

SCIENTIFIC AMERICAN

Styczeń 2025 nr 1 (401)
Cena 16 zł 99 gr (w tym 8% VAT)

Konie - napęd naszej historii

Czy bez nich
rozwinęłaby się
cywilizacja?

Hipochondrię
da się leczyć

Szczepionki
bez igieł

Nowy rodzaj
kształtu

Małeńkie czarne dziury
- kolejny kandydat
na ciemną materię



PASZPORTY
POLITYKI
2024 **POZNAJ
NOMINOWANYCH!**

facebook.com/paszportypolityki



**TRANSMISJA
Z WRĘCZENIA NAGRÓD
14 stycznia 2025 r. (wtorek)
o godz. 20.30, TVN24**

Partnerzy Główni



Partnerzy Medialni



Partnerzy Kategorii

Scena



Książka



Kultura cyfrowa



Sztuki wizualne



Film





28

ARCHEOLOGIA

28 KIEDY KOŃ STAŁ SIĘ RUMAKIEM

Nowe odkrycia archeologiczne i genetyczne podważają utrwalone przekonania na temat udomowienia koni.

WILLIAM T. TAYLOR

CZAS

**38 CZY SEKUNDA PRZESTĘPNA
STANIE SIĘ ZBĘDNA?**

Do czasu atomowego dodawaliśmy „sekundy przestępne”, ale być może wkrótce będziemy musieli jedną odjąć.

Czy te drobne korekty są warte zachodu?

MARK FISCHETTI

MEDYCYNĄ

42 KONIEC Z KŁUCIEM

Trwają badania nad szczepionkami w postaci aerozoli do nosa m.in. przeciwko COVID-owi, grypie i RSV.

Mogą sprawdzać się lepiej niż zastrzyki w ramię.

STEPHANI SUTHERLAND

MATEMATYKA

50 TESSELACJA REWELACJA

Matematycy odkryli nowy rodzaj kształtu, który ma związek z naturą i sztuką.

ELISE CUTTS

ZDROWIE PSYCHICZNE

58 NIE LEKCEWAŻMY HIPOCHONDRII

Silny lęk o zdrowie to w istocie choroba psychiczna, która może zniszczyć życie. Dobrą wiadomością jest to, że można ją leczyć.

JOANNE SILBERNER

BIOLOGIA

64 DOKĄD ZMIEZRAJĄ HYBRYDY?

Gdy różne gatunki sikor spotykają się ze sobą, czasami płodzą wspólne potomstwo – efekty bywają zaskakujące.

REBECCA HEISMAN

6 WOKÓŁ NAUKI

Książki na indeksie
REDAKCJA „SCIENTIFIC AMERICAN”

7 FORUM

Jak nauka pokonała denializm klimatyczny
BEN SANTER

10 SKANER

Tajemniczy odgłos zidentyfikowany ♦
Boczniki w robotyce ♦ Wyjątkowa soczewka
♦ Gniazdo budują tak, jak sąsiad! ♦ Nauka
przez nos ♦ Tlen w głębinach

20 MATEMATYKA

Zagadka kolorowania mapy
JACK MURTAGH

24 Q&A

Jak działa dochód podstawowy?
ALLISON PARSHALL

26 WSZECHŚWIAT

Przyszłość Drogi Mlecznej
PHIL PLAIT

72 SIŁA MYŚLI

Trudny kontakt z dawnymi przyjaciółmi
JOHN KOUNIOS I DAVID S. ROSEN

73 ZDROWIE

Codziennie wstrząśnienia mózgu
LYDIA DENWORTH

74 UMYSŁ GIĘTKI

Od półprzewodników do gładkich
MAREK PENSZKO

78 FAKTOGRAF

Postęp w dziedzinie równości płci
CLARA MOSKOWITZ I FEDERICA
FRAGAPANE

80 ARCHIWUM

Brzmienie błyskawicy ♦ Żywotna cząstka ♦
Dlaczego bolą mięśnie? ♦ Zaprzac do pracy
nitroglicerynę ♦ Skóra w kolejnictwie

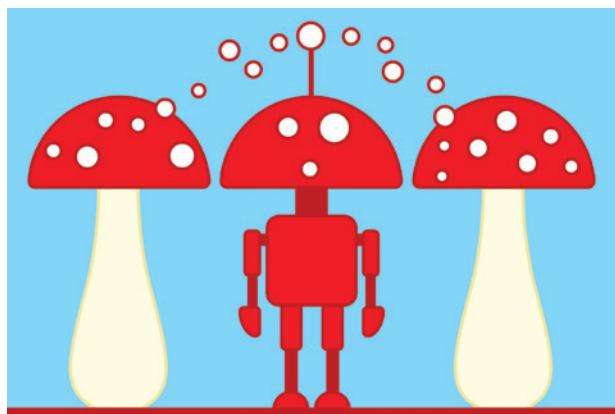
OKŁADKA



Konie jeszcze do niedawna stanowiły, niemal dosłownie, siłę napędową cywilizacji – były obecne w prawie każdej dziedzinie naszego życia. Służyły m.in. do przewożenia ludzi, transportu towarów, uprawy roli, przewożenia poczty i prowadzenia bitew. Kiedy faktycznie je udomowiono?

