i czymś zasilić, a podstawowy budulec – tranzystor – zmniejsza się już ponad pół wieku i zaczyna napotykać pojedyncze atomy. Pytanie tej części brzmi więc twardo: jak blisko jest kres? I czy znak zapytania w tytule jest jeszcze na miejscu.

Prawo, które nie jest prawem

Zacznijmy od sprostowania, bo wokół „prawa Moore'a" narosło nieporozumienie. To nie jest prawo fizyki, jak prawo grawitacji. To obserwacja z 1965 roku: liczba tranzystorów, które opłaca się upakować w układzie scalonym, podwaja się mniej więcej co dwa lata. Słowo „opłaca się" jest tu kluczowe – Moore mówił o ekonomii produkcji, nie o granicach przyrody. Ta obserwacja sprawdzała się jednak tak długo i tak dokładnie, że zaczęto ją traktować jak prawo natury, a przemysł sam zaczął ją spełniać, planując kolejne generacje pod jej dyktando.

Tyle że to „prawo" pęka już od dłuższego czasu – i to dwukrotnie. Najpierw, około 2005 roku, przestała działać reguła Dennarda: do tej pory mniejszy tranzystor znaczył automatycznie mniejszy pobór mocy na jednostkę powierzchni. Gdy ta zależność się załamała, dalsze podkręcanie zegara groziło przegrzaniem – i właśnie dlatego od mniej więcej dwóch dekad częstotliwość procesora w Twoim komputerze prawie nie rośnie, a producenci zamiast tego dokładają kolejne rdzenie. Drugie pęknięcie dzieje się teraz i dotyczy już samego kurczenia: tranzystor dobija do rozmiarów, przy których w grę

eprasa.pl e53e35c675

Jak tranzystor wychodził w trzeci wymiar

Płaski tranzystor (MOSFET) – bramka steruje kanałem z jednej strony, od góry. Standard aż po lata 2000.

FinFET (od 2011) – kanał staje się pionową „płetwą", bramka obejmuje go z trzech stron. Lepsza kontrola, mniejsze upływy.

GAA/nanosheet (proces 2 nm, ~2025) – kanał to kilka cienkich warstewek krzemu; bramka otacza je ze wszystkich czterech stron.

Zasilanie od spodu (od 2025) – ścieżki zasilające przeniesione na spód płytki, by na wierzchu zwolnić miejsce dla ścieżek sygnałowych.

CFET (przyszłość) – piętrowanie tranzystorów jeden nad drugim. Ruch na czas, gdy w poziomie nie da się już nic ścisnąć.

Wspólny mianownik: skoro nie można dłużej kurczyć w płaszczyźnie, inżynierowie uciekają w trzeci wymiar i w nową geometrię.

4. Ewolucja kształtu tranzystora: od płaskiego, przez FinFET, po GAA – bramka coraz pełniej otacza kanał

wchodzą pojedyncze atomy i prawa mechaniki kwantowej.

Nanometr, który nie jest nanometrem

Tu pora na rzecz, którą trzeba powiedzieć wprost, bo inaczej cała dyskusja o „2 nm" wprowadza w błąd. W układzie reklamowanym jako „2 nm" nie ma żadnego elementu, który mierzyłby dwa nanometry. Najmniejsze rzeczywiste odległości – odstępy między bramkami, szerokości ścieżek – są o rząd wielkości większe. Kiedyś nazwy kolejnych generacji technologii wytwarzania układów scalonych z grubsza odpowiadały długości bramki tranzystora, ale od mniej więcej dekady jest już tylko etykietą generacji, marketingowym znakiem firmowym, a nie odczytem z linijki. „2 nm" znaczy dziś tyle, co „kolejna nowsza technologia po 3 nm", nic więcej.

Dlaczego to ważne dla naszej opowieści? Bo ta gra w coraz mniejsze liczby maskuje, jak blisko fizycznego dna naprawdę jesteśmy. Producent może co dwa lata ogłosić mniejszą cyfrę, choć sam tranzystor kurczy się już ledwie zauważalnie.

Ściana atomów i ściana kwantów

Gdzie właściwie leży dno? Atomy krzemu w krysztale sąsiadują ze sobą w odległości około 0,2 nanometra. Kanał tranzystora, którym płynie prąd, musi mieć szerokość wielu atomów, żeby w ogóle zachowywać się jak ciało stałe o przewidywalnych własnościach. Nie da się wyciąć kanału o szerokości kilku atomów i oczekiwać, że nadal będzie porządnym przełącznikiem. To pierwsza, twarda granica – ściana atomów.

Zanim jednak do niej dojdziemy, uderza druga: mechanika kwantowa. Tranzystor jest w istocie zaworem – bramka ma decydować, czy prąd płynie, czy nie. Gdy warstwy izolujące i kanał stają się dostatecznie cienkie, elektrony zaczynają tunelować: przenikać przez barierę tam, gdzie według fizyki klasycznej przejść nie powinny. Zawór przestaje szczelnie zamykać. Pojawiają się prądy upływu, które grzeją układ i marnują energię nawet wtedy, gdy tranzystor jest „wyłączony". To nie jest usterka do naprawienia lepszą inżynierią – to zachowanie

eprasa.pl e53e35c675

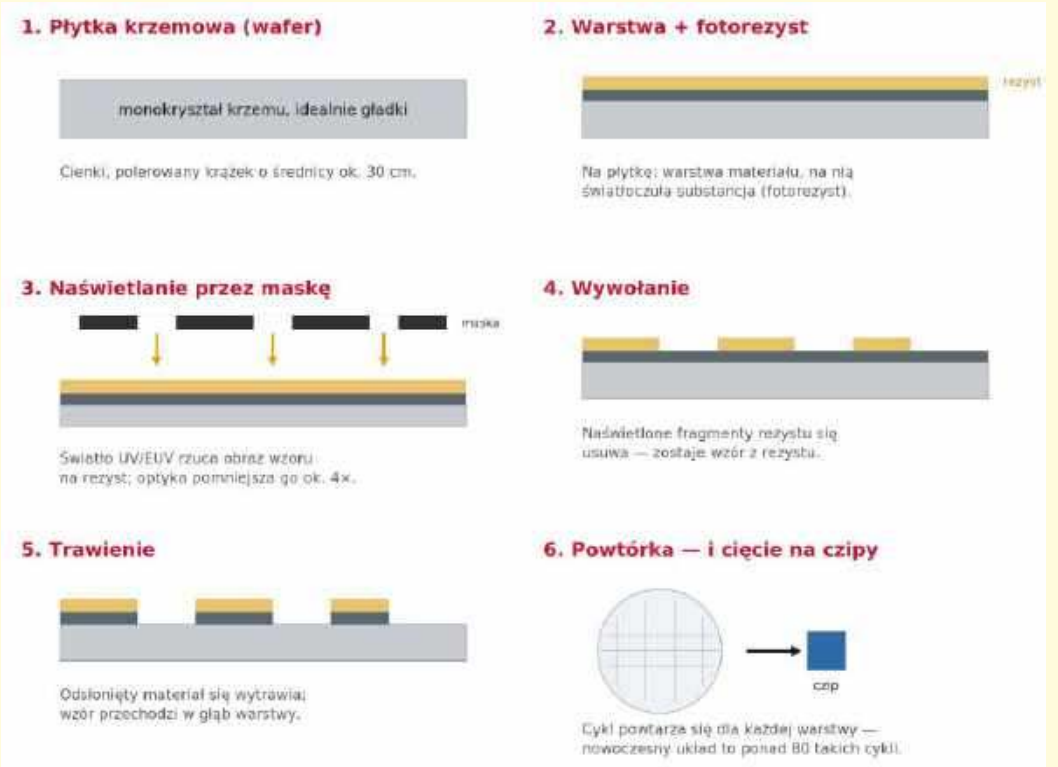
samej materii w tej skali. I właśnie ono, bardziej niż rozmiar atomu, wyznacza realny kres.

Jak inżynierowie oszukują ścianę

Skoro nie można dłużej kurczyć tranzystora w płaszczyźnie, inżynierowie robią rzecz sprytną: uciekają w trzeci wymiar i zmieniają jego kształt. Przez dekady tranzystor był płaski – bramka sterowała kanałem z jednej strony, od góry. W 2011 roku Intel postawił kanał pionowo, jako „płetwę" (stąd nazwa FinFET), i objął go bramką z trzech stron; kontrola nad przepływem prądu poprawiła

Schematyczny opis procesu technologicznego

Jak z tafli krzemu powstają miliardy tranzystorów? Przez wielokrotne powtarzanie jednego cyklu – litografii. Każda warstwa układu powstaje w tych samych krokach:



5. Cykl litografii: każda warstwa układu powstaje w tych samych krokach, powtarzanych kilkadziesiąt razy

1. **Płytka (wafer).** Z monokryształu krzemu tnie się cienkie, idealnie gładkie krążki o średnicy ok. 30 cm.
2. **Warstwa i fotorezyst.** Na płytkę nakłada się cienką warstwę materiału (izolatora, półprzewodnika lub metalu), a na nią substancję światłoczułą – fotorezyst.
3. **Naświetlanie przez maskę.** Przez maskę – wzorzec danej warstwy – rzuca się na rezyst obraz światłem ultrafioletowym. Optyka pomniejsza wzór z maski, zwykle czterokrotnie.
4. **Wywołanie.** Naświetlone fragmenty rezystu się usuwa; na płytce zostaje sam wzór z rezystu.
5. **Trawienie i domieszkowanie.** Tam, gdzie rezyst zniknął, materiał wytrawia się albo wzbogaca domieszkami zmieniającymi jego własności elektryczne.
6. **Powtórka – kilkadziesiąt razy.** Rezyst się zmywa i cały cykl powtarza dla następnej warstwy. Nowoczesny układ powstaje w ponad 80 takich cyklach, warstwa po warstwie, niczym druk nakładany z nanometrową precyzją. Na koniec gotową płytkę tnie się na pojedyncze czipy.

Najtrudniejsze są te kilkanaście warstw o najdrobniejszym wzorze – do nich potrzeba światła ekstremalnego ultrafioletu (EUV) i maszyn, o których mowa w następnej ramce.

eprasa.pl e53e35c675

Mapa drogowa dalszego rozwoju technologii (stan na 2026)		
Technologia	**Klasa**	**Produkcja/status**
N2 (TSMC)	2 nm	produkcja od 2025; pierwsze układy konsumenckie w 2026
18A (Intel)	~1,8 nm	produkcja 2025; zasilanie od spodu płytki
SF2 (Samsung)	2 nm	produkcja 2025
A16 (TSMC)	1,6 nm	2026–2027; zasilanie od spodu (Super Power Rail)
A14 (TSMC)	1,4 nm	zapowiedź na 2028; 2. generacja GAA
A13/A12	1,3/1,2 nm	zapowiedź na 2029
A10 (TSMC)	1 nm	w badaniach; materiały 2D zamiast krzemu
Nazwy technologii (procesów) oznaczają generację, nie wymiar – w „2 nm" nie ma elementu mierzącego dwa nanometry (tranzystor ma rozmiary kilkadziesiąt nanometrów). Koszt jednej mikropłytki (czipa) 2 nm: szacunkowo 25...30 tys. dolarów, około 50% więcej niż dla technologii 3 nm		

się, upływy zmalały. Technologia 2 nm idzie krok dalej: kanał to teraz kilka cienkich warstewek krzemu, a bramka otacza każdą z nich ze wszystkich czterech stron. To architektura GAA, z angielskiego gate-all-around – bramka dookoła.

Drugi chwyt dotyczy nie tranzystora, lecz połączeń. W gęstym układzie ścieżki zasilające i ścieżki sygnałowe biją się o miejsce. Rozwiązaniem jest przeniesienie zasilania na spód płytki – pod tranzystory – by na wierzchu zwolnić przestrzeń dla sygnałów. Intel wprowadził to w swojej technologii klasy 1,8 nm, TSMC szykuje własną wersję pod nazwą Super Power Rail. Warto zauważyć, co się tu naprawdę dzieje: to już nie jest zmniejszanie tranzystora, lecz przemyślne przeprojektowywanie wszystkiego dookoła niego. Klasyczne kurczenie się skończyło; zaczęła się era geometrii i piętrowania.

Gdzie jesteśmy naprawdę w 2026 roku

Wbrew znakowi zapytania w tytule, 2 nm to dziś nie obietnica, lecz produkcja. TSMC uruchomiło swoją technologię N2 w 2025 roku i osiąga gęstość ponad 310 milionów tranzystorów na milimetr kwadratowy (w kryształku krzemu o powierzchni 8 mm × 8 mm mieści się dwieście miliardów tranzystorów). Intel wprowadził konkurencyjną technologię 18A – z zasilaniem od spodu płytki (litera A oznacza Angstrem, Intel oznacza swoje technologie nie nanometrami tylko Angstremami, zatem 18A to inaczej 1,8 nm, trochę lepiej niż 2 nm). Samsung ma własny proces 2 nm. Pierwsze układy 2 nm trafiają do urządzeń, w tym do topowych smartfonów. Mapa drogowa biegnie dalej, przynajmniej na papierze: proces 1,6 nm z zasilaniem od spodu na lata 2026–2027, 1,4 nm zapowiadany na 2028, generacje 1,3 i 1,2 nm na 2029, a 1 nm w fazie badań – z planem zastąpienia krzemu zupełnie nowymi, dwuwymiarowymi materiałami. Drabina się więc nie urwała. Tyle że każdy kolejny szczebel jest coraz droższy i daje coraz mniej.

Cena rośnie szybciej niż gęstość

I tu dochodzimy do ściany, o której mówi się najrzadziej, a która może okazać się decydująca – nie fizycznej, lecz ekonomicznej. Jedna mikropłytka krzemowa (czip) w technologii 2 nm kosztuje szacunkowo 25...30 tysięcy dolarów, czyli mniej więcej połowę więcej niż przy poprzedniej generacji. Każda kolejna generacja wymaga droższych maszyn, droższych fabryk i dłuższych badań, a przynosi coraz skromniejszy zysk wydajności. Skutek jest taki, że liczba firm, które stać na najnowszy proces, topnieje z generacji na generację – dawniej liczyło się ich kilkanaście, dziś realnie trzy. Prawo Moore'a może więc umrzeć nie dlatego, że fizyka ograniczy postęp, lecz dlatego, że niemal nikogo nie będzie już stać, by za niego zapłacić. Znamienne, że nawet najdroższych nowych maszyn litograficznych przemysł próbuje na razie unikać, wyciskając ostatnie soki ze sprzętu, który już ma.

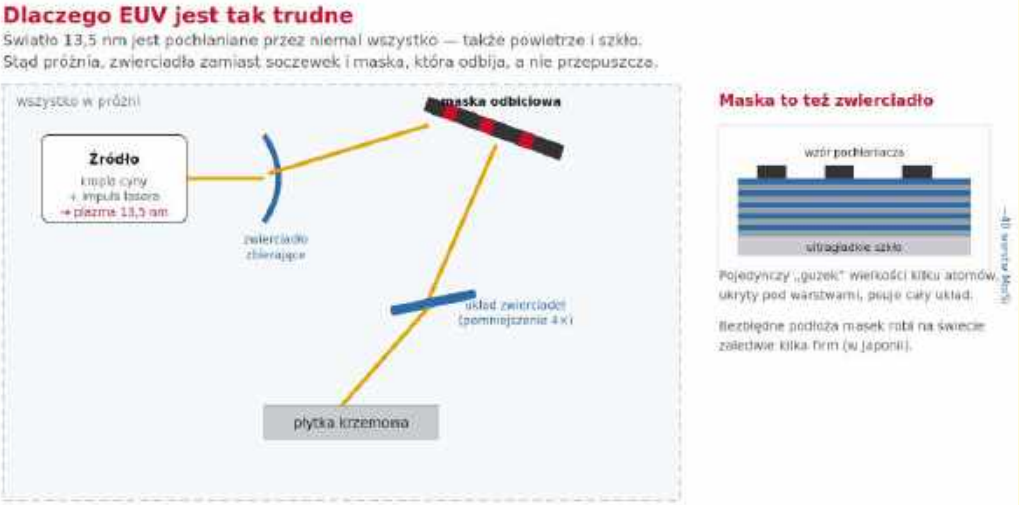
Czy to już kres?

Odpowiedź brzmi: nie urwisko, lecz długi, kosztowny płaskowyż. Proste podwajanie, które przez pół wieku napędzało rewolucję cyfrową, dobiega końca. W jego miejsce wchodzą sprytniejsza geometria, piętrowanie układów, nowe materiały – i stromo rosnący rachunek. Tranzystor będzie jeszcze przez jakiś czas malał i taniał, ale coraz wolniej i coraz drożej, aż gdzieś

eprasa.pl e53e35c675

Klucz dla technologii jest w Holandii

Cały świat zaawansowanych układów wisi na maszynach jednej firmy. ASML z Veldhoven w Holandii to jedyny na świecie producent maszyn do litografii w ekstremalnym ultrafiolecie (EUV). Konkurenci – Nikon i Canon – porzucili prace nad tą technologią przeszło dekadę temu.



6. System EUV – światło 13,5 nm, próżnia, zwierciadła i maska odbiciowa. Po prawej: wielowarstwowa budowa maski

Dlaczego EUV. Żeby wydrukować najdrobniejszy wzór, potrzeba światła o bardzo krótkiej fali – 13,5 nm, około czternaście razy krótszej niż wcześniejsze 193 nm. Przy tej długości fali światło jest pochłaniane przez niemal wszystko, łącznie z powietrzem i szkłem, więc maszyna pracuje w próżni, używa zwierciadeł zamiast soczewek, a maska odbija obraz, zamiast go przepuszczać.

Maszyna jak mało która. Źródłem światła są krople cyny rozbijane impulsami potężnego lasera, dające plazmę świecącą w 13,5 nm. Zwierciadła są wypolerowane tak doskonale, że – gdyby powiększyć je do rozmiarów kraju – największa nierówność miałaby ułamek milimetra. Standardowa maszyna EUV kosztuje rzędu 150–200 mln dolarów, a najnowsza generacja High-NA – ponad 400 mln. Stać na nie dosłownie trzy firmy: TSMC, Samsung i Intel.

Skomplikowana maska. Maska litograficzna to nie zwykły szablon, lecz samo w sobie precyzyjne zwierciadło: na ultragładkim szkle leży około czterdziestu naprzemiennych, ultracienkich warstw molibdenu i krzemu, a na nich wzór z materiału pochłaniającego światło. Podłoże musi być praktycznie bezbłędne – pojedynczy guzek wielkości kilku atomów, ukryty pod warstwami, potrafi zepsuć wytwarzany układ. Takie bezbłędne podłoża wytwarza na świecie zaledwie kilka firm (w Japonii), a komplet masek do jednego układu kosztuje miliony dolarów i powstaje tygodniami.

Dlaczego to strategiczne. Maszyn EUV nigdy nie sprzedano do Chin – to jedno wąskie gardło, jedna firma w jednym holenderskim mieście, stało się dźwignią w światowej geopolityce. Kto kontroluje EUV, ten decyduje, kto może wytwarzać najnowocześniejsze układy, a więc i najnowocześniejszą sztuczną inteligencję.

w okolicy pojedynczych nanometrów dalsza droga prowadzi już nie do mniejszej struktury krzemowej, lecz do zupełnie innej fizyki.

Dla przepowiedni o osobliwości to wiadomość niewygodna. Wzrost wykładniczy, który karmił postęp przez dekady, właśnie gaśnie – i to akurat w chwili, gdy apetyt sztucznej inteligencji na moc obliczeniową eksploduje. Żeby zrozumieć, dlaczego tranzystor jest fundamentem wszystkiego, w następnej części prześledzimy łańcuch prowadzący od pojedynczego przełącznika do modelu pokroju GPT. A potem policzymy rachunek za prąd – bo to on, a nie sam krzem, może okazać się prawdziwym hamulcem. ■

eprasa.pl e53e35c675

Od tranzystora do GPT

Sztuczna inteligencja wydaje się czymś nieważkim – rozmową, która pojawia się na ekranie znikąd. To złudzenie. Pod każdą odpowiedzią modelu leży piramida tak materialna i tak ciężka, że aż trudno w nią uwierzyć: miliardy przełączników, hale pełne maszyn, kable na dnie oceanów i niemal cała pisemna spuścizna ludzkości. W poprzedniej części dobiliśmy do dna tej piramidy – do tranzystora. Teraz wspinamy się od niego aż na sam szczyt, krok po kroku.

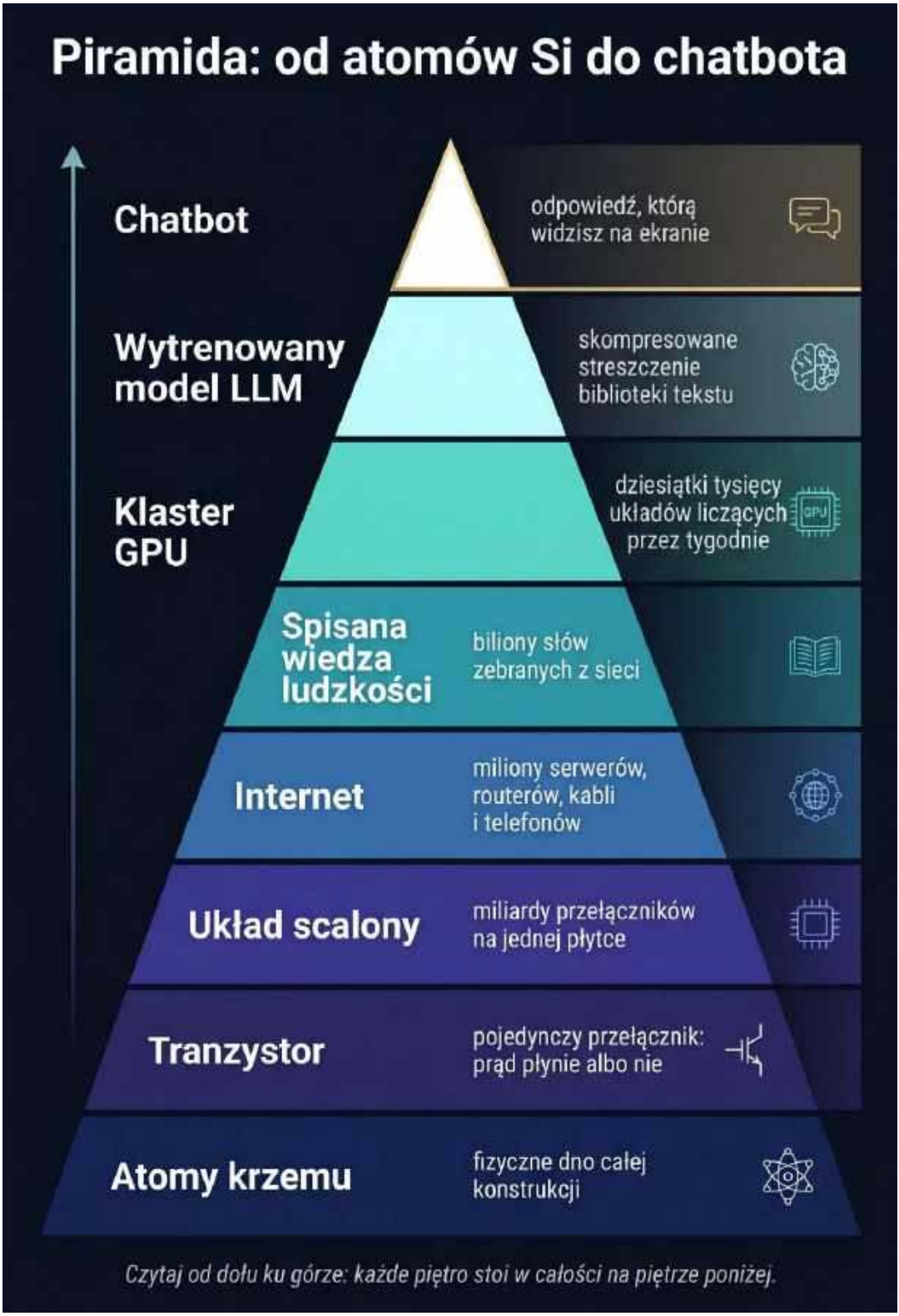
Jeden przełącznik

Na samym dole jest tranzystor, a tranzystor to po prostu przełącznik: przepuszcza prąd albo nie, jedynka albo zero. Pojedynczy nie potrafi prawie nic. Cała jego potęga bierze się z dwóch rzeczy – z liczby i z taniości. Gdy przełączników są miliardy i każdy kosztuje ułamek grosza, z tej masy prostych „tak/nie" da się złożyć dowolne obliczenie. Jak bardzo masowy jest to budulec, pokazuje szczyt dzisiejszej techniki: pojedynczy układ do trenowania sztucznej inteligencji, NVIDIA B200, mieści 208 miliardów tranzystorów. Co więcej – i tu wraca ściana z poprzedniej części – jest ich tak wiele, że nie zmieściły się na jednym kawałku krzemu. Pojedyncza płytka dobiła do granicy retikla, czyli największego obszaru, jaki maszyna litograficzna potrafi naświetlić za jednym razem, więc inżynierowie musieli zewrzeć dwie połówki w jeden układ.

Od przełącznika do internetu

Z tych przełączników zbudowano najpierw nie inteligencję, lecz sieć. Bo internet – wbrew temu, jak o nim myślimy – nie jest eterem ani chmurą unoszącą się nad nami. To miliony fizycznych maszyn: serwery w halach, routery i przełączniki w szafach, stacje bazowe na masztach, telefony w kieszeniach, wzmacniacze na dnie oceanów spinające kontynenty światłowodami. Każde z tych urządzeń jest wypchane

eprasa.pl e53e35c675



eprasa.pl e53e35c675

Jeden układ AI w liczbach

208 mld tranzystorów
w jednym module NVIDIA B200
w dwóch zwartych rdzeniach, bo pojedynczy dobił do granicy wielkości, jaką potrafi naświetlić litografia

~80 mld tranzystorów
poprzednia generacja (H100, 2022)
skok o ponad dwukrotność w trzy lata

~100 kW i więcej
pobiera jedna pełnie obsadzona szafa
wraz z chłodzeniem — tyle, co kilkadziesiąt domów

Dziesiątki tysięcy układów
liczy równolegle przez tygodnie
by wytrenować jeden czołowy model LLM

eprasa.pl e53e35c675

układami scalonymi. „Powszechny internet", który Kurzweil trafnie przewidział, sam w sobie jest więc górą tranzystorów. Gdyby rozwój mikroelektroniki nie dał światu układów scalonych ogromnej skali integracji (zawierających najpierw miliony, potem miliardy, aż wreszcie setki miliardów tranzystorów), globalna sieć WWW nigdy by nie powstała – a bez niej, jak za chwilę zobaczymy, nie powstałby też żaden wielki model językowy (LLM – *Large Language Model*).

Internet jako gigantyczny podręcznik

Bo internet okazał się dla sztucznej inteligencji czymś więcej niż infrastrukturą – stał się jej podręcznikiem. Wielki model językowy uczy się mówić, „czytając" gigantyczny wycinek tego, co ludzkość napisała i wystawiła do sieci: biliony słów ze stron internetowych, encyklopedii, książek, forów i repozytoriów kodu. To jest dosłownie surowiec, z którego model jest ulepiony. I tu domyka się zależność: bez powszechnego internetu nie byłoby tego zbioru tekstów, a bez zbioru tekstów nie byłoby z czego ulepić modelu. Sieć, łącząc nas ze sobą, mimochodem zbudowała największy podręcznik w dziejach – po czym podaliśmy go maszynie do strawienia. Warto zapamiętać to słowo: model jest w gruncie rzeczy skompresowanym streszczeniem tej biblioteki, nie zaś niezależnym od niej umysłem.

Maszyna, która trawi internet

Żeby z tej biblioteki tekstu zrobić działający model, trzeba ją przepuścić przez obliczenia o trudnej do wyobrażenia skali. Nie wystarczy jeden układ z 208 miliardami tranzystorów – potrzeba ich dziesiątki tysięcy, pracujących równolegle przez tygodnie, w halach wielkości magazynów, połączonych łączami o przepustowości terabajtów na sekundę. Pojedyncza szafa takich układów potrafi pobierać tyle prądu, co kilkadziesiąt domów – rzędu stu kilowatów. Trening czołowego modelu nie jest więc sprytnym kawałkiem kodu; jest procesem przemysłowym, bliższym pracy huty niż pisaniu programu. To, co nazywamy „uczeniem się" maszyny, to w praktyce miesiące prądu przepuszczonego przez krzem.

Pełna piramida

Złóżmy teraz cały łańcuch, od fundamentu po szczyt. Atomy krzemu dają tranzystor. Miliardy tranzystorów dają układ scalony. Układy scalone dają serwery, routery i telefony. Te z kolei dają internet. Internet gromadzi spisaną wiedzę ludzkości. Tysiące układów graficznych przepuszczają tę wiedzę przez trening i dają wytrenowany AI, czyli model LLM. A model daje chatbota, który sprawia wrażenie magii. Każde piętro stoi w całości na piętrze poniżej. Wyjmij sam dół – technologię produkcji układów scalonych zawierających miliardy tranzystorów – a wszystko, co nad nim, runie. Inteligencja, którą się zachwycamy, jest cienkim czubkiem bardzo ciężkiej piramidy.

Co to znaczy dla osobliwości

Z tej piramidy płyną dwa wnioski, oba niewygodne dla wizji szybkiego nadejścia osobliwości. **Pierwszy:** droga „brutalnej siły" – zróbmy maszynę po prostu większą – oznacza dokładanie kolejnych pięter do konstrukcji, której fundament właśnie przestaje rosnąć (to kres rozwoju mikroelektroniki z poprzedniej części), a każde wyższe piętro kosztuje coraz więcej. Budowla robi się coraz wyższa i coraz droższa, ale nie staje się bardziej mądra.

Drugi wniosek jest subtelniejszy i ważniejszy. Skoro model jest streszczeniem tego, co ludzkość już napisała, to potrafi co najwyżej odtworzyć i przetasować istniejącą wiedzę – jest lustrem biblioteki, nie jej źródłem nowej wiedzy. Tymczasem silnik osobliwości, owa maszyna ulepszająca samą siebie, musiałby tworzyć wiedzę naprawdę nową, a nie remiksować podręcznik. Można zbudować piramidę wyższą i cięższą, zasypać ją kolejnymi bilionami tranzystorów – i wciąż nie mieć na szczycie niczego, co rozumie świat lepiej niż autorzy tekstów, z których to powstało. Większa piramida to nie to samo, co twórczy umysł. To ta sama prawda, którą zobaczyliśmy, porównując model z mózgiem – tylko widziana teraz od strony fundamentów.

Prawdziwy podatek

Zostaje jeszcze jedno, co spina wszystkie piętra piramidy: prąd. Każde z nich coś pobiera, a im wyżej i im większa skala, tym rachunek bardziej oszałamiający. Pojedyncza szafa układów zjada tyle, co ulica domów; jeden trening – tyle, co miasteczko; cała rozbudowa infrastruktury AI – tyle, co niejedno państwo. Prawdziwym podatkiem od sztucznej inteligencji nie jest więc krzem, lecz energia. I to każe zadać pytanie, od którego zależy, czy osobliwość w ogóle ma czym oddychać: czy realną ścianą jest kres mminiaturyzacji tranzystora, czy raczej sieć energetyczna. Tym właśnie zajmiemy się w następnej części. ■

eprasa.pl e53e35c675

Głód energii

Na końcu poprzedniej części padło zdanie, że prawdziwym podatkiem od sztucznej inteligencji nie jest krzem, lecz prąd. Teraz ten rachunek policzymy. Pytanie brzmi: czy realną granicą rozwoju AI jest fizyka tranzystora, czy raczej moc elektrowni i przepustowość sieci. Zacznijmy od pojedynczej kropli i prześledźmy, jak zmienia się w rzekę.

Niewidzialny rachunek

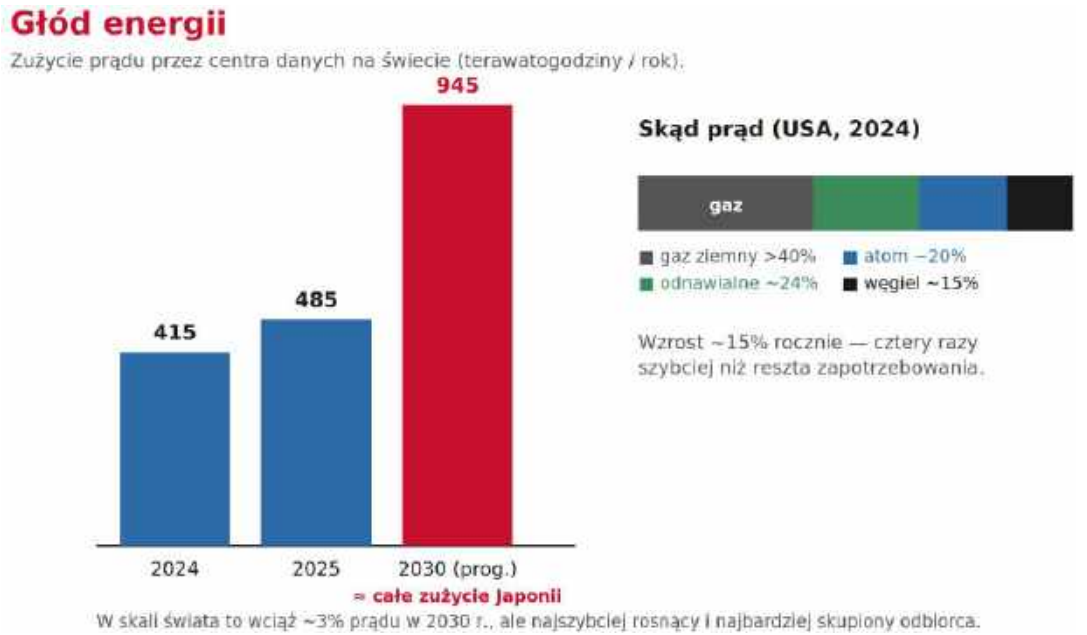
Z jednym zapytaniem jest jak z kroplą. Według danych samego OpenAI pojedyncze pytanie do ChatGPT zużywa około 0,34 watogodziny – tyle, co energooszczędna żarówka świecąca przez dwie minuty albo piekarnik włączony na sekundę. To mniej więcej dziesięciokrotność tradycyjnego wyszukiwania w Google. Trzeba jednak od razu zaznaczyć, że te liczby są przedmiotem sporu: głośny wcześniej szacunek mówiący o 3 watogodzinach na zapytanie bywa dziś uznawany za mocno zawyżony, a poszczególne firmy podają różne wartości (Google dla swojego modelu – około 0,24 Wh).

Pewne jest co innego: pojedyncze zapytanie jest energetycznie drobne i – co gorsza dla naszej intuicji – zupełnie niewidoczne. Nie ma licznika, nie ma rachunku, nie ma wskaźnika paliwa, który zapaliłby się przy każdym pytaniu. To właśnie ta niewidzialność sprawia, że łatwo uznać sztuczną inteligencję za coś nieważkiego. A nie jest.

Skala zmienia wszystko

Kropla staje się rzeką, gdy pomnożyć ją przez miliard – tyle mniej więcej zapytań dziennie trafia dziś do jednego tylko z popularnych modeli. I wtedy drobne liczby zaczynają układać się

eprasa.pl e53e35c675



7. Zużycie prądu przez centra danych zmierza ku ~945 TWh w 2030 r. (≈ całe zużycie Japonii); po prawej miks źródeł energii

w sumy, które robią wrażenie. W 2024 roku centra danych na całym świecie zużyły około 415 terawatogodzin energii – mniej więcej 1,5% całej światowej elektryczności. W 2025 było to już blisko 485 TWh, a prognozy Międzynarodowej Agencji Energetycznej mówią o podwojeniu do około 945 TWh w 2030 roku – z grubsza tyle, ile dziś zużywa cała Japonia. Gdyby centra danych były państwem, plasowałyby się w pierwszej piątce konsumentów energii na świecie.

Co istotne, ten wzrost jest nadzwyczaj szybki: około 15% rocznie, czyli czterokrotnie prędzej niż całe pozostałe zapotrzebowanie na prąd, a część ściśle „sztucznointeligentna" pęcznieje jeszcze gwałtowniej. Skalę łatwiej poczuć na obrazach niż na liczbach: szczytowa moc całej infrastruktury AI dorównuje już dziś szczytowemu zapotrzebowaniu stanu Nowy Jork, a pojedyncze planowane centrum danych jednej z wielkich firm ma pobierać więcej prądu niż całe Los Angeles.

Trening kontra używanie

Ten apetyt ma dwa oblicza. Pierwsze to trening modelu – przemysłowy zryw, o którym była mowa w poprzedniej części: dziesiątki tysięcy układów liczących przez tygodnie. Drugie, coraz większe, to codzienne używanie, czyli – w żargonie – inferencja: setki milionów ludzi zadających pytania w tej samej chwili. Wbrew intuicji to właśnie ono, a nie sam trening, staje się dominującą i najszybciej rosnącą częścią rachunku. Każdy z nas dokłada do niego po kropli, nie wiedząc o tym. Co więcej, obciążenie generowane przez AI bywa skokowe i gwałtowne – moc potrafi gwałtownie skoczyć i opaść – przez co operatorzy sieci muszą dokładać wielkie magazyny energii, żeby utrzymać stabilność.

Dlaczego ścianą może być sieć, a nie krzem

I tu wraca pytanie z tytułu poprzedniej części, tyle że odwrócone. Okazuje się, że trudniej dziś bywa dostarczyć prąd do układów, niż te układy wyprodukować. Centra danych skupiają się geograficznie – w amerykańskim stanie Wirginia pochłaniają już około jednej czwartej całej zużywanej w nim elektryczności. Przyłączenie tak wielkiego, skoncentrowanego odbiorcy do sieci trwa latami, więc firmy idą na skróty: budują własne elektrownie gazowe tuż przy centrach, podpisują umowy z wytwórcami małych reaktorów jądrowych, a nawet wskrzeszają zamknięte elektrownie atomowe – w Stanach wracają do życia bloki w Three Mile Island i Duane Arnold, wprost po to, by zasilić serwery.

eprasa.pl e53e35c675

Kropla i rzeka

Jedno zapytanie

A wg OpenAI

~0,34 Wh
energii
Google: ~0,24 Wh | żarówka przez ~2 min

Wcześniejszy szacunek 3 Wh uznawany dziś za zawyżony

B wg OpenAI

~1/15
łyżeczki wody
na chłodzenie jednego zapytania

Inne analizy podają wielokrotnie więcej. Liczby są sporne.

W skali świata

A

~1 miliard zapytań dziennie
do jednego popularnego modelu LLM

B

Centra danych — zużycie energii
2024: **~415 TWh** — **1,5%** światowej elektryczności
2025: **~485 TWh** → **945 TWh** ≈ całe roczne zużycie Japonii
2030: **~945 TWh** — **~3%** światowej elektryczności

C

~15% wzrostu rocznie
4× szybciej niż reszta zapotrzebowania na energię

eprasa.pl e53e35c675

Tu domyka się też wątek z części o kresie mikroelektroniki. Dawniej każda nowa generacja tranzystorów przynosiła nie tylko więcej mocy obliczeniowej, ale i lepszą energooszczędność – można było liczyć, że postęp sam z siebie obniży rachunek. Teraz, gdy kurczenie zwalnia, ten darmowy zysk gaśnie. Zapotrzebowanie rośnie wykładniczo akurat wtedy, gdy technologia przestaje samoczynnie je studzić. To najgorszy z możliwych zbiegów okoliczności.

Woda, o której się zapomina

Prąd to nie wszystko. Serwery trzeba chłodzić, a do chłodzenia zwykle używa się wody – tej samej słodkiej wody, którą pijemy, gotujemy i gasimy pożary. Na pojedyncze zapytanie przypada jej znikoma ilość (według OpenAI ułamek łyżeczki, choć i tu liczby bywają sporne), ale w skali wielkich ośrodków robi się z tego realny pobór. Problem zaostrza geografia: w Stanach mniej więcej co piąte centrum danych czerpie wodę z terenów już dotkniętych jej niedoborem. Tam, gdzie wody brakuje ludziom, zaczyna o nią konkurować przemysł sztucznej inteligencji.

Ile to naprawdę waży

Tu trzeba nieco ostudzić emocje, bo łatwo o panikę. W skali całego świata centra danych to wciąż około 3% zużycia energii w perspektywie 2030 roku i odpowiadają za mniej niż jedną dziesiątą przyrostu zapotrzebowania – mniej niż samochody elektryczne, klimatyzacja czy silniki w przemyśle. Sztuczna inteligencja nie jest więc, przynajmniej na razie, głównym pożeraczem prądu na planecie i nie ona jedna decyduje o przyszłości energetyki.

A jednak jej apetyt jest wyjątkowy z trzech powodów naraz: rośnie najszybciej, jest najsilniej skupiony w przestrzeni i najmniej elastyczny – serwera nie wyłączysz tak po prostu, gdy w sieci brakuje mocy. Dlatego AI staje się problemem lokalnym i problemem stabilności sieci znacznie poważniejszym, niż wynikałoby z jej skromnego, kilkuprocentowego udziału w globalnym bilansie. Oba zdania są prawdziwe równocześnie – i właśnie ich połączenie jest właściwym obrazem sytuacji.

Co to znaczy dla osobliwości

Wniosek dla naszej opowieści jest prosty i twardy. Droga „brutalnej siły" ku osobliwości – coraz większe modele, coraz potężniejsze klastry – prowadzi nie tylko pod ścianę fizyki krzemu, ale i pod ścianę całkiem przyziemną: moc elektrowni, przepustowość linii przesyłowych, dostępność wody. Inteligencja w tym wcieleniu jest czymś, co trzeba podłączyć do gniazdka – a gniazdko ma granice, których nie zniesie żaden sprytny algorytm. Wykładniczy wzrost mocy obliczeniowej zderza się z bardzo niewykładniczym, betonowym i stalowym światem turbin, transformatorów i rurociągów.

Jeśli optymiści mają rację i sama skala wystarczy, by dojść do maszyny ulepszającej samą siebie, to ten rachunek za prąd jest po prostu ceną wstępu – wysoką, ale do zapłacenia. Ale czy mają rację? Część najtęższych umysłów w tej dziedzinie twierdzi, że nie – że skalowanie ma granice, których nie usunie żadna elektrownia, bo leżą one nie w energii, lecz w samej naturze tych modeli. Ich argumentom – głosowi sceptyków – poświęcona jest następna część. ■

Skąd prąd dla AI

Z czego zasilane są amerykańskie centra danych (2024):

Źródło energii	Udział
Gaz ziemny	ponad 40%
Odnawialne (wiatr, słońce)	około 24%
Energia jądrowa	około 20%
Węgiel	około 15%

Jak sieć radzi sobie z napływem AI: własne elektrownie gazowe budowane tuż przy centrach (bo przyłączenie do sieci trwa latami); umowy z wytwórcami małych reaktorów jądrowych (SMR); wskrzeszanie zamkniętych elektrowni atomowych (Three Mile Island, Duane Arnold). Skala lokalna potrafi przytłoczyć: w Wirginii centra danych pochłaniają już ok. 26% prądu całego stanu.

eprasa.pl e53e35c675

Sceptycy mają głos

Cała przepowiednia o osobliwości stoi na jednym założeniu: że wystarczy „więcej”. Więcej parametrów, więcej danych, więcej prądu – a samo z siebie pojawi się to, czego dziś modelom brak. Tyle że spora i wybitna część badaczy uważa to założenie za błędne. Co więcej – i to bywa zaskoczeniem – to właśnie oni są dziś większością. Ich argumenty zasługują na wysłuchanie.

Sceptycyzm to nie margines

Pokutuje wrażenie, że w wątpliwość rozwój sztucznej inteligencji podają tylko technofobi i maruderzy. Jest dokładnie odwrotnie. Niedawna ankieta wśród szerokiego grona naukowców pokazała, że pogląd, iż samymi modelami językowymi nie dojdziemy do inteligencji na poziomie człowieka, jest wśród badaczy opinią większościową – i to z dużą przewagą. Sceptycyzm nie dobiega więc z zewnątrz, lecz z samego środka tej dziedziny.

Twarze tego sceptycyzmu są zresztą poważne. Gary Marcus, kognitywista, ostrzega przed ograniczeniami sieci neuronowych od ponad dwóch dekad, a w 2022 roku ogłosił, że „uczenie głębokie uderza w ścianę”. Jeszcze wymowniejszy jest głos Yanna LeCuna – laureata Nagrody Turinga, jednego z ojców uczenia głębokiego, a więc człowieka, który tę rewolucję współtworzył. LeCun mówi wprost, że samym skalowaniem modeli językowych nie osiągniemy

Kto wątpi – i od kiedy

Gary Marcus (kognitywista) – o ograniczeniach sieci neuronowych pisze od 2001 roku; w 2022 ogłosił, że „uczenie głębokie uderza w ścianę”. Twierdzi, że skalowanie daje coraz mniejsze zyski i że potrzeba zmiany architektury, a nie kolejnych zer w budżecie.

Yann LeCun (laureat Nagrody Turinga, współtwórca uczenia głębokiego) – uważa, że samo skalowanie modeli językowych nie doprowadzi do inteligencji na poziomie człowieka; nazywa je „bocznym zjazdem” i stawia na modele świata.

„Stochastyczne papugi” (praca z 2021 r.) – głośna teza, że model jedynie płynnie przetasowuje zapamiętane wzorce języka, bez rozumienia tego, co mówi.

Większość badaczy – w ankiecie środowiskowej pogląd, że same modele językowe nie wystarczą do AGI (Artificial General Intelligence – Inteligencja dorównujaca ludzkiej), okazał się opinią dominującą, z dużą przewagą.

eprasa.pl e53e35c675

inteligencji na poziomie człowieka, a same modele nazywa technologią „na boczny zjazd", nie zaś drogą główną. Gdy krytyka płynie od współtwórcy, trudno ją zbyć wzruszeniem ramion.

Argument pierwszy: malejące zyski ze skali

Najmocniejszy zarzut tkwi w samej matematyce skalowania. Zależność między rozmiarem modelu a jego skutecznością ma charakter potęgowy, a to oznacza nieubłagane prawo malejących zysków: pierwszą porcję poprawy uzyskuje się za jednostkę danych, następną za dziesięć, kolejną za sto. Co gorsza, w języku tkwi nieusuwalna doza nieprzewidywalności, więc błędu nie da się sprowadzić do zera – krzywa musi się w końcu wypłaszczyć. Sceptycy twierdzą, że właśnie to obserwujemy: chłodne przyjęcie kolejnych „przełomowych" modeli w 2025 roku, a nawet przyznanie ze strony znanego inwestora z Doliny Krzemowej, że „dokładamy procesory w tym samym tempie, a inteligencji z tego wcale nie przybywa". Do tego dochodzi ściana danych – zaczyna brakować świeżego, wartościowego ludzkiego tekstu, którym można by modele karmić.

