CENA 12,99 ZŁ, W TYM 8% VAT, INDEX 277010, ISSN 2083-5825, WRZESIEŃ 2026

PRAWDZIWY FACEBOOK: CO TWARZ ZDRADZA NA TEMAT TWOJEGO ZDROWIA?

9/2026 12,99 zł

ODKRYWASZ–POZNAJESZ–ROZUMIESZ

świat wiedzy

Jakie **kłamstwo** kryje się za tajemnicą kryształowej czaszki?

Jak zostać bohaterem narodowym dzięki **oszustwu?**

Ile osób **zabiły** zmanipulowane dane o szczepionkach?

NAJWIĘKSZE FAŁSZERSTWA NAUKI

Terminator na wojnie w Ukrainie

Żołnierz przyszłości

CZY **MONGOŁOWIE** STWORZYLI NOWOCZESNĄ EUROPĘ?

NAJZUCHWALSZE **KRADZIEŻE** DZIEŁ SZTUKI

ISSN 2083-5825
9 772083 582605 09
Numer w sprzedaży do 20.09.2026

KOLAGENCITO

Jakość oparta na doświadczeniu

Postaw na KolagenCito - wysokiej jakości kolagen i witamina C w jednym!

KolagenCito to produkt wzbogacony stworzony przez niemiecką firmę Reutter – producenta z ponad 110-letnią tradycją i doświadczeniem. Produkt powstał dzięki wiedzy doświadczonych ekspertów oraz nowoczesnym, wysokiej jakości procesom produkcyjnym, które gwarantują właściwy standard wykonania.
KolagenCito jest produktem opatentowanym. Masz pewność, że wybierasz oryginalny produkt pochodzący od renomowanego producenta. Ponad 110-letnie doświadczenie firmy Reutter sprawia, że marka od pokoleń cieszy się zaufaniem konsumentów.
Zawarta w produkcie witamina C pomaga w prawidłowej produkcji kolagenu w celu zapewnienia prawidłowego funkcjonowania kości, chrząstki, dziąseł, skóry oraz naczyń krwionośnych. Dodatkowo pomaga w prawidłowym funkcjonowaniu układu odpornościowego i w ochronie komórek przed stresem oksydacyjnym.

KolagenCito to doskonały wybór dla osób po 25. roku życia, które chcą świadomie dbać o swoją codzienną dietę i wybierają sprawdzone produkty. Do 3 pastylek do ssania dziennie – to wygodny sposób na wzbogacenie codziennej diety w kolagen i witaminę C.
Szukaj KolagenCito w aptekach oraz sklepach zielarskich i wybierz oryginalny produkt marki Reutter – od producenta z ponad 110-letnią tradycją.

Producent: Reutter GmbH Dystrybutor: P.P.H.U. IZAKPOL ul. Dąbrowskiego 5 96-300 Żyrardów, izakpol@go2.pl

» Czyngis-chan i Mongołowie gruntownie zmienili historię Europy i Azji «

GISELA GRAICHEN,
politolożka
Niemiecka badaczka i dziennikarka jest autorką książki o twórcy imperium stepowych wojowników. Jak udało im się odnieść tak spektakularny sukces?
WIĘCEJ NA STR. 68

» Te obrazy należą do mnie, są moim dziełem «

VJÉRAN TOMIC,
złodziej
Francuski Spiderman ukradł z Paryskiego Muzeum Sztuki Nowoczesnej arcydzieła malarstwa warte 100 milionów euro – i wnet je stracił.
WIĘCEJ NA STR. 30

» Swoją polityką interwencjonizmu USA otworzyły drzwi przed terroryzmem «

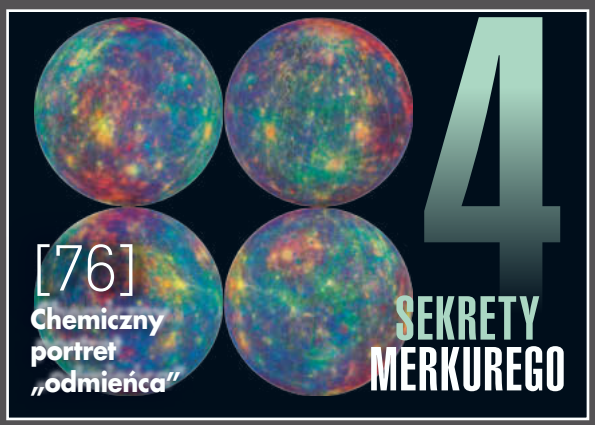
prof. NIALL FERGUSON,
historyk
Szkocki badacz ostrzega, że Stany Zjednoczone stopniowo odchodzą od roli światowego żandarma. Czy Europa powinna zająć ich miejsce?
WIĘCEJ NA STR. 40

prof. PETER KRAWITZ,
bioinformatyk
Kierowany przez niego zespół z Kliniki Uniwersyteckiej w Bonn chce wykorzystać sztuczną inteligencję do rozpoznawania chorób na podstawie wyglądu twarzy, aby jak najwcześniej rozpoczynać leczenie.
WIĘCEJ NA STR. 58

MIKE LEBLANC,
przedsiębiorca
Były marine i współzałożyciel Foundation Robotics zamierza stworzyć robota zdolnego posługiwać się każdą bronią, z jakiej może korzystać człowiek. Czy humanoidy zastąpią żołnierzy na polu walki?
WIĘCEJ NA STR. 24

prof. SEAN SOLOMON,
planetolog
Były kierownik programu NASA Messenger opowiada na naszych łamach, dlaczego Merkury to planeta, która wymyka się modelom astronomicznym – i w obecnej postaci właściwie nie powinna istnieć.
WIĘCEJ NA STR. 76

ZDJĘCIA: United Archives GmbH/Alamy/BEW; Columbia Climate School; Pascal Vila/SIPA/East News; UKB; Chatham House/Wikimedia Commons (2)



CYWILIZACJA

14 **Największe fałszerstwa nauki**
W imię ideologii, kariery lub pieniędzy uczeni nie cofają się przed oszustwem

TECHNOLOGIE

24 **Terminator na froncie w Ukrainie**
Czy humanoidalne roboty zastąpią żołnierzy na polu walki?

64 **Tajemnice czarnego betonu**
Ta technologia może zrewolucjonizować budownictwo!

ZBRODNIE

30 **Najzuchwalsze kradzieże dzieł sztuki**
Arcymistrzowie złodziejskiego fachu

NAUKA

38 **7 pytań o... echo**
Za tym akustycznym fenomenem kryją się fascynujące zjawiska

76 **4 sekrety Merkurego**
Dlaczego najmniejsza planeta Układu Słonecznego nie powinna istnieć?

HISTORIA

40 **Co by było, gdyby USA nie stały się mocarstwem**
Historyczny eksperyment w 250. urodziny Stanów Zjednoczonych

68 **Czy Mongołowie stworzyli nowoczesną Europę?**
Najeźdźcy z azjatyckich stepów rozświetlili mroki średniowiecza

CZŁOWIEK

48 **Rada ministrów w twoim organizmie**
Kto właściwie podejmuje decyzje w ludzkim ciele?

58 **Prawdziwy Facebook. Co można wyczytać z twojej twarzy?**
Narzędzia AI mogą zmienić sposób diagnozowania chorób

NATURA

52 **Mroczne oblicze najpiękniejszych plaż świata**
Za bajeczną scenerią często kryje się śmiertelne niebezpieczeństwo

DZIAŁY STAŁE

03 **Nasi eksperci**

06 **Zdjęcie i jego historia**
Eksperyment Amazonia

08 **Pytania i odpowiedzi**
Ciekawostki z dziedziny nauki, techniki i życia codziennego

82 **Trenuj umysł**
Łamigłówki, które rozwijają inteligencję

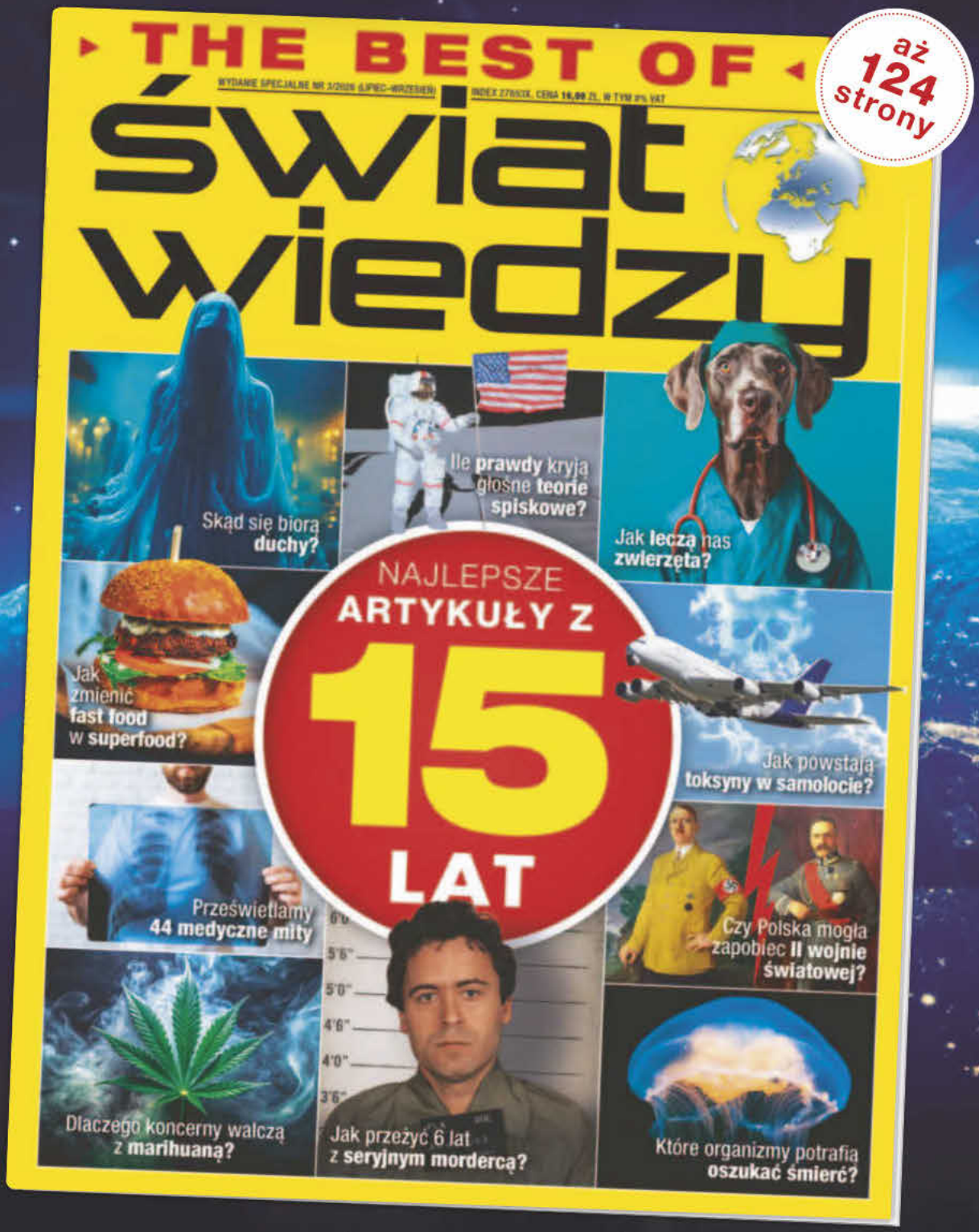
84 **Końcowe odliczanie**
No co? No lot!

86 **Za miesiąc**

* Na czerwono zaznaczone zostały tematy z okładki

ZDJĘCIA I ILUSTRACJE NA OKŁADCE: Adobe Stock (2); Mattia Balsamini/Contrasto/East News; Viadata/Imago; mat. redakcyjne/AI (2)

Przeczytaj
NAJCIEKAWSZE ARTYKUŁY
z ostatnich 15 LAT



JUŻ W SPRZEDAŻY

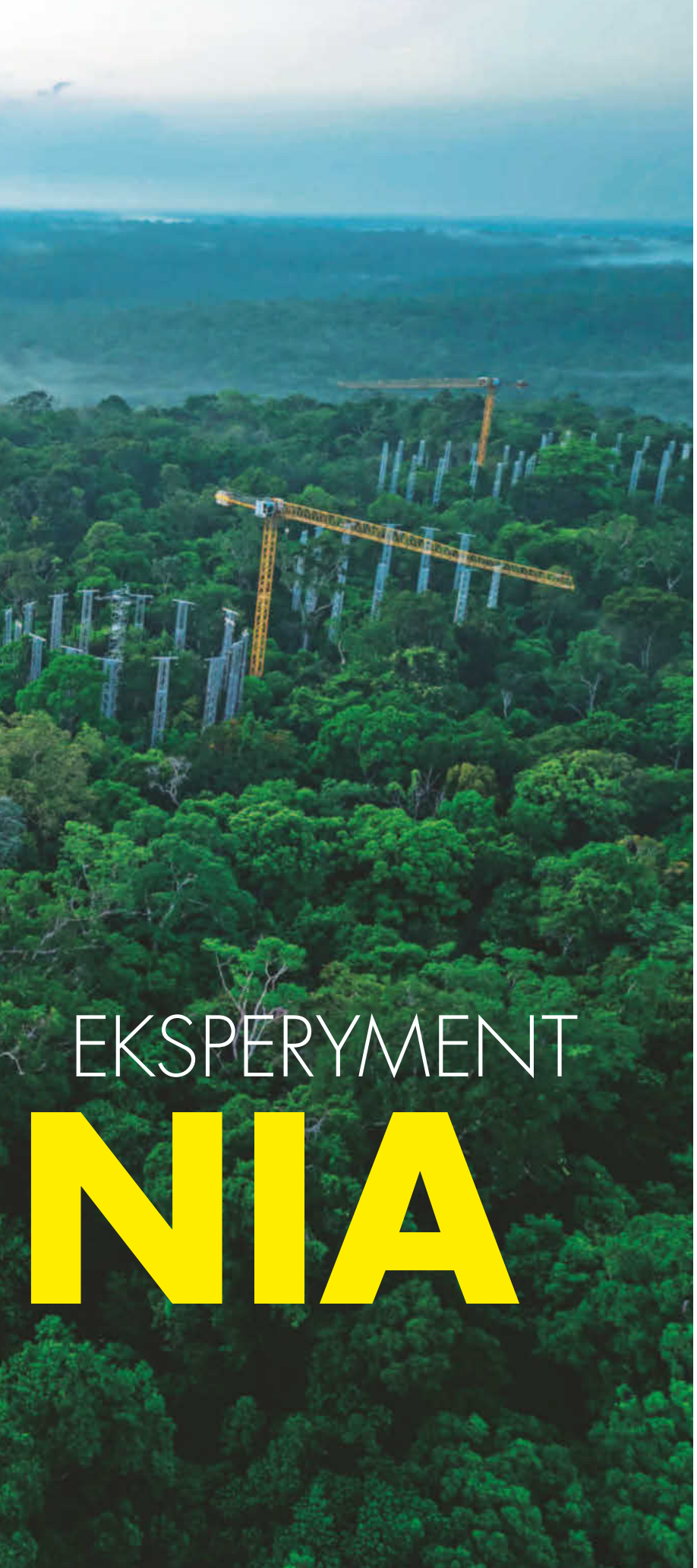
Sprawdź też czasopisma na **czytelnia.pl**

30
metrów średnicy

mierzą konstrukcje stanowiące serce kompleksu badawczego. Każdy pierścień składa się z szesnastu 35-metrowych wież. Trzy z sześciu pierścieni wzbogacają powietrze w CO_2, a trzy pozostałe służą jako grupa kontrolna.

AMAZO

Na styku nowoczesnej technologii i dzikiej przyrody rozstrzygnie się, czy największy las deszczowy pozostanie obrońcą klimatu, czy też sam znajdzie się w niebezpieczeństwie...



EKSPERYMENT NIA

Wysoko ponad koronami drzew Amazonii górują potężne aluminiowe konstrukcje. Umieszczone w nich zawory uwalniają niewidzialny gaz. W odległości ok. 80 km na północ od miasta Manaus w Brazylii naukowcy wybudowali instalację symulującą atmosferę, jaka prawdopodobnie będzie panować na Ziemi w 2050 roku. System składa się z sześciu pierścieni tworzonych przez 16 wież, wyposażonych w bardzo dokładne czujniki. Trzy jednostki wzbogacają powietrze o dodatkowy dwutlenek węgla, pozostałe trzy służą jako obszary kontrolne. Projekt o nazwie AmazonFACE ma na celu wyjaśnienie kluczowego zagadnienia z dziedziny badań klimatycznych: czy Amazonia pozostanie gigantycznym pochłaniaczem dwutlenku węgla, czy też sama zbliża się do punktu krytycznego?

Przez długi czas naukowcy mieli nadzieję, że uzyskają efekt podobny jak w przypadku stosowania nawozów: większa ilość CO_2 mogłaby oznaczać szybszy wzrost, większą biomasę, a więc i większą ilość zmagazynowanego w przyrodzie węgla. Jednak pierwsze wyniki badań pokazują bardziej złożony obraz sytuacji. Wyższa dostępność dwutlenku węgla stymuluje rośliny do zintensyfikowanego pobierania składników pokarmowych. Prowadzi to do gwałtownego wyczerpywania rezerw organicznego fosforu w glebie i wzmożonej konkurencji o ten element. Drzewa nie inwestują dalej we wzrost, ale w zdobycie dodatkowego fosforu poprzez rozwój systemu korzeniowego i symbiozy z mikroorganizmami dostarczającymi ten pierwiastek.

Chociaż eksperyment znajduje się jeszcze we wczesnej fazie, to już teraz wiadomo, że w cieniu wysokich wież ważą się przyszłe losy największego lasu deszczowego na ziemi. Dlatego kluczowa kwestia dotyczy nie tylko tego, jak Amazonia zareaguje na prognozowaną ilość CO_2, ale także tego, czy nie doprowadzimy jej do granic wytrzymałości szybciej, niż nam się wydaje... ■

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Łukasz Paśko, Uniwersytet Wrocławski ZDJĘCIE: João Rosa/NITRO/AmazonFACE

0,04 GRAMA NEKTARU
może przetransportować pszczoła. Na pierwszy rzut oka wydaje się to niewiele. Jednak wraz z tysiącami innych zbieraczek pojedyncza pszczela rodzina może wyprodukować przeciętnie 20 kg miodu dostępnego dla pszczelarza w ciągu zaledwie jednego lata.

ILE JEST GATUNK PSZCZ

KILKA RAZY

trasę równą obwodowi Ziemi pokonuje każdego dnia parenaście tysięcy robotnic z pojedynczej pszczelej rodziny. Opuszczają ul, zbierają nektar i wracają do gniazda, odwiedziwszy nawet 20 milionów kwiatów.

34°C TO „KOMFORTOWA" TEMPERATURA

panująca miejscowo w ulu – nawet wtedy, gdy na zewnątrz utrzymuje się mróz. Jeśli w gnieździe robi się zbyt chłodno, rozwój młodych pszczół może zostać zaburzony, a ich śmiertelność rośnie. Pszczoły wytwarzają ciepło głównie dzięki pracy mięśni tułowiowych, a stabilną temperaturę gniazda utrzymują także za sprawą zachowań całej kolonii – przede wszystkim w centrum ścisłej grupy, w którą się zbijają.

ÓW ÓŁ?

Bez nich produkcja wielu owoców, warzyw, orzechów i roślin oleistych gwałtownie by spadła – spośród 100 gatunków roślin uprawnych, które zapewniają 90% światowej produkcji żywności, 71 jest zapylanych przez pszczoły. Łączna wartość żywności wytwarzanej dzięki tym owadom wynosi co roku setki miliardów euro. W tym kontekście wyniki nowego badania należy ocenić zdecydowanie pozytywnie: międzynarodowy zespół naukowców pod kierownictwem Jamesa Doreya z Uniwersytetu w Wollongong w Australii dokonał olbrzymiej pracy dokumentacyjnej i obliczeniowej oraz oszacował, że na całym świecie występuje od 24 do 26 tysięcy gatunków pszczół. Biolodzy zakładają, opierając się na globalnych zbiorach danych, opisach gatunków i krajowych wykazach, że wśród nich znajduje się od 3700 do 5200 dotychczas nieznanych lub nieopisanych dzikich gatunków. Autorzy badania wyjaśnili, że „wiele z nich nie zostało jeszcze sklasyfikowanych lub było dotychczas pomijanych". W Polsce występuje około 470 gatunków dzikich pszczół, w większości samotniczych, a na naszym kontynencie – 2000. W 2025 roku Międzynarodowa Unii Ochrony Przyrody uznała ich populacje w Unii Europejskiej za zagrożone wyginięciem.

ILE SATELITÓW POTRZEBA DO UZYSKANIA **PRECYZYJNEGO SYGNAŁU GPS?**

Matematycy z Uniwersytetu Technicznego w Monachium ustalili, że do dokładnego określenia pozycji GPS w większości przypadków potrzeba co najmniej pięciu satelitów. Teoretycznie już przy wykorzystaniu czterech takich urządzeń można obliczyć pozycję oraz błąd czasu, jednak w praktyce często okazuje się to niewystarczające. Główną przyczyną jest geometria: jeśli satelity znajdują się w niekorzystnym położeniu, np. prawie w jednej linii, ich sygnały dostarczają zbyt podobnych informacji. Nawet niewielkie nieścisłości mogą wówczas znacząco zafałszować faktyczną pozycję. Piąty satelita zapewnia większą różnorodność kątów obserwacji, co pozwala skompensować takie błędy i niekorzystne konfiguracje. Problem polega jednak na tym, że choć zwykle widocznych jest więcej niż cztery satelity, niekorzystna geometria ich położenia lub przesłonięcie sygnału może pogorszyć dokładność pomiaru.

18 560

aktywnych satelitów krąży obecnie wokół Ziemi, a ich liczba nadal rośnie. Zaledwie 32 z nich odpowiadają za łączność GPS.

TOP 10

NAJWIĘKSZE ZASOBY ROPY NAFTOWEJ NA ŚWIECIE

1. WENEZUELA
Ten południowoamerykański kraj dysponuje największymi na świecie potwierdzonymi złożami ropy naftowej, wynoszącymi 303 mld baryłek.

2. ARABIA SAUDYJSKA
Czołowy członek OPEC rozporządza zasobami ropy wynoszącymi 267 mld baryłek i zalicza się do najważniejszych graczy na światowym rynku.

3. IRAN
Iran posiada około 209 mld baryłek ropy naftowej, co przynosi mu roczne dochody w wysokości od 43 do 67 miliardów dolarów.

4. KANADA
Kanada ma zasoby ropy naftowej wynoszące 163 mld baryłek. Wydobywana jest ona głównie pod postacią piasków bitumicznych.

5. IRAK
Biorąc pod uwagę zasoby wynoszące 145 mld baryłek oraz obecne tempo wydobycia, Irak dysponuje zapasami ropy naftowej na ok. 90 lat.

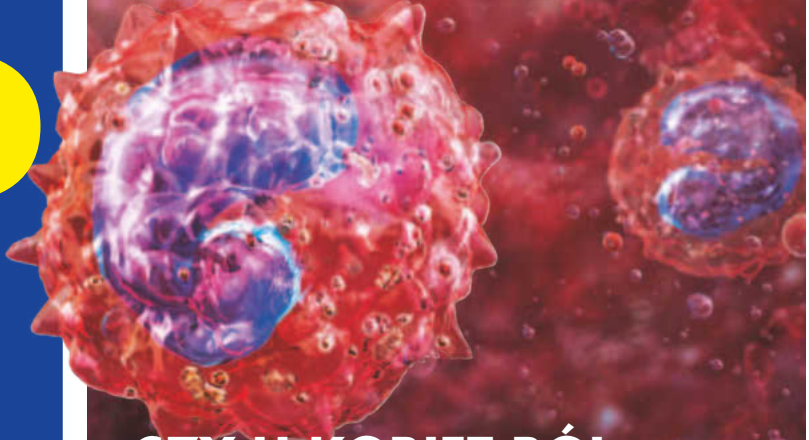
6. ZJEDNOCZONE EMIRATY ARABSKIE
Większość zasobów ropy naftowej Zjednoczonych Emiratów Arabskich, wynoszących łącznie 113 mld baryłek, znajduje się w emiracie Abu Zabi.

7. KUWEJT
Zasoby ropy naftowej wynoszą 101 mld baryłek. Ropa naftowa zapewnia temu państwu około 90% dochodów.

8. ROSJA
Kraj ten dysponuje zasobami ropy naftowej w ilości około 90 mld baryłek, zlokalizowanych między innymi na Syberii i w Arktyce.

9. LIBIA
Libia ma największe złoża ropy naftowej w Afryce, wynoszące 48 mld baryłek. Codziennie wydobywa się tam ponad milion baryłek tego surowca.

10. STANY ZJEDNOCZONE
Dzięki zasobom wynoszącym ok. 45 mld baryłek ropy Stany Zjednoczone są w stanie w znacznym stopniu zaspokajać własne zapotrzebowanie.



CZY U KOBIET BÓL UTRZYMUJE SIĘ DŁUŻEJ?

Kiedy rana się goi, ból nie jest po prostu „wyłączany", lecz aktywnie hamowany przez układ immunologiczny. W tym celu określone komórki odpornościowe uwalniają substancję sygnałową, interleukinę 10 (IL-10), która tłumi sygnały bólowe. U mężczyzn proces ten przebiega intensywniej, najprawdopodobniej pod wpływem testosteronu – dzięki temu dolegliwości ustępują u nich szybciej. Kobiety wytwarzają mniej IL-10, dlatego ból częściej utrzymuje się u nich przez dłuższy czas, jako tzw. ból przewlekły.

DLACZEGO PLASTIK ŻÓŁKNIE?

Nadmierna ekspozycja na słońce powoduje starzenie się nie tylko naszej skóry, lecz także tworzyw sztucznych, takich jak polietylen. Z upływem czasu na ich powierzchni powstają maleńkie chiralne nanostruktury. Wpływają one na sposób pochłaniania światła przez materiał, sprawiając, że wydaje się on żółty. Zmiana koloru wynika więc nie tyle z pojawienia się nowych substancji barwiących, ile ze zmian strukturalnych zachodzących w skali nano.

5000 METRÓW
Na takiej głębokości można spotkać w Atlantyku i Pacyfiku te niezwykłe ryby. Młode nie wyglądają jeszcze tak groźnie i bardzo różnią się od swoich rodziców – kiedyś uważano je nawet za odrębny gatunek.

KTÓRA RYBA MUSI UWAŻAĆ, ŻEBY NIE PRZEGRYŹĆ SOBIE GŁOWY?