Zdjęcie Tony Stromberg

Opracowanie polskiej wersji okładki Jolanta Kotas



12

Ilustracja: Thomas Fuchs



26

ASX, ESA and Hubble Heritage Team (STScI)



74

Ilustracja: Jay Benet

ROCZNA PRENUMERATA „ŚWIAT NAUKI/SCIENTIFIC AMERICAN”

NIEZBĘDNIKI INTELIGENTA W PREZENCIE!

Zamów już dziś!
sklep.polityka.pl/sn

KUP TERAZ



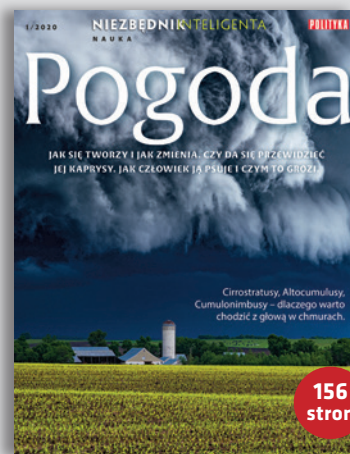
Do każdej zakupionej prenumeraty rocznej „Świata Nauki” w cenie 169 zł dołączamy dwa wydania Niezbednika Inteligenta:



100 PYTAŃ DO NAUKI

100 odpowiedzi na najważniejsze pytania, które stawiają sobie dziś uczeni i badacze we wszystkich obszarach nauki. M.in.: czy istnieje tylko jeden wszechświat, w czym tkwi sekret długowieczności, jaki będzie koniec świata?

140
stron



POGODA

Pogoda to z jednej strony groźne i zagrażające człowiekowi zjawiska jak burze, huragany, susze i powodzie. Z drugiej strony to fascynujące piękno: tęcza, zorza polarna czy fatamorgana. Kompilacja wiedzy o zjawiskach atmosferycznych.

156
stron

Promocja prenumeraty rocznej z biografiami obowiązuje do 31 stycznia 2025 roku lub do wyczerpania zapasów publikacji.

ZYSKUJESZ



darmowa dostawa pisma
pod wskazany adres



nawet 17% taniej
od ceny egzemplarzowej
+ gwarancja stałej ceny

ZAMÓW JUŻ DZIŚ



sklep.polityka.pl/wiz



wpłacając odpowiednią kwotę
na rachunek

18 1750 0009 0000 0000 1004 2763

W tytule przelewu podaj numer, od którego zamawiasz prenumeratę, np. SN 2/2025, oraz Twoje dane adresowe.

MASZ PYTANIA?



zadzwoń:

+48 22 336 75 60

(pon.-pt. w godz. 8:00-17:00)



napisz:

prenumerata@sn.pl

Więcej ofert prenumeraty: **sklep.polityka.pl/sn**

Zamów dla siebie i bliskich. Kupuj dla szkoły, firmy, instytucji.

www.projektpulsar.pl

Prenumerata

www.sklep.polityka.pl/sn
e-mail: prenumerata@swiatnauki.pl
tel. 22 336 75 60

Redaktor naczelny

Elżbieta Wieteska
e-mail: ewieteska@swiatnauki.pl
tel. 605 435 405

Kontakt z redakcją

redakcja@swiatnauki.pl

Korekta

Mariola Będkowska

Redakcja techniczna, skład i łamanie

Jolanta Kotas
e-mail: 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; e-mail: 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

Dział Dystrybucji

Marcin Paśnicki, kierownik
e-mail: dystrybucja@polityka.pl

Druk 

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 Państwo,

okładkę tego numeru zdobi zdjęcie konia – jakie piękne jest to zwierzę, z jaką gracją się porusza! I jak ważną rolę odegrało w rozwoju naszej cywilizacji! Dziś już nie widzimy koni na co dzień – zastąpiły je samochody, maszyny. Ale jeszcze nie tak wcale dawno były w naszym życiu niezbędne. Kiedy je udomowiono? Okazuje się, że wcześniejsze poglądy na ten temat były najprawdopodobniej błędne (s. 28).

