

# SCIENTIFIC AMERICAN

Marzec 2025 nr 3 (403)

Cena 16 zł 99 gr (w tym 8% VAT)

Kontrowersyjna  
definicja  
choroby Alzheimera

Ewolucja  
poczucia humoru

Elitarny klub  
astronautów

## Komórkowa rewolucja

Długo ignorowane struktury  
zmieniają nasze rozumienie  
mechanizmów życia

**ASTRONOMIA**

Anatomia  
supernowej





## Wszystko, co warto wiedzieć o nauce:

- **naukowe newsy** – najważniejsze odkrycia, najnowsze wyniki badań
- artykuły naukowe z bieżących wydań „**Polityki**”
- aktualne wydania „**Wiedzy i Życia**” – pisma, które od ponad 100 lat przybliża zdobycze nauki i techniki
- aktualne wydania „**Świata Nauki**” – polskiej edycji renomowanego pisma „Scientific American”
- bogate **archiwum tekstów** najlepszych dziennikarzy naukowych oraz ekspertów i badaczy w swoich specjalizacjach

## ...i jeszcze więcej:

- recenzje najgorętszych książek popularnonaukowych
- cotygodniowy newsletter Pulsara
- podcasty „**Pulsar nadaje**” – już ponad 100 rozmów z najciekawszymi polskimi naukowcami



**MAŁGORZATA KOT:**  
Tajemnica wielkiego kliknięcia



**MICHAŁ BUJALSKI:**  
Pół litra to setka problemów

p u l s a r

**NATALIA OSICA:**  
Rozbrójmy bomby semantyczne



**BIOLOGIA**

**28 NOWE SPOJRZENIE NA KOMÓRKĘ**

Kleiste grudki zwane biomolekularnymi kondensatami zmieniły nasze rozumienie mechanizmów życia.

PHILIP BALL

**ASTRONOMIA**

**34 ANATOMIA SUPERNOWEJ**

Doskonalszy obraz słynnego pobliskiego wybuchu pozwala poznać jego dalsze sekrety.

CLARA MOSKOWITZ

**NEUROLOGIA**

**40 REDEFINICJA ALZHEIMERA**

Zgodnie z nowymi rekomendacjami ekspertów chorobę tę można rozpoznać, zanim jeszcze zaczną się zaburzenia funkcji poznawczych, przez wykrycie oznak procesów biologicznych, które leżą u jej podłoża.

LAURA HERCHER

**EWOLUCJA**

**46 POCHODZENIE WYGŁUPÓW**

Badania nad małpami człekokształtnymi podpowiadają, dlaczego, kiedy i jak narodziło się bliźnowanie.

ERICA CARTMILL

**RAPORT SPECJALNY**

**53 INNOWACJE**

**NIERÓWNOŚCI ZDROWOTNE**

**54 WYRÓWNYWANIE SZANS**

LAUREN GRAVITZ

**55 LEPSZE METODY,**

**TRAFNIEJSZE DIAGNOZY**

CASSANDRA WILLYARD

**58 ZASKAKUJĄCY KIERUNEK**

CARRIE ARNOLD

**62 OSZAŁAMIAJĄCY SUKCES SZCZEPIONEK**

TARA HAELLE

**68 LEKCJE HISTORII**

CHARLES EBIKEME

**6 WOKÓŁ NAUKI**

Patrzmy w przyszłość  
REDAKCJA „SCIENTIFIC AMERICAN”

**7 FORUM**

Jak mądrze tworzyć prawo  
JULIE B. ZIMMERMAN, HANNO C. ERYTHROPEL,  
TOBIAS D. MUELLERS, PREDRAG V. PETROVIC,  
PAUL T. ANASTAS, STEPHANIE S. O’MALLEY,  
SUCHITRA KRISHNAN-SARIN, SVEN E. JORDT  
I SAIRAM V. JABBA

**9 WSZECHŚWIAT**

Najbardziej okrągły obiekt we Wszechświecie  
PHIL PLAIT

**10 OBSERWACJE**

Naprawdę niezbędne?  
NAOMI ORESKES

**12 SKANER**

Niezniszczalny niczym mózg ♦ Trening echolokacji  
♦ Elektroniczna ruda złota ♦ Dodatkowa energia ♦  
Tonące dno ♦ Sommelier na tranzystorach

**21 MATEMATYKA**

Gigantyczna liczba pierwsza  
JACK MURTAGH

**26 Q&A**

Dlaczego wycieki danych zagrażają  
naszemu bezpieczeństwu  
BEN GUARINO

**71 ZDROWIE**

Podstępny bekon  
LYDIA DENWORTH

**72 UMYŚŁ GIĘTKI**

Problemy „wiekowe”  
MAREK PENSZKO

**76 FAKTOGRAF**

Klub astronautów  
CLARA MOSKOWITZ I ZANE WOLF

**80 ARCHIWUM**

Trucizna, ale przecież użyteczna! ♦ Nadzieja  
na fuzję ♦ Nowa rewolucja ♦ Równi i równiejsi ♦  
Śnieżny zakład oczyszczania

**OKŁADKA**



Kondensaty biomolekularne, przez długi czas niedoceniane, uznaje się obecnie za kluczowe dla funkcjonowania komórki – chronią ją, naprawiają DNA i regulują produkcję białek. Gdy jednak ich działanie szwankuje, przyczyniają się do rozwoju chorób takich, jak nowotwory czy choroba Alzheimera.