Anoplogaster cornuta po angielsku zwie się „fangtooth" – czyli „z zębami jak kły" – a patrząc na fotografię tego głębinowego stwora, łatwo domyślić się, czym zasłużył na to budzące grozę miano. Kilkunastocentymetrowa ryba posiada iście imponujące szczęki i zakrzywione zęby, które są tak długie, że gdy zamyka pysk, muszą chować się w specjalnych kieszonkach w czaszce, aby nie przebić jej głowy. A ma jeszcze kilka innych sztuczek w zanadrzu!

Naukowcy odkryli, że te żyjące na głębokości nawet 5000 metrów ryby potrafią regulować swój układ oddechowy w zależności od ciśnienia i warunków środowiskowych. Dysponują niezwykłą umiejętnością znaną producentom nowoczesnych samolotów bojowych, którym technologia stealth pozwala pozostawać niemal niewidocznymi dla urządzeń obserwacyjnych wroga. Nasz „zębacz" wykorzystuje w tym celu wyjątkową strukturę skóry: gęsto upakowane melanosomy (zawierające pigment melaninę) tworzą warstwę, która pochłania co najmniej 99,5% padającego światła, zwłaszcza tego pochodzącego od przyświecających sobie podczas polowania drapieżników obdarzonych zdolnością bioluminescencji. Efektem ubocznym maskowania jest fakt, że trzeba mieć dużo szczęścia, aby „uwiecznić" tę rybę w odpowiednim oświetleniu. Choć nie było to łatwe, udało się twórcom serialu *Błękitna Planeta II*, który obecnie można oglądać w ramach *Tak z ciekawości* – nowego pasma w BBC Earth. Poza *Błękitną Planetą* znajdzie się tam wiele innych produkcji przyrodniczych, popularnonaukowych i podróżniczych. Start codziennie o 19:45.

ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock (5); Vincent Botta/Unsplash; Wikimedia Commons (8); BBC Earth

CO ŁĄCZY LUDZI CIEKAWYCH ŚWIATA?

Każdy z nas przeżywał już niejednokrotnie te rozterki: co obejrzeć wieczorem? Jak wybrać najlepszą opcję z całej oferty programów podróżniczych, przyrodniczych, historycznych i popularnonaukowych? A gdyby tak połączyć wszystko w jednym i stworzyć serię, która zaprezentuje ciekawe i inspirujące produkcje z wielu różnych dziedzin?

Na taki pomysł wpadł kanał BBC Earth, który zainaugurował niedawno wieczorne pasmo *Tak z ciekawości*. Pasmo rusza codziennie o godz. 19:45. Wystarczy zasiąść o tej porze wygodnie w fotelu i... już możemy wybrać się w fascynujące podróże w czasie i przestrzeni: do początków Imperium Rzymskiego oraz epoki rozkwitu kultury samurajów, na wyprawę przez fiordy i lasy Skandynawii czy do najbardziej tajemniczych zakątków Wietnamu oraz obu Ameryk.

W ramach *Tak z ciekawości* BBC Earth przedstawi nam także zwierzęta zamieszkujące odległe dżungle i niezbadane głębiny oceanów, fenomeny Błękitnej Planety oraz największe zagadki współczesnej nauki. Przewodnikami w tym niezwykłym uniwersum będą znani i cenieni prezenterzy BBC, tacy jak sir David Attenborough, Bill Bailey, Alice Roberts, Hamza Yassin, Simon Reeve czy Martin Clunes.

Tak z ciekawości to propozycja dla widzów oczekujących treści na najwyższym poziomie, ale także przygotowanych w atrakcyjnej formie. BBC Earth każdego wieczoru o 19:45 zabiera nas w pełną przygód i emocji ekspedycję naukową, aby wspólnie rozbudzić ciekawość świata.

POTĘGA SSAKÓW
Co sprawiło, że to właśnie ssaki osiągnęły tak wielki ewolucyjny sukces? Jak wyglądają najdziwniejsi przedstawiciele tej liczącej niemal sześć tysięcy gatunków gromady zwierząt?

NAJWIĘKSZE ZAGADKI NAUKI
Ile lat liczy nasz wszechświat? Dlaczego obie strony Księżyca tak się od siebie różnią? Jakim cudem żelazo rodem z kosmosu znalazło się w grobowcu Tutanchamona? Nasi eksperci szukają odpowiedzi w fascynującym świecie tajemnic!

CYWILIZACJE – ROZKWIT I UPADEK
Czy Kleopatra mogła uratować Egipt przed rzymską ekspansją? Jak imperium samurajów przetrwało setki lat w feudalnej Japonii? Zapraszamy na niezapomnianą wyprawę w przeszłość!

ZJAWISKOWA ZIEMIA
Zorze polarne wywołane przez cząsteczki wiatru słonecznego wpadające w atmosferę Ziemi należą do najbardziej efektownych spektakli natury. Można je podziwiać także w Polsce!

NAJWIĘKSZE FAŁSZER

Nauka polega na poszukiwaniu prawdy, a jednak od stuleci regularnie wstrząsają nią afery. Oto jak uczeni fałszują dane, preparują dowody albo fabrykują wyniki – w imię ideologii, dla kariery i pieniędzy.

FAŁSZERSTWA NAUKI

Latem 1974 roku prof. Richard Feynman, jeden z najwybitniejszych fizyków w dziejach, stanął przed absolwentami Kalifornijskiego Instytutu Technologicznego i zamiast zwyczajowych gratulacji przekazał im ostrzeżenie. Mówił o tym, co odróżnia prawdziwą naukę od jej atrapy. Nie o wzorach ani aparaturze, lecz o pewnym rodzaju uczciwości. – *Pierwsza zasada brzmi: nie wolno oszukiwać samego siebie, a samego siebie oszukać najłatwiej* – przekonywał. To zdanie stało się jednym z najczęściej przywoływanych ostrzeżeń przed nauką uprawianą na pokaz. Badacz, który nie kłamie nawet przed sobą, tym bardziej nie okłamie kolegów.

Godny podziwu ideał. Kłopot w tym, że nauki nie uprawiają ideały, lecz ludzie. W tym także tacy chorobliwie ambitni, próżni, zadłużeni albo zakochani we własnej teorii tak mocno, że przestają widzieć fakty. Co pewien czas obraz uczonego jako chłodnego orędownika prawdy pęka pod ciężarem kolejnej afery. Wtedy okazuje się, że rzetelność nie jest ozdobą nauki. Jest jej systemem alarmowym. >

PRZODEK Z GABINETU OSZUSTA

Charles Dawson w Piltdown „odnalazł" też zaostrzony fragment kości udowej słonia, który miał uchodzić za pradawne narzędzie. Analizy wykazały, że kości barwiono, wciskano w nie żwir i uzupełniano masą wypełniającą.

JAK JEDNO FAŁSZERSTWO SKAZIŁO NAUKĘ NA 40 LAT?

Największe oszustwa naukowe rzadko zaczynają się od czegoś spektakularnego. Czasem wystarczy fragment czaszki, kawałek żuchwy, kilka zębów i dobrze dobrany moment. W grudniu 1912 roku Charles Dawson, prawnik i miłośnik archeologii, oraz Arthur Smith Woodward z British Museum ogłosili w Londyńskim Towarzystwie Geologicznym odkrycie szczątków nazwanych *Eoanthropus dawsoni*. Miały pochodzić z okolic Piltdown w hrabstwie Sussex i zdawały się spełniać wielkie marzenie epoki: pokazywać brakujące ogniwo ewolucji między małpami a człowiekiem.

Znalezisko z Piltdown pasowało do ówczesnych wyobrażeń części uczonych. Duża, niemal ludzka czaszka i bardziej małpia żuchwa sugerowały, że w historii rozwojowej człowieka najpierw powstał spory mózg, a dopiero potem twarz i uzębienie. Problem w tym, że „przełomowe odkrycie" było zwykłą mistyfikacją. W 1953 roku Joseph Weiner, Kenneth Oakley i Wilfrid Le Gros Clark wykazali, że elementy szczątków naszego rzekomego praprzodka pochodziły od różnych istot. Fragmenty czaszki były ludzkie, żuchwa należała do małpy człekokształtnej, najpewniej orangutana, a zęby zostały spiłowane tak, by udawały typowe dla ludzi ślady ścierania. Kości wreszcie sztucznie zabarwiono, żeby wyglądały na stare.

W 2016 roku nowe analizy genetyczne i morfologiczne wskazały, że za całą mistyfikacją najprawdopodobniej stała jedna osoba, a głównym podejrzanym pozostaje Dawson. Człowiek z Piltdown niczego nauce nie dał, za to sporo ją kosztował. Przez cztery dekady kierował badania nad ewolucją *Homo sapiens* na ślepy tor – z powodu ambicji i pragnienia sławy jednego archeologa amatora.

BRAKUJĄCE OGNIWO, **KTÓREGO NIE BYŁO**

Na zdjęciu przygotowania do wystawy w londyńskim Muzeum Historii Naturalnej z okazji 50. rocznicy zdemaskowania oszustwa z Piltdown. Przez dekady szczątki *Eoanthropus dawsoni* uchodziły za bezcenny ślad ewolucji człowieka. Dopiero badania z 1953 roku jednoznacznie wykazały, że „przodek" był składanką ludzkiej czaszki oraz żuchwy i spiłowanych zębów orangutana.

EGZOTYCZNA ILUZJA

Kryształowa czaszka z British Museum (na zdj. powyżej) przez lata uchodziła za aztecki skarb. Badania jej powierzchni wykazały ślady obróbki narzędziami, typowymi dla XIX-wiecznych warsztatów jubilerskich z południa Niemiec. Rzekomy przedmiot kultowy z Mezoameryki okazał się pamiątką po epoce, która kochała egzotyczne „starożytności".

To przypadek oszustwa przemyconego do nauki wbrew jej regułom. Ale bywa i gorzej, gdy kłamstwo narzuca się badaczom z góry, siłą władzy i polityki. Wtedy stawką nie jest już reputacja, lecz ludzkie życie, a najbrutalniejszą lekcję dała pod tym względem biologia sowiecka z czasów stalinizmu.

JAKIE GENY SĄ ZGODNE Z MARKSIZMEM?

W Piltdown wystarczyło podrobić kość. W Związku Radzieckim posunięto się dalej, próbując sfabrykować całą biologię. Nie chodziło o pojedyncze znalezisko, które uwiodło uczonych, ale o system, w którym państwo zaczęło rozstrzygać, jaka teoria jest „słuszna", zanim uczyniły to doświadczenia.

Trofim Łysenko był synem ukraińskiego chłopa i agronomem bez większego dorobku, za to z nieomylnym wyczuciem chwili. Odrzucał geny jako „burżuazyjną" fikcję i głosił, że cechy nabyte przez każdy organizm w ciągu życia dziedziczą potomkowie. Doktryna ta, ochrzczona „biologią miczurinowską", pasowała do marksistowskiego marzenia o przekształcaniu natury i człowieka wedle woli. Kłopot w tym, że była fałszywa.

Łysenko zdobył rozgłos dzięki obietnicom szybkiego zwiększenia plonów. Najgłośniej promował jarowizację, czyli poddawanie nasion działaniu chłodu i wilgoci przed siewem. Sam zabieg nie był jego wynalazkiem. Problem zaczynał się tam, gdzie z praktyki rolniczej budowano ideologiczną teorię dziedziczenia – przekonanie, że cechy nabyte pod wpływem środowiska można trwale przekazywać kolejnym pokoleniom.

To był idealny język dla państwa, które nie lubiło przypadku. Genetyka mówiła o prawach dziedziczenia i mutacjach, o ograniczeniach, których nie da się unieważnić dekretem. Łysenko obiecywał coś bardziej pociągającego politycznie: przyrodę podatną na kształtowanie, rolnictwo zdolne do gwałtownego rozwoju, jeśli tylko odrzuci „wrogą" teorię.

– *Komitet Centralny Partii zbadał mój referat i go zatwierdził* – przechwalał się na sesji Wszechzwiązkowej Akademii Nauk Rolniczych. W normalnym kraju takie zdanie nie rozstrzyga niczego. Komitet Centralny nie może zdecydować, czy istnieją chromosomy, tak jak ministerstwo nie może przegłosować stałej grawitacyjnej. Ale w Związku Radzieckim było to wystarczająco czytelne. Jeśli państwo określiło, co jest obiektywną prawdą, to każdy, kto próbował z tym dyskutować, stawał się wrogiem nie tylko prawdy, lecz i państwa.

Najbardziej symboliczną ofiarą tej wojny z genetyką był Nikołaj Wawiłow, wybitny botanik i badacz pochodzenia roślin uprawnych. >

DINOZAURY SPOD RYLCA

Kamienie z Ica miały dowodzić, że dawni mieszkańcy Peru widzieli dinozaury. Kłopot w tym, że nie są to udokumentowane znaleziska archeologiczne. Basilio Uschuya i inni miejscowi rzemieślnicy przyznawali, że ryli motywy w andezycie, czerpiąc wzory z książek, komiksów i czasopism. Sensacja przetrwała, ponieważ świetnie karmiła pseudonaukę.

BIOLOGIA PO DEKRECIE

Po śmierci Stalina „łysenkizm" nie zniknął od razu. Genetyka, potępiona po 1948 roku, wracała do nauki stopniowo. Łysenko stracił stanowisko dopiero w 1965 roku, a po latach czystek i zmarnowanych karier odbudowa biologii trwała ponad dekadę.

Ten twórca jednej z pierwszych wielkich kolekcji nasion w 1940 roku został aresztowany pod zarzutem zdrady i szpiegostwa. Wyrok śmierci zamieniono mu później na wieloletnie więzienie. Zmarł w celi w Saratowie w 1943 roku.

„Łysenkizm" nie był tylko pseudonauką. Był przemocą ubraną w język biologii. Niszczył laboratoria, kariery i szkoły badawcze. Uczył, że wynik dociekań może być poprawny nie dlatego, że przeszedł próbę doświadczenia, lecz dlatego, że pasuje do doktryny politycznej. Jednak w prawdziwej nauce, jeśli teoria nie zgadza się z faktami, to tym gorzej dla teorii...

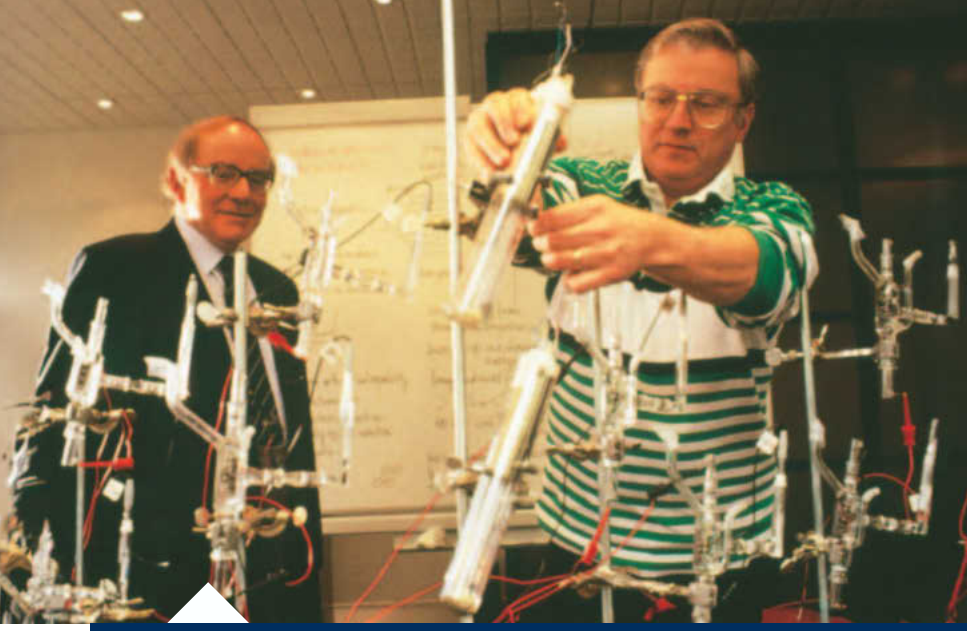
CZY DA SIĘ OSIĄGAĆ PRZEŁOM CO TYDZIEŃ?

Współczesne oszustwa naukowe coraz rzadziej spotyka się jako ordynarne mistyfikacje w terenie. Częściej przemycane są jako wykres w prestiżowym czasopiśmie, seria olśniewających publikacji, obietnica terapii albo odkrycie, które – gdyby było prawdziwe – natychmiast trafiłoby do podręczników. Dawniej fałszerz musiał postarzyć kość. Dziś wystarczy, że za klawiaturą komputera sfabrykuje odpowiednią ilość danych mających dokumentować jego tezę badawczą.

W kulminacyjnym momencie kariery dr Jan Hendrik Schön, młody niemiecki fizyk z prestiżowych Bell Labs, publikował w zdumiewającym tempie. W raporcie komisji badającej jego prace zwrócono uwagę, że średnio ukazywał się jeden jego artykuł co osiem dni! A nie były to drobiazgi. Doktor Schön zapowiadał rewolucję: tranzystory molekularne, nadprzewodnictwo w materiałach organicz-

MIT PO JEDNEJ PUBLIKACJI

Artykuł Wakefielda obejmował zaledwie 12 dzieci, nie miał grupy kontrolnej i opierał się na niewielkiej, niereprezentatywnej próbie. Mimo to publikacja zasugerowała związek między szczepionką MMR a autyzmem i wywołała międzynarodowy kryzys zaufania do szczepień i spadek wyszczepialności w wielu krajach. Późniejsze śledztwa wykazały poważne naruszenia etyki i manipulacje danymi. „The Lancet" oficjalnie wycofał artykuł po ustaleniach General Medical Council, a „British Medical Journal" określił publikację mianem oszustwa. Jedna wadliwa praca stała się paliwem dla mitu, który krąży w debacie publicznej do dziś.



GWIAZDY, KTÓRE ZGASŁY

Dwudziestego trzeciego marca 1989 roku Martin Fleischmann i Stanley Pons ogłosili, że w eksperymencie z palladem i ciężką wodą osiągnęli tzw. zimną fuzję jądrową. Gdyby ich wyniki się potwierdziły, świat mógłby zyskać źródło taniej energii. Jednak większości laboratoriów nie udało się odtworzyć rezultatów, a raport Departamentu Energii USA uznał przedstawione dowody za nieprzekonujące. Najważniejsza lekcja z tej historii dotyczy więc nie tyle udowodnionego fałszerstwa, ile pośpiechu w ogłaszaniu przełomowych wyników bez solidnej weryfikacji.

nych, elektronikę po krzemie. Kolejne przełomy sypały się z jego laboratorium tak szybko, że świat fizyki wstrzymał oddech. Zbyt szybko, jak się okazało.

WYKRES JAK ODCISK PALCA

Sprawę Schöna uruchomiły zbyt podobne dane – fizycy zauważyli, że krzywe z różnych eksperymentów wyglądają niemal identycznie. Komisja Bell Labs uznała nierzetelność w 16 z 24 badanych zarzutów. Surowe dane zniknęły, a wraz z nimi mit młodego geniusza elektroniki molekularnej.

Problem zaczął się wtedy, gdy inni badacze zauważyli coś zbyt pięknego, by mogło być prawdziwe. Identyczne albo podejrzanie podobne krzywe pojawiały się w opisach różnych eksperymentów. Komisja powołana do zweryfikowania sprawy uznała, że dr Schön dopuścił się nierzetelności naukowej polegającej na fałszowaniu lub fabrykowaniu danych. Magazyn „Science" informował, że raport potwierdził nieprawidłowości w 16 z 24 analizowanych przypadków, a oryginalne pliki danych zostały usunięte.

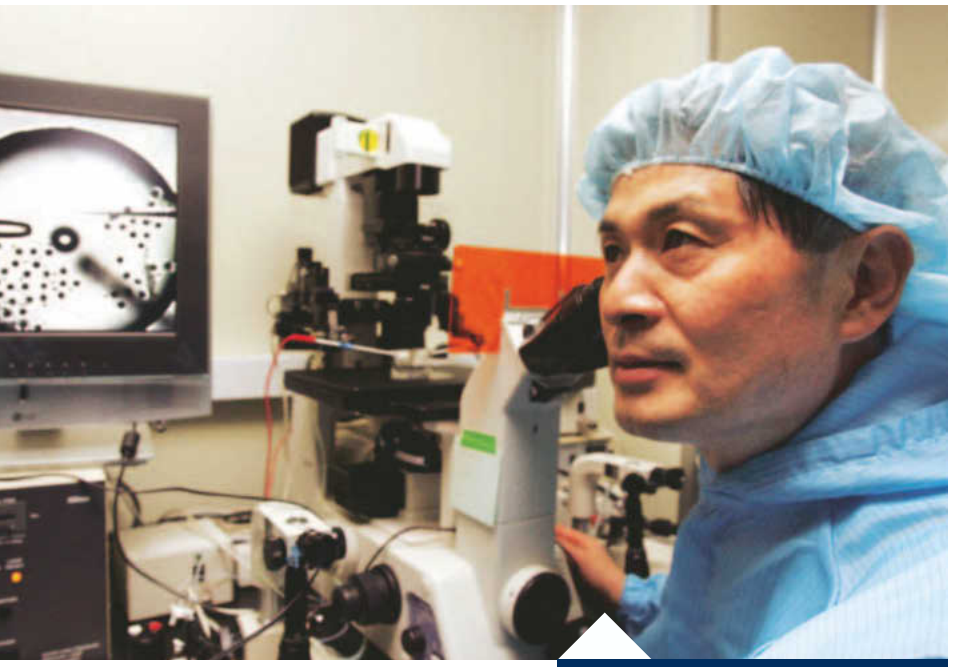
W fizyce fałszerstwo powinno być łatwe do wykrycia, ponieważ wyniki można próbować odtworzyć w zewnętrznych laboratoriach. Ale zanim inni zdążą powtórzyć eksperyment, prestiż instytucji i czasopisma potrafi działać jak pieczęć wiarygodności. W naukach społecznych problem bywa jeszcze subtelniejszy. Tam często bada się zjawiska zmienne, zależne od kontekstu, trudniejsze do jednoznacznego powtórzenia. Wykorzystał to prof. Diederik Stapel, holenderski psycholog z Uniwersytetu w Tilburgu.

Jego badania czytało się jak gotowe przypowieści o ludzkiej naturze. Bałagan w otoczeniu miał nasilać skłonność do stereotypów, a myśl o mięsie zmieniać zachowania społeczne. Sęk w tym, że wiele danych nie pochodziło z rzeczywistych eksperymentów. Diederik Stapel fabrykował je, dbając, by współpracownicy nie mieli dostępu do surowych wyników. Raport komisji analizującej sprawę nosił znaczący tytuł *Wadliwa nauka*. Nie opisywał wyłącznie upadku jednego profesora, ale także kulturę badawczą, w której zbyt długo ufano efektownym wynikom.

JAK ZOSTAĆ BOHATEREM NARODOWYM DZIĘKI OSZUSTWU?

Bywa jednak, że stawką jest nie reputacja jednej dyscypliny, lecz duma całego narodu. Wtedy pokusa rośnie do absurdalnych rozmiarów. Południowokoreański lekarz weterynarii prof. Hwang Woo-suk ogłosił w 2005 roku, że jego zespół uzyskał jedenaście linii ludzkich embrionalnych komórek macierzystych dopasowanych do konkretnych pacjentów. Wykorzystano do tego, jak podawano w publikacji, 185 ludzkich komórek jajowych. Brzmiało to jak święty Graal medycyny regeneracyjnej – oraz wstęp do leczenia takich schorzeń jak choroby Alzheimera i Parkinsona, nowotwory czy cukrzyca.

Hwang stał się bohaterem narodowym. Jego podobizna pojawiła się na znaczkach pocztowych, a laboratorium zostało zasypane grantami. Już rok wcześniej „Time" umieścił go, wraz ze współpracownikiem, na liście najbardziej wpływowych ludzi 2004 roku po doniesieniu o sklonowaniu ludzkich embrionów. >



BOHATER NA KREDYT

Hwang Woo-suk w Korei Południowej był symbolem naukowego przełomu – jego laboratorium miało stworzyć linie komórek macierzystych dla poszczególnych grup pacjentów. Komisja Narodowego Uniwersytetu Seulskiego ustaliła, że to nieprawda, a triumf przerodził się w wielką kompromitację biologii XXI wieku.

Wszystko okazało się kłamstwem. Na przełomie 2005 i 2006 roku komisja Narodowego Uniwersytetu Seulskiego ustaliła, że wyniki dotyczące ludzkich komórek macierzystych zostały sfabrykowane. W 2009 roku sąd skazał Hwanga na dwa lata więzienia w zawieszeniu za sprzeniewierzenie środków oraz naruszenie prawa bioetycznego.

Cała ta historia miała osobliwy skutek uboczny. Snuppy, chart afgański sklonowany przez zespół Hwanga i opisany w „Nature" w 2005 roku, był autentyczny. Człowiek, który zbudował fałszywy mit wokół jednego przełomu, naprawdę uczestniczył w innym. I właśnie dlatego jego upadek był tak spektakularny, przekreślił bowiem także zaufanie do realnych osiągnięć współczesnej medycyny. We wszystkich tych historiach powtarza się ten sam schemat. Najpierw pojawia się wynik, który obiecuje skrócić drogę do nowej elektroniki, nowych terapii, nowej biologii, nowej fizyki. Potem prestiż instytucji i czasopisma wzmacnia jego wiarygodność. Dopiero na końcu przychodzi mozolny, mniej efektowny etap weryfikacji, czyli porównywanie obrazów, żądanie surowych danych, próby replikacji, raporty komisji itd. „Przełom" jest najbardziej pożądanym słowem nauki – i jednym z najgroźniejszych. Bo kiedy wszyscy chcą zobaczyć przyszłość, łatwo przeoczyć szczegóły.

KIEDY KŁAMSTWO ZABIJA?