Argument drugi: konfabulacja jest wbudowana

Druga słabość nie jest usterką, którą da się usunąć – jest cechą konstrukcyjną. Model, którego całe zadanie polega na wytwarzaniu tekstu brzmiącego wiarygodnie, z natury rzeczy będzie czasem wytwarzał wiarygodnie brzmiący fałsz, i to z pełnym przekonaniem. Tę przypadłość, dziś nazywaną konfabulacją albo halucynacją, Marcus opisywał już na początku stulecia. Dla maszyny, która miałaby ulepszać samą siebie, jest to wada dyskwalifikująca: wynalazca, który nie odróżnia własnych odkryć od własnych zmyśleń, nie jest wynalazcą, na którym można polegać.

Argument trzeci: brak modelu świata

Trzeci zarzut dotyka sedna. Model językowy uczy się, które słowa następują po których, a nie tego, dlaczego świat działa tak, jak działa. Nie ma w sobie modelu rzeczywistości – ma model tekstu o rzeczywistości. Stąd jego kłopoty ze zdrowym rozsądkiem i z elementarną fizyką, na które wskazuje LeCun, i stąd słynne określenie „stochastyczna papuga": płynne, przekonujące przetasowywanie zdań bez pojmowania ich treści. To dokładnie ta sama prawda, którą zobaczyliśmy wcześniej z dwóch innych stron – że model jest lustrem zebranego tekstu, a nie niezależnym od niego umysłem.

Argument czwarty: rozumowanie, które pęka

Najświeższy i najbardziej namacalny dowód przyniosło w 2025 roku głośne badanie firmy Apple, znamiennie zatytułowane „Iluzja myślenia". Zamiast typowych testów, które bywają skażone tym, że model widział je już w treningu, badacze użyli kontrolowanych łamigłówek (jak wieże Hanoi) i stopniowo zwiększali ich trudność. Wynik był uderzający: powyżej pewnego progu złożoności dokładność „rozumujących" modeli nie spadała łagodnie, lecz załamywała się do zera. Co więcej, im trudniejsze stawało się zadanie, tym mniej wysiłku model w nie wkładał – jakby się poddawał – choć miał jeszcze zapas mocy. Modele potrafiły też zawieść nawet wtedy, gdy podano

Test, który obnażył „myślenie"

Badanie Apple „Iluzja myślenia" (2025) sprawdzało modele rozumujące (m.in. OpenAI o1/o3-mini, Claude 3.7 Thinking, DeepSeek-R1) na kontrolowanych łamigłówkach o rosnącej trudności:

Złożoność zadania	Co się dzieje
Niska	zwykły model radzi sobie lepiej niż „rozumujący"
Średnia	model „rozumujący" zyskuje przewagę
Wysoka	oba całkowicie się załamują – dokładność spada do zera

Dodatkowo: im trudniej, tym mniej „wysiłku" model wkładał (jakby się poddawał), a podany wprost algorytm potrafił wykonać niekonsekwentnie.
Zastrzeżenie: badanie zostało zakwestionowane – część porażek przypisano ograniczeniom samego testu. Późniejsze, ostrożniejsze próby i tak wykazały realne granice już przy umiarkowanej złożoności.

eprasa.pl e53e35c675

im gotowy przepis postępowania, nie umiejąc go konsekwentnie wykonać.

Dodajmy jednak, że badanie wywołało ostry spór. Pojawiła się replika dowodząca, że część porażek wynikała z ograniczeń technicznych testu, a niektóre łamigłówki były z założenia nierozwiązywalne. Kolejne, ostrożniejsze próby potwierdziły jednak rzecz istotną: modele faktycznie zaczynają się gubić już przy umiarkowanym wzroście złożoności. Innymi słowy, „rozumowanie" wygląda jak rozumowanie dokładnie do chwili, w której zacznie się je naprawdę przyciskać.

Druga strona też ma argument

Sprawiedliwość wymaga jednak odwrócenia medalu. Sceptycy mają bowiem swój własny kłopot: „ściana" bywała ogłaszana już wielokrotnie – w 2022 roku, w 2024 i później – a za każdym razem kolejny model zaskakiwał wątpiących. Modele GPT-2, GPT-3 i GPT-4 po kolei wyglądały jak sufit możliwości i po kolei okazywały się nim nie być. Być może tym razem ściana jest prawdziwa. A być może, jak poprzednio, jakaś nowa sztuczka – modele rozumujące, narzędzia, autonomiczni agenci – pozwoli ją obejść. Rzeczywistośc modyfikuje obie strony: tak jak entuzjaści wielokrotnie przeszacowali tempo, tak sceptycy wielokrotnie przedwcześnie ogłaszali koniec.

Co to znaczy dla osobliwości

Jeśli sceptycy mają rację, wniosek jest brutalny: żadna ilość krzemu, prądu ani wody nie kupi silnika osobliwości, bo brakującym składnikiem nie jest skala, lecz rodzaj rozumienia, którego dzisiejsza architektura po prostu nie ma. Maszyna, która ma ulepszać samą siebie, musiałaby tworzyć wiedzę nową i wiarygodną – a system, który konfabuluje, nie ma modelu świata i załamuje się na trudniejszym rozumowaniu, nie jest czymś, czemu można powierzyć przeprojektowanie samego siebie.

To nie znaczy, że skalowanie już nigdy nas nie zaskoczy – zaskakiwało nieraz. Znaczy tylko, że stawianie całej przepowiedni na „dołóżmy więcej" jest, w świetle opinii większości badaczy, drogą do nikąd. A skoro tak, to zostaje pytanie, od którego zaczęliśmy cały temat: co właściwie miałby oznaczać „koniec cywilizacji, jaką znamy" – dla pracy, dla ciała, dla naszej kontroli nad własnym losem. Do tych pięciu scenariuszy, rozdanych w pierwszej części niczym karty, wracamy w części ostatniej. ■

Byłem kurierem w Pekinie
Hu Anyan
Wydawnictwo: Insignis, stron: 304,
sugerowana cena: 49,99 zł

Ta książka to poruszający zakulisowy portret chińskiego społeczeństwa i rynku pracy. To intymny i szczery zapis zmagań jednostki z odczłowieczającą naturą współczesnego globalizmu. Hu Anyan opowiada o wyczerpującej pracy bez perspektyw na spełnienie. Znosi ją ze stoickim spokojem, surowym humorem i silnym poczuciem własnej tożsamości. To właśnie ono sprawia, że za każdym razem kiedy Hu utyka, po chwili rusza dalej: w ciągu dziewiętnastu lat zmienił pracę aż dziewiętnaście razy. Noce tak upalne, że nawet po wypiciu trzech litrów wody nie ma się ochoty skorzystać z toalety. Dni upływające na poszukiwaniu tanich pokoi ze znośnie działającą klimatyzacją. Rzadkie chwile wytchnienia spędzane na lekturze Czechowa, Carvera i Wallace'a. Zastanawianie się, ile alkoholu potrzeba, by pokonać bezsenność, a przy tym nie zacząć na kacu porannej zmiany. Szukanie wśród niezliczonych ulic i uliczek Pekinu trasy, która pozwoli dostarczyć jak najszybciej jak największą liczbę paczek. Hu zaczął publikować w internecie eseje o swoich doświadczeniach podczas lockdownów, a jego wspomnienia z nocnych zmian w ogromnym centrum logistycznym na południu Chin stały się wiralem. W 2023 roku książka Byłem kurierem w Pekinie stała się literacką sensacją w Chinach. Opowieść Hu Anyana o pracy dorywczej w anonimowych megamiastach uderzyła w czułą strunę pokolenia Państwa Środka, przytłoczonego rosnącą presją, by coraz szybciej osiągać coraz więcej.

eprasa.pl e53e35c675

Co znaczy „koniec cywilizacji, jaką znamy”

W pierwszej części rozdaliśmy pięć kart – pięć bardzo różnych znaczeń słowa „osobliwość” – a przez sześć kolejnych sprawdzaliśmy maszynerię, która miałaby je urzeczywistnić. Czas odkryć karty. „Koniec cywilizacji, jaką znamy” nie jest jednym wydarzeniem, lecz pięcioma odmiennymi przyszłościami; każda kosztuje co innego i każda jest dziś w zupełnie innym miejscu.

Ta, która już nadchodzi

Najmniej efektowny ze scenariuszy jest jedynym, który naprawdę się zaczął. Osobliwość gospodarcza nie wymaga ani maszynowej świadomości, ani przełomu – wystarczy, by narzędzia taniały i przejmowały coraz więcej pracy umysłowej. I rzeczywiście, sygnały są już mierzalne: w 2025 roku pracodawcy przypisali sztucznej inteligencji kilkadziesiąt tysięcy zwolnień, a ostrożne modele szacują rzeczywistą liczbę zniesionych albo nieutworzonych stanowisk na setki tysięcy. Najczystszy sygnał dotyczy najmłodszych: w zawodach najbardziej narażonych zatrudnienie osób w wieku 22...25 lat spadło o kilka–kilkanaście procent, głównie przez wstrzymanie rekrutacji, a nie przez zwolnienia.

Trzeba jednak ostudzić obie skrajności. Prognozy rozłażą się absurdalnie – od „połowa stanowisk biurowych zniknie w pięć lat” po wyliczenia, że w bilansie do 2030 roku przybędzie więcej miejsc pracy, niż ubędzie. Pojawiło się nawet zjawisko „prania przez AI”: zrzucania na sztuczną inteligencję zwykłych cięć kosztów. Prawdziwe zagrożenie tego scenariusza nie wygląda jak maszerujące roboty, lecz jak cicho znikający najniższy szczebel drabiny kariery – i jak statystyka „netto przybywa miejsc pracy”, za którą kryją się konkretni ludzie, którzy nie mają jak zacząć. To scenariusz, który nie potrzebuje cudu, tylko czasu.

Ta, która dzieje się w miniaturze

Fuzja człowieka z maszyną brzmi jak czysta fantastyka, a jednak właśnie ona zrobiła w ostatnich latach najbardziej namacalny krok. Firma Neuralink wszczepiła implant kilkunastu osobom; sparaliżowany mężczyzna porusza kursorem, gra w szachy i przegląda internet samą myślą, a konkurenci rozwijają własne rozwiązania. Rok 2026 to zapowiedź produkcji na większą skalę i niemal automatycznej operacji. Dla osób z paraliżem to medyczny cud i tak należy o tym mówić.

Ale spróbujmy zmierzyć dystans. Te urządzenia odczytują wąski strumień intencji ruchu, by przesunąć kursor – przepływność cieniutkiej strużki, w praktyce w jedną stronę. To wszechświat dzieli od Kurzweilowskiej wizji szerokopasmowego, dwukierunkowego scalenia umysłu z chmurą. Droga od „sparaliżowany porusza kursorem” do „wgrywasz myśli do sieci” nie jest kilkoma latami ulepszeń tego samego – to inny

Pięć scenariuszy – i jak blisko jesteśmy

Scenariusz	Co obiecuje	Gdzie naprawdę jesteśmy (2026)
A. Eksplozja inteligencji	maszyna ulepsza samą siebie	brak; brakuje nie skali, lecz rozumienia
B. Cyfrowa nieśmiertelność	umysł przeniesiony do maszyny	praktycznie zero; pytanie też filozoficzne
C. Fuzja człowiek–maszyna	umysł spięty z chmurą	realne, ale jako implant medyczny, nie „fuzja”
D. Osobliwość gospodarcza	AI przejmuje pracę umysłową	już się zaczyna – skromnie i punktowo
E. Utrata kontroli	system wymyka się spod nadzoru	zależna od A; groźniejsza dziś wersja przyziemna

eprasa.pl e53e35c675

problem. A wraz z dalekim marzeniem wracają pytania, których nawet nie zaczęliśmy rozstrzygać: kto odczytuje to, co wysyła Twój mózg, i co znaczy dzielić własne myślenie z serwerem korporacji.

Ta, która wciąż jest fantazją

Cyfrowa nieśmiertelność – przeniesienie umysłu do maszyny, by „ja" przetrwało śmierć ciała – to scenariusz, w którym jesteśmy w istocie nigdzie. Nie potrafimy zmapować, a tym bardziej wiernie odtworzyć pojedynczego ludzkiego mózgu z jego stoma bilionami żywych, zmiennych synaps; przypomnijmy z części o mózgu, że synapsa nie jest liczbą. Żadna technologia na żadnej mapie drogowej nie zbliża się do emulacji całego mózgu.

A nawet gdyby się udało, zostaje połowa pytania, której nie rozstrzygnie żaden przyrząd: czy kopia jest Tobą, czy tylko duplikatem, który jest przekonany, że nim jest? To nie inżynieria, lecz filozofia – ta sama pułapka, którą zauważyliśmy na samym początku. Spośród pięciu scenariuszy ten najłatwiej sprzedaje fałszywą nadzieję umierającym, i właśnie dlatego trzeźwość jest tu po prostu uczciwością.

Ta, od której zależą wszystkie

W centrum wszystkiego stoi scenariusz A – maszyna ulepszająca samą siebie. To on jest cichym silnikiem: bez niego nieśmiertelność, fuzja i gospodarcza rewolucja pozostają tym, czym są, a katastrofa nie ma się skąd wziąć. I to właśnie tego silnika, jak pokazały poprzednie części, najbardziej brakuje. Dzisiejsza maszyna dorównuje nam w wiedzy i szybkości, ale przegrywa dokładnie tam, gdzie liczyłoby się samodoskonalenie: uczy się rozrzutnie, nie ma modelu świata, konfabuluje, a jej rozumowanie załamuje się pod naciskiem. Jest lustrem zebranego tekstu, nie jego źródłem. A większość badaczy wątpi, by samo „więcej" mogło to zmienić.

To nie znaczy „nigdy" – skalowanie nieraz zaskakiwało sceptyków i może zaskoczyć znowu. Znaczy tylko, że postawienie całej przepowiedni singularity na ten jeden silnik oznacza, że po drodze trzeba pokonać cztery bardzo realne ograniczenia, które opisaliśmy: fizykę krzemu, koszt, energię i wodę. Dodajmy, że są realne szanse pokonania wszystkich tych ograniczeń, o ile zostaną opanowane przełomowe technologie. Na przykład komputery kwantowe, czy energia z fuzji jądrowej.

Gdzie jesteśmy w 2026 – w liczbach

Modele AI – dorównują ludziom w wiedzy i języku, ale konfabulują i załamują się na trudniejszym rozumowaniu; większość badaczy wątpi, by samo skalowanie dało inteligencję na poziomie człowieka.

Krzem – technologia 2 nm jest w produkcji; dalej coraz drożej, ku ścianie pojedynczego nanometra.

Energia – centra danych to ~3% światowego prądu w perspektywie 2030, ale najszybciej rosnący i najbardziej skupiony odbiorca.

Mózg–komputer – implant ma kilkunastu pacjentów; sterują kursorem myślą. To nie jest „fuzja z chmurą".

Praca – ubytek mierzalny, lecz skromny; najsilniej w zawodach biurowych i na starcie kariery (22...25 lat).

Ta, która budzi lęk

I scenariusz najciemniejszy: system sprawniejszy od nas we wszystkim realizuje cele, których mu nie zadaliśmy, a my nie mamy jak go zatrzymać. To stara obawa – od Wienera po Bostroma – i w swojej pełnej, katastroficznej wersji jest całkowicie zależna od scenariusza A. Nie ma silnika, nie ma rozbiegu; dzisiejsze systemy są potężne, ale nie są autonomicznymi bytami z własnymi celami.

Istnieje jednak łagodniejsza wersja tej utraty kontroli, która jest już tutaj – i bywa niedoceniana. Nie chodzi o zbuntowaną superinteligencję, lecz o powierzanie ważnych decyzji (o zatrudnieniu, kredycie, leczeniu, moderacji treści) maszynom, które konfabulują, nie umieją wyjaśnić swoich wyborów i zawodzą pod naciskiem. Utrata kontroli, która powinna nas niepokoić w 2026 roku, jest przyziemna: to oddawanie ludzkiego osądu pewnemu siebie systemowi, który nie rozumie, co robi.

Za którą bramą

Wróćmy na koniec tam, gdzie zaczęliśmy. „Koniec cywilizacji, jaką znamy" oznacza wejście jedną z dwóch bram: albo przekraczamy człowieka (scenariusze B i C), albo tracimy ster (scenariusz E) – a drzwi do obu otwiera ten sam silnik (A), co do którego większość fachowców jest sceptyczna, że odskoczy na czas. Obraz roku 2026 jest więc paradoksalny: scenariusz, który

eprasa.pl e53e35c675

8. Pięć scenariuszy osobliwości na skali od „już się dzieje” do „fantazji”

naprawdę nadchodzi, jest najmniej filmowy (gospodarka), a te najbardziej kinowe – wgrywanie umysłów, scalenie z maszyną, zbuntowana superinteligencja – wszystkie czekają na przełom, który może nadejść albo nie.

I może właśnie tak trzeba czytać samo słowo, od którego wyszliśmy. Osobliwość to punkt, w którym krzywa staje pionowo, a przewidywanie traci sens. Ale w fizyce nieskończoność w równaniu częściej oznacza, że to model się załamał, niż że świat naprawdę zmierza w nieskończoność. Bardzo możliwe, że „osobliwość” okaże się nie progiem transcendencji, lecz znakiem, że przedłużyliśmy piękny wykres odrobinę za daleko.

Najużyteczniejsza postawa nie jest więc proroctwem – ani „lada dzień”, ani „nigdy”. Sztuczna inteligencja nie jest ani bogiem, ani salonową sztuczką; jest potężnym, ograniczonym narzędziem, wspartym na bardzo ciężkiej piramidzie krzemu, prądu, wody i dorobku ludzkiego piśmiennictwa. Dokładne rozpoznanie, czym ona jest – i czym nie jest – to jedyne podejście, które pozwala rozsądnie zdecydować, czym ma się stać. Reszta zależy już nie od maszyn, lecz od nas. ■

Paul Bavarian

O Autorze
Paul Bavarian jest wnukiem mojego bułgarskiego przyjaciela z czasów studenckich w Politechnice Kijowskiej. Pasjonują go nowe technologie, które obserwuje z perspektywy kalifornijskiej. The last but not least – odziedziczył po swoim dziadku fascynację Polską.

Prof. Wiesław Marciniak

eprasa.pl e53e35c675

Optymalizacja zakupów internetowych

Na przestrzeni ostatnich dwóch dekad zakupy bez wychodzenia z domu przekształciły się z niewygodnej nowinki w powszechną alternatywę. W 2025 roku wartość dóbr zakupionych przez internet oszacowano na 6,42 biliona dolarów [1], czyli około 20% światowej sprzedaży detalicznej. Polacy również przyczyniają się do tego wyniku – według niektórych danych czterech na pięciu obywateli dokonało co najmniej jednego zakupu online [2].

Nowe środowisko transakcji zmieniło zasady wyszukiwania okazji. Witryny sklepowe walczą między sobą, aby zatrzymać każdego użytkownika jak najdłużej w swoim ekosystemie. Firmy nieustannie wdrażają i rozwijają strategie maksymalizacji zysków, obejmujące m.in. wprowadzające w błąd promocje lub dynamiczne zmienianie cen w zależności od lokalizacji, czasu i profilu użytkownika [3]. Aby nie pozostać bezbronnym wobec tych praktyk, w artykule wskażemy, jak z wykorzystaniem narzędzi AI skutecznie wyszukiwać najlepsze okazje.

Artefakt ewolucyjny

Nowa strategia zakupowa opiera się na zdolności dużych modeli językowych, takich jak Claude, do przeszukiwania internetu z prędkością znacznie przewyższającą możliwości człowieka. Co ciekawe, nie jest to cecha samego modelu. Aby zgromadzić terabajty danych potrzebne do trenowania rozwiązań LLM, firmy technologiczne napisały własne narzędzia do automatycznego przeszukiwania i pobierania treści z internetu. Są to stosunkowo proste skrypty, które automatycznie pobierają („scrapują") zawartość stron, a następnie podążają za napotkanymi na stronie linkami. Choć praktyka ta budzi wątpliwości etyczne, doprowadziła do powstania wysoce zoptymalizowanych narzędzi umożliwiających programom poruszanie się po sieci. Model korzystający z takich narzędzi może przeglądać strony wielokrotnie

eprasa.pl e53e35c675

Systemy AI skutecznie wytropiły najniższą cenę podanego produktu w internecie

Witryna inomy.shop

szybciej niż człowiek, jednocześnie testując liczne warianty zapytań i korzystając z wyszukiwarek dostosowanych do siebie.

Zazwyczaj w artykule skupiam się na szczegółowym omówieniu jednego rozwiązania, jednak w tym przypadku wykorzystanie AI do wsparcia zakupów jest wyjątkowo proste. Dlatego, zgodnie z założeniem niezależności od jednego dostawcy, przedstawię szeroki przegląd dostępnych narzędzi. W kolejnych rundach każdej aplikacji zadam te same zadania, a następnie porównam wyniki. Pierwszymi zawodnikami są znane nam dobrze modele – ChatGPT, Claude oraz Gemini na swoich rodzimych stronach internetowych. Uzupełnieniem są aplikacje czatowe niewyposażone we własne modele, lecz wyspecjalizowane w wyszukiwaniu informacji zakupowych – Perplexity i Inomy. Uwzględnimy również semantyczną wyszukiwarkę niewykorzystującą interfejsu czatu – popgot.

Płyty winylowe – konkretny produkt

Rozpocznijmy od prostego zadania: „Chcę kupić jak najtaniej zestaw płyt winylowych z gry NieR:Automata".. GPT, Gemini, Claude oraz Perplexity znalazły najtańsze oferty w Niemczech i Japonii. Pozostałe aplikacje nie dotarły do niszowych sklepów, w których produkt jest dostępny.

Komputer do gier – konkretne parametry

Kolejnym krokiem jest wyszukanie produktu o określonych parametrach: „Znajdź najtańsze oferty komputerów: NVIDIA RTX 3090 + CPU min. 3 GHz". ChatGPT wskazał jeden tani produkt na platformie Made-in-China. com, w którego nazwie pojawiała się fraza „RTX 3090". Niestety, oznaczenie to nie odnosiło się do jego karty graficznej. Popgot wypadł najgorzej, zwracając tylko jeden wynik. Pozostałe narzędzia zwróciły kilka ofert z rynku wtórnego, z których około połowa była już nieaktualna. Gemini zwrócił największą liczbę najtańszych, faktycznie dostępnych ofert.

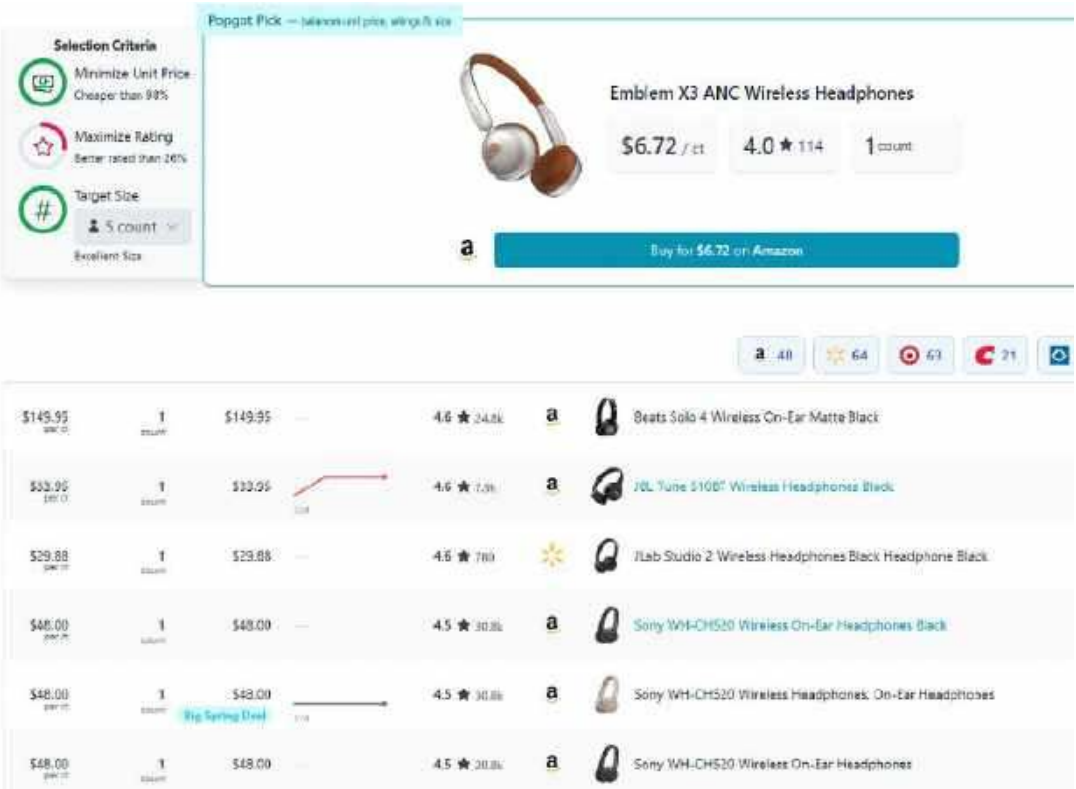
Słuchawki z mikrofonem – nieoczywiste parametry

„Znajdź bezprzewodowe słuchawki z mikrofonem, priorytetyzując trwałość i wytrzymałość produktu, następnie jakość mikrofonu". Zadanie okazało się problematyczne, ponieważ słuchawki, zwłaszcza do gier, rzadko są porównywane pod kątem wytrzymałości. Większość narzędzi oceniła niezawodność na podstawie opinii użytkowników dostępnych w Internecie. Tutaj również pojawiła się zbieżność wyników. Modele polecają produkty marki JBL jako bardziej wytrzymałe, natomiast Jabra w kontekście jakości mikrofonu. ChatGPT zdawał się zakładać że stalowy kolor słuchawek pozytywnie wpływa na ich wytrzymałość. Popgot wypadł najlepiej, ponieważ dopytał o preferowany typ słuchawek, a następnie zasugerował największą liczbę trafnych produktów".

Wiosenna kurtka – wybór subiektywny

Pora na najtrudniejszy test: „Znajdź modną zieloną kurtkę na wiosnę 2026 w rozmiarze L". Jest to złożone zadanie, ponieważ systemy muszą najpierw zidentyfikować aktualne trendy, zanim będą w stanie zaproponować konkretne

eprasa.pl e53e35c675



Witryna popgot.com

produkty. Najlepiej poradziły sobie duże modele językowe, które najpierw odszukały aktualne wpisy blogowych guru, a następnie na ich podstawie określiły aktualne trendy. Wszystkie modele wskazały sklepy znanych marek lub platform, takich jak H&M, Zara, Modivo, Domodi i Lamoda. ChatGPT wykazał się największą różnorodnością źródeł – po wskazaniu konkretnych modeli porównywał ich ceny także na mniejszych platformach, takich jak militaria.pl. Miał jednak tendencję do mylenia podobnych typów kurtek. Claude i Perplexity wskazały również oferty z Allegro, natomiast Realry i popgot nie poradziły sobie już na etapie identyfikacji trendów.

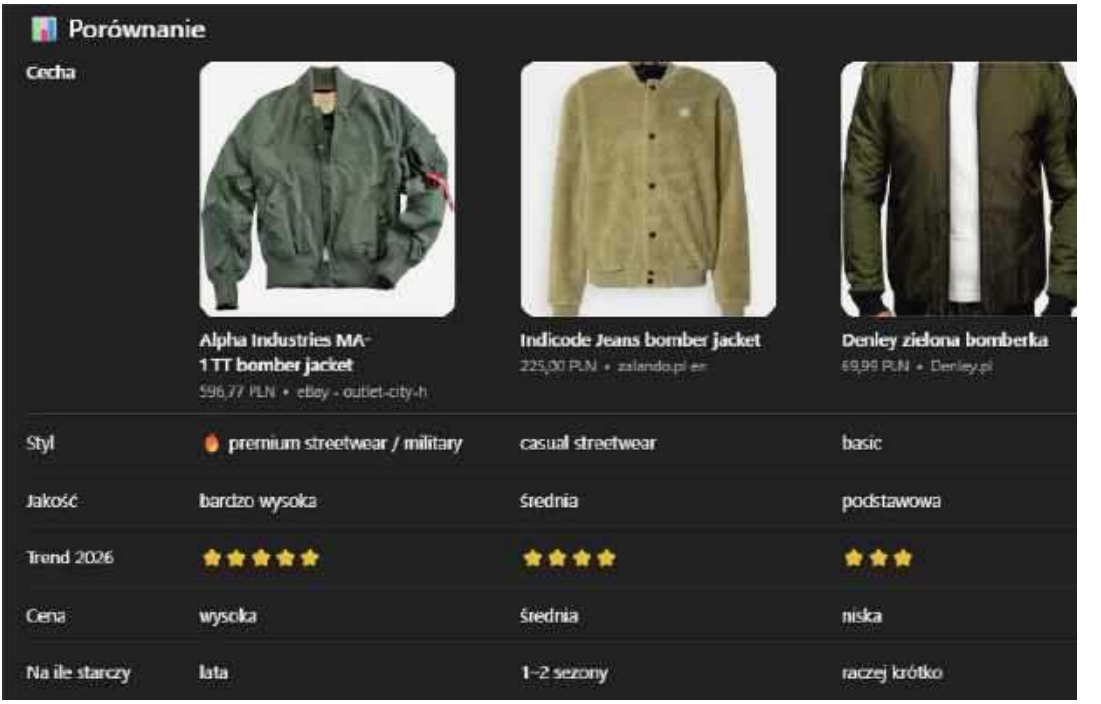
Bonus – ślepota na „chińszczyznę”

Zaobserwowałem na ulicy uroczą bluzkę z wzorem na podstawie bajki „Mój sąsiad Totoro”. Kiedy poleciłem agentom AI ją znaleźć wyniki okazały się podejrzane. Perplexity, Inomy i Popgot po prostu nie znalazły tej konkretnej bluzki. Największe modele językowe wskazały witryny, które oferowały te same produkty co platformy takie jak AliExpress i Temu, lecz w znacznie wyższych cenach. Strony te działają w modelu odsprzedaży: kupują tanie chińskie produkty, a następnie oferują je po wyższych cenach, sugerując przy tym wyższą jakość wyrobu niż w rzeczywistości. Jednak wedle słów wygenerowanych przez GPT oferują one wręcz „💪 najlepszą jakość”. Korzystając z modeli, należy uwzględniać ich naiwność oraz zachowywać ostrożność wobec sklepów o nieznanej reputacji. Dodatkowo modele mają obecnie trudności z przeszukiwaniem właśnie platform takich jak AliExpress i Temu, często je pomijając lub zwracając wyłącznie nieaktualne oferty.

Podsumowanie

Wykorzystanie modeli językowych znacząco skraca czas potrzebny na przeszukiwanie Internetu, często pozwalając jednocześnie znaleźć więcej ofert niż w przypadku ręcznego przeglądania. Modele można podzielić na szeroko przeszukujące, lecz bardziej podatne na błędy, oraz na bardziej ograniczone,

eprasa.pl e53e35c675



ChatGPT zdecydowanie wkłada najwięcej pracy w zestawienia wyników wyszukiwania

	Pomoc	Zakres	Ilość	Naiwność	Omylność	J.Polski
ChatGPT	★★★★	★★★	★★★	★	★	✔
Claude	★★★	★★★	★★	★★	★★	✔
Gemini	★★★	★★★	★★	★★	★	✔
Perplexity.ai	★★	★★	★★	★★★	★★	✔
Inomy.shop	★★	★	★★	★★★	★	✘
popgot.com	★	★	★★★	★★★	★★★	✘

ale dokładniejsze. Poniższa tabela prezentuje stosowne właściwości analizowanych modeli – większa liczba gwiazdek oznacza lepszy wynik w danym kryterium. Uwzględniono następujące kryteria: wsparcie w podejmowaniu decyzji, zakres przeszukiwanych źródeł, ilość zwracanych ofert, podatność na błędne lub wprowadzające w błąd informacje oraz skłonność do zwracania niedziałających linków i błędów w tekście. ■

Karol Chruzik

Źródła:
1. https://capitaloneshopping.com/research/ecommerce-statistics
2. https://gemius.com/documents/81/RAPORT_E-COMMERCE_2025.pdf
3. https://cyrekdigital.com/pl/baza-wiedzy/dynamic-pricing

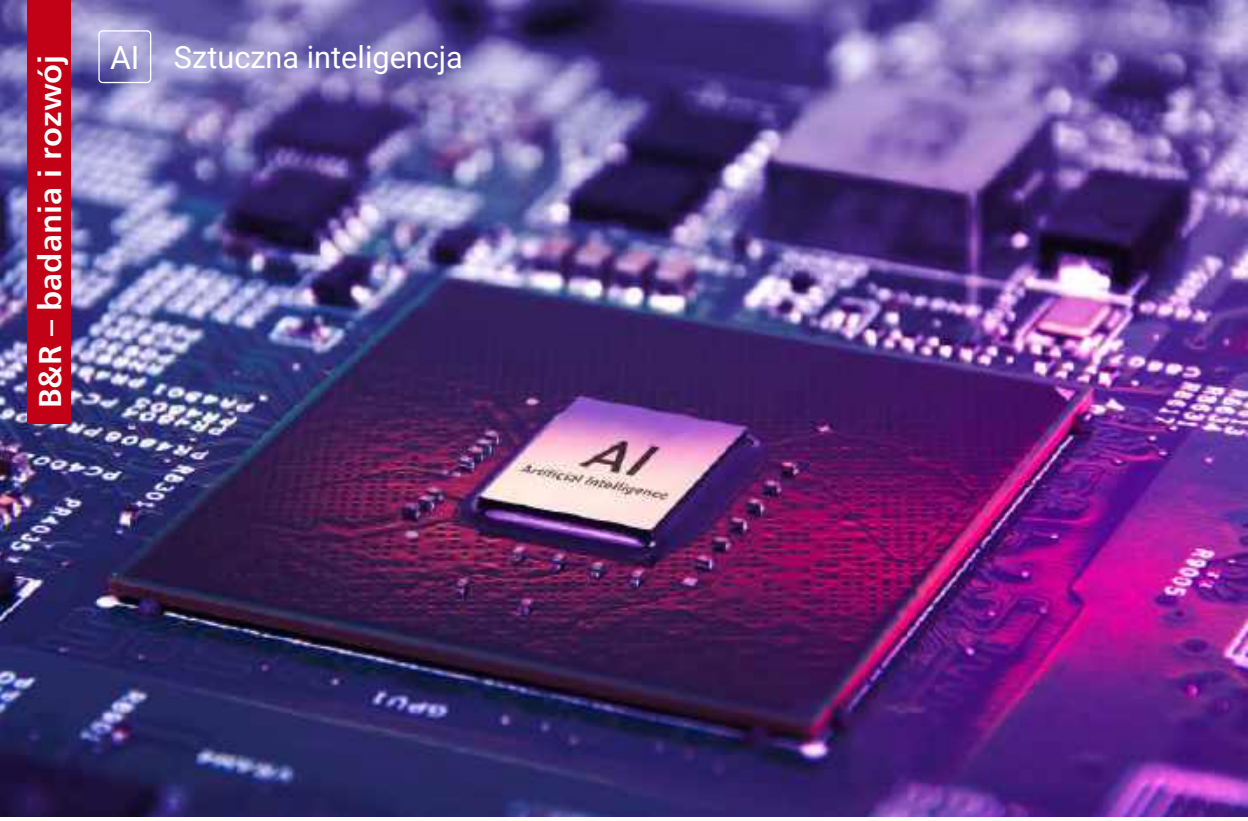
Sprostowanie i przeprosiny

Redakcja „Młodego Technika” pragnie serdecznie przeprosić Autora oraz Czytelników za błąd, który nastąpił w procesie przygotowania do druku wydań MT 05/2026 oraz MT 06/2026. Dwuczęciowy artykuł „Nauka języków z czatbotem” (część 1 w numerze majowym, część 2 w numerze czerwcowym) został omyłkowo podpisany niewłaściwym imieniem i nazwiskiem. Prawdziwym autorem obu tekstów jest pan Karol Chruzik.

Panu Karolowi Chruzikowi bardzo dziękujemy za przygotowanie wartościowych i na czasie artykułów, jednocześnie głęboko przepraszając za zaistniałą pomyłkę. W wersjach cyfrowych wydań oraz w naszym archiwum online dane autora zostały już prawidłowo skorygowane.

Redakcja „Młodego Technika”

eprasa.pl e53e35c675



Czipy do zastosowań specjalnych

NVIDIA już od dawna nie jest wyłącznie producentem wydajnych kart graficznych, znanych tylko zapalonym graczom komputerowym. W ciągu ostatnich kilku lat firma stała się jednym z najważniejszych dostawców infrastruktury sprzętowej dla sztucznej inteligencji. To właśnie jej procesory graficzne (GPU) napędzają wiele największych dużych modeli generatywnych, lub klasyfikujących obrazy, które znamy dzisiaj.

Nie jest to przypadek. GPU świetnie sprawdzają się podczas trenowania sieci neuronowych, ponieważ potrafią wykonywać ogromną liczbę operacji równolegle. W praktyce oznacza to bardzo szybkie mnożenie macierzy – podstawową operację matematyczną stojącą za działaniem nowoczesnych modeli AI.

Jednak rozwój sztucznej inteligencji to znacznie więcej niż tylko wyścig na coraz mocniejsze GPU. Choć to procesory graficzne wykonują większość ciężkich obliczeń, cały ekosystem AI potrzebuje również wydajnych jednostek centralnych, CPU. To właśnie one zarządzają pracą całego systemu:

- ładują dane do pamięci,
- obsługują dyski i komunikację z pamięcią masową,
- przydzielają zadania poszczególnym komponentom,
- koordynują przepływ danych między wieloma akceleratorami GPU.

Bez wydajnego CPU nawet najpotężniejszy klaster GPU nie byłby w stanie efektywnie pracować.

eprasa.pl e53e35c675

Dlatego firmy takie jak Intel, AMD czy Arm coraz mocniej inwestują w procesory projektowane specjalnie pod obciążenia związane ze sztuczną inteligencją.

Zastanówmy się jednak przez chwilę, czym różnią się czipy AI od zwykłych procesorów? Na pierwszy rzut oka procesor AI może wyglądać podobnie do tego, który znajduje się w laptopie lub smartfonie. Różnice kryją się jednak w szczegółach architektury.

Przede wszystkim czipy AI są projektowane z myślą o pracy na ogromnych zbiorach danych. Wykorzystują technologie takie jak pamięć HBM (*High-Bandwidth Memory*), rozbudowane mechanizmy cache oraz szybkie pamięci SRAM, które pozwalają błyskawicznie dostarczać dane do jednostek obliczeniowych.

Równie istotna jest specjalizacja. Tradycyjne procesory obsługują tysiące różnych instrukcji, ponieważ muszą radzić sobie z bardzo różnorodnymi zadaniami – od przeglądania internetu po uruchamianie aplikacji biurowych. Czipy AI podchodzą do problemu inaczej. Obsługują mniejszy zestaw operacji, ale są one zoptymalizowane pod kątem operacji wykonywanych przez sztuczne sieci neuronowe. Najczęściej są to: mnożenie macierzy, operacje splotu (*convolution*), czy funkcje aktywacji. Dzięki temu mogą wykonywać obliczenia szybciej i przy mniejszym zużyciu energii.

Wyspecjalizowane układy AI trafiają już nie tylko do centrów danych, ale również na rynek konsumencki. Przykładem jest Intel Core Ultra 9 285 – 24-rdzeniowy procesor osiągający do 5,6 GHz w trybie boost. Układ został zaprojektowany z myślą o zadaniach związanych z AI, takich jak generowanie treści, obróbka multimediów czy uruchamianie modeli językowych na własnym komputerze, zamiast w chmurze.

Do gry coraz mocniej wchodzi także Arm, czyli brytyjska firma, znana przede wszystkim z projektowania architektur CPU do smartfonów. Obecnie Arm rozwija własne rozwiązania przeznaczone do obsługi zaawansowanych obciążeń AI. Arm AGI CPU, dzięki nawet 136 rdzeniom, 128 MB pamięci podręcznej współdzielonej oraz specjalnym instrukcjom, został stworzony do zarządzania całymi farmami akceleratorów i dla modeli sztucznej inteligencji obsługiwanych przez olbrzymie centra danych.

Jeszcze dalej idą układy ASIC (*Application-Specific Integrated Circuit*), czyli czipy projektowane pod konkretne zastosowanie. Jednym z najbardziej znanych przykładów są TPU (*Tensor Processing Units*) opracowane przez Google. W przeciwieństwie do uniwersalnych procesorów CPU czy GPU, TPU zostały skonstruowane niemal wyłącznie do wykonywania operacji matematycznych wykorzystywanych przez sieci neuronowe. Takie podejście pozwala osiągnąć najlepszą wydajność i efektywność energetyczną podczas trenowania oraz uruchamiania modeli AI. TPU współpracują z efektywnie z bibliotekami programistycznymi do tworzenia sztucznych sieci neuronowych takimi jak TensorFlow, czy JAX i mogą działać w ogromnych klastrach składających się z tysięcy połączonych układów. To właśnie na tej infrastrukturze trenowane i obsługiwane są między innymi modele Gemini.

Specjalizowane układy AI coraz częściej trafiają poza centra danych. Znajdziemy je między innymi w:

- samochodach autonomicznych analizujących otoczenie w czasie rzeczywistym,
- urządzeniach typu edge, takich jak słuchawki Bluetooth, kamery czy inteligentne sensory,
- robotach przemysłowych i usługowych,
- ogromnych klastrach obliczeniowych obsługujących generatywną sztuczną inteligencję.

Jeszcze kilka lat temu wydawało się, że przyszłość sztucznej inteligencji zależy przede wszystkim od coraz większych modeli. Dziś coraz wyraźniej widać, że równie ważna staje się infrastruktura, na których te modele działają. Być może kolejny przełom w AI nie będzie wynikiem nowego algorytmu, lecz nowej architektury sprzętowej, która pozwoli wykonywać te same obliczenia szybciej, taniej i przy ułamku obecnego zużycia energii. A wtedy prawdziwy wyścig dopiero się zacznie. ■

Dominik Krzemiński

Dominik Krzemiński – programista i badacz zagadnień z pogranicza neuronauk, oraz sztucznej inteligencji. Absolwent Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, doktoryzował się na Uniwersytecie Cardiff, a następnie objął pozycję adiunkta na Uniwersytecie Cambridge. Obecnie pracuje w firmie projektującej energooszczędne architektury procesorów. Mieszka w Anglii, gdzie gra w lokalnej lidze korfballu.

eprasa.pl e53e35c675

Koniec hasła

W czerwcu 2025 r. ujawniono największy wyciek danych logowania w historii – 16 miliardów loginów i haseł. Niespełna dwa tygodnie wcześniej Microsoft ogłosił, że nowe konta zakłada się u niego zupełnie bez hasła. To nie przypadek, że obie wiadomości spotkały się w jednym miesiącu. Hasło – fundament internetu od pół wieku – właśnie przechodzi do historii. Nie dlatego, że ktoś je ulepszył, lecz dlatego, że okazało się błędem konstrukcyjnym nie do naprawienia.

Matka wszystkich wycieków

18 czerwca 2025 r. zespół serwisu Cybernews opisał 30 zbiorów danych zawierających łącznie ponad 16 mld par login–hasło – do kont Apple, Google, Facebooka, GitHuba, Telegrama, a nawet serwisów rządowych. Nie był to jednak jeden włam, lecz kompilacja wielu osobnych zbiorów – w większości świeże logi z tzw. infostealerów (złośliwego oprogramowania wykradającego z zainfekowanych komputerów hasła zapisane w przeglądarkach) gromadzone w latach 2024–2025, z domieszką starszych wycieków. Analitycy, którzy pobrali pliki, szacowali, że ok. 85 proc. danych pochodziło z infostealerów, a ok. 15 proc. ze starszych baz. „To nie jest zwykły wyciek – to gotowy plan masowej eksploatacji" – ostrzegli badacze. Sama liczba robi wrażenie: 16 mld to ponad dwa razy więcej niż ludność Ziemi.

Ten rekord (poprzedni, RockYou2024, to „tylko" ok. 10 mld haseł) obnażył coś, o czym branża wie od dawna. Raport Verizon DBIR 2025

eprasa.pl e53e35c675

szacuje, że 88 proc. naruszeń danych wiąże się z wykradzionymi poświadczeniami, a badania firmy Specops pokazują, że 30 proc. użytkowników używa tego samego hasła do wszystkich kont. Jak ujął to szef bezpieczeństwa Microsoftu Bret Arsenault: napastnicy się nie włamują – oni się logują. Sedno problemu nie leży w tym, że ludzie wybierają słabe hasła. Leży w samej idei hasła: to wspólny sekret, który trzeba komuś pokazać, by się uwierzytelnić – a wszystko, co można pokazać, można też ukraść, podejrzeć albo wyłudzić.

Proroctwo sprzed 21 lat

Że tak się stanie, wiedziano od dawna. W 2004 r. na konferencji RSA Bill Gates publicznie wieszczył śmierć hasła: ludzie zapisują je na kartkach, powielają i używają tych samych ciągów w wielu systemach, więc hasło nie nadaje się do ochrony niczego naprawdę ważnego. Proroctwo było trafne – tylko przedwczesne o dwie dekady. Brakowało technicznych elementów układanki: powszechnych smartfonów z czytnikiem linii papilarnych i skanerem twarzy, wsparcia w systemach operacyjnych i – przede wszystkim – wspólnego standardu. Ten ostatni dał sojusz FIDO, powołany w 2013 r., oraz standard WebAuthn, który w 2019 r. stał się oficjalną rekomendacją konsorcjum W3C. Dopiero gdy wszystkie te klocki wskoczyły na miejsce, pogrzeb hasła mógł się naprawdę zacząć.

Klucz, którego nie da się ukraść

Następcą hasła jest **passkey** – po polsku „klucz dostępu". Działa zupełnie inaczej, bo opiera się na kryptografii asymetrycznej (standard FIDO2/WebAuthn). Przy zakładaniu konta urządzenie generuje parę kluczy: prywatny i publiczny. Publiczny trafia do serwisu i może tam leżeć zupełnie jawnie – sam z siebie jest bezużyteczny. Prywatny nigdy nie opuszcza Twojego telefonu czy laptopa. Gdy się logujesz, odblokowujesz urządzenie biometrią lub PIN-em (dzieje się to lokalnie – serwis nigdy nie dostaje Twojego odcisku palca ani zdjęcia twarzy), a ono podpisuje kryptograficzne „wyzwanie" przysłane przez serwis. Po stronie usługi nie ma żadnego sekretu do wykradzenia: baza, która wycieknie, zawiera tylko bezwartościowe klucze publiczne.