Ilustracja Mark Ross

Opracowanie polskiej wersji okładki Jolanta Kotas



9

UnP74/Getty Images



71

Ilustracja Jay Benet



# Telewizja Nowej Generacji

## – rozrywka na twoich zasadach

**C**yfrowa rozrywka na stałe zagościła w naszych domach, stając się jednym z ulubionych sposobów na relaks. Jak pokazuje badanie Play, aż 58 proc. z nas spędza wolny czas przed ekranem, oglądając ulubione treści. Wraz z rosnącą liczbą platform i aplikacji pojawiają się jednak wyzwania, takie jak konieczność pamiętania o wykupionych subskrypcjach, czy jak wybór interesujących treści z ogromu możliwości. Rozwiązaniem jest unikalna usługa Play – Telewizja Nowej Generacji, która dopasowuje się do użytkownika.

Jak wynika z badania przeprowadzonego na zlecenie Play w listopadzie 2024 r., Polacy mają kilka ulubionych form spędzania wolnego czasu. Są nimi m.in. aktywność fizyczna (43 proc.), czytanie książek (44 proc.), czy surfowanie po internecie (55 proc.). Jednak zdecydowana większość z nas nadal wybiera czas przed ekranem, z czego 48 proc. preferuje serwisy streamingowe, a 52 proc. stawia na tradycyjną telewizję.

### Możliwości i wyzwania

Streaming otwiera nieograniczony dostęp do filmów, seriali i programów, więc rosnąca popularność tej formy rozrywki nie zaskakuje.

Jednak rozproszenie treści czy konieczność rejestracji w wielu serwisach mogą być kłopotliwe. Zdarza się też, że zapominamy o wykupionych usługach i płacimy za nie, chociaż z nich nie korzystamy. Podobnie jest z telewizją, która nadal cieszy się wśród Polaków dużym uznaniem – wybiera ją ponad połowa z nas. Mimo szerokiej oferty obejmującej setki kanałów, korzystamy na ogół tylko z ich niewielkiej części, opłacając cały pakiet.

### Unikalna telewizja „à la carte”

Play – wiodący operator telekomunikacyjny, który w swojej ofercie ma również rozwiązania dla domu – oferuje możliwość dostosowania oferty do konkretnych potrzeb, by płacić i oglądać tylko to, co się chce. Telewizja Nowej Generacji łączy najpopularniejsze serwisy streamingowe z tradycyjną telewizją. Zbliżone oferty z możliwością wyboru kanałów dostępne są m.in. w krajach skandynawskich oraz w Kanadzie. W Polsce dostęp do telewizji „à la carte” zapewnia wyłączny fioletowy operator.

### Telewizja Nowej Generacji – jak to działa

Telewizja Nowej Generacji w Play

to połączenie aż do 100 kanałów tradycyjnej telewizji z dostępem do popularnych serwisów streamingowych i dodatkowych pakietów kanałów. Kluczem do elastyczności jest miesięczny system punktów, które wymienia się na dostęp do serwisów. Jest w czym wybierać, bo Play ma w ofercie najwięcej streamingów – Netflix, Max, FilmBox+, CANAL+ Online, Viaplay, oraz jako jedyny operator SkyShowtime i Amazon Prime. W każdym miesiącu punkty można wykorzystać na zupełnie inny zestaw ulubionych platform i programów, dopasowując w ten sposób usługę do własnych preferencji.

### Pełna kontrola, maksymalna wygoda

Telewizja Nowej Generacji Play wyklucza konieczność pamiętania o wykupionych subskrypcjach. Wszystko jest w jednym miejscu, a my mamy pełną kontrolę nad tym, co oglądamy i ile płacimy. Zarządzać pakietami można wygodnie za pomocą pilota i aplikacji. To rozwiązanie, które łączy zalety tradycyjnej telewizji i streamingu, oferując przy tym elastyczność i wygodę bez komplikacji i niespodzianek.

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

**Prenumerata**

[www.sklep.polityka.pl/sn](http://www.sklep.polityka.pl/sn)  
e-mail: [prenumerata@swiatnauki.pl](mailto:prenumerata@swiatnauki.pl)  
tel. 22 336 75 60

**Redaktor naczelny**

Elżbieta Wieteska  
e-mail: [ewieteska@swiatnauki.pl](mailto:ewieteska@swiatnauki.pl)  
tel. 605 435 405

**Kontakt z redakcją**

[redakcja@swiatnauki.pl](mailto:redakcja@swiatnauki.pl)

**Korekta**

Mariola Będkowska

**Redakcja techniczna, skład i łamanie**

Jolanta Kotas  
e-mail: [j.kotas@swiatnauki.pl](mailto:j.kotas@swiatnauki.pl)

**Wydawca**

POLITYKA Sp. z o.o. SKA  
ul. Słupecka 6, 02-309 Warszawa  
tel. 22 451 61 33/34; faks 22 451 61 35  
[www.polityka.pl](http://www.polityka.pl); e-mail: [polityka@polityka.pl](mailto:polityka@polityka.pl)

**Prezes zarządu**

Jerzy Baczyński

**Dyrektor wydawniczy**

Piotr Zmelonek  
tel. 22 451 61 33/34

**Dyrektor biura reklamy**

Izabela Kowalczyk-Dudek  
tel. 22 451 61 36  
e-mail: [reklama@polityka.pl](mailto:reklama@polityka.pl)

**Dział Dystrybucji**

Marcin Paśnicki, kierownik  
e-mail: [dystrybucja@polityka.pl](mailto:dystrybucja@polityka.pl)

Druk **Quad**

Copyright © **POLITYKA** Sp. z o.o. SKA 2025

Wszelkie prawa zastrzeżone (łącznie z tłumaczeniem na języki obce). Żaden fragment niniejszego wydania nie może być wykorzystany w jakiegokolwiek formie – fotokopii, mikrofilmu czy innych reprodukcji – ani przekładany na język mechaniczny bez pisemnej zgody wydawcy. SCIENTIFIC AMERICAN jest zastrzeżoną nazwą handlową należącą do Scientific American, Inc. w Nowym Jorku i używaną przez firmę Polityka Sp. z o.o. SKA na podstawie umowy licencyjnej.