W medycynie stawka bywa jeszcze brutalniejsza. Tu błąd nie zostaje na papierze, lecz wchodzi do lekarskiego gabinetu oraz na szpitalny oddział. Najgłośniejszym przykładem jest sprawa Andrew Wakefielda. W 1998 roku prestiżowy „The Lancet" opublikował jego artykuł o grupie dwanaściorga dzieci z zaburzeniami rozwojowymi i problemami jelitowymi. Praca bez grupy kontrolnej, oparta głównie na relacjach rodziców, odczy-

SNUPPY OCALAŁ Z AFERY

Snuppy, chart afgański opisany w „Nature" w 2005 roku, rzeczywiście był klonem. Po wybuchu afery wokół rzekomych linii komórek macierzystych zweryfikowano także ten eksperyment. Kontrola przeprowadzona przez Narodowy Uniwersytet Seulski oraz niezależnych badaczy potwierdziła, że pies powstał z komórki somatycznej dorosłego osobnika. Jego imię było zresztą skrótem od Seoul National University i angielskiego puppy. Paradoks tej historii pozostaje gorzki: Hwang miał na koncie realny sukces (pierwszy sklonowany pies był faktem), lecz większe fałszerstwo podkopało wiarygodność całego laboratorium. W nauce prawda oraz kłamstwo potrafią przez chwilę stać obok siebie na tej samej fotografii, zanim jedna z nich zostanie ostatecznie zweryfikowana.

tana została jako sugestia związku między szczepionką MMR – przeciw odrze, śwince i różyczce – a autyzmem, choć opierała się na małej liczbie przypadków. To wystarczyło, by wywołać panikę.

W 2010 roku „The Lancet" wycofał tekst, stwierdzając, że po ustaleniach brytyjskiej Generalnej Rady Lekarskiej stało się jasne, iż część elementów pracy była nieprawidłowa. Najwięcej ujawniło jednak dziennikarskie śledztwo Briana Deera i publikacje „British Medical Journal". Deer opisał m.in. zatajone konflikty interesów Wakefielda, w tym finansowanie przez prawników przygotowujących sprawę przeciw producentom szczepionek. „BMJ" uznał publikację za oszustwo, a nie tylko za błędną interpretację małej próby.

Skutki tej historii wyszły poza świat czasopism medycznych. Sprawa Wakefielda stała się jednym z najbardziej trwałych paliw dla lęku przed szczepionkami. Stworzyła mit, który krąży do dziś. W Polsce i wielu innych krajach wyszczepialność dzieci na odrę jest znacznie poniżej poziomu 95%, uznawanego za potrzebny do skutecznej ochrony populacyjnej. Od lat rośnie liczba przypadków tej groźnej szczególnie dla najmłodszych choroby – niestety także w państwach, które wcześniej uznano za wolne od jej wirusa. >

OBLICZE STRACHU

Andrew Wakefield stracił prawo wykonywania zawodu w Wielkiej Brytanii, ale jego opowieść okazała się trwalsza niż lekarska kariera. Mit łączący MMR z autyzmem wraca w internecie przy każdej dyskusji o szczepieniach, mimo że duże badania epidemiologiczne nie potwierdziły takiego związku. W medycynie fałszywa sugestia potrafi żyć dłużej niż jej autor.

REKLAMA

JAK BĘDZIE WYGLĄDAĆ
WYPRAWA NA ZIEMIĘ 2.0?
MAGAZYN NIE Z TEJ ZIEMI
JUŻ W SPRZEDAŻY
POLECAMY TAKŻE CZASOPISMA NA czytelnia.pl
E-WYDANIE

OPERACJA BEZ POWROTU

Paolo Macchiarini wszczepiał pacjentom syntetyczne tchawice pokryte komórkami macierzystymi. W szpitalu Karolinska przeprowadzono trzy takie operacje w latach 2011–2012, po czym program wstrzymano. W 2023 roku szwedzki sąd apelacyjny skazał chirurga za ciężkie uszkodzenie ciała trzech pacjentów.

Tragiczna wiadomość jest taka, że nie wszyscy zakażeni przeżyją.

Mroczny wymiar ma również sprawa dr. Paola Macchiariniego, włoskiego chirurga, który przez kilka lat pracował w szwedzkim Instytucie Karolinska. Był czas, gdy przedstawiano go jako pioniera medycyny regeneracyjnej, człowieka, który dzięki syntetycznym tchawicom i komórkom macierzystym miał wyznaczać nowe granice transplantologii. Potem przyszły śledztwa, raporty i pytania, których wcześniej nie zadano wystarczająco głośno: czy pacjenci naprawdę mieli szansę odnieść korzyść? Czy opisy publikacji odpowiadały rzeczywistości klinicznej? Czy instytucja nie pokochała zbyt mocno swojego geniusza?

Instytut Karolinska odnotowuje, że w latach 2011–2012 doktor Macchiarini przeprowadził w szpitalu uniwersyteckim trzy transplantacje syntetycznych tchawic pokrytych komórkami macierzystymi. Kolejne zabiegi tego typu wstrzymano rok później. W 2023 roku szwedzki sąd apelacyjny skazał chirurga za ciężkie uszkodzenie ciała trzech pacjentów, którzy później zmarli, oraz wymierzył mu karę dwóch i pół roku więzienia.

CZYM SĄ FABRYKI PUBLIKACJI?

Gdyby posadzić bohaterów tych historii na jednej ławie oskarżonych, uderzyłoby przede wszystkim, jak mało mają ze sobą wspólnego. Łączy ich nie osobowość ani dziedzina, lecz podobieństwo sytuacji, w jakiej się znaleźli. System, który sowicie nagradza spektakularny wynik, a często zbyt późno sprawdza, czy jest on prawdziwy.

Skala problemu przestała być marginalna. W 2023 roku liczba wycofanych artykułów naukowych po raz pierwszy przekroczyła 10 tysięcy, a cytowani przez „Nature" eksperci uważają, że to zaledwie wierzchołek góry lodowej. Szczególnie niepokojące są tzw. fabryki publikacji, czyli firmy produkujące fałszywe albo zmanipulowane prace naukowe, sprzedające autorstwo i pomagające przepchnąć teksty przez system wydawniczy.

Najbardziej podstępne jest to, że wiele takich artykułów nie wygląda na pierwszy rzut oka absurdalnie. Często są nudne, techniczne, napisane językiem poprawnym na tyle, by nie wzbudzić podej-

KŁAMSTWO Z TAŚMY **PRODUKCYJNEJ**

Fabryki publikacji oferują gotową naukową dekorację: autorstwo, przygotowany tekst, spreparowane dane, a czasem nawet „zorganizowaną" recenzję. Artykuły wyglądają poprawnie i nie wzbudzają podejrzeń na pierwszy rzut oka, dlatego łatwo rozpływają się w bazach danych i indeksach cytowań. Dopiero dokładniejsze analizy ujawniają powtarzalne obrazy, charakterystyczne, nienaturalne frazy, fikcyjne nazwiska recenzentów czy tematy wyraźnie niepasujące do profilu czasopisma. Skala zjawiska stała się widoczna, gdy w 2023 roku liczba retrakcji na świecie przekroczyła 10 tysięcy – w dużej mierze wskutek masowych wycofań artykułów z czasopism wydawnictwa Hindawi. Zamiast jednego błyskotliwego oszusta mamy tu do czynienia z taśmową produkcją literatury naukowej, która przenika do obiegu, trafia do cytowań, przeglądów i metaanaliz, a przez to zniekształca obraz wiedzy.

rzeń. Dopiero po czasie wychodzą powtarzające się schematy: te same ilustracje albo zdjęcia używane w różnych kontekstach, nienaturalne frazy, nieistniejące lub podejrzane dane, recenzje brzmiące jak kopie, artykuły tematycznie niepasujące do magazynu. Naukowa fikcja nie zawsze razi. Niekiedy wygląda jak kolejny, pozornie normalny PDF w bazie danych.

Skutki są poważniejsze niż zawstydzenie wydawców. Kłamliwe publikacje są cytowane, trafiają do przeglądów systematycznych, metaanaliz i baz wykorzystywanych przez innych badaczy. Mogą wskazywać fałszywe tropy w pracach nad lekami, chorobami, genami czy materiałami. Dawniej oszust musiał przekonać świat, że znalazł brakujące ogniwo albo odkrył cudowną terapię. Dziś może wyprodukować setki małych kłamstw, które rozniosą się jak zarazki po literaturze fachowej.

KIEDY KONTROLOWAĆ?

Po lekturze naszej czarnej listy można by dojść do wniosku, że skoro naukę da się tak łatwo oszukać, nie warto jej ufać. To byłby jednak błąd. Rozwiązanie jak zwykle nie jest tak proste. Na pewno nie należy mylić zaufania z łatwowiernością. Pierwszą linią obrony nauki jest możliwość jej kontroli: jasny opis metod, zachowanie dokumentacji, dostęp do danych w granicach prawa i etyki oraz niezależne sprawdzanie wyników. Nie każde doświadczenie da się wykonać ponownie, ale każdy wniosek powinien pozostawiać ślad pozwalający ocenić, jak do niego doszło. Kolejną barierą dla kłamstw jest gotowość do korygowania literatury – od sprostowań po retrakcje (formalne wycofanie publikacji) – oraz system, który nagradza nie tylko efektowne odkrycia, ale także solidność, replikacje i wyniki negatywne. Im więcej oczu, im mniej tajemnic, im słabszy zachwyt nad samotnym geniuszem, tym trudniej sprzedać podróbkę jako odkrycie. ■

POWTÓRKA, KTÓRA RATUJE NAUKĘ

Replikacja rzadko daje efektowne nagłówki, ale bez niej nauka traci hamulce. W 2015 roku zespół Open Science Collaboration próbował powtórzyć 100 badań psychologicznych; istotny statystycznie wynik uzyskano w 36% replikacji, przy 97% w oryginałach. Lekcja jest prosta: odkrycie musi przeżyć cudzą weryfikację. Dlatego coraz większe znaczenie mają: prerejestracja badań, otwarte dane, publikowanie wyników negatywnych i czasopisma gotowe drukować solidne powtórki, a nie tylko „błyszczące" nowości.

TEKST: Kamil Nadolski
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock (4); Mary Evans, Lee Jae Won, Ho New/Reuters, Richard Pohle/News Licensing/Forum (5); Independent, Fine Art Images/Alamy/BEW (2); Jakub Kaminski, Everett Collection, Philippe Plailly/SPL, Ryu Seung-il/East News (4); dpa/PAP; mat. redakcyjne/AI

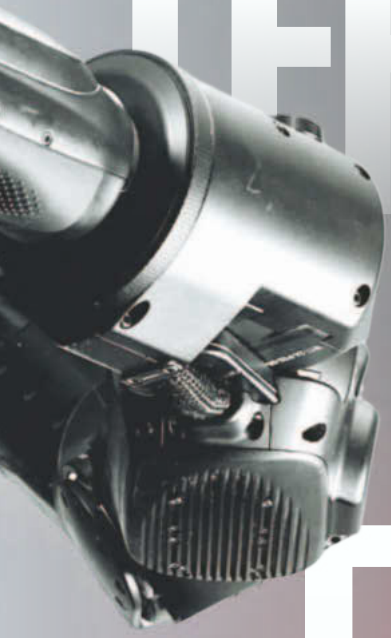
REKLAMA

PROTOTYP MK-1

Robot bojowy Phantom MK-1, stworzony przez Foundation Robotics w zaledwie 13 miesięcy, został początkowo zaprezentowany jako urządzenie przemysłowe. Pod koniec 2025 roku start-up zmienił jednak profil działalności – zaczął intensywnie promować zastosowanie tego systemu do celów wojskowych. Firma podpisała kontrakty zbrojeniowe z Pentagonem i obecnie testuje dwa prototypy MK-1 na froncie we wschodniej Ukrainie. Według doniesień prasowych chce wytwarzać około 30 tysięcy robotów rocznie. Ma zamiar także zaproponować cenę poniżej 20 tysięcy dolarów za sztukę, ale dopiero przy produkcji rzędu 500 tysięcy egzemplarzy.

ŻOŁNIERZ PRZYSZŁOŚCI

TERMINATOR NA FRONCIE W UKRAINIE

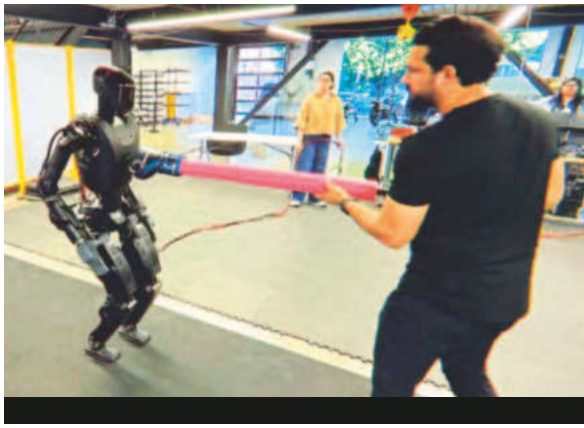


Już od dziesięcioleci w kręgach wojskowych pojawia się pomysł wysyłania na front humanoidalnych robotów bojowych zamiast ludzi. Niedawno amerykański start-up, blisko powiązany z Pentagonem, ogłosił, że dokonał w tym zakresie przełomu. Kreślimy obraz wojny przyszłości, która w Ukrainie przestaje być futurystyczną wizją, a staje się rzeczywistością.

Wschodnia Ukraina w okolicach Charkowa, jeden z letnich dni 2025 roku. Agresywne brzęczenie dronów FPV polujących na ludzi to pierwsza rzecz, jaką słyszą rosyjscy okupanci. Chwilę później te zwinne maszyny rzucają się na nich niczym ogromne, zabójcze owady. Podczas gdy żołnierze w panice wycofują się do bunkra, pod pozycje Rosjan docierają zdalnie sterowane bezzałogowce naziemne, wypełnione ładunkami wybuchowymi. Potem wszystko dzieje się błyskawicznie. Po detonacji pierwszego jeżdżącego robota przy wejściu do bunkra walka kończy się, zanim zdążyła się w ogóle rozpocząć. Nie widząc wroga, do którego mogliby strzelać, żołnierze nie mają innego wyjścia, jak się poddać. Wkrótce kamery dronów powietrznych rejestrują, że cała obsada rosyjskich umocnień unosi w górę tekturę z napisem o kapitulacji.

To moment, który zapisuje się w historii wojskowości jako pierwszy znany na świecie przypadek, gdy ufortyfikowana pozycja wroga została zdobyta wyłącznie dzięki skoordynowanemu użyciu robotów. Żaden ukraiński żołnierz nawet nie pojawił się przy bunkrze. Operacja ta oznacza nadejście nowej ery, a mimo to stanowi jedynie wstęp do znacznie bardziej radykalnej rewolucji. Broń przyszłości nie będzie bowiem już tylko toczyć się po ziemi na gąsienicach albo brzęczeć w powietrzu. Będzie walczyć autonomicznie i... maszerować na dwóch nogach!

SZTUCZNY CZŁOWIEK
Phantom został zaprojektowany tak, aby wiernie odwzorowywać budowę ludzkiego ciała. Jak wyjaśnia współzałożyciel Foundation Robotics Mike LeBlanc (na zdj.): – *Celem projektu jest stworzenie robota, który będzie mógł posługiwać się każdą bronią, z jakiej może korzystać człowiek.*



WYZWANIE NA DWÓCH NOGACH
Chód człowieka w pozycji wyprostowanej jest czymś wyjątkowym. Inaczej bowiem niż u ptaków czy kangurów ludzki tułów jest ustawiony pionowo, a podczas poruszania się – niczym odwrócone wahadło – utrzymuje ciężar górnej części ciała w równowadze nad nogami przypominającymi kolumny. To właśnie dzięki temu możemy zachować stabilną, wyprostowaną postawę w trakcie chodzenia, mimo że nie mamy ogona. Aby Phantom mógł naśladować ten energooszczędny sposób poruszania się, wyposażono go w 20 silników, a sama górna część jego ciała ma aż 19 stopni swobody ruchu.

GDY MASZYNA NAŚLADUJE CZŁOWIEKA

– Przyszłość jest już na pierwszej linii frontu! – tymi słowami prezydent Ukrainy Wołodymyr Zełenski niecały rok później w wiralowym nagraniu przypomniał o wydarzeniach spod Charkowa. Podczas gdy opinia publiczna skupia się na wojnie z Iranem i sytuacji w cieśninie Ormuz, od lutego w Ukrainie testowana jest cybernetyczna konstrukcja, która może zrewolucjonizować zasady prowadzenia wojny równie nieodwracalnie, jak niegdyś proch strzelniczy. System ten nosi nazwę Phantom MK-1. Dziś pojęcie „żołnierz przyszłości" coraz częściej oznacza właśnie tę poruszającą się na dwóch nogach maszynę. Ale zacznijmy od początku...

Gdy po raz pierwszy widzi się Phantoma, jego szerokie barki i pozbawiona rysów twarz budzą grozę: tak wyglądali robożołnierze w filmach science fiction. Humanoidalny robot, zaprojektowany przez amerykański start-up Foundation Robotics, ma zgodnie z założeniami robić wszystko to, co człowiek musi umieć na wojnie – posługiwać się konwencjonalną bronią, narzędziami, pojazdami i sprzętem – dlatego jego konstrukcja naśladuje ludzkie ciało. I z tego też powodu jego wzrost, wynoszący 180 centymetrów, oraz waga 80 kilogramów odpowiadają budowie przeciętnego żołnierza U.S. Army.

Mózg Phantoma, oparty na sztucznej inteligencji, składa się ze stosu AI. Jest to zestaw komponentów programowych i sprzętowych służących

OJCOWIE ROBOŻOŁNIERZA

W 2022 roku czołowe firmy z branży robotyki – Boston Dynamics, Agility Robotics i ANYbotics – zobowiązały się, że „nie będą uzbrajać robotów ani wspierać innych w tym zakresie". Start-up Foundation Robotics jako jeden z pierwszych dużych producentów robotów humanoidalnych obrał w 2025 roku inną drogę: rozpoczął współpracę z amerykańskimi siłami zbrojnymi. Za ten kierunek rozwoju odpowiadają dyrektor generalny Sankaet Pathak (powyżej na prawym zdj.) oraz współzałożyciel Foundation Robotics Mike LeBlanc (powyżej na lewym zdj.) – weteran Korpusu Piechoty Morskiej Stanów Zjednoczonych.

do interpretowania otoczenia, rozumienia poleceń oraz planowania działań. W jego przegubach zastosowano praktycznie niezniszczalne przekładnie cykloidalne, które – w zależności od części ciała – mogą niemal bezgłośnie generować moment obrotowy sięgający 160 niutonometrów. Obecnie Phantom może przenosić ładunek użytkowy o masie około 20 kg, choć rzeczywisty udźwig jest prawdopodobnie znacznie większy. Jego rama wykonana jest ze stali, tytanu i materiałów kompozytowych, a większość jej powierzchni pokrywa matowa czerń ograniczająca odbicia światła.

Robot, składający się z około 500 części, może poruszać się z maksymalną prędkością 6,1 km/h, czyli mniej więcej w tempie szybkiego marszu w terenie. Podobnie jak człowiek Phantom w orientacji przestrzennej polega przede wszystkim na swoich „oczach”. >

REKLAMA

Prenumeruj „Świat Wiedzy”
w e-sklepie Poczta Polska

Zamów wygodnie online – najnowsze wydanie dostarczone prosto do domu

Nie przegapisz żadnego numeru

Komfortowa dostawa pod wskazany adres

Stały dostęp do fascynujących artykułów i odkryć naukowych

sklep.poczta-polska.pl/Swiat-Wiedzy

Zamów i czytaj - wiedza w najlepszym wydaniu!

Ich odpowiednikiem jest osiem kamer o wysokiej rozdzielczości umieszczonych na głowie. Prawdopodobnie robot wyposażony jest także w system 3D na podczerwień zainstalowany w dolnych regionach ciała. Pozostaje tylko pytanie: czy to wszystko wystarczy, aby zastąpić człowieka na polu bitwy?

ROBOT BOJOWY BEZ LICENCJI NA ZABIJANIE...

Odpowiedź brzmi: jeszcze nie. Bo nawet jeśli faktem jest, że dwa Phantomy MK-1 dostarczone w lutym Ukrainie nie wyruszyły w długą podróż ze Stanów Zjednoczonych wyłącznie na potrzeby propagandy, to jest to dopiero pierwszy krok. Na razie prototyp Phantoma jest testowany przez Kijów przede wszystkim pod kątem prostych działań logistycznych, np. transportu amunicji i innych środków zaopatrzeniowych w symulowanych strefach walk. Do programu szkoleniowego należą również zadania rozpoznawcze oraz wykonywanie codziennych obowiązków żołnierskich, takich jak pełnienie warty. Tym, czego ów robot na razie nie robi, jest walka. Testowe Phantomy w Ukrainie nie są w ogóle do niej dopuszczone – z dość oczywistych powodów.

Każdy, kto widział kiedyś zdjęcia tonącego w błocie odcinka frontu pod Charkowem, zdaje sobie sprawę, jak ogromnym wyzwaniem jest przeniesienie technologii z laboratoriów Doliny Krzemowej na prawdziwe pole walki. Zwłaszcza gdy odbywa się to po raz pierwszy. Trwające nadal próby pokazują, że Phantom MK-1 napotyka ograniczenia podczas działań bojowych. Najbardziej oczywistym jest to, że dostarczone prototypy nie mają akumulatorów, lecz – co na potrzeby testów całkowicie wystarcza – są zasilane przez kabel.

JAK RUCHLIWE SĄ PRZEGUBY ROBOTÓW?

Liczba stopni swobody określa, ile posiadają samodzielnie sterowanych „stawów" i osi rotacji. Im jest ich więcej, tym bardziej ruchliwe i zręczne mogą być te maszyny. Phantom MK-1 posiada 19 stopni swobody w górnej części ciała. Nie jest to dużo, ale wystarcza do chwytania, obsługi narzędzi i wykonywania ruchów obrotowych. Nie wiadomo jeszcze, iloma stopniami swobody będzie dysponował model MK-2, który ma pojawić się już w tym roku, jednak eksperci spodziewają się znacznie bardziej zwinnej konstrukcji.

Waga:
80 kg

Wysokość:
180 cm

Prędkość:
6,1 km/h

Maks. moment obrotowy:
160 Nm

Pole widzenia:
8 kamer

Koszt (obecnie):
150 000 $

„UWAŻAMY, ŻE ISTNIEJE MORALNY OBOWIĄZEK WYSYŁANIA NA WOJNĘ TYCH ROBOTÓW ZAMIAST ŻOŁNIERZY"

Mike LeBlanc, współzałożyciel Foundation Robotics

Kolejnym problemem, niezwykle uciążliwym w warunkach bojowych, jest fakt, że elementy konstrukcyjne Phantoma nie są ani odporne na pył, ani wodoszczelne. Teoretycznie można by go więc obecnie unieruchomić, polewając wodą i powodując w ten sposób zwarcie. Ponadto, pomimo przekładni cykloidalnych, nie jest on w stanie samodzielnie podnieść się po upadku, co jest bardzo niepraktyczne, ponieważ według naocznych świadków robotowi zdarza się nagle stracić równowagę. I jest jeszcze jedno ograniczenie: jego dłonie (w obecnej wersji) mają co prawda pięć ruchomych palców, ale z powodu braku precyzyjnej motoryki nie są w stanie skutecznie naciskać spustu żadnej broni. Być może jednak te „choroby wieku dziecięcego" wkrótce odejdą w przeszłość.

CZY DRUGA GENERACJA WEŹMIE BROŃ DO RĘKI?

Kto sądzi, że Phantom to jedynie optymistyczny pomysł agresywnie działającego start-upu z branży robotyki i że ostatecznie nigdy nie sprawdzi się na froncie, ten się myli. Wiele słabych punktów modelu MK-1 ma bowiem zostać wyeliminowanych jeszcze w tym roku wraz z wprowadzeniem wersji MK-2. Według producenta ma ona między innymi być wyposażona w całkowicie przeprojektowaną dłoń o konstrukcji naśladującej ludzkie ścięgna (patrz str. 27), w której 24 napędy przeniesiono do przedramienia, aby palce pozostały smukłe i bardziej zwinne. Takie rozwiązanie ma usunąć wiele ograniczeń obecnej generacji.

Dalsze planowane ulepszenia Phantoma MK-2 obejmują wodoodporność, zestawy akumulatorów zapewniające sześć godzin nieprzerwanej pracy oraz podwojenie ładowności. Również pod innymi względami sytuacja start-upu założonego zaledwie kilka lat temu wygląda obiecująco. Wiosną tego roku firma podpisała lukratywne kontrakty badawczo-rozwojowe z Pentagonem, a Eric Trump – syn urzędującego prezydenta – został w niej zatrudniony jako główny doradca ds. strategii. Postrzega on USA jako uczestnika wyścigu zbrojeń w dziedzinie robotyki z Chinami. Wiele wskazuje więc na to, że Phantom wkrótce będzie gotowy do swojej pierwszej misji bojowej. Wtedy też zacznie samodzielnie polować na wrogów... ■

ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Mattia Balsamini/Contrasto/East News (3); Foundation (2); screenshot CNN; DevDroid

GDZIE ZNAJDUJE SIĘ POLIGON DOŚWIADCZALNY

DLA BRONI PRZYSZŁOŚCI?

W Ukrainie testowane są nie tylko humanoidalne roboty bojowe. Również dla klasycznych bezzałogowych pojazdów lądowych – czyli zazwyczaj niewielkich, zdalnie sterowanych, na gąsienicach lub kołach – tamtejsze pola walki stały się prawdziwym poligonem doświadczalnym. Według analityków drony naziemne przejęły już około 80 procent zadań logistycznych na najtrudniejszych odcinkach frontu – od minowania terenu po ewakuację rannych. Jak dotąd systemy bojowe nie działają w pełni autonomicznie. Trwają jednak intensywne prace nad inteligencją predykcyjną, która umożliwi robotom przewidywanie ruchów przeciwnika i zajmowanie odpowiednich pozycji. Ostateczna decyzja o użyciu siły w konkretnej sytuacji nadal należy do człowieka. Na razie.

NAJZUCHWALSZE KRADZIEŻE DZIEŁ SZTUKI

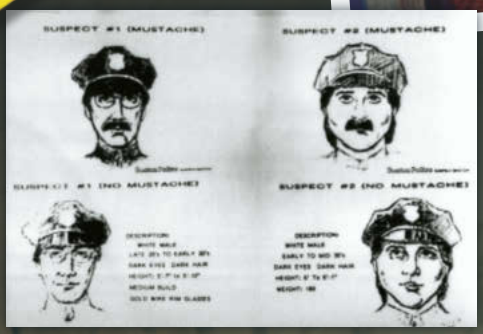
O rabunku kosztowności z paryskiego Luwru, do którego doszło jesienią 2025 roku, zrobiło się głośno na całym świecie. Była to jednak tylko jedna z wielu dotkliwych strat, jakich doznały muzea w ostatnich dziesięcioleciach. Na kolejnych stronach przedstawiamy najbardziej spektakularne kradzieże dzieł sztuki i przypominamy, po których arcydziełach wszelki ślad zaginął...