Co jakiś czas synchronizujemy nasze zegary z Ziemią, z jej obrotem. Zwykle dodawaliśmy sekundę (od 1972 roku aż 27 razy). Teraz, z powodu topniejących czap lodowych na biegunach, Ziemia przyspieszyła i sekundę powinniśmy odjąć... Czy te korekty są potrzebne? (s. 38).

Wszystko wskazuje, że szczepionki już niedługo nie będą podawane w zastrzykach, ale w formie aerozoli, przez nos. Wielu z nas się ucieszy, bo nie znosi klucica, ale ważniejsze jest to, że mogą być one skuteczniejsze. (s. 42)

Matematycy opisali nowy rodzaj kształtu i stwierdzili, że występuje on powszechnie w przyrodzie, jest także stosowany w architekturze i sztuce. (s. 50)

Hipochondria jest znana większości lekarzy z autopsji. Studenci pierwszych lat medycyny, poznając objawy chorób, zaczynają doszukiwać się ich u siebie. Wiele osób cierpi na hipochondrię – żadne wyniki badań i diagnozy nie przekonają ich, że są zdrowi. Bo faktycznie nie są – hipochondria jest chorobą. Nie bagatelizujmy jej – da się ją leczyć. (s. 58)

Naukowcy obserwują, jak dwa gatunki amerykańskich sikorek w wyniku przeobrażenia się ich siedlisk i nakładania zasięgów coraz częściej się między sobą krzyżują i granica między gatunkami się zaciera. Jaki będzie wynik tego naturalnego eksperymentu? (s. 64)

Zapraszam do czytania!

Elżbieta Wieteska



Życząc Państwu wszystkiego najlepszego w 2025 roku, zachęcam gorąco do zaprenumerowania „Świata Nauki”.

Subskrypcja to nie tylko niższa cena za egzemplarz, ale i gwarancja dostawy naszego pisma wprost pod Państwa drzwi. Na stronie 3 prezentujemy wyjątkową ofertę prenumeraty rocznej „Świata Nauki”, a na stronie 77 prenumeraty pakietowej z „Wiedzą i Życiem” oraz dostępem do portalu popularnonaukowego *Pulsar*. To dzięki niemu uzyskują Państwo codzienny kontakt z najważniejszymi doniesieniami naukowymi, mogą posłuchać podcastu *Pulsar nadaje* i korzystać z naszego archiwum. Serdecznie dziękuję, że kolejny rok jesteście Państwo z nami.

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.



Kod autyzmu

Font: Pexels

Według niedawnych danych przytaczanych przez Światową Organizację Zdrowia u około jednego na setkę dzieci diagnozuje się obecnie (na całym globie) zaburzenia ze spektrum autyzmu (ASD). Jego przyczyny nie zostały do dziś ostatecznie ustalone. Badania naukowców z Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego* wskazują na znaczącą rolę mitochondriów w mechanizmie powstawania autyzmu. Czy oznacza to przełom w dociekaniu przyczyn ASD?

Nazwa przypadłości wraz z próbą jej opisu pojawiły się w piśmiennictwie medycznym w 1943 r. Przetłomem okazał się artykuł pediatry Leo Kenera zatytułowany Zaburzenia autystyczne kontaktu afektywnego (*Autistic Disturbances of Affective Contact*), opublikowany w czasopiśmie „The Nervous Child”. Od tego czasu zagadnienie autyzmu – i jego powodów – nie przestawało nurtować badaczy. Teorie dotyczące przyczyn – ich określenie pozwoliłoby na skuteczną terapię – były różne. Oprócz czynników psychogenicznych w dociekaniu powodów ASD pod uwagę brane były (i są) m.in. czynniki środowiskowe, prenatalne i perinatalne, biologiczne, neurochemiczne, neurologiczne oraz genetyczne. Ustalenia badaczy z Uniwersytetu Warszawskiego poszerzają naszą wiedzę w tej ostatniej grupie.

* Na Wydziale Biologii UW prace były prowadzone w Pracowni Neurobiologii Molekularnej (Instytut Zoologii Doświadczalnej) pod kierunkiem dr hab. Magdaleny Dziembowskiej. Do jej zespołu należeli także dr inż. Bożena Kuźniewska, dr inż. Marta Magnowska, mgr inż. Aleksandra Stawikowska, mgr Jacek Mitek, mgr inż. Patrycja Wardaszk. W konstrukcję genetycznie modyfikowanej myszy zaangażowana była dr hab. prof. ucz. Ewa Borsuk z Zakładu Embriologii. Badania są obecnie kontynuowane w ramach grantu NCN OPUS 26 pt. „Interwencja dietetyczna w leczeniu autyzmu o podłożu genetycznym w modelu mysim” kierowanego przez dr inż. Bożenę Kuźniewską.