**SCIENTIFIC AMERICAN**

**Editor in Chief** Laura Helmuth

Managing Editor **Jeanna Bryner**

Copy Director **Maria-Christina Keller**

Creative Director **Michael Mrak**

Chief Features Editor **Seth Fletcher**

Chief News Editor **Dean Visser**

Chief Opinion Editor **Megha Satyanarayana**

**President** Kimberly Lau

Publisher and Vice President **Jeremy A. Abbate**

Vice President, Product and Technology **Dan Benjamin**

Vice President, Commercial **Andrew Douglas**

Vice President, Content Services **Stephen Pinock**

**Scientific American, 1 New York Plaza, Suite 4600, New York, NY 10004-1562**

## Drodzy Czytelnicy,

zauważyli Państwo zapewne, że dużo artykułów w „Świecie Nauki” zaczyna się mniej więcej od takiego stwierdzenia „dotychczas naukowcy sądzili, że...”. Trochę zabawne, ale nie ma w tym nic dziwnego. Gdyby wszystko było przewidywalne, uprawianie nauki nie miałoby sensu. Postęp może wynikać z pojawienia się nowych doskonalszych narzędzi badawczych, postępu w innych dziedzinach lub, po prostu, zainteresowania się czymś, co do tej pory uważano za nieistotne. Ten ostatni przypadek dotyczy kondensatów biomolekularnych (s. 28), niewielkich, nieobłoniomych skupisk cząsteczek w żywych komórkach, które, owszem, dostrzegano, ale ignorowano, uważając za nieważne. Teraz rewolucjonizują one wiedzę o mechanizmach życia – odgrywają istotną rolę m.in. w ochronie komórki, naprawie DNA i w ekspresji genów. Gdy zawiądą, może rozwinąć się choroba – na przykład neurodegeneracyjna lub nowotworowa. Z tego właśnie względu badania nad kondensatami biomolekularnymi prowadzą do opracowania nowatorskich leków.

A skoro mowa o chorobach neurodegeneracyjnych, bardzo polecam artykuł o nowej definicji choroby Alzheimera (s. 40). Koncepcja jest taka, że chorobę diagnozuje się już na podstawie zmian biologicznych leżących u jej podstaw, a nie objawów, czyli zaburzenia funkcji poznawczych. Oznacza to, że rozpoznanie można dostać, będąc w pełni władz umysłowych, lata przed pojawieniem się demencji. Tylko co dalej? Bo skutecznych leków na razie brak. Jak żyć z takim wyrokiem?

Sporo miejsca w marcowym numerze zajmuje raport o nierównościach zdrowotnych. Choć nie dotyczy on Polski, dobrze znamy niektóre z tych problemów – brak pieniędzy na wykupienie leków, odległy ośrodek służby zdrowia, odległe terminy. Oczywiście największe przeszkody w dostępie do leczenia występują tam, gdzie jest bieda. Szczególnie jednak chciałabym zwrócić Państwa uwagę na tekst o szczepionkach (s. 62) – jakim są dobrodziejstwem, ile istnień ocaliły i jak cenią je ludzie, którzy na własne oczy widzieli, jak umierali ich bliscy na choroby, którym można było zapobiec. Ile wysiłku potrzeba, żeby w skrajnie trudnych warunkach szczepienia przeprowadzić. Ilu pandemiom zapobiegły. A teraz zestawmy to z ruchami antyszczepionkowymi.

Jak widać, dużo w tym numerze o zdrowiu, ale nie zapomnieliśmy o innych dziedzinach. Miłośnikom astronomii proponujemy artykuły o superowej (s. 34), o najbardziej kulistych ciałach we Wszechświecie (s. 9) i o elitarnym „klubie” astronautów (s. 76), do którego niebawem ma dołączyć kolejny Polak. Nie można też pominąć tekstu o ewolucji poczucia humoru, na które, jak się okazuje, nie mamy monopolu i które z pewnością przyda się w nieodległy już prima aprilis.

Milej lektury,

Elżbieta Wieteska

Zapraszamy na nasz portal popularnonaukowy

**pulsar (www.projektpulsar.pl)**. Znajdą w nim Państwo



dużą porcję naukowych aktualności (w tym tłumaczenia tekstów ze strony internetowej „Scientific American”), pogłębionych artykułów, ciekawych rozmów z naukowcami, podcastów, a także bieżące i archiwalne wydania „Świata Nauki” oraz „Wiedzy i Życia”.

### TŁUMACZE, AUTORZY I KONSULTANCI BIEŻĄCEGO NUMERU

mgr Joanna Burek

Katedra Matematyki Stosowanej

Politechnika Lubelska

dr Michał Czerny

dr n. med. Ewa Grabowska

Andrzej Hołdys

mgr Marek Krośniak

Biblioteka Jagiellońska

Marek Penszko

dr Marcin Ryszkiewicz

Za treść ogłoszeń redakcja ponosi odpowiedzialność w granicach wskazanych w ust. 2 art. 42 ustawy Prawo prasowe.