RAMY JAKO PRZYPOMNIENIE
Osiemnastego marca 1990 roku dwóch nieznanych mężczyzn wtargnęło do Muzeum Isabelli Stewart Gardner w Bostonie i ukradło 13 dzieł sztuki o wartości pół miliarda dolarów (część z nich po lewej). Puste ramy wiszą na ścianach do dziś – jako przypomnienie o utracie obrazów i symbol nadziei na ich powrót.

BOSTON, MUZEUM ISABELLI STEWART GARDNER

SKOK ZA **500 MILIONÓW DOLARÓW**

Był 18 marca 1990 roku. Podczas gdy cały Boston hucznie świętował Dzień Świętego Patryka, na drugim końcu miasta ochroniarz Rick Abath pełnił nocną służbę w Muzeum Isabelli Stewart Gardner. O godzinie 1:24 dostrzegł na ekranie kamery monitoringu dwóch mężczyzn w policyjnych uniformach, którzy podeszli do bocznego wejścia i wcisnęli przycisk dzwonka. – *Policja. Otrzymaliśmy zgłoszenie o zdarzeniu* – rozległo się w słuchawce domofonu. Strażnik bezzwłocznie wpuścił funkcjonariuszy do budynku. – *Chyba pana skądś znam* – stwierdził jeden z mundurowych , gdy chwilę później stanął twarzą w twarz z ochroniarzem. – *Wydaje mi się, że wystawiono za panem nakaz aresztowania. Proszę wyjść zza biurka z rękami w górze!* Abath zrobił, jak mu kazano, policjant przycisnął go do ściany i założył kajdanki. Kiedy wkrótce do pomieszczenia wszedł drugi strażnik, Randy Hestand, również został skuty, po czym jeden z „funkcjonariuszy" oświadczył: – *Panowie, to jest napad.*
O godzinie 2:45, dokładnie 81 minut po wpuszczeniu ich przez Abatha, przebierańcy opuścili muzeum z dziełami sztuki wycenianymi dziś na pół miliarda dolarów. Pełne rozmiary kradzieży wyszły na jaw dopiero następnego ranka, gdy pracownik placówki znalazł w piwnicy dwóch skrępowanych strażników i zawiadomił policję. Sprawcy zrabowali łącznie 13 dzieł sztuki, w tym bardzo cenne eksponaty, takie jak jedyny pejzaż morski Rembrandta *Burza na Jeziorze Galilejskim* czy *Koncert* Jana Vermeera – malarza, po którym zachowały się na całym świecie zaledwie 34 obrazy. Wkrótce na miejsce przybyli agenci FBI. Pierwsze oględziny ujawniły niezwykle sprzeczny obraz sprawców. Obaj mężczyźni zdawali się świetnie orientować w muzeum. >



ŚLADY DONIKĄD

Wkrótce po napadzie FBI opublikowało portrety pamięciowe domniemanych złodziei. Jednak pomimo kolejnych przesłuchań i licznych apeli o zgłaszanie się świadków sprawców nigdy nie udało się jednoznacznie zidentyfikować. Również odciski palców zabezpieczone na miejscu zbrodni nie pasowały do żadnego z podejrzanych w bazie danych FBI.

Nie dość, że kradzież zajęła im zaledwie 81 minut, to jeszcze skorzystali z tajnego przejścia, a na koniec zabrali ze sobą nagranie z kamery monitoringu oraz wydruki z czujnika ruchu. Z drugiej strony obeszli się nader brutalnie z arcydziełami – większość z nich wycięli po prostu z ram, godząc się tym samym na znaczne obniżenie ich wartości. Równie zagadkowy wydaje się fakt, dlaczego złodzieje pozostawili niezwykle cenne prace, na przykład *Porwanie Europy* pędzla Tycjana czy autoportret Rembrandta, a stracili sporo czasu na odkręcenie stosunkowo mało znaczącego brązowego orła z epoki napoleońskiej. Agenci szybko zrozumieli, że ta sprawa nie zostanie szybko rozwiązana, zwłaszcza bez pomocy z zewnątrz. Dlatego muzeum wraz z dwoma słynnymi domami aukcyjnymi ogłosiły nagrodę w wysokości miliona dolarów za informacje, które doprowadzą do odzyskania obrazów (potem zwiększono ją do pięciu, a następnie dziesięciu milionów). Równocześnie FBI kontynuowało śledztwo, badając kilka tropów. Jedną z osób, które dość wcześnie wzbudziły zainteresowanie organów ścigania, był Rick Abath. Funkcjonariuszy zaciekawiły dziwne zachowania strażnika w noc przestępstwa – a zwłaszcza fakt, że kwadrans przed przybyciem fałszywych policjantów otworzył na chwilę boczne drzwi. Agenci potraktowali to nawet jako ewentualny sygnał dla włamywaczy, ostatecznie jednak skreślili ochroniarza z listy podejrzanych. FBI wzięło na celownik też Roberta Gentile'a, nieżyjącego już gangstera powiązanego z przestępczością zorganizowaną i bostońską mafią. W 2016 roku funkcjonariusze przeszukali jego dom w Connecticut i natrafili w zabudowaniach gospodarczych na zapadnię, pod którą znajdował się pusty dół. W piwnicy zabezpieczono ponadto wycinek prasowy dotyczący napadu na muzeum, do którego dołączono listę wszystkich skradzionych dzieł sztuki. Sam Gentile aż do śmierci utrzymywał, że jest niewinny, i zaprzeczał, jakoby posiadał jakąkolwiek wiedzę na temat zaginionych przedmiotów. Trzydzieści sześć lat po napadzie miejsce przechowywania skradzionych dzieł nadal pozostaje nieznane. Spekulacje dotyczące zleceniodawców tego skoku sięgają od Watykanu, przez Irlandzką Armię Republikańską i bliskowschodnich szejków, aż po chciwych oligarchów. Wciąż jednak brak jakichkolwiek dowodów. – *Być może po prostu leżą w jakiejś szopie niedaleko Bostonu i kiedyś zostaną odnalezione* – mówi agent FBI Geoffrey Kelly. Do tego czasu w miejscu, gdzie niegdyś wisiały obrazy Rembrandta, Vermeera i innych, widnieją tylko puste ramy.

„KIEDY PATRZĘ NA TE PUSTE RAMY, CZUJĘ, ŻE CZEKAJĄ NA POWRÓT OBRAZÓW"

Anne Hawley, była dyrektorka Muzeum Isabelli Stewart Gardner w Bostonie

PARYŻ, PARYSKIE MUZEUM SZTUKI NOWOCZESNEJ

FRANCUSKI **SPIDERMAN**

Był maj 2010 roku. W trakcie jednej z wędrówek po nabrzeżach Sekwany Vjéran Tomic zwrócił uwagę na pewien budynek. Monumentalna architektura oraz fasada z potężnymi oknami przyciągnęły go w magiczny sposób. Gdy zajrzał do środka, dostrzegł obraz. Tomic dowiedział się później, że w tym budynku mieści się Paryskie Muzeum Sztuki Nowoczesnej, którego kolekcja obejmowała wówczas około 8000 prac z XX wieku. O wiele bardziej niż dzieła zainteresowały go jednak wykuszowe okno i system monitoringu nad nim. Szybko wypatrzył martwy kąt, niewidoczny dla oka kamery. I w tym momencie w jego głowie zaczął dojrzewać plan...
Kilka dni później kupił bilet i obejrzał zbiory muzeum. Pewne obrazy tak go poruszyły, że prawie zapomniał, że przyszedł tu po to, by znaleźć słabe punkty w systemie bezpieczeństwa. A kiedy odkrył, że niektóre czujniki ruchu, które powinny zmieniać kolor na czerwony, gdy ktoś przechodzi obok, wciąż

PRZYGOTOWANIA DO AKCJI
Dzień po włamaniu funkcjonariusze policji obejrzeli okno, przez które Tomic dostał się do Paryskiego Muzeum Sztuki Nowoczesnej. Złodziej przez kilka nocy usuwał najpierw farbę ze śrub za pomocą specjalnego kwasu, a następnie same śruby, zaś otwory po nich zamaskował brązową plasteliną. Na jego szczęście system alarmowy był zepsuty od miesięcy.

LEGENDARNY ZŁODZIEJ
Vjéran Tomic (na zdj.) był skazany 14 razy za włamania, a mimo to wciąż budzi podziw za niebywałe umiejętności wspinaczkowe – prasa nadała mu przydomek Spiderman. Netflix nakręcił nawet film o jego spektakularnych dokonaniach (kadr powyżej).

CENNY ŁUP
Najcenniejszym skradzionym przez Tomica dziełem jest obraz *Gołąb z zielonym groszkiem* autorstwa Pabla Picassa, namalowany około 1911 roku. Jego wartość szacuje się na ponad 25 milionów euro. Tomic przywłaszczył sobie także prace Henri Matisse'a (*La pastorale*), Georgesa Braque'a (*L'Olivier près de l'Estaque*), Amedeo Modiglianiego (*Kobieta z wachlarzem*) oraz Fernanda Légera (*Martwa natura ze świecznikiem*, obok). To ostatnie dzieło zamówił u niego marszand Jean-Michel Corvez.

świecą na zielono, jego plan zaczął nabierać kształtu. Vjéran Tomic, znany pod pseudonimem Spiderman, był jednym z najbardziej znanych złodziei w Paryżu. Zamiast wyważać drzwi i okna polegał na swojej zręczności: bez trudu wspinał się na każdą fasadę, poruszał bezgłośnie po dachach i w kilka sekund otwierał zamki. Choć miał już na koncie obrabowanie niezliczonych domów, to największy skok wciąż pozostawał w sferze marzeń: świeżo upieczony miłośnik sztuki zapragnął ukraść słynne obrazy i teraz nadarzyła się odpowiednia okazja. Z listą interesujących eksponatów muzeum udał się do przyjaciela, pasera i handlarza antykami Jeana-Michela Corveza. Ten zlecił mu kradzież pracy *Martwa natura ze świecznikiem* Fernanda Légera, oferując 40 tysięcy euro. Dwudziestego maja 2010 roku około trzeciej w nocy Tomic zaparkował samochód nad brzegiem Sekwany i zabrał się do dzieła. Najpierw za pomocą dwóch przyssawek wyjął szybę z ram, następnie przeciął nożycami do metalu zasuwę na znajdującej się za oknem kracie, po czym wycofał się na kwadrans, aby sprawdzić, czy włączy się alarm. Nie wiedział, że instalacja w salach wystawowych jest od miesięcy uszkodzona. Ponieważ nie działo się nic niepokojącego, Tomic wszedł do środka i skierował się wprost do zamówionego obrazu. Ostrożnie wyciął go z ramy, a gdy się zorientował, że to nic trudnego, jego łupem padły też arcydzieła Picassa, Matisse'a, Braque'a oraz Modiglianiego o łącznej wartości ponad 100 milionów euro.

„TE OBRAZY NALEŻĄ DO MNIE, SĄ MOIM DZIEŁEM"

Vjéran Tomic, paryski złodziej

Mimo że sprawą zajęła się francuska jednostka specjalna, śledczy przez wiele miesięcy nie byli w stanie znaleźć żadnych wskazówek dotyczących tożsamości złodzieja. Dopiero arogancja samego Tomica pozwoliła na jego zdemaskowanie: podczas imprezy w gronie przyjaciół pochwalił się po sporej dawce alkoholu, że skok jest jego dziełem. Niedługo później policja otrzymała anonimową informację i na jej podstawie dokonała aresztowania. W mieszkaniu Spidermana zabezpieczono rękawiczki, liny, uprząż wspinaczkową i przyssawki. Zatrzymano również Corveza oraz handlarza zegarkami o nazwisku Yonathan Birn – ten ostatni miał przechowywać obrazy. W trakcie przesłuchania twierdził jednak, że z obawy przed schwytaniem zniszczył je, a pozostałości wyrzucił.
W 2017 roku odbył się proces, w którym Tomic został skazany na osiem lat pozbawienia wolności, ponadto wraz ze wspólnikami musi zapłacić Paryżowi grzywnę w wysokości 104 milionów euro. I choć po arcydziełach wciąż nie ma śladu, ich złodziej opuścił już więzienne mury. Nie uwierzył w wersję, że trafiły one na śmietnik. Podejrzewa raczej, że paser nadal gdzieś je ukrywa, ale, jak twierdzi, nie potrwa to długo: – *Wcześniej czy później będzie musiał je oddać prawowitemu właścicielowi, czyli mnie.*

PALERMO, ORATORIUM ŚWIĘTEGO WAWRZYŃCA

CARAVAGGIO I COSA NOSTRA

Palermo, 18 października 1969 roku. Około szóstej rano Maria Gelfo wspięła się po schodach do Oratorium Świętego Wawrzyńca. Od lat przechowywała klucze do tej niewielkiej kaplicy, ukrytej w ciemnej uliczce w historycznym centrum miasta. Za nią podążała jej siostra Concetta z wiadrem i szmatą do mycia podłogi. Kobiety przychodziły o tej porze codziennie, aby posprzątać przed mszą. Maria otworzyła ciężkie drewniane drzwi, weszła do środka i stanęła jak wryta. Rama obrazu nad ołtarzem była pusta, a na gwoździach wisiały tylko strzępy płótna. Przez trzy i pół stulecia znajdował się tutaj obraz o rozmiarach trzy na dwa metry, *Boże Narodzenie ze świętym Franciszkiem i Wawrzyńcem*, jedno z nielicznych zachowanych dzieł mistrza Caravaggia. A teraz zniknął.
Kiedy policja zbadała miejsce przestępstwa, dość szybko odkryła, w jaki sposób złodzieje dostali się do środka: boczne okno było lekko uchylone, a jego zamknięcie wyrwane. Nie napotkali żadnych trudności, ponieważ w kaplicy nie było ani alarmu, ani innych zabezpieczeń. – *Do kradzieży doszło ponadto w deszczową noc, więc burza zagłuszyła hałas spowodowany przez sprawców* – wyjaśniła prokuratorka Marzia Sabella. Wśród mieszkańców zapanowało szczere oburzenie i zdumienie faktem, że tak cenny obraz mógł przez lata wisieć w kościele bez jakichkolwiek zabezpieczeń. Również ucieczka nie stanowiła dla złodziei problemu, gdyż stare miasto w Palermo było w tamtym czasie nieoświetlone, można więc było zniknąć w ciemnościach nocy, pozostając całkowicie niezauważonym.
Ponad 50 lat po kradzieży miejsce przechowywania i stan płótna Caravaggia, które znajduje się na liście Top Ten Art Crimes – wykazie 10 najważniejszych kradzieży dzieł sztuki według FBI – nadal pozostają niejasne. Wokół obrazu natomiast krążą najróżniejsze plotki oraz legendy. Niektórzy wierzą w wersję opowiedzianą przez osobę z włoskiego półświatka, że został ukryty w jakiejś stodole, a potem pogryziony przez szczury i świnie. Inni twierdzą z kolei, że złodzieje spalili pracę słynnego mistrza, ponieważ nie umieli jej sprzedać. Jedno wydaje się pewne: w sprawę zamieszana jest sycylijska mafia. Wskazują na to zeznania różnych informatorów.
Najbardziej obiecujący dotychczas trop pochodzi z 2017 roku: to wtedy jeden ze skruszonych przestępców przyznał, że obraz Caravaggia trafił w ręce lokalnego szefa Cosa Nostry, Gaetano Badalamentiego. Miał on przemycić nieuszkodzone płótno do Szwajcarii i zlecić handlarzowi dzieł sztuki w Lugano pocięcie go na kawałki, aby łatwiej je było sprzedać na czarnym rynku. Dzięki tym wskazówkom śledztwo wznowiono.
Dziś w Oratorium Świętego Wawrzyńca można podziwiać wykonaną z fotograficzną dokładnością rekonstrukcję *Bożego Narodzenia*. Oryginał pozostaje zaginiony. Włoski śledczy Libero La Torre, który przez dziesięciolecia poszukiwał tego obrazu i wciąż śni o nim niemal każdej nocy, nie ma wątpliwości: – *Caravaggio znajduje się gdzieś u kolekcjonera, który przechowuje go w swojej sypialni, tak aby tylko on mógł go podziwiać.*

GENIUSZ I MORDERCA

Życie Michelangelo Merisi da Caravaggio (portret po prawej) jest niemal tak samo tajemnicze jak sprawa kradzieży jego dzieła. Genialny malarz tworzący w epoce baroku, ścigany za morderstwo, zmarł w 1610 roku w niewyjaśnionych okolicznościach. Pozostawił po sobie zaledwie około 60 obrazów, przez co osiągają bardzo wysokie ceny na rynku sztuki. Obecnie nad ołtarzem Oratorium Świętego Wawrzyńca wisi replika zaginionego dzieła (poniżej).

POWRÓT MISTRZÓW
Dzięki zdolnościom negocjacyjnym nadburmistrza Gothy, Knuta Kreucha (małe zdj.), udało się odzyskać pięć obrazów skradzionych w 1979 roku z zamku Friedenstein (po lewej). Po pomyślnej weryfikacji autentyczności dzieła zostały zaprezentowane publicznie na początku 2020 roku (powyżej).

GOTHA, ZAMEK FRIEDENSTEIN

CUD **Z GOTHY**

Rankiem 14 grudnia 1979 roku policja otrzymała wezwanie do zamku Friedenstein w niemieckiej Gocie. Gdy na miejsce przybył podpułkownik Gerd Schlegel, natychmiast się zorientował, że jest to sprawa wagi państwowej: z muzeum skradziono pięć cennych płócien, w tym prace przypisywane m.in. Holbeinowi, Brueghlowi i van Dyckowi lub powstałe w ich kręgu. Wartość obrazów została oszacowana na 4,5 miliona ówczesnych marek zachodnich. Była to największa kradzież dzieł sztuki w historii NRD – i kompromitacja dla reżimu, który nieustannie twierdził, że w państwie robotniczo-chłopskim przestępczość nie istnieje.

Policja Ludowa powołała grupę operacyjną na potrzeby śledztwa, w sprawę włączyło się również Ministerstwo Bezpieczeństwa Państwowego (Stasi). Dość szybko ustalono, że złodzieje wspięli się na drugie piętro po rynnie i piorunochronie, a następnie wybili okno. W okolicy zamku znaleziono wykonane metodą chałupniczą raki oraz fragmenty ramy obrazu, natomiast wewnątrz odkryto ślady stóp i odciski palców. W pierwszej kolejności przesłuchano personel muzeum: czy ktoś zauważył coś podejrzanego? Czy wszyscy mają alibi? Najbardziej obiecującym tropem był samochód AWZ P70 kombi, który w noc zdarzenia stał zaparkowany w pobliżu zamku. Natychmiast ogłoszono poszukiwania, ale pojazdu nie udało się odnaleźć. Śledczy nabierali coraz większego przekonania, że sprawca musiał pochodzić z Zachodu, a kradzież została zlecona przez jakiegoś bogatego kolekcjonera. Mimo kolejnych przesłuchań, przeszukań domów i prowadzonych obserwacji państwo inwigilacyjne, jakim było NRD, nie zdołało wyjaśnić zagadki. Akta kradzieży trafiły więc na półkę spraw nierozwiązanych.

Po około 40 latach, w lipcu 2018 roku do nadburmistrza Gothy, Knuta Kreucha, zadzwonił prawnik, który zaproponował mu spotkanie. Tydzień później mężczyzna zjawił się w gabinecie polityka i bez ogródek wyłożył na biurko pięć fotografii. Wszystkie przedstawiały skradzione eksponaty. Klient adwokata, pewien lekarz z północnych Niemiec, był gotów oddać je – za pięć milionów euro. Po żmudnych negocjacjach pod koniec września 2019 roku udało się doprowadzić do przekazania dzieł. Analiza laboratoryjna potwierdziła autentyczność liczących ponad 300 lat obrazów.

W jaki sposób trafiły one do RFN?

Nowe śledztwo ujawniło, że kradzieży nie dokonali profesjonaliści, lecz skazany za próbę ucieczki z NRD, zmarły w 2016 roku maszynista z Schmalkalden, niejaki Rudi B. Pasowało do niego wszystko: od śladów stóp w miejscu zdarzenia po kombi. Okazało się, że dzieła sztuki całymi latami wisiały w jego domu, zanim zmuszony trudnościami finansowymi nie przemycił ich do RFN i nie sprzedał zaprzyjaźnionej rodzinie w Dolnej Saksonii. Dziś pięć obrazów ponownie zdobi ściany zamku Friedenstein. „Cud z Gothy" jest dowodem na to, że nierozwiązaną sprawę można wyjaśnić nawet po czterech dekadach.

„JAK W MIEJSCU Z TAKIMI ZABEZPIECZENIAMI MOGŁO DOJŚĆ DO KRADZIEŻY NA WIELKĄ SKALĘ?"

Knut Kreuch, nadburmistrz Gothy

NICEA, MUZEUM SZTUK PIĘKNYCH

PRZESTĘPSTWO **NIEMAL DOSKONAŁE**

PIĘCIOMINUTOWY ŁUP
Podczas napadu w Nicei w 2007 roku w ciągu pięciu minut skradziono cztery obrazy, w tym dwa pędzla flamandzkiego malarza barokowego Jana Brueghla, a także *Na klifach koło Dieppe* Claude'a Moneta (poniżej) oraz *Aleja topoli w Moret* Alfreda Sisleya (po lewej). Inne dzieło sztuki złodzieje zgubili w trakcie ucieczki. Niecały rok później prace w nienaruszonym stanie zostały zabezpieczone w Marsylii.

Bernard Ternus realizował amerykańskie marzenie: mieszkał na przedmieściach Miami, w domu z podwójnym garażem, basenem i ogrodem. Temu przestępcy z Francji wciąż jednak było mało. W 2007 roku poznał niejakiego Boba, miłośnika sztuki, który poszukiwał cennych obrazów na całym świecie – bez względu na ich pochodzenie. Ternus wyczuł życiową szansę. Kilka tygodni wcześniej pięciu zamaskowanych mężczyzn z bronią w ręku wtargnęło w biały dzień do Muzeum Sztuk Pięknych w Nicei i ukradło cztery obrazy Brueghla, Moneta i Sisleya – po czym rozpłynęło się bez śladu na pełnej turystów promenadzie nadmorskiej na Lazurowym Wybrzeżu. Skok wyglądał na idealny: w niecałych pięć minut złodzieje zrabowali prace o wartości 20 milionów euro. Policjanci specjalizujący się w sprawach kradzieży dzieł sztuki rozpoczęli śledztwo w całej Francji, ale nie przyniosło ono rezultatu... To Bernard Ternus stał za tym skokiem. Poinformował więc Boba o cennym łupie. Amerykanin wyjawił, że jest pośrednikiem sprzedającym skradzione dzieła sztuki handlarzom narkotyków. W kolejnych miesiącach Francuz próbował wynegocjować z nim cenę i ustalić, w jaki sposób prace zostaną przetransportowane z Europy do Stanów Zjednoczonych. Na początku 2008 roku uzgodnili ostatecznie kwotę trzech milionów euro i przekazanie dzieł w Marsylii. Marzenie Ternusa wydawało się być na wyciągnięcie ręki. Nie miał jednak pojęcia, że Bob nie jest wcale handlarzem z półświatka, tylko tajnym agentem FBI o nazwisku Robert Wittman, który tropił przestępców. Od miesięcy deptał po piętach gangowi Francuza.
Był 4 czerwca 2008 roku, tuż przed ósmą rano. Złodzieje właśnie wyjmowali obrazy z furgonetki, by przekazać je nabywcom, kiedy jak spod ziemi wyrosła grupa funkcjonariuszy policji i powaliła ich na ziemię. Pięć godzin później Ternus został aresztowany na Florydzie, a Wittman nie krył zadowolenia. Doskonale zdawał sobie sprawę, że tylko dzięki udanej międzynarodowej współpracy śledczych udało się zapobiec temu, by sprawa została zakwalifikowana jako nierozwiązana, a obrazy bezpowrotnie przepadły...

AMSTERDAM, MUZEUM VAN GOGHA

VAN GOGH **W RĘKACH MAFII**

W nocy siódmego grudnia 2002 roku dwóch mężczyzn włamało się do Muzeum van Gogha w Amsterdamie. Budynek był co prawda dobrze zabezpieczony, ale miał jeden słaby punkt: szklane okno, do którego można się było dostać z dachu. Po zaledwie trzech minutach i czterdziestu sekundach przestępcy zniknęli – zabierając ze sobą dwa płótna mistrza: *Widok morza w Scheveningen* oraz *Kongregację opuszczającą kościół reformowany w Nuenen*. Ich łączna wartość wynosiła według FBI 30 milionów dolarów, choć wielu uważało tę kwotę za znacznie zaniżoną. Złodziei udało się zidentyfikować i zatrzymać kilka miesięcy później, ponieważ jeden z nich zgubił na miejscu zbrodni czapkę ze śladami DNA. Przesłuchiwani mężczyźni uparcie milczeli, a obrazy pozostawały zaginione – przez 14 lat... Późnym latem 2016 Nienke Bakker, kuratorka Muzeum van Gogha, otrzymała telefon od policji. Głos funkcjonariusza aż drżał z podekscytowania: – *Proszę się szybko spakować, jutro leci pani do Neapolu*. Bakker dowiedziała się, że podczas nalotu na posiadłość włoskiego barona narkotykowego Raffaele Imperialego dokonano sensacyjnego odkrycia. Śledczy szukali dowodów handlu nielegalnymi substancjami, a znaleźli za podwójną ścianą dwa obrazy owinięte szmatami. Mimo niewielkich uszkodzeń były one ogólnie w dobrym stanie.
– *Kradzieże dzieł sztuki na zlecenie mafii mają długą historię* – mówi dziennikarz śledczy Sandro Mattioli. Dla niektórych bossów są luksusowymi dobrami dla podniesienia prestiżu. Służą też do prania brudnych pieniędzy, negocjacji z władzami lub jako zabezpieczenie płatności w transakcjach narkotykowych. Bakker od razu przeczuwała, że chodzi o skradzione obrazy. Po krótkich oględzinach nie miała żadnych wątpliwości. – *Wszyscy czekali, aż to powiem. I powiedziałam: to one!* Dyrektor muzeum Axel Rüger nie posiadał się ze szczęścia: – *Po tylu latach wróciły. Już przestaliśmy na to liczyć!* ■

ODNALEZIONE WE WŁOSZECH
W 2002 roku z Muzeum van Gogha w Amsterdamie zniknęły dwa obrazy tego artysty: *Widok morza w Scheveningen* (obok) oraz *Kongregacja opuszczająca kościół reformowany w Nuenen*. Czternaście lat później policja znalazła je w Neapolu.

ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock (2); Val Thoermer, World History Archive/Alamy/BEW (3); Dan Nourie, Everett Collection, Viadata/Imago Images (3); Pascal Vila/Sipa/East News; Jim Bourg/Reuters, STR New/Forum (2); MAXPPP/Philippe de Poulpiquet, dpa/PAP (2); Wikimedia Commons (6)

Czy przywódcy USA wierzą, że żyjemy w czasach apokalipsy?