ASD i mitochondria

Jak dowodzą naukowcy z Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, istnieje połączenie pomiędzy ASD a zaburzeniami funkcjonowania mitochondriów, organelli komórkowych odpowiedzialnych za produkcję energii. ASD i choroby mitochondrialne mają wspólne cechy kliniczne, a częstość występowania chorób mitochondrialnych jest 500 razy wyższa w populacji osób z ASD, co wskazuje na rolę homeostazy mitochondrialnej w autyzmie.

Podążając tym tropem, zespół badaczy z UW, WUM i IIM-CB pod kierownictwem prof. Magdaleny Dziembowskiej zidentyfikował mutację w genie kodującym mitochondrialne białko z rodziny chaperonin (TRAP1 p.Q639) u dwóch (co ważne: niespokrewnionych ze sobą!) pacjentów płci męskiej z ASD. Odkryta przez naukowców mutacja została wprowadzona do genomu myszy laboratoryjnych. Eksperyment ten potwierdził wcześniejsze intuicje badaczy – TRAP1 p.Q639 okazała się pierwszym przykładem monogenowego ASD spowodowanego zaburzoną homeostazą białek mitochondrialnych (to wieloaspektowy stan, na który składają się między innymi procesy samooczyszczania się komórek organizmu, import, sortowanie i dojrzewanie białek, podziału komórkowego, fuzji, transportu substancji w komórce itd.)

Co ciekawe, zaobserwowane u laboratoryjnych myszy z mutacją deficyty w zachowaniach społecznych były bardziej wyraźne u osobników płci męskiej... Z wcześniejszych badań wynika, że zaburzenia ze spektrum autyzmu są diagnozowane 4–5 razy częściej u mężczyzn niż u kobiet. Tajemnicą – na razie – pozostaje mechanizm odpowiadający za tę dysproporcję.

W stronę przyszłości

Wyniki badań naukowców z Uniwersytetu Warszawskiego wskazują na rolę nieprawidłowego funkcjonowania mitochondriów jako potencjalnej przyczyny powstawania autyzmu. Jak stwierdza kierownik zespołu badawczego, prof. Magdalena Dziembowska: „Większość zidentyfikowanych dotychczas mutacji będących przyczyną ASD dotyczyła białek synaptycznych. Synapsy, za pośrednictwem których neurony się komunikują, są miejscami o najwyższym zapotrzebowaniu na energię, co sprawia, że mitochondria są szczególnie istotne dla ich prawidłowego działania. Wszelkie niedobory w funkcjonowaniu mitochondriów mają bezpośredni wpływ na działanie synaps. Nasza praca wspiera teorię o roli mitochondriów w etiologii autyzmu i sugeruje, że badanie strategii modulacji metabolizmu mitochondrialnego może być obiecującym kierunkiem w opracowywaniu skutecznych terapii dla ASD. Dalsze badania, prowadzone w laboratorium z wykorzystaniem myszy z mutacją zidentyfikowaną u pacjentów z ASD, mają na celu zrozumienie, dlaczego efekt mutacji jest bardziej widoczny u osobników płci męskiej oraz opracowanie strategii interwencji dietetycznej, która mogłaby pozytywnie wpłynąć na funkcje mitochondriów synaptycznych”.

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



Książki na indeksie

Cenzurowanie tego, co czytają dzieci, zniekształca ich ogląd rzeczywistości oraz pozbawia szansy na zaspokojenie ciekawości i wykształcenie empatii



KSIĄŻKI SĄ DLA DZIECKA oknem na świat. Ale nie wtedy, gdy mieszka ono w jednej z amerykańskich miejscowości, w których lokalne rady szkolne lub władze stanowe uznały niektóre książki za monstra, które wyrządzają dzieciom krzywdę zawartymi w nich słowami i ideami.

Zorganizowane konserwatywne grupy w wielu społecznościach cenzurują książki w bibliotekach szkolnych i publicznych, twierdząc, że niektóre tematy nie są odpowiednie dla dzieci z uwagi na ich wiek, bez względu na kontekst. Na ich celowniku są książki traktujące o zdrowiu, zmianach klimatycznych, psychologii i innych naukach, które samozwańczy cenzorzy uważają za bezecne bądź sprzeczne z ich sposobem myślenia. Usiłują ścigać sądownie nauczycieli i bibliotekarzy, którzy ośmielają się dać dzieciom szansę na

zaspokojenie ich ciekawości. Pod pozorem ochrony dzieci przed skrzywdzeniem porządkują pozbawić biblioteki publiczne finansowania i zmienić szkolne programy nauczania.