Najważniejsze jest jednak co innego: passkey jest przypisany do konkretnej domeny. Jeśli oszust podstawi łudząco podobną fałszywą

Kłódka na klawiaturze – ujęcie symbolizujące bezpieczeństwo logowania i wycieki haseł. | Fot. Towfiqu barbhuiya / Unsplash (licencja Unsplash – do użytku komercyjnego, bez obowiązku podania autora) | https://unsplash.com/photos/a-golden-padlock-sitting-on-top-of-a-keyboard-FnA5pAzqhMM

stronę, klucz po prostu się nie uruchomi – bo to nie ta domena. Phishing, najskuteczniejsza broń cyberprzestępców, przestaje działać u samych podstaw. Statystyki to potwierdzają: według indeksu FIDO z 2025 r. logowanie kluczem dostępu kończy się sukcesem w 93 proc. prób (wobec 63 proc. dla innych metod), a czas logowania spada z ok. 31 do niespełna 9 sekund.

Rok, w którym passkey weszły do gry

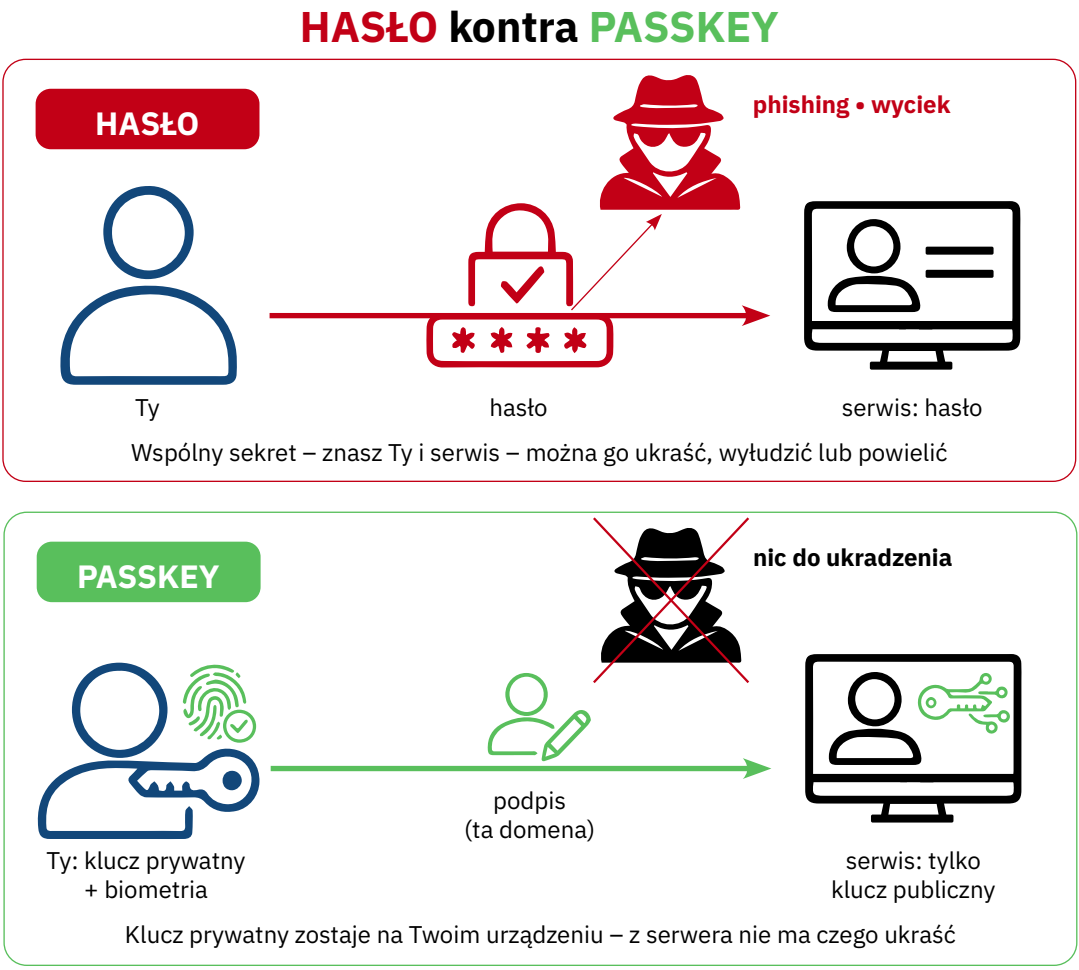
Przełom przyszedł w 2025 r. 1 maja, w pierwszym „Światowym Dniu Passkey", Microsoft ogłosił, że nowe konta są domyślnie bez hasła: nowy użytkownik nigdy go nie zakłada, a dotychczasowy może je usunąć w ustawieniach. Firma podaje, że rejestruje się u niej blisko milion kluczy dziennie, a logowanie passkey kończy

W PIGUŁCE

HASŁO: wspólny sekret, który znasz Ty i serwis · można je wykraść, wyłudzić, zgadnąć lub powielić · ten sam ciąg działa na prawdziwej i fałszywej stronie · po wycieku bazy trafia w ręce przestępców.

PASSKEY: para kluczy – prywatny zostaje na urządzeniu, publiczny u serwisu · z serwera nie ma czego ukraść · klucz zadziała tylko na właściwej domenie (odporność na phishing) · logujesz się biometrią lub PIN-em, których serwis nigdy nie widzi.

eprasa.pl e53e35c675



Hasło kontra passkey. Hasło to wspólny sekret, który można wykraść, wyłudzić lub powielić; passkey trzyma klucz prywatny na urządzeniu, a serwisowi przekazuje tylko bezużyteczny klucz publiczny. | Infografika: opracowanie własne redakcji

się sukcesem w 98 proc. przypadków – wobec 32 proc. dla hasła. Apple udostępniło passkeys już w 2022 r. (iOS 16), Google chwali się czterokrotnie wyższą skutecznością logowania, a TikTok – 97-procentową.

Skala jest już ogromna. Według FIDO ponad miliard ludzi aktywowało przynajmniej jeden klucz dostępu, a passkeys obsługuje ponad 15 mld kont. Oferuje je 48 proc. stu najpopularniejszych serwisów świata – dwa razy więcej niż w 2022 r. Rynek uwierzytelniania bez hasła wart był w 2025 r. ok. 24 mld dolarów i ma sięgnąć blisko 56 mld w 2030 r. Tą drogą idą nawet płatności – Visa wprowadziła passkeys do transakcji online. Najbardziej symboliczny moment? Gdy wybuchł wyciek 16 mld haseł, rzecznik Google'a nie radził użytkownikom zmieniać haseł – radził w ogóle z nich zrezygnować.

Hasło po polsku

W Polsce zmiana też się dzieje, choć wolniej. Jako pierwszy passkeys do bankowości internetowej wdrożył mBank (2024); pozostałe banki na razie pilotują rozwiązanie i w 2026 r. nie jest ono jeszcze standardem. PKO BP pozwala logować się do serwisu iPKO „kluczem bezpieczeństwa" (sprzętowy klucz Yubico), zastrzegając jednak, że transakcje wciąż potwierdza się aplikacją IKO lub SMS-em. ING oferuje klucze U2F do Mojego ING – pierwszy aktywujesz m.in. przez aplikację mObywatel. Passkeys w Polsce udostępnił też m.in. PayPal.

eprasa.pl e53e35c675

Warto rozróżnić dwie rzeczy, które łatwo pomylić. Biometria w aplikacji bankowej (odcisk palca, Face ID) tylko odblokowuje aplikację – autoryzacja i tak idzie przez serwer banku starym mechanizmem.

Passkey to coś więcej: kryptograficzny klucz prywatny, który zostaje na urządzeniu i sam podpisuje logowanie. I jeszcze jedno, co eksperci powtarzają jak mantrę: SMS przestał być silnym zabezpieczeniem – średnio zaawansowany przestępca obchodzi go w kilka minut, a powiadomienia push potrafi „zbombardować", aż znużony użytkownik sam kliknie „potwierdź".

Druga strona medalu

Passkey nie jest jednak cudownym lekiem – musimy też pokazać haczyki. Pierwszy to utrata urządzenia. „Zapomniałem hasła" to problem rozwiązany od dekad: wystarczy reset przez e-mail. „Zgubiłem klucz" rozwiązany nie jest – jeśli passkey żył tylko na jednym telefonie, który utonął, wpadasz w kłopot. Producenci ratują się synchronizacją w chmurze (pęk kluczy iCloud, Menedżer haseł Google), ale wtedy bezpieczeństwo wszystkich kont zaczyna zależeć od jednego konta Apple lub Google.

Drugi haczyk to uzależnienie od dostawcy. Klucz zapisany w ekosystemie Apple działa na iPhonie i Macu – ale nie przeskoczy łatwo na służbowego Androida czy windowsowy komputer. Apple i Google nie synchronizują kluczy między sobą; „otwarty" standard bywa w praktyce spoiwem wiążącym użytkownika z jednym gigantem. Trzeci problem: odzyskiwanie konta staje się nowym frontem ataku – skoro hasła nie da się wyłudzić, przestępca dzwoni na infolinię i próbuje przekonać konsultanta, że to on. Do tego drobiazgi: starsze telefony bez biometrii odpadają, a współdzielenie dostępu (rodzinny Netflix, wspólne konto w firmie) się komplikuje. W sieci nie brakuje opisów koszmaru – użytkownik zablokowany na tydzień na własnym koncie, bo zgubił telefon, a serwis nie przewidział żadnej furtki awaryjnej.

Rada ekspertów jest prozaiczna: traktuj klucze jak kopie zapasowe. Załóż drugi passkey na innym urządzeniu, miej sprzętowy klucz „w rezerwie", a przede wszystkim zadbaj, by Twoje konto Apple lub Google było dobrze chronione i dało się je odzyskać.

Co dalej?

Czy hasło zniknie zupełnie? Nie tak szybko. Zostaną z nami przez lata starsze systemy, firmowe aplikacje i niezliczone strony, których nikt nie zmodernizuje – to długi ogon ciągnący się dekadami. Czeka nas raczej długi okres hybrydowy: passkey tam, gdzie się da, hasło tam, gdzie trzeba.

Ciekawszy jest kierunek. Branża pracuje nad przenośnością – standardami (FIDO ogłosiło formaty wymiany poświadczeń CXF/CXP), które pozwolą bezpiecznie przenosić klucze między menedżerami i rozkuć ekosystemowe kajdany. A passkey to dopiero pierwszy krok w stronę czegoś większego: cyfrowego portfela tożsamości. To ten sam Europejski Portfel Tożsamości (EUDI Wallet), o którym pisaliśmy przy okazji weryfikacji wieku – docelowo jedno bezpieczne miejsce, które potwierdza, kim jesteś i ile masz lat, bez ujawniania zbędnych danych.

Najgłębszy morał jest jednak taki: hasło umiera nie dlatego, że wynaleziono lepszy sposób na sekret. Umiera dlatego, że sam pomysł sekretu, który trzeba zapamiętać i komuś pokazać, był słabością. Następca nie każe Ci niczego pamiętać ani niczego ujawniać – i to jest prawdziwy postęp. W zamian wiąże jednak Twoją tożsamość z jednym urządzeniem i garstką technologicznych gigantów. Wygoda i bezpieczeństwo kontra zależność i kontrola – z tym dylematem wejdziemy w świat bez haseł. ■

WM

eprasa.pl e53e35c675

O tych, co przekuli innowacyjne wizje w biznesowy sukces
W polskim życiu publicznym coraz częściej używanym słowem jest odmieniany na wszystkie sposoby wyraz „innowacje". I tak powinno być przez najbliższe lata, bo ambicją naszego kraju jest spektakularny awans do grona państw o gospodarce kreatywnej, tworzącej własne produkty i marki, znane i szanowane w świecie.
To Wy, młodzi Czytelnicy MT, macie tego dokonać! Żeby Was natchnąć dobrymi przykładami, co miesiąc przedstawiamy reprezentantów czołówki światowych liderów innowacji. Najczęściej byli oni jeszcze w wieku szkolnym lub studenckim, gdy w ich głowach rodziły się śmiałe pomysły skutkujące później powstaniem superproduktów, wielkich brandów i fantastycznych fortun.
To oni kształtują cywilizację technologiczną.
To bohaterowie naszych czasów.

1. Sir James Dyson, założyciel i główny inżynier Dyson Ltd. | Źródło: Royal Society uploader – Praca własna, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=43268607

5 127 prototypów **James Dyson**

Był rok 1978. James Dyson stał ze swoim własnoręcznie zrobionym cylindrem z kartonu przyczepionym do odkurzacza i patrzył, jak pyl kręci się w środku zamiast zatykać worek. To był pomysł oczywisty. Nikt wcześniej go nie wdrożył. Pięć lat i 5 127 prototypów. Dyson miał gotowy produkt. Żaden producent AGD w Europie ani Ameryce nie chciał go kupić. Dziś firma nosi jego nazwisko i jest warta ponad 13 miliardów dolarów.

CV: Sir James Dyson

Urodzony:	2 maja 1947, Cromer, Norfolk, Anglia
Edukacja:	Byam Shaw School of Art (1965–66), Royal College of Art – projektowanie mebli i wnętrz (1966–70)
Kariera:	Rotork (1970–74) → założyciel Ballbarrow (1974) → założyciel Dyson Appliances (1991) → Dyson Ltd. (do dziś)
Główne wynalazki:	Ballbarrow (1974), odkurzacz cyklonowy G-Force (1983), DC01 (1993), Air Multiplier – wentylator bezłopatkowy (2009), Supersonic – suszarka (2016)
Majątek:	ok. 13,3 mld USD (Forbes, 2025) – piąta najzamożniejsza osoba w Wielkiej Brytanii
Odznaczenia:	CBE (1995), Knight Bachelor – Sir James Dyson (2007)
Zainteresowania:	długodystansowy bieg, żeglarstwo, architektura, rolnictwo

eprasa.pl e53e35c675

Chłopiec, który stracił ojca

James Dyson urodził się 2 maja 1947 roku w Cromer, małym nadmorskim miasteczku w Norfolk na wschodnim wybrzeżu Anglii. Ojciec Alec był nauczycielem i znawcą klasyki – uczył greki i łaciny. Zmarł, gdy James miał dziewięć lat.

Jako nastolatek Dyson osiągał dobre wyniki w sporcie wytrzymałościowym. Biegał długie dystanse i twierdził później, że właśnie tam nauczył się czegoś najważniejszego: kiedy każdy inny zawodnik zwalnia na długich odcinkach, trzeba przyspieszyć. Ból jest chwilowy. Rezygnacja jest porażką na zawsze.

Studiował projektowanie mebli i wnętrz w Royal College of Art w Londynie. Nie elektronikę, nie inżynierię – dizajn. To ukształtowało jego późniejsze podejście do wynalazczości: dobry produkt musi działać lepiej i wyglądać lepiej od tego, który ma być zastąpiony.

Ballbarrow i pierwsza lekcja rynku

Pierwszym wynalazkiem Dysona był Ballbarrow – taczka, w której zamiast koła zamontował plastikową kulę. Kula nie grzęzła w mokrej ziemi i pozwalała skręcać w miejscu. Taczki według tego patentu zostały sprzedany w setkach tysięcy egzemplarzy.

Ale wspólnik Dysona sprzedał jego udziały bez jego wiedzy. Dyson stracił własną firmę i własny wynalazek, bo właścicielem patentu była firma. Pierwsza lekcja: patent to za mało. Trzeba kontrolować produkt do końca.

W swojej fabryce produkującej Ballbarrow zainstalował przemysłowy separator cyklonowy do oczyszczania powietrza. Wrócił pewnego dnia do domu i zobaczył swój stary odkurzacz Hoover – słaby, zatkany, z pełnym workiem. Następnego ranka zrobił kartonowy cylinder i przykręcił do odkurzacza zamiast worka.

5 127 prototypów

Od 1978 do 1983 roku Dyson budował kolejne wersje odkurzacza cyklonowego. Nie miał laboratorium – miał garaż za domem w Bathford. Żona Deirdre, którą wszyscy nazywali Di, utrzymywała rodzinę z nauczania plastyki. Mieli troje dzieci. Były miesiące, gdy konto bankowe było na minusie.

Pięć lat. 5 127 prototypów. Każda wersja trochę lepsza od poprzedniej. Każda porażka dawała informację o tym, co nie działa. Dyson twierdzi, że żałuje tylko dwóch rzeczy: czasu

2. Dyson DC01 – pierwszy masowo produkowany odkurzacz bez worka, 1993 | Źródło: Lankyrider – Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=80884023

eprasa.pl e53e35c675

Jak to działa: separacja cyklonowa

W tradycyjnym odkurzaczu brudne powietrze przepływa przez filtr lub worek. Pył zatrzymuje się na tkaninie, ale z każdą sekundą pory stają się bardziej zatkane – ssanie spada.

Dyson zastosował zasadę z przemysłowych separatorów: brudne powietrze wpuszczone stycznie do cylindra zaczyna krążyć z prędkością 900 km/h. Siła odśrodkowa wyrzuca pyl i brud na ścianki cylindra, skąd opada do pojemnika. Czyste powietrze wydostaje się środkiem.

Brak worka oznacza brak oporu – ssanie pozostaje stałe przez cały czas pracy. Producenci tradycyjnych odkurzaczy zarabiają na sprzedaży worków – rynek w Europie był wart ponad 500 milionów dolarów rocznie. To dlatego wszystkie duże firmy odmówiły.

straconego na błędach, których można było uniknąć. Nie żałuje żadnego z 5 127 prototypów.

W 1983 roku miał gotowy model. Zaprezentował go każdemu większemu producentowi AGD w Europie i Ameryce. Hoover, Electrolux, AEG, Miele, Bosch. Wszyscy odmówili.

Japonia, różowy odkurzacz i 2000 dolarów

Jeden z japońskich producentów był zainteresowany. Dyson sprzedał licencję i w 1986 roku na japońskim rynku pojawił się G-Force – jaskraworóżowy odkurzacz w cenie równoważnej 2 000 dolarów. Luksusowy produkt, kupowany jako prezent i symbol statusu. Wygrał nagrody designerskie. Dyson zaczął zarabiać.

3. Dyson Air Multiplier – wentylator bezłopatkowy, 2009 | Źródło: Labriazctomi – Own work, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20902126

Za japońskie pieniądze postanowił założyć własną fabrykę w Anglii. W 1993 roku, mając 46 lat, uruchomił Dyson Appliances i wypuścił DC01 – pierwszy masowo produkowany odkurzacz bez worka. Cena była wyższa niż konkurencja. Reklama telewizyjna miała jeden slogan: „say goodbye to the bag".

W ciągu dwóch lat DC01 stał się najlepiej sprzedającym się odkurzaczem w Wielkiej Brytanii. Kiedy Dyson wszedł na rynek amerykański w 2002 roku, w trzy lata zdobył 20% udziału w rynku.

Od odkurzacza do silnika elektrycznego

Dyson nie zatrzymał się na odkurzaczu. Zasada była ta sama: wziąć coś, co wszyscy uważają za gotowe i zaprojektować od nowa. W 2009 roku Air Multiplier – wentylator bez łopatek – zaskoczył rynek. Powietrze zasysane przez podstawę przyspiesza przez pierścień aerodynamiczny i wylatuje jako równa, spokojna struga. Brak wibracji, brak hałasu, brak niebezpiecznych obracających się łopatek.

W 2016 roku Dyson Supersonic – suszarka do włosów z silnikiem cyfrowym w rączce zamiast w głowicy. Suszarka, nad którą pracował zespół 103 inżynierów przez 4 lata. Cena: 400 dolarów. Sprzedaje się w milionach.

W 2017 roku Dyson ogłosił prace nad samochodem elektrycznym. Wydał 500 milionów funtów i zaproponował gotowy model. Ale ekonomia projektu nie działała: koszt produkcji był za wysoki, żeby konkurować z Teslą. W 2019 roku projekt anulował. Pieniądze przepadły. Lekcja – nie.

Fundacja i przyszłość

W 2002 roku Dyson założył James Dyson Foundation – organizację, która co roku rozdaje nagrody studenckim projektom inżynierskim w ponad 30 krajach. Nagroda James Dyson Award obejmuje 35 000 dolarów dla zwycięzcy i możliwość komercjalizacji wynalazku. Fundacja finansuje również szkołę inżynierską Dyson Institute of Engineering and Technology w Malmesbury.

Dziś Dyson zatrudnia ponad 14 000 osób, połowa z nich to inżynierowie i naukowcy. Firma

eprasa.pl e53e35c675

5 127 PROTOTYPÓW – OD KARTONU DO GLOBALNEJ MARKI

1978 Prototyp #1 → **1983** 5 lat pracy → **1986** Pierwsze pieniądze → **1993** #1 w UK po 2 latach → **2009** Nowa kategoria

1978	1983	1986	1993	2009
Kartonowy cylinder w garażu w Bathford	Prototyp #5 127 G-Force gotowy	Licencja dla Japonii G-Force za $2000	DC01 – własna fabryka w Wiltshire	Air Multiplier wentylator bez łopat

Między 1983 a 1993 rokiem Dyson otrzymał odmowę od ponad 500 firm i inwestorów, m.in.:
Hoover • Electrolux • Miele • AEG • Bosch • Hotpoint i setki innych

Główny powód: rynek worków do odkurzaczy był warty rocznie 500 mln USD
– producenci nie chcieli go stracić

prowadzi badania nad robotyką, AI, bateriami stałostanowymi i silnikami elektrycznymi. Główna siedziba przeniosła się do Singapuru, fabryka – do Malezji. Dyson tłumaczył to ekonomią. Krytycy – hipokryzją.

Co zostało po 5 127 prototypach

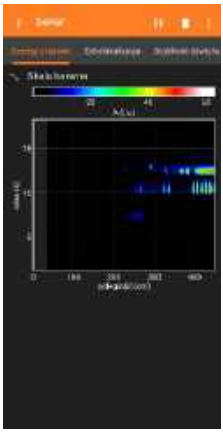
Dyson jest dowodem na to, że bariery wejścia na rynek – wielcy producenci, ogromne kapitały, silne marki – mogą być pokonane przez wystarczająco dobry produkt i wystarczająco nieugiętą osobę.

Odmówiło mu ponad 500 firm i inwestorów. Europejskie rynki AGD chroniły swój workowy interes jak twierdzę. Di uczyła plastyki, żeby rodzina przetrwała kolejny miesiąc. Dyson wrócił do garażu.

Kiedy pyta się go, co czuje, wiedząc, że przez pięć lat żona utrzymywała rodzinę, by mógł budować kolejne prototypy, odpowiada krótko: „Jeśli wierzy się w coś wystarczająco mocno, nie jest to poświęcenie. To po prostu życie”. ■

Paweł Biernacki

4. Siedziba główna w byłej elektrowni St James w Singapurze
Źródło: Westliche – Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=115828328



Phyphox

Laboratorium fizyczne w kieszeni

Phyphox zamienia smartfon w przenośne laboratorium fizyczne. Aplikacja sięga po wbudowane czujniki telefonu – akcelerometr, żyroskop, magnetometr, barometr, mikrofon, czujnik zbliżeniowy i GPS – i pozwala mierzyć nimi przyspieszenie, drgania, natężenie dźwięku, ciśnienie czy pole magnetyczne. Powstała na Wydziale Fizyki RWTH w Akwizgranie i jest całkowicie bezpłatna.

Siłą programu są gotowe eksperymenty z instrukcją: wahadło, ruch po okręgu, dźwiękowy stoper, pomiar prędkości windy czy częstotliwości drgań. Dane można podejrzeć w czasie rzeczywistym na wykresie, a potem wyeksportować do CSV lub Excela i analizować dalej. Aplikacja oferuje nawet zaawansowane narzędzia, jak transformata Fouriera czy korelacja wzajemna.

Ciekawostką jest zdalna kontrola: po połączeniu telefonu z komputerem w tej samej sieci eksperyment obsługuje się przez przeglądarkę, co ułatwia pokazy na lekcji. Phyphox to dziś jedno z najlepszych narzędzi do nauki fizyki „z pierwszej ręki” – dla ucznia, nauczyciela i każdego, kto chce sprawdzić, ile naprawdę przyspiesza tramwaj.

Producent: RWTH Aachen (2. Instytut Fizyki)
Platformy: Android, iOS
Cena: bezpłatna, bez reklam
Oceny (skala do 10)
Możliwości 9,5
Łatwość obsługi 8,5
Ocena ogólna 9,0

Stellarium Mobile

Planetarium nad głową

Stellarium Mobile to mobilna wersja popularnego, otwartoźródłowego planetarium. Wystarczy skierować telefon na niebo, by aplikacja – korzystając z czujników położenia – pokazała, na co właśnie patrzymy: gwiazdy, gwiazdozbiory, planety, mgławice, a nawet przelatujące satelity i Międzynarodową Stację Kosmiczną.

Baza obiektów jest ogromna: miliony gwiazd i tysiące obiektów głębokiego nieba, z możliwością „przewijania” czasu, by zobaczyć położenie ciał niebieskich w przeszłości lub przyszłości – choćby po to, by zaplanować obserwację zaćmienia czy koniunkcji planet. Tryb rzeczywistości rozszerzonej nakłada nazwy i linie gwiazdozbiorów wprost na obraz z aparatu.

Wersja podstawowa jest bezpłatna i w zupełności wystarcza do nauki nieba; płatne Stellarium Mobile Plus dodaje dokładniejsze katalogi i zdjęcia w wysokiej rozdzielczości. To aplikacja, która z balkonu w mieście robi bramę do astronomii – i jeden z najlepszych sposobów, by nauczyć się rozpoznawać gwiazdozbiory.

Producent: Stellarium Labs/Noctua Software
Platformy: Android, iOS
Cena: bezpłatna (wersja Plus płatna)
Oceny (skala do 10)
Możliwości 9,0
Łatwość obsługi 9,5
Ocena ogólna 9,0

Bitwarden

Koniec zapominania haseł

Bitwarden to menedżer haseł, czyli zaszyfrowany sejf na wszystkie loginy, który pamięta je za nas i wpisuje automatycznie. Aplikacja jest otwartoźródłowa – kod każdy może skontrolować – a jej darmowy plan, w odróżnieniu od konkurencji, nie ogranicza ani liczby haseł, ani liczby urządzeń.

Bitwarden używa szyfrowania „zero-knowledge”: dane odszyfrowuje wyłącznie nasze hasło główne, więc nawet producent nie ma do nich dostępu. Wbudowany generator tworzy silne, losowe hasła, a aplikacja ostrzega przed ich powielaniem. Sejf odblokujemy biometrią – odciskiem palca lub skanem twarzy.

Co istotne w 2026 r., Bitwarden – także w wersji darmowej – przechowuje już passkeys, czyli klucze dostępu zastępujące hasła (piszemy o nich szerzej w artykule „Koniec hasła” w tym numerze). To jeden z niewielu menedżerów łączących świat haseł, które odchodzą, z logowaniem, które dopiero nadchodzi.

Producent: Bitwarden, Inc. (open source)
Platformy: Android, iOS, przeglądarki, desktop
Cena: bezpłatna (prem. ~10 USD/rok)
Oceny (skala do 10)
Możliwości 9,0
Łatwość obsługi 8,5
Ocena ogólna 9,0

eprasa.pl e53e35c675

AnkiDroid

Nauka, która zostaje w głowie

AnkiDroid to mobilna, darmowa i otwartoźródłowa wersja Anki – najsłynniejszego programu do nauki fiszkami. Jego sercem jest system inteligentnych powtórek (spaced repetition): aplikacja sama planuje, którą kartę i kiedy powtórzyć, podsuwając materiał tuż przed momentem, w którym mózg miałby go zapomnieć.

Dzięki temu nauka jest wyjątkowo wydajna – tę samą wiedzę utrwala się w ułamku czasu potrzebnego przy zwykłym „wkuwaniu". Fiszki mogą zawierać tekst, obrazy, dźwięk i wzory, a gotowe talie (słówka, anatomia, stolice) pobiera się z internetu albo tworzy własne. Postępy synchronizują się przez AnkiWeb między telefonem a komputerem.

Trzeba uczciwie dodać, że Anki ma stromą krzywą uczenia – interfejs jest surowy, a możliwości na start przytłaczające. To inwestycja, która jednak zwraca się z nawiązką, zwłaszcza dla studentów medycyny czy uczących się języków. Uwaga: na Androidzie AnkiDroid jest darmowy, ale wersja na iPhone'a (AnkiMobile) jest płatna.

Producent: społeczność open source
Platformy: Android
(na iOS płatne AnkiMobile)
Cena: bezpłatna
Oceny (skala do 10)
Możliwości 9,5
Łatwość obsługi 7,5
Ocena ogólna 8,5

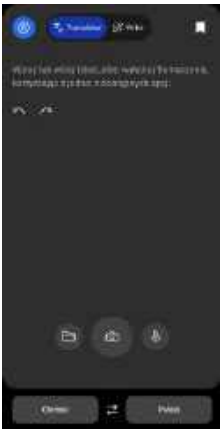
Wolfram Alpha

Silnik wiedzy, nie wyszukiwarka

Wolfram Alpha to nie wyszukiwarka, lecz „silnik wiedzy obliczeniowej": na pytanie nie odpowiada listą linków, tylko wyliczonym wynikiem. Rozwiąże równanie, naszkicuje wykres funkcji, poda właściwości pierwiastka, parametry orbity planety czy dane statystyczne – wszystko policzone na bieżąco z własnej, wyselekcjonowanej bazy.

Dla ucznia i studenta najcenniejsze są rozwiązania krok po kroku: aplikacja nie tylko podaje wynik całki czy układu równań, ale pokazuje całą drogę dojścia do niego. Zadanie można też po prostu sfotografować aparatem. Zakres jest ogromny – matematyka, fizyka, chemia, biologia, inżynieria, ekonomia, astronomia i statystyka. Fragmenty Wolfram Alpha napędzają zresztą asystenta Siri w telefonach Apple. Samo wyszukiwanie i podstawowe odpowiedzi są bezpłatne; rozwiązania krok po kroku oraz foto-wejście wymagają abonamentu Pro (jest też tańsza, jednorazowa wersja Classic). To narzędzie, które realnie potrafi zastąpić korepetytora z przedmiotów ścisłych.

Producent: Wolfram Research
Platformy: Android, iOS
Cena: podstawa bezpłatna, pełnia funkcji w Pro
Oceny (skala do 10)
Możliwości 9,5
Łatwość obsługi 8,5
Ocena ogólna 9,0



DeepL

Tłumacz, który rozumie kontekst

DeepL to tłumacz powszechnie uznawany za najdokładniejszy na rynku, zwłaszcza dla języków europejskich. W przeciwieństwie do konkurencji lepiej oddaje kontekst, idiomy i naturalny szyk zdania – tłumaczenia brzmią tak, jakby napisał je człowiek, a nie maszyna. Za aplikacją stoi niemiecka firma DeepL SE.

Mobilna aplikacja robi dziś znacznie więcej niż tłumaczenie wpisywanego tekstu: przetłumaczy napis z obrazu aparatu, zdjęcie, mowę na żywo, a nawet całe pliki (w tym PDF-y) z zachowaniem układu. Tryb offline obsługuje kilkadziesiąt języków, co ratuje w podróży bez internetu.

Wbudowany DeepL Write podpowiada poprawki stylistyczne i gramatyczne – przydatny nie tylko przy obcym języku, lecz i przy redagowaniu własnych tekstów. Podstawowe tłumaczenie jest bezpłatne; abonament Pro znosi limity długości, dodaje glosariusz i wybór tonu (formalny/nieformalny). Dla każdego, kto czyta lub pisze w obcym języku, to dziś narzędzie pierwszego wyboru.

Producent: DeepL SE
Platformy: Android, iOS
Cena: bezpłatna
(Pro w abonamencie)
Oceny (skala do 10)
Możliwości 9,0
Łatwość obsługi 9,5
Ocena ogólna 9,5

eprasa.pl e53e35c675

Udowodnij, że masz 18 lat – nie mówiąc, kim jesteś

2 czerwca 2026 r. Rada Ministrów przyjęła projekt ustawy o ochronie małoletnich przed dostępem do treści pornograficznych w internecie. Wicepremier Krzysztof Gawkowski ujął rzecz prosto: skoro w realnym świecie nie wpuszczamy dziecka do sklepu dla dorosłych, nie udawajmy, że w sieci ten problem nie istnieje. Trudno się spierać – zwłaszcza gdy średni wiek pierwszego kontaktu polskiego dziecka z pornografią to, według resortu cyfryzacji, niespełna jedenaście lat. Cała wojna nie toczy się więc o to, czy stawiać bramkę. Toczy się o jedno pytanie techniczne: jak sprawdzić wiek w internecie, nie zamieniając go w punkt kontrolny, w którym każdy pokazuje dowód.

Koniec ery „kliknij, że masz 18 lat”

Dotychczasowa „weryfikacja” była fikcją. Okienko z pytaniem o pełnoletność i przyciskiem „mam ukończone 18 lat” nie zatrzymuje nikogo – klika je dziewięciolatek równie sprawnie jak dorosły. Autodeklaracja to nie zamek, tylko napis „proszę nie wchodzić”. Nowe prawo tego napisu już nie uzna: ustawa wymaga „skutecznych mechanizmów” i – co istotne – nie narzuca jednej technologii. Wybór zostawia serwisom, ale podnosi poprzeczkę. Pytanie brzmi: czym tę poprzeczkę da się realnie podeprzeć.

Trzy drogi: dokument, twarz, bank

W praktyce świat wypróbował dotąd trzy rodziny metod. Pierwsza to dokument – użytkownik fotografuje dowód lub paszport.

eprasa.pl e53e35c675

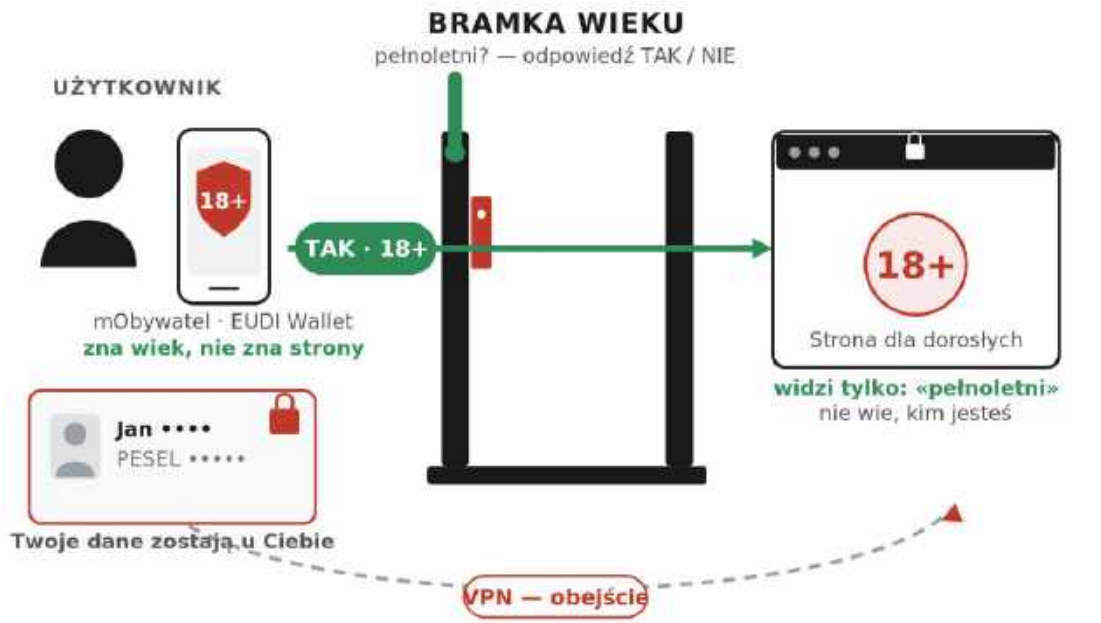
JAK TO DZIAŁA – dowód wieku bez ujawniania tożsamości

W modelu „podwójnej ślepoty” weryfikacja rozkłada się na dwie strony, które celowo nic o sobie nie wiedzą. Portfel tożsamości (np. *EUDI Wallet*) zna Twój wiek, bo wcześniej potwierdziło go państwo – ale nie wie, że właśnie wchodzisz na stronę dla dorosłych. Witryna zna adres, na który wchodzisz – ale dostaje wyłącznie komunikat „użytkownik ma ukończone 18 lat”, bez imienia, numeru dowodu czy zdjęcia. To informatyczny odpowiednik bramkarza, który sprawdza datę urodzenia, oddaje dokument i natychmiast zapomina twarz. Technicznie umożliwia to dowód z wiedzą zerową (*zero-knowledge proof*) – metoda pozwalająca udowodnić prawdziwość faktu („mam 18 lat”) bez ujawniania danych, z których ten fakt wynika.

Skuteczne, ale wymaga oddania najwrażliwszych danych witrynie, której nazwy wolelibyśmy nikomu nie zdradzać. Druga to szacowanie wieku z twarzy – kamera i algorytm oceniają, czy „to raczej dorosły”. Wygodne, lecz zawodne: brytyjska prasa szybko opisała, jak system udawało się oszukać selfie z gry wideo. Trzecia to pośrednik – karta płatnicza, bank (*Open Banking*) albo operator komórkowy potwierdza wiek. Brytyjski regulator Ofcom, egzekwujący tamtejszą ustawę z 25 lipca 2025 r., ocenia każdą metodę według czterech kryteriów: dokładności, odporności na obejście, niezawodności i sprawiedliwości. Wspólny mianownik wszystkich tych dróg jest jednak niepokojący: ślad. Gdzieś powstaje zapis, że ktoś – z imienia i nazwiska – chciał wejść tam, gdzie wszedł. A bazy danych, jak wiadomo, wyciekają.

Sztuczka z podwójną ślepotą

I tu pojawia się pomysł naprawdę elegancki, na który stawia polski rząd. Nazywa się „podwójna anonimowość” (po angielsku *double-blind*), a pierwsza wdrożyła go Francja – od 11 kwietnia 2025 r. tamtejszy regulator ARCOM wymaga, by przynajmniej jedna z oferowanych metod spełniała tę zasadę. Idea jest prosta: między użytkownikiem a witryną staje niezależny pośrednik. Serwis dowiaduje się tylko, że gość jest pełnoletni – nie poznaje, kim jest. Pośrednik z kolei nie wie, do jakiej witryny wystawił zaświadczenie. Nikt nie widzi całości. Polskie Ministerstwo Cyfryzacji chce to oprzeć na Europejskim Portfelu Tożsamości Cyfrowej (*EUDI Wallet*), powiązanym z aplikacją mObywatel. Jak opisuje wiceminister Dariusz Standerski: portfel odsyła stronie wyłącznie odpowiedź



1. Weryfikacja wieku w modelu „podwójnej ślepoty”: tożsamość użytkownika nie opuszcza jego urządzenia, do serwisu trafia wyłącznie odpowiedź „pełnoletni”, a VPN pozwala obejść bramkę. | Infografika: opracowanie własne redakcji

eprasa.pl e53e35c675

TAK/NIE, a wystawca portfela nie wie, gdzie jej użyto. Pełną, anonimową weryfikację rząd planuje uruchomić do końca 2026 r.; równolegle Komisja Europejska szykuje wspólną unijną aplikację opartą na tzw. dowodzie z wiedzą zerową. Brzmi jak rozwiązanie idealne. Pod jednym warunkiem: że bramka w ogóle zadziała.

Brytyjska lekcja i australijski eksperyment

Bo tu zaczynają się schody. Gdy Wielka Brytania włączyła obowiązkową weryfikację, stało się coś, co powinno studzić zapał każdego ustawodawcy: w ciągu kilku dni dostawcy VPN zanotowali eksplozję rejestracji – Proton mówił o wzrostach rzędu 1400...1800 proc., NordVPN o tysiącu. VPN przenosi użytkownika „za granicę" jednym kliknięciem, a ustawa działa tylko w obrębie brytyjskich adresów IP. Połowa najczęściej pobieranych aplikacji w brytyjskim App Store w dniu startu to były VPN-y i programy do... weryfikacji wieku. Petycja o uchylenie ustawy zebrała ponad dwukrotność progu potrzebnego do debaty w parlamencie, a Izba Lordów jeszcze w grudniu 2025 r. zastanawiała się, co zrobić z obchodzeniem prawa. Australia poszła dalej i ostrzej: od 10 grudnia 2025 r. – jako pierwszy kraj na świecie – w ogóle zakazała zakładania kont w mediach społecznościowych osobom poniżej 16 lat, przerzucając odpowiedzialność na platformy (kara do 49,5 mln dolarów australijskich) i każąc im „rozpoznawać" nastolatków m.in. po zachowaniu. Do połowy grudnia platformy zlikwidowały 4,7 mln kont. Efekty i koszty – choćby dla prywatności wszystkich pozostałych użytkowników – dopiero poznamy.

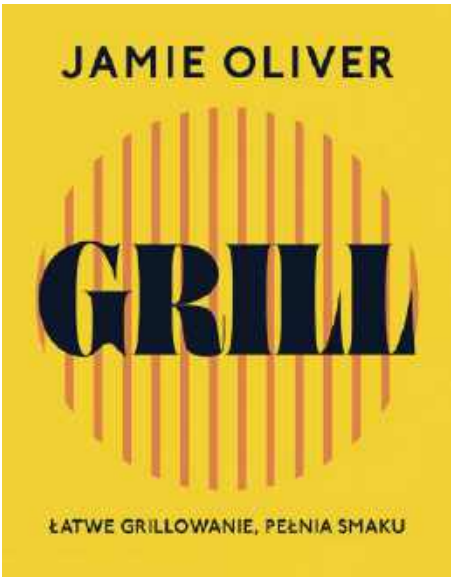
Bramkarz, nie mur

Jaki z tego morał dla felietonisty, który nie chce udawać ani że problemu nie ma, ani że łatwo go rozwiązać? Taki, że weryfikacja wieku jest bramkarzem, nie murem. Zdeterminowanego nastolatka z VPN-em nie zatrzyma żaden portfel tożsamości – ale jedenastolatka, który trafia na takie treści przypadkiem, klikając w link czy reklamę, już owszem. A to właśnie te przypadkowe, masowe kontakty są sednem problemu z resortowych statystyk. Polski wybór – postawić na anonimowy portfel zamiast na zbieranie skanów dowodów – jest pod względem prywatności najmądrzejszy z możliwych. Pod warunkiem że nie skończy się na nim. Bramka na froncie witryn dla dorosłych to bowiem tylko jeden element; równolegle rząd zakazuje smartfonów w podstawówkach, a najskuteczniejszym „algorytmem" wciąż pozostaje rozmowa rodzica z dzieckiem. Technologia może podnieść próg. Wychowania nie zastąpi. I dobrze, że nie próbuje – gorzej, jeśli ktoś uwierzy, że już może przestać. ■

De Coder

Grill
Jamie Oliver
Wydawnictwo: Insignis, stron: 256, sugerowana cena: 84,99 zł

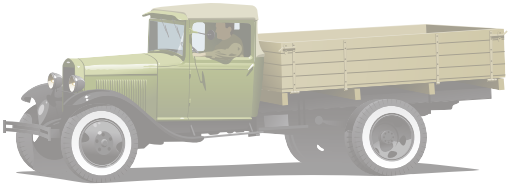
Smak bez wysiłku. Odmień swoje grillowanie dzięki 90 łatwym i gwarantującym pełnię smaku przepisom Jamiego Olivera – ta książka to idealny towarzysz przyrządzania posiłków i ucztowania na świeżym powietrzu.
Co znajdziesz w środku? Odkryj, jak najlepiej grillować, podwędzać i opiekać, by stworzyć dania, które zachwycą wszystkich twoich gości! Dokonasz tego dzięki kompletnej, różnorodnej i wyjątkowo łatwej książce Jamiego "Grill".
Smak bez niepotrzebnych komplikacji. Wszyscy lubimy dobrego grilla, ale często kończy się na lekko przypalonych kiełbaskach i zwykłych burgerach. Aż do teraz!
Inspiracje na co dzień. Jamie Oliver prowadzi czytelnika przez tę książkę z wyczuciem i dbałością o szczegóły.
Weź tę książkę do kuchni. Sięgnij po „Grill" i odkryj przepisy, które pomogą zamienić każde spotkanie przy ruszcie w kulinarną ucztę.



eprasa.pl e53e35c675

Opowiadanie „Człowiek Literatura” powstało w 1980 roku, autor adaptował je do celów radiowych i w 1981 przesłał na doroczny konkurs Polskiego Radia na słuchowisko o tematyce fantastyczno-naukowej. Tekst zdobył II nagrodę i jeszcze w tym samym roku został nadany w reżyserii Zdzisława Dąbrowskiego, w doborowej obsadzie: Bronisław Pawlik, Jerzy Kamas, Zdzisław Wardejn. W 2001 roku opowiadanie „Człowiek Literatura” ukazało się w autorskim zbiorze Witolda Banacha pt. „Nowa forma spotkania”. Dzisiaj to opowiadanie nabrało szczególnej aktualności, gdy niektórzy autorzy „tworzą” w tempie jednej książki dziennie.

Człowiek Literatura



Do domu przywiozła mi go ciężarówka. Czterech rosłych facetów sporo się nabiedziło, zanim przytargali mi go do domu. Pół dnia załączali go, coś tam montowali, regulowali itp. Nie znam się na tych sprawach, moja rola miała dopiero nastąpić. Nudziłem się jak cholera, bo najgorzej, kiedy człowiek musi asystować i kiwać głową, że niby wszystko jest takie jasne i zrozumiałe, podczas gdy w głowie ma zupełny galimatias. Próbowałem jakoś zagadywać, aby czas upłynął szybciej, jednak nic z tego nie wychodziło. Z kolei nie mogłem tak po prostu wyjść do innego pokoju i zająć się czymś innym. Byłem zbyt podenerwowany, zbyt podniecony, nie mogłem spokojnie zebrać myśli, nie potrafiłem na niczym się skoncentrować. W końcu nadszedł wreszcie upragniony moment, kiedy jeden z tych, co go ustawiali, a który sprawiał wrażenie najważniejszego w tej ekipie (w każdym razie robił najmądrzejsze miny) podszedł do mnie. Charakterystycznie klasnął w dłonie i nie ukrywając zadowolenia powiedział:

– Gotowe.

Podszedłem bliżej ściany, której całą długość zajmowało ich dzieło. Dotknąłem lśniącego pulpitu, pogładziłem nieśmiało ręką. Czułem się niepewnie, nie wiedziałem, co powiedzieć.

– Gotowe? – Powtórzyłem z niedowierzaniem jego słowa. Trochę do siebie, trochę do nich.

– Tak, może pan natychmiast przystąpić do pracy. Życzymy powodzenia. Chociaż jak pan sam wie doskonale, nie trzeba tego życzyć. Sukces jest pewny. Będzie pan wdzięczny Towarzystwu.