Informujemy, że przesłanie listu do redakcji jest równoznaczne z udzieleniem zgody na jego publikację w czasopiśmie wraz z podaniem imienia i nazwiska jego autora, chyba że autor zastrzeżł wyraźnie anonimową publikację.

Sprzedż aktualnych i archiwalnych numerów czasopisma po cenie innej niż wydrukowana na okładce jest działaniem na szkodę wydawcy i skutkuje odpowiedzialnością sądową.

# Media publiczne w czasach... przejściowych

**Czy publiczne radio i telewizja mają szansę przetrwać w dobie internetu i platform streamingowych?**

**Odpowiedź na to pytanie przybliży raport międzynarodowego zespołu badaczy, współtworzonego przez naukowców Uniwersytetu Warszawskiego.**

Ostatnie lata stanowią czas, w którym zauważalna stała się zmiana modelu funkcjonowania publicznych telewizji i radia. Zmianę tę można określić jako przejście od Publicznego Nadawcy (Public Service Broadcasting) do Publicznych Mediów (Public Service Media). Nie następowało ono szybko, na co wpływ miało wiele czynników – między innymi związanych z uwarunkowaniami infrastrukturalnymi, finansowymi, politycznymi i organizacyjnymi. Obecnie wyzwaniem nie jest już wyłącznie zapewnienie (często bezpłatnej) usługi i zasięgu geograficznego – stawka to zasięgi i atrakcyjność treści.

W obliczu postępu w dziedzinie nowych technologii media publiczne, jeśli chcą nadal istnieć i odgrywać rolę znaczącego środka przekazu, muszą zredefiniować swoje cele i priorytety.

Badania przeprowadzone w Polsce, Belgii, Danii, Wielkiej Brytanii, Kanadzie i we Włoszech, opisane w artykule *People, Personalisation, Prominence: A Framework for Analysing the PSM Shift to Digital Portals and Interrogating Universality Across Contexts*, opublikowanym na łamach „International Journal of Cultural Studies”, zwracają uwagę na kluczowe aspekty, które mogą wesprzeć ten proces.

## Ludzie – personalizacja – wyeksponowanie treści

Zespół badaczy i badaczek, w skład którego weszli dr hab. Katarzyna Gajlewicz-Korab oraz dr Filip Świątkowski z Wydziału Dziennikarstwa, Informacji i Bibliologii UW, dokonał analizy możliwych kierunków rozwoju mediów publicznych w erze postępującej cyfryzacji. Dzięki porównaniu wielu dokumentów regulacyjnych i strategii medialnych z kilku obszarów kulturowych i rynków mediowych wyróżnione zostały trzy najważniejsze aspekty, na których powinny skupiać się media publiczne. Są to: „ludzie”, „personalizacja” oraz „wyeksponowanie treści”.

Co do „ludzi” – cel, a więc dotarcie do widzów/słuchaczy i nawiązanie z nimi kontaktu, jest kluczowy dla misji mediów publicznych. Może stać się on osiągalny dzięki zróżnicowanej ofercie, uwzględniającej potrzeby wszystkich potencjalnych odbiorców. Również tych z tzw. trudnych grup docelowych, jak np. młodzież. By tak się stało – konieczna jest „personalizacja” dostarczanej oferty. Ta oznacza zastosowanie algorytmów, które są kluczowymi elementami usług na żądanie, szeroko spopularyzowanymi przez komercyjne serwisy streamingowe. Wreszcie – drogą do sukcesu jest odpowiednie wyeksponowanie, czyli centralny temat polityki medialnej i strategii dystrybucji. Jak podają

badacze – w tym aspekcie istnieją trzy główne kierunki dążeń: wyeksponowanie określonych treści, usług cyfrowych i marek; ciągły rozwój, wdrażanie i ocena zasad widoczności; wreszcie – nawiązywanie potencjalnych współprac i negocjacje z podmiotami komercyjnymi.

Analizowane przez zespół badaczy strategie przyjmowane w poszczególnych krajach pozostają zgodne, co do priorytetów. Jednocześnie – są one niejednokrotnie w fazie początkowej. Np., jak można przeczytać w raporcie: „Regulacja mediów w Polsce jest raczej przestarzała w odniesieniu do digitalizacji (...)”.

## W stronę nowej powszechności

Wyróżniane przez badaczy kategorie – „ludzie”, „personalizacja” i „wyeksponowanie” – są środkami do osiągnięcia przez media publiczne „powszechności” (*universality*). Jak należy ją rozumieć? Jak tłumaczą dr hab. Katarzyna Gajlewicz-Korab i dr Filip Świątkowski: „W klasycznym ujęciu, powszechność mediów publicznych dotyczyła przede wszystkim dotarcia do wszystkich odbiorców, bez względu na ponoszone koszty, aby zapewnić dostępność oferowanych treści za darmo. Jednak proces platformizacji, przeobrażając cały ekosystem medialny, doprowadził również do konieczności przededefiniowania tego pojęcia i uwzględniania współczesnego kontekstu rynkowej walki o publiczność. Fragmentaryzacja rynku oraz zmiana sposobu konsumowania mediów, w sytuacji nowych możliwości udostępniania treści (technologia), zmusiły media publiczne do spersonalizowania swojej oferty. Wpłynęło to na dostosowanie własnej infrastruktury cyfrowej do potrzeb odbiorców, ale także reklamodawców, np. poprzez wprowadzanie konieczności logowania się przez użytkownika – co potencjalnie może ograniczać «powszechność» oferowanych treści”.

Artykuł ten jest częścią cyklu poświęconego wynikom badań realizowanych przez naukowców Uniwersytetu Warszawskiego.