Ale to właśnie samo zakazywanie książek wyrządza największą krzywdę młodym ludziom, odbierając im sposobność do krytycznego myślenia, zgłębiania idei i poznawania doświadczeń innych niż własne. Ludzie odpowiedzialni za usuwanie książek z regałów klasowych i bibliotecznych próbują ograniczyć swobodny przepływ informacji. Ich starania zmierzają do osłabienia demokracji; chcieliby stworzyć elektorat młodych ludzi, którzy nie będą podważać autorytetów, solidaryzować się z tymi, którzy są pozbawieni wpływów politycznych, czy też kwestionować status quo. Kto ma wiedzę, ten ma władzę. Istnienie książek zakazanych

jest sprzeczne z samą istotą otwartego, obywatelskiego społeczeństwa. Czy to poprzez system prawny, urnę wyborczą czy nasze głosy, musimy stać na straży wolności edukacji i wspierać wiedzę. Nie wolno nam dopuścić do jakichkolwiek przypadków cenzurowania książek.

Cenzura ma w USA niechlubną tradycję. Oslawiona ustawa Comstocka z 1873 roku zakazywała przesyłania pocztą dzieł uważanych za obsceniczne, takich jak broszury na temat kontroli urodzeń. *Ulysses* Jamesa Joyce'a został zakazany w USA w latach 20. XX wieku, a amerykańska poczta spaliła jego egzemplarze. W ostatnim czasie konserwatyści wykastrowali szkolne programy nauczania historii i przyrodznawstwa, zmieniając sposób przedstawiania niewolnictwa, rezygnując z podręczników, w których mowa o zmianach klimatu, i kwestionując realny charakter ewolucji.

W 2023 roku American Library Association udokumentowało ponad 1200 przypadków prób wprowadzenia zakazów wymierzonych w książki w bibliotekach. Składający petycje wytypowali ponad 4200 książek do usunięcia ze szkół i bibliotek. Do najczęściej kwestionowanych książek w 2023 roku należały pozycje klasyczne, jak *Najbardziej niebieskie oko* Toni Morrison, powieści współczesne, powieści graficzne o dorastaniu osób LGBTQ+, książka o zdrowiu nastolatków, a także książka o handlu ludźmi. PEN America, organizacja non profit, która opowiada się za wolnością ekspresji w literaturze, odnotowała ponad 3300 prób zakazania książek w szkołach w roku akademickim 2022-2023. W niektórych miejscach wśród wycofanych książek były dzieła Judy Blume i Margaret Atwood, a w jednym przypadku chodziło o książeczkę o pozytywnym nastawieniu do ciała skierowaną do przedszkolaków.

Dlaczego pozwolenie dzieciom na czytanie tego, co chcą czytać, tak niektórych przeraża?

Dwaj naukowcy w zakresie edukacji, Gay Ivey z University of North Carolina w Greensboro i Peter Johnston z University w Albany, przebadali cztery klasy, w których nauczyciele pozwolili nastolatkom wybrać z długiej listy książki do przeczytania. Stwierdzili, że wyniki uczniów w czytaniu poprawiły się, lecz nauczyciele zauważyli jeszcze bardziej pozytywne rezultaty. Uczniowie rozmawiali ze sobą o problemach poruszanych w przeczytanych pozycjach, rozwijało się u nich współczucie i empatia dla książkowych

bohaterów, przeżywali ich zmagania i zastanawiali się nad ich wyborami i ich konsekwencjami. Ponadto poprawił się stan ich zdrowia psychicznego.

W jednej z ankiet prawie 40% dzieci, głównie pochodzących z niedostatecznie reprezentowanych środowisk etnicznych, stwierdziło, że czytanie o postaciach, z którymi mogą się utożsamiać, zwiększyło stopień ich pewności siebie. Niemniej prawie połowa dzieci w wieku od ośmiu do 11 lat zgłosiła, że ma problem ze znalezieniem takich książek.

W niektórych stanach zakazy dotyczące książek są wmontowane w inne ustawy o pozornie szczytnych celach. Na przykład uchwalona w 2022 roku w stanie Missouri ustawa Senate Bill 775 ma oficjalnie na celu ochronę dzieci przed wykorzystywaniem seksualnym i handlem ludźmi, lecz znajduje się w niej ustęp, który kryminalizuje przekazywanie przez nauczycieli i bibliotekarzy uczniom „materiałów o jednoznacznie seksualnym charakterze seksualnym”, co jest sformułowaniem tak szerokim, że może obejmować książki na temat zdrowia lub edukacji seksualnej.