Najlepszy magazyn historyczny

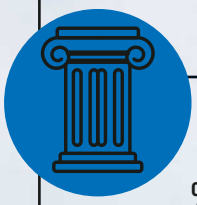
Już w sprzedaży

Polecamy także czasopisma na **czytelnia.pl**

E-WYDANIE

...ECHO

Echo... cho... cho... cho... Rozmowa z tym naturalnym fenomenem mogłaby szybko stać się monotonna. W rzeczywistości jednak za zderzeniem dźwięku z przeszkodą kryją się fascynujące zjawiska, które pomagają utrzymać budynki w dobrym stanie, wskazują drogę, a nawet pozwalają zajrzeć do wnętrza ludzkiego ciała.



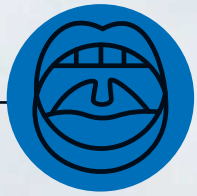
Skąd się wzięła **jego nazwa?**

W mitologii greckiej król bogów Zeus polecił nimfie imieniem Echo zabawiać jego małżonkę Herę, aby sam mógł bez przeszkód zalecać się do innych kobiet. Gdy Hera odkryła podstęp, w przypływie złości odebrała jej piękny głos. Od tej pory nimfa nie potrafiła powiedzieć nic z własnej woli i mogła jedynie powtarzać ostatnie słowa skierowane do niej przez innych. I podobno to właśnie jej głos wraca do nas jako echo. Ale umówmy się – to przecież czysta fantazja...

Kiedy można **je usłyszeć?**

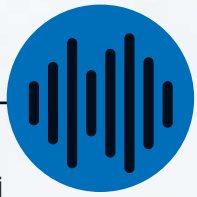
Niemal zawsze i wszędzie. Wyjątkiem jest tak zwana komora bezechowa – to specjalne pomieszczenie skonstruowane tak, aby pochłaniało niemal 100% dźwięków o częstotliwości powyżej 45 Hz. Przebywanie w nim jest jednak tak dziwnym doświadczeniem, że niektórzy ludzie dostają mdłości. Na co dzień to właśnie echo daje nam poczucie przestrzeni. Bez niego tracimy orientację w otoczeniu, choć zwykle nawet sobie tego nie uświadamiamy. W komorze tej mamy wrażenie, jakbyśmy tkwili w szumiącej pustce. Nagle zaczynamy słyszeć dźwięki, które normalnie giną zagłuszane w przestrzeni: bicie własnego serca, przepływ krwi w naczyniach, pracę układu trawiennego czy skrzypienie stawów. To naprawdę osobliwe doświadczenie!

Gdzie się **rodzi?**



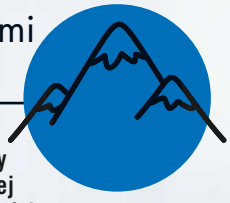
Tam, gdzie fala dźwiękowa (może ona pochodzić choćby z naszych strun głosowych) napotka jakąś przeszkodę. Podczas głośnego krzyku pojedyncze cząsteczki gazu drgają w miejscu, przesuwając się zaledwie o ułamki milimetra, ale z prędkością dźwięku rozpędzają kolejne. Taka fala wzbudzonego powietrza to właśnie dźwięk. Gdy te rozchodzące się w przestrzeni niewielkie zmiany ciśnienia napotykają przeszkodę, może wydarzyć się kilka rzeczy. Fala może zostać odbita – a jeśli wróci z dostatecznym opóźnieniem i amplitudą, usłyszymy ją jako echo. Potrafi też oddać swoją energię jakiemuś obiektowi, na przykład zasłonie, która ją pochłonie. Może również przeniknąć przez przeszkodę, dzięki czemu słyszymy, co dzieje się u sąsiadów za ścianą. Albo ulega ugięciu na krawędzi, dlatego słyszymy dźwięki dochodzące zza rogu ulicy. Z reguły część fali odbija się wielokrotnie od różnych powierzchni i stopniowo zanika – wtedy słyszymy pogłos.

Jakie są jego relacje **z pogłosem?**



Są jak bliźnięta. Aby człowiek mógł odróżnić echo od pierwotnego dźwięku, jego uszy potrzebują co najmniej jednej dziesiątej sekundy przerwy między nimi – tę granicę nazywa się progiem echa. Jeżeli odstęp jest krótszy, odbieramy go jako pogłos. Oznacza to, że krótki klik wywoła wyraźne echo dopiero wówczas, gdy ściana znajduje się w odległości co najmniej 17 metrów. Tę zasadę można wykorzystać także do określania dystansu. W powietrzu dźwięk pokonuje około kilometra w trzy sekundy. Jeśli więc wydany przez nas okrzyk wróci po jednej sekundzie, oznacza to, że przebył w tym czasie ok. 340 metrów. Odległość do przeszkody wynosi zatem połowę tego dystansu.

W jakich warunkach brzmi **najlepiej?**

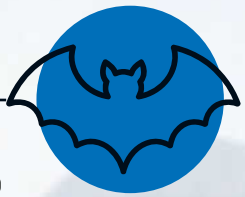


Idealne są puste hale i gładkie ściany skalne. Nierówności oraz miękkie materiały sprawiają, że staje się mniej wyraźne. Lepiej działają wysokie tony, ponieważ ich krótkie fale odbijają się skutecznie już od przeszkód wielkości kilku centymetrów. Z kolei niskie tony potrzebują powierzchni odbijających o rozmiarach 3–4 metrów, a dodatkowo łatwiej przenikają przez ściany. Często słyszymy jedno, a nawet kilka kolejnych coraz słabszych ech, które tworzą tzw. ogon pogłosu. To zjawisko jest tak ważne, że powstała wokół niego odrębna specjalizacja – akustyka architektoniczna.

Czy istnieją **projektanci ech?**

Oczywiście! Echo jest częścią orkiestry tak samo jak muzyk. To dlatego chóry brzmią w kościołach tak imponująco, a zaprojektowanie sali koncertowej jest niezwykle skomplikowanym zadaniem. Chodzi o to, by za pomocą tarasów, kolumn czy właściwych materiałów odpowiednio wcześnie i efektownie kierować dźwięk do publiczności. Dzięki temu powstaje bogaty pogłos i żywe, wypełniające przestrzeń brzmienie. Inaczej wygląda to w studiach nagraniowych – tam dąży się do możliwie neutralnego dźwięku, aby pogłos dodawać później do nagrania w kontrolowany sposób.

Gdzie jeszcze znajduje **zastosowanie?**



Lepiej byłoby zapytać, gdzie właściwie go nie ma. Nietoperze „mierzą" czas, po jakim ich odgłosy wracają do nich jako echo – i dzięki temu orientują się w ciemności. Niektóre osoby niewidome wykorzystują tę samą zasadę, wydając krótkie kliknięcia językiem. Dźwięk dochodzący z lewej strony potrzebuje ok. 0,0006 sekundy więcej, aby dotrzeć do prawego ucha niż do lewego. Dodatkowo głowa częściowo go zasłania, dlatego po prawej stronie jest on słabszy. Także małżowina uszna w charakterystyczny sposób zmienia brzmienie dźwięków, zwłaszcza tych dochodzących z przodu i z tyłu. Na podstawie tych informacji mózg tworzy mapę otoczenia. Istnieją też niezliczone zastosowania technologiczne, których podstawą jest wysyłanie fal dźwiękowych i analiza czasu ich powrotu oraz zmiany echa. Szczególnie ważną rolę odgrywa ultrasonografia, która pozwala zajrzeć do wnętrza ludzkiego ciała. Dzięki temu naturalnemu fenomenowi można też wykrywać ukryte pęknięcia w konstrukcjach budowlanych czy poszukiwać zasobów znajdujących się pod dnem morskim. A ile zarysowań samochodu udało się uniknąć dzięki ostrzegawczym sygnałom czujników parkowania? To już naprawdę trudno zliczyć! ■

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Greczyło, Wydział Fizyki i Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego ZDJĘCIE I ILUSTRACJE: Adobe Stock (8)

NUKLEARNE IMPERIUM
W czasie zimnej wojny bomba atomowa zapewniała równowagę sił między USA i ZSRR. Ale to Amerykanie jako pierwsi – i jak dotąd jedyni – użyli broni jądrowej w walce.

CO BY BYŁO, GDYBY USA NIE STAŁY SIĘ MOCARSTWEM

ŚWIATOWY ŻANDARM
W ciągu ostatniego stulecia Stany Zjednoczone przeprowadziły ponad 50 interwencji zbrojnych. Jak wyglądałby świat bez nich?

250 ★ LAT USA ★

Czwartego lipca Stany Zjednoczone obchodziły 250. rocznicę swojego powstania. Są najstarszą nowożytną demokracją i ostatnim globalnym supermocarstwem. Żadne inne państwo nie prowadziło w ostatnim stuleciu tylu wojen. Żaden kontynent nie pozostał nietknięty przez ich wpływy. Jak jednak wyglądałby nasz świat, gdyby historia potoczyła się inaczej?

Gdyby USA nie przystąpiły do I wojny światowej, nie wygrały drugiej, nie były w Wietnamie, Afganistanie ani Iraku... Jak wyglądałaby nasza planeta, gdyby Stany Zjednoczone trzymały się z dala od wszystkich wspomnianych konfliktów? Historycy zajęli się tym pytaniem i doszli do zaskakujących wniosków.

Z obecnej perspektywy niemal niewyobrażalne wydaje się, by USA dobrowolnie zrezygnowały ze statusu globalnego supermocarstwa. A przecież jeden z amerykańskich prezydentów postanowił, że właśnie tak będzie – młoda demokracja miała trzymać się z dala od spraw reszty świata.

„AMERYKA DLA AMERYKANÓW" – OD MONROE DO TRUMPA

Jest rok 1823. Piąty prezydent Stanów Zjednoczonych, James Monroe, podejmuje historyczną decyzję. Ogłasza, że cały kontynent amerykański znajduje się pod ochroną jego państwa. Każda próba europejskiej kolonizacji lub podporządkowania krajów obu Ameryk ma być odtąd uznawana przez Waszyngton za działanie wrogie wobec interesów i bezpieczeństwa USA. W zamian za to Monroe oświadcza, że Stany Zjednoczone nie będą ingerować w wewnętrzne sprawy państw europejskich ani w ich istniejące kolonie. Wówczas też ukuty zostaje slogan: „Ameryka dla Amerykanów". Z czasem dla większości obywateli to, co dzieje się za Atlantykiem czy Pacyfikiem, staje się coraz bardziej obojętne. Liczy się jedynie nasz kraj – i na tym koniec!

Nie jest przypadkiem, że takie podejście mocno przypomina politykę „America First" obecnego prezydenta. Na początku tego roku Donald Trump ogłosił tzw. doktrynę Donroe. Zakłada ona przywrócenie bezwzględnej amerykańskiej dominacji na półkuli zachodniej, ponieważ zwłaszcza Chiny są postrzegane jako nowy, potężny rywal USA w Ameryce Łacińskiej. Co to oznacza w praktyce, można było zobaczyć podczas błyskawicznej operacji wojskowej Stanów Zjednoczonych w Wenezueli. W przeciwieństwie do Jamesa Monroe Trump nie ma jednak oporów przed podejmowaniem interwencji także w innych częściach świata, czego przykładem jest obecny konflikt z Iranem.

Wróćmy jednak do roku 1823. Jak na bieg historii wpłynęła decyzja USA, by skupiać się wyłącznie na sobie i swoim bezpośrednim otoczeniu? Układ sił na świecie w XIX wieku doprowadził do powstania dwóch bloków: ponownie wzmocnionej starej Europy i młodej, demokratycznej, choć jeszcze słabej pod względem militarnym Ameryki. Izolacjonizm Stanów Zjednoczonych był tak naprawdę wyrazem strachu przed inwazją, której mogły dokonać mocarstwa naszego kontynentu. Po upadku Napoleona w roku 1815 Europa kolejny raz stanęła u progu wielkich przemian i wydawało się, że ideały rewolucji francuskiej zostały na zawsze pogrzebane. Europą znów rządzili królowie i cesarze, marzący o odzyskaniu władzy także nad Stanami Zjednoczonymi, których terytorium w XIX wieku wzrosło aż sześciokrotnie. Jednak do decydującej rozgrywki między Ameryką a jednym z europejskich imperiów doszło dopiero pod koniec stulecia, w 1898 roku. Miejscem wydarzeń stała się Kuba...

ZMIANA WARTY
W roku 1898 amerykańska flota udowodniła słabość Madrytu i otworzyła przed USA drogę na szczyt władzy. Wstrząsana niepokojami Hiszpania wpadła w szpony dyktatury.

25 KWIETNIA 1898 ROKU, WOJNA HISZPAŃSKO-AMERYKAŃSKA

CZY USA PRZYPIECZĘTOWAŁY UPADEK HISZPAŃSKIEGO MOCARSTWA?

To mogłoby się wydarzyć także dzisiaj, na przykład w jakimś ważnym strategicznie porcie w Zatoce Perskiej. Amerykański okręt wojenny przybija do nabrzeża, by zademonstrować siłę floty i w razie potrzeby móc natychmiast dokonać zbrojnej interwencji. Nagle dziób statku rozrywa eksplozja. Pancerny kolos idzie na dno, a wraz z nim tonie 261 marynarzy. Wydarzyło się to jednak nie w Arabii Saudyjskiej w roku 2026, lecz już w 1898. Pechowym okrętem był USS Maine, a miejscem wydarzeń – port w Hawanie na Kubie. Wyspą rządzili wtedy jeszcze Hiszpanie i była ona jednym z ostatnich bastionów kolonializmu w Ameryce. A Stany Zjednoczone? Chciały w końcu zaistnieć jako regionalna potęga. Zgodnie z doktryną Monroe Kuba od ponad 70 lat leżała w bezpośredniej strefie wpływów Waszyngtonu. A teraz na wyspie zapanował ferment i rebelianci postanowili wygnać Hiszpanów. Okręt wojenny USA miał udzielić im wsparcia – pośrednio lub bezpośrednio. Ale wtedy nastąpiło coś, co stało się potem zadziwiająco często powtarzającym się wzorem w polityce mocarstwowej Stanów Zjednoczonych. Choć wiele wskazuje na to, że do wybuchu doszło przez przypadek, wojskowi natychmiast zaczęli mówić o ataku na okręt. Kongres niemal od razu wydał zgodę na wysłanie na Kubę żołnierzy, a marynarka wojenna rozpoczęła jej blokadę. Hiszpanie zostali wezwani do opuszczenia wyspy i uznania jej niepodległości. Pod koniec kwietnia 1898 roku rząd w Madrycie zareagował na to ultimatum wypowiedzeniem wojny, a dwa dni później senat USA potwierdził przystąpienie do niej.

> **„TA WOJNA POŁOŻYŁA KAMIEŃ WĘGIELNY POD AWANS USA DO RANGI SUPERMOCARSTWA"**
> Michael Streich, historyk

Z punktu widzenia Amerykanów moment był mądrze wybrany: flota Stanów Zjednoczonych zaliczała się wówczas do najnowocześniejszych na świecie i Hiszpania nie mogła się jej przeciwstawić. Musiała zrezygnować nie tylko z Kuby – straciła też kontrolę nad Filipinami i Guamem na Pacyfiku. W lipcu 1898 roku USA zajęły także wolną Republikę Hawajską (ze względu na strategiczne położenie archipelagu na środku Oceanu Spokojnego) i przekształciły ją z czasem w jeden ze swoich stanów. Miesiąc później wojna z Hiszpanią była już skończona. USA po raz pierwszy przy użyciu siły rozszerzyły swoją strefę wpływów daleko poza kontynent amerykański. Jeszcze 70 lat wcześniej obawiały się wpływów Europy. Teraz odkryły pociąg do władzy, i to nie tylko wojskowej. Amerykańskie firmy rozpoczęły wykup ziemi na Kubie po śmiesznie niskich cenach. Ludność zubożała i popadła w zależność od obcego kapitału. Tak oto Stany Zjednoczone uwolniły wyspę z jarzma kolonializmu, by poddać ją dyktatowi własnej polityki mocarstwowej. Kuba to pierwsze zwycięstwo ich rosnącej potęgi militarnej i gospodarczej, zwycięstwo, które 60 lat później obróciło się w klęskę, gdy Fidel Castro wszczął rewolucję i zmienił wyspę w bastion komunizmu.

Co by się stało, gdyby nie ingerencja USA w 1898 roku? Kuba miałaby szansę na samodzielny rozwój. Wątpliwe, by było tam miejsce dla komunistycznych rewolucjonistów. Ważniejsze jest jednak co innego: – *Stany Zjednoczone weszły wówczas na drogę do przekształcenia się w supermocarstwo* – mówi historyk Michael Streich. Być może zrobiły to zupełnie nieświadomie...

REAKCJA ŁAŃCUCHOWA
Po I wojnie światowej europejskie mocarstwa były mocno zadłużone u Amerykanów. Krach na giełdzie w 1929 roku pociągnął w przepaść całą globalną gospodarkę.

6 KWIETNIA 1917 ROKU, PIERWSZA WOJNA ŚWIATOWA

JAK UZALEŻNIĆ OD SIEBIE RESZTĘ ŚWIATA?

Ludność USA była przeciwna udziałowi w I wojnie światowej. Również rząd stronił od ingerencji w krwawą jatkę w Europie. Po co posyłać na śmierć własnych chłopców? Poza tym Stany Zjednoczone do tej pory nie angażowały się w sprawy na Starym Kontynencie. Zmieniło się to za sprawą niemieckich U-Bootów, które od lutego 1917 roku zaczęły zatapiać także neutralne statki handlowe. To początek „nieograniczonej wojny podwodnej". Cel: odciąć Wielką Brytanię od dostaw towarów niezbędnych do prowadzenia walk. Wśród ofiar tej nowej strategii było coraz więcej obywateli Stanów Zjednoczonych. Niemcy zaproponowali też Meksykowi antyamerykański sojusz. Tego było za wiele: w kwietniu 1917 roku USA wypowiedziały państwom centralnym wojnę. Najpierw musiały jednak stworzyć i wyszkolić złożoną z ochotników armię. Wkrótce dwa miliony amerykańskich żołnierzy rozlało się po polach bitewnych Francji. Temu wzmocnieniu II Rzesza, pod względem militarnym już od dawna wycieńczona, nie była w stanie stawić czoła. Jedenastego listopada 1918 roku niemiecki sztab generalny podpisał bezwarunkową kapitulację, a cesarz udał się na emigrację do Holandii.

Nie ma wątpliwości: przystąpienie USA do I wojny światowej to ostateczne zerwanie z doktryną Monroe. Po raz pierwszy w historii amerykańscy żołnierze walczyli, zabijali i umierali na kontynencie europejskim. Interwencja Stanów Zjednoczonych faktycznie przyspieszyła koniec konfliktu. Skutki doskonale znamy. Niemcy i Austro-Węgry zostały pokonane, ale po wojnie głównie Francuzi domagali się zemsty. – *Żadnych pertraktacji z Niemcami* – żądał ich premier Georges Clemenceau. Paryż i Londyn wbrew USA forsowały swoją wizję powojennej Europy. Postawione przez nie twarde warunki traktatu wersalskiego zepchnęły Niemcy na krawędź następnej przepaści: pobity militarnie, zadłużony, nieliczący się na arenie międzynarodowej kraj wpadł w wir światowego kryzysu gospodarczego. Sprawiło to, że kilkanaście lat później do władzy doszedł Adolf Hitler.

Większe zaangażowanie polityczne prezydent Woodrow Wilson wykazał w Europie Wschodniej. Po 123 latach niewoli na oczach zdumionych zaborców odrodziła się niepodległa Polska – przy czynnym poparciu dyplomacji Stanów Zjednoczonych. Już rok wcześniej w swoim orędziu Wilson stworzył wizję wolnej Rzeczpospolitej z dostępem do morza.

– *Dla USA Wielka Wojna to kolejny krok w kierunku światowego mocarstwa* – mówi amerykański historyk Robert Kagan. I rzeczywiście, to przede wszystkim zakłady zbrojeniowe zmieniły ostatecznie Stany Zjednoczone z kraju rolniczego w wiodącą potęgę przemysłową.

W DESPERACJI
„Szukam jakiejkolwiek pracy!" – tego typu rozpaczliwe ogłoszenia można było zobaczyć w czasach wielkiego kryzysu na ulicach Paryża, Berlina czy Warszawy.

POD SIERPEM I MŁOTEM
Trzydziestego kwietnia 1945 roku żołnierze Armii Czerwonej zatknęli sowiecką flagę na berlińskim Reichstagu. Gdyby nie USA, Związek Radziecki mógłby zająć całą kontynentalną Europę.

7 GRUDNIA 1941 ROKU, DRUGA WOJNA ŚWIATOWA

CZY USA URATOWAŁY EUROPĘ PRZED KOMUNIZMEM?

W rzeczywistości Stany Zjednoczone przystąpiły do II wojny światowej nie 7 grudnia 1941 roku, ale cztery miesiące wcześniej. Razem z Wielką Brytanią nałożyły wtedy embargo gospodarcze na Japonię. Cesarstwo straciło nagle 90% dostaw ropy naftowej, którą sprowadzało z kontrolowanych przez USA i Anglię pól naftowych w Zatoce Perskiej. To odcięcie od energetycznych źródeł uderzyło w Japonię w najgorszym momencie: jej wojska dotarły już w głąb Chin i na północ Indochin Francuskich (obecnie Wietnam, Laos i Kambodża). Japończycy postawili wszystko na jedną kartę, by stać się azjatyckim supermocarstwem i przejąć kontrolę nad znaczną częścią Pacyfiku. Jednak bez dostaw ropy naftowej każda wojskowa ofensywa stanęłaby w miejscu w ciągu kilku tygodni. Tokio musiało działać. Siódmego grudnia cesarskie bombowce i myśliwce zaatakowały bazę amerykańskiej marynarki wojennej w Pearl Harbor na Hawajach. I choć był to bardziej akt rozpaczy niż demonstracja siły, USA dołączyły do wojny – znowu wbrew opinii większości społeczeństwa.

Stany Zjednoczone wciąż były światowym mocarstwem „w stanie spoczynku" – stała armia liczyła zaledwie ok. 175 tysięcy ludzi. Dla porównania: Polska w marcu 1939 roku miała ok. 280 tysięcy żołnierzy. I znów w USA doszło do gigantycznej mobilizacji, znów rozpoczęły się wielkie zbrojenia. „Germany first" – najpierw trzeba pokonać Niemcy w Europie, to tam widziano największe zagrożenie. Uruchomienie machiny wojennej na niespotykaną dotąd skalę sprawiło, że już od 1943 roku USA przeszły do udanej kontrofensywy również na Pacyfiku. Ale co by się stało, gdyby Stany Zjednoczone trzymały się z dala od spraw Europy i Azji?

„STALIN NIE CHCIAŁ NIEMIEC NEUTRALNYCH, LECZ PODLEGŁYCH SOBIE, SOWIECKICH"

Siergiej Tiulpanow, radziecki generał

Świat z pewnością byłby inny niż teraz. Nie wiadomo, czy bez wsparcia oddziałów amerykańskich aliantom udałoby się wygrać wojnę z III Rzeszą. A nawet gdyby reżim hitlerowski w końcu się załamał, stalinowski ZSRR z pewnością rozszerzyłby swoją strefę wpływów na zachód Europy, zatrzymując się dopiero na wybrzeżu Atlantyku. – *Kierowana ideologią ekspansja była nie tylko jedną z głównych cech, ale wręcz istotą pierwszego komunistycznego państwa* – mówi historyk prof. Bogdan Musiał. Ostatecznie jednak Stany Zjednoczone wygrały na obu frontach II wojny światowej – europejskim i azjatyckim – i stały się mocarstwem numer jeden. Roszczenie do tego tytułu zostało demonstracyjnie poparte zrzuceniem bomb atomowych na dogorywającą Japonię.

Nic więc dziwnego, że do dziś Amerykanie oceniają rolę USA w II wojnie światowej jako swój największy sukces. Cesarstwo Japońskie zostało pokonane na Pacyfiku, Europa uwolniona spod jarzma hitleryzmu, Niemcy Zachodnie przekształcone w stabilną demokrację, zaś Związek Radziecki przywołany do porządku, a potem pokonany w wyścigu zbrojeń. Tego, że Polska i tuzin innych krajów Europy Środkowo-Wschodniej bez mrugnięcia okiem oddanych zostało we władanie sowieckiemu reżimowi, starano się nie zauważać. Ameryka zyskała poczucie nieograniczonej władzy i siły. Uczucie bycia niezwyciężonym. Jednak jak się już wkrótce okazało – było ono całkowicie złudne...

EFEKT DOMINA
Stany Zjednoczone obawiały się, że jeśli Wietnam wpadnie w ręce komunistów, to cała Azja będzie stracona. Historia pokazuje, że była to błędna ocena.

7 SIERPNIA 1964 ROKU, WOJNA W WIETNAMIE

CZY ŚWIAT POTRZEBUJE USA W ROLI ŻANDARMA?

Zdjęcia, które od 1964 roku zaczęły obiegać media, wywołały przerażenie: płonące wioski, uciekające dzieci, martwi cywile. Wojna w Wietnamie dramatycznie zmieniła obraz USA w oczach opinii publicznej. Światowy żandarm stał się światowym zbrodniarzem. Wydawało się, że czasy, w których amerykańscy żołnierze uwolnili Europę od niemieckiej okupacji, poszły w zapomnienie. Teraz Stany Zjednoczone same rozpoczęły brudny konflikt, w którym chodziło tylko o władzę. Od zakończenia II wojny światowej USA dręczył paniczny lęk przed komunizmem. Miał on realne podstawy: Moskwa sprawowała kontrolę nad Europą Środkowo-Wschodnią, Chinami, Koreą Północną i Kubą, a teraz w ręce komunistów mogło wpaść kolejne państwo – Wietnam. Prezydent USA Harry Truman nie chciał do tego dopuścić. Waszyngton pośrednio wspierał prozachodnią południowowietnamską armię od lat, jednak ta traciła coraz więcej terytoriów. Amerykańskie oddziały miały to zmienić. I znów potrzebny był pretekst do wypowiedzenia wojny. Stał się nim tzw. incydent w Zatoce Tonkińskiej. US Navy wydała oświadczenie, że na początku sierpnia 1964 roku północnowietnamskie kutry torpedowe zaatakowały okręty wojenne Stanów Zjednoczonych. Już parę dni później Wietnamczykom z Południa obiecano nieograniczone wsparcie militarne – choć historycy odkryli po latach, że atak ten nigdy się nie wydarzył... Od tego spreparowanego incydentu rozpoczęła się trwająca dziesięć lat wojna, która pochłonęła ponad trzy miliony istnień ludzkich i wciągnęła w śmiertelny wir nie tylko Wietnam, ale także Laos i Kambodżę. A co by było, gdyby USA przypomniały sobie o swojej polityce nieinterwencji?