Fot. Pexels



# Patrzmy w przyszłość

Odnawialne źródła energii są kluczowe dla amerykańskiej gospodarki



Elektrownie wiatrowe wytwarzają ekologicznie czystą energię elektryczną i są najprężniej rozwijającą się dziedziną amerykańskiej energetyki. Na zdjęciu farma wiatrowa na Altamont Pass w północnej Kalifornii.

**P**REZYDENT DONALD TRUMP i jego administracja określają ostrzeżenia dotyczące zmian klimatu jako przesadzone i zamierzają w dalszym ciągu rozwijać wydobycie ropy naftowej i gazu ziemnego. Jednak istnieją istotne powody, aby Stany Zjednoczone zwiększyły również wykorzystanie czystych technologii energetycznych. Odnawialne źródła energii nie tylko pozwalają na redukcję emisji dwutlenku węgla, ale są także potężnym motorem gospodarczym.

Według U.S. Energy Information Administration przemysł odnawialnych źródeł energii rozwija się w USA szybciej niż jakiegokolwiek inna dziedzina energetyki. Globalnie rynek tych technologii ma

wzrosnąć z 700 mld dolarów w 2023 roku do ponad 2 bln dolarów w 2035.

Chiny dominują na światowych rynkach paneli słonecznych, pojazdów elektrycznych i akumulatorów magazynujących energię do wykorzystania w czasie, gdy słońce nie świeci lub wiatr nie wieje. Jeśli USA nie wesprą rodzimych gałęzi przemysłu energii odnawialnej, dominacja Chin tylko się powiększy, a Unia Europejska i Indie również zyskają na znaczeniu. Jeśli administracja Trumpa wycofa się z federalnego wsparcia dla odnawialnych źródeł energii lub – co gorsza – będzie do nich zniechęcać, USA nadal będą degradować swoje środowisko naturalne, a ponadto stracą ogromną

szansę gospodarczą. „To oddanie przyszłości” – mówi Steven Cohen, dyrektor studiów magisterskich z zakresu zarządzania zrównoważonym rozwojem na Columbia University.

Większy udział odnawialnych źródeł energii w energetyce oznacza również większą niezależność energetyczną USA w dłuższej perspektywie, a już teraz większe wsparcie dla krajowych gałęzi przemysłu. Według raportu Rhodium Group z sierpnia 2024 roku pięć stanów otrzymujących najwięcej środków na czystą energię i technologie w stosunku do wielkości ich gospodarek to stany „czerwone” lub wahające się (swing states): Nevada, Wyoming, Arizona, Tennessee i Montana. Wciąż jest dużo pieniędzy do rozdysponowania w ramach Ustawy o Redukcji Inflacji – chyba że administracja Trumpa ją wycofa.

To byłby błąd. Wzrost odnawialnych źródeł energii nie oznacza spadku produkcji ropy naftowej czy gazu ziemnego. Ich produkcja w USA również rośnie, a całkowite zapotrzebowanie na energię wzrasta. Nie postulujemy całkowitej rezygnacji z paliw kopalnych – wielkie transformacje energetyczne wymagają czasu. Jednak liczne badania wykazały, że większe zużycie paliw kopalnych przyspiesza zmianę klimatu, zwiększa zanieczyszczenie powietrza i wody oraz pogarsza stan zdrowia ludzi. Ostatecznie odnawialne źródła energii kosztują mniej, a tańsze technologie zawsze wygrywają. Niektóre stany już to zrozumiały: Teksas, centrum przemysłu naftowego w USA, produkuje obecnie najwięcej energii z wiatru niż jakiegokolwiek inny stan.

Częstym argumentem krytyków jest to, że amerykańskie branże energii odnawialnej zależą od subsydiów. Prawda jest taka, że tak samo było w przypadku kanałów, dróg, linii kolejowych, produkcji stali, aluminium, uprawy kukurydzy i soi czy budowy rakiet kosmicznych. I nawet amerykański przemysł naftowy i gazowy, chociaż ma już ponad 100 lat, nadal korzysta z ogromnych subsydiów. Chiny także dotują swoje branże technologii odnawialnych – i dla reszty świata jest to korzystne. Tanie chińskie panele słoneczne, samochody elektryczne i turbiny wiatrowe pomagają przyspieszyć globalną transformację energetyczną.

„Transformacje energetyczne są kosztowne” – zauważa Jeffrey Frankel, profesor ekonomii z Harvard University. Dlatego więc nie pozwolić chińskim



podatnikom ponieść części wydatków na subsydia, które pomagają upowszechnić czystą energię na całym świecie?

Podejście Kapitolu do przemysłu odnawialnych źródeł energii może być wynikiem silnego lobby przemysłu paliw kopalnych. Jednak główni użytkownicy energii odnawialnej również mają znaczący wpływ. Ponad 70% amerykańskiego PKB pochodzi obecnie z sektora usług, który zyskuje na politycznej sile. Meta jest największym nabywcą paneli słonecznych w kraju. Sektor usług pochłania ogromne ilości energii – świadczy o tym gigantyczny wzrost zapotrzebowania na energię w centrach danych wykorzystujących sztuczną inteligencję. Tym firmom zależy na najniższych możliwych cenach energii, a źródła energii odnawialnej im je oferują. „Pieniądze dominują nad ideologią” – mówi Cohen.