Rebecca Wanzo, profesorka na Washington University w St. Louis, badająca powieści graficzne, które należą do najczęściej zakazanych książek, mówi, że odmawianie dzieciom i nastolatkom dostępu do szerokiego wachlarza idei zawartych w książkach tworzy ludzi, którzy „nie wiedzą, czego nie wiedzą”. Opowiada, że niektórzy studenci biorący udział w jej zajęciach są zszokowani alternatywnymi wyjaśnieniami różnych aspektów ludzkiej egzystencji, jakie przedstawia na swoich wykładach lub z którymi się stykają w rekomendowanych przez nią lekturach.

W jakiej nas to stawia sytuacji?

Niektórzy nauczyciele przechowują wycofane z półek książki. Część szkół w bardziej postępowych dzielnicach tworzy kluby czytelnicze poświęcone książkom na indeksie. Bibliotekarze kwestionują to, co wolno im umieszczać na półkach, zamiast promować to, co na nich się znajduje. Rodzice, którzy chcą, aby ich dzieci otrzymały gruntowną edukację, próbują walczyć z dobrze finansowanymi i kierującymi się motywami politycznymi zwolennikami zakazów książek.

Dzieci, jeśli tylko mogą, opowiadają się za dostępem do książek i bibliotek. Powinniśmy im go umożliwić. Ograniczenia stoją w sprzeczności z wolnością słowa, i z wolnością myśli. Są antydemokratyczne, antynaukowe i nieracjonalne. ■

Jak nauka pokonała denializm klimatyczny

Spektakl opowiada o międzynarodowym porozumieniu, dzięki któremu świat zaczął stopniowo akceptować fakty naukowe dotyczące zmian klimatycznych BEN SANTER

TO BARDZO CIEKAWE doświadczenie oglądać sztukę, w której jest się jedną z postaci – i potem ucisnąć dłoń osobie, która gra nas na scenie. Obie te rzeczy przydarzyły mi się w lipcu zeszłego roku podczas oglądania przedstawienia *Kyoto* pokazanego w Swan Theater w Stratford-upon-Avon w Anglii. Chodziło oczywiście o coś więcej niż o jednostkowe doświadczenie ukazane na tle historii. Sztuka opowiada o tym, jak nauka pokonuje denializm klimatyczny w pojedynku pomiędzy badaczami a biznesem.

Kyoto opowiada o Protokole z Kioto, porozumieniu zawartym ponad 25 lat temu, które – jak podsumowała Organizacja Narodów Zjednoczonych – zobowiązało „kraje uprzemysłowione oraz znajdujące się w okresie przejściowym do ograniczenia i redukcji emisji gazów cieplarnianych zgodnie z uzgodnionymi indywidualnymi celami”. Napisana przez Joe Murphy’ego i Joe Robertsona sztuka w dramatyczny sposób przedstawia historyczne spotkanie w Kioto w Japonii w grudniu 1997 roku, podczas którego sfinalizowano prace nad protokołem.

Podczas tego spotkania kluczową rolę, jako główne źródło informacji naukowych, odegrały dokumenty Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC). Mam tu szczególnie na myśli prace I Grupy Roboczej przygotowującej wstępną część drugiego raportu IPCC, który został ukończony w 1995 roku i opublikowany na początku 1996. Byłem głównym autorem rozdziału ósmego zatytułowanego „Wykrywanie zmian klimatu i określanie ich przyczyn”. Rolą IPCC, zarówno w 1995 roku, jak i obecnie, było dostarczanie rządowi wiedzy naukowej na temat zmian klimatu i ich negatywnych skutków. A także doradzanie w sprawach strategii łagodzenia tych konsekwencji i adaptacji do nowych warunków.

W pierwszym raporcie IPCC opublikowanym w 1990

roku napisano, że nie można jeszcze jednoznacznie stwierdzić, czy w danych meteorologicznych zbieranych na całym świecie widoczny jest sygnał zmiany klimatu zainicjowanej przez ludzkość. Jednak w 1995 roku ten sam rozdział drugiego raportu kończył się już zupełnie innym wnioskiem. Zawierał się on w kilku nieskomplikowanych słowach: „Ocena zebranych faktów wskazuje na dostrzegalny wpływ człowieka na klimat globalny”. Było to doniosłe oświadczenie przedstawione przez ostrożnych z natury naukowców i dość konserwatywne organizacje.