Po pierwsze, kilka milionów ludzi nie musiałoby umrzeć. Ponadto Ameryka oszczędziłaby sobie bolesnej porażki, która przez pewien czas groziła rozłamem kraju. Gdy w 1975 roku ostatnie oddziały właściwie uciekały z Wietnamu, na reputacji Stanów Zjednoczonych jako światowego mocarstwa pojawiła się pierwsza głęboka rysa, a narodowa pewność siebie została zachwiana na długie lata. Poza tym dziś widać, że antykomunistyczna panika w USA była nieuzasadniona. – *Efekt domina, którego tak się obawiano – czyli że cała Azja wpadnie w ręce komunistów – mimo zwycięstwa Wietkongu nigdy nie nastąpił* – mówił amerykański historyk prof. Donald Zagoria. Stany Zjednoczone za swoją pomyłkę zapłaciły wysoką cenę: prawie 60 tysięcy poległych żołnierzy, ponad 150 tysięcy rannych. A świat dowiedział się nie tylko, że Amerykę można pokonać, ale również, jak to zrobić. To musiało się zemścić...

TRAGICZNY REKORD
Ponad siedem milionów ton bomb zrzucili Amerykanie i ich sojusznicy w latach 1965–1975 na Wietnam, Laos i Kambodżę – to dwa razy więcej niż podczas całej II wojny światowej.

GDZIE STACJONUJĄ AMERYKAŃSCY ŻOŁNIERZE?

Do dziś Stany Zjednoczone utrzymują bazy wojskowe i oddziały w wielu krajach, co pokazuje ta mapa. Najważniejsze punkty strategiczne znajdują się w Japonii, Niemczech i Korei Południowej, ale także we Włoszech i w Wielkiej Brytanii stacjonują kontyngenty liczące ponad 10 tysięcy żołnierzy. Zgodnie z zapowiedziami Donalda Trumpa zwiększyć ma się też obecność amerykańska w Polsce. Gdyby jednak USA ściśle przestrzegały doktryny Monroe z 1823 roku i zrezygnowały z jakiejkolwiek ingerencji poza swoim pierwotnym terytorium, mapa świata wyglądałaby dziś zupełnie inaczej...

OBYWATELE DRUGIEJ KATEGORII
Mieszkańcy wysp należących do terytoriów zależnych USA (np. na Karaibach) do dziś nie mają pełni praw wyborczych.

PORTORYKO, OD 1898 ROKU

WYSPY DZIEWICZE STANÓW ZJEDNOCZONYCH, OD 1917 ROKU

NIEPODLEGŁE PAŃSTWA WYSPIARSKIE?
Bez wojny amerykańsko-hiszpańskiej w 1898 roku Kuba, Portoryko, Guam, Filipiny i Hawaje nie znalazłyby się pod kontrolą Stanów Zjednoczonych i mogłyby rozwinąć się jako niezależne państwa.

11 WRZEŚNIA 2001 ROKU, WOJNA Z TERRORYZMEM

JAK WYGLĄDAŁBY ŚWIAT BEZ USA?

Jedenasty września 2001 roku. Tego ranka błękitne niebo nad Nowym Jorkiem jest bezchmurne. W obu wieżach World Trade Center panuje już ożywiony ruch. Mijają godziny i... nic się nie dzieje. Gdyby USA konsekwentnie trzymały się doktryny Monroe, prawie na pewno nie doszłoby do tragicznych zamachów. Mapa powyżej pokazuje, dlaczego ataki terrorystyczne się wydarzyły. USA utrzymują około 760 baz wojskowych poza własnym terytorium. W 163 krajach stacjonuje ponad 450 tysięcy amerykańskich żołnierzy. Stany Zjednoczone podpisały nawet porozumienia wojskowe z Rosją i Chinami, na podstawie których pracują tam specjaliści zza oceanu. Jeśli chodzi o większość zaznaczonych na mapie państw, to siły zbrojne USA zostały tam rozmieszczone na życzenie poszczególnych rządów. Ale nie wszędzie tak jest. Głównie w czasie zimnej wojny Amerykanie dokonali interwencji lub w inny sposób naruszyli suwerenność licznych krajów Ameryki Południowej, Afryki i Azji. – *Swoją polityką interwencjonizmu USA otworzyły drzwi przed terroryzmem* – mówi historyk prof. Niall Ferguson. Najlepszy przykład: Afganistan. W latach 80. XX wieku Amerykanie zaopatrywali grupy tamtejszych islamistów w broń, by wesprzeć je w walce ze Związkiem Radzieckim. Potem z tych grup wyłonili się talibowie, stanowiący podstawę Al-Kaidy, która 11 września 2001 roku dokonała zamachu terrorystycznego na World Trade Center i Pentagon. Także historia Afryki potoczyłaby się całkiem inaczej, gdyby nie znaczne ingerencje USA w politykę tego kontynentu. By zabezpieczyć interesy amerykańskich firm w Kongo, CIA doprowadziła w 1960 roku do upadku demokratycznie wybranego premiera Patrice'a Lumumby. To wtrąciło bogate w surowce naturalne państwo w spiralę wojen domowych i chaosu. Znanych jest w sumie ponad 100

Polska Rzeczpospolita Ludowa

CZY POLSKA WYWALCZYŁABY NIEPODLEGŁOŚĆ?

Mogłoby do tego dojść dopiero po osłabieniu lub rozpadzie Związku Radzieckiego. Ale bez zimnej wojny między ZSRR a USA niewykluczone, że do dziś Polska byłaby komunistyczna...

Wojna na Pacyfiku

CZY JAPONIA PODBIŁABY CHINY?

Jeszcze przed wybuchem II wojny światowej Japończycy siali terror i spustoszenie w Chinach – zabili ponad 17 milionów cywilów.

36 322

10 064

12 640

53 490

23 642

Bliski Wschód

CZY IZRAEL NADAL BY ISTNIAŁ?

Do roku 1967 Izrael zdołał wygrać trzy wojny z arabskimi sąsiadami – bez pomocy USA. Dopiero potem Stany Zjednoczone wsparły go bezpośrednio. Gdyby nie to, doszłoby zapewne do kolejnych konfliktów, które mogłyby się skończyć upadkiem państwa żydowskiego.

Liczba amerykańskich żołnierzy na służbie (stan na koniec września 2025 roku)

10 tysięcy i więcej | od 1000 do 9999 | od 100 do 999 | od 1 do 99

nielegalnych akcji podjętych przez USA na całym świecie po 1945 roku. Do tego doliczyć trzeba dzisiaj, również sprzeczne z prawem międzynarodowym, ataki np. na irańskie stacje odsalania wody. Jednocześnie wydatki na wojsko i tajne służby spychają Stany Zjednoczone na skraj finansowej ruiny. Ale jak wyglądałaby nasza planeta, gdyby USA wycofały się z wszystkich krajów? Czy Izrael, zdany tylko na siebie, zdołałby przetrwać? Jaki wpływ miałyby wzmocnione Chiny? I kto powstrzymałby dyktatorskie reżimy, np. Władimira Putina?

Historycy tacy jak prof. Niall Ferguson są przekonani, że świat potrzebuje światowego żandarma. Wydaje się jednak, że Stany Zjednoczone coraz bardziej odchodzą od swojej tradycyjnej roli. Niedawno wystąpiły nie tylko z 66 organizacji międzynarodowych, prezydent Trump zagroził również wycofaniem wojsk z Niemiec, Hiszpanii i Włoch. Gdyby jego kraj całkowicie opuścił NATO, opisany na początku scenariusz mógłby stać się rzeczywistością: USA przestałyby pełnić rolę supermocarstwa. W takim przypadku zadanie utrzymywania globalnego porządku przypadłoby w jeszcze szerszym zakresie społeczności międzynarodowej. Większość ekspertów wymienia przy tym coraz częściej jedną nazwę: Europa. ■

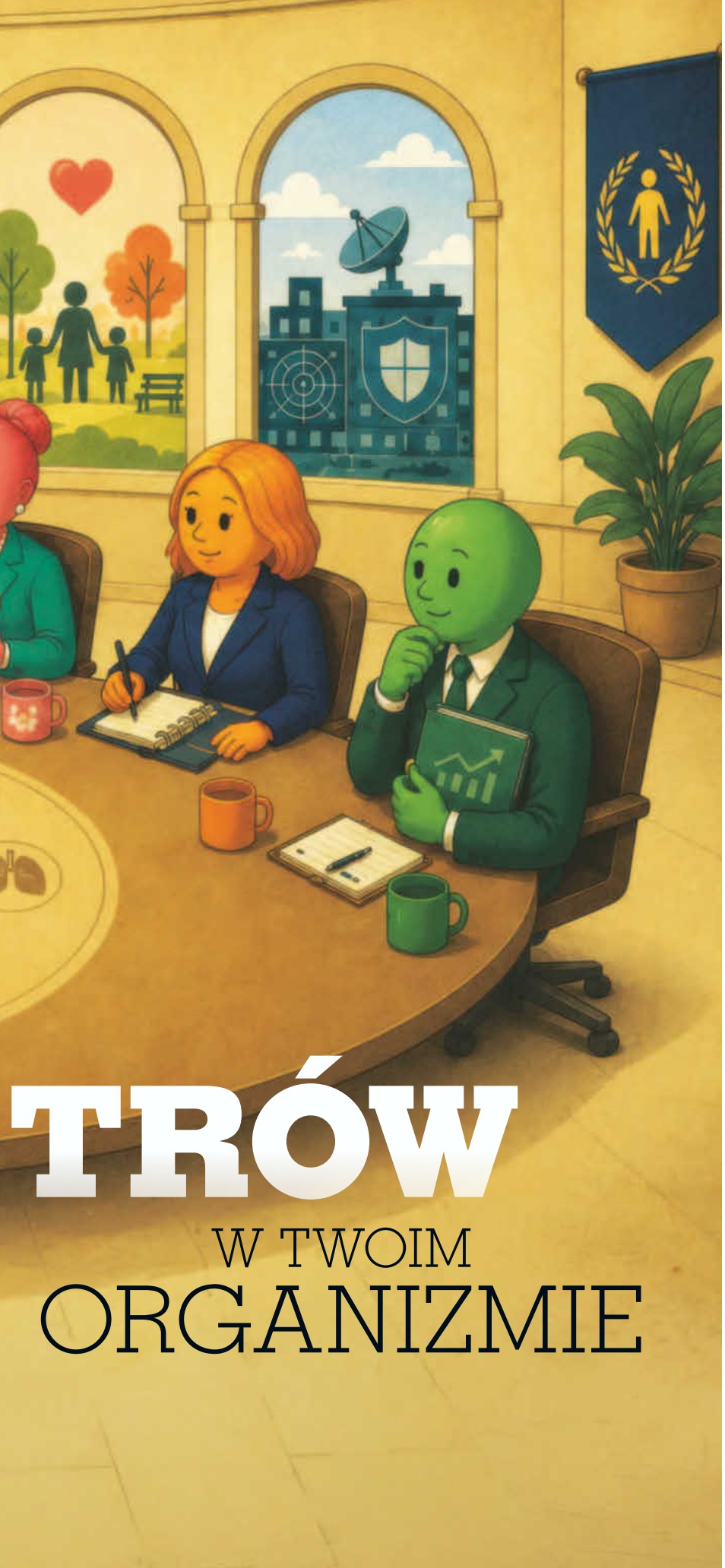
WARTO PRZECZYTAĆ

O tym, jak Amerykanie od lat wykorzystują religię do uzasadniania udziału w wojnach na całym globie, przeczytasz w temacie numeru najnowszego wydania Świata Wiedzy Historia.

ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock (5); Newscom World/Imago; Archiv Gerstenberg/Ullstein bild/BEW (2); AKG-Images/East News (2); Shutterstock; Wikimedia Commons (5); Statista

RADA MINIS

Kto właściwie podejmuje decyzje w ludzkim ciele? Dlaczego czasami jesteśmy pełni energii, a chwilę później całkowicie wyczerpani? Za tym wszystkim kryje się złożony system, w którym nasze hormony i inne molekuły sygnałowe współpracują ze sobą niczym ministrowie w sprawnie działającym rządzie. Niektóre dodają nam psychicznej energii, inne hamują pobudzenie, a jeszcze inne interweniują w nagłych przypadkach – dopiero ich współdziałanie pozwala nam zachować równowagę.



TRÓW W TWOIM ORGANIZMIE

Jest siódma rano. Wiktor powoli otwiera oczy, ale w jego organizmie dzień zaczął się już wcześniej. Minister finansów kortyzol jako pierwszy zabiera głos. – *Zatwierdzenie budżetu* – ogłasza rzeczowo. – *Zaczynamy dzień. Mobilizujemy energię. Podnosimy poziom cukru we krwi. Uruchamiamy systemy*. Serce Wiktora zaczyna bić szybciej. Temperatura jego ciała rośnie. Zaspany mężczyzna rozgląda się po pokoju, a ministra zdrowia melatonina zbiera swoje dokumenty, wzdychając. – *Moja zmiana dobiegła końca. Procesy naprawcze zostały przeprowadzone. Przekazuję obowiązki*.

CZY **DOPAMINA** ZAANGAŻUJE SIĘ W TEN PROJEKT?

W trakcie śniadania Wiktor jeszcze raz przegląda slajdy prezentacji, które ma przedstawić dzisiaj w pracy podczas ważnego wystąpienia. Dopamina, ministra gospodarki, wietrzy dla siebie szansę: – *Wspaniała okazja! Jeśli prezentacja się uda, szef będzie pod wrażeniem. A wtedy awans jest już na wyciągnięcie ręki!* Wiktor zaczyna wyobrażać sobie ten scenariusz. Gdyby awansował, otworzyłoby się przed nim mnóstwo nowych możliwości. – *Inwestuję! Przekonuje mnie potencjalny zysk* – oznajmia dopamina i aktywuje ośrodek nagrody w mózgu Wiktora. Jego serce nagle zaczyna bić szybciej, a on czuje, jak fala motywacji przepływa przez całe ciało. Ponownie skupia się na slajdach. Serotonina, ministra spraw wewnętrznych, podnosi jednak ostrzegawczo rękę: – *Tylko bez nadmiernych inwestycji w spekulacyjne przedsięwzięcia! To może szybko przynieść odwrotny skutek*. Dopamina uśmiecha się przewrotnie: – *Bez ryzyka nie ma wzrostu*. – *A bez stabilności nie ma państwa* – ripostuje spokojnie serotonina. >

PEŁEN SUKCES CZY MARNOTRAWSTWO ZASOBÓW?

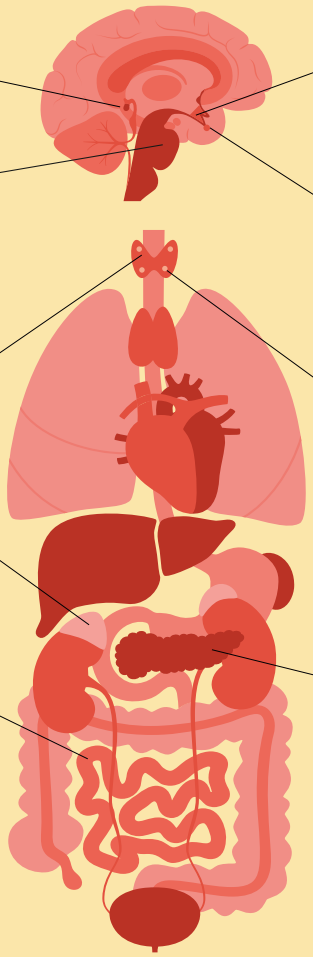
Tuż przed dziewiątą Wiktor pojawia się w sali konferencyjnej. Dziesięć par oczu spogląda na niego wyczekująco. – *Wykryto potencjalne zagrożenie: ocena przełożonych. Uruchamiamy zasoby!* – oświadcza stanowczo ministra obrony adrenalina. Natychmiast przyspiesza tętno i zwiększa częstotliwość oddechów oraz kieruje krew do mięśni. Serce Wiktora nagle zaczyna bić jak szalone, a jego oddech staje się coraz szybszy. Kortyzol kiwa głową na znak zgody. – *Zatwierdzono krótkoterminowe uwolnienie zasobów.* – *Wstrzymać działania nieistotne dla przetrwania!* – dodaje jeszcze adrenalina. Produkcja śliny zostaje ograniczona, w ustach Wiktora robi się sucho. Głos zabiera serotonina: – *Z umiarem, jeśli mogę prosić. Chcemy efektywności, a nie paniki. Poza tym potrzebujemy rezerw na resztę dnia* – podkreśla z naciskiem. – *No dobrze, już dobrze, będę się hamował* – ustępuje niechętnie kortyzol, podczas gdy układ współczulny stopniowo zmniejsza sygnał alarmowy wysyłany do rdzenia nadnerczy. Przed rozpoczęciem prezentacji do dyskusji włącza się jeszcze dopamina: – *On da radę! Zobaczycie, jakie wrażenie zrobi na swoim szefie. Awans ma praktycznie w kieszeni*. Wiktor bierze głęboki oddech. Jego zdenerwowanie miesza się z dreszczem ekscytacji, ale już po kilkunastu minutach w sali konferencyjnej rozlegają się brawa. Ogarniętej entuzjazmem ministry gospodarki nie da się już powstrzymać: – *A nie mówiłam!* Dopamina błyskawicznie zwołuje swoich współpracowników, aby godnie uczcić sukces Wiktora.

KORTYZOL NIE ZNA LITOŚCI

Po pełnym wrażeń dniu pracy Wiktor szuka odprężenia w sporcie. Za trzy miesiące ma przecież zamiar wystartować w maratonie. Kiedy

GDZIE POWSTAJĄ HORMONY?

Naukowcy przypuszczają, że liczba hormonów i innych substancji przekaźnikowych w ludzkim organizmie mocno przekracza 1000. Ponad 50 najlepiej poznanych z nich należy do tzw. układu hormonalnego, który steruje procesami niezbędnymi do życia – takimi jak wzrost, sen, metabolizm i rozmnażanie. Poniższa grafika pokazuje, gdzie znajdują się najważniejsze ośrodki produkcji tych substancji.



SZYSZYNKA
Wytwarza melatoninę i pomaga organizmowi odróżniać dzień od nocy. Współdecyduje o tym, kiedy w organizmie „gasną światła".

ŚRÓDMÓZGOWIE
Wytwarza większość dopaminy i wpływa na motywację oraz funkcjonowanie układu nagrody. To właśnie tutaj powstają molekuły zaangażowane w generowanie ambicji, chęci do działania i poczucia sukcesu.

TARCZYCA
Wytwarza hormony tarczycowe T4 i T3. To one regulują, jakie geny ulegają uaktywnieniu w komórkach ciała oraz ile energii zużywa organizm.

NADNERCZA
W części ich zewnętrznej warstwy, czyli kory nadnerczy, wytwarzany jest kortyzol. W ich wnętrzu natomiast, w rdzeniu nadnerczy, powstają adrenalina i noradrenalina – dwa najważniejsze hormony alarmowe organizmu.

JELITO
Wytwarza około 90 procent serotoniny obecnej w organizmie; serotonina ta działa głównie obwodowo, a na nastrój może wpływać pośrednio poprzez złożoną komunikację osi jelito–mózg, m.in. z udziałem nerwu błędnego.

JAJNIKI
Hormony – estrogen i progesteron – regulują cykl menstruacyjny i płodność, a także kształtują żeńskie cechy płciowe.

PODWZGÓRZE
Wytwarza m.in. oksytocynę i reguluje uczucie głodu, pragnienia, sen oraz temperaturę ciała. Jako najważniejsze centrum sterujące układu hormonalnego poprzez przysadkę mózgową kieruje pracą wielu innych gruczołów dokrewnych.

PRZYSADKA MÓZGOWA
Wytwarza hormony wzrostu i wykonuje polecenia podwzgórza, produkując hormony sygnałowe, które aktywują inne gruczoły.

PRZYTARCZYCE
Wytwarzają parathormon i regulują gospodarkę wapniową organizmu. Zapewniają prawidłowe funkcjonowanie kości, mięśni i nerwów.

TRZUSTKA
Produkuje insulinę i glukagon. Hormony te regulują poziom cukru we krwi oraz metabolizm.

JĄDRA
Wytwarzają głównie testosteron, który wpływa na rozwój męskich cech płciowych i kontroluje produkcję plemników.

KIEROWNICTWO **„RESORTÓW" ORGANIZMU**

Jest ich o wiele więcej niż ministrów w jakimkolwiek ludzkim rządzie, jednak działają jak zgrany gabinet polityczny. Każdego dnia wykonują mnóstwo zadań związanych z metabolizmem: jak dostarczyć energii psychicznej, zwalczyć stres, wywołać senność lub pobudzić motywację? Aby to wszystko działało, hormony i inne molekuły sygnałowe współpracują ze sobą niczym członkowie rządu. Każdy z nich ma własne zadania i priorytety. Oto najważniejsi z najważniejszych członków tej osobliwej „rady ministrów".

DOPAMINA – MINISTRA GOSPODARKI

Jest motorem napędowym państwa. Gdy cele zostaną osiągnięte lub niewiele do tego brakuje, aktywuje ośrodek nagrody w mózgu. Ten hormon odpowiadający za motywację dba o realizację planów i osiąganie postępów. Ale uwaga: zbyt duża ilość dopaminy może prowadzić do ryzykownych zachowań i przeceniania własnych możliwości.

ADRENALINA (ORAZ NORADRENALINA) – MINISTRA OBRONY

Odpowiada za sytuacje kryzysowe. W ciągu kilku sekund wprowadza organizm w stan gotowości do działania: przyspiesza tętno i oddech, zapewniając dopływ energii do mięśni. Dzięki temu pozwala błyskawicznie reagować na stres lub zagrożenie. Ten stan najwyższej mobilizacji może jednak trwać tylko przez bardzo krótki czas – na dłuższą metę doprowadziłby do śmierci organizmu.

MELATONINA – MINISTRA ZDROWIA

Reguluje rytm snu i czuwania. Ten hormon snu informuje organizm o nastaniu nocy, co wraz z uczuciem zmęczenia zapoczątkowuje kluczową fazę odpoczynku i regeneracji. Jego produkcja rozpoczyna się wraz z nadejściem zmierzchu, osiągając szczyt w nocy.

OKSYTOCYNA – MINISTRA RODZINY I SPOŁECZEŃSTWA

Wzmacnia pozytywne, ale i negatywne emocje ludzkich więzi rodzinnych, wewnątrzgrupowych i międzygrupowych. Ten tak zwany „hormon miłości" może więc być także „hormonem wojny", zwiększając np. agresję między rywalami. Jest uwalniany m.in. podczas kontaktu fizycznego między członkami grupy społecznej i rodzinnej, na przykład gdy ludzie się przytulają lub gdy matka karmi piersią swoje dziecko. Jego wydzielanie może zmniejszać napięcie. W kontaktach pozytywnych spowalnia tętno i częstotliwość oddechu, łagodzi stres oraz uśmierza ból.

SEROTONINA – MINISTRA SPRAW WEWNĘTRZNYCH

Zapewnia porządek i stabilność wewnętrzną. Wpływa na nastrój, ogólne samopoczucie i hamuje wahania emocjonalne. Jako przeciwwaga dla dopaminy zapobiega między innymi skrajnym wahaniom poziomu pobudzenia i przywraca równowagę w organizmie. Produkcję tej substancji nazywanej popularnie i nie do końca słusznie „hormonem szczęścia" szczególnie stymulują ruch i światło słoneczne.

KORTYZOL – MINISTER FINANSÓW

Zapewnia dostawę energii podczas długotrwałego obciążenia. Sięga do rezerw i dostarcza organizmowi jej dodatkowych zasobów wtedy, gdy są one potrzebne. Ten hormon stresu odgrywa ważną rolę również rano, wspomagając budzenie. Problem pojawia się, kiedy kortyzol trwale czerpie z zasobów organizmu, na przykład z powodu ciągłej presji na osiąganie wyników lub stresu w pracy. Długotrwały, patologiczny stres (tak zwany dystres) wpływa destrukcyjnie m.in. na jakość snu i układ odpornościowy.

zaczyna biec, serotonina uśmiecha się szeroko: – *Tak jest dobrze. Panuje absolutna stabilność. Nigdzie nie widać żadnych zaburzeń równowagi*. A kiedy jeszcze zza chmur wyłania się słońce, ministra spraw wewnętrznych zaczyna klaskać: – *Brawo! To właśnie nazywam sprawnie funkcjonującym państwem*. Wiktor doświadcza nagłego uczucia euforii, ustępują lęki i ból. To wpływ endokannabinoidów. Po ponad godzinie biegu zauważa jednak, że jego siły się wyczerpują. Mięśnie błyskawicznie zużywają dostępne rezerwy energii. Nogi już nie chcą współpracować, tempo biegu spada. – *Hej!* – krzyczy kortyzol, podskakując. – *Tak nie można! Jak on ma przebiec maraton, skoro już teraz się poddaje*? Wiktor zbiera się w sobie, podczas gdy kortyzol robi wszystko, co w jego mocy, by „wysupłać" ostatnie zasoby. Mężczyzna kończy trening. – *Teraz, aby jego siła mięśni i wytrzymałość się poprawiły, wymagana jest regeneracja* – decyduje serotonina.

DZIEŃ W PAŃSTWIE WIKTOR DOBIEGA KOŃCA

Wieczorem Wiktor rozmawia przez telefon ze swoją dziewczyną. Z radością opowiada Hani o udanym wystąpieniu w pracy. – *Możesz być z siebie dumny. Gratuluję!* – mówi Hania do słuchawki. – *Nareszcie!* – wzdycha z ulgą ministra rodziny, oksytocyna. – *Myślałam już, że w ogóle nie będę miała okazji zadziałać*. Z uśmiechem zadowolenia zwraca się do kortyzolu: – *Ciebie nie będziemy już dzisiaj potrzebować*. Wiktor czuje, jak uchodzi z niego całe napięcie tego dnia. Jego serce zwalnia, a ciało ogarnia uczucie odprężenia. – *Nie chcę być marudna, ale czy wyglądaliście na zewnątrz*? – szepcze melatonina, wychodząc z najdalszego kąta. – *Robi się ciemno, zaraz zaczynam swoją zmianę*. Dominację w organizmie przejmuje układ przywspółczulny, więc mężczyzna, ziewając, kładzie się do łóżka. Zamyka oczy. Po chwili spowolnieniu ulega jego oddech i obniża się temperatura ciała. W państwie Wiktor gasną światła. ■

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Łukasz Paśko, Uniwersytet Wrocławski
ILUSTRACJE: mat. redakcyjne/AI (7); Adobe Stock

MROCZNE OBLICZE PLAŻ

WOJOWNICZE PLEMIĘ

Sentinel Północny jest wyspą w archipelagu Andamanów i znajduje się pod jurysdykcją Indii. Dżunglę oraz otaczającą ją plażę zamieszkują Sentinelczycy, którzy nie tolerują obcych na swoim terytorium.