Większość ludzi uznaje, że zmiany klimatu są realne i wynikają z naszych działań, szczególnie ze spalania paliw kopalnych, które coraz częściej postrzega się jako szkodliwe. Według dużego badania przeprowadzonego w 2023 roku przez Pew Research Center, 59% Amerykanów uważa, że jakość powietrza i wody poprawiłaby się, gdyby USA zmniejszyły znacznie produkcję energii z paliw kopalnych i zwiększyły jej pozyskiwanie ze źródeł odnawialnych. 67% respondentów twierdzi, że priorytetem powinien być rozwój alternatywnych źródeł energii, takich jak wiatr, słońce i technologia wodorowa, podczas gdy 32% wskazuje na konieczność rozszerzenia wydobycia i produkcji ropy naftowej, węgla i gazu ziemnego.

Zachodzi kulturowa zmiana, częściowo dlatego, że coraz więcej Amerykanów doświadcza ekstremalnych zjawisk pogodowych – ostatnio bezprecedensowych powodzi, susz i pożarów. Właściciele domów w niektórych nadmorskich stanach nie mogą uzyskać ubezpieczenia przeciwpowodziowego. Te doświadczenia narażają miliony Amerykanów na ryzyko śmierci, obrażeń ciała lub bankructwa. Ludzie widzą, że naukowe prognozy były trafne. Coraz bardziej martwią się o swoje zdrowie i dobro swoich dzieci. Odczuwają ludzki wymiar tego problemu.

Wspieranie energii odnawialnej nie wymaga wyrzeczeń – nie musimy rezygnować z ciężarówek czy klimatyzatorów. Daje nam jednak możliwość zmniejszenia zagrożeń, przed którymi stoimy, i utrzymania przewodniej roli w w dynamicznie rozwijającej się dziedzinie gospodarki. ■

# Jak mądrze tworzyć prawo

## Przemysł tytoniowy pokazuje, dlaczego musimy szybko zmienić przepisy dotyczące stosowania substancji chemicznych

**W 2020 ROKU WŁADZE** Kalifornii i Massachusetts zakazały stosowania mentolu – związku chemicznego wywołującego uczucie chłodu – jako dodatku do papierosów. Pomysł ten miał choć w części pomóc w ograniczeniu palenia wśród młodzieży; mentol sprawia, że papierosy stają się smaczniejsze. Kreatorzy prawa w tych stanach uznali tę substancję za niebezpieczną ze względu na jej rolę we wzmacnianiu uzależnienia od nikotyny.

Niedługo potem dowiedzieliśmy się w szczegółach, w jaki sposób przemysł tytoniowy obchodził te przepisy, zastępując mentol innymi związkami dającymi wrażenie chłodu w swoich nowych papierosach „bezmentolowych”. To bardzo stary sposób na radzenie sobie z chemikaliami uznanymi za niebezpieczne lub z innych powodów sprawiającymi problemy. Polega on na zaprzestaniu używania oryginalnego związku i znalezieniu lub stworzeniu substytutu pełniącego tę samą funkcję, o którego bezpieczeństwie zdrowotnym wiadomo niewiele albo po prostu nic. Dzięki tej sztuczce firmy mogą kontynuować produkcję potencjalnie niebezpiecznych substancji, podczas gdy amerykańskie agencje rządowe, takie jak Food and Drug Administration czy też Environmental Protection Agency, usilnie starają się zgromadzić jakąkolwiek wiedzę na ich temat.

Choć formalnie te alternatywne substancje są stosowane legalnie, obawy związane z ich wykorzystaniem pozostają. W tym konkretnym przypadku koncern R.J. Reynolds po prostu zamienił mentol na bezwonny, syntetyczny środek o podobnej strukturze znany jako WS-3. Tak jak mentol, wywołuje on efekt świeżości i chłodu, tłumiąc ostry smak dymu papierosowego.

Fakt, że przemysł tytoniowy może tak łatwo dokonać takiej zamiany, świadczy o poważnych błędach istniejących w obecnych przepisach regulujących stosowanie związków chemicznych. Te przepisy nie

uwzględniają obaw związanych z możliwym niepożądanym działaniem takich substancji lub ich substytutów. Zamiast tego analizujemy jeden związek chemiczny po drugim, składnik po składniku. Z powodu tego status quo władze zdrowotne i regulatorzy wciąż uganiają się za kolejnymi sprytnie wprowadzonymi zamiennikami, w których wprowadzono drobne modyfikacje składu chemicznego. Tymczasem należałoby objąć przepisami od razu całą klasę związków chemicznych, a jeszcze lepiej – ich potencjalnie problematyczne właściwości.

Ta niekończąca się gra dotyczy wszystkich rodzajów produktów, a nie wyłącznie papierosów. Weźmy na przykład bisfenol A (BPA) – składnik wielu tworzyw sztucznych zaburzający prawidłowe wytwarzanie i działanie hormonów. Ponieważ kolejne kraje świata wprowadzały przepisy regulujące stosowanie BPA, został on zastąpiony bisfenolem S (BPS), którego budowa molekularna jest tylko nieznacznie inna w porównaniu z BPA. Dzięki temu producenci mogli głośno chwalić się, że usunęli BPA ze swoich wyrobów, nie wspominając, że BPS powoduje te same zaburzenia hormonalne. Zakazując BPA, pozbyliśmy się substancji chemicznej, ale nie problemu.