Wiele czynników przyczyniło się do tej dramatycznej zmiany poglądów. Przykładowo w ciągu tych pięciu lat odnotowano olbrzymi postęp w badaniach próbujących ocenić, jak zmiana klimatu odciska się na różnych elementach środowiska. Celem takich naukowych śledztw jest zidentyfikowanie unikatowości wpływu poszczególnych czynników antropogenicznych i naturalnych wpływających na klimat globu. Ta wyjątkowość staje się oczywista, gdy wykraczamy w analizach poza pojedyncze liczby, na przykład średnią temperaturę powierzchni planety z uwzględnieniem jej łądów i mórz, a zamiast tego przyglądamy się złożonym wzorcom zmian klimatycznych. Te wzorce pozwalają naukowcom odseparować skutek klimatyczny wynikający ze spalania paliw kopalnych od skutku wywołanego przez czysto naturalne zjawiska (takie jak El Niño i La Niña, zmiany w natężeniu promieniowania słonecznego czy też erupcje wulkaniczne).

Sztuka *Kyoto* opisuje niektóre z takich dowodów naukowych, które zostały przedstawione po raz pierwszy podczas przełomowego spotkania w Madrycie w listopadzie 1995 roku, poprzedzającego dramatyczne starcie w Kioto. Konkluzja mówiąca o „dostrzegalnym wpływie człowieka na globalny klimat” została ostatecznie przyjęta właśnie w Madrycie, na spotkaniu z udziałem 177 delegacji z 96

Ben Santer jest klimatologiem i stypendystą John D. and Catherine T. MacArthur Foundation. Od 1992 roku do przejścia na emeryturę w 2021 roku prowadził badania w Lawrence Livermore National Laboratory. Uczestniczył w przygotowaniu i redagowaniu wszystkich sześciu raportów Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu.

krajów, przedstawiciele 14 organizacji pozarządowych oraz 28 głównych autorów drugiego raportu IPCC.

Jako główny autor rozdziału zajmującego się oceną dowodów naukowych byłem jednym z uczestników tej konferencji. Było tam również kilka innych osób przedstawionych w *Kyoto*, w tym główny bohater przedstawienia: Donald Pearlman – prawnik i lobbysta z organizacji Climate Council reprezentującej interesy sektora energetycznego.

Pearlman i ja siedzieliśmy po przeciwnych stronach madryckiej szachownicy. Moje starania dotyczyły tego, by we właściwy sposób podsumować i ocenić złożoność faktów naukowych oraz zadbać, by ustalenia nauki zostały precyzyjnie ujęte w raporcie IPCC. Z kolei działania Pearlmana były nakierowane na opóźnianie międzynarodowych wysiłków na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych. Takie redukcje były niekorzystne dla biznesu, który reprezentował Pearlman, oraz dla dochodów krajów będących producentami ropy naftowej, takich jak Arabia Saudyjska i Kuwejt.

Pearlman, który zmarł w 2005 roku, zdawał sobie sprawę, na czym polega doniosłość stwierdzenia o „dostrzegalnym wpływie człowieka” na klimat. Dla niego była to zapowiedź nieszczęścia – naukowcy rozstrzygnęli sprawę i kłamka zapadła. Ślad działalności człowieka został zidentyfikowany w zapisach temperatury na powierzchni globu i w atmosferze. Ludzie nie byli więc niewinnymi obserwatorami zmian zachodzących w systemie klimatycznym, lecz ich aktywnymi uczestnikami. Spalanie paliw kopalnych zmieniało skład chemiczny atmosfery, uruchamiając proces ocieplenia się planety i stopniowego ujawniania się różnych negatywnych konsekwencji tego ocieplenia. Madrycka konkluzja wskazywała, że dni nieograniczonego wykorzystania paliw kopalnych i zanieczyszczania atmosfery związkami węgla są policzone.

Deklaracja naukowców utrudniła działalność lobbującą Pearlmanowi. Jego reakcją był atak na naukę i naukowców przeprowadzony w ramach kontrofensywy mającej na celu opóźnienie prac nad globalnym porozumieniem w sprawie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

W *Kyoto* postać Pearlmana mówi, że wdrożona została świadoma strategia „spalonej ziemi”: chodziło o zniszczenie nauki i naukowców. Doświadczyłem tej strategii na własnej skórze podczas



Próba generalna sztuki *Kyoto*, Londyn, lato 2024.

trudnego do zapomnienia spotkania z Pearlmanem, które odbyło się 21 maja 1996 roku w Waszyngtonie w Rayburn House należącym do Kongresu USA. Po moim wystąpieniu, w którym przedstawiłem naukowe dowody wskazujące na ingerencję człowieka w klimat planety, Pearlman wstał i zaczął na mnie krzyżeć. Wyraził oburzenie z powodu wprowadzenia do rozdziału, za który byłem odpowiedzialny, rzekomo nieautoryzowanych zmian. W rzeczywistości zmiany te zostały zatwierdzone wcześniej przez IPCC, o czym Pearlman doskonale wiedział.