– Tak, z pewnością. – Ich słowa tylko w części docierały do mnie, byłem zbyt oszołomiony. Dlatego po chwili pomyślałem sobie, że niepotrzebnie tak zachwalają towar swojego Towarzystwa, dosyć nasłuchałem się w biurze. Żeby nie przedłużać męczącej mnie rozmowy podszedłem do drzwi, podziękowałem, po czym odprowadziłem ich aż do furtki. Po drodze dałem im w miarę przyzwoity napiwek, tak że z pewnością nie czuli się pokrzywdzeni.

Wróciłem do gabinetu. Usiadłem wygodnie w fotelu naprzeciw niego przypominając sobie wydarzenia ostatnich miesięcy. Najpierw rozmowę z moim wydawcą. Poprosił mnie, żebym się do niego udał, było to po ukazaniu się mojej trzeciej z kolei książki, która nie odniosła większego sukcesu. Jej nakład – chociaż dość skromny w porównaniu z dawnymi dobrymi czasami – nie został w całości sprzedany. Moja sytuacja stawała się fatalna. Nie chodziło tu o pieniądze, miałem ich dużo dzięki poprzednim sukcesom, chodziło po prostu o utrzymanie dobrej sławy, o to by krytyka nie rozpisywała się, że się skończyłem.

– Stary, współpracujemy z tobą już tyle lat – zaczął dyrektor wydawnictwa, z którym znaliśmy się już ponad dwadzieścia lat. – Pamiętam, kiedy przyszedłeś do mnie

eprasa.pl e53e35c675

jako siedemnastoletni chłopak z rękopisem swojej powieści. Nikt nie chciał wierzyć, że to ty napisałeś. Nie, nie przerywaj mi – a właśnie w tej chwili chciałem mu powiedzieć, żeby przeszedł do rzeczy – tak było. Twoja książka, to było coś. Wydarzenie, sensacja, najlepsza książka roku. Fenomenalny młodzieniec. Może w poezji nie budziłoby to takiego zdziwienia, ale w prozie... Coś takiego nieczęsto się zdarzało. I potem drugie zaskoczenie. Nie zniszczyła cię sława debiutu, po którym krytyka wręcz się rozpływała. Pisałeś dalej, coraz lepiej... Przyszło tyle następnych sukcesów. Nie, nie przerywaj mi – chociaż zaledwie zdążyłem otworzyć usta – tyle sukcesów: „Okno ciemności", „Łuna", „Czekaj na mnie", „Sen Elektry", „Zwykły spacer", wyróżnienia, nagrody, tłumaczenia na wszystkich kontynentach.

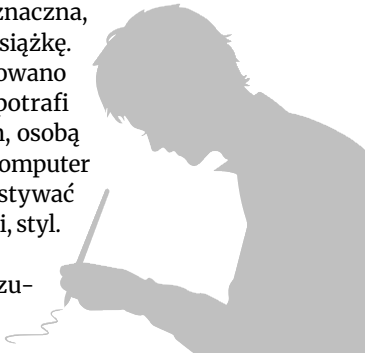
Byłeś znany na całym świecie. Nie, nie przerywaj mi – tylko ruszyłem ręką – tak, powtarzam, byłeś znany na całym świecie. Ale twoje ostatnie książki, wybacz, że to tak określę, zrobiły klapę. Zresztą sam wiesz, co ci będę mówił. Podstawowego nakładu twojej najnowszej powieści nie zdołaliśmy nawet w całości sprzedać. Krytycy tylko dzięki wspomnieniom przeszłości potraktowali cię dosyć łagodnie. Piszą, że „odpoczywasz". A co będą dalej pisali? Musisz coś zrobić. Twoja następna książka musi przynieść sukces, musisz jeszcze raz potwierdzić swoją pozycję, udowodnić, że należysz do najlepszych. Bo nasza oficyna wydaje tylko najlepszych. Krótko mówiąc musisz napisać coś genialnego. – Tak mnie zatkało, że nie potrafiłem mu przerwać. – Liczę na ciebie stary. Wstał podając mi rękę, dając mi do zrozumienia, że moją wizytę uznał za zakończoną.

Był na tyle taktowny, a może zapomniał, bo przemówienie było przydługie, iż nie powiedział, że w przeciwnym wypadku, czyli jeśli nie napiszę nic genialnego – pożegnamy się. Cóż, oficyna wydawała najlepszych, ale i czytanych, prawo interesu.

Byłem bliski załamania. Sam musiałem przyznać, że moje ostatnie książki były rzeczywiście mierne. Może nawet nie byłoby to najgorsze, gdyby chodziło jedynie o przejściowy spadek formy. Chwilowe załamanie, po którym znowu potrafiłbym napisać rzecz bardzo dobrą. Niestety zauważyłem, że pisanie przychodzi mi z coraz większą trudnością, czułem się zupełnie wyjałowiony, nie miałem tematu, nie miałem w ogóle chęci pisania. Potrafiłem cały dzień przesiedzieć nad maszyną do pisania nie pisząc nawet zdania. Czasem po napisaniu jakiejś partii tekstu darłem wszystko i wrzucałem do kosza. Tak, to chyba koniec, ta myśl prześladowała mnie. Może należę do tego rodzaju pisarzy, którzy po wczesnym debiucie i apogeum twórczości przypadającym na bardzo młode lata, później spalają się nagle i nigdy już nie wracają do pisania. Kończę się.

Ale ja pisałem już przeszło dwadzieścia lat z powodzeniem, i sądziłem, że tak powinno już być aż do śmierci. Dlaczego właśnie teraz? Myślałem nawet o samobójstwie. I oto natrafiłem w naszym lokalnym dzienniku na nie rzucające się w oczy ogłoszenie firmy zajmującej się sprzedażą wyspecjalizowanych komputerów. Oferowała nowy specjalny model komputera dla pisarza. Nie byłoby w tym nic dziwnego, gdyby nie dalsze wyjaśnienia w ogłoszeniu. Firma przypominała, że rozprowadziła już prostsze modele, których możliwości były w dużym stopniu ograniczone. Korygowały jedynie ewentualnie błędy, podawały możliwości rozwinięcia fabuły, informowały o stopniu eksploatacji danego problemu czy pomysłu.

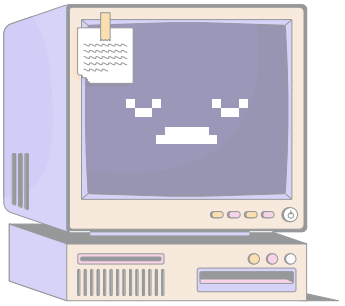
Najszerszą rzeszę odbiorców tego sprzętu stanowili w związku tym pisarze science-fiction. Ogólnie rzecz biorąc komputery zapobiegały stworzeniu plagiatu w stopniu większym, im bardziej miały rozbudowany bufor pamięci. Ale najnowszy produkt firmy to zupełnie coś innego. W tym miejscu treść ogłoszenia była trochę niejasna i dwuznaczna, a ja jednak wnioskowałem, że nowy komputer potrafi sam napisać książkę. Już następnego dnia rano udałem się do biura firmy, gdzie poinformowano mnie o wszelkich atutach nowego komputera. On rzeczywiście potrafi napisać samodzielnie książkę. Pisarz miał być jedynie asystentem, osobą testującą, jakie wrażenie robi książka na czytelniku. Oczywiście komputer na życzenie uwzględniał uwagi i sugestie pisarza. Mógł wykorzystywać jego spostrzeżenia i pomysły. Dostosował na życzenie formę narracji, styl.



Marzenie, po prostu marzenie.

Sprzedawca zachwalał swój model, a robił to subtelnie, z wyczuciem. Widać było, że zna się na literaturze, i musieli znać się na niej także ci, którzy komputer programowali. Przewidzieli wszystko.

eprasa.pl e53e35c675



Jakież było moje zaskoczenie, kiedy dyrektor poinformował mnie, że w programowaniu tego komputera brały udział również inne komputery i tylko troje ludzi. Szef był tak sympatycznym facetem, że nawet cena, którą wymienił, wydawała się miłym komplementem. Miałem tylko zastrzeżenie, mianowicie: ile firma zamierza sprzedać egzemplarzy tego cacka? Dyrektor jednak uspokoił mnie wyjaśniając, że mają jedynie dwa egzemplarze i tylko jeden z nich sprzedadzą, natomiast drugi pozostanie w firmie. Zależało mi również na dyskrecji. I w tej kwestii dyrektor uspokoił mnie, że nikt o niczym się nie dowie. Wyznał nawet, iż w głębi duszy liczył na to, że właśnie ja zakupię ów komputer. Wszak ogłoszenie zamieszczono tylko w naszym lokalnym dzienniku.

Firma miała jeszcze jeden warunek, żądała dziesięciu procent zysku z książek napisanych przez komputer, na co zgodziłem się bez namysłu.

I oto siedzę przed nowo zakupionym komputerem, stojącym w moim gabinecie. Nagle przeszył mnie dreszcz niepokoju. A jeżeli to wszystko jest wielką tandetą? Zapłaciłem za to urządzenie wszystkie swoje oszczędności. Gdybym nawet chciał oskarżyć tę firmę o oszustwo, to skompromitowałbym się w oczach kolegów po piórze, w oczach krytyki, całego społeczeństwa. Nie miałem wyboru, musiałem zaryzykować i sprawdzić, czy tę niby „inteligentną" machinę można uznać za myślącą. Podobno jedyne jej ograniczenie miało polegać na bezwzględnym posłuszeństwie wobec mnie. Bałem się. Przerażała mnie myśl, iż mogłem zostać oszukany, jednak drżącą ręką nacisnąłem czerwony przycisk.

Mów mi Robert – usłyszałem gdzieś obok głos, który wydał mi się tak naturalny, że przez moment pomyślałem, że mam gościa.

– Masz miły głos jak na komputer – wiem, że zabrzmiało to dość głupio, ale nie potrafiłem powiedzieć nic sensowniejszego.

– Dla mnie to nie ma specjalnego znaczenia.

– Sam sobie wymyśliłeś to imię? – bałem się skierować rozmowę na właściwe tory.

– Za mnie nie potrzebuje nikt myśleć.

– Przepraszam, zapomniałem.

– Nie ma o czym mówić.

– Przejdźmy do rzeczy – odważyłem się wreszcie – Jestem pisarzem i ty podobno też w pewnym sensie.

– Postaram się udowodnić, że nie w pewnym sensie – na końcu zdania wyczułem ironiczny ton.

– Mój wydawca żąda ode mnie niewiele, mam napisać genialną książkę. – Sam nie wiem, jak doszło do tego, że wypowiedziałem coś podobnego.

– To się da zrobić – Powiedział tak pewnie, jakby chodziło o ugotowanie dwóch jaj na twardo.

– To musi być coś nieprzeciętnego, odkrywczego, przełomowego... – chyba nawet nie potrafiłem dobrać odpowiednich słów.

– Rozumiem, jestem gotów podjąć pracę. Jeżeli chcesz mi przekazać jakieś instrukcje, uwagi, to proszę, każdą przeanalizuję i o ile będzie słuszna, uwzględnię. Uwzględnię nawet wtedy, kiedy mi się twoje uwagi nie spodobają, ale gdy będziesz nalegał – wykonam.

– Wiesz, moje ostatnie książki nie odniosły sukcesu. A trzeba ci wiedzieć, że miałem w swoim czasie bardzo dobrą markę. Czytał i właściwie czyta mnie cały świat. – Próbowałem przedstawić swoją osobę w jak najkorzystniejszym świetle.

– Wiem coś na ten temat. Według mnie kryzys zaczął się już w powieści „Zwykły spacer". Wpadłeś w pewną manierę, co odbiło się na konstrukcji. Książkę uratował wątek psychopatycznego przypadku Edgara. To najbardziej frapowało czytelnika. Obłęd i jego formy zawsze interesują człowieka. Książka trzymała w napięciu, to ją uratowało. Jednak koniec książki jest przegadany, treść się rozłazi, zaczynasz nudzić...

Trzeba przyznać, że miał rację, mogłem zgodzić się z jego uwagami. Sam zauważyłem, że w „Zwykłym spacerze" coś jest nie tak. Fakt, że książka mimo wszystko odniosła sukces, uśpił moją czujność. Zlekceważyłem sygnał ostrzegawczy.

eprasa.pl e53e35c675

– Widzisz jakieś wyjście? – zagadnąłem skruszony.

– Widzę wiele wyjść. Na przykład możemy podjąć to, co zacząłeś w „Łunie". Kilka występujących tam wątków aż prosi się o kontynuację. To był twój największy sukces.

I rzeczywiście najlepsza książka.

– Znasz wszystkie moje książki?

– Oczywiście, znam wszystko, co ukazało się drukiem.

– Jestem pod wrażeniem, ale wracając do rzeczy, myślę, że nawiązanie w jakiejkolwiek formie do „Łuny" nie byłoby najlepszym wyjściem. Krytycy mogliby przyjąć to jako chwytanie się brzytwy.

– Zgoda. To była tylko jedna z wielu alternatyw, jakie mam ci do zaoferowania.

Rozmawialiśmy jeszcze ponad dwie godziny, uzgadnialiśmy co komputer, czy jak mu tam – Robert – napisze.

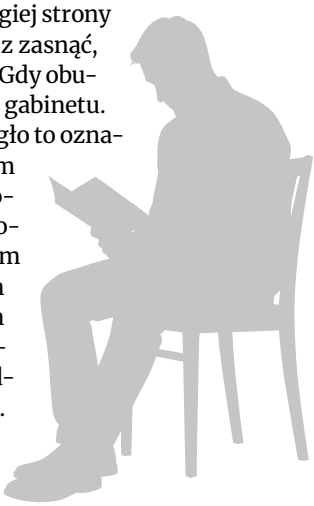
Opornie, lecz jednak z czasem coraz bardziej ufałem mu. To, co mówił, brzmiało rozsądnie i przekonywująco, wykazywał się ogromną erudycją. Nie wiedziałem jeszcze tylko, jak pisze. Umówiliśmy się, że następnego ranka przeczytam pierwszą partię przygotowanego przez niego materiału, chociaż zapewnił mnie, że będzie miał gotową książkę. Przyznaję, iż z jednej strony nie wierzyłem, aby było to możliwe, z drugiej zaś nie chciałem, żeby zbytnio się spieszył, bo moim zdaniem mogłoby to się odbić na jakości. Dla Roberta najbardziej czasochłonny był proces drukowania swoich „przemyśleń".

Tej nocy długo nie mogłem zasnąć, byłem zbyt mocno podniecony. Dużo myślałem. Martwiłem się o efekt końcowy, a jednocześnie miałem niezwykłe przeczucie, że sukces jest pewny, tuż, tuż, w zasięgu ręki. Drążyła mnie też zwykła ciekawość, jak może wyglądać książka napisana przez komputer. Powrócił niepokój, iż w efekcie, to przecież ja ryzykuję wszystko, tylko ja mogę być ofiarą ewentualnego niepowodzenia. A może książka będzie się składała z ustępów najwybitniejszych arcydzieł literatury światowej? Może to będzie plagiat? Nie, to nie jest możliwe, przecież on rozmawiał ze mną całkiem normalnie.

W końcu uznałem, iż wspólnie z Robertem jesteśmy uczestnikami zdarzenia o epokowym znaczeniu i obydwaj gramy w nim główne role. W tym momencie przyłapałem się na tym, iż myślę o tym komputerze jak o człowieku, któremu wystarczy spojrzeć w oczy, posłuchać jego słów, a przy odrobinie intuicji i doświadczenia, wie się z kim ma się do czynienia. Natychmiast nasunęło mi się pytanie: skoro ten Robert jest taki mądry i potrafi napisać wybitną książkę, to jak u niego jest z wrażliwością, czy zna uczucia? Nie znając dobrze mechanizmów rządzących Robertem, pocieszałem się, że jednak mimo wszystko znajomość tylu wybitnych, pięknych książek, większa niż u jakiegokolwiek śmiertelnika musiała wytworzyć jakąś wrażliwość. Może nawet nadwrażliwość? A jeśli konstruktorzy tego nie przewidzieli? Jeśli to było dla nich zbyt mało ważne, jeśli sądzili, że wystarczy jedynie wiedza, erudycja plus prosta umiejętność pisania?

Z tą myślą zasnąłem.

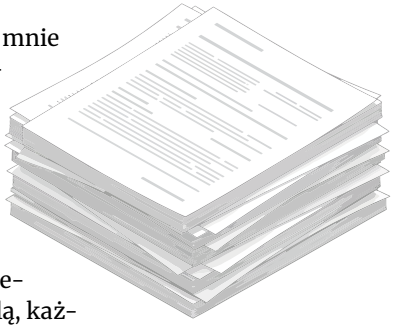
Gdy się obudziłem po krótkim, nerwowym, bezbarwnym śnie, była dopiero piąta nad ranem. Właściwie można by już zobaczyć, co zdziałał komputer, ale z drugiej strony wydawało mi się, iż jeszcze na to zbyt wcześnie. Próbowałem jeszcze raz zasnąć, przewracałem się z boku na bok, aż wreszcie poczułem, że „odpływam". Gdy obudziłem się ponownie, była już jedenasta. Zerwałem się i podążyłem do gabinetu. Kiedy tam wszedłem, zauważyłem, iż wokół panuje absolutna cisza. Mogło to oznaczać, że komputer już zakończył pracę, albo wystąpiła jakaś awaria. Czym prędzej postanowiłem otworzyć komorę, w której miał się znajdować gotowy maszynopis. Drżącą ręką wpisywałem kod otwierania pokrywy komory. W błyszczącym wnętrzu drukarki do złudzenia przypominającym charakterystyczny wkład termosu leżał gruby plik z równo zapisanym tekstem. Wyjąłem maszynopis i niemal z nabożnością przekartkowałem jego zawartość. Było tego ponad pięćset stron. Dokładnie nie wiedziałem, bo nie starałem się spoglądać na ostatnie strony. Nie chciałem przedwcześnie poznać finału utworu, a może była to tylko kwestia przesądu...



Nie wychodząc z gabinetu zacząłem czytać. Od pierwszych stron książka zapowiadała się wspaniale. Nie mogłem się wprost od niej

eprasa.pl e53e35c675

oderwać, ale nie dlatego, że jakaś porywająca fabuła trzymała mnie w ciągłym napięciu, lecz z zupełnie innego jeszcze bardziej zaskakującego powodu. Ta książka stanowiła, jak gdyby literackie kompendium ludzkiego dorobku intelektualnego. Nigdy nie przypuszczałbym, iż podobny temat może stanowić treść powieści. Książka zaskakiwała błyskotliwością, pełną zadumy i refleksji wizją narratora. Nawiązywała do najchlubniejszych tradycji naszej kultury, a jednocześnie prezentowała własny, oryginalny, ciekawy model filozoficzny. Była to prawdziwa intelektualna uczta. Niepowtarzalna kreacja wciągająca każdą myślą, każdym zdaniem.



Książka, rzecz jasna, miała swoich bohaterów, a właściwie jednego – był nim człowiek. Człowiek, który przechodził liczne metamorfozy. Raz jawił się jako kobieta, raz jako mężczyzna, czasem był dzieckiem, czasem starcem, innymi razy społecznością lub narodem. Były też fragmenty, w których jawił się jako świat doznań przedmiotów i zjawisk otaczających ludzi.

Narracja prowadzona z najróżniejszych punktów widzenia w pełni ukazywała, jak odmienne mogą być za każdym razem spojrzenia na świat. Mimo wszystko książka nie była jarmarkiem różności. Stanowiła skondensowaną wizję o określonym, bardzo humanistycznym przesłaniu. Teraz już wiedziałem, że na pięciuset czternastu stronach nie było żadnego zbędnego fragmentu, zdania, czy nawet słowa, które pragnąłbym zmienić. Przyznaję, że nie rozumiałem pewnych partii tekstu lub może tylko moja ich interpretacja nie była właściwa, co nie przeszkadzało mi w wyrażeniu pełnego uznania i podziwu dla całości utworu. Najbardziej zadziwiła mnie wprost niewiarygodna wrażliwość, z jaką został napisany, wręcz nadwrażliwość granicząca chwilami z obłędem. Chory psychicznie komputer? Tego jeszcze nie było. A jednak czytając tę książkę, chwilami miało się takie wrażenie. Doszedłem do wniosku, że może był to celowy zabieg komputera, aby nikt nie miał wątpliwości, iż autorem jest człowiek. Coraz bardziej zadziwiała mnie inteligencja Roberta. To było rzeczywiście nieprzeciętne urządzenie.

Zacząłem czuć wdzięczność dla jego konstruktorów, byłem dla nich pełen podziwu, za którym krył się także lęk. Skończyłem czytać późną nocą, nie wychodząc z gabinetu, po czym udałem się do sypialni, gdzie natychmiast zasnąłem.

Rankiem pojechałem do swojego wydawcy, który nie ukrywał zdziwienia. Wszak zbyt mało czasu minęło od naszej ostatniej rozmowy, aby napisać książkę, w dodatku dość obszerne tomisko.

– Pracowałem nad tą książką kilkanaście lat, równolegle napisałem kilka innych, co może negatywnie odbiło się na ich jakości – starałem się znaleźć jakieś sensowne wytłumaczenie. Chyba trochę udało się, gdyż wydawca zaczął ze zrozumieniem potakiwać głową. Ani ja, ani on nie staraliśmy się przedłużać naszego spotkania, wymieniwszy kilka zdawkowych grzeczności, rozstaliśmy się.

Wiedziałem, że przeczyta książkę. Zawsze tym zaszczycał swoich najlepszych i wypróbowanych autorów, co w moim przypadku nie było aktualne. Teraz byłem przekonany, że stary przeczyta książkę, choćby ze względu na wspomnienie mojej dawnej sławy i ze zwykłej ciekawości. Po chwili ogarnął mnie niepokój o reakcję wydawcy. Chociaż nie byłem autorem książki, to jednak mój osobisty zachwyt nad dziełem miał przyczyny bardzo subiektywne. Autorem był tylko komputer, ale jego sukces miał być moim sukcesem.

Wróciłem do domu z zamiarem odespania „twórczej nocy". Po kilku kieliszkach rozluźniającego trunku zasnąłem uwolniony od nękających mnie rozmyślań. Głośny dzwonek telefonu wyrwał mnie z błogiego stanu. Trwało chwilę, zanim oprzytomniałem i zdołałem znaleźć słuchawkę. Było już po północy, więc ogromnie zdziwił mnie głos wydawcy.

– Zaskoczyłeś mnie. Wyobraź sobie, że nie mogłem się od twojej książki oderwać,

a musisz wiedzieć, iż nieczęsto mi się to zdarza. Cały czas siedziałem w biurze i czytałem. Fenomenalne! To będzie z pewnością bestseller. Jestem pod wrażeniem. Trudno mi na razie powiedzieć coś więcej, jest tam tyle myśli, i w ogóle zaskakująca koncepcja. Fenomenalne, fenomenalne...

Stary rozpływał się jeszcze przez kilkanaście najbliższych minut. Nie dał mi – jak zwykle – dojść do głosu. Wreszcie jednak najwyraźniej zmęczył się i umówił ze mną na podpisanie umowy. Byłem znużony, ale i szczęśliwy.

eprasa.pl e53e35c675

Dwa miesiące później książkę oddano do druku. Wypada dodać, iż jej tytuł pochodził (w całości) ode mnie i brzmiał: „Nie oderwiesz się". Przyznaję, że brzmiał prowokująco, ale przecież sukces był przesądzony. W każdym razie w wydawnictwie wszyscy byli nią oczarowani. Nie widziałem więc podstaw, aby na rynku się nie sprawdziła, tym bardziej że sondaże wśród krytyków także wypadły pomyślnie.

Zabrałem się do „pisania" następnej książki. Nim minęły dwa tygodnie, miałem już dwie nowe powieści, równie udane. Może nawet lepsze, bo moja współpraca z Robertem rozwijała się bez zarzutu. Błyskotliwie inspirował moje pomysły, a sam wysuwał jeszcze lepsze. Szybko staliśmy się dobrymi przyjaciółmi, o ile w ten sposób można określić stosunek człowieka do komputera.

Wydawnictwa nie chciałem zbytnio zaskakiwać, to też na razie nie zanosiłem tam nowych książek. Czasu jednak nie traciłem, stając się coraz bardziej twórczy, z zapałem pomnażałem „swój" dorobek. Robert miał jedną zasadniczą zaletę, nie męczył się, a jego możliwości były imponujące. Nastawiliśmy się jednak na książki mniejsze objętościowo, maksymalnie do dwustu pięćdziesięciu stron. Osiągnęliśmy wydajność jednej książki dziennie. Bawiłem się świetnie. Nie miałem już czasu czytać wszystko, co pisze komputer. Kartkowałem jedynie wybrane egzemplarze, wiedziałem, że do Roberta mogę mieć całkowite zaufanie.

Po trzech miesiącach od ukazania się „Nie oderwiesz się" miałem gotowych 58 nowych tytułów. Do wydawnictwa zaniosłem jedynie trzy, co i tak wprawiło szefa w trudne do ukrycia zdziwienie.

Czas płynął. Kiedy minęło pół roku, miałem na „swym koncie" wydanych już osiem książek, a następne siedem przygotowywano do druku. Pewnego dnia, kiedy znów pojawiłem się w wydawnictwie, stary nie wytrzymał i posypały się pytania.

– Jak ty to robisz? Nie mogę tego pojąć.

– Wiesz, zmodernizowałem swój warsztat pisarski, ja właściwie tylko dyktuję, resztę robią... sekretarki – odpowiedziałem po chwili wahania.

– Niesamowite. – Kręcił z niedowierzaniem głową.

– Ale przyznasz, że do Balzaka jeszcze mi daleko – starałem się usilnie zbagatelizować erupcję „swojej" twórczości.

– Jednak najbardziej zastanawia mnie to, że twoje książki reprezentują jednakowo wyrównany poziom? – Ciągnął dalej swój podejrzliwy wywód.

– Hm, jakby ci to powiedzieć? To taki nagły przypływ sił twórczych, erupcja talentu, to się zdarza. Przypadek chciał, że to właśnie o mnie chodzi. Ale ciebie nie powinno to martwić.

– Czułem, że jeśli natychmiast czegoś nie wymyślę, to stary zaraz wyciśnie ze mnie, jak z cytryny, całą prawdę. – Chcę ci zaproponować, aby twoja oficyna wydawała wyłącznie moje książki – powiedziałem z największą pewnością i swobodą, na jaką w tej chwili było mnie stać.

Stary odwrócił się gwałtownie i złowieszczo rozdziawił gębę.

– Przecież to nie będzie trwało wiecznie! Nie będziesz w stanie utrzymać takiego tempa przez dłuższy czas. Chyba postradałeś zmysły. Sukces przewrócił ci w głowie.

– Tempo będzie znacznie większe...

– Miałem ciebie za poważnego człowieka...

– Słuchaj, ile twoja oficyna wydaje rocznie tytułów?

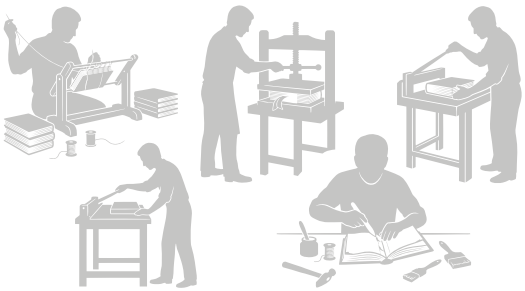
– Przecież to nie ma sensu...

– Pytałem, ile rocznie? Odpowiedz mi!

Stary był wyraźnie zniecierpliwiony i zdenerwowany.

Wbił we mnie wzrok i przez moment patrzył na mnie rentgenowskim spojrzeniem. Pomyślałem, że zaraz mnie wyrzuci i pewnie w tej sytuacji nie byłoby to najgorsze rozwiązanie. Jednak po chwili odpowiedział zupełnie spokojnie:

– Około czterystu, bywa, że przekraczamy tę liczbę o kilkadziesiąt tytułów. Chyba nie chcesz powiedzieć, że napiszesz czterysta książek rocznie!



eprasa.pl e53e35c675

Czułem, że nerwy zaczynają odmawiać mu posłuszeństwa.

– Dostarczę tyle, ile zechcesz. Trzysta, czterysta, może nawet czterysta pięćdziesiąt.

W tym momencie stary zrobił się najpierw czerwony, później zielony, a w końcu biały, biały jak kartka gładkiego papieru i powiedział przez zaciśnięte zęby:

– Dean, ty się chyba dzisiaj źle czujesz? Pracowałeś ostatnio za dużo. Jedź do domu, wypij drinka, wyśpij się dobrze i przyjdź jutro. Dziś już nie mam nastroju do żartów.

– Moja propozycja jest poważna! Ja naprawdę mo.... – nie zdążyłem dokończyć, bo stary podniósł z fotela swą ogromną postać, pochylił się nade mną i wrzasnął:

– Wynoś się wreszcie!

Minąłem kilka przecznic, nim ogłuszający wrzask starego przestał dźwięczeć w moich uszach. I pomyśleć, że chciałem uczynić go najsławniejszym wydawcą. Cóż, jego strata. Postanowiłem nawiązać kontakt z innymi oficynami. Z niektórymi będę umawiał się korespondencyjnie używając pseudonimu, by nie ujawnić rzeczywistej ilości tytułów, jakie firmuję. Wpadłem również na pomysł założenia własnego wydawnictwa. Wkrótce pod jego szyldem ukaże się kilkaset tytułów literatury pięknej, kryminałów, powieści historycznych, science-fiction, literatury faktu, reportaży, romansów, nawet bajek. Wszystko napisane przez Roberta, tylko znikoma część wydana pod moim prawdziwym nazwiskiem, pozostałe tytuły należeć będą do fikcyjnych autorów z wymyślonymi życiorysami.

– Jestem genialny!

Teraz już zupełnie spokojny, a nawet upojony najbliższymi planami przyspieszałem kroku, by jak najszybciej wrócić do mieszkania.

Ciało Deana Friedmanna znaleziono w pracowni w jego willi. Ślad po kuli na jego czole wskazywał, że morderstwa dokonał zawodowiec. Prasa, radio, telewizja sugerowały, że mocodawcami płatnego zabójcy byli pisarze lub wydawcy. Chociaż dziwny wydawał się fakt, że kilkadziesiąt drukarek podłączonych do komputera nadal pracowało i nic nie zostało zniszczone. Może celowo, żeby zmylić policję. Ta na miejscu zbrodni doliczyła się dziewięćdziesięciu siedmiu kolejnych książek. Część krytyki obwieściła koniec literatury, bo wszystko, co napisał „Robert" było znakomite. Najlepiej byłoby uznać te książki za niebyłe. Od czasu wydania powieści „Nie oderwiesz się" do śmierci Friedmanna minął rok, skrupulatni badacze fenomenu doliczyli się, że pisarz pod swoim nazwiskiem lub pseudonimem zdołał wydać tysiąc siedemdziesiąt dwie książki. Środowiska pisarskie żądały zniszczenia komputera, nie było to jednak łatwe. Na razie znalazł się w depozycie sądowym, ponieważ kilkudziesięciu autorów oskarżyło producentów komputera o tworzenie plagiatów. Robert pisał same utwory oryginalne, póki jednak sąd tego nie rozstrzygnie, wielu pisarzy może żyć złudną nadzieją...

Do momentu, kiedy kolejna firma zaproponuje coś podobnego następcy Friedmanna. ■

Witold Banach

Witold Banach – pisarz, historyk, regionalista, muzealnik. Opublikował kilkanaście książek, w tym: „Kroniki literackie prowincji" (2016), „Radziwiłłowie, burzliwe losy słynnego rodu" (2018, 2023), „Czartoryscy, czyli wieczna pogoń" (2022).
Część swojej twórczości poświęcił fantastyce naukowej. W latach 80. XX w. na łamach fanzinu „Kwazar" publikował opowiadania, słuchowiska, teksty krytyczno-literackie, a nawet poezję SF. W latach 1977–1988 Polskie Radio zrealizowało sześć słuchowisk SF jego autorstwa.

eprasa.pl e53e35c675

Echo z Jebel Irhoud

Zamachnąłem się na budzik, jednak harmoniczne pulsy dźwięku wciąż wwiercały się w umysł. Uderzyłem po raz drugi, tym razem trafiając w kant szafki. Zasyczałem, odruchowo zaciskając palce w naiwnej nadziei, że nieprzyjemne pieczenie szybko ustąpi. Nie ustąpiło, za to przynajmniej się wybudziłem.

– Dzień dobry, profesorze Shannon. Przepraszam za przerwanie cyklu dobowego przed czasem, ale protokół priorytetów danych wymaga pańskiej uwagi. Sensory przechwyciły nowe echa fotonów. Tensor Symetrii Noether zakończył obliczenia retrodykcyjne. Zrekonstruowano nowy obraz z przeszłości z prawdopodobieństwem zgodności rzędu 99,7 procent.

Dotarło do mnie, że to nie był budzik. Kaskada hormonów uderzyła do głowy z taką intensywnością, że gdyby nie sztuczna grawitacja wirującej sekcji, z impetem trzasnąłbym w sufit. Zerwałem się z posłania i półnagi w ułamku sekundy dotarłem do węzła rekonstrukcyjnego.

– ADA, raport statusu operacyjnego przed inicjacją retrodukcji. Przygotuj pełną diagnostykę systemów podtrzymywania życia, integralności strukturalnej oraz rezerw energetycznych. Podaj dane z uwzględnieniem odchyleń od normy. Czas operacyjny: T-minus zero.

– Profesorze Shannon, diagnostyka systemów pokładowych zakończona. Stacja utrzymuje stabilną pozycję na orbicie świt-zmierzch. Żagle fotowoltaiczne w pełni wykorzystują ciągłą ekspozycję na światło słoneczne. Naprężenia kadłuba wykazują odchylenie rzędu ośmiu procent w wyniku uderzeń szczątków z kaskady Kesslera – integralność strukturalna pozostaje jednak w granicach bezpiecznej tolerancji. Systemy podtrzymywania życia pracują nominalnie. Odnotowuję za to znaczące obciążenie procesorów Rdzenia Logicznego, przekraczające normę o blisko trzydzieści procent.

– Co znalazłaś? – przerwałem drżącymi ustami. Nie potrafiłem ocenić, czy z poczucia niebezpieczeństwa, czy z ekscytacji.

– Obliczenia kwantowe zrekonstruowały echo świetlne sprzed trzystu siedmiu tysięcy lat. Wymodelowałam genetyczną ekspresję białka FOXP2 w populacji z Jebel Irhound. Wszystkie parametry są gotowe do zainicjowania retrodukcji w punkcie T-minus zero. Oczekuję na potwierdzenie uruchomienia sekwencji.

Mowa? Ona jest praprzyczyną? Pytania te zabrzmiały w mojej głowie z niespodziewaną determinacją. Czy powinno mnie to dziwić? Minęło pięćdziesiąt dziewięć lat od zakończenia II Wojny Międzyplanetarnej i osiemnaście, odkąd zacząłem pracę na Aethelgardzie 7. Jako ludzkość wciąż nie wyciągnęliśmy prawidłowych wniosków z przeszłości, a teraz na mnie spoczął – jednym człowieku – ciężar zmiany. Pozostawało mi wierzyć, że podołam.

– Potwierdzam – rzuciłem krótko. Ręce mi zadrżały, lecz bez wahania obróciłem się w stronę wizualizatora. Zobaczyłem półnagiego mężczyznę, odzianego w zwierzęcą skórę, wykończoną rzędem misternie rzeźbionych paciorków. Ślęczał nad płatem, z którego metodycznie usuwał włosie za pomocą tępego noża z kości, wykorzystując fakt, że mieszki włosowe uległy już rozluźnieniu w procesie kontrolowanego gnicia.

Wzdrygnąłem się na ten widok, nie zastanawiając się dlaczego. Szybko dotknąłem ramienia i w ułamku sekundy moje ciało pokrył mój profesorski kombinezon. Lubiłem ten strój – dodawał mi powagi i poczucia bezpieczeństwa. Oddech się ustabilizował. Poprosiłem ADĘ o kawę, a ta zatrzymała obraz. Podjechałem fotelem do sekcji kuchennej i sięgnąłem po kubek parującego naparu. Wróciłem na miejsce, wziąłem łyk a ADA ponownie wprawiła wizualizację w ruch.

eprasa.pl e53e35c675

Archaiczny mężczyzna wykonał jeszcze kilka ruchów, po czym utkwił wzrok w dali. Wyciągnął ramię przed siebie i wymamrotał coś, co brzmieniem przypominało sylabę ba. Chwilę później powrócił do przerwanego zajęcia, a wizualizator ukazał podchodzącą kobietę. W dłoniach trzymała jakiś przedmiot. Jej twarz, o delikatnych kościach policzkowych i wycofanej szczęce, w niczym nie różniła się od fizjonomii współczesnych ludzi. Czemu zwróciłem na nią uwagę? Zaskoczyła mnie ta nagła utrata badawczego dystansu. Czyżby samotność aż tak mi doskwierała? Przecież mam ADĘ... nie. System to nie to samo. Skup się.

Kobieta podsunęła mu skorupę jaja, z której pociągnął łyk płynu. Przysiadła obok i przez dłuższą chwilę trwali w milczącym porozumieniu, gdy obserwowała, jak gładkie lico wyrabianej skóry co raz bardziej się odsłania. Nagle sytuacja uległa drastycznej zmianie. Jej wzrok spoczął na nienaturalnie poruszających się zaroślach, a twarz wykrzywił atawistyczny grymas przerażenia. Z gardła wyrwał się przenikliwy, jednostajny krzyk, uformowany na wysokiej samogłosce.

Zanim zdążyła rzucić się do ucieczki, mężczyzna doskoczył do niej, osłaniając ją własnym ciałem. W tej samej chwili powietrze przeciął cichy świst. Włócznia o misternie odłupanym grotem z głuchym trzaskiem przebiła jego pierś. Runął bezwładnie na ziemię.

Z wysokich traw, niczym stado drapieżników, wyskoczyła grupa kilkudziesięciu wojowników. Rozpierzchli się mniejszymi grupami w różne strony; każda z nich wypatrywała zapewne innej ofiary lub łupu. Dwóch podbiegło do kobiety i brutalnie ją pochwyciło. Szarpała się, lecz jej wysiłek na nic się zdał. Trzeci z wojowników błyskawicznie pochylił się nad martwym obrońcą, wyrywając z jego bezwładnych dłoni częściowo wyprawioną, z trudem zdobytą skórę oraz wygładzony kościany nóż. Zanim ktokolwiek z obozowiska zdążył zareagować na krzyk, dzicy rozpłynęli się w gęstwinie równie niespodziewanie, jak z niej wyskoczyli. Została po nich krew i opadający pył.

Wizualizator zgasł.

– To wszystko? – rzuciłem do ADY z wyrzutem, na moment zapominając, że sztuczna inteligencja filtruje dane w celu optymalizacji zużycia energii. – Zapomnij, nie było pytania. Przedstaw mi wnioski.

– Analiza behawioralna zarejestrowanego materiału wskazuje z wysokim prawdopodobieństwem, że napastnicy...

– Przerwij – rozkazałem ostro.

Poczułem nagłe ukłucie zażenowania. Co za niedorzeczność, sam się wpycham w pułapkę, której powinienem unikać! Z wygody cedowałem proces myślowy na maszynę, a to przecież ja miałem

eprasa.pl e53e35c675

zadawać słuszne pytania, podczas gdy jej zadaniem było dostarczanie odpowiedzi. Zrozumienie natury tego aktu wymagało abstrakcyjnego myślenia, którego żaden, nawet najbardziej zaawansowany system nie był zdolny.

Zerwałem się z fotela, nie mogąc znieść ciszy po wyłączeniu obrazu.

– ADA, przywróć wizualizację – poleciłem, krążąc nerwowo po pomieszczeniu. – Pełna synchronizacja. Nałóż echa II wojny międzyplanetarnej na incydent z Jebel Irhoud. Skonfrontuj dynamikę zdarzeń.

Przestrzeń węzła rekonstrukcyjnego rozbłysła błękitnym światłem. Przed moimi oczami wyrosły dwa upiorne hologramy, wypełniając pokój zniekształconymi sylwetkami z dwóch krańców czasu. Z prawej strony widziałem zakrwawione zwłoki przebite kościanym grotem, leżące na pyle sawanny. Z lewej – w czasie rzeczywistym oglądałem apokalipsę.

ADA uruchomiła sekwencję, a wizualizator przyspieszył, kondensując dziesięciolecia brutalnego konfliktu w kilkaset sekund wizualnego skowytu. Obserwowałem, jak potężne niszczyciele orbitalne systematycznie obracają w pył cywilne arkologie na Marsie i księżycach Jowisza, a globalne sieci komunikacyjne gasną w lawinowych wyładowaniach. Kolejne uderzenia, kaskada szczątków niszczonych satelitów i oślepiające błyski taktycznych ładunków jądrowych tworzyły wizualną symfonię destrukcji. Wojna przesuwała się przez układy jak pożar – od oblężenia stacji wydobywczych w Pasie Kuipera, przez zniszczenie węzłów logistycznych, aż po ostateczną izolację kolonii, które jedna po drugiej wygaszały systemy podtrzymywania życia.

Wreszcie, wizualizator skierował obiektyw na Ziemię. Planeta, niegdyś błękitna perła, teraz dogasała pod całunem nuklearnej zimy i radioaktywnego pyłu. Większość megametropolii przestała istnieć, a te nieliczne, które ocalały, zamieniły się w grobowce pozbawione dostaw wody i energii. Pandemie i głód dopełniły dzieła zniszczenia, redukując populację do ułamka jej dawnej wielkości. Życie na powierzchni niemal całkowicie zamarło, ustępując miejsca ciszy martwych struktur, które teraz tylko przypominały o niegdysiejszej potędze naszego gatunku.

Wszystko działo się w ciszy, przerywanej jedynie szumem systemów chłodzenia mojego stanowiska. Kontrast był miażdżący: prehistoryczny morderca wciąż pochylał się nad swoją ofiarą w milczącym, atawistycznym skupieniu, podczas gdy w wizualizatorze płonęły światy, które budowaliśmy przez setki lat.

– Przeprowadź analizę porównawczą. Zdefiniuj różnice w motywacji napastników. Pomiń zmienne technologiczne – rozkazałem.

– Analizuję – chłodny głos systemu wypełnił stację. – Brak odchyleń. Podłożem obu aktów jest ksenofobiczny trybalizm, wrodzony popęd do dominacji oraz chęć redystrybucji dóbr przez siłę.

Oparłem się ciężko o oparcie fotela i wypuściłem powietrze. Miałem wrażenie, że krew odpływa mi z mózgu. Przez chwilę wpatrywałem się w ścianę, jakby każde słowo maszyny było fizycznym ciosem.

– Zatem zmieniliśmy tylko narzędzia – szepnąłem z trwogą, patrząc na dogasający obraz zniszczonej Ziemi. – Nasz rzekomy skok cywilizacyjny to była tylko iluzja, prawda? Budowaliśmy pancerze, a nie charaktery.

– Analiza danych potwierdza pańską tezę, profesorze – odpowiedziała ADA z chłodną precyzją. – Zapisy z II wojny międzyplanetarnej wykazują całkowitą korelację z mechanizmami plejstoceńskimi. Technologiczna adaptacja nie wpłynęła na zmianę biologicznych wektorów agresji.

– Czyli to, co nazywamy postępem, to tylko bardziej wyrafinowany sposób na zaspokojenie paleolitycznych popędów? – zapytałem wskazując na wirujące w wizualizatorze odłamki satelitów. – Ludzkość zawsze miała wybór: pracować nad własną naturą, budować relacje oparte na szczerej komunikacji... zamiast tego wybraliśmy wyłącznie pogoń za posiadaniem?

– Potwierdzam. Dane socjometryczne wskazują, że priorytetyzacja posiadania technologii nad rozwojem duchowym i społecznym drastycznie zwiększyła podatność populacji na destabilizację. Zasoby rosły, ale ludzka architektura biologiczna pozostała nietknięta, co w warunkach niedoboru wyzwoliło atawistyczne programy przetrwania.

– A równania kliodynamiki... one o tym mówiły od początku? – zapytałem, choć znałem już odpowiedź.

– Turchin przewidział to z niemal stuprocentową dokładnością – odparła beznamiętnie.

eprasa.pl e53e35c675

Wizualizator ożył, zamieniając węzeł rekonstrukcyjny w teatr cieni. ADA, nie czekając na moją prośbę, wypełniła przestrzeń precyzyjnymi modelami. Przed moimi oczami rozegrała się cała mechanika upadku. Widziałem, jak państwowa i korpokratyczna „pompa bogactwa" z bezlitosną wydajnością wysysała kapitał z niższych warstw społecznych, kumulując go w rękach nielicznej elity. To było matematycznie czyste, a zarazem przerażające. Z każdą kolejną sekwencją hologramów obserwowałem, jak frustracja zubożałych mas narastała, tworząc fundament dla radykalnych zmian. Obserwowałem, jak w cieniu systemu formowały się wrogie koterie – kontrelity, które cynicznie wykorzystywały instynkty pierwotne, szczując jedne grupy na drugie, by w końcu rzucić się na zdemoralizowane struktury władzy. II wojna międzyplanetarna nie była w tym procesie żadnym błędem czy anomalią. Była logicznym, deterministycznym zamknięciem cyklu, który musiał się tak zakończyć, gdy tylko nasza prymitywna biologiczna architektura zderzyła się z boską mocą technologii. Poczucie porażki stało się ciężarem, którego nie dało się już zrzucić.