Dlaczego ten błąd systemowy nie został usunięty? Po pierwsze, obecny stan jest przez niewielu uznawany za błąd. W USA przeważa pogląd, że związki chemiczne mają, rzecz można, swoje prawa. Gdy chcemy uregulować stosowanie ja-

kiej substancji, w pewnym sensie stawiamy ją przed sądem. Dowody przeciwko jej stosowaniu muszą zostać ocenione przez innych ekspertów. Także opinia publiczna i wszyscy interesariusze muszą mieć szansę zabrania głosu i przedstawienia swoich racji. Niestety, w USA władza regulująca stosowanie substancji chemicznych działa znacznie wolniej niż władza sądownicza. Wprowadzanie zakazów i ograniczeń trwało wiele lat nawet w przypadku tych substancji, o których wszyscy naukowcy od dawna wiedzieli,

**Julie B. Zimmerman, Hanno C. Erythropel, Tobias D. Muellers, Predrag V. Petrovic i Paul T. Anastas** prowadzą badania nad zieloną chemią, inżynierią i zrównoważonym projektowaniem na Yale University. **Stephanie S. O'malley i Suchitra Krishnan-Sarin,**

wraz z Zimmermanem i Erythropelem, badają na Yale wyroby tytoniowe i ich konsumpcję. **Sven E. Jordt i Sairam V. Jabba** prowadzą podobne badania na Duke University.



że są niebezpieczne, takich jak dichlorometan, chloroform czy trichloroetylen.

Jednak nie powolne tempo wprowadzania nowych regulacji, wymagających wcześniejszego przedstawienia ekspertyz naukowych oraz wykonania analizy kosztów, jest największą przeszkodą utrudniającą elastyczne reagowanie na zagrożenia. Głównym problemem jest koncentrowanie się na samej substancji, a nie na związanych z nią potencjalnych zagrożeniach dla ludzi, takich jak wysoki poziom toksyczności czy też działanie uzależniające. Dla władzy ustawodawczej ocena potencjału danej substancji do wywoływania szkód powinna się opierać na łącznej analizie jej właściwości fizycznych i chemicznych. Jej nazwa to jedno, a realna zdolność do szkodenia naszemu zdrowiu czy ziemskiej atmosferze ziemskiej – to zupełnie coś innego. Mimo to właśnie tak działamy: zajmujemy się substancją po substancji, zamiast stworzyć przepisy obejmujące całe grupy związków.

Zmiany w przepisach nie muszą być powolne, pracochłonne, kosztowne i nieskuteczne. Modyfikacja podejścia mogłaby przynieść korzyści przemysłowi chemicznemu poprzez wspieranie wdrażania przez niego zrównoważonych innowacji i równocześnie umożliwić skuteczniejszą ochronę zdrowia publicznego

i środowiska naturalnego. Nasza wiedza na temat zagrożeń związanych z konkretnymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi substancji chemicznych jest wystarczająco duża, byśmy dzięki niej mogli dziś chronić zdrowie ludzi w inny sposób – regulując ryzyka, a nie związki chemiczne. Moglibyśmy zdefiniować grupy związków chemicznych jako niebezpieczne lub problematyczne, bazując na podobieństwie ich właściwości fizycznych i chemicznych. Wówczas zamiast brać pod uwagę budowę takich substancji, skupialibyśmy się na tym, jak mogą one nam zagrozić i co mogłoby zmienić ich funkcję.

Podejście to opiera się na analizie i ocenie tych cech budowy molekularnej, od których potencjalnie zależą zagrożenia powodowane przez różne związki chemiczne. Prawodawca mógłby skorzystać z tej wiedzy, gdyby na rynku pojawiła się jakaś nowa substancja. Firmy mogłyby na podstawie tej wiedzy projektować związki chemiczne, które byłyby bezpieczniejsze dla ludzi i środowiska. Takie podejście dawałoby również większą stabilność prawną, ponieważ zmniejszałoby ryzyko ponoszone przez firmy, związane z wprowadzeniem na rynek nowej substancji lub też jej umieszczeniem w produkcie, który finalnie mógłby zostać zakazany.

W przypadku stosowanych w papierosach związków chemicznych dających wrażenie chłodu oznaczałoby to zakazanie każdej substancji chemicznej, która w organizmie aktywuje receptor mentolu noszący nazwę TRPM8. Jej budowa byłaby rzeczą wtórną. Ów receptor znajduje się na neuronach czuciowych umożliwiających odczuwanie niskich temperatur i jest pobudzany również przez takie związki, jak WS-3 w nowych bezmentolowych papierosach. Papierosy mentolowe zostały zakazane m.in. w Unii Europejskiej i Kanadzie. Niektóre państwa, w tym Niemcy i Belgia, wprowadziły już szerszy zakaz stosowania różnych aktywatorów receptora TRPM8. Co ciekawe, belgijskie rozwiązanie wyraźnie bierze na cel wszelkie dodatki do wyrobów tytoniowych „ułatwiający wdychanie lub przyjmowanie nikotyny”, w tym „wszystkie składniki i mieszanki o działaniu chłodzącym i/lub przeciwbólowym”. To jest właśnie podejście bazujące na właściwościach substancji, a nie ich budowie wewnętrznej. Ostatnio na podobny krok zdecydowała się Kalifornia.

Taka zmiana w podejściu pomogłaby w określeniu mniej lub bardziej bezpiecznych cech związków chemicznych oraz we wzmocnieniu działań regulacyjnych. Przydatne byłoby też wskazanie obszarów potencjalnie dużego ryzyka obejmujących te właściwości związków chemicznych, o których wiemy, że mogą stwarzać zagrożenie dla zdrowia i otoczenia. Substancja, która znalazłaby się wewnątrz takiego obszaru, zostałaby poddana dokładniejszej kontroli. Dobrze więc się składa, że niektóre wiodące firmy z ważnych sektorów przemysłu – od kosmetyków po elektronikę – zaczynają podobnie myśleć.