Ostatecznie przegrał. Pomimo ogromnych różnic pomiędzy krajami dotyczących takich kwestii, jak interes narodowy, odpowiedzialność za antropogeniczne zmiany klimatu oraz wrażliwość na skutki tych zmian, osiągnięto w końcu międzynarodowe porozumienie. Protokół z Kioto podpisany w 1997 roku zobowiązuje wszystkie kraje uczestniczące w negocjacjach do podjęcia działań na rzecz zredukowania emisji gazów cieplarnianych i uniknięcia „groźnej antropogenicznej ingerencji” w ziemski system klimatyczny. *Kyoto* to wartka opowieść o tym, jak doszło do tego porozumienia.

W sztuce jest taka pamiętna scena, gdy Shirley, żona Pearlmana, pyta go: „Czy jesteśmy po złej stronie?”. Pytanie pada po tym, jak niemiecki tygodnik „Der Spiegel” opisał jego działalność lobbującą na rzecz concernów energetycznych. Shirley chce wiedzieć, czy wysiłki jej męża zmierzające do podważenia ustaleń nauki o klimacie stawiają ich po złej stronie historii. Postać Pearlmana w sztuce odpowiada: „Nie, Shirley. Nie jesteśmy po złej stronie”.

Jednak Pearlman oraz branża przemysłu, które reprezentował, byli po złej stronie nauki. W ciągu tych 30 lat, jakie upłynęły od spotkania IPCC w Madrycie, gdzie Pearlman tak bardzo starał się podważyć fakty naukowe, presja człowieka na klimat

stała się wszechobecna i niepodważalna. Ostrożna konkluzja z 1995 roku mówiąca o „dostrzegalnym wpływie człowieka” na klimat została potwierdzona i wzmocniona w czterech kolejnych raportach IPCC.

Do dziś Protokół z Kioto ratyfikowało 191 krajów. Choć amerykański Kongres nigdy tego nie uczynił, to właśnie ten protokół pomógł w utorowaniu drogi do podpisania Porozumienia Paryskiego w 2016 roku. To, że skutki globalnego ocieplenia stają się coraz poważniejsze, dostrzega dzisiaj każdy. Powszechnie staje się przekonanie, że czas zacząć na poważnie redukować zanieczyszczanie atmosfery węglem. Dni denializmu klimatycznego są policzone.

Ale jeszcze się nie skończyły. Inny Donald, czyli amerykański prezydent Donald Trump, wielokrotnie negował rzeczywistość i podważał fakty naukowe. Nie jest niespodzianką, że jego zwolennicy bardzo przypominają Pearlmana. Znikome jest prawdopodobieństwo, że Trump kiedykolwiek obejrzy *Kyoto*. Jeszcze mniej prawdopodobne jest jego przyznanie się do tego, że i on stoi po złej stronie nauki i historii.

Niestety, tak właśnie jest. Powrót Trumpa na urząd prezydenta USA oznacza powrót epoki Pearlmana, kiedy zajmowano się wytwarzaniem rzekomych wątpliwości mających podważyć ustalenia nauki. *Kyoto* opowiada o tym, jak poszerzała się wiedza o zmianach klimatycznych i jak potężne grupy interesów próbowały powstrzymać ten proces naukowy.

Mam nadzieję, że *Kyoto* będzie miało dużą publiczność, o jakiej ja mogłem tylko marzyć, pisząc artykuły naukowe. Liczę, że po obejrzeniu tej sztuki wiele osób nabierze wiary w to, że trudne nie znaczy niemożliwe. *Kyoto* chce nas przekonać, że ludzkość jest w stanie zjednoczyć się i rozwiązać problem, który wydaje się bardzo trudny do rozwiązania.

Serwis popularnonaukowy Pulsar

projektpulsar.pl



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



ANDRZEJ HOŁDYS:

Po prostu zapomnieliśmy o wodzie

pulsar

AGATA STAROSTA:

Jesteśmy narzędziem w rękach bakterii



Zaprenumeruj nas:
projektpulsar.pl



ANNA MUSZEWSKA:

Grzyby to jest świat