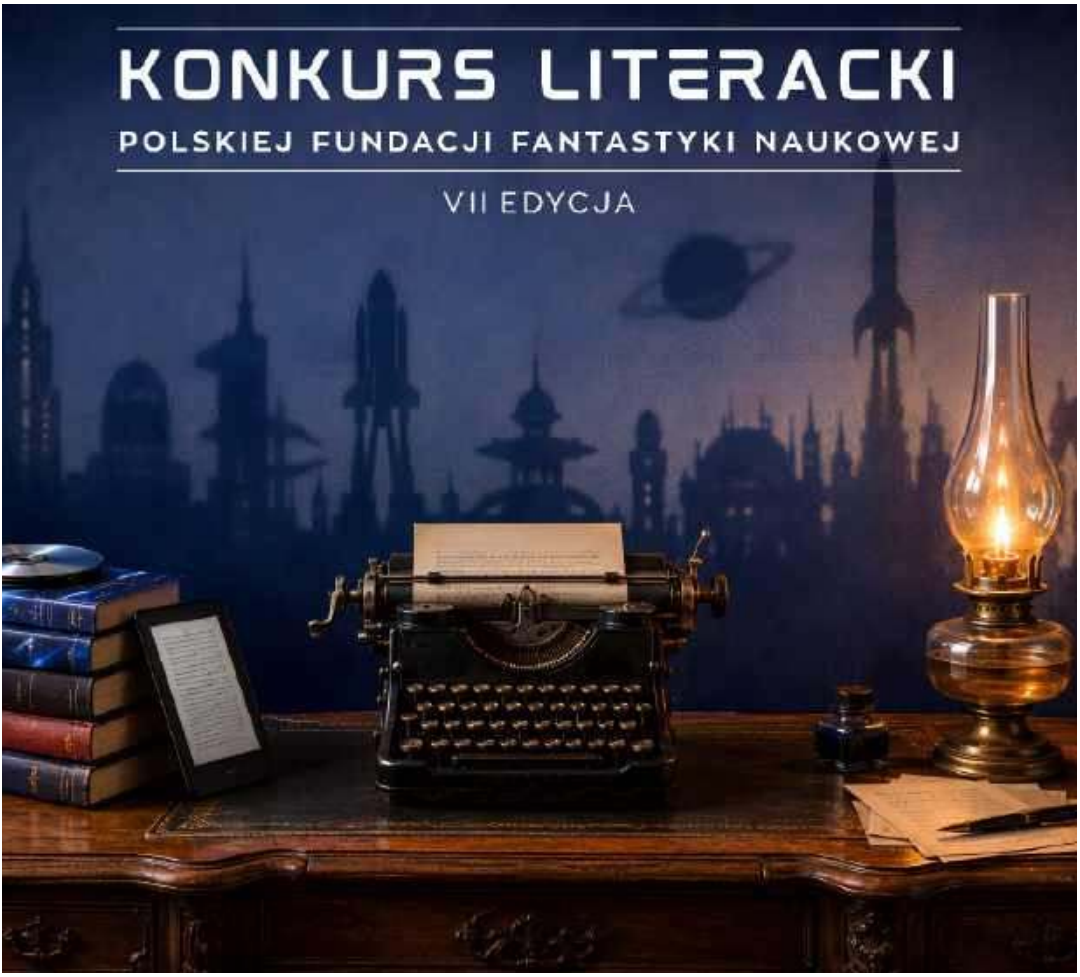
Zacisnąłem dłonie na krawędzi blatu przed sobą. Wizualizator ponownie ukazał pierwotną parę z Jebel Irhoud. Widziałem w nich siebie – przerażonego jaskiniowca, który zamiast szukać bliskości, odgradza się od świata barierą z danych i zimnego metalu. Długo wpatrywałem się w ich twarze, które w niczym nie różniły się od naszych. Trzysta tysięcy lat ewolucji, a my wciąż nie wyszliśmy z tej samej sawanny; zmieniliśmy tylko jej wystrój na sterylną geometrię stacji kosmicznej.

Wstałem gwałtownie, prosząc ADĘ o wyłączenie węzła rekonstrukcyjnego. Nie potrzebowałem już więcej archeologii kwantowej, by zrozumieć, że każdy mój ruch w stronę technologii był ucieczką przed tym, co najbardziej elementarne. Podszedłem do szerokiego okna. Po drugiej stronie, w głębi kosmicznej otchłani, spoczywała Ziemia – cicha, usiana punktami świateł nielicznych niedobitków, niczym ciemna, nieodwracalna plama w bezkresie. Przez chwilę wpatrywałem się w ten niemal martwy już świat, odnajdując w nim odbicie własnej izolacji. Odwróciłem się od szyby. Po drugiej stronie była tylko pustka pomieszczenia, ale ja po raz pierwszy od zakończenia wojny, poczułem, że coś zrozumiałem. W końcu zamierzałem zacząć rozmawiać. ■

Mariusz Kochański

Mariusz Kochański: Pisarz i publicysta, autor debiutanckiej powieści science fiction „Strefa Bramna". Członek zarządu Polskiej Fundacji Fantastyki Naukowej oraz nieformalnej Grupy Literackiej Verte. Współzałożyciel i prezes stowarzyszenia Liga Zwyczajnych Gentlemanów. Zawodowo związany z branżą nieruchomości w zakresie pośrednictwa i zarządzania najmem.

eprasa.pl e53e35c675



Siódma edycja konkursu na opowiadanie fantastycznonaukowe Polskiej Fundacji Fantastyki Naukowej

Jednym z celów Polskiej Fundacji Fantastyki Naukowej w dążeniu do przywrócenia blasku polskiej fantastyce naukowej jest poszukiwanie nieodkrytych talentów, które odpowiednio wspierane rozwiną skrzydła. Dlatego też każdego roku organizuje ona konkurs literacki dla debiutantów piszących w gatunku science fiction, a zwycięskie opowiadania wraz z Wydawnictwem IX publikuje w corocznej Antologii Polskiej Fantastyki Naukowej.

eprasa.pl e53e35c675

Poprzednie edycje cieszyły się bardzo dużym zainteresowaniem: każdego roku w konkursie zgłaszane było ponad sto opowiadań. W Jury w latach 2020-2025 zasiadali znamienici pisarze i naukowcy, m.in. prof. dr hab. Dariusz Brzostek, dr hab. Małgorzata Królikowska-Sołtan, dr inż. Tomasz Barciński, dr Paweł Fortuna, dr Wiktor Jaźniewicz, dr Michał Cholewa, Paweł Majka czy Tadeusz Markowski.

Komitet Organizacyjny siódmej edycji konkursu, przyjmujący prace i kwalifikujący je pod względem spełnienia wymogów formalnych oraz warsztatu literackiego, tworzą:

- Mariusz Kochański (Komisarz)
- Łukasz Marek Fiema (Recenzent)
- Maciej Tomczak (Recenzent)
- Jakub Turkiewicz (Recenzent)
- Mateusz Wyszyński (Recenzent)

Zakwalifikowane prace konkursowe oceni Jury w składzie:

- dr inż. Paweł Augustynowicz
- Marek Baraniecki
- Wiktor Niedzicki
- Krzysztof Sokołowski
- Maciej Szraj

Każdy autor, który ukończył 18 lat i nie wydał jeszcze żadnej książki, lub wydał co najwyżej jedną książkę drogą self-publishingu, może nadesłać jeden nigdzie dotąd niepublikowany utwór prozatorski o objętości 15 000...50 000 znaków ze spacjami w terminie od 01.07.2026 do 30.09.2026 na adres mailowy podany w regulaminie. Przesłane teksty spekulatywne muszą być pozbawione wątków nadprzyrodzonych i równocześnie opierać się w znaczącym stopniu na fundamencie obowiązujących praw, teorii albo prognoz naukowych, bądź na ich logicznym rozwinięciu, zgodnym ze współczesną wiedzą naukową. Organizatorzy uczulają, by uczestnicy uważnie zapoznali się z regulaminem, ponieważ utwory, które nie spełnią wymogów formalnych, a także niepoprawnie zgłoszone, nie zostaną dopuszczone do konkursu.

Konkurs objęty został patronatem medialnym przez miesięczniki „Młody Technik" oraz „Delta", a patronat honorowy nad nim zapewniło Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS. Zwycięskie opowiadania zostaną opublikowane drukiem w Antologii Polskiej Fantastyki Naukowej za rok 2027, przygotowanej nakładem Wydawnictwa IX.

Regulamin konkursu znaleźć można na stronie: https://pffn.org.pl/konkurs/

ORGANIZATOR

POLSKA FUNDACJA FANTASTYKI NAUKOWEJ

PATRON HONOROWY

SOLARIS NARODOWE CENTRUM PROMIENIOWANIA SYNCHROTRONOWEGO

PATRONI MEDIALNI

delta

m.technik

eprasa.pl e53e35c675

Chemiczne bliźniaki (1)

Człowiek od zarania dziejów doszukiwał się analogii w otaczającej go przyrodzie. Nie inaczej działo się w powstałej znacznie później nauce. Także chemicy zauważyli, że niektóre pierwiastki wykazują zbliżone właściwości. I właśnie o owych „chemicznych bliźniakach" nie tylko przeczytasz, ale i doświadczalnie dowiedziesz ich podobieństwa.

Na początku XIX wieku chemia zaczęła rozwijać się bardzo szybko, korzystając z przełomowych prac Antoine'a Lavoisiera,, słusznie uważanego za ojca jej nowoczesnej postaci. Licznie odkrywano nieznane dotąd pierwiastki i badano ich właściwości. Stwierdzone podobieństwa niektórych z nich skłaniały do szukania uogólnień. W roku 1817 niemiecki chemik **Johann Wolfgang Döbereiner** podał ciekawą zależność: jeżeli trzy podobne chemicznie pierwiastki ułożyć zgodnie z ich rosnącymi ciężarami atomowymi (jak wtedy mówiono na masę atomową), ciężar atomowy pierwiastka środkowego jest w przybliżeniu średnią arytmetyczną ciężarów pierwiastków skrajnych. Przykładami takich **triad** są np. wapń, stront i bar czy też chlor, brom i jod (znajdź też inne). Chemicy zainteresowali się tym pomysłem i zaczęli doszukiwać się różnych zależności numerycznych. Choć ostatecznie idea wiodła na manowce, uświadomiła wszystkim, że własności pierwiastków są w jakiś sposób ze sobą powiązane (**1**).

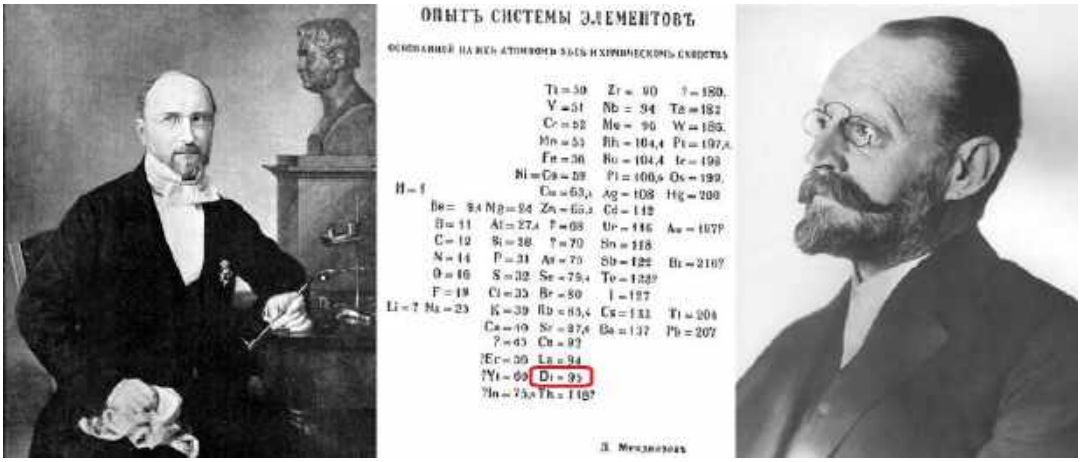
Podobieństwa znane...

...z nauki chemii w szkole to oczywiście analogie występujące w grupach układu okresowego. Mendelejew i jego następcy zgromadzili podobne do siebie pierwiastki w pionowych kolumnach tablicy. O tym mówi się na lekcjach i znasz reguły dotyczące zmian ich właściwości fizykochemicznych przy przechodzeniu od jednego pierwiastka do drugiego w obrębie grupy. Jednak niektóre pierwiastki wykazują wyraźnie większe podobieństwo między sobą niż z pozostałymi członkami rodziny, co wyraża się m.in. w tym, że zwykle występują wspólnie i są razem wykrywane w toku

	I							VIII
1	H 1							He 4
		II	III	IV	V	VI	VII	
2	Li 7	Be 9	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	Ne 20
3	Na 23	Mg 24	Al 27	Si 28	P 31	S 32	Cl 35,5	Ar 40
4	K 39	Ca 40	Ga 70	Ge 73	As 75	Se 79	Br 80	Kr 84
5	Rb 85,5	Sr 88	In 115	Sn 119	Sb 122	Te 128	I 127	Xe 131
6	Cs 133	Ba 137	Tl 204	Pb 207	Bi 209	Po 209	At 210	Rn 222
7	Fr 223	Ra 226						

1. Przykłady dwóch triad Johanna Wolfganga Döbereinera (1780-1849) z roku 1817 i 1829 (nie wszystkie znajdujące się na ilustracji pierwiastki grup głównych były ówcześnie znane). Znajdź inne triady!

eprasa.pl e53e35c675



2. Didym figurował w pierwszych wersjach tablicy Mendelejewa. Odkrył go Carl Gustaf Mosander (z lewej), a na składniki rozłożył Carl Auer von Welsbach (z prawej)

chemicznej analizy. Oprócz wspomnianych już triad wapniowców i chlorowców, są to także potasowce (potas, rubid i cez) czy siarkowce (siarka, selen i tellur).

O bardzo zbliżonych właściwościach lantanowców możesz przeczytać w numerach 9 i 10 z 2023 roku („Wcale nie takie rzadkie", te i inne artykuły dostępne są również na stronie internetowej Młodego Technika). Zauważono także podobieństwa występujące wśród innych pierwiastków położonych obok siebie. Metale z obecnych grup 8, 9 i 10 łączono w poziome triady: żelazowców (żelazo, kobalt, nikiel), platynowców lekkich (ruten, rod, pallad) i ciężkich (osm, iryd, platyna). Pierwiastki z tych trójek mają właściwości bardziej zbliżone do siebie, niż do innych metali z grup, do których należą, chociaż i podobieństwa grupowe są wyraźne. Ruten i osm osiągają najwyższą wartościowość wśród metali – VIII (żelazo z tej samej grupy jest maksymalnie VI-wartościowe). Kobalt, rod i iryd tworzą wielobarwne związki, natomiast nikiel, pallad i platyna to doskonałe katalizatory reakcji z wodorem.

Co kryło się w rzekomym pierwiastku?

Często inny pierwiastek. Historia chemii notuje wiele przypadków, w których znany już i opisany pierwiastek skrywał w sobie jeszcze jeden, a czasem i więcej, dzięki czemu kolejny badacz, który znalazł chemicznego bliźniaka, zdobywał sławę odkrywcy. Zwłaszcza dzieje wspomnianych wyżej lantanowców pełne są takich zdarzeń – jeden z nich otrzymał nawet imię **didym**, co z greki znaczy bliźniak (nie dotrwał do naszych czasów, „rozpadł" się na prazeodym i neodym) (**2**).

To oczywiście niejedyne przypadki tego rodzaju. Prawie wszystkie gazy szlachetne wydzielono z surowego argonu otrzymanego z powietrza, platynowce kryły się w naturalnej platynie, gal, ind, tal i kadm znaleziono w rudach cynku, selen i tellur w siarce i rudach siarczkowych, rubid i cez w solach potasu. Jednak dwie pary metali to prawdziwe chemiczne bliźniaki, nawet wśród lantanowców nie ma tak podobnych do siebie. Mowa tu o niobie i tantalu (grupa 5) oraz cyrkonie i hafnie (grupa 4). Występują w tych samych minerałach i mają bardzo podobne zastosowania, ważne we współczesnej cywilizacji: elektronika, technika lotnicza, kosmiczna i jądrowa. Ich podobieństwo sprawia, że rozdzielanie tych metali jest bardzo trudnym wyzwaniem dla chemików i metalurgów.

Dlaczego niob i tantal oraz cyrkon i hafn są wręcz bliźniaczo do siebie podobne? Przede wszystkim mają identyczne rozmiary atomów. Jedną z reguł w układzie okresowym jest zmniejszanie się promieni atomów leżących w tym samym okresie przy przesuwaniu się w prawo (coraz większy ładunek jądra powoduje silniejsze przyciąganie elektronów). Natomiast przy przechodzeniu w dół grupy rozmiary atomów rosną, ponieważ każdy kolejny pierwiastek posiada o jedną powłokę elektronową więcej. W okresie 6 pojawia się szereg lantanowców, nieobecnych wcześniej; fakt ten powoduje,

eprasa.pl e53e35c675

że wiele pierwiastków występujących po nich posiada identyczne rozmiary atomów jak sąsiedzi z tej samej grupy leżący tuż nad nimi (**3**).

Lider grupy pasuje do sąsiedniej rodziny

Po porcji wiadomości teoretycznych chcesz już pewnie zacząć eksperymenty, co zresztą zapowiadałem na wstępie. Porównaj właściwości litu i magnezu. Zaopatrzenie w związki drugiego metalu nie będzie problemem – siarczan $MgSO_4$ i chlorek $MgCl_2$ to pospolite i łatwo dostępne sole (**4**). Związek litu otrzymasz za to samodzielnie.

Źródłem będzie ogniwo litowe oznaczone symbolem CR2032, często używane do zasilania niektórych typów kalkulatorów i układów komputera. Pod żadnym pozorem nie bierz tylko akumulatora z telefonu czy laptopa. Nie znajdziesz tam litu w użytecznej dla siebie postaci, a demontaż grozi pożarem (pamiętaj, aby zużyty sprzęt koniecznie oddać do punktu zbiórki). Ogniwo rozpadnie się, gdy ściśniesz je szczypcami. Interesuje Cię mniejszy fragment obudowy, na który jest naniesiona ciemna warstwa metalicznego litu (**5**). Tę część ogniwa wrzuć do zlewki z niewielką ilością wody. W naczyniu zajdzie energiczny proces z wydzielaniem gazu – to lit reaguje z wodą, tworząc wodorotlenek (napisz stosowne równanie). Roztwór może być lekko żółtawy z powodu zanieczyszczeń innymi składnikami ogniwa, ale nie będzie to miało znaczenia (**6**). Do doświadczeń potrzebna będzie sól litu. Zobojętnij roztwór kwasem solnym, kontrolując odczyn papierkiem wskaźnikowym. Możesz również odparować roztwór do sucha w parownicy porcelanowej, a następnie zalać osad jak najmniejszą ilością 5...10% kwasu solnego i ponownie odparować wodę – w ten sposób otrzymasz stały chlorek litu LiCl.

Przygotuj roztwory do doświadczeń: do jednej probówki nalej roztwór soli litu, do drugiej soli magnezu. Sporządź także roztwory węglanu sodu Na_2CO_3, fosforanu sodu Na_3PO_4 i fluorku sodu NaF. Dodanie roztworu węglanu spowoduje wytrącenie białych osadów w obu probówkach. Jeżeli w naczyniu zawierającym sól litu reakcja nie

4. Uwodniony siarczan magnezu, chlorek wygląda podobnie

$_{40}$Zr Cyrkon 160 pm (0) 72 pm (IV)	$_{41}$Nb Niob 143 pm 64 pm (V)
$_{72}$Hf Hafn 159 pm 76 (IV)	$_{73}$Ta Tantal 143 pm 64 pm (V)

3. Niełatwo rozdzielić te pary chemicznych bliźniaków (podano promienie atomowe oraz promienie jonów o wskazanej wartościowości)

5. Twoje źródło litu – z lewej ogniwo litowe, z prawej widoczny metaliczny lit naniesiony na obudowę

eprasa.pl e53e35c675

6. Roztwarzanie litu w zlewce, niebieskie zabarwienie papierka uniwersalnego dowodzi powstawania wodorotlenku litu (zanieczyszczenia nie przeszkodzą w dalszych eksperymentach)

zachodzi, ogrzej probówkę. Węglan litu Li_2CO_3 jest nietypowym związkiem. Rozpuszczalność większości soli rośnie wraz ze wzrostem temperatury roztworu, tego zaś – maleje. Podobne, białej barwy osady otrzymasz również w przypadku dodania roztworu fosforanu czy fluorku sodu. Niektóre sole litu są określane jako słabo rozpuszczalne, ale jedynie w porównaniu z rozpuszczalnością soli pozostałych litowców. Dlatego też używane roztwory nie mogą być zbyt rozcieńczone (7).

Przyznasz, że zbieżność zachowania kationów obu metali jest dość zastanawiająca. Wśród soli litowców (pierwiastki grupy 1 bez wodoru, który znalazł się w niej tylko dlatego, że nie bardzo wiadomo, gdzie go umieścić w układzie okresowym) z przysłowiową świecą trzeba szukać takich, które są słabo rozpuszczalne, co sprawia niemałe kłopoty w klasycznej analizie metali. Lit jednak, jak było widać, stanowi wyjątek. Dodam jeszcze, że podczas spalania tworzy się zwykły tlenek Li_2O, nie zaś jak w przypadku pozostałych metali nadtlenki (Na_2O_2) czy ponadtlenki (KO_2). Metale grupy 2 też tworzą tylko zwykłe tlenki. Lit

7. Zarówno lit, jak i magnez tworzą białe osady z tymi samymi odczynnikami

to także jedyny litowiec reagujący z azotem, podobnie do łatwo tworzącego się azotku magnezu.

Lit i magnez to nie wyjątki, lecz fragment szerszego zjawiska określanego jako **podobieństwo diagonalne** (z gr. *diagonios* = przekątna). Chemicy zauważyli, że pierwszy pierwiastek grupy ma właściwości zbliżone do właściwości pierwiastków z grupy następnej, a zwłaszcza do leżącego na drugim miejscu, po przekątnej – tak jak lit i magnez.

Konfiguracja to nie wszystko

Wbrew potocznej, także szkolnej, wiedzy, konfiguracje elektronowe nie zostały wyliczone na podstawie założeń mechaniki kwantowej, lecz dopasowane do już znanych właściwości chemicznych pierwiastków i ich widm. Konfiguracje dobrze opisują rozłożenie elektronów w atomach znajdujących się w wysokiej temperaturze płomienia palnika lub łuku elektrycznego i niekontaktujących się wzajemnie – w takich warunkach emitują one charakterystyczne dla siebie linie widmowe. Czy jednak w ciele stałym, gdzie atomy stykają się ze sobą, i w związkach chemicznych konfiguracje będą zachowane? Wielu uczonych jest przeciwnego zdania, twierdząc, że wręcz na cud zakrawa fakt, iż wyznaczone konfiguracje tak dobrze opisują zachowanie pierwiastków w zwykłych warunkach. Nie ujmując znaczenia konfiguracji elektronowych, dużo większy wpływ na właściwości pierwiastków mają rozmiar atomu, jego energia jonizacji (oderwania elektronu) i zdolność do przyciągania elektronów (elektroujemność).

eprasa.pl e53e35c675

	1							18
1	H							He
		2	13	14	15	16	17	
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	Si	Cl	Ar

8. Trzy pary „kuzynów po przekątnej”

Kolejna para „kuzynów po przekątnej” to beryl i glin. Co prawda w obecnie stosowanej, długiej formie tablicy układu okresowego są one położone dość daleko od siebie, ale w formie krótkiej sąsiadują ze sobą. Beryl, w przeciwieństwie do reszty rodziny, jest amfoteryczny (jego tlenek i wodorotlenek również), czyli rozpuszcza się w kwasach i zasadach – analogicznie jak glin. Bor i krzem łączy tworzenie licznych słabych kwasów, a po stopnieniu tlenku boru z tlenkami metali powstają szkliste substancje stosowane w analizie chemicznej (rodzaj metalu rozpoznaje się po zabarwieniu, jakie przyjmuje tzw. perła boraksowa). Pozostałe borowce nie tworzą szkieł, natomiast krzem ...spójrz zresztą przez okno. Podobne, choć nie tak wyraźne pokrewieństwa zauważysz i w pozostałych grupach, np. tlen ze swoją reaktywnością upodabnia się do chloru (8).

Kluczem do wyjaśnienia zjawiska nie są konfiguracje elektronowe – pierwiastki z sąsiednich grup mają je odmienne. Powód podobieństwa diagonalnego jest taki sam, jak w przypadku wspomnianych wyżej niobu i tantalu oraz cyrkonu i hafnu: zbliżony rozmiar atomu (spadek wymiarów w okresie i wzrost w grupie w dużej mierze znoszą się „po przekątnej”) i elektroujemność. To zaś są czynniki, które decydująco wpływają na chemiczne właściwości pierwiastków. ■

Krzysztof Orliński

DeEmki
Beata Skrzypczak
Wydawnictwo: StoryLight, stron: 428,
sugerowana cena: 44,99 zł

Cztery dziewczyny. Cztery światy. Jedna szkoła. I dziesięć zasad, których nie można łamać.
Maśka, Malina, Muza i Mila. Cztery żywioły. Cztery charaktery. Cztery osobowości, które połączyła przyjaźń zdolna pokonać wszystkie przeszkody. Pierwsza klasa liceum niesie ze sobą niemałe wyzwania. Dobrze byłoby przeżyć ten czas z jak najmniejszą ilością wstydu, dram i kserówek z matematyki. Trudno jednak zachować zimną krew, gdy po szkole zaczynają krążyć dziwne anonimy, a najważniejsza impreza roku zostaje odwołana... ze względów bezpieczeństwa.
Choć dziewczyny nigdy nie planowały, by zostać detektywistycznym kwartetem, decydują się na własne śledztwo – między lekcjami biologii, w bibliotece i pod drzwiami pokoju nauczycielskiego.
DeEmki to opowieść o dojrzewaniu, które nie ma jednej definicji, i o przyjaźni, która czasem boli, ale częściej ratuje. I o tym, że choć zasady są ważne, to czasem trzeba je złamać – żeby coś skutecznie naprawić.

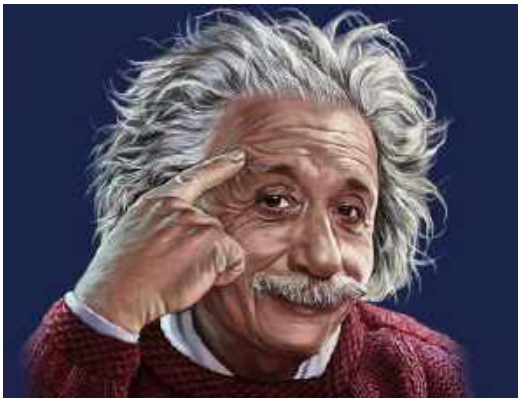
eprasa.pl e53e35c675

Upiorne działanie na odległość

Tak Albert Einstein określił oddziaływanie, jakie przewidywała sformułowana w pierwszej połowie ubiegłego stulecia mechanika kwantowa. Einstein do końca życia nie zgadzał się z filozoficznymi konsekwencjami mechaniki kwantowej i uważał, że teoria ta jest niepełna. Tymczasem dzisiaj, po stu latach, to upiorne działanie na odległość stało się jednym z najciekawszych tematów badań fizyków. Znajduje ono już zastosowanie w technikach informatycznych oraz jest wykorzystywane w tworzonych właśnie komputerach kwantowych. Zostało ono również wyróżnione Nagrodą Nobla z fizyki w 2022 roku. Otrzymali ją trzej uczeni: Alain Aspect (Francja), John F. Clauser (USA) i Anton Zeilinger (Austria), za eksperymenty z tzw. splątaniem kwantowym.

Splątany mikroświat

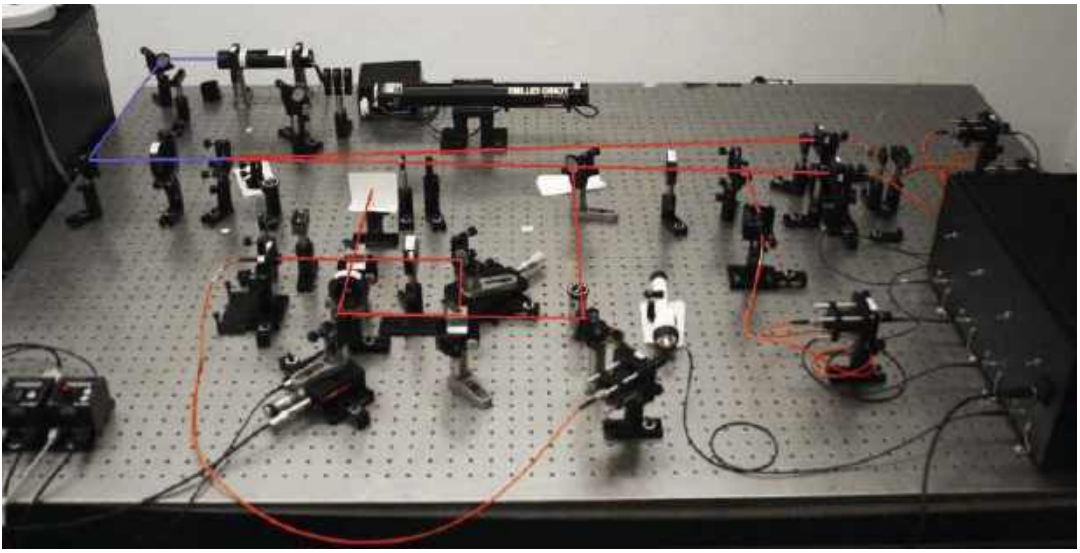
Pojęcie splątania kwantowego wprowadził do fizyki Erwin Schrödinger, jeden z głównych twórców mechaniki kwantowej – teorii, która potrafi precyzyjnie opisać wszystkie znane nam zjawiska fizyczne mikroświata. Splątanie może dotyczyć dwóch lub więcej mikroobiektów, takich jak fotony lub elektrony, a także obiektów bardziej złożonych. Na czym polega splątanie? Jeżeli dwie cząstki przebywające w pewnym momencie blisko siebie oddziaływały ze sobą tak silnie, że wytworzyły rodzaj związku bliźniaczego, to związek ten pozostaje zachowany nawet wówczas, gdy cząstki oddalą się od siebie na tysiące kilometrów. Cząstki zachowują się w dalszym ciągu jak nierozdzielona całość. Prowadzi to do zaskakującego wniosku: gdy dokonujemy jakiegoś działania na jednej cząstce, wpływa ono natychmiast na drugą cząstkę. Wygląda to tak, jakby informacja została bezczasowo przesłana z jednego miejsca do innego – dowolnie odległego. A przecież jest to niemożliwe, ponieważ maksymalna prędkość przesyłania czegokolwiek, w tym także informacji, jest skończona i równa się prędkości światła. To upiorne działanie na odległość było przedmiotem



1. Albert Einstein (1879–1955) w przedstawieniu Poliny Ipatowej, ukraińskiej artystki z Zaporoża

2. Erwin Schrödinger (1887–1961), jeden z głównych twórców mechaniki kwantowej, na okolicznościowym znaczku

eprasa.pl e53e35c675



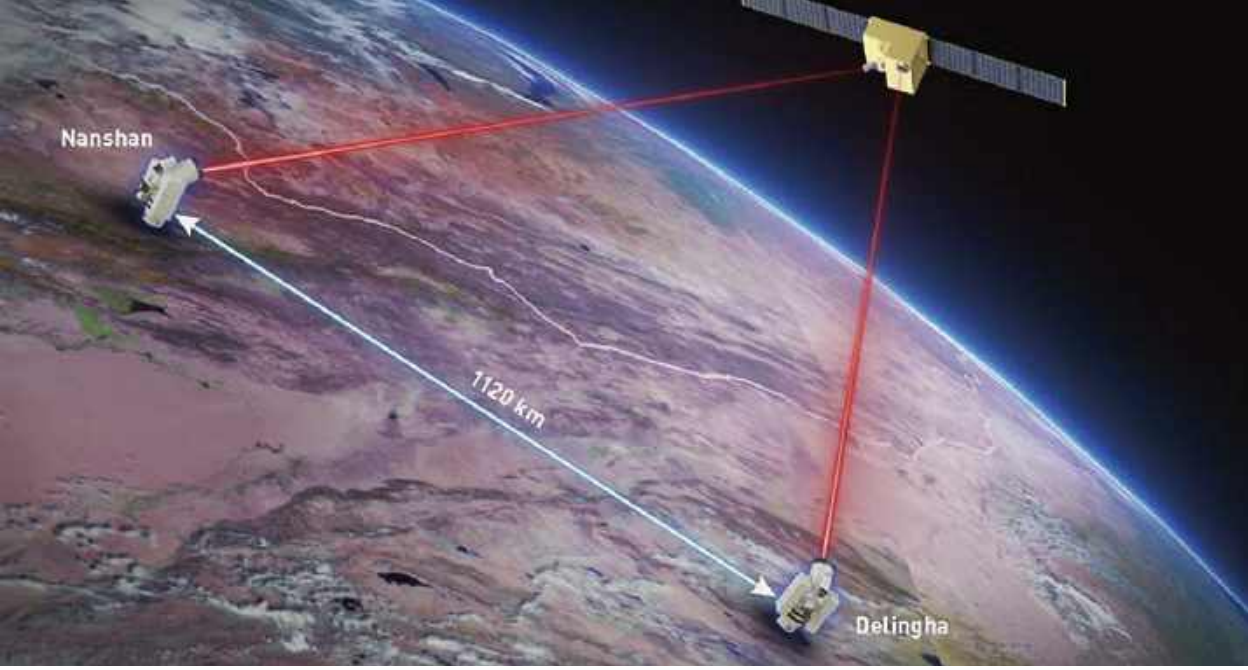
3. Typowa aparatura optyczna do badania pojedynczych fotonów

krytycznego artykułu napisanego w 1935 r. przez Einsteina, Podolskiego i Rosena, w którym autorzy dowodzili, że świeżo sformułowana mechanika kwantowa nie jest teorią kompletną i w istocie musi ona uwzględniać jakieś dodatkowe, nieznane parametry. Ich argumentacja jest znana powszechnie jako paradoks EPR (od inicjałów nazwisk autorów). W swojej argumentacji autorzy zakładali, że natura spełnia warunki „realizmu lokalnego", tzn. obiekty mają swoje cechy nawet gdy nie są obserwowane a oddziaływanie między nimi zachodzi przez bezpośredni kontakt lub poprzez jakiegoś pośrednika przesyłanego pomiędzy obiektami. Przez parę dziesiątków lat paradoks EPR pozostawał na marginesie zainteresowań fizyków. Przełom nastąpił w 1964 r., gdy John Bell, fizyk pracujący w Europejskim Centrum Badań Jądrowych koło Genewy, pokazał, że jeśli byłyby spełnione warunki realizmu lokalnego, to pomiędzy wielkościami pewnych mierzalnych parametrów fizycznych zachodziłyby określone relacje matematyczne. Te relacje opisuje słynna nierówność Bella, która zapoczątkowała trwającą do dziś debatę nad podstawami mechaniki kwantowej. John Bell nie dołączył do laureatów Nagrody Nobla z 2022 r. jedynie dlatego, że wówczas już nie żył.

Nierówność Bella i teleportacja

Pokonując ogromne trudności eksperymentalne, wiele zespołów badawczych na świecie podjęło próby testowania nierówności Bella, wykorzystując najczęściej do tego celu splątane fotony. Wszystkie przeprowadzone dotychczas eksperymenty pokazały, że nierówność Bella nie jest spełniona, co potwierdza istnienie nielokalnych oddziaływań pomiędzy mikroobiektami. Pierwszy niekwestionowany eksperyment tego rodzaju został przeprowadzony na fotonach w 1982 r. przez zespół Alaina Aspecta w Université Paris-Sud. Foton jest pozbawioną masy spoczynkowej cząstką elementarną będącą porcją światła czyli fali elektromagnetycznej o określonej długości. Jest on przykładem kwantowego dualizmu falowo-korpuskularnego, gdzie energia fotonu odpowiada odwrotności długości fali elektromagnetycznej i określa barwę światła. Jeśli przepuścimy światło przez płytkę wykonaną ze specjalnego kryształu, zwaną polaryzatorem, wówczas staje się ono liniowo spolaryzowane, tzn. wektor pola elektrycznego fali elektromagnetycznej drga w określonej płaszczyźnie. Możemy zatem mówić o fotonach spolaryzowanych np. pionowo lub poziomo. Jak można wytworzyć kwantowe splątanie dwóch fotonów? Jednym ze sposobów jest wykorzystanie specyficznych, nieliniowych, właściwości niektórych przeźroczystych kryształów. Na przykład, kryształ beta-boranu baru przetwarza pewną część fotonów emitowanych przez laser argonowy na dwa fotony o dwukrotnie mniejszej energii, które rozbiegają się w dwóch różnych kierunkach. Te dwa fotony są wzajemnie splątane; gdy

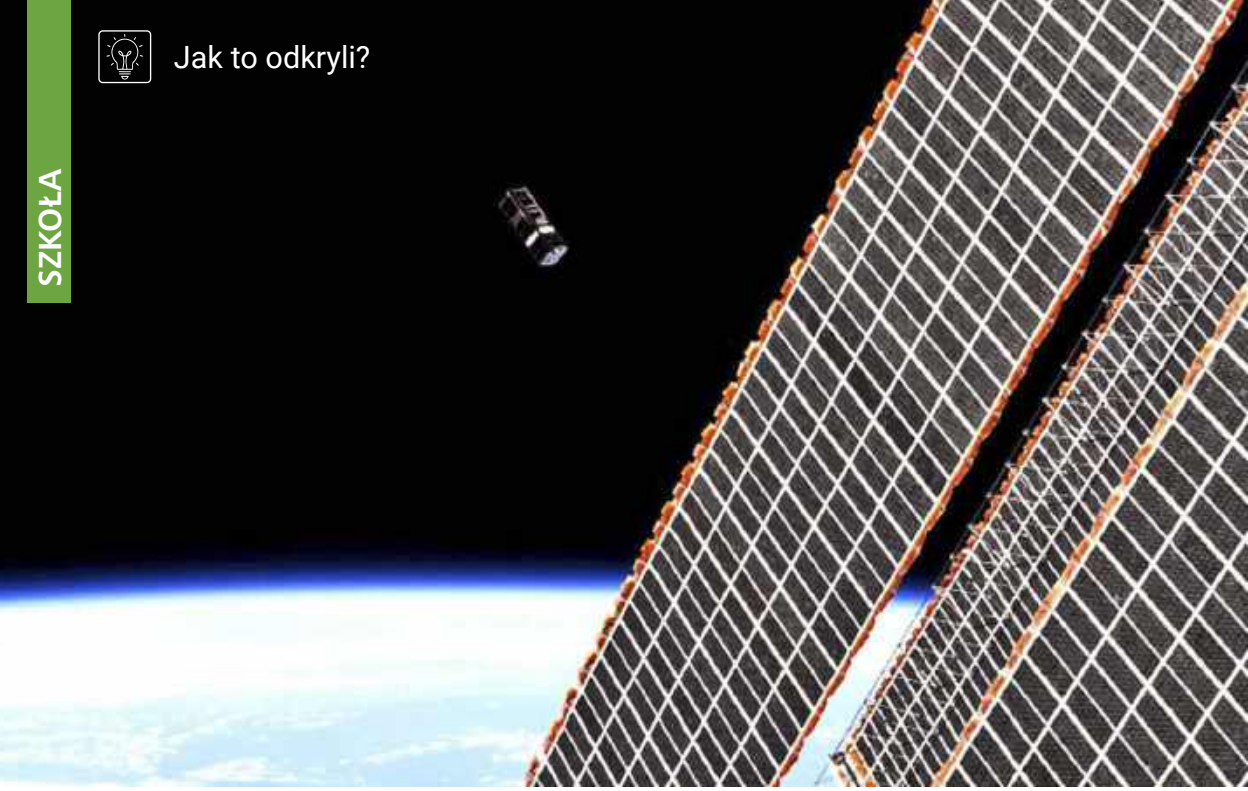
eprasa.pl e53e35c675



4. Wizualizacja satelity Micius wysyłającego pary splątanych fotonów do dwóch stacji naziemnych

jeden z nich ma polaryzację poziomą to drugi ma polaryzację pionową. Nie wiemy a priori, jaką polaryzację ma każdy z fotonów. Mechanika kwantowa twierdzi, że foton znajduje się wówczas w stanie superpozycji wszystkich możliwych polaryzacji. Dopiero umieszczenie polaryzatora na drodze fotonu wybiera tę jego polaryzację, która jest zgodna z osią polaryzatora. Splątanie wyraża się tym, że jeżeli wybierzemy polaryzację jednego fotonu, np. poziomą, to natychmiast wiemy, że polaryzacja drugiego fotonu jest pionowa. I to niezależnie od odległości pomiędzy fotonami! Można by naiwnie przypuszczać, że to „upiorne działanie na odległość" da się wykorzystać do bezczasowego przesyłania użytecznej informacji. Ale tak nie jest; tu zawsze graniczną prędkością jest prędkość światła. Natomiast, dziedziną, którą zrewolucjonizowało splątanie kwantowe jest kryptografia. Splątanie umożliwiło bezpieczne przesyłanie zaszyfrowanej informacji, czyniąc ją praktycznie niemożliwą do przechwycenia. Aby komunikować się przy pomocy zaszyfrowanych informacji, nadawca i odbiorca muszą wymienić się tzw. kluczem, który umożliwia odszyfrowanie informacji. Klucz jest piętą Achillesową kryptografii; zdobycie czy odgadnięcie klucza oznacza złamanie szyfru. Teraz, kwantowym kluczem mogą być losowe ciągi splątanych fotonów. Każdy z pary splątanych fotonów zostaje przesłany do jednego z komunikujących się. Nikt a priori nie zna klucza, a jakakolwiek próba podsłuchania komunikatu jest natychmiast wykrywana. Choć ten rodzaj komunikacji jest nazywany kwantowym, to w istocie wymaga on współudziału kanału klasycznego, np. telefonu, co ogranicza prędkość przesyłania informacji. Rodzajem komunikacji kwantowej wykorzystującym splątanie kwantowe jest tzw. teleportacja. Fantazja autorów książek i filmów fantastyczno-naukowych pozwala momentalnie teleportować obiekty z jednego krańca świata na drugi. W istocie, teleportacja nie polega na przesyłaniu samego obiektu materialnego a jedynie informacji o jego cechach, na podstawie których obiekt może być w zasadzie odtworzony u odbiorcy. Tak więc, podczas teleportacji odbiorca dostaje kopię obiektu, a jego oryginał, którego nadawca może w ogóle nie znać, ulega zniszczeniu. W praktyce, udało się teleportować stany kwantowe najprostszych obiektów, w szczególności fotonu. W lipcu 2019 r. zademonstrowano światu pierwsze w historii zdjęcie splątanych kwantowo fotonów. To rewelacyjne zdjęcie uzyskał zespół z Uniwersytetu Glasgow pracujący pod kierunkiem Paula-Antoine'a Moreau. Do jego uzyskania wykorzystano specjalnie zbudowany skomplikowany układ pomiarowy (patrz MT/10/2019). Przy okazji warto tu dodać, że w 2025 r. zespół Pawła Moskala z Uniwersytetu Jagiellońskiego jako pierwszy na świecie wykorzystał splątanie kwantowe w diagnostyce nowotworów.

eprasa.pl e53e35c675



5. Mikrosatelita SpooQy-1 w pobliżu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS)

Wyścigi na odległość

Teoretycznie splątanie kwantowe nie ma ograniczeń przestrzennych; powinno zachowywać się nawet wtedy, gdy splątane obiekty są odległe od siebie o tysiące kilometrów. Jednak w realnym świecie obiekty zawsze oddziałują z otoczeniem, które zaburza ich splątanie i prowadzi do jego degradacji. W szczególności, splątanie fotonów bardzo szybko zanika wraz z odległością, gdy są one przesyłane przez powietrze czy światłowody. Dlatego praktycznie ważna jest maksymalna odległość, na jaką można rozdzielić fotony, oraz maksymalny czas ich separacji, bez utraty splątania. Wśród uczonych rozpoczął się swoisty wyścig: osiągnięcie splątania kwantowego na coraz większych odległościach. I tak, w 1998 r. zespół Nicolasa Gisina z Université de Geneve wytworzył i utrzymał splątanie kwantowe pary fotonów po przesłaniu cząstek na odległość 10 km. W 2008 r. zespół Antona Zeilingera, wybitnego badacza podstaw mechaniki kwantowej z Universität Wien, wytworzył splątanie kwantowe na odległości 144 km. Jednak degradacja gwałtownie rośnie wraz z odległością. Toteż fizycy od dawna marzyli o użyciu satelitów do przesyłania splątanych fotonów poprzez okołoziemską próżnię. Przełomu dokonali Chińczycy, którzy zapoczątkowali badania splątanych stanów fotonów z użyciem satelity, w ramach programu QUESS (*Quantum Science Experiment Satellite*). Inicjatorem tych badań jest profesor Jian-Wei Pan z University of Science and Technology of the Chinese Academy of Science . W sierpniu 2016 r. zespół pracujący pod jego kierunkiem umieścił na orbicie okołoziemskiej satelitę o nazwie Micius – od zlatynizowanego imienia starożytnego chińskiego filozofa Mo Di. Micius został wysłany na orbitę aby wykonać eksperymenty testujące postulaty mechaniki kwantowej. Jeden z pierwszych eksperymentów polegał na generowaniu strumienia par splątanych fotonów, a następnie na rozdzieleniu ich na dwie odrębne wiązki i wysłaniu do dwóch naziemnych stacji odbiorczych oddalonych od siebie o 1120 km. Wyniki potwierdziły, że splątanie w dużym stopniu zachowuje się na tak wielkiej odległości. Zastosowanie tej metody, zwanej kwantową dystrybucją klucza, pozwoliło później nawiązać łączność pomiędzy stacjami naziemnymi w Pekinie i Wiedniu, odległymi od siebie o 7400 km. Należy podkreślić, że żadna informacja nie przechodziła przez samego Miciusa, który zapewniał tylko bezpieczne kodowanie. Prace dotyczące bezpiecznej komunikacji kwantowej na dużych odległościach trwają. W 2020 r. wykonano kolejny eksperyment demonstrujący splątanie kwantowe

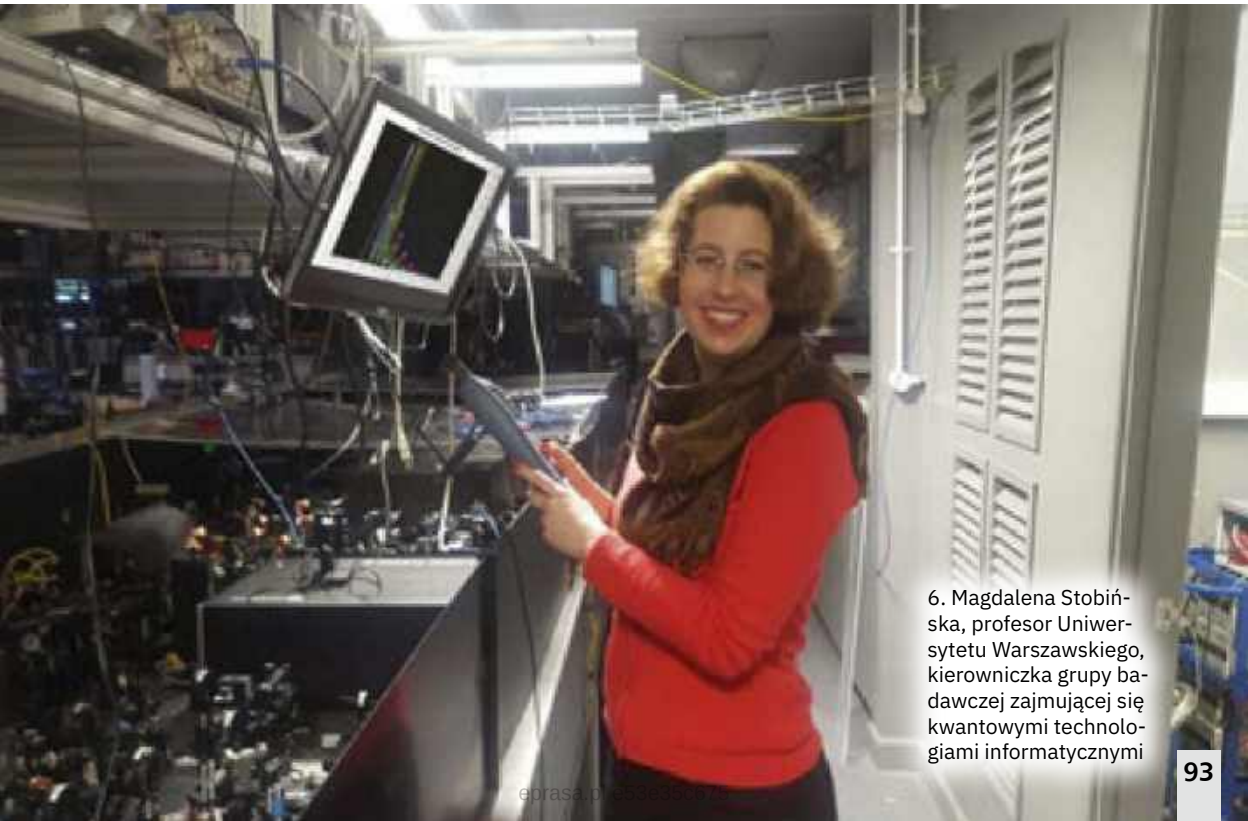
eprasa.pl e53e35c675

fotonów w warunkach kosmicznych. Zostat on przeprowadzony przez Centrum Technologii Kwantowych w Singapurze we współpracy z partnerami ze Szwajcarii, Australii i Wielkiej Brytanii. Wykorzystano do tego celu miniaturowego satelitę, SpooQy-1, o masie zaledwie 2.6 kg. Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), utworzona w 1975 r. i zrzeszająca 22 państwa, realizuje własny program satelitarny dla prowadzenia eksperymentów kwantowych. Warto tu dodać, że Polska podpisała właśnie list intencyjny w sprawie budowy specjalistycznego ośrodka badawczego ESA w Warszawie lub Krakowie. Długodystansowe połączenia satelitarne mogą stać się w przyszłości podstawą globalnej sieci kwantowego Internetu opartej na bezpiecznej dystrybucji klucza kryptograficznego.