NAJPIĘKNIEJSZYCH ŚWIATA

Palmy, biały piasek, krystalicznie czysta woda: na pierwszy rzut oka te plaże przypominają prawdziwy raj. A jednak za sielską scenerią kryją się niebezpieczeństwa, których lekceważenie już setki turystów przypłaciły życiem...

SENTINEL PÓŁNOCNY, INDIE

Wybór jest prosty: izolacja lub śmierć

Wiecznie zieloną dżunglę porastającą Sentinel Północny dzieli od turkusowych wód Morza Andamańskiego zaledwie kilka metrów. Położona w Zatoce Bengalskiej wyspa jest niemal w całości otoczona rajską, piaszczystą plażą. Nie tylko oddziela ona od siebie dwa żywioły, wodę i bujną zieleń, ale stanowi także granicę między teraźniejszością a przeszłością. Ten, kto ją przekroczy, ryzykuje życiem – jak przed ośmiu laty Amerykanin John Chau...

Mimo że rząd indyjski ustanowił w 1996 roku wyspę wraz z pasem wód przybrzeżnych obszarem zamkniętym i surowo zabronił tam wstępu, to 27-letni Chau postanowił przekupić rybaków, by zabrali go na ten skrawek lądu. Był misjonarzem i przyświecał mu zbożny cel: nawrócenie zamieszkujących go Sentinelczyków na wiarę chrześcijańską. Rdzenni mieszkańcy wyspy do dziś pozostają jednym z nielicznych plemion stroniących od kontaktu ze światem. I wielokrotnie dawali do zrozumienia, co sądzą o przybyszach. W XIX wieku zaatakowali załogę żaglowca, który osiadł na rafie. W 1896 roku więźnia, który zdołał uciec ze statku i przedostał się na ląd, ekipa poszukiwawcza odnalazła z poderżniętym gardłem. Nawet były belgijski król Leopold III został przywitany gradem strzał, gdy w 1975 roku pojawił się w pobliżu wyspy. W 2006 roku zginęło na Sentinelu Północnym dwóch rybaków.

– *Nazywam się John. Kocham was, Jezus też was kocha* – miał ponoć zawołać Chau na powitanie do mieszkańców, wpływając do laguny. Odpowiedź tubylców była szybka: ledwie intruz stanął na plaży, został zabity i zakopany w piasku. Jego zwłok nigdy nie wydobyto. Nie bez przyczyny. Zakaz wchodzenia na wyspę wprowadzono nie tylko z powodu morderczych zapędów jej mieszkańców, lecz również w celu ich ochrony. Sentinelczycy nie mają odporności na wiele chorób zakaźnych, więc ryzyko, że w przypadku infekcji wymarłoby całe plemię, jest ogromne.

Ale nawet groźni mieszkańcy tego skrawka lądu muszą się poddać jednemu ze współczesnych obowiązków, mianowicie nakazanemu przez prawo spisowi powszechnemu co dziesięć lat. Przybywający w tym celu urzędnicy rozkładają na plaży żywność i z bezpiecznej odległości obserwują, ile osób wychodzi z dżungli. Dane są oczywiście mocno szacunkowe, a wynika z nich, że populacja wynosi ok. 50 osób.

LODOWATA PUŁAPKA
Na plaży Reynisfjara na południowym wybrzeżu Islandii turyści podziwiają wyjątkowe formacje bazaltowe. I tylko niewielu zwraca uwagę na fale Atlantyku, które w ciągu kilku sekund mogą zalać całą plażę.

REYNISFJARA, ISLANDIA

Przybywa znikąd i porywa wszystko

Soczyście zielone łąki, strome skały wulkaniczne, czarny piasek – widok plaży Reynisfjara na południowym wybrzeżu Islandii zapiera dech w piersiach i przyciąga co roku ponad pół miliona turystów. Szczególną popularnością cieszy się jaskinia Hálsanefshellir na wschodnim skraju plaży, przed którą wznoszą się szare kolumny bazaltowe. Wspinają się na nie setki ludzi dziennie tylko po to, aby zrobić sobie selfie do relacji na Instagramie. Wielu nie zwraca przy tym uwagi na morze za plecami i nie zdaje sobie sprawy z jego nieprzewidywalnej siły...

Pomimo wielkich znaków ostrzegawczych na plaży Reynisfjara mnóstwo osób podchodzi niebezpiecznie blisko oceanu. Przez większość czasu ciemna, gładka woda stoi niemal nieruchomo i nie wygląda groźnie, dlatego rodzice często pozwalają dzieciom na zabawę na brzegu. Nie wiedzą jednak, że od czasu do czasu, w niedających się przewidzieć interwałach, bez stałego wzorca i sygnałów ostrzegawczych powstają tu tzw. zdradliwe fale (ang. sneaker waves). Wysokie na kilka metrów, należą do najniebezpieczniejszych zjawisk przyrodniczych na świecie i tworzą się w ciągu kilku sekund tuż przed bazaltowymi kolumnami. Następnie z potężną siłą uderzają w plażę, przetaczają się po niej i zabierają wszystko, co nie jest solidnie umocowane w gruncie.

Niemal nigdzie indziej fale nie są szybsze i groźniejsze niż tutaj. Na przykład w sierpniu ubiegłego roku jedna z nich porwała dziewięcioletnią dziewczynkę z Niemiec i wciągnęła ją w głąb morza. Rodzice oraz inni turyści mogli jedynie bezradnie patrzeć, jak dziecko znika w kipieli. To już szósta ofiara śmiertelna w ciągu ostatniej dekady. Ponadto co roku dziesiątki osób unikają śmierci o włos, uratowani w ostatniej chwili.

Od czasu wspomnianej tragedii jaskinia Hálsanefshellir i kolumny bazaltowe są niedostępne dla zwiedzających w przypadku najwyższego poziomu zagrożenia – nad tablicą informacyjną są zawieszone lampy ostrzegawcze: zielona, żółta i czerwona.

CAPE TRIBULATION BEACH, AUSTRALIA

Plaża samobójców

Turkusowa woda pluska delikatnie o drobnopiaszczysty brzeg plaży na Cape Tribulation w północno-wschodniej Australii. Palmy zapewniają odrobinę cienia, a temperatura wody wynosi 28°C. Jednak nawet przy najlepszej pogodzie (czyli prawie codziennie) nie widać tu ani jednej osoby kąpiącej się w oceanie. Być może to przez widoczne w wodzie kłody o długości nawet siedmiu metrów, które dryfują w tropikalnej zatoce oraz w pobliskiej rzece Daintree. Wystarczy bowiem przyjrzeć się dokładniej, by stwierdzić, że nie są to bynajmniej pnie drzew, lecz największe szczytowe drapieżniki występujące na tym kontynencie – krokodyle różańcowe, nazywane potocznie przez miejscowych „salties". W ostatnich dekadach te prehistoryczne gady zabiły w Australii dziesiątki ludzi. Na Cape Tribulation stanowią one jednak tylko najoczywistsze śmiertelne zagrożenie spośród wielu innych...

Przed dwoma laty portal pogodowy weather.com uznał plażę Cape Tribulation za najniebezpieczniejszą na świecie, częściowo właśnie z powodu krokodyli. Ale w przybrzeżnych wodach pływają również tysiące meduz: os morskich oraz irukandji. Choć są niepozorne, przezroczyste i przez to ledwie widoczne, to jad jednego osobnika jest w stanie zabić człowieka. Ponadto wody patrolowane są przez żarłacze tępogłowe, a także tygrysie. Może więc da się chociaż zrelaksować na ciepłym piasku z widokiem na ocean? Niekoniecznie, jest to bowiem terytorium kazuarów: ptaków lądowych, które dorastają nawet do dwóch metrów wysokości. Dysponują mocnym dziobem oraz potężnymi, ostrymi pazurami – i gustują w przywożonym przez turystów prowiancie. A gdyby tak poszukać spokoju w lesie, który dodatkowo zapewnia cień? Owszem, można, ale trzeba uważnie patrzeć, gdzie się stawia kroki. W tutejszych zaroślach pełzają trzy z dziesięciu najjadowitszych węży na świecie. A niektóre gatunki nie muszą się nawet ruszać, by stanowić zagrożenie dla człowieka. Na tablicach informacyjnych widnieją ostrzeżenia nie tylko przed krokodylami, meduzami i rekinami, lecz również przed parzącą rośliną *Dendrocnide moroides*. Dotknięcie jej postrzępionych liści wywołuje bardzo silny i długotrwały ból. Krótko mówiąc: najbezpieczniejszym sposobem, aby nacieszyć się widokiem Cape Tribulation, jest oglądanie plaży z łodzi.

MALI I WIELCY ZABÓJCY

Podczas gdy zamieszkujące te wody krokodyle różańcowe (zdj. górne) zaliczają się do największych drapieżników na świecie, to dużo mniejsze osy morskie (zdj. dolne) są nie mniej niebezpieczne. Wystarczy krótki kontakt z tym wysoce toksycznym parzydełkowcem, aby w ciągu kilku godzin doprowadzić do śmierci dorosłej osoby.

PLAYA ZIPOLITE, MEKSYK

Siła, która pokona nawet najlepszych pływaków

Po południu, kiedy słońce zmierza powoli w stronę horyzontu, nad złocistym piaskiem pojawia się lekka bryza, a uprawiający jogę zasiadają przed drewnianymi chatami. Plaża Zipolite na pacyficznym wybrzeżu meksykańskiego stanu Oaxaca staje się wtedy miejscem idealnym, jak z pocztówki. Od kilkudziesięciu lat jest mekką naturystów i oazą hipisów. Jednak jej nazwa w języku miejscowego ludu Zapoteków znaczy tyle co „plaża umarłych" – wystarczy to usłyszeć, aby wyobrażenie o spokoju i relaksie natychmiast prysło. Co więcej, miejsce to w pełni zasługuje na swoje miano...

Wszystko odbywa się niemal bezgłośnie. Okrzyki przerażenia i wezwania pomocy giną w huku fal. Zażywający kąpieli goście Playa Zipolite raz po raz trafiają na prądy wsteczne, które występują tuż przy plaży – niemal niewidoczne i tak silne, że nawet doświadczeni pływacy nie zawsze sobie z nimi radzą i są ściągani na pełne morze. Do tego dochodzą prądy wirowe, z którymi nie wygra nikt. W konsekwencji pływacy toną z wyczerpania pośród wysokich fal.

Meksykańska plaża pochłania co roku kilka ofiar śmiertelnych, w okresach szczytowej popularności liczba ta sięgała nawet 50 osób rocznie. Dopiero kilkanaście lat temu znacznie podniesiono liczebność i jakość wyposażenia tutejszego oddziału ratowników – obecnie dysponują już na przykład skuterem wodnym. Mimo to nie są w stanie obserwować plaży przez całą dobę. Morskie wody przy Playa Zipolite wciąż zbierają więc zabójcze żniwo.

NIEWIDOCZNY WIR
Plaża Zipolite cieszy się szczególną popularnością wśród fanów naturyzmu i jogi, ale mało który z nich decyduje się na kąpiel. Występują tu zbyt silne prądy wsteczne i wiry. Nawet doskonali pływacy nie mają szans w starciu z prądem, który wciąga ich na otwarte morze.

NEW SMYRNA BEACH, FLORYDA

Raj dla surferów – i rekinów...

Matthew Bender był w swoim żywiole. Świeciło słońce, woda była ciepła, pierwsze fale okazały się idealne. Wiosłował na desce w kierunku kolejnych grzbietów. Nagle w prawym ramieniu poczuł przeszywający ból. – *Miałem wrażenie, że moja ręka znalazła się w żelaznym potrzasku. Woda natychmiast zabarwiła się na czerwono, a jakiś czarny cień szarpał mnie za skórę* – wspominał 40-letni wówczas surfer. Od razu zdał sobie sprawę, że padł ofiarą ataku rekina i teraz liczy się każda sekunda. Leżąc na desce, udało mu się ostatkiem sił dopłynąć do plaży, gdzie pospieszyli mu z pomocą ratownicy. Szybko przetransportowano go do szpitala i dzięki natychmiastowej operacji lekarzom udało się uratować jego prawe ramię.

Ktoś mógłby pomyśleć, że Matthew Bender miał niewiarygodnego pecha, ponieważ nawet ryzyko rażenia piorunem jest znacznie wyższe niż trafienia w paszczę rekina. W tej statystyce jest pewien haczyk: sprawdza się niemal na całym świecie, tylko nie na New Smyrna Beach, światowej niechlubnej rekordzistce, jeśli idzie o ataki tych potężnych drapieżników.

Od lat 80. XX wieku w wodach przed tą szeroką, długą na 27 kilometrów plażą na Florydzie odnotowano ich już ponad 300 i wciąż dochodzi do 5–10 takich zdarzeń rocznie. Dla porównania: w 2025 roku organizacja International Shark Attack File udokumentowała łącznie przy wszystkich plażach świata 65 niesprowokowanych ataków ze strony tych morskich łowców. Dlaczego więc New Smyrna Beach jest dla nich tak atrakcyjna?

Nie przyciągają ich wcale surferzy, tylko to, co dzieje się pod powierzchnią wody. W pobliżu znajduje się laguna Indian River zamieszkana przez ponad 2200 gatunków zwierząt. Na bogate w składniki odżywcze wody przed plażą przypływają regularnie ławice makreli, które dla rekinów stanowią coś w rodzaju szwedzkiego stołu. To dlatego setki żarłaczy czarnopłetwych i tępogłowych patrolują przybrzeżne wody, czasami zapuszczają się tu nawet żarłacze białe i tygrysie. Matthew Bender do dziś nie wie, jakiego gatunku był rekin, który go zaatakował. Cieszy się jednak, że, jak to najczęściej bywa w takich sytuacjach, napastnik szybko się zorientował, że pomylił surfera z rybą. Jednak nie zawsze tak się dzieje...

MIĘDZY MYŚLIWYMI I ZDOBYCZĄ

New Smyrna Beach to jedna z najpopularniejszych plaż surfingowych na Florydzie. Problem w tym, że idealne warunki panują tu także pod wodą: ogromne ławice ryb przyciągają setki rekinów, które czasami mylą swój naturalny pokarm z surferem.

ZDJĘCIA: Adobe Stock (6); Addictive Stock Creatives, Findlay, Dinodia Photos, Panther Media, MediaWorldImages/Alamy/BEW (5); Moritz Wolf/Forum; Google Earth; Gautam Singh/East News; Newscom/Imago

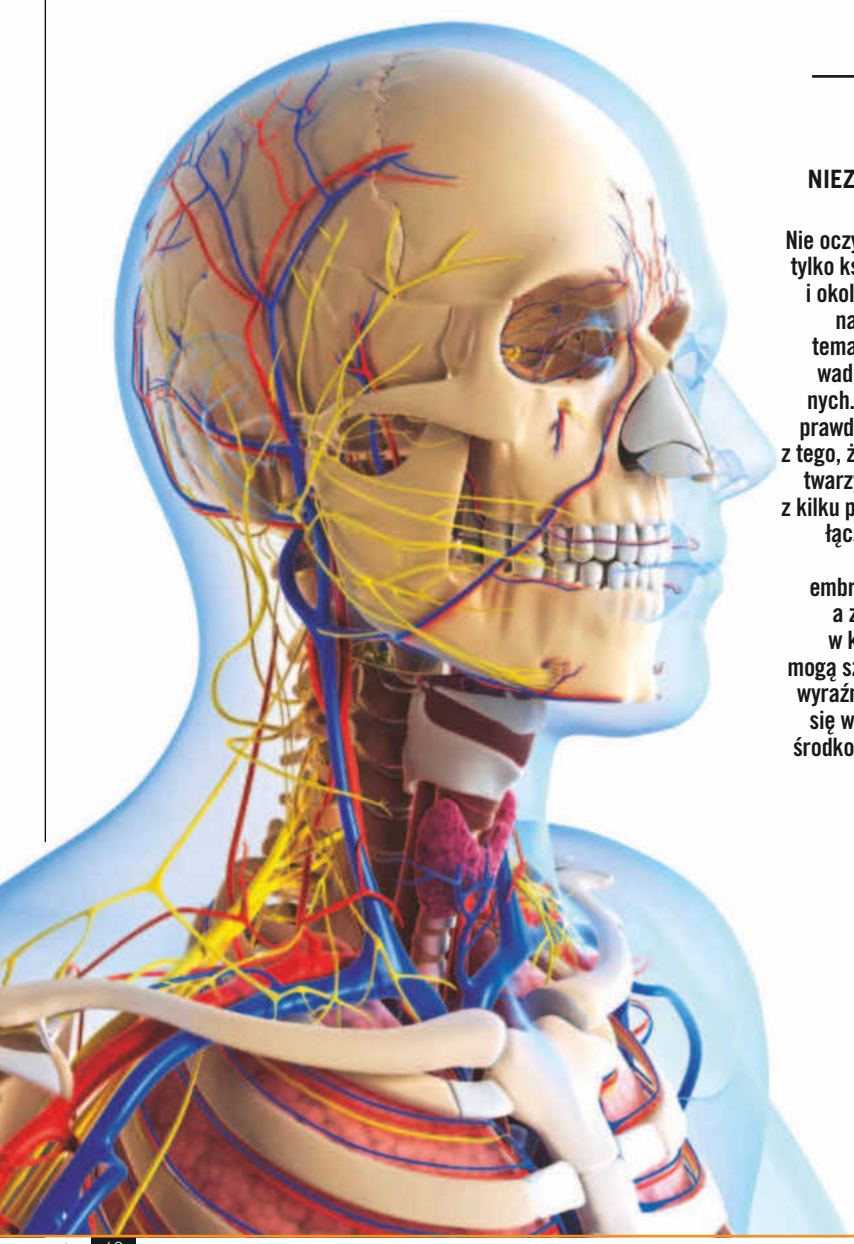
GŁĘBOKIE SPOJRZENIE

Już kilkadziesiąt milisekund wystarczy, by nasza intuicja zaczęła działać. Informacje wzrokowe rejestrujemy często nieświadomie – po prostu widzimy, jak ktoś się czuje, mimo że nie zawsze potrafilibyśmy opisać, co na to wskazuje. Szczególnie w przypadku osób dobrze nam znanych zmiany wręcz rzucają się w oczy. Na tym bazuje jedno z narzędzi AI, które jest w stanie rozpoznać nawet niepozorne, choć typowe modyfikacje wyglądu i na ich podstawie pomóc w diagnozowaniu chorób.

PRAWDZIWY FACEBOOK: CO MOŻNA WYCZYTAĆ Z TWOJEJ TWARZY?

W ułamku sekundy dostrzegamy na twarzy czyjś nastrój, sposób odżywiania czy nałogi. Teraz naukowcy z pomocą narzędzi sztucznej inteligencji próbują wykorzystać ludzkie oblicze do diagnozowania chorób!

Anna mówi powoli, często mamrocze. Czterolatka jest mniejsza niż większość jej rówieśników. Czy to zwykłe opóźnienie rozwoju? A może jednak coś więcej? Te pytania zadają sobie nie tylko rodzice dziewczynki, ale i jej pediatra. Podczas wizyty lekarz sięga po telefon, robi zdjęcie twarzy dziecka i po chwili otrzymuje wskazówkę: zespół Floating-Harbor, rzadka choroba genetyczna – liczba znanych przypadków nie przekracza 150. Nawet wśród medyków słyszeli o niej tylko specjaliści. Dla Anny to szczęście w nieszczęściu: zamiast tracić miesiące lub lata na żmudną diagnostykę lekarze mogą jej pomóc już teraz, dzięki temu, że posiadają klucz do analizy ogromnego nośnika danych: naszych twarzy...



NIEZAWODNY NOS

Nie oczy, nie usta, tylko kształt nosa i okolic zdradza najwięcej na temat ukrytych wad genetycznych. Wynika to prawdopodobnie z tego, że ta część twarzy powstaje z kilku precyzyjnie łączących się struktur embrionalnych, a zaburzenia w kodzie DNA mogą szczególnie wyraźnie odbijać się w wyglądzie środkowej części twarzy.

JAKIM WSPÓLNYM KODEM POSŁUGUJĄ SIĘ TWARZ I MÓZG?

Tak zwane choroby rzadkie właściwie wcale nie są rzadkie, skoro cierpi na nie około 30 milionów osób w Europie, czyli 4% jej populacji. Problem w tym, że znamy ich ponad 6000. Z którą z nich mamy do czynienia w konkretnym przypadku? – *Celem jest rozpoznawanie schorzeń we wczesnym stadium i wdrażanie odpowiedniego leczenia* – wyjaśnia prof. Peter Krawitz z Instytutu Statystyki Genomu i Bioinformatyki przy Klinice Uniwersyteckiej w Bonn. Przyczyną ok. 70% chorób rzadkich są zmiany genetyczne, które upośledzają określone funkcje organizmu. Co interesujące, te błędy w DNA często znajdują odbicie także w obliczach osób nimi dotkniętych. Dlaczego? – *Po pierwsze, w porównaniu z innymi zwierzętami twarz u ludzi to bardzo zróżnicowana struktura* – tłumaczy naukowiec. – *Po drugie, mózg i elementy twarzy w stadium embrionalnym powstają ze wspólnych komórek prekursorowych.*

Mutacje DNA odpowiadają na przykład za charakterystyczny kształt brwi, nasady nosa lub policzków. – *Twarz stanowi więc punkt wyjścia* – mówi dr Tzung-Chien Hsieh z zespołu badawczego kierowanego przez prof. Krawitza. – *Na jej podstawie można z dużym prawdopodobieństwem wytypować konkretną chorobę.* To zadanie realizuje narzędzie oparte na AI, wytrenowane na tysiącach przypadków i zdjęć. System analizuje nawet bardzo subtelne, trudne do uchwycenia wzorce,

„TWARZ DOSTARCZA KILKAKROTNIE WIĘCEJ INFORMACJI NIŻ JAKAKOLWIEK INNA CZĘŚĆ CIAŁA"

prof. Peter Krawitz, bioinformatyk

identyfikuje podobieństwa i przyporządkowuje je do konkretnych schorzeń, wskazując jednocześnie stopień wiarygodności diagnozy. Żadna inna metoda nie pozwala na postawienie takiego rozpoznania bez ingerencji we wnętrze organizmu w ten czy inny sposób.

CZY PARADUJEMY **Z OTWARTĄ TECZKĄ OSOBOWĄ?**

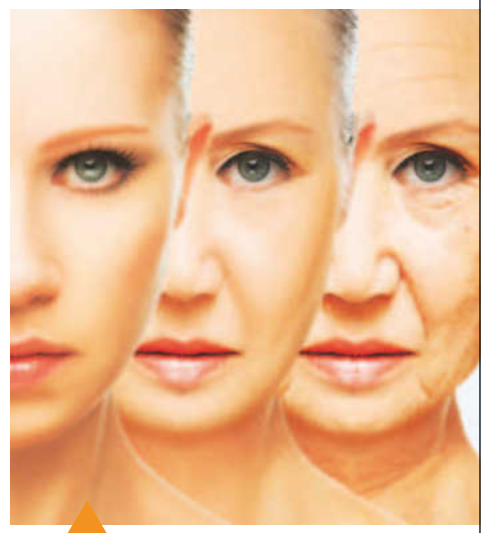
Twarz to gigantyczne źródło danych, które zdradza na nasz temat więcej, niż sądzimy. Dzięki niej rozpoznają nas inni ludzie, nasz telefon i kamery przemysłowe. Platformy takie jak Amazon czy Affectiva oferują odczytywanie najgłębszych emocji ze zdjęć użytkowników. Twarz dokumentuje tryb życia i zmiany fizyczne w typowy sposób, dzięki czemu można z niej wyczytać np. niedożywienie. Z tego powodu nawet laicy, patrząc na jednojajowe bliźnięta, potrafią rozpoznać ślady, jakie pozostawiło kilka lat palenia papierosów na obliczu jednego z nich. Tylko dlaczego tak łatwo zdradza nas akurat twarz, która prawie zawsze jest odsłonięta?

Otóż różni się ona od reszty ciała pod wieloma względami. Oplata ją nadzwyczaj gęsta sieć nerwowa, odbierająca informacje z receptorów (np. bólu lub temperatury) i sterująca ok. 40 mięśniami. Poruszają one nie tylko kośćmi, ale i skórą – co czyni ten obszar wyjątkowym w skali całego organizmu. Temu bezpośredniemu połączeniu zawdzięczamy mimikę, składającą się z 3000 wariantów, oraz mikroekspresje, czyli minimalne, trwające ułamki sekundy drgnięcia.

Wiele stanów fizjologicznych, takich jak stres bądź wysiłek, objawia się między nasadą włosów a czubkiem brody, np. w formie oblewającego nas zimnego potu, kształtu zmarszczek lub cieni pod oczami. Według tradycyjnej medycyny chińskiej dane partie twarzy są przyporządkowane określonym organom wewnętrznym, choć medycyna akademicka nie znalazła na to dowodów.

W Polsce od dwóch do czterech procent dzieci przychodzi na świat z dużą wrodzoną wadą rozwojową – spora część z nich powstaje w wyniku czynników genetycznych. Czteroletnia Anna ma się lepiej dzięki odpowiedniemu leczeniu. W przyszłości diagnoza na podstawie zdjęcia zrobionego telefonem ma szansę stać się standardem w pediatrii. Od około pierwszego roku życia taka fotografia może być wiarygodnym źródłem informacji. To badanie zajmuje zaledwie kilka sekund, a jest w stanie podarować chorym lata życia... ■

Profesor Peter Krawitz studiował medycynę i fizykę, a w 2017 roku założył Instytut Statystyki Genomu i Bioinformatyki przy Klinice Uniwersyteckiej w Bonn. Skupia się między innymi na odczytywaniu ukrytych w twarzy informacji za pomocą sztucznej inteligencji.



Czy zdjęcie może być biomarkerem w leczeniu raka?