Jeśli chcemy, aby świat chemii był dla nas już na starcie bezpieczny i zrównoważony, powinniśmy dopasować ramy regulacyjne do tych zamiarów. Zamiast zakazywać poszczególnych molekuł, co zmusza nas do nieustannej pogoni za kolejnymi zamiennikami oraz ciągłego modyfikowania szczegółowych przepisów, powinniśmy dążyć do całościowego rozwiązania problemu, czyli zakazania stosowania określonych zestawów właściwości fizykochemicznych. Dzięki tej zmianie mielibyśmy do czynienia z substancjami obdarzonymi tylko takimi właściwościami, jakie nie stwarzają ryzyka dla ludzi i planety. Gdybyśmy od początku przyjęli to podejście, moglibyśmy już od dawna chronić ludzi przed dodatkami do papierosów zwiększającymi komfort ich palenia. ■

# Najbardziej okrągły obiekt we Wszechświecie

Znalezienie idealnej kuli nie jest wcale łatwe

PHIL PLAIT

**O**D CZASU DO CZASU w mojej głowie pojawiają się dziwne pytania, na które chciałbym znaleźć odpowiedź. Niekiedy są banalne, ale zdarza się, że choć wydają się głupie, prowadzą do ciekawych spostrzeżeń. Tym razem mój mózg postanowił skupić się na prostym zagadnieniu: jaki obiekt we Wszechświecie jest najbardziej okrągły?

Chodzi mi o to, jaki najbardziej kulisty obiekt kiedykolwiek znaleźliśmy – niekoniecznie najgładszy, ale najbardziej symetryczny, czyli taki, w którym każdy punkt na jego powierzchni znajduje się w tej samej odległości od jego środka (taka jest przecież definicja sfery).

Wiele dużych obiektów jest okrągłych i nie jest to przypadek. Winna jest

grawitacja. Gdy obiekt kosmiczny się rozrasta, zwykle poprzez gromadzenie gazu lub zderzenia z innymi ciałami, jego masa rośnie – a zatem wzrasta również jego po-

le grawitacyjne. W pewnym momencie grawitacja staje się tak silna, że wszystko, co za bardzo wystaje, zapada się, a proces ten ostatecznie sprawia, że obiekt staje się kulisty. Mechanizm ten jest częścią naszego życia na Ziemi: zbyt wysoka góra skruszy się, a na plaży piasek można usypywać tylko do pewnej wysokości. Zawsze, gdy na ciele niebieskim zachodzą takie zmiany, staje się ono bardziej gładkie i kuliste.

Efekt ten pojawia się w przypadku obiektów o średnicy około 400 km,

w zależności od rodzaju materiału, z którego są zbudowane. Tak więc prawie każde ciało o takiej lub większej średnicy będzie miało prawie kulisty kształt: duże planetoidy, księżyce, planety, a nawet gwiazdy.

A zatem, które z tych obiektów są najdoskonalszymi geometrycznie kulami? Trochę poszperałem, myśląc o wszystkich możliwych ciałach niebieskich, i w końcu otrzymałem zaskakującą odpowiedź: nasza najbliższa gwiazda – Słońce!

Ogólnie rzecz biorąc, gwiazdy są dość

okrągłe, ale nawet te najbardziej okrągłe odbiegają od kształtu idealnej kuli. Głównym źródłem tego odchylenia jest rotacja, która wywołuje siłę odśrodkową.

W obracającym się układzie odniesienia siła odśrodkowa jest zjawiskiem realnym – jeśli znajdujesz się na zakrzywionej trajektorii, siła ta sprawia wrażenie, jakby coś wypychało cię na zewnątrz. Dla przykładu, jeśli siedzisz w samochodzie skręcającym w lewo, masz wrażenie, że jesteś wyrzucany w prawo, na zewnątrz zakrętu.

W przypadku wirujących kul siła odśrodkowa ma maksymalną wartość na równiku, gdzie prędkość obrotowa jest największa. Wielkość siły zależy od wielkości obiektu i prędkości jego wirowania – większe ciała doświadczają większej siły, a szybsze obroty również ją zwiększają.

Nie ma wątpliwości, że Słońce jest duże: na jego średnicy wchodziłoby się ponad 100 Ziemi. Ale nasza gwiazda kręci się powoli, a jeden jej obrót zajmuje około miesiąca. To właśnie ten niespieszny ruch może zdecydować o zwycięstwie Słońca w konkursie na krągłość.

Grawitacja na powierzchni Słońca jest dość silna, około 28 razy większa niż na Ziemi – gdybyś stanął na jego powierzchni (i uniknął natychmiastowego wyparowania), ważyłbyś 28 razy więcej niż na naszej planecie. Jednakże siła odśrodkowa na równiku słonecznym jest znacznie słabsza; siła skierowana na zewnątrz, którą odczułbyś w wyniku obrotu naszej gwiazdy, wynosi zaledwie 0,0015% wartości grawitacji, która w tej chwili ściąga cię w dół. Nic dziwnego, że Słońce jest aż tak okrągłe.

Precyzyjny pomiar tego, jak okrągłe jest Słońce, okazuje się jednak trudny. Nie ma ono powierzchni tak jak Ziemia; jest zbudowane z gazu, więc jego materia

**Phil Plait** jest zawodowym astronomem i popularyzatorem nauki mieszkającym w Wirginii. Wydaje „Bad Astronomy Newsletter”. Można go śledzić na Beehiiv.



Wenus (u góry) przemieszcza się na tle tarczy Słońca. Oba obiekty są prawie idealnie okrągłe – w rzeczywistości bardziej kuliste niż większość innych ciał niebieskich precyzyjnie pomierzonych przez astronomów.