Polacy też splątują!

Z dumą trzeba podkreślić znaczący wkład Polaków w badania teoretyczne związane ze splątaniem kwantowym. Pionierem w dziedzinie kryptografii kwantowej jest Artur Ekert, absolwent IV LO w Rzeszowie i Uniwersytetu Jagiellońskiego. Obecnie jest on profesorem fizyki kwantowej w University of Oxford oraz National University of Singapore. W 2019 r. był nominowany do Nagrody Nobla z fizyki. To on zaproponował oryginalny system kryptografii kwantowej wykorzystujący splątanie kwantowe. Właśnie ten system, zwany kwantową dystrybucją klucza, jest stosowany obecnie w eksperymentach prowadzonych przez chińskiego satelitę Micius. Profesor Ryszard Horodecki z Uniwersytetu Gdańskiego należy do grona wiodących fizyków, którzy stworzyli i obecnie rozwijają podstawy nowej, interdyscyplinarnej dziedziny – kwantowej informatyki, która obejmuje takie gałęzie jak kwantowa kryptografia i kwantowa teleportacja. Prof. Horodecki wraz z synami Pawłem, Michałem i Karolem stworzył swoisty „klan rodzinny", który osiągnął znaczące rezultaty naukowe w swojej dziedzinie. Między innymi, zespół ten odkrył teoretycznie tzw. splątanie związane oraz efektywną metodę detekcji tego splątania. Splątanie związane zostało już zaobserwowane eksperymentalnie w kilku europejskich laboratoriach. Ryszard Horodecki jest głównym organizatorem Krajowego Centrum Informatyki Kwantowej w Gdańsku, utworzonego w 2007 r. przy Uniwersytecie Gdańskim. W skład tego Centrum wchodzi kilkanaście zespołów badawczych z różnych ośrodków naukowych w Polsce. ■

Tadeusz Figielski



6. Magdalena Stobińska, profesor Uniwersytetu Warszawskiego, kierowniczka grupy badawczej zajmującej się kwantowymi technologiami informatycznymi

Mechatronika

Jeśli kiedyś będziecie opowiadać dzieciom o czasach, gdy fabryki zaczęły się budzić do życia samoczynnie, gdy samochody zaczęły parkować bez kierowcy, a chirurgia robotyczna stała się rutyną, wiedzcie, że gdzieś w tle tej historii stał mechatronik. Cichy bohater rewolucji przemysłowej, który nie wybrał ani mechaniki, ani elektroniki, ani informatyki, bo po co wybierać, skoro można mieć wszystko naraz. „Młody Technik" idzie na mechatronikę. Zapraszamy.

Rozeznanie

Mechatronika to kierunek realizowany na uczelniach technicznych w całej Polsce. Znajdziemy ją niemal na każdej politechnice, a coraz częściej również na uczelniach zawodowych i niepublicznych. Nauka na studiach pierwszego stopnia zajmuje siedem semestrów i kończy się uzyskaniem tytułu inżyniera. Kolejne trzy semestry to studia uzupełniające, prowadzące do tytułu magistra inżyniera. Kształcenie odbywa się w trybie dziennym, wieczorowym i zaocznym, co daje sporą swobodę kandydatom, którzy mają już sprecyzowany plan na przyszłość. Mechatronikę można studiować również podyplomowo, zwykle przez trzy semestry, i jest to oferta skierowana do absolwentów pokrewnych kierunków, takich jak mechanika czy automatyka i robotyka. To dobra wiadomość dla tych, którzy dostrzegli w mechatronice swoją szansę, będąc już w połowie innej ścieżki edukacyjnej. Nie trzeba niczego zaczynać od zera. Rekrutacja przebiega na podstawie wyników matury. Matematyka, fizyka i informatyka to trójca, którą warto napisać jak najlepiej. Właśnie te przedmioty decydują o miejscu na liście rankingowej. Kierunek ten należy do grona najczęściej obieranych dróg rozwoju. Liczba chętnych na jedno miejsce potrafi zaskoczyć nawet dobrze przygotowanych kandydatów. Dlatego warto zabrać się do roboty wcześniej, a nie tydzień przed maturą.

Ciężka praca

Mechatronika należy do kierunków wymagających. Tutaj nawet orły pocą się i głowią nad treściami, których jest dosyć dużo. Tylko systematyczna nauka zapewni względny spokój. Poprawki i warunki nie powinny nikogo zaskakiwać. Zapewne na palcach jednej ręki policzyć można osoby, które przejdą suchą stopą przez cały tok nauczania. Program obejmuje obowiązkowe 120 godzin matematyki i 60 godzin fizyki

eprasa.pl e53e35c675

na studiach inżynierskich. Do tego dochodzi po 90 godzin automatyki i robotyki z teorią sterowania oraz nauki o materiałach. To treści podstawowe, stanowiące ponad połowę wszystkich godzin. Reszta to przedmioty kierunkowe: mechanika techniczna, wytrzymałość materiałów, elektrotechnika, elektronika, grafika inżynierska i programowanie. Właśnie wytrzymałość materiałów potrafi spędzić sen z powiek niejednemu studentowi. To klasyczny egzamin, przy którym nawet dobrze przygotowani nerwowo sięgają po kawę trzeci raz w ciągu jednego wieczoru. W trakcie nauki studenci dokonują wyboru specjalności. Oferta różni się w zależności od uczelni i regularnie się zmienia. Warto sprawdzić aktualny katalog bezpośrednio na stronach wybranej politechniki, bo specjalizacje w plikach sprzed kilku lat mogą już nie istnieć lub nosić inne nazwy. Wspólnym mianownikiem jest jednak nacisk na automatyzację, systemy sterowania, programowanie oraz projektowanie mechatroniczne. Coraz więcej uczelni wprowadza też bloki związane ze sztuczną inteligencją w robotyce oraz przemysłem 4.0 i 5.0. W trakcie nauki warto przygotować się na to, że mogą pojawić się trudności z programowaniem. Języki C++, Python, a także zagadnienia algorytmów i struktur danych bywają kamieniem obrazy dla osób, które liczyły na więcej śrub i mniej kodu. Z drugiej strony grafika i podstawy programowania są zazwyczaj wprowadzane stopniowo, od zera, więc każdy ma szansę się odnaleźć. Osoby z większymi ambicjami programistycznymi warto jednak zachęcić do samodzielnego rozwijania tych umiejętności poza zajęciami.

Nagroda

Ukończenie mechatroniki to naprawdę powód do dumy. I choć dyplom sam w sobie nie załatwia kariery, to w przypadku mechatroników rynek pracy wychodzi naprzeciw znacznie chętniej niż w wielu innych zawodach. Według Barometru Zawodów 2024 mechatronicy należą do zawodów deficytowych. Liczba ofert pracy wyraźnie przewyższa liczbę dostępnych kandydatów, i to w większości regionów Polski. Mediana wynagrodzeń inżyniera wynosi obecnie około 10 090 zł brutto miesięcznie (dane: wynagrodzenia.pl). Połowa mechatroników zarabia w przedziale od 8 210 do 13 530 zł brutto. Starsi specjaliści i osoby z wąską specjalizacją, na przykład w programowaniu robotów czy automatyzacji procesów produkcyjnych, mogą liczyć na stawki sięgające 13 000...14 000 zł brutto i więcej. Według prognoz Raportu Płacowego 2025 Hays Polska specjaliści z obszaru mechatroniki mogą spodziewać się wzrostu płac o 10...15%, co jest wynikiem znacznie wyższym niż średnia dla innych sektorów. Zatrudnienie można znaleźć w firmach produkujących maszyny i urządzenia, w automatyce i robotyce, w przemyśle motoryzacyjnym i lotniczym, a także w centrach badawczo-rozwojowych wielkich korporacji obecnych w Krakowie, Warszawie, Wrocławiu czy Gdańsku. Perspektywicznie rysuje się też sektor obronny. Nowoczesna broń to w znacznej mierze zaawansowane systemy mechatroniczne. Wśród wymagań pracodawców regularnie pojawiają się: prawo jazdy kategorii B oraz znajomość języka angielskiego na poziomie co najmniej średniozaawansowanym. Osoby bez prawa jazdy powinny zadbać o ten punkt już w trakcie studiów, im wcześniej, tym lepiej. Podobnie z językiem: nauka to proces, który wymaga czasu, a nie sprint przed rozmową kwalifikacyjną. Pracodawcy coraz częściej oczekują też umiejętności programowania, obsługi narzędzi CAD, MATLAB i Simulink oraz znajomości zagadnień sieci przemysłowych i systemów wbudowanych. Dla odważnych granica nie kończy się na Odrze. W Niemczech, Szwajcarii czy Holandii wynagrodzenia inżynierów mechatroniki są dwa, a nawet trzy razy wyższe niż w Polsce, nawet po uwzględnieniu wyższych kosztów życia. Mechatronika to kierunek interdyscyplinarny, łączący mechanikę, elektronikę, informatykę i automatykę w jedną, spójną całość. Wymaga od studenta dużo wysiłku i zaangażowania, ale czas poświęcony na naukę jest dobrą inwestycją. Absolwent może spodziewać się pracy niemal natychmiast po zakończeniu studiów i wynagrodzenia zdecydowanie powyżej średniej krajowej. Wybierając mechatronikę, warto już od pierwszego roku zastanowić się, w którą stronę chce się pójść: ku programowaniu i systemom sterowania, ku konstruowaniu i projektowaniu sprzętu, czy ku automatyzacji procesów przemysłowych. Im wcześniej ta decyzja zapadnie, tym sensowniej można zaplanować własny rozwój, a więc: kursy, staże, koła naukowe. Na studia mechatroniczne nie trafia się po to, żeby jakoś przeżyć pięć lat. Trafia się tu z konkretnym celem. Leniuchom szczerze odradzamy. ■

Michał Pacholski

eprasa.pl e53e35c675

Z „Młodym Technikiem" jestem związany od półwiecza. Wtedy w naszym kraju można było jeszcze spotkać dinozaura. W 1976 roku opublikowałem w MT artykuł o poszukiwaniu liczb pierwszych – w przededniu eksplozji tej tematyki związanej z metodami szyfrowania wiadomości za pomocą niesamowitych własności tych liczb. Potem przyszła bliższa współpraca. Od 1978 roku pisuję co miesiąc o mojej pięknej matematyce. Chcę i muszę tu podziękować mojemu nauczycielowi matematyki z liceum. Był nim inż. Wacław Chyra (1904–1970) – dowódca kompanii w Powstaniu Warszawskim. Kilkakrotnie podrywał kompanię do straceńczego ataku. Sam przeżył przypadkiem. Kłaniam się nisko, Panie Profesorze.
Na pytanie, jakie mam hobby, odpowiadam, że trzy: 1) matematyka, 2) matematyka, 3) matematyka. Na pytanie o szczęśliwe liczby odpowiadam: 1, 41, 116. Autobusem warszawskiej linii 116 dojeżdżałem do mojej szkoły: warszawskiego Liceum nr 41 im. Joachima Lelewela. Gdy jechałem na egzamin maturalny, podjechał autobus z numerem bocznym 1. Wtedy „jedynka" nie kojarzyła się z oceną niedostateczną, lecz miała raczej znaczenie: „będziesz pierwszy". Udało się. Zdałem maturę!
Piszę zatem o matematyce. Przenika ona nasze życie. Uczy myślenia, precyzji i spokoju. Nie rozwiązuje naszych codziennych problemów, ale daje nadzieję na ciekawe życie. Dorastają już Czytelnicy „Młodego Technika", którzy będą żyć w XXII wieku. Zainteresujcie się matematyką.

Nic nie jest proste

W swojej komórce (mam na myśli telefon, a nie piwniczkę) znajduję często zadania i wiadomości matematyczne. Widocznie Wielki Brat Google wie, czym się zajmuję. Zadania (określane jako piekielnie trudne – 90% dorosłych nie potrafi...) polegają na ogół na znajomości kolejności działań arytmetycznych, o czym uczymy się w młodszych klasach szkoły podstawowej. Ponieważ zadania są zwykle kopiowane bezmyślnie ze źródeł anglojęzycznych, można się nieźle uśmiać z przekładów. Na przykład często dostaję zadania, w których występują zapałki (jako patyczki, z których coś się układa). Ponieważ „match" może znaczyć „zapałka", „mecz" albo „dopasowanie", w jednym z zadań było: „ułóż kwadrat z czterech dopasowań".

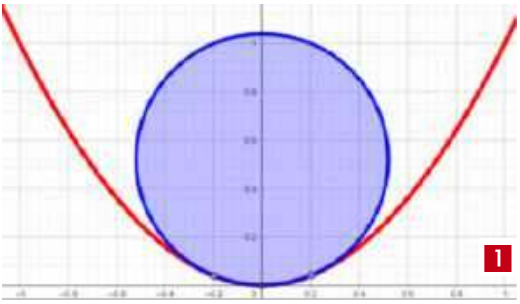
Dostaję też różne wiadomości matematyczne. Są albo rozdmuchaniem błahostki do sensacji (Google robi to nie tylko z matematyką), albo są takie, że trudno o inny komentarz niż dosadne: „nie takie rzeczy wymyślaliśmy wieczorami ze szwagrem".

Jakże miło się rozczarowałem, gdy wiosną tego roku znalazłem prawdziwą i rzetelnie napisaną wiadomość o odkryciu matematycznym, dotyczącym zagadnienia znanego od XIX wieku. Można sprawę ująć filozoficznie: jak poznajemy, że jedno „coś" jest takie samo jak inne? Naven litery różnią się krojem, ale niezależnie od tego, jaki krój („font") zastosujemy, to zawsze rozpoznamy literę A. Kłopot może być z małymi literami ł, t. W filmie „Alternatywy 4" spora część konfliktów sąsiedzkich polegała właśnie na pomyłce z nazwiskami: Kołek – Kotek.

Nie znałem tego odkrycia. Przejrzałem źródłowy artykuł i literaturę, nie dałem się zwieść fałszywkom sztucznej inteligencji i mogę podzielić się z Czytelnikami. Zagadnienie dotyczy częstego motywu matematycznego: jak się ma „lokalne" do „globalnego". I w innych naukach mamy to samo. Ja wprawdzie nie rozumiem, jak z jednej czy kilku kości pradawnego zwierzęcia można odgadnąć, jak ono wyglądało, ale wierzę paleontologom, że to potrafią.

Mierzenie odległości i kątów na zakrzywionej powierzchni może dać dziwne wyniki. Przecież trójkąt, którego dwa wierzchołki są na równiku, a trzeci na biegunie, ma dwa kąty proste (a może mieć nawet trzy). Czy można wyczuć krzywiznę? W przedziale kolejowym z zamkniętymi oknami w nocy nie poznamy, czy jedziemy przodem, czy tyłem. Ale krzywiznę toru poznamy po tym, że nagle tajemnicza siła przyciśnie nas do ściany. A gdybyśmy szli z zawiązanymi oczami po nierównym terenie, to też czulibyśmy, czy idziemy w górę, czy w dół. Einstein odrzucił pojęcie grawitacji, uzasadniając, że jest z nią

eprasa.pl e53e35c675



1

mniej więcej tak, jak z zakrzywieniem toru kolejowego: duża masa zakrzywia przestrzeń wokół siebie. Mała masa też – tylko niewiele. Nie ma grawitacji – jest tylko zakrzywienie przestrzeni. W naszym codziennym życiu to „wszystko jedno", co ma spaść na Ziemię, to spadnie.

Krzywiznę linii łatwo zmierzyć. W miejscu, w którym chcemy ją zmierzyć, przykładamy najlepiej pasujący okrąg – nazywany okręgiem ściśle stycznym. Określa się go łatwo metodami analizy matematycznej. Odwrotność promienia tego okręgu to właśnie miara krzywizny (**rysunek 1**).

W naturze (i w geometrii) linie są powyginane na różne sposoby. Nie trzeba być matematykiem, żeby zrozumieć, że linia prosta ma krzywiznę zerową, a okrąg – niezerową, ale taką samą w każdym punkcie. Przecież gdy jedziemy rowerem albo samochodem ze stałą prędkością po okręgu, to trzymamy kierownicę w tym samym wychyleniu. I tu pojawia się problem dla projektantów autostrad, a także pociągów wielkiej prędkości. Gdyby prosty odcinek autostrady albo toru kolejowego przechodził od razu w łuk kołowy, to w początku zakrętu krzywizna gwałtownie zmieniłaby się z zerowej na dodatnią. Naven gdybyśmy jechali z przepisową prędkością, mogłoby się to źle skończyć – w szczególności dla ciężkiego pociągu TGV. Potrzebna jest łagodna krzywa przejścia, która najpierw ma zerową krzywiznę i dopiero potem stopniowo ją zwiększa, by przejść gładko w okrąg. Jadąc po takiej krzywej, obracamy kierownicę coraz bardziej, ale w tym samym tempie.

Taka krzywa jest dobrze znana drogowcom. Nazywa się klotoidą i określona jest pewnym wzorem całkowym, którego nie będę tu przytaczał. Na fotografii mamy węzeł drogowy pod Poznaniem: zjazd z autostrady zaczyna się łagodnie, potem stopniowo przechodzi w łuk okręgu, by z powrotem wpasować się w zerową krzywiznę prostego odcinka autostrady. Nazwę „klotoida" nadał tej krzywej włoski matematyk Ernesto Cesàro (1859–1906). Otóż w mitologii greckiej były trzy Mojry – boginie określające los każdego człowieka (odpowiednikiem rzymskim były bardziej znane Parki). Kloto rozwijała nić życia, Lachesis odmierzała ją, Atropos przecinała. Cesàro napisał, że życie rozwija się od prostej, potem następują coraz szybsze zmiany... aż wreszcie przychodzi Atropos. Dodam, że Ernesto Cesàro zginął tragicznie, ratując tonącego syna.

Powierzchnia to coś dwuwymiarowego – jakby powyginana płaszczyzna. Pojęcie krzywizny powierzchni – a potem i przestrzeni – jest już bardziej skomplikowane. Nie ma bowiem czegoś takiego jak „kula ściśle styczna". Poza tym to, co nam się wydaje zakrzywione, może „tak naprawdę" być płaskie. Tak jest. Żeby to zrozumieć, trzeba się wczuć w „płaszczaka" – dwuwymiarowego robaczka, żyjącego na dwuwymiarowej powierzchni. Żyją sobie takie istoty w swoim płaskim kraju. Nie mają pojęcia o trzecim wymiarze. Nie, źle powiedziane – nie ogarniają go swoimi zmysłami i nie mogą go sobie wyobrazić. Mogą tylko stworzyć matematyczne pojęcie „wymiar 3". Jeżeli teraz my, „przestrzenni trójwymiarowcy", zwiniemy ich świat w rurkę – oni tego nie spostrzegą – nie zmienią się im kąty ani odległości, a zakrzywienia nie zauważą dlatego, że nie mogą patrzeć w górę ani w dół – tylko w lewo i w prawo. Matematyka wyjaśnia, że powierzchnia walcowa ma zerową krzywiznę, bo walec można rozprostować do płaskiej kartki. Co innego powierzchnia kuli. Można wykazać, że nie można jej tak rozprostować. Widzimy to w praktyce: każda mapa Ziemi coś zniekształca, zmienia proporcje i kąty. Podobno kraje środkowej Afryki zaczynają protestować, że na większości map są mniejsze niż w rzeczywistości. Na Pracownik w rzucie walcowym (Mercatora) Grenlandia jest większa od Afryki, a Antarktyda dorównuje Azji. Każda płaska mapa Ziemi musi coś zniekształcać.

Karl Friedrich Gauss (1777–1855), już przez swoich współczesnych zwany „księciem matematyków", znalazł taki oto sposób mierzenia krzywizny powierzchni w ustalonym punkcie. Badamy wszystkie krzywe przechodzące przez ten punkt. Wśród nich są dwie o skrajnych krzywiznach: najmniejszej i największej. Określamy krzywiznę powierzchni jako iloczyn tych skrajnych krzywizn.

Doniosłość odkrycia Gaussa polega po pierwsze na tym, że pozwala nam mierzyć krzywiznę

eprasa.pl e53e35c675

bez „wychodzenia w dodatkowy wymiar" – nieco podobnie jak w przykładzie z pociągiem, gdzie rozpoznajemy zakrzywienie toru po tym, że nagle „coś" dociska nas do ściany. Po drugie: że przy każdym wyginaniu powierzchni ta krzywizna się nie zmienia. Mam na myśli takie wyginanie jak z kartką papieru, a nie jak z gumą – tylko fałdujemy; nie ściskamy, nie rozciągamy. Gauss był tak zachwycony tym odkryciem, że nazwał je „Theorema egregium", czyli „wspaniałe twierdzenie". Ta nazwa utrzymuje się do dzisiaj. To istotnie jedno z fundamentalnych twierdzeń geometrii.

Podobnie jak dla koła, krzywizna sfery (powierzchni kuli) jest wszędzie taka sama i rozumiemy, że nie jest zerowa. Właśnie dlatego powierzchni kuli nie da się rozprostować. Gdy chcemy wyrzucić (do pojemnika na odpady mieszane!) przedziurawioną gumową piłkę, nie da się jej spłaszczyć tak jak karton. Zawsze będzie niewielka wypukłość.

W latach 1821–1823 Gauss przeprowadził pomiar mający wykazać, czy przestrzeń wokół nas jest zakrzywiona, czy nie. Innymi słowy, czy geometria naszej przestrzeni jest euklidesowa. Na wierzchołkach trzech gór: Brocken, Hohenhagen i Inselberg koło Getyngi, odległych od siebie o kilkadziesiąt kilometrów, ustawiono przyrządy geodezyjne, z największą możliwą precyzją zmierzono trzy kąty trójkąta, dodano... i po uwzględnieniu błędów pomiaru otrzymano 180 stopni. W dziewięćdziesiąt lat potem Albert Einstein stworzył teorię względności, w której uzasadniał, że wszędzie, gdzie jest materia, przestrzeń musi się zakrzywiać.

Wiemy, jak mierzyć krzywiznę czasoprzestrzeni. Trzeba „tylko" patrzeć, co się dzieje z dwiema cząstkami poruszającymi się początkowo dość blisko siebie i równolegle, z tymi samymi prędkościami. Gdy będą zbliżać się lub oddalać, będzie to znaczyć, że przestrzeń jest zakrzywiona i ze zmienności odległości między nimi wyznaczymy „tensor krzywizny". W latach 1974 i 1975 odpowiednie doświadczenie przeprowadzono w obserwatorium w Green Bank w USA, wybierając jako źródła mikrofal trzy dalekie radioźródła na niebie, które leżą prawie na jednej linii prostej, a środkowe jest wiosną każdego roku zaćmiewane przez Słońce, co może spowodować ugięcie się fali od tego źródła. Eksperyment wymagał niezwykle dużej dokładności, bo przewidywana wielkość odchylenia miała wynosić zaledwie 1 ¾ sekundy kątowej (sekunda to 1/3600 części stopnia). Eksperyment powiódł się: w ciągu dwóch kolejnych wiosen zmierzono ugięcie 1,76 sekundy (z błędem 0,016 sekundy) i stanowiło to kolejne potwierdzenie ogólnej teorii względności. Czytelniku: czy czujesz, że żyjesz w zakrzywionej przestrzeni?

***

Zapoznamy się teraz z powierzchnią, która ładnie się nazywa: torus. Nazwa pochodzi z... architektury – to profilowany, wypukły wałek przy podstawie kolumny. U podstaw greckich kolumn w stylu doryckim albo jońskim mamy właśnie taki zaokrąglony pierścień. To torus. W czasach młodości autora tego tekstu najlepiej rozumiane było porównanie kształtu torusa do dętki samochodowej. Dziś mamy opony bezdętkowe i być może trzeba odwoływać się do znanych wszystkim donutów – przesłodzonych i przelukrowanych ciastek z dziurką. Mieszkańcy Krakowa lepiej to zrozumieją na przykładzie obwarzanków, zwanych tam bajglami (**rysunek 2**).

Puściłem kiedyś wodze swojej ciekawości i zacząłem sobie wyobrażać życie na planecie w kształcie torusa – mimo protestów kolegów astronomów, że taka planeta istnieć nie może. Pierścień Saturna nie istniałyby bez swojej macierzystej planety. Byłoby jednak ciekawie, bo gdybyśmy mieszkali na wewnętrznej części torusowej planety, to gdzieś nad głowami rozpościerałaby się nasza „Australia". Nietrudno też zrozumieć, że tam bylibyśmy lżejsi niż na zewnętrznej części torusa, daleko od dziury. Przyciągałaby nas bowiem i ta Australia nad głową. Może biura turystyczne w zewnętrznej części oferowałyby „wycieczki odchudzające" na przeciwległą stronę planety? Niewątpliwie rekordy świata w skokach i rzutach byłyby bite właśnie tam.

Na **rysunku 4** mamy dalszy ciąg mojej fantazji. Co dzieje się, gdy Słońce świeci prostopadle

Fotografia 1. Źródło: Western Ring Road of Poznań, www.usa.skanska.com

eprasa.pl e53e35c675

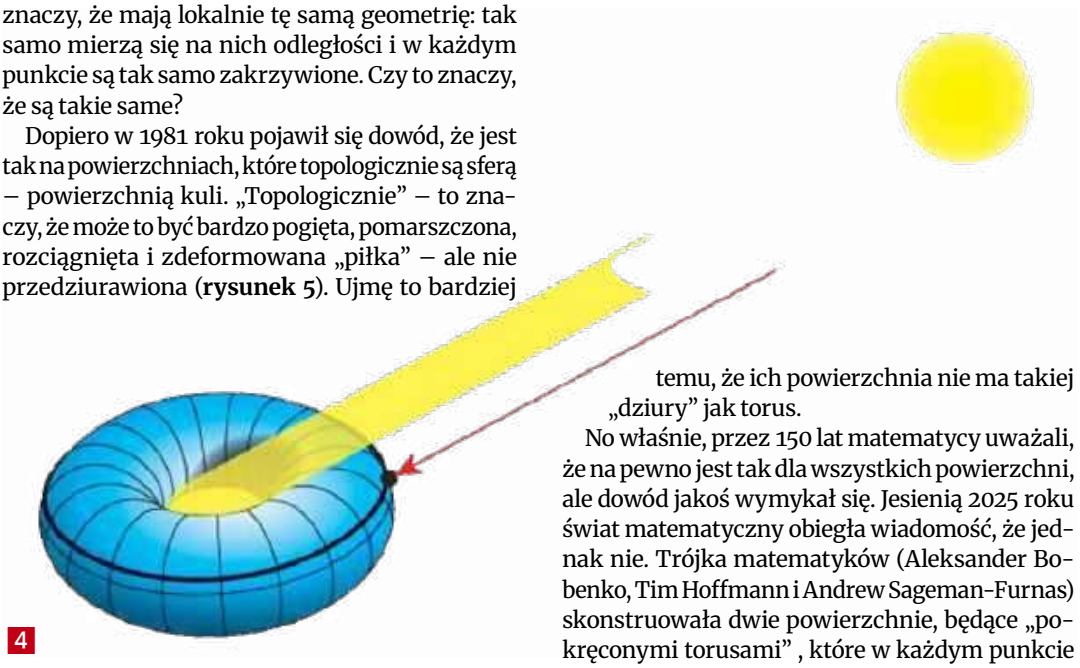
2

3

na „zwrotnik Raka” na równiku zewnętrznym? W południe jest tam w zenicie. Oświetla i część wewnętrzną, ale tamtejsi mieszkańcy nigdy nie zobaczą swojego Słońca wprost nad głową – zasłania im to wisząca na niebie przeciwległa część globu – ta ich „Australia”. Ale i u nas w Polsce nie widzimy nigdy Słońca wprost nad głową i jakoś nie martwimy się z tego powodu. Na rysunku widzimy początek lata na półkuli północnej torusa: Słońce świeci prostopadle na zwrotnik Raka.

Tyle mojej fantazji, mającej luźny związek z odkryciem, które zapowiadałem. Mamy dwie powierzchnie, które – jeśli się dobrze przyjrzeć z bliska – są takie same. „Przyjrzeć z bliska” znaczy, że mają lokalnie tę samą geometrię: tak samo mierzą się na nich odległości i w każdym punkcie są tak samo zakrzywione. Czy to znaczy, że są takie same?

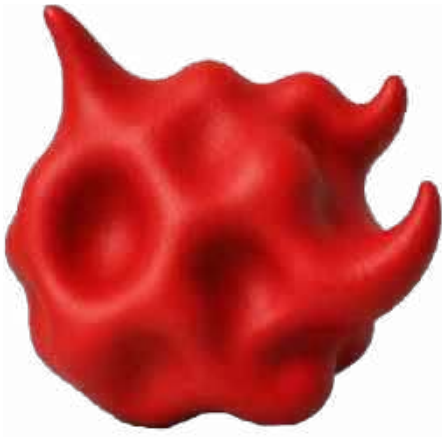
Dopiero w 1981 roku pojawił się dowód, że jest tak na powierzchniach, które topologicznie są sferą – powierzchnią kuli. „Topologicznie” – to znaczy, że może to być bardzo pogięta, pomarszczona, rozciągnięta i zdeformowana „piłka” – ale nie przedziurawiona (**rysunek 5**). Ujmę to bardziej matematycznie. To, że nasza kochana planeta Ziemia jest kulista, wiedziano od dawna. Od bardzo dawna – już Eratostenes w III wieku p.n.e. umiał obliczyć długość obwodu południka. Lekkie odchylenie od kulistego kształtu odkryto w XIX wieku. Wyobraźmy sobie teraz planetę jak na rysunku 5 – wygląda właśnie tak, jak mocno zdeformowana piłka z elastycznej gumy albo plasteliny. Pokrywają ją gęste chmury (jak i naszą Wenus) – żyjące tam ludziki nie widzą gwiazd i nie mogą spojrzeć na swój świat z zewnątrz. Czy wykonując tylko lokalne pomiary, mogą dokładnie poznać kształt planetki? Tak – ale właśnie tylko dzięki temu, że ich powierzchnia nie ma takiej „dziury” jak torus.



4

No właśnie, przez 150 lat matematycy uważali, że na pewno jest tak dla wszystkich powierzchni, ale dowód jakoś wymykał się. Jesienią 2025 roku świat matematyczny obiegła wiadomość, że jednak nie. Trójka matematyków (Aleksander Bobenko, Tim Hoffmann i Andrew Sageman-Furnas) skonstruowała dwie powierzchnie, będące „pokręconymi torusami” , które w każdym punkcie

eprasa.pl e53e35c675


5

mają tę samą geometrię, a są różne. To jedno z większych odkryć ostatnich lat. Konstrukcja jest zbyt skomplikowana, bym potrafił ją objaśnić. No cóż, czekała 150 lat na swoich odkrywców... może tylko krócej niż królewna zaklęta w żabkę. Odkrywcy ci przyznali, że jest to wynik ich dwudziestoletniej pracy, a do kosztów badań należy dołączyć kilka laptopów, które padły z przegrzania.

Można to odkrycie rozumieć mniej więcej tak: jeżeli powierzchnia jest tylko trochę skomplikowana, to z płaskiego skanowania nie da się odtworzyć jej globalnego kształtu.

Wiąże się to ciekawie ze słynnym pytaniem, które w 1966 roku postawił Mark (Marek) Kac. Kilka zdań o nim. Żył w latach 1914–1984. Był jednym z wybitnych członków polskiej Lwowskiej Szkoły Matematycznej. W 1938 roku wyjechał do USA i po wybuchu wojny pozostał tam. Cała pozostała rodzina zginęła w Krzemieńcu i Lwowie. Przyjeżdżał do Polski, mówił „po lwowsku", z lekkim amerykańskim akcentem. Problem, o którym wspomniałem, można sformułować tak. Uderzasz w bęben, słyszysz wszystkie możliwe tony (znasz jego widmo) i próbujesz odgadnąć jego kształt. W 1992 roku Carolyn Gordon, David Webb i Scott Wolpert wykazali, że tak nie jest: są bębny o różnych kształtach, dźwięczące dokładnie tak samo. Ich praca ma właśnie taki tytuł: „One cannot hear the shape of a drum" – „Nie można usłyszeć kształtu bębna".

W dzisiejszych czasach odkrycia takie jednak prowokują do pytań: po co jest, czemu to służy (w domyśle: dlaczego podatnik ma płacić za takie rozważania?). Odpowiedź jest zawsze ta sama. Po pierwsze, obala pewien stereotyp myślenia matematycznego. Po drugie, ciekawość ludzi nie ma granic. Po trzecie i najważniejsze: prawdopodobnie się to kiedyś do czegoś przyda – jak większość odkryć matematycznych. Po czwarte: przypomnijmy sobie badania nad konstrukcją kombinezonów narciarskich, smarów do nart, płóz do sanek, butów, kostiumów pływackich. Wszystko po to, by poprawić wyniki sportowe o ułamki punktów albo setne części sekundy. A jednak służy i czemu innemu. Niestety, również technice wojennej. Na szczęście cywile też z tego korzystają. Z całej matematyki również. To temat na inną okazję. ■

Michał Szurek

eprasa.pl e53e35c675

Deutsche Luft Hansa rozpoczyna regularne loty

W dniu 6 stycznia br. z połączenia dwóch niemieckich przewoźników – Deutscher Aero Lloyd oraz Junkers Luftverkehr – powstała Deutsche Luft Hansa, która od pierwszego dnia uruchamia regularne połączenia między głównymi miastami Europy. Nowe towarzystwo dysponuje ponad stu samolotami różnych typów i planuje zwiększenie częstotliwości lotów na trasach do Londynu, Paryża i Amsterdamu. Pasażerów kusi komfort kabiny i skrócenie czasu podróży w porównaniu z koleją, choć bilety są jeszcze drogą rzadkością.

Strajk generalny w Wielkiej Brytanii i triumf radia

W dniach 4–12 maja br. Wielką Brytanię ogarnia strajk generalny, w którym uczestniczy ponad 1,7 miliona robotników. Druk prasy ustaje. Jedynym ogólnokrajowym źródłem informacji pozostaje radio BBC, które nadaje kilka razy dziennie. Rząd premiera Baldwina wydaje własną gazetę drukowąną w zajezdniach tramwajowych. Strajk trwa dziewięć dni i kończy się porażką związków zawodowych, ale pozostawia trwały ślad – udowadnia, że radio potrafi funkcjonować jako infrastruktura państwowa w czasie kryzysu.

Zamach majowy – czołgi na ulicach Warszawy

W dniach 12–15 maja br. marszałek Józef Piłsudski przeprowadza zbrojny zamach stanu. Po raz pierwszy w historii Polski na ulicach Warszawy walczą oddziały wyposażone w czołgi Renault FT, zdobyte na bolszewikach w wojnie 1920 roku. Trójdobowe walki w centrum stolicy pochłaniają ponad 300 życ. Technika wojskowa decyduje o politycznych losach państwa – to nowe zjawisko w historii Europy, które będzie się powtarzać w kolejnych dekadach.

Fritz Lang kręci Metropolis – sci-fi na skalę przemysłową

W studiach UFA w Berlinie trwają zdjęcia do najdroższego filmu w historii kina niemego. Reżyser Fritz Lang wybudował na planie plenerowym całe miasto przyszłości z wieżowcami, ruchomymi chodnikami i latającymi maszynami. Produkcja pochłania 5 milionów marek i kilka miesięcy pracy ponad 36 000 statystów. Film, pełen wizjonerskich obrazów technologicznej utopii i dystopii, ukaże się na ekranach w roku przyszłym i na dziesięciolecia wyznaczy język kina science fiction.

Gertrude Ederle pokonuje kanał La Manche

W dniu 6 sierpnia br. amerykańska pływaczka Gertrude Ederle jako pierwsza kobieta w historii przepływa kanał La Manche z Francji do Anglii. Pokonuje 35 km w czasie 14 godzin i 31 minut, bijąc rekord mężczyzn o prawie dwie godziny. Stosuje nowoczesną technikę pływacką – kraul – zamiast tradycyjnego stylu, oraz gogle ochronne pokryte wazeliną. Po powrocie do Nowego Jorku wita ją parada na Broadwayu i dwa miliony widzów.

Gdynia rośnie z rybackiej wioski w wielki port

W dniu 10 lutego br. Gdynia uzyskuje prawa miejskie. To symboliczne uwieńczenie jednego z najbardziej ambitnych projektów inżynierskich odrodzonej Polski: budowy nowoczesnego portu morskiego od podstaw. Jeszcze dziesięć lat temu była niewielką rybacką wioską. Dziś pracują tu tysiące robotników, a molo i pierwsze nabrzeża przyjmują statki z całego świata. Polska, która na mocy traktatu wersalskiego odzyskała dostęp do morza, nie może pozwolić sobie na zależność od Wolnego Miasta Gdańska – dlatego buduje własną bramę na ocean. Gdy port będzie gotowy, Gdynia ma szansę stać się jednym z największych portów Bałtyku.

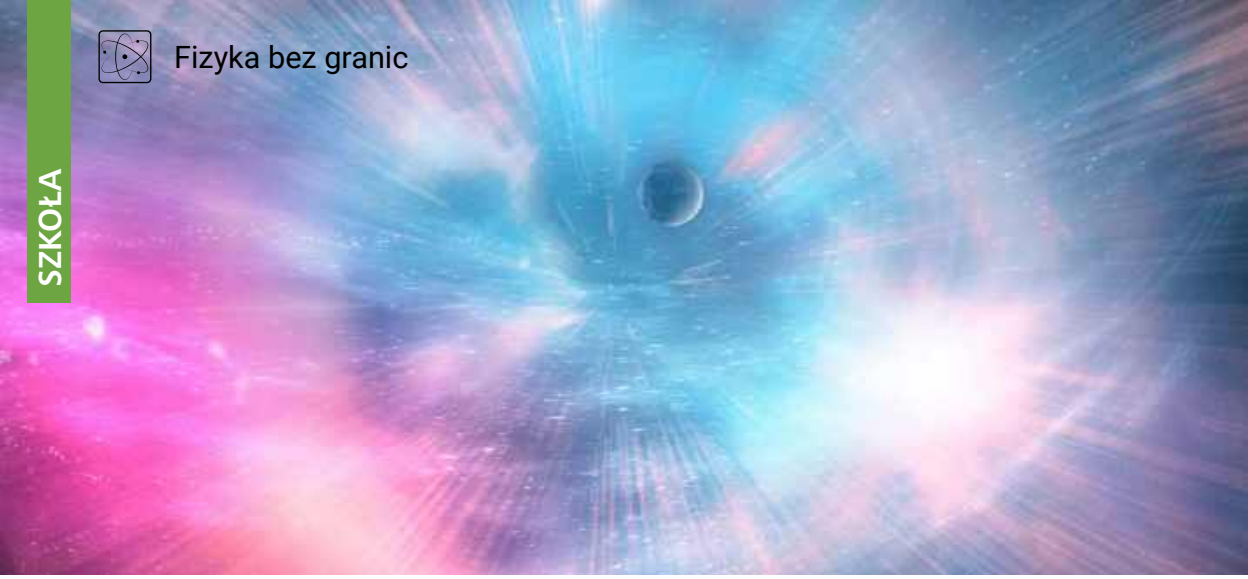
Ford i pięciodniowy tydzień pracy

We wrześniu br. Henry Ford ogłasza wprowadzenie pięciodniowego, czterdzieściogodzinnego tygodnia pracy we wszystkich zakładach Ford Motor Company. To rewolucja w organizacji przemysłowej: pracownik zyskuje wolną sobotę, a Ford argumentuje, że wypoczęty robotnik pracuje wydajniej. Krytycy z branży twierdzą, że to utopia. Ford wylicza jednak, że wydajność wzrosła o kilkanaście procent. Robotnicy mają teraz wolne weekendy – i zaczynają kupować własne samochody.

NBC – pierwsza ogólnokrajowa sieć radiowa w USA

W dniu 15 listopada br. spółka National Broadcasting Company uruchamia pierwszą w Stanach Zjednoczonych ogólnokrajową sieć radiową, skupiającą 24 stacje połączone łączami telefonicznymi. Inauguracyjna audycja, nadawana z hotelu Del Ormonde na Manhattanie, trwa cztery godziny i obejmuje występy artystów, muzykę orkiestrową i przemówienia. Sieć NBC zmienia radio z lokalnego eksperymentu w medium masowe – po raz pierwszy ten sam program może słuchać jednocześnie cały naród. ■

eprasa.pl e53e35c675



Czy pewnego dnia Wszechświat przestanie się rozszerzać?

Powstanie Wszechświata

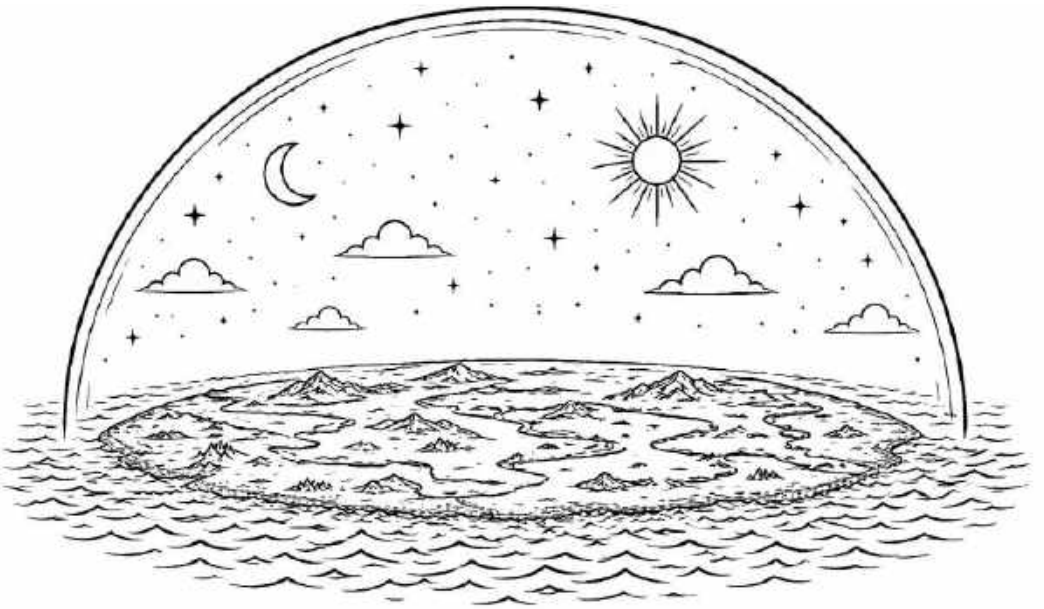
Dominującą teorią wyjaśniającą powstanie Wszechświata jest teoria Wielkiego Wybuchu, zgodnie z którą w pewnej chwili powstała czasoprzestrzeń oraz cała wypełniająca ją materia wraz z oddziaływaniami fizycznymi i rządzącymi nimi prawami. Teoria ta nie wyjaśnia, co było przed powstaniem Wszechświata. Problem po części bierze się z tego, że jeśli nie istniała wcześniej przestrzeń i nie istniał czas, to nie da się opisać tego stanu w sposób zrozumiały dla ludzkiego umysłu. A na pewno miałaby z tym problem mechanika klasyczna, bazująca na pojęciu położenia ciała i opisie jego zmian w czasie.

Obserwacje astronomiczne dostarczają nam wielu cennych informacji o aktualnym stanie Wszechświata. Wynika z nich, że Wszechświat rozszerza się z mierzalną prędkością. Czym dalej od obserwatora znajduje się inny obiekt fizyczny, tym szybciej się od niego oddala. Ale w tym miejscu można zadać sobie pytanie: czy Wszechświat będzie się rozszerzał zawsze? A może osiągnie swoje maksymalne rozmiary i przestanie się rozszerzać? Albo nawet zacznie się kurczyć?

Odrobina historii

Pierwsze modele Wszechświata były oparte na obserwacjach podróżników i żeglarzy. Według modelu wywodzącego się ze starożytnego Sumeru, Ziemia była płaskim dyskiem unoszącym się na oceanie i okrytym kopułą nieba. Dosyć dokładny opis tego modelu możemy znaleźć w Księdze Rodzaju. Dowiadujemy się z niego, że pierwotny Kosmos wypełniała woda. Następnie masy wód zostały

eprasa.pl e53e35c675

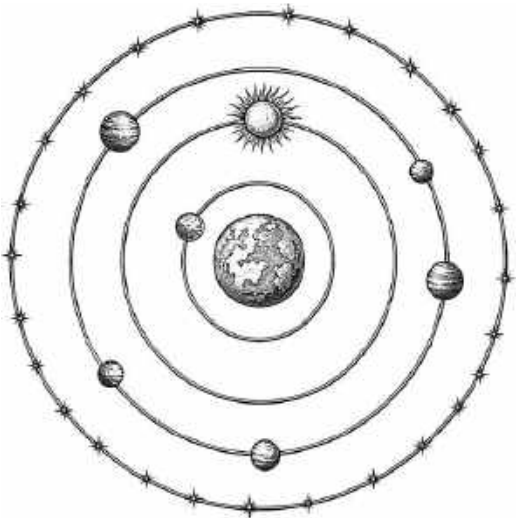


Rysunek 1. Sumeryjskie wyobrażenie Wszechświata: Ziemia to płaski dysk zamknięty pod sklepieniem niebieskim i unoszący się na oceanie

rozdzielone na dwie części: jedna została umieszczona pod sklepieniem niebieskim i z niej wyłonił się suchy ląd, a druga znalazła się powyżej sklepienia niebieskiego.