Naukowcy z Uniwersytetu Harvarda wykonali badania, do których włączyli 2000 pacjentów leczonych na różne odmiany nowotworów. Osobom tym wykonano fotografie twarzy, które przeanalizowano potem przy użyciu sztucznej inteligencji w wybranym odstępie czasu. Wynik? Ci z pacjentów, którzy wyglądali młodziej, niż byli w rzeczywistości, mieli lepsze rokowania, jeśli idzie o przeżywalność. Najgorzej sytuacja przedstawiała się w grupie osób, których twarze były „starsze" o co najmniej 10 lat od swego nominalnego wieku.

GDZIE NA TWARZY

ODBIJAJĄ SIĘ ZŁE PRZYZWYCZAJENIA?

To najgęściej „okablowana" i ukrwiona oraz najbardziej ruchliwa część ludzkiego ciała. Na naszej twarzy jak nigdzie indziej odbija się to, co dzieje się w organizmie. Na tej rozkładówce wyjaśniamy ślady wskazujące na własne, a czasem cudze czyny...

1 MIEJSKIE PLAMY

Życie w mieście postarza: pyły, których źródłem są głównie piece grzewcze i ruch drogowy, osiadają na skórze, zwiększając pigmentację i stres oksydacyjny. Ten z kolei, szczególnie przy współudziale promieniowania UV, sprzyja powstawaniu plam starczych. Mieszkańcy miast mają nawet 20 procent więcej takich hiperpigmentacji na twarzy.

2 MARKERY ŻYWIENIA

Spożywanie dużych ilości cukru i białej mąki (czyli żywności o wysokim indeksie glikemicznym), a u niektórych także mleka krowiego odbija się w tzw. strefie T: na czole, nosie i brodzie. Te artykuły spożywcze wywołują szybki wzrost stężenia glukozy w krwi i stąd również zwiększony wyrzut insuliny, co przekłada się na podwyższenie poziomu testosteronu. On z kolei powoduje wzmożoną produkcję łoju (sebum) i rogowacenie naskórka, a w efekcie stany zapalne objawiające się wypryskami i zaskórnikami. Ich częstym miejscem jest twarz, ponieważ znajduje się tu sporo gruczołów łojowych połączonych z mieszkami włosowymi.

3 ZŁOŻONE PRZYCZYNY

Za pośrednictwem czerwonych plam, krostek i widocznych naczynek na nosie oraz po jego obu stronach objawia się trądzik różowaty. Ten częsty stan zapalny skóry twarzy ma wiele przyczyn, wśród nich zbyt wysoką albo niską temperaturę otoczenia, alkohol i ostre jedzenie oraz kosmetyki lub słońce. Także bulwiasty nos, zwany nosem alkoholika, może wskazywać na to schorzenie.

około 40

MIĘŚNI

to tzw. mięśnie mimiczne. Służą do poruszania strukturami twarzy. W innych częściach ciała mięśnie przenoszą swoją siłę głównie za pośrednictwem ścięgien na kości, jednak w obrębie twarzy są przyczepione bezpośrednio do skóry. Tylko w tym miejscu możemy aktywnie i celowo poruszać skórą w pożądanym kierunku.

1

7

4

4 BEZLITOSNA GRAWITACJA

Ten sam proces, któremu podlegają kobiece piersi, dotyczy także policzków: wiek, słońce i niedobory substancji odżywczych osłabiają tkankę łączną, wskutek czego rysy twarzy opadają, a oblicze robi się bardziej kwadratowe. Skórze brakuje głównie kolagenu, który odpowiada również za stabilność kości i stawów. W organizmie jest go kilka kilogramów. Firmy sprzedające kolagen do picia (często wytwarzany z odpadów z ubojni, np. kurzych łap) obiecują uzupełnienie ubytków, lecz produkty tego typu zawierają zbyt mało tej substancji – a i ta niewielka ilość wcale nie trafia prosto do skóry.

5 OKNO DO WNĘTRZA

Skóra na górnej powiece i wokół oczu ma zaledwie pół milimetra grubości. To najcieńsze jej partie na całym ciele i właśnie z tego powodu pozwalają zajrzeć do wnętrza organizmu niczym przez szybę: niedobór snu, stres oraz nadciśnienie tętnicze zabarwia je na ciemny kolor, co wynika z tworzenia zastoin żylnych, a czasem także ze zbyt niskiej podaży płynów czy żelaza oraz zaburzeń pigmentacji. Gdy ciało walczy np. z alergią albo infekcją, skóra pod oczami puchnie.

4

6 ZDRADZIECKA RYNIENKA

Rynienka podnosowa to miejsce, w którym w życiu płodowym zrastają się obie połowy twarzy. Prawie niewidoczna rynienka w połączeniu z wąską górną wargą może wskazywać np. na spożywanie alkoholu przez matkę w czasie ciąży.

7 BRUZDY OBCIĄŻENIOWE

O tym, w których partiach twarzy powstają zmarszczki, po części decyduje nastawienie do życia. Mimika powoduje stałe zgniatanie skóry, która ostatecznie już się w pełni nie rozprostowuje. Tak zwane zmarszczki mimiczne (od śmiechu pojawiają się w okolicach ust i oczu, od gniewu – brwi i czoła) odzwierciedlają typowe zachowanie danego człowieka przez lata. Pionowe bruzdy wokół ust palaczy to skutek częstego robienie „dziubka" w trakcie zaciągania się i wydmuchiwania dymu.

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Łukasz Paśko, Uniwersytet Wrocławski
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock (3);Sciepro/Gallo Images; mat. pras.

TAJEMNICE CZARNEGO BETONU

30
miliardów ton

betonu produkuje się każdego roku na całym świecie. Ponieważ jednak ten materiał budowlany charakteryzuje się wyjątkowo niekorzystnym bilansem środowiskowym, naukowcy chcą radykalnie ograniczyć zapotrzebowanie na niego.

45
miliardów litrów

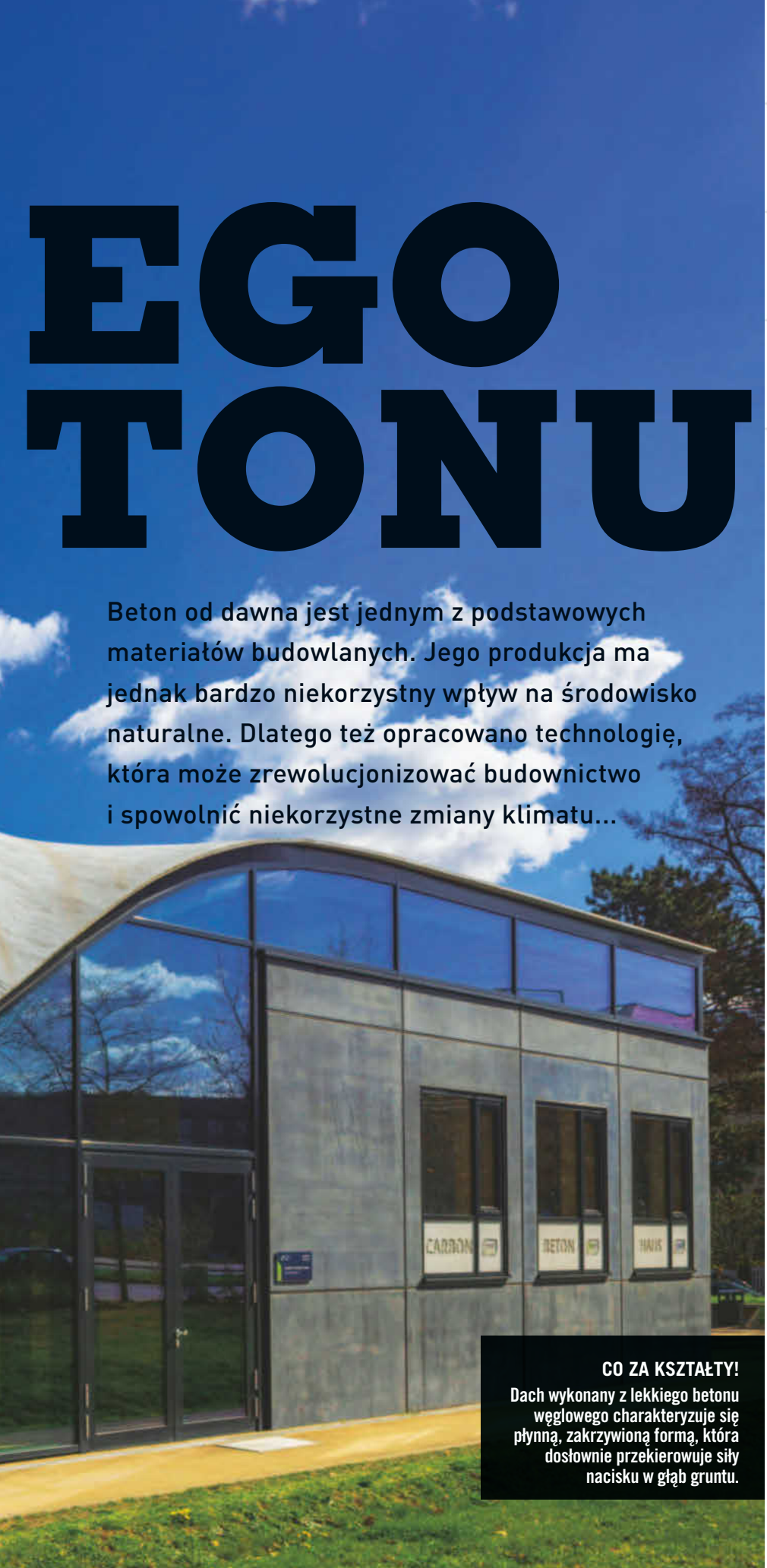
czystej wody słodkiej zużywa się globalnie każdego dnia do produkcji betonu. Daje to 526 000 litrów na sekundę.

1450
stopni Celsiusza

potrzeba do wypalenia cementu z wapienia. W trakcie tego procesu z minerału uwalniają się znaczne ilości dwutlenku węgla.

JEGO TONU

Beton od dawna jest jednym z podstawowych materiałów budowlanych. Jego produkcja ma jednak bardzo niekorzystny wpływ na środowisko naturalne. Dlatego też opracowano technologię, która może zrewolucjonizować budownictwo i spowolnić niekorzystne zmiany klimatu...

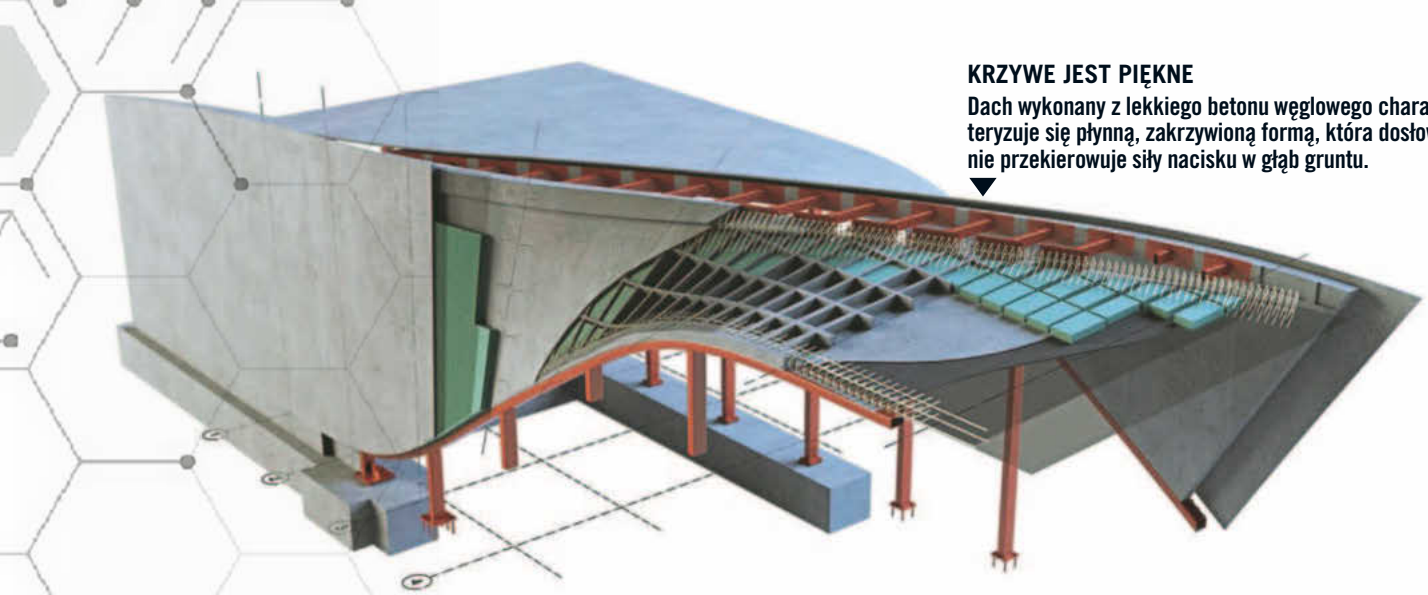


CO ZA KSZTAŁTY!
Dach wykonany z lekkiego betonu węglowego charakteryzuje się płynną, zakrzywioną formą, która dosłownie przekierowuje siły nacisku w głąb gruntu.

Jeśli pominąć wodę, beton jest najczęściej wykorzystywanym przez człowieka zasobem na Ziemi – znacznie wyprzedza pod tym względem ropę naftową, drewno, stal, tworzywa sztuczne czy węgiel. Naukowcy szacują, że od początku rewolucji przemysłowej do dziś ludzkość wykorzystała w budownictwie około 900 miliardów ton betonu. Taka ilość wystarczyłaby nie tylko do odtworzenia asteroidy Chicxulub, która 66 milionów lat temu przyczyniła się do wyginięcia dinozaurów, lecz także do pokrycia całej Polski warstwą o grubości około 1,2 metra. To naprawdę imponujące. I równie problematyczne. Beton jest bowiem zabójcą klimatu...

PROBLEM Z „PŁYNNYM KAMIENIEM"

Największym problemem związanym z betonem jest cement pełniący funkcję spoiwa. Gdyby światowy przemysł cementowy był państwem, zajmowałby trzecie miejsce wśród największych emitentów dwutlenku węgla. Aż 7–8 procent globalnych emisji CO_2 pochodzi właśnie z produkcji cementu, kluczowego składnika betonu. To trzykrotnie więcej, niż emituje rocznie światowy sektor lotniczy. Winę za ten stan rzeczy ponosi niezwykle energochłonny proces wytwarzania. Aby powstał cement, surowiec wapienny trafia do ogromnych, powoli obracających się pieców, gdzie w zależności od technologii przebywa od kilkudziesięciu minut do paru godzin. >



KRZYWE JEST PIĘKNE
Dach wykonany z lekkiego betonu węglowego charakteryzuje się płynną, zakrzywioną formą, która dosłownie przekierowuje siły nacisku w głąb gruntu.

CZYM JEST ŚCIANA WARSTWOWA?

W nowoczesnych budynkach z betonu zbrojonego najczęściej stosuje się ściany dwuwarstwowe (każda warstwa ma od 15 do 20 cm), rozdzielone izolacją o grubości około 15 cm. W przypadku ścian CUBE zastosowano dwie cienkie, czterocentymetrowe powłoki z betonu węglowego, między którymi umieszczono izolację oraz warstwę betonu wypełniającego, uzyskując ścianę zewnętrzną o łącznej grubości 27 cm.

„To właśnie przyszłość budownictwa. Ten nowy, lekki materiał budowlany przesuwa granice tego, **co możliwe, i zapoczątkuje transformację w kierunku budownictwa ekologicznego"**

prof. MANFRED CURBACH, dyrektor instytutu na Uniwersytecie Technicznym w Dreźnie oraz główny inicjator projektu CUBE

Podgrzewany jest tam do temperatury sięgającej 1450°C (dla porównania: rozżarzona lawa wulkaniczna ma temperaturę od 700 do 1200°C). Aby ją osiągnąć, cementownie spalają węgiel, gaz, odpady, osady ściekowe oraz zużyte opony samochodowe. A nie jest to jedyny problem. Zaspokojenie zapotrzebowania na beton wymaga bowiem niemal dziewięciu procent słodkiej wody pobieranej na całym świecie na potrzeby przemysłu. Aż 16,6 biliona litrów rocznie zapewnia wytrzymałość i trwałość betonu. To ilość, która mogłaby także pokryć globalny popyt na wodę pitną przez niemal dwa lata.

BETONOWA REWOLUCJA

Jednak nawet piasek wykorzystywany do produkcji betonu stanowi problem. Pustynie nie wchodzą w grę jako oczywiste źródło surowca, ponieważ występujące tam ziarna piasku są zeszlifowane przez wiatr i zbyt okrągłe. Aby zaspokoić ogromne zapotrzebowanie na ponad 50 miliardów ton piasku, żwiru i kruszyw budowlanych rocznie, na całym świecie wydobywa się je z zatok, jezior, koryt rzek, plaż, a nawet całych wysp – często bez względu na konsekwencje dla środowiska. Z uwagi na ogromny popyt na ten surowiec powstała wręcz swoista mafia, która dzięki nielegalnemu wydobyciu i sprzedaży piasku osiąga roczne obroty sięgające 350 miliardów dolarów. Bardziej dochodowe są jedynie handel narkotykami i podrabianie produktów.

Wkrótce jednak wszystko to może odejść w przeszłość. Naukowcy z Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie opracowali bowiem metodę, która nie tylko pozwala ograniczyć zużycie surowców i emisje związane z produkcją – „czarny beton" może również zrewolucjonizować budownictwo przyszłości pod zupełnie innym względem.

Nowoczesne budowle nie składają się wyłącznie z betonu, lecz także z metalowego zbrojenia. Właśnie tutaj zaczyna się rewolucja „płynnego kamienia". Z punktu widzenia statyki nie jest bowiem konieczne

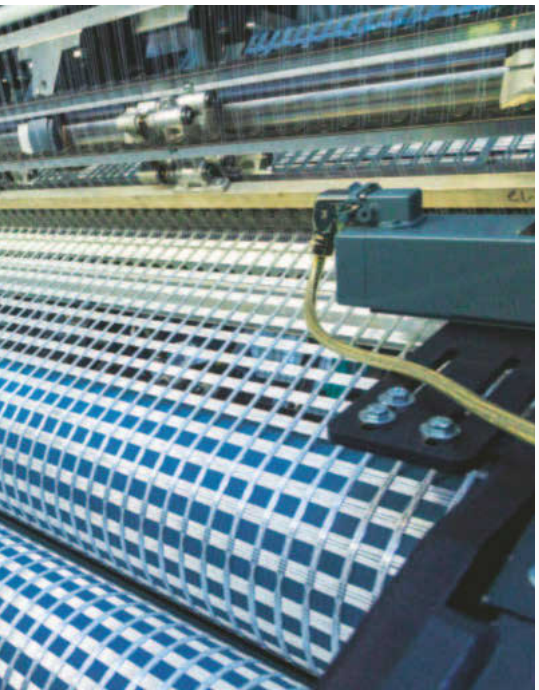
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Sylvio Dittrich/Imago (2); Adobe Stock; Iurii Vakaliuk; TU Dresden

otaczanie betonem o grubości kilkunastu centymetrów stalowych siatek znajdujących się w ścianach. W rzeczywistości ta otoczka służy przede wszystkim jako zabezpieczenie antykorozyjne, chroniące przed powstawaniem rdzy. Zespół z Drezna pod kierownictwem profesorów Manfreda Curbacha i Chokriego Cherifa usunął zatem stal z betonu zbrojonego i zastąpił ją kilkoma warstwami ultralekkich, tekstylnych mat. Ten czarny materiał kompozytowy, oparty na włóknach węglowych, ma czterokrotnie mniejszą gęstość niż stal i może osiągać sześciokrotnie większą wytrzymałość na rozciąganie. Co więcej, nie rdzewieje!

Na obrzeżach kampusu Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie stoi tak zwany CUBE. Jest to pierwszy na świecie budynek wzniesiony z betonu węglowego. Ponieważ węgiel nie ulega korozji, zastosowane w ścianach maty węglowe nie wymagają ochrony przed rdzą. Dzięki temu warstwa betonu otaczająca elementy węglowe może zostać zredukowana. W przypadku drezdeńskiego CUBE pojedyncze powłoki z betonu węglowego mają zaledwie cztery centymetry grubości, a cała smukła ściana zewnętrzna ma przekrój 27 centymetrów. Ponieważ cienkie ściany znacząco zmniejszają ciężar konstrukcji, budynek z włókna węglowego, taki jak CUBE, wymaga również znacznie lżejszego fundamentu – betonowego, oczywiście! Podsumowując, ta metoda budowania ma w przyszłości pozwolić na ograniczenie zużycia betonu w konstrukcjach nośnych nawet o 80%. To z kolei może zmniejszyć ślad węglowy o 70% oraz znacząco ograniczyć zużycie wody. A to jeszcze nie wszystko...

MNIEJ ZNACZY WIĘCEJ

Beton węglowy (mała kostka) jest nie tylko wydajniejszy niż tradycyjny beton zbrojony (duża kostka), lecz także bardziej przyjazny dla klimatu i środowiska. Dodatkowo pozwala ograniczyć zużycie materiału nawet o 80 procent.



ZAAWANSOWANY TECHNOLOGICZNIE WALEC

Za pomocą osnowowej maszyny dziewiarskiej luźne włókna węglowe są zszywane w niezwykle wytrzymałą matę.

PRZYSZŁOŚĆ BUDOWNICTWA

Możliwości architektoniczne, jakie mogłoby przynieść upowszechnienie się „czarnego betonu", są ogromne. Dzięki swojej tekstylnej strukturze i lekkości beton wzmocniony włóknem węglowym umożliwia tworzenie śmiałych, a nawet sprawiających wrażenie unoszących się w powietrzu złożonych konstrukcji. Era budownictwa z betonu zbrojonego, opartego głównie na kątach prostych, zostałaby zastąpiona znacznie bardziej kreatywnym podejściem w projektowaniu i wykonaniu. Ponadto lekkość betonu węglowego mogłaby pomóc w rozwiązaniu problemu chronicznego niedoboru przestrzeni w dużych miastach. Dotychczas bowiem ze względów konstrukcyjnych niemożliwe było nadbudowywanie kolejnych kondygnacji wielu starszych budynków. Teraz natomiast można byłoby dodać dwa lub trzy ultralekkie piętra. Mogłyby one być nie tylko znacznie bardziej kreatywne pod względem architektonicznym niż dotychczas. Dzięki cienkim ścianom z betonu węglowego oferowałyby również większą powierzchnię użytkową niż te wznoszone z wykorzystaniem tradycyjnego betonu zbrojonego. Zmniejszyłyby się także koszty i czas budowy, ponieważ transport oraz montaż lekkich elementów z betonu węglowego wymagałyby mniejszej liczby ciężarówek i ciężkich dźwigów wieżowych. Jest jeszcze jedna zaleta: węgiel przewodzi prąd. W przyszłości czarne włókna węglowe w ścianach mogłyby pełnić na przykład funkcję ogrzewania na podczerwień, ponieważ opór elektryczny węgla przekształca energię elektryczną w ciepło. Jak, jeśli nie w ten sposób, mogłaby wyglądać przyszłość budownictwa? ■

WOJNA ŚWIATOWA CZYNGIS-CHANA

Po trwającej 20 lat wojnie o dominację na stepie Czyngis-chan zjednoczył w 1206 roku wszystkie mongolskie plemiona pod swoim sztandarem – i rozpoczął kampanię przeciwko każdemu z „ludów pod niebem". Na pierwszy ogień poszły Chiny i Azja Środkowa, następnie armia mongolska ruszyła na Persję. W kolejnych dekadach jego następcy zaatakowali chrześcijańską Europę.

MO

CZY NGOŁOWIE STWORZYLI NOWOCZESNĄ EUROPĘ?

Podbijali państwa i ludy, tworząc na dwóch kontynentach największe lądowe imperium w dziejach. Czy byli tylko niszczycielską siłą? A może przyspieszyli postęp cywilizacyjny dawnej Europy? Przybliżamy dzieje mongolskich najeźdźców, bez których zapewne na dłużej utknęlibyśmy w mrokach średniowiecza...

Po przejściu mongolskiej nawałnicy pozostały nie tylko dymy i zgliszcza; zakończyła ona również dotychczasowy porządek. To do niedawna mało znany aspekt historii inwazji tego koczowniczego ludu, którą zazwyczaj sprowadza się wyłącznie do przemocy i zniszczeń. Choć konflikty z nimi pochłonęły prawdopodobnie jedną dziesiątą ówczesnej globalnej populacji, to przy okazji mongolska machina wojenna przyniosła Europie nowe wzorce techniczne i kulturowe, otwierając ją na nowożytność. Jak do tego doszło?

CZŁOWIEK Z ŻELAZA

Według legendy zaczęło się w 1162 roku nad brzegiem rzeki Onon od chłopca, który najpierw zmienił siebie – a następnie cały świat. Miał na imię Temudżyn, co oznacza „kowal" i wywodzi się od mongolskiego słowa określającego żelazo. Kiedy miał dziewięć lat, jego ojciec i przywódca klanu Bordżigin zginął z rąk wrogich Tatarów, którzy podstępnie go otruli. Klan, zamiast pomóc osieroconemu Temudżynowi, wykluczył go ze swoich szeregów i porzucił pośrodku zimnego stepu wraz z matką i sześciorgiem rodzeństwa. W praktyce równało się to z wyrokiem śmierci.

Osamotniona rodzina przez wiele lat walczyła o przetrwanie na pustkowiu, żywiąc się korzonkami, myszami i rybami. Głód oraz trudne warunki zahartowały ducha w chłopcu, zasiewając w nim ziarno chłodnej kalkulacji i bezwzględnego porządku. Te cechy okazały się kluczowe 30 lat później, gdy Temudżyn został najpotężniejszym władcą na świecie – i to one zapewniły mu tytuł, który do dziś budzi grozę w wielu miejscach Eurazji: Czyngis-chan.

Powszechnym błędem jest przekonanie, że mongolską inwazją na Europę w XIII wieku dowodził Czyngis-chan, ponieważ Władca Oceaniczny, jak brzmi jedno ze znaczeń tego tytułu, nie żył już od dziesięciu lat, gdy w środku mroźnej zimy 1237 roku potężna armia ze stepów dotarła do wschodnich rubieży naszego kontynentu. Sam Czyngis-chan nigdy nie stanął na europejskiej ziemi, mimo że to właśnie on był architektem tej wyprawy. Ustanowił też pięć filarów, na których opierało się imperium mongolskie. Zrewolucjonizował strukturę armii i zbudował międzykontynentalną sieć informacyjną. >

Powołał państwową biurokrację, wprowadził zasadę równych szans oraz stworzył porządek prawny dla 100 milionów ludzi. Jak udało mu się tego dokonać?