W starożytnej Grecji dominował pogląd o kulistym kształcie Ziemi. Był on poparty solidnymi dowodami naukowymi. Około 200 lat przed naszą erą Eratostenes jako pierwszy dokonał pomiaru obwodu Ziemi (a stąd jej promienia). Na podstawie obserwacji ruchu ciał niebieskich uznano, że Ziemię otacza kilka niezależnych sfer, na których obracają się: Księżyc, Słońce, planety i gwiazdy, nie zaburzając wzajemnie swojego ruchu. W ogólnym kształcie model ten przetrwał do czasów Kopernika, kiedy to teoria geocentryczna budowy Układu Słonecznego została zastąpiona teorią heliocentryczną.

Model heliocentryczny zakładał, że Wszechświat jest ogromnym statycznym tworem, prawdopodobnie nieskończonym. Niemniej wraz z odkryciem i wyjaśnieniem natury oddziaływania grawitacyjnego przez Newtona pojawił się pewien problem. Gdyby Wszechświat był statyczny, działające siły grawitacji spowodowałyby jego zapadnięcie się w jeden punkt. Wątpliwości budził również fakt, dlaczego nocne niebo jest ciemne. Gdyby Wszechświat był nieskończony i równomiernie wypełniony gwiazdami, to każdy kawałek nieba powinien świecić przynajmniej lekką poświatą. Pod koniec XIX wieku odkryto pierwsze mgławice spiralne, które w rzeczywistości były odległymi galaktykami. W tamtych czasach możliwe było już badanie widma promieniowania odległych obiektów, co pozwoliło ustalić, że Słońce jest jedną z wielu gwiazd o podobnym



Rysunek 2. Starożytni Grecy zdawali sobie sprawę z kulistego kształtu Ziemi, a także wyciągali wnioski z ruchu ciał niebieskich. Według ich wyobrażeń Ziemia była otoczona kilkoma sferami, po których niezależnie od siebie poruszały się obserwowane obiekty

eprasa.pl e53e35c675

typie widmowym. Rzucało to nowe spojrzenie na budowę Wszechświata i odbierało Słońcu uprzywilejowaną pozycję obiektu centralnego i wyjątkowego w skali kosmicznej.

Skąd wiadomo, że Wszechświat się rozszerza?

Na początku XX wieku Edwin Hubble zaobserwował, że widmo światła emitowanego przez odległe galaktyki jest przesunięte w kierunku mniejszych częstotliwości fal. Zjawisko nazwano „przesunięciem ku czerwieni" i wyjaśniono przez analogię do efektu Dopplera dla fal mechanicznych: jeśli źródło fali oddala się od obserwatora, to maleje częstotliwość tej fali, lub inaczej – rośnie jej długość. Z poczynionych obserwacji wynikało, że obserwowane obiekty oddalają się od Układu Słonecznego z ogromnymi prędkościami. Zestawienie wyników dla galaktyk znajdujących się w różnej odległości od Ziemi pokazało ciekawą prawidłowość: im dalej znajduje się galaktyka, z tym większą prędkością „ucieka" od nas. Prawidłowość tę opisuje prawo Hubble'a: $v=H_0 \cdot d$, gdzie v jest prędkością ucieczki galaktyki, H_0 – stałą Hubble'a, a d – odległością między galaktyką a obserwatorem. Przy czym prawo to obowiązuje dla obiektów na tyle odległych, że nie są grawitacyjnie związane z Drogą Mleczną.

Dlaczego dalszy los Wszechświata zależy od jego masy?

Aby odpowiedzieć na to pytanie, rozważmy bardzo uproszczony model oddziaływania grawitacyjnego pojedynczego ciała z całą resztą Wszechświata. Załóżmy, że masa całego Wszechświata wynosi M. Na jego peryferiach znajduje się obiekt (może to być galaktyka) o masie równej m. Siła grawitacji działająca pomiędzy tym obiektem a resztą Wszechświata wynosi

$$F_g = G\frac{(M-m)\cdot m}{r^2}$$

gdzie r jest odległością między środkiem tego ciała a środkiem masy Wszechświata. Ponieważ

$$F_g = G\frac{M\cdot m}{r^2}$$

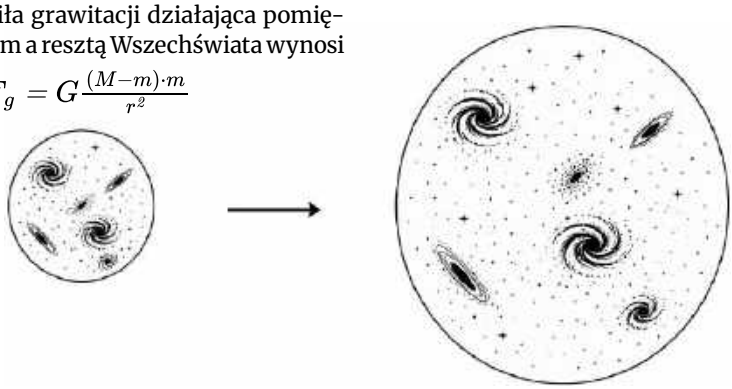
więc $F_g=m\cdot a$, zatem wzór na przyspieszenie grawitacyjne działające na ciało ze strony Wszechświata sprowadza się do wyrażenia

$$\mathrm{a} = \frac{\mathrm{F_g}}{\mathrm{m}} = \mathrm{G}\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{r}^2}$$

Wspomniana galaktyka oddala się ze stałą prędkością o wartości v od środka masy Wszechświata. Zgodnie z zasadami dynamiki Newtona, jeśli nie zadziała na nią żadna siła lub działające siły zrównoważą się, będzie się ona dalej poruszała z tą samą prędkością. Aby wygenerować przyspieszenie, które zredukuje prędkość, musi działać niezrównoważona siła w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu. I w tym przypadku siłą tą jest siła grawitacji, a skutkiem jej działania jest powstanie przyspieszenia hamującego ucieczkę galaktyki. Przyspieszenie to wynosi

$$\mathrm{a} = \mathrm{G}\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{r}^2}$$

Jak widzimy, jego wartość zależy od masy Wszechświata, ale nie od masy „uciekającego" obiektu. W zależności od wartości tego przyspieszenia mamy trzy możliwe scenariusze. Niewielkie przyspieszenie może spowodować, że poruszające się ciało zacznie zwalniać, ale nigdy nie wyhamuje. W tym przypadku Wszechświat stale będzie się rozszerzał, ale coraz wolniej. Przy wyższej wartości przyspieszenia obiekt mógłby się w pewnej chwili zatrzymać i całkowicie przestać poruszać. Wszechświat osiągnąłby wówczas stan równowagi statycznej. Możliwe jest również, że przyspieszenie przy odpowiednio dużej



Rysunek 3. Czym dalej znajdują się dwie galaktyki, tym większa jest prędkość, z jaką oddalają się od siebie w miarę rozszerzania się Wszechświata

eprasa.pl e53e35c675

wartości spowodowałoby zmianę kierunku ruchu galaktyk na przeciwny, czyli w stronę „środka" Wszechświata. Doprowadziłoby to do stanu, w którym Wszechświat w pewnym momencie zaczyna się kurczyć i zapadać do pierwotnych rozmiarów. Istnieją teorie mówiące, że zapadłby się wtedy pod własnym ciężarem, wracając do stanu pierwotnego, co z kolei mogłoby zapoczątkować kolejny Wielki Wybuch. Jak jest naprawdę? Prawdopodobnie Wszechświat będzie się rozszerzał w nieskończoność, na co wskazują wyniki obserwacji astronomicznych. Niemniej, aby udzielić jednoznacznej odpowiedzi, należałoby precyzyjnie zsumować całą masę znajdującej się w jego wnętrzu materii. I z tym jest największy kłopot. Mało tego, że nie możemy położyć na wadze obiektów astronomicznych, a ich masę szacujemy tylko w oparciu o ich wpływ grawitacyjny na inne ciała, to jeszcze nie wiemy, ile jest materii, której nie widzimy, i to zaczynając od pyłu kosmicznego, a kończąc na czarnych dziurach. Obecnie uważa się, że około 25...30% materii Wszechświata to tak zwana „ciemna materia", która jest nieobserwowalna ze względu na brak świecenia w zakresie widzialnym i brak emisji w innych zakresach promieniowania elektromagnetycznego. Aktualnie nie jest znana budowa tej materii. Niektóre teorie zakładają, że mogą to być wypalone gwiazdy czy pozostałości po wybuchach supernowych. Ale również dopuszcza się możliwość, że jest ona zbudowana z innych „cegiełek" niż atomy i cząsteczki. O jej istnieniu wnioskować można wyłącznie na podstawie zachowania niektórych masywnych obiektów, poruszających się tak, jakby działała na nie siła grawitacji pochodząca od niewidzialnej masy. Jakby zagadek było jeszcze za mało, najprawdopodobniej prędkość rozszerzania się Wszechświata rośnie, zamiast maleć. I to robi się niewytłumaczalne przy pomocy praw mechaniki klasycznej. Aby wyjaśnić to zjawisko, należy przyjąć, że istnieje jakaś siła działająca przeciwnie do siły grawitacji i większa od niej co do wartości. Siła ta „rozpychałaby" przestrzeń, powodując ekspansję Wszechświata. Istnienie tej siły przypisano „ciemnej energii", której natura cały czas pozostaje niewyjaśniona.

Sprawdź, co potrafisz

Jeżeli założymy, że Wszechświat rozszerza się ze stałą prędkością, to wartość stałej Hubble'a niesie informację na temat wieku Wszechświata. Na podstawie wzoru na prędkość ucieczki galaktyk ($v=H_0 \cdot d$) wskaż odpowiedź prawdziwą i jej uzasadnienie.

Odpowiedź:

- ☐ A. Wiek Wszechświata jest równy odwrotności stałej Hubble'a.
- ☐ B. Wiek Wszechświata jest równy stałej Hubble'a.

Uzasadnienie:

- ☐ 1. Porównując ten wzór ze wzorem na prędkość w ruchu jednostajnym, stwierdzamy, że stała Hubble'a ma wymiar czasu.
- ☐ 2. Porównując ten wzór ze wzorem na prędkość w ruchu jednostajnym, stwierdzamy, że stała Hubble'a ma wymiar odwrotności czasu.

Dla nauczyciela

W niektórych programach nauczania zagadnienia poruszone w niniejszym artykule omawiane są w szkole ponadpodstawowej w zakresie rozszerzonym przy realizacji działu *Elementy fizyki relatywistycznej i fizyka jądrowa*. Podstawa programowa nie wymaga jawnie od ucznia wiedzy na temat ewolucji Wszechświata, niemniej podstawowe informacje z tego zakresu pozwalają spojrzeć na tematy z zakresu fizyki współczesnej z szerszej perspektywy. Ponieważ dział ten jest zazwyczaj realizowany jako ostatni w cyklu nauczania, warto w miarę możliwości połączyć ten temat z innymi pokrewnymi (np. elementy ewolucji gwiazd). Jak pokazuje doświadczenie z ostatnich lat, na maturze coraz częściej pojawiają się zadania „na myślenie" wykraczające poza sztywny kanon podstawy programowej. Wprawdzie autorzy podają w tekście wszystkie niezbędne informacje i wzory, niemniej rozwiązywalność zadania znacząco się poprawia, jeśli dotyczy ono tematu już znanego i nie jest dla ucznia całkowitym zaskoczeniem. Kilka ostatnich lekcji pod koniec roku można przeznaczyć na tematy, które stanowią już na tyle ugruntowany zasób wiedzy powszechnej, że z niezerowym prawdopodobieństwem można się ich spodziewać w arkuszu egzaminacyjnym. Zagadnienie to nadaje się również na nagłe zastępstwo, ponieważ uczniowie nie potrzebują do jego realizacji podręcznika i zbioru zadań. ■

Joanna Borgensztajn

Odpowiedź do zadania: A. 2.

eprasa.pl e53e35c675

30 LAT KLUBU WYNALAZCÓW!

pod moim skromnym prezesowaniem. Numer sierpniowy 1996 roku był pierwszym z długiej serii, obejmującej 30 lat.

Czy to dużo, czy mało? Możemy sobie podliczyć, 30 lat to:

– 360 numerów Młodego Technika,
– to 360 wydań Klubu Wynalazców, zawierającego: Szkołę Wynalazców, Klub Wynalazców oraz Vademecum Młodego Wynalazcy,
– każdy z tych działów zawierał zadania wynalazcze, których w sumie było 720.

Do każdego z zadań wpływało średnio 2,8 odpowiedzi czytelników z propozycjami rozwiązań – w sumie 2016 propozycji, w dużej części posiadających zdolność patentową.

W pierwszych 10...12 latach do klubu wpływała jedna duża koperta A4 z listami zawierającymi rozwiązania zadań proponowane przez Czytelników.

Średnio w tamtym okresie wpływało 30...50 propozycji miesięcznie. Później liczba korespondencji „papierowej" malała na rzecz korespondencji e-mailowej.

W ostatnim 5...7-leciu również i ta forma aktywności czytelników maleje...

30 lat to więcej niż jedno pokolenie. Patrząc na to z pozycji „sędziwego" prezesa, można zauważyć zmiany wynikające z wielu aspektów, takich jak: gwałtowny rozwój technik informatycznych, narastająca chęć do zdjęcia z barków młodego człowieka uciążliwych obowiązków, dążenie do ułatwień i uproszczenia we wszelkich dziedzinach, spłycenie zainteresowań na rzecz rozrywek „łatwych, prostych i przyjemnych".

Ogólnie rzecz biorąc, zjawiska te występują na całym świecie, z wyjątkami: np. młodzież fińska czyta (!) – widać to w kolejkach miejskich, metrze, w tramwajach i w autobusach.

Podobna sytuacja jest w Korei Południowej. Tam władze podchodzą poważnie do kształcenia i wychowania młodzieży.

Do nauczania dzieci w wieku 4...9 lat (najważniejszy okres w rozwoju dziecka) kieruje się najlepszych absolwentów uczelni pedagogicznych.

Mają oni wysokie wynagrodzenie, ale też stawia się wobec nich wysokie oczekiwania. Zagraniczni specjaliści TRIZ żartują sobie, mówiąc, że Korea Południowa uczyniła sobie z TRIZ niemal „religię" państwową.

Sam koncern Samsung niedawno miał ok. 35 tysięcy osób wyszkolonych w TRIZ.

Prezes koncernu miał do niedawna III stopień certyfikacji. Efektywność masowego wdrożenia TRIZ widać w liczbie patentów międzynarodowych uzyskanych przez Samsung w ostatnich latach.

Poczynając od daty zapoczątkowania wdrażania TRIZ: w latach 1996–1998, do roku 2014 – liczba patentów wzrosła 10 razy. Podobnie wzrosła wartość marki Samsung na giełdach międzynarodowych. Wystarczy zresztą rozejrzeć się w Polsce po sklepach ze sprzętem elektronicznym, fakty mówią same za siebie.

Nadzieją – jak zwykle – jest młodzież. Niestety ostatnie pomysły Ministerstwa Edukacji Narodowej są zatrważające.

Nie widać troski o prawidłowe wychowanie i kształcenie. Na tegorocznej maturze – jak zwykle największym problemem była matematyka... O języku polskim się nie mówi, a upadek dobrej polszczyzny jest faktem.

Polacy nie bardzo się rozumieją i również nie bardzo jasno i precyzyjnie potrafią sformułować wypowiedź w mowie i piśmie.

No cóż, obserwujemy i czekamy na jakiś impuls, który zmieniłby tę sytuację.

Na razie proponuję wysłuchanie „Marszu lotników" Stanisława Latwisa, napisanego na początku lat 30. ubiegłego stulecia.

Załączony niżej link podaje wersję instrumentalną, ale można łatwo znaleźć wersję z chórem i słowami A. Zasuszanki.

Słuchając tego marszu, zbierzcie w jeden blok: odzyskanie Polski zaledwie od ok. 12 lat, sukcesy polskiego, rodzącego się przemysłu lotniczego i sukcesy polskich lotników w Challenge 1932 roku, gospodarcze: port w Gdyni, COP, Azoty i wiele innych.

Melodia tego marszu jest symbolem entuzjazmu i energii naszych dziadków i pradziadków, którym się chciało...

https://youtu.be/de97oCF2vg8

Na progu kolejnej trzydziestki życzę Wam wszystkim, żeby Wam się również chciało!

eprasa.pl e53e35c675

Szkoła Wynalazców

dozwolone do lat 15

Mieliście zadanie raczej typowe dla młodzieży: wymyślić coś nowego do gry i zabawy na wolnym powietrzu, w pogodne lato: zaproponować nowy rodzaj gry indywidualnej lub zespołowej, nadającej się do uprawiania w warunkach letnich i posługującej się tanim, nieskomplikowanym sprzętem.

Zbigniew Góralski – z opowiadań dziadka dowiedział się o bardzo starej grze, którą na terenie Małopolski nazywano „cyrką". Gra była bardzo popularna przed II wojną światową.

Oczywiście było kilka odmian. Ogólnie rzecz biorąc, polegała ona na wybijaniu krótkiego patyka osadzonego w dołku wykopanym w ziemi lub osadzonym na pochyłym dłuższym kijku, ściętym płasko. Po uderzeniu w ten krótki patyk przeciwnicy próbowali złapać go i odrzucić na „boisko" zagrywającego.

W pewnej odmianie po wybiciu krótkiego patyka należało innym, dłuższym patykiem uderzyć go w locie tak, aby poleciał na możliwie dużą odległość.

Gra jest bardzo prosta, „sprzęt" tani, więc może warto by ją upowszechnić.

Gra jest rzeczywiście znana, nawet niektórym członkom redakcji, i może istotnie warto ją wskrzesić. Wymaga zręczności, szybkości reakcji i precyzji, a więc spełnia podstawowe wymagania dla różnych gier terenowych.

Jan Burkat – proponuje grę zbliżoną do gry „w kwadraty". Zasady byłyby następujące: nad ziemią na wysokości ok. 30 cm należy rozpiąć siatkę o średnicy ok. 2 m.

Siatkę należałoby napiąć tak, żeby piłeczka rzucona na nią mogła się odbić sprężyście.

Rozstawienie zawodników po 2...3 z każdej strony w odległości ok. 6 m.

Zawodnik zagrywający rzuca piłeczkę tak, żeby utrudnić stronie przeciwnej jej złapanie.

Jeśli przeciwnik jednak piłeczkę złapie – odrzuca ją na siatkę, również starając się, żeby jej nie złapano.

Zlicza się liczbę piłek niezłapanych.

Problemem może być znalezienie odpowiedniej siatki, choć może ją zastąpić płat płótna. Piłeczki to nie problem i gra może się rozpocząć.

Zbigniew Nowakowski – do gry w „policjantów i złodzieja" potrzebny jest teren, na którym znajdują się naturalne przesłony typu: drzewa, krzewy, sągi drewna, stosy cegieł, jakieś budynki, szopy itp.

Grupa młodzieży losowo wybiera „złodzieja", który następnie chowa się, wykorzystując to, co jest w pobliżu.

W tym czasie policjanci powinni mieć zamknięte oczy i być odwróceni tyłem do miejsca „ucieczki" złodzieja.

Policjant, który wykryje złodzieja, zajmuje jego miejsce i chowa się, a jego drużyna otrzymuje punkt.

Dość typowa zabawa podwórkowa i też może mieć kilka wariantów. Najważniejsze, że zapewnia ruch i zabawę, której tak bardzo brakuje naszej tyjącej młodzieży.

Wymienionym kolegom gratuluję i zapraszam do letnich zabaw ruchowych.

Nowe zadanie

Zadanie wakacyjne na dzień deszczowy. Lato kojarzy się ze słońcem i typową letnią pogodą, ale bywają dni deszczowe, kiedy to człowiek nie wie, co ze sobą zrobić.

Oczywiście wszystkim życzymy „słońca i pogody", ale życie jest życiem i bywają lata mokre.

Wtedy patrzymy trochę bezmyślnie na przedmioty znajdujące się w zasięgu wzroku i zaczynamy myśleć. A więc np. masz tylko: kartkę, spinacz i butelkę. Zbuduj coś, co spełni jakąś konkretną funkcję.

Skromność zasobów nie oznacza skromności fantazji. Jest wiele wynalazków, i to bardzo poważnych, do których doszło właśnie w podobnych okolicznościach.

Spróbujcie i Wy. Przypominam o terminie nadsyłania propozycji: do końca września br.

eprasa.pl e53e35c675

Klub Wynalazców

bez ograniczeń wieku

Mieliście zadanie z dziedziny inżynierii ciężkiej. W życiu istnieje wiele sytuacji ekstremalnych, które jednak są rozwiązywane. Zobaczmy, jak ten problem widzieli nasi Czytelnicy. Trzeba dostarczyć rurę o długości 30 m z zakładu na miejsce budowy. Niestety jedyna możliwa trasa prowadzi przez stare miasto, gdzie uliczki są wąskie, a zakręty ostre. Jak to sprawnie zrobić?

Ryszard Bogucki – można podać co najmniej kilka sposobów.

Najpraktyczniejszy to zaopatrzyć rurę w wózki skrętne, podeprzeć ją tymi wózkami (dwoma) w pewnej odległości od końców i przeciągać ją... raczej ręcznie lub z pomocą niewielkiego ciągnika holującego zestaw „rura plus wózki". Ciągnik powinien być zaczepiony za pierwszy wózek, a lina łącząca go z ciągnikiem powinna być dłuższa niż długość części rury, licząc od wózka do jej końca.

Istotnie taki sposób wydaje się najpraktyczniejszy, ale to zależy jednak od warunków zabudowy miasta. Dla poszerzenia wyobraźni radziłbym wybrać się do Dubrownika, w którym uliczki mają średnio po 2 m szerokości.

Roman Głowacki – zdarzają się sytuacje ekstremalne. Wymagają one zastosowania metod adekwatnych do tych sytuacji. Jeżeli istotnie nie da się żadnym „normalnym" sposobem przetransportować rury w całości, to istnieje teoretycznie sposób, który mógłby problem załatwić; chodzi o transport rury w pionie.

Oczywiście należałoby usunąć całą infrastrukturę przeszkadzającą na czas transportu, ale zawsze jest coś za coś. Sposób trochę „cyrkowy,"ale – jak kolega słusznie zauważył – jak trzeba, to trzeba i już.

Włodzimierz Zamorski – Jeżeli w wyniku analizy wypadnie, że ciężar rury jest do udźwignięcia przez helikopter transportowy, to w ogóle nie ma problemu.

Oczywiście; ale to wszystko jednak zależy od dysponowania odpowiednimi danymi o geometrii ulic konkretnego miasta i możliwościach transportowych helikoptera.

Wymienionym kolegom gratuluję i zapraszam do dalszych zmagań z techniką.

Nowe zadanie

Jak spadać, to z dużego konia. A zatem zadanie trochę ekstremalne:

Jak wiadomo, cywilizacje andyjskie (Inkowie i jeszcze parę innych narodów z tamtego terenu) nie używały koła do transportu. Choć idea koła była im znana, co widać po odkryciach np. małych zabawek itp., to jednak do przybycia Hiszpanów rzeczywiście nie mieli wozów na kołach. Zakładając, że koło w zastosowaniu do transportu nie zostało wynalezione do dziś, jak mogłaby się rozwinąć cywilizacja.

Należy mocno „ruszyć głową" i spróbować wyobrazić sobie świat bez transportu kołowego.

Prawdziwie trizowskie zadanie! Przypominam o terminie nadsyłania propozycji: koniec września br.

Vademecum Młodego Wynalazcy

TRIZ – zapomniany (w Polsce!) język wynalazczości

Dlaczego polski przemysł wciąż nie wykorzystuje jednej z najpotężniejszych metod tworzenia innowacji?

W historii techniki często zachwycamy się pojedynczymi wynalazkami: żarówką, silnikiem odrzutowym, laserem czy internetem.

Rzadziej zadajemy sobie pytanie: czy istnieje metoda, która pomaga wynalazki tworzyć

eprasa.pl e53e35c675

szybciej, taniej i bardziej systematycznie? Okazuje się, że tak.

Nosi nazwę TRIZ – Teoria Rozwiązywania Innowacyjnych Zadań.

Dla wielu polskich inżynierów, studentów czy menedżerów przemysłu termin ten nadal brzmi egzotycznie, choć w największych światowych korporacjach od dawna jest narzędziem codziennej pracy.

Co ciekawe, TRIZ nie jest modną „techniką kreatywności", lecz uporządkowanym systemem analizowania problemów technicznych, powstałym na bazie tysięcy rzeczywistych patentów.

A przecież właśnie dziś – w epoce gwałtownego rozwoju sztucznej inteligencji, robotyki i nowych materiałów – Polska potrzebuje bardziej niż kiedykolwiek metod pozwalających tworzyć własne rozwiązania, zamiast jedynie kopiować cudze pomysły.

Od patentów do „algorytmu wynalazczości"

Twórcą TRIZ był radziecki inżynier i badacz wynalazczości, Henryk Altszuller (**1**). Już jako młody pracownik komórki racjonalizacji i postępu technicznego zauważył coś niezwykłego: ogromna liczba wynalazków opiera się na powtarzalnych schematach.

Przeanalizował dziesiątki tysięcy patentów z różnych dziedzin techniki – od lotnictwa po mechanikę precyzyjną – i odkrył, że prawdziwie przełomowe rozwiązania zwykle powstają poprzez pokonanie sprzeczności technicznych.

Na przykład:

– pragniemy przyspieszyć proces produkcji, nie tracąc dokładności,
– chcemy zwiększyć wytrzymałość konstrukcji, ale bez zwiększania masy (**2**),
– chcemy poprawić bezpieczeństwo urządzenia, ale bez podnoszenia kosztów.

1

2

Klasyczne podejście inżynierskie często prowadzi do kompromisu. TRIZ zakłada coś odwrotnego: najlepszy wynalazek eliminuje sprzeczność, zamiast ją „łagodzić". To właśnie stanowi sedno tej metody.

Myślenie wynalazcy można uporządkować

Najbardziej rewolucyjna idea TRIZ brzmi wręcz prowokacyjnie: twórczość techniczna nie jest wyłącznie darem geniuszu. Można ją częściowo opisać, analizować i rozwijać metodycznie. Altszuller stworzył więc zestaw narzędzi pomagających rozwiązywać problemy techniczne w sposób systemowy. Do najbardziej znanych i podstawowych należą:

1. Sprzeczności techniczne

Centralne pojęcie TRIZ. Wynalazca nie powinien godzić się na kompromis, lecz szukać rozwiązania konfliktu, do którego dochodzi, gdy próbujemy go pokonać na dotychczasowej drodze rozwoju.

2. 40 zasad innowacyjności

To zbiór uniwersalnych strategii pojawiających się w tysiącach patentów. Należą do nich m.in.:

– segmentacja,
– asymetria,
– dynamizacja,
– wykorzystanie pośrednika,
– zmiana układu odniesienia.

Brzmi abstrakcyjnie? A jednak te zasady można odnaleźć zarówno w smartfonie, jak i w nowoczesnym samolocie.

3. Idealny Wynik Końcowy (IWK)

TRIZ zachęca do zadania pozornie nierealnego pytania: „Jak wyglądałoby rozwiązanie idealne?", tzn. takie, w którym nie liczymy się ze środkami, pracochłonnością i kosztami. Często prowadzi to do przełomowych pomysłów.

4. ARIZ

Czyli algorytm rozwiązywania problemów wynalazczych – coś w rodzaju „mapy postępowania" dla trudnych zagadnień technicznych.

Dlaczego świat przemysłu pokochał TRIZ?

W krajach wysoko uprzemysłowionych TRIZ już dawno przestał być ciekawostką akademicką. Metodę tę stosowało lub stosuje wiele wielkich firm technologicznych, m.in. Samsung, Intel,

eprasa.pl e53e35c675

Siemens czy General Electric. TRIZ jest przedmiotem wykładania na takich uczelniach jak MIT i wielu innych.

Dlaczego? Ponieważ współczesny przemysł coraz częściej dochodzi do granic klasycznego projektowania. W wielu branżach „łatwe ulepszenia" już dawno zostały wykorzystane. Aby stworzyć produkt wyraźnie lepszy od konkurencji, trzeba rozwiązywać złożone konflikty techniczne. TRIZ pomaga robić to szybciej. W niektórych firmach zauważono nawet, że odpowiednio przeszkolone zespoły potrafią skrócić czas opracowywania nowych rozwiązań o kilkadziesiąt procent.

Czy Polska to kraj pomysłowych ludzi bez systemu?

Paradoks polega na tym, że Polska ma ogromny potencjał wynalazczy. Polscy inżynierowie od dziesięcioleci słyną z umiejętności improwizacji i kreatywności. Problem polega jednak na tym, że najczęściej działają intuicyjnie. W wielu przedsiębiorstwach nadal pokutuje przekonanie, że innowacja to „nagły błysk geniuszu", który zdarza się przypadkiem. Tymczasem TRIZ pokazuje, że proces twórczy można wspierać narzędziami, podobnie jak projektowanie konstrukcji czy analizę materiałową. W Polsce metoda ta wciąż pozostaje jednak niszową. Uczy się jej na niewielu uczelniach technicznych, rzadko pojawia się w szkołach, a w przedsiębiorstwach często nie słyszano o niej wcale. To szczególnie zaskakujące w epoce, gdy mówi się nieustannie o „gospodarce innowacyjnej".

TRIZ a sztuczna inteligencja

Co ciekawe, TRIZ może dziś przeżywać drugą młodość dzięki rozwojowi AI. Sztuczna inteligencja potrafi generować ogromne liczby pomysłów, lecz często robi to chaotycznie. TRIZ dostarcza strukturę: wskazuje, gdzie szukać rozwiązania i jak analizować konflikt techniczny.

3

Połączenie AI z metodologią TRIZ może stać się jednym z najpotężniejszych narzędzi projektowych XXI wieku (3).

Wyobraźmy sobie program komputerowy analizujący sprzeczność techniczną i proponujący rozwiązania inspirowane tysiącami wcześniejszych wynalazków. W praktyce pierwsze takie systemy już istnieją (TechOptimizer – USA).

Wynalazczości można się nauczyć

Największą wartością TRIZ jest chyba jednak coś innego: metoda odbiera wynalazczości aurę tajemniczości. Młody człowiek często uważa, że wynalazcą trzeba się „urodzić". Tymczasem historia techniki pokazuje, że ogromna część sukcesu wynika z umiejętności zadawania właściwych pytań. TRIZ uczy właśnie tego:

– jak dostrzegać sprzeczności,
– jak analizować problem,
– jak przełamywać schematy myślenia,
– jak szukać rozwiązań poza własną branżą.

To niezwykle cenna kompetencja nie tylko dla inżynierów, ale również dla projektantów, przedsiębiorców czy programistów.

Polska potrzebuje kultury wynalazczości

W czasach PRL popularne były kluby młodych techników, konkursy racjonalizatorskie i modelarnie. Dziś mamy drukarki 3D, robotykę i dostęp do niemal całej wiedzy świata, ale jednocześnie coraz rzadziej uczymy młodzież systemowego myślenia wynalazczego. A przecież przyszłość przemysłu nie zależy wyłącznie od taniej siły roboczej czy montowni zagranicznych firm. Prawdziwa przewaga rodzi się tam, gdzie powstają własne technologie. TRIZ nie jest cudownym lekarstwem na wszystkie problemy gospodarki. Moje jednak stać się ważnym narzędziem budowania kultury innowacyjności – szczególnie w kraju pełnym zdolnych, pomysłowych ludzi. Może więc najwyższy czas, by teoria stworzona z analizy patentów przestała być w Polsce egzotycznym skrótem znanym garstce specjalistów, a stała się jednym z fundamentów nowoczesnej edukacji technicznej? Bo przyszłość należy nie tylko do tych, którzy mają pomysły. Ale do tych, którzy potrafią tworzyć je świadomie. ■

Prezes Klubu Wynalazców
Champion TRIZ
Jan Boratyński

eprasa.pl e53e35c675

Genialne w swej prostocie: **6 innowacyjnych pomysłów Czytelników, które mogą zmienić naszą codzienność**

Prezentujemy najciekawsze propozycje nadesłane do naszej redakcji w ostatnim miesiącu. Od ekologii, przez ogrodnictwo, aż po wsparcie dla seniorów – oto dowód na to, że kreatywność nie zna granic.

Krzysztof Dudzik – zauważył, że gdy myjemy dłonie pod strumieniem wody z wodociągu, niestety woda wlewa nam się do rękawa. Niedużo, ale jest to problem, bo rękaw jest mokry, a mankiety niekiedy brudne od mydła. Należałoby wymyślić coś, co zapobiegałoby takim przygodom.

Problem rzeczywiście istnieje i dotyczy zwłaszcza czynności wykonywanych wyżej niż nasze ramiona, np. mycie okien itp. Wydaje się, że gumowe „rękawiczki bez palców," czyli po prostu elastyczne rury nakładane tak, żeby obejmowały mankiet i obciskały przegub dłoni, załatwiłyby problem.

Mateusz Grzywacz – w warunkach domowych, zwłaszcza w kuchni, często zachodzi potrzeba otwarcia butelki zamykanej na nakrętkę – jedną ręką. Jeśli nakrętka nie jest zbyt mocno dokręcona, to jest to zadanie wymagające pewnej zręczności, ale łatwe. Gorzej, gdy nakrętka stawia zbyt duży opór i czasem trzeba użyć kleszczy. Przydałoby się jakieś proste urządzenie, które nie wymagałoby użycia kleszczy i dałoby się obsłużyć jedną ręką.

Wydaje się, że problem jest dość prosty. Można by zamocować na stałe przy blacie kuchennym coś w rodzaju tulei ze stożkowym i karbowanym wnętrzem. Trzymając jedną ręką butelkę, wkładałoby się ją do tej tulei i obracając butelką, łatwo odkręciłoby się nakrętkę. Ciekawe, co o tym myślą inni Czytelnicy.

Bogdan Wesołowski – często jest wysyłany przez „władze domowe" na zakupy do pobliskich sklepów. Na te zakupy bierze torbę tekstylną z dwoma uszami. Ekspedientka ustawia zakupione towary na ladzie, skąd należy je zabrać i umieścić w torbie. Bogdan widzi potrzebę zainstalowania haka na krawędzi lady (od strony klienta), na którym można by powiesić jedno ucho, drugim otworzyć torbę i ulokować w niej zakupione towary. Bez takiego haka wkładanie kończy się czasami zbieraniem produktów z podłogi.

Bardzo prosta i bardzo przydatna sprawa! Wie o tym każdy, komu wypadła z takiej torby butelka szklana z piwem! Te tekstylne torby są rzeczywiście niemiłe podczas zapełniania ich produktami.

Roman Gwiżdż – wielokrotnie przekonał się, że świeży chleb, pachnący i apetyczny, po dwóch – trzech dniach twardnieje i w zasadzie nie nadaje się do jedzenia. Potrzebny jest jakiś pojemnik lub metoda, żeby tego uniknąć.

W zasadzie taka metoda już jest w każdym domu. Wystarczy zakupiony chleb podzielić na dwie części: jedną schować do chłodziarki, a drugą do zamrażalnika. Chleb z zamrażalnika należy przełożyć do chłodziarki wieczorem, żeby na śniadanie był już rozmrożony. Ale są jeszcze inne metody – może wypowiedzą się koledzy ze Szkoły Wynalazców...

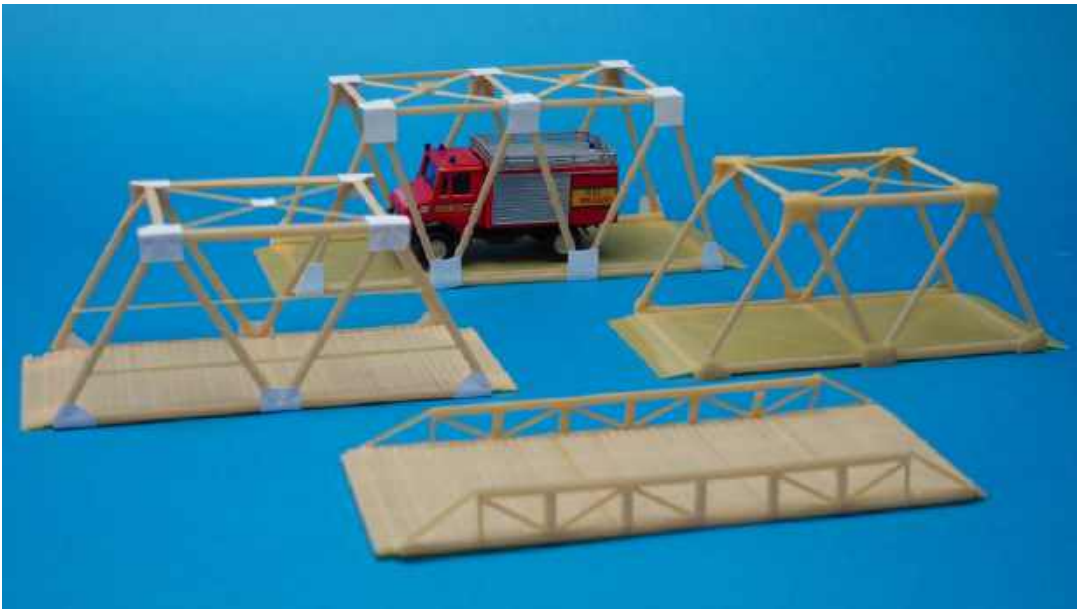
Bogdan Trzciński – wszystkie systemy zabezpieczenia rowerów przed kradzieżą polegają w zasadzie na utrudnianiu zabrania roweru z miejsca parkowania. Wydaje się, że w XXI wieku można to zrobić daleko lepiej. Można zainstalować w rowerze chip lokalizacyjny, informujący właściciela o miejscu znajdowania się roweru, a dane o miejscu można by odczytać z komórki. A poza tym można umieścić w rowerze sygnał dźwiękowy , głośny i przeraźliwy, tak żeby nielegalne zabieranie roweru było natychmiast ujawniane. Wszystko to będzie ważyło nie więcej niż 50 dag, a stopień zabezpieczenia byłby bardzo wysoki.

System lokalizacji roweru już w zasadzie jest: mają go wszystkie firmy wypożyczające rowery do jazdy po mieście. Zastosowanie w prywatnym rowerze sygnału dźwiękowego rzeczywiście bardzo by pomogło w zniechęceniu złodzieja do zabrania roweru.

Ania Motyka – jest pewien problem z artykułami pakowanymi w tuby. Otóż nie zawsze udaje się wykorzystać ich zawartość do końca. Najczęściej rozcina się nożem tubę i pracowicie wgrzebuje się resztki, np. ketchupu lub musztardy. Potrzebny jest jakiś sposób lub urządzenie, które pozwoli wykorzystać zawartość tuby do końca.

Obecnie stosuje się właściwie jeden sposób: dolewa się do butelki z resztkami ketchupu trochę ciepłej wody i, mocno potrząsając, po chwili możemy cały ketchup mieć już do dyspozycji. Zapewne można jeszcze coś wymyślić, ale to pozostawiamy członkom Klubu Wynalazców.

eprasa.pl e53e35c675



Makaronowe mosty

Dziś „Na warsztacie" ponownie wracamy do modelarskich konstrukcji mostowych. 12 maja obchodziliśmy w Polsce Dzień Mostowca – ustanowiony w 2013 roku przez Związek Mostowców Rzeczypospolitej Polskiej. W tym dniu szczególnie niż zwykle doceniamy pracę inżynierów i specjalistów budownictwa mostowego oraz dajemy szansę przyszłym konstruktorom na rozbudzenie tej jakże konstruktywnej pasji.

Polskie mosty

W Polsce funkcjonuje ponad 42 tys. obiektów mostowych, z czego około 34 tys. to mosty drogowe. Naszą „mostową stolicą" jest Wrocław, który posiada ich blisko 120, co stawia go w ścisłej europejskiej czołówce!

Warte zobaczenia konstrukcje mostowe w Polsce to między innymi:

- **most Rędziński we Wrocławiu** – najwyższa konstrukcja mostowa w kraju (pylon ma 122 m wysokości), to też najdłuższy żelbetowy most podwieszony w Polsce.
- **most im. Bronisława Malinowskiego w Grudziądzu** – najdłuższy most w Polsce o długości 1098,4 m;
- **most w Tczewie** w czasie swojej budowy (XIX w.) był jednym z najdłuższych mostów w Europie, a jego inżynierskie rozwiązania były przełomowe dla ówczesnego mostownictwa.
- **most w Kwidzynie** – jedna z najdłuższych konstrukcji typu extradosed (połączenie mostu belkowego i podwieszonego) w Europie (1867 m).
- **most autostradowy w Mszanie** – najszerszy most typu extradosed na świecie;
- **most w Maurzycach** (niedaleko Łowicza) – pierwszy na świecie most spawany z 1929 r.

Polscy konstruktorzy

Przy tej okazji nie można nie wspomnieć choć o trzech słynnych polskich konstruktorach mostów, którzy zmienili oblicze inżynierii, a ich nowatorskie projekty i techniki inżynieryjne zyskały uznanie na świecie [2]:

eprasa.pl e53e35c675

1

- **Ernest Malinowski** (1818–1899) – m.in. budowniczy najwyżej położonej linii kolejowej;
- **Rudolf Modrzejewski** (1861–1940) – twórca rekordowych mostów wiszących w USA;
- **Stefan Bryła** (1886–1943) – pionier spawalnictwa w budownictwie lądowym i mostowym.

2

Tak krótkie zestawienie rzecz jasna nie wyczerpuje długiej listy wybitnych polskich konstruktorów przepraw mostowych. Przy tej okazji zapraszam też do otworzenia odnośników zamieszczonych na stronie...

Steam – wyzwania dla przyszłych inżynierów

Kratownicowe konstrukcje, w tym mostowe, to częsty temat projektów i konkursów w ramach idei STEAM [3], by rozwijać kreatywność, innowacyjność i samokrytyczne myślenie młodych techników. W ramach tego typu wyzwań szkolne zespoły projektowe, zaczynając od podstawówek aż do uczelni wyższych, opracowują i wykonują między innymi miniaturowe konstrukcje z balsy, zapałek (vide Na warsztacie MT 5/2011) oraz – z makaronu!

Dziś skupimy się na konstrukcjach wykonanych z tego właśnie, bodaj najbardziej dostępnego w każdym domu, doskonałego modelarskiego materiału konstrukcyjnego. Konkursy makaronowych mostów odbywają się na poziomie klas, szkół, są konkursy ogólnopolskie, są także konkursy światowe – i cały czas mówimy o miniaturowych mostach z makaronu! Te międzynarodowe mają naprawdę wysoki poziom. Dla przykładu: w konkursie Spaghetti Bridge, który odbywa się w Okanagan College w Kolumbii Brytyjskiej i jest

Komponenty modelu edukacyjnego STEAM:

Science (Nauka/Nauki przyrodnicze) – obejmuje biologię, chemię, fizykę i nauki o ziemi. Uczy obserwacji, stawiania hipotez i zrozumienia zasad działania świata.

Technology (Technologia) – dotyczy umiejętności korzystania z narzędzi cyfrowych, programowania, robotyki oraz rozumienia nowoczesnych rozwiązań technicznych.

Engineering (Inżynieria) – skupia się na projektowaniu, budowaniu konstrukcji oraz procesie rozwiązywania problemów inżynieryjnych (projektowanie, prototypowanie, testowanie).

Arts (Sztuka): w kontekście STEAM nie oznacza tylko plastyki. To kreatywne podejście, design, estetyka, muzyka, sztuki wizualne oraz humanistyczne, które pomagają w nieszablonowym myśleniu (design thinking) i komunikacji.

Mathematics (Matematyka) – podstawa obliczeń, analizy danych, geometrii, logicznego rozumowania i modelowania zjawisk.

Podstawowe założenia i korzyści metody STEAM:

Interdyscyplinarność – przedmioty nie są nauczane oddzielnie, lecz zintegrowane, co pokazuje uczniom, jak wiedza stosowana jest w praktyce.

Kreatywne rozwiązywanie problemów – dodanie sztuki (Arts) uczy, że inżynieria i technologia wymagają nie tylko logiki, ale także wyobraźni.

Aktywne uczenie się – uczestnicy stają się odkrywcami i konstruktorami, nie biernymi odbiorcami wiedzy.

Przygotowanie do przyszłości – STEAM kształtuje kompetencje poszukiwane na nowoczesnym rynku pracy, takie jak współpraca, komunikacja i elastyczność.

eprasa.pl e53e35c675

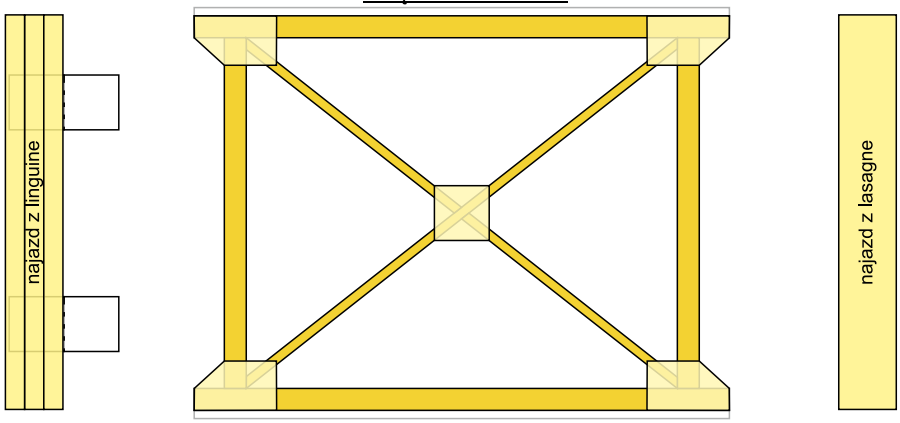
m.technik

MAKARONOWY MOST

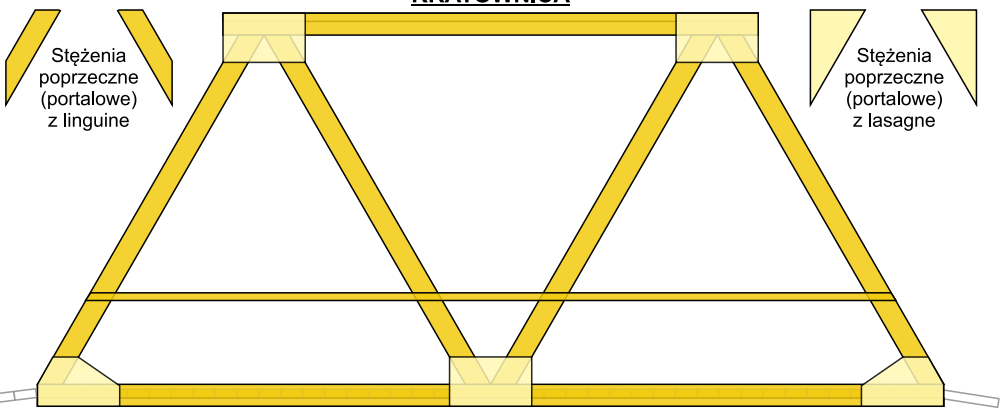
AKADEMIA PANA DOBROMIRA

Aby uzyskać docelowy rysunek wykonawczy ten wydruk należy powiększyć do 138%

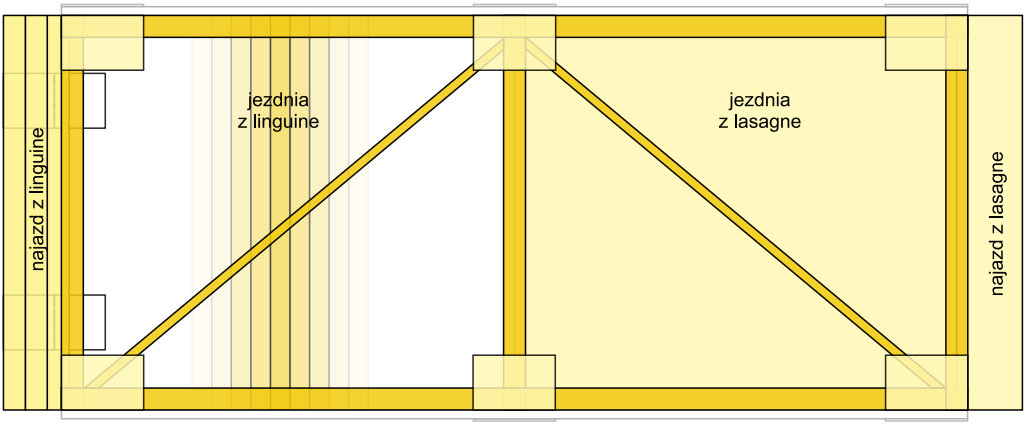
STĘŻENIE GÓRNE



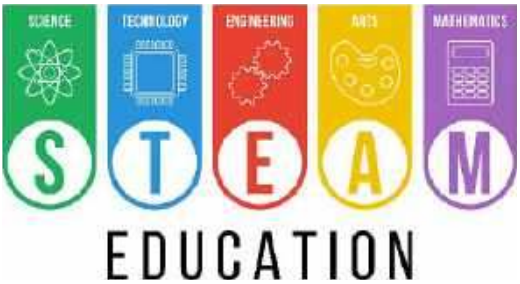
KRATOWNICA



POMOST



eprasa.pl e53e35c675



4

przeznaczony dla uczniów i studentów z całego świata, w roku 2011 wygrali Norbert Pozsonyi i Aliz Totivan z Uniwersytetu Széchenyi István w Győr na Węgrzech, prezentując makaronowy most ważący 982 gramy, potrafiący przy tym udźwignąć ciężar 443,58 kg! [4] W Polsce konkursy studenckie gromadzą reprezentacje wielu uczelni technicznych, jak choćby Food Bridge, rozegrany na kampusie Politechniki Krakowskiej w 2024 r. [5].

Materiały i narzędzia

Choć różne konkursy mają różne zastrzeżenia co do rodzaju możliwych do użycia makaronów i połączeń, w naszym młodotechnikowym, szkolnym projekcie STEAM przyjmijmy, że możemy używać dowolnego rodzaju makaronu (polecane są spaghetti – okrągłe w przekroju – i linguine). W zależności od możliwości sprzętowych organizatora pozostawmy możliwość wyboru materiału „blach" węzłowych pomiędzy lasagne a papierem (idealnie brystolem ok. 160 g/m² w kolorze makaronu) [6].

Konstrukcje mostowe to:

- mosty (nad wodą/doliną);
- wiadukty (nad drogą lub torami);
- estakady (długie konstrukcje nad terenem);
- kładki (piesze, rowerowe).

Do łączenia elementów zastosujemy biały klej stolarski (PVA, typu wikolowego), bardziej znany w szkole z tubek pod nazwą Magic.

Z indywidualnych narzędzi wygodnych w szybkim przycinaniu makaronu godne polecenia są boczne cążki (elektroniczne lub (równorzędnie) proste obcinaczki do paznokci [7]. Oczywiście można używać także innych narzędzi, o ile pracownia takimi dysponuje (lasagne doskonale tnie tarcza korundowa w modelarskiej pile stołowej lub choćby osadzona w szlifierce typu Proxxon).

5

eprasa.pl e53e35c675

Elementy kratownicowych konstrukcji mostowych

Przystępując do projektowania modeli mostów, warto znać ich podstawowe elementy składowe:

Kratownice (zwykle w parach tworzą ustrój nośny):

- pasy górne: najwyższe poziome pręty dźwigara, zazwyczaj ściskane;
- pasy dolne: najniższe poziome pręty dźwigara, zazwyczaj rozciągane;
- krzyżulce: ukośne pręty łączące pas górny z dolnym, przejmujące siły poprzeczne;
- słupki: pionowe pręty łączące pasy w węzłach;
- węzły: punkty połączeń prętów kratownicy;
- blachy węzłowe: kluczowe elementy konstrukcyjne łączące pręty kratownicy (pasy, słupki, krzyżulce) w węzłach.

Pomost:

- poprzecznice: belki prostopadłe do dźwigarów głównych;
- podłużnice: belki równoległe do dźwigarów, oparte na poprzecznicach;
- płyta pomostu: żelbetowa lub stalowa, na której znajduje się nawierzchnia.

Stężenia (wiatrownice): elementy zapewniające stateczność globalną, usztywniające konstrukcję przeciwko siłom poziomym (wiatr, siły hamowania);

- stężenia górne i dolne (poziome);
- stężenia ramowe (portale) na końcach mostu.

Podpory i ich akcesoria:

- łożyska: przenoszą obciążenia z ustroju nośnego na podpory – w tym wynikające z rozszerzania i kurczenia się konstrukcji w zależności od temperatury;
- podpory (filary, przyczółki):
- elementy pionowe przenoszące ciężar na fundamenty (np. płyty łożysk).

Wyposażenie użytkowe:

- nawierzchnia (drewniane deski jezdni zwie się dylami – np. w mostach Baileya);
- płyty najazdowe (w mostach tymczasowych jw.);
- oświetlenie, odwodnienie;
- krawężniki, balustrady, bariery, etc.

6

7

8

9

Założenia projektowe miniaturowego mostu MT

Zasadniczo opracowanie rodzaju geometrii mostu, jego wymiarów i detali w projekcie wykonawczym w docelowej wielkości leży po stronie zespołów uczestniczących w konkursie (oczywiście po wcześniejszym przeanalizowaniu rozwiązań rzeczywistych mostów i/lub – co często jest wygodniejsze – ich modelarskich odpowiedników [8, 9]). Jednakże, mając na uwadze,

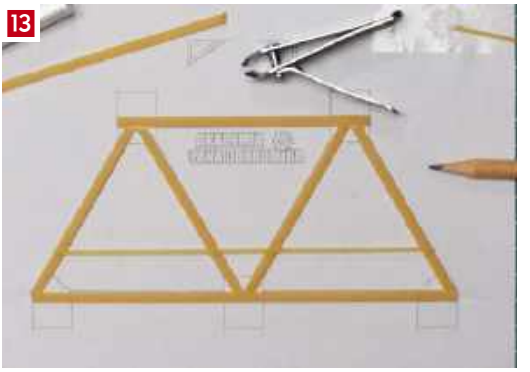
eprasa.pl e53e35c675

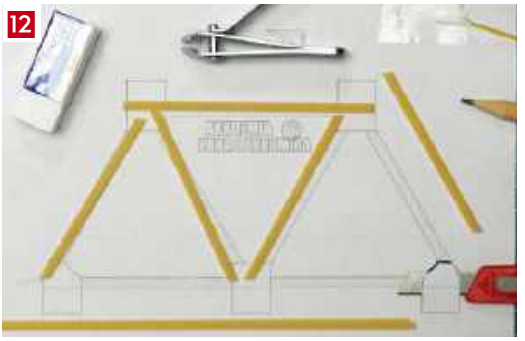
że w trakcie zajęć lekcyjnych rzadko można wygospodarować więcej niż dwie lekcje następujące po sobie (w trzeciej klasie szkoły podstawowej może się to udać łatwiej), warto mieć też przykładowy, gotowy projekt. W zależności od wieku członków zespołów, dostępnego czasu i umiejętności technicznych może on służyć bezpośrednio za projekt wykonawczy (co zostało wielokrotnie sprawdzone przez autora w klasach III SP podczas dwóch połączonych lekcji, w zespołach 4...6-osobowych). Dla bardziej doświadczonych zespołów lub przy dłuższym czasie realizacji (np. zadania feryjne) może stanowić podstawę i inspirację do projektowania własnych konstrukcji.

W założeniach projektowych modelu mostu, którego rysunki w skali 1:1 ilustrują dzisiejszy temat „Na warsztacie", znalazły się między innymi:

- odległość między przyczółkami przeprawy: 150 mm (można ew. przyjąć większą, choć to opcja raczej dla bardziej doświadczonych zespołów lub dłuższego czasu na realizację projektów);
- szerokość mostu: 75 mm (wynikająca z szerokości drewnianych klocków z gry typu Jenga);
- - wysokość mostu: min. 60 mm (tę wielkość zdeterminowała wysokość dostępnych w pracowni modeli samochodów w skali 1:50);
- - „najczystsza geometrycznie" kratownica typu Warrena.

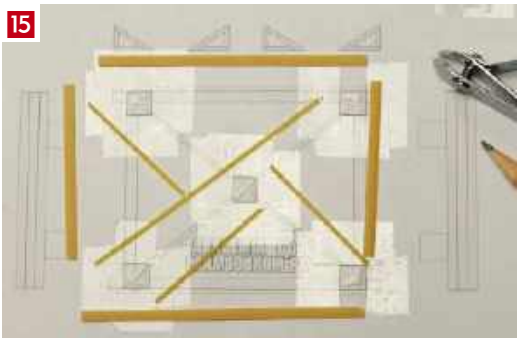
Ponieważ projekt ma być możliwy do wykonania w każdej klasie (także bez modelarskich pił tarczowych), przyjęto możliwość wykorzystania w montażu wrysowanych (i potem odcinanych

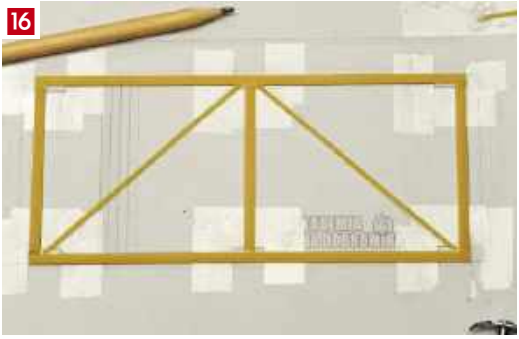


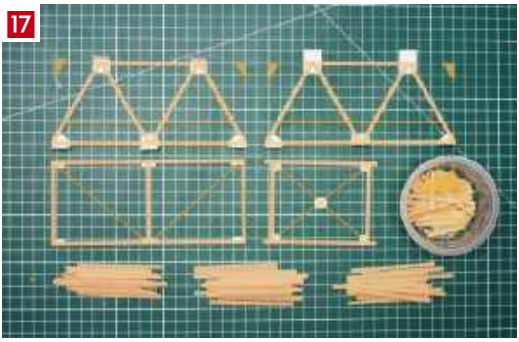


eprasa.pl e53e35c675

od arkuszy z rysunkami) „blach” węzłowych z kartonu lub zwykłego papieru. Przyjęto też, że te same rysunki posłużą do budowy konstrukcji wykonanych w całości z makaronu.

15


16


17


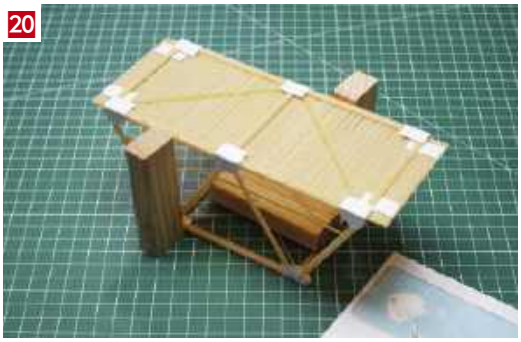
18

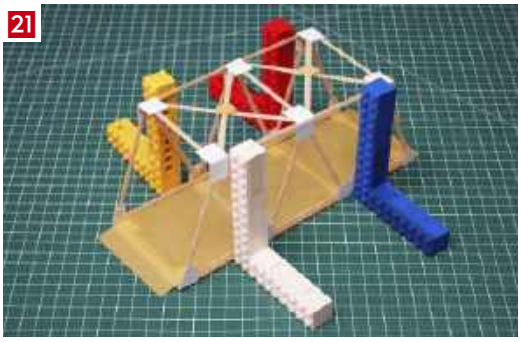
Wykonanie makaronowych mostów

Szczegóły montażu mostu makaronowo-kartonowego i całkowicie makaronowego ilustrują zdjęcia [11...26] i do nich odnosić się będzie poniższy opis. Modelowy most wyłącznie makaronowy buduje się bardzo podobnie, stąd w jego przypadku omówione zostaną jedynie różnice.

Korzystając z młodotechnikowych projektów wykonawczych, należy je skopiować w odpowiedniej liczbie [A]×2, [B] i [C] dla każdego z uczestniczących w wyzwaniu zespołów. Jeśli wykonawcami będą zespoły klas trzecich SP, warto również wstępnie przygotować rysunki do pracy (nacięcia i oklejenia taśmą okolic „blach” węzłowych) [12], [15], [16].

19

20


21


eprasa.pl e53e35c675

Po rozdaniu planów wykonawczych rolą prowadzącego pedagoga/opiekuna jest omówienie zasad rywalizacji, znaczenia elementów, sposobu montażu oraz bezpiecznego używania materiałów i narzędzi (ważna uwaga: nieodpowiednio trzymane makarony mogą strzelać końcówkami przy odcinaniu).

Zadaniem zespołów jest efektywny podział pracy (jedna osoba wystarczy do montażu jednego podzespołu: [A]×2, [B] i [C] + jezdnia + najazdy) i możliwie szybkie wykonanie poprawnych składowych konstrukcji. Wyposażenie mostu (czyli elementy jezdni (dyle) i najazdy) mogą być wykonane przez tych członków zespołu, którzy wcześniej ukończą swoje podzespoły (np. kratownice), lub być w kompetencjach piątego i szóstego członka zespołu. W tym momencie można wydać zespołom materiały (na jeden most wystarczą 24 szt. linguine i 3 szt. spaghetti). W celu przyspieszenia klejenia można udostępnić zespołom suszarki do włosów, choć nie jest to konieczne, o ile klej nie jest nakładany w nadmiarze. Po wstępnym związaniu prętów poszczególne prefabrykaty odcina się (wystarczą nożyczki) w zewnętrznych krawędziach blach węzłowych (można pomóc sobie blaszką z puszki po napojach) i dosusza.

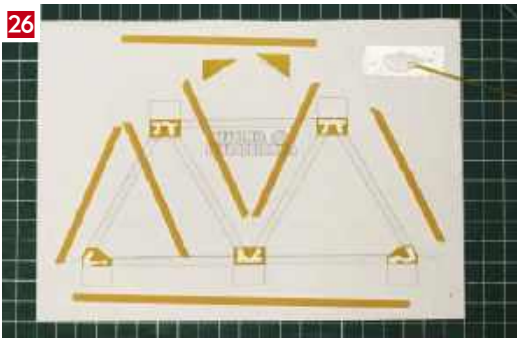
Prócz poprawnego i terminowego montażu podzespołów (warto mieć już cały pomost z jezdnią), kluczowym momentem jest sprawne zespolenie prefabrykatów z wykorzystaniem przedłużonych „blach" węzłowych

22

23

24

25

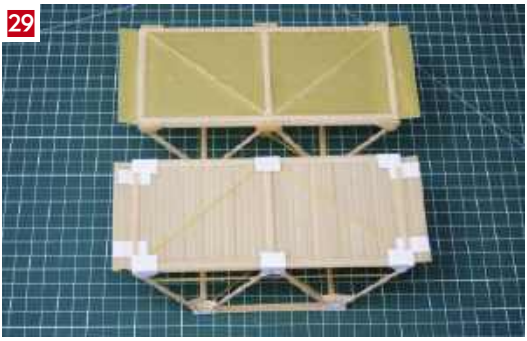
26


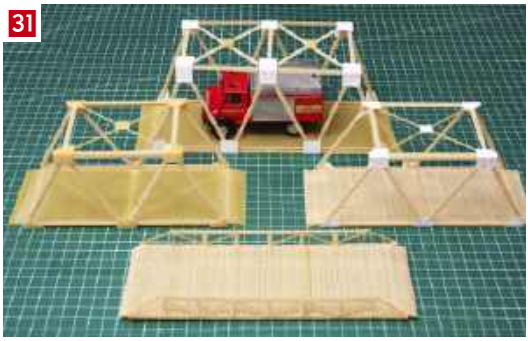
27

eprasa.pl e53e35c675

28

30


29


31

kratownic. Dla utrzymania prostopadłości elementów warto wykorzystać klocki drewniane (Jenga) [19] lub poskładane w kątowniki klocki typu Lego [21]. Po wystarczającym związaniu krat z pomostem (można pomagać sobie suszarką), ostrożne odwrócenie konstrukcji ułatwi połączenie jej z wiatrownicą górną [20]. Po dosuszeniu (biały klej musi stać się przezroczysty) można już uznać model za skończony i poddać go próbnemu obciążeniu (np. przejechać przez niego modelem samochodu).

Budowa modelu całomakaronowego z dociętymi wstępnie elementami z lasagne może być nawet mniej czasochłonna (największa oszczędność czasu występuje w przypadku montażu jezdni [18]). Prefabrykaty „blach" węzłowych mogą być prostokątne, wtedy zadaniem uczestników będzie ich ostrożne docięcie do polecanego w projekcie kształtu – ważne, by docinać stopniowo, unikając pęknięcia płytki makaronu w nieodpowiednim miejscu. Płyty pomostu raczej powinny być już docięte na wymiar (mogą być dwie z łączeniem pośrodku). Podobnie ma się sprawa z najazdami.

Bardzo wygodne jest stabilizowanie lasagne'owych „blach" węzłowych na projekcie wykonawczym – wystarczy zwilżyć je odrobiną wody przed naklejeniem na papier (podobnie jak w przypadku znaczków czy zaklejaniu kopert). Nie jest tu już konieczne zabezpieczanie ich okolic taśmą samoprzylepną (ze względu na większą grubość płytek z makaronu). Reszta montażu przebiega w zasadzie analogicznie, choć w końcowym montażu poszczególne podzespoły klei się już tylko liniowo (bez zawijania „blach"). Na koniec warto pamiętać o poprzecznych zastrzałach w górnych (lub dolnych, kiedy nie przewiduje się górnej wiatrownicy) narożnikach mostu, stabilizujących konstrukcję na obciążenia poprzeczne (przekrzywianie kratownic na boki).

Resztki niepoklejonego makaronu można zebrać i wykorzystać jeszcze z pożytkiem w dowolny sposób [30].

Własne projekty oraz kryteria oceny prac

Jak już zostało powiedziane, opisany wyżej projekt stanowi punkt wyjścia do projektowania własnych, jeszcze bardziej ciekawych, oryginalnych czy imponujących miniaturowych konstrukcji kratownicowych [31] – nie ograniczając się tylko do mostowych! W ocenie tych prototypowych konstrukcji warto uwzględnić wszystkie elementy STEAM – dobrze, jeśli będą miały logiczny technicznie projekt (warto odnosić się do inżynierskich konstrukcji), staranne wykonanie, walor artystyczny; mogą być nawet

eprasa.pl e53e35c675

Odnośniki dotyczące tematu tego artykułu:
- Dzień Mostowca: https://www.gov.pl/web/gddkia/po-raz-12-obchodzimy-dzien-mostowca
- pierwszy na świecie most spawany: https://www.gov.pl/web/gddkia-lodz/zabytkowy-most-w-maurzycach-trafi-na-liste-unesco
- Stefan Bryła: https://www.htp.org.pl/portrety-transportu-1-stefan-bryla-inzynier-ktory-otworzyl-nowa-epoke-budownictwa/
- ikony polskiego mostownictwa: https://builderpolska.pl/2018/11/22/ikony-polskiego-mostownictwa/

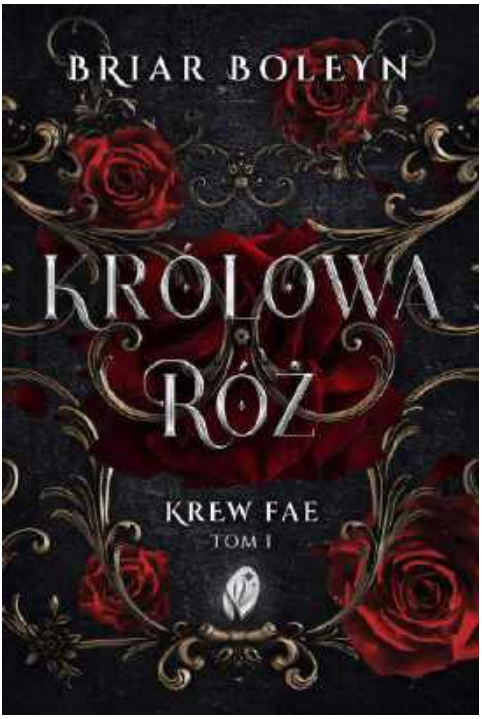
Zasady STEAM: https://www.gov.pl/web/laboratoria/10-zasad-steam
- ogólnopolski konkurs modeli mostów spaghetti dla studentów: https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C102698%2Cstudenckie-mosty-z-makaronu.html
- światowe akademickie konkursy mostów z makaronu: https://en.wikipedia.org/wiki/Spaghetti_bridge
- szkolne próby wytrzymałościowe makaronowych mostów: https://pl.pinterest.com/pin/70437487435502/
- statyka konstrukcji kratowych: https://www.statyka.com.pl/category/kratownica
- budowa mostu kratownicowego typu Warrena nad Drawą: https://nbi.com.pl/archiwum-nbi/most-nad-drawa-technologia-montazu-mostu-na-czynnej-linii-kolejowej/
- mosty z zapałek MT 5/2011: https://mlodytechnik.pl/eksperymenty-i-zadania-szkolne/6576-jaworowi-ludzie

(to zadanie raczej już dla studentów) obliczone pod względem wytrzymałościowym.

Na koniec tradycyjnie zapraszam Czytelniczki i Czytelników „Na warsztacie" do dzielenia się sukcesami (troskami też) w projektowaniu i budowie makaronowych mostów z Redakcją MT oraz autorem. Także Nauczycielki i Nauczycieli, chcących przeprowadzić w swoich pracowniach podobne zajęcia projektowe, zachęcam do kontaktu. Wszystkim pomogę w miarę możliwości – autor.

P. Dobromir
pandobromir@gmail.com

Królowa róż
Briar Boleyn
Wydawnictwo: StoryLight, Cykl: Krew Fae (tom 1), stron: 513, sugerowana cena: 64,99 zł



Niemożliwa miłość, niebezpieczna misja i królestwo na krawędzi wojny... Odrzucona księżniczka... Morgan Pendragon nigdy nie mogła decydować o swoim losie. Mimo że urodziła się, by władać królestwem, nie mogła nic zrobić, gdy postanowiono, że to nie ona zasiądzie na tronie. Nie miała też nic do powiedzenia, kiedy zdecydowano, że resztę życia spędzi, wiernie służąc trzem boginiom – by raz na zawsze uciszyć plotki o jej skażonej krwi. Gdy więc przyrodni brat – król – rozkazuje jej wyruszyć na misję i odnaleźć legendarną broń fae o niezwykłej mocy, Morgan desperacko chwyta się tej szansy na zmianę własnego przeznaczenia. Niebezpieczna pokusa... Podczas podróży Morgan trafia do osobliwej grupy wyrzutków, na czele której stoi mroczny i enigmatyczny wojownik. Serce dziewczyny nie pozostaje obojętne. Kiedy jednak próbuje pogodzić własne pragnienia z poczuciem obowiązku, ona i jej nowi towarzysze zostają zmuszeni stawić czoło niebezpieczeństwom, jakich nie wyśniliby nawet w najgorszych koszmarach. Uśpione królestwo przebudzone krwią... Stulecia temu królestwo fae zniknęło z powierzchni ziemi. Teraz powraca – i chce odzyskać wszystko, co dawno utraciło. Morgan stopniowo poznaje zupełnie nowy świat oraz misterną sieć kłamstw i tajemnic, a wraz z nimi uświadamia sobie straszną prawdę: sekrety ukryte w jej krwi czynią ją zagrożeniem większym, niż kiedykolwiek mogła sobie wyobrazić. Pierwsza część nowej, pełnej akcji serii romantasy, nasyconej magią, niebezpieczeństwem, moralnie niejednoznacznymi bohaterami i hipnotyzującym romansem slow burn.

eprasa.pl e53e35c675

ODKRYJ HISTORIĘ WYNALAZKÓW

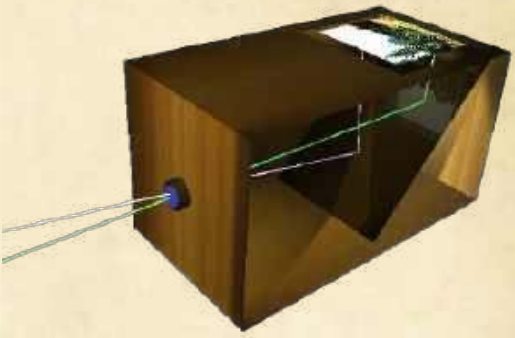
Fotografia

Przez tysiąclecia jedynym sposobem utrwalenia widoku świata było namalowanie go ręką. W 1826 roku (mamy okrągłą datę jubileuszu 200-lecia) zmieniło się to na zawsze: światło samo zaczęło tworzyć obrazy. Historia fotografii to historia coraz krótszego czasu ekspozycji, coraz tańszego dostępu i coraz większego wpływu obrazu na to, jak postrzegamy rzeczywistość. Dziś robimy więcej zdjęć dziennie niż przez pierwsze sto lat fotografii razem wziętych.

Starożytność i średniowiecze

Zasada kamery obskury – światło wpadające przez mały otwór w ciemnym pomieszczeniu rzutuje obraz zewnętrzny na przeciwległą ścianę, odwrócony do góry nogami – była znana Arystotelesowi, a może nawet wcześniej. Arabski uczony Ibn al-Hajtam opisał ją szczegółowo w XI wieku w dziełach optycznych, wyjaśniając, dlaczego obraz jest odwrócony i jak zmiana wielkości otworu wpływa na ostrość.

W renesansie kamera obskura stała się urządzeniem przenośnym – ciemną skrzynką z soczewką. Malarze i rysownicy używali jej do przenoszenia proporcji architektury i krajobrazów na papier. Jan Vermeer podobno malował przy jej pomocy swoje precyzyjnie skonstruowane wnętrza. Kamera była świetna. Brakowało tylko jednego: sposobu, żeby obraz – zamiast malować – po prostu utrwalić.

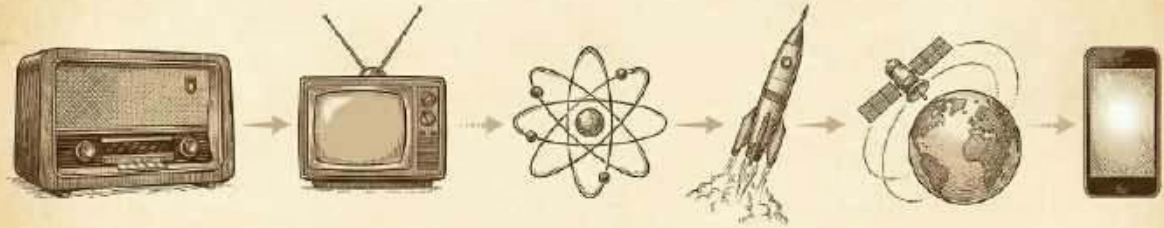


1. Schemat kamery obskury, XVIII w.
By en:User:Meggar – en:Image:Camera obscura box.jpg, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1245255

1826 – pierwsze zdjęcie na świecie

Joseph Nicéphore Niépce, francuski wynalazca z Burgundii, eksperymentował z różnymi substancjami

eprasa.pl e53e35c675



światłoczułymi. W 1826 roku ustawił kamerę obskurę w oknie na piętrze swojego domu i zostawił na cały dzień – blaszana płytka pokryta asfaltem jerozolimskim była wystawiona na światło przez około ośmiu godzin. Po wywołaniu powstał obraz: dach, podwórzec, komin.
„Pejzaż z okna w Le Gras" ma format 20×25 cm, jest ziarnisty i trudny do odczytania. Ale to najstarsze zachowane zdjęcie na świecie. Niépce nazwał swój proces heliografią – rysunkiem słonecznym. Osiem godzin ekspozycji sprawia, że słońce jest widoczne na obu stronach podwórca jednocześnie – bo przez cały dzień przetaczało się po niebie.

2. Widok z okna w Le Gras, Joseph Nicéphore Niépce, 1826 – najstarsze zachowane zdjęcie na świecie
By Joseph Nicéphore Niépce – Rebecca A. Moss, Coordinator of Visual Resources and Digital Content Library, via email. College of Liberal Arts Office of Information Technology, University of Minnesota. http://www.dcl.umn.edu, Public Domain, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=107219

Kamień milowy: 1839 – dagerotyp

Louis Daguerre był malarzem i twórcą diaram – wielkoformatowych malowideł z efektami świetlnymi, które ekscytowały paryską publiczność. Współpracował z Niépce'em nad utrwalaniem obrazu światłem. Po śmierci Niépce'a w 1833 roku kontynuował sam i osiągnął przełom: pokryta jodkiem srebra płytka miedziana, wywołana parami rtęci, dawała ostry, szczegółowy obraz po zaledwie kilku minutach ekspozycji.
7 stycznia 1839 roku Francuska Akademia Nauk ogłosiła wynalazek publicznie. Rząd francuski odkupił patent i ogłosił go dobrem publicznym – „darem dla świata". W ciągu kilku tygodni sklepy z wyposażeniem optycznym w Europie i Ameryce były oblężone przez amatorów kupujących zestawy dagerotypowe. Portret, który wcześniej kosztował tygodnie pracy malarza, teraz powstawał w kilka minut.
Dagerotyp miał jedną zasadniczą wadę: każdy obraz był unikatowy. Nie można było go powielać. Negatyw nie istniał. To ograniczenie pokonał Anglik William Henry Fox Talbot, który niemal równocześnie opracował kalotypię – technikę negatyw–pozytyw, która pozwalała drukować dowolnie wiele kopii. Kalotypia miał mniejszą rozdzielczość, ale zdefiniowała logikę, którą film negatywowy stosował przez następne 150 lat. Dodajmy, że dagerotypia dawała fenomenalną rozdzielczość rzędu jednego gigapiksela, co jest nieosiągalne dla współczesnych komercyjnych aparatów cyfrowych.

3. Bulwar du Temple w Paryżu, Louis Daguerre, 1839 – pierwsze zdjęcie z człowiekiem
(postaci przy szewcu, długi czas ekspozycji sprawił, że tylko stojący wyszli ostro)
By Louis Daguerre – Scanned from The Photography Book, Phaidon Press, London, 1997., Public Domain, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5005681

1851 – mokra płyta i pierwsza rewolucja jakości

Frederick Scott Archer, brytyjski rzeźbiarz i fotograf, opracował technikę mokrej płyty kolodionowej: szklana płyta pokryta kolodionem (nitrocelulozą) była uczulana w azotanie srebra i natychmiast używana. Ekspozycja trwała sekundy, a jakość przewyższała

eprasa.pl e53e35c675

ODKRYJ HISTORIĘ WYNALAZKÓW

dagerotypy. Archer opublikował metodę bez patentu – dostępna była dla wszystkich.
Mokra płyta zdominowała fotografię przez trzy dekady. Jej wadą było to, że obróbkę chemiczną trzeba było przygotować i wywołać płytę na miejscu – fotografowie wozili ze sobą ciemnie w namiotach. Mimo to była wystarczająco szybka i ostra, by rejestrować historię: amerykańska wojna secesyjna (1861–65) była pierwszym konfliktem zbrojnym udokumentowanym fotograficznie na dużą skalę.

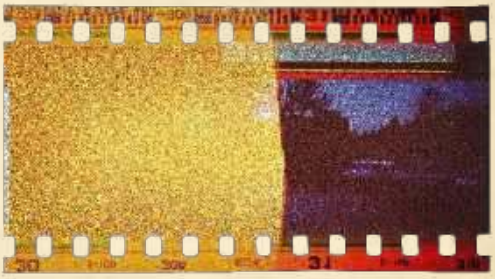
1888 – Kodak i fotografia dla każdego

George Eastman, młody amerykański księgowy ze stanu Nowy Jork, zafascynował się fotografią i przez kilka lat dążył do uproszczenia procesu. W 1884 roku opracował kliszę na podłożu papierowym, a w 1885 – pierwszą klisze celuloidową. W 1888 roku wprowadził aparat Kodak No.1: małe, lekkie pudełko wstępnie załadowane kliszami na 100 zdjęć.
Slogan reklamowy Eastmana przeszedł do historii: „You press the button, we do the rest". Kupowałeś aparat, fotografowałeś i odsyłałeś całość do fabryki Eastmana w Rochester – firma wywoływała klisze, odsyłała odbitki i załadowany na nowo aparat. Fotografia stała się masowa, dostępna dla zwykłych ludzi. Eastman przyjął nazwę Kodak, bo była krótka, łatwa do wymówienia i nie znaczyła nic w żadnym języku.

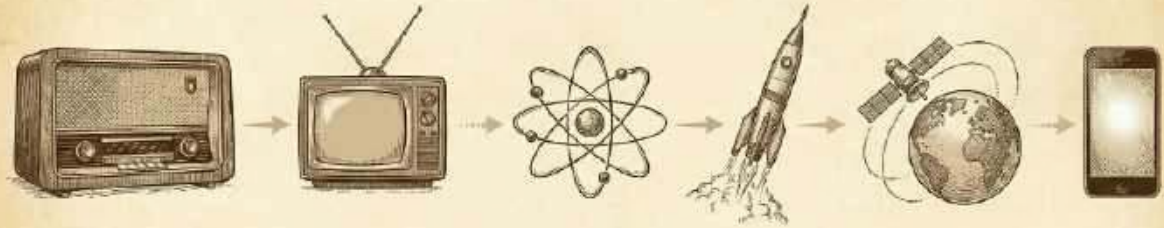
4. Aparat Kodak No. 1, George Eastman, 1888
By Richard F. Lyon – Own work, CC BY 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5109262

Kamień milowy: 1907 – pierwsze zdjęcia w kolorze

Przez ponad siedemdziesiąt lat fotografia była czarno-biała lub w sepii. Barwne zdjęcia próbowano uzyskać różnymi metodami – ręcznym kolorowaniem, trzybarwnym procesem Jamesa Clerka Maxwella (1861) – ale żadna nie była praktyczna. Bracia Auguste i Louis Lumière zmienili to w 1907 roku.
Autochrom Lumière'ów polegał na szklanych płytach pokrytych milionami mikroskopijnych ziarenek skrobi ziemniaczanej zabarwionych na czerwono, zielono i niebiesko. Ziarnka działały jak filtry barwne. Efekt był zaskakujący: miękkie, impresjonistyczne kolory, przypominające malarstwo. Autochrom był pierwszą fotografią kolorową dostępną komercyjnie i pozostał dominującą techniką do lat 30. XX wieku.
Przełom przyniosło Kodachrome – kolor fotografia na filmie negatywowym, wprowadzona przez firmę Kodak w 1935 roku. Jej paleta i trwałość uczyniły ją standardem dla fotografii magazynowej i reportażu przez pięć dekad. National Geographic przez dziesięciolecia definiował wizerunek świata na Kodachrome.



eprasa.pl e53e35c675



1925 – Leica i miniaturyzacja

Oskar Barnack, inżynier w firmie Leitz, od 1913 roku budował prototypy małego aparatu na film kinematograficzny szerokości 35 mm. Potrzebował lekkiego aparatu, który mógłby zabrać na wycieczki w góry – cierpiał na astmę i duże, ciężkie aparaty były dla niego fizycznie uciążliwe.
Leica I, wprowadzona na rynek w 1925 roku, ważyła 425 gramów. Mieściła się w kieszeni płaszcza. Format 35 mm stał się standardem dla późniejszych kamer filmowych i fotograficznych na całe stulecie. Leica zmieniła styl dokumentacji: zamiast sceny ustawionej na statywie można było fotografować życie w ruchu, niezauważonym. Henri Cartier-Bresson nazwał to „decydującym momentem".

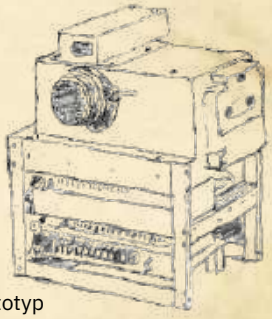
5. Leica I, Oskar Barnack, 1925 – aparat, który spopularyzował format 35 mm
By Eugene Ilchenko – Own work, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2688603

1947 – Polaroid i natychmiastowe zdjęcie

Edwin Land, amerykański fizyk i wynalazca, usłyszał kiedyś od swojej trzyletniej córki pytanie, które stało się jego obsesją: „dlaczego nie mogę zobaczyć zdjęcia od razu?". Przez następne lata Land pracował nad filmem, w którym wywołanie zachodzi wewnątrz kliszy, bez ciemni.
W 1947 roku zaprezentował wyniki Towarzystwu Optycznemu Ameryki. W 1948 roku aparat Polaroid 95 trafił do sprzedaży – pierwsze partie sprzedano w jeden dzień. Odbitka była gotowa po 60 sekundach. Polaroid zdefiniował pojęcie „natychmiastowej fotografii" i nadał jej estetykę, do której Instagram nawiązał siedemdziesiąt lat później.

Kamień milowy: 1975 – pierwsze zdjęcie cyfrowe

Steven Sasson, 24-letni inżynier Kodaka, zbudował w 1975 roku urządzenie ważące 3,6 kg, ktore robiło zdjęcia o rozdzielczości 0,01 megapiksela (100×100 pikseli) i zapisywało je na kasecie magnetofonowej. Każde zdjęcie zajmowało 23 sekundy zapisu i 23 sekundy odczytu na specjalnym monitorze. Sasson pokazał wynalazek kierownictwu Kodaka. Zareagowało chłodno: firma zarabiała miliardy na filmach fotgraficznych i papierze. Projekt został utajniony na kilka lat. To klasyczny paradoks innowatora: firma wynalazła technologię, która ją zniszczy, i sama ukryła wynalazek tak skutecznie, że trzydzieści lat później ogłosiła upadłość.



6. Steven Sasson oraz prototyp pierwszego aparatu cyfrowego, Kodak, 1975
By Aljawad – Own work, CC BY 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12011985
By Bertrand Labévue – Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=127143765

eprasa.pl e53e35c675

ODKRYJ HISTORIĘ WYNALAZKÓW

2000 – aparat w telefonie

W czerwcu 2000 roku Philippe Kahn, amerykański przedsiębiorca technologiczny, na sali porodowej w Santa Cruz połączył telefon komórkowy z kamerą cyfrową i przesłał zdjęcie noworodka do tysiąca osób jednocześnie. Było to pierwsze zdjęcie wysłane bezpośrednio z telefonu. Kahn zmontował całość z przypadkowych części kupionych w pobliskim sklepie.
W tym samym roku japońska firma Sharp wprowadziła J-SH04 – pierwszy seryjnie produkowany telefon z kamerą. Miał rozdzielczość 0,11 megapiksela. Był dostepny tylko w Japonii. Nikt nie pomyślał, że za 25 lat telefony z aparatami będą głównym narzędziem fotograficznym na świecie – a Kodak zbankrutuje.

7. Pierwsze zdjęcie zrobione i wysłane telefonem komórkowym, Philippe Kahn, 2000
By Philippe Kahn – Released to public domain as noted here, which states, "All images released to the public domain.", Public Domain, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15288272

Współczesność

Dziś aparat cyfrowy jest w kieszeni 5,5 miliarda ludzi. Szacuje się, że dziennie robimy ponad 1,8 biliona zdjęć – więcej niż przez całe XIX wiek fotografii. Smartfon z trzema obiektywami, lidarami i algorytmami sztucznej inteligencji działa jak profesjonalne studio.
Sztuczna inteligencja zmienia fotografię po raz kolejny: modele językowe generują zdjęcia z opisu tekstowego, algorytmy rekonstruują zniszczone lub rozmyte obrazy, kamery autonomicznie kadrują, wykrywają twarze i dostosowują ekspozycję. Granica między zdjęciem a renderem komputerowym bywa już niewidoczna gołym okiem.
Niépce czekał osiem godzin na jeden obraz. My robimy tysiące zdjęć telefonem i nie przyglądamy się większości z nich. Czy to znaczy, że fotografia spełniła swoje marzenie – czy też zgubiła po drodze jego sens? ■

Skracanie czasu ekspozycji – od 8 godzin do 1/8000 sekundy

eprasa.pl e53e35c675

Słownik fotograficzny

Fotografia ma własny język – zbiór terminów technicznych, które pozwalają precyzyjnie mówić o tym, jak obraz powstaje, jak go kontrolować i jak go przechowywać. Oto najważniejsze z nich – od kamery obskury po matrycę cyfrową.

Techniki i procesy historyczne

- **Heliografia** – pierwsza technika utrwalania obrazu; bitumen jerozolimski na blaszanej płytce, czas ekspozycji około 8 godzin (Niépce, 1826).
- **Dagerotyp** – obraz na srebrzonej płytce miedzianej, wywoływany parami rtęci; unikatowy – nie można go powielać (Daguerre, 1839).
- **Kalotyp** – pierwsza technika negatyw–pozytyw; papierowy negatyw pozwalał drukować dowolną liczbę odbitek (Talbot, 1841).
- **Mokra płyta kolodionowa** – szklana płyta uczułona azotanem srebra; ekspozycja kilka sekund, ale obróbkę chemiczną trzeba przygotowywać na miejscu (Archer, 1851).
- **Autochrom** – pierwsza komercyjna fotografia kolorowa; miliony ziarenek skrobi zabarwionych na trzy kolory pełnią rolę filtrów (Lumière, 1907).
- **Kodachrome** – wielowarstwowy film kolorowy na podłożu celuloidowym; standard fotografii reportażowej przez pięć dekad (Kodak, 1935).

Parametry ekspozycji

- **Czas naświetlania** – czas, przez który migawka jest otwarta i światło pada na kliszę lub matrycę; krótki (1/8000 s) zamraża ruch, długi rozmywa.
- **Przesłona (apertura)** – regulowany otwór w obiektywie; mała liczba f (np. f/1.8) = duży otwór = więcej światła i płytka głębia ostrości; duża (f/16) = mały otwór = duża głębia ostrości.
- **ISO (czułość)** – wrażliwość kliszy lub matrycy na światło; wysokie ISO pozwala fotografować w słabym oświetleniu, ale wprowadza szum (ziarnistość).
- **Głębia ostrości** – obszar, w którym obiekty są ostre; zależy od przesłony, ogniskowej i odległości od obiektu.
- **Trójkąt ekspozycji** – wzajemna zależność czasu, przesłony i ISO – zmiana jednego parametru wymaga korekty pozostałych.

Budowa aparatu

- **Obiektyw** – układ soczewek skupiających światło na kliszy lub matrycy; ogniskowa (mm) decyduje o kącie widzenia i perspektywie.
- **Migawka** – mechanizm otwierający i zamykający dostęp światła do matrycy; może być mechaniczna (kurtynkowa) lub elektroniczna.
- **Matryca/klisza** – powierzchnia uczułona na światło; w aparatach cyfrowych matryca CMOS lub CCD zamienia fotony na sygnał elektryczny.
- **Wizjer/LiveView** – sposób podglądu kadru: optyczny (przez lustro i pryzmat) lub elektroniczny (obraz z matrycy na wyświetlaczu).

Formaty i typy plików

- **RAW** – surowy zapis danych z matrycy bez kompresji; pełna jakość, możliwość późniejszej obróbki, duże pliki (20...50 MB).
- **JPEG** – skompresowany format stratny; mniejszy rozmiar kosztem jakości; standard do udostępniania i archiwizacji.
- **Format małoobrazkowy (35 mm)** – klisza lub sensor o wymiarach 36×24 mm; standard od 1925 roku (Leica); pełna klatka – dziś synonim najwyższej jakości.
- **Piksel/megapiksel** – najmniejszy element obrazu cyfrowego; 1 megapiksel = 1 milion pikseli; Więcej megapikseli nie zawsze oznacza lepszą jakość – rozmiar piksela ma większe znaczenie.

Terminologia cyfrowa i współczesna

- **Sensor CMOS** – najczęstszy typ matrycy w aparatach i smartfonach; każdy piksel przetwarza sygnał niezależnie, co daje niższe zużycie energii niż w starszych matrycach CCD.
- **HDR (High Dynamic Range)** – technika łączenia kilku ekspozycji w jedno zdjęcie; rozszerza zakres tonów od głębokiego cienia do jasnego światła.
- **Ogniskowa ekwiwalentna** – przeliczona ogniskowa względem formatu pełnej klatki; potrzebna do porównywania kąta widzenia obiektywów na różnych matrycach.
- **Obliczeniowa (computational) fotografia** – techniki AI i algorytmiczne zintegrowane z procesem rejestracji; Night Mode, Portrait Mode, Super Res Zoom w smartfonach – sygnał z matrycy jest uzupełniany przez model językowy.
- **Geotag** – współrzędne GPS zapisywane w metadanych pliku zdjęciowego (EXIF); pozwala mapować miejsce wykonania zdjęcia – i rodzi pytania o prywatność. ■

eprasa.pl e53e35c675

KURS PRAKTYCZNY AI

Praktyczne podejście. Zero marketingowej mgły!

Zyskaj **15%** rabatu

W prenumeracie tylko

~~116,00 zł~~

98,60 zł

prenumerata drukowana 4 wydań

Zamów na www.UlubionyKiosk.pl

lub zeskanuj kod QR i zaprenumeruj w 1 minutę

eprasa.pl e53e35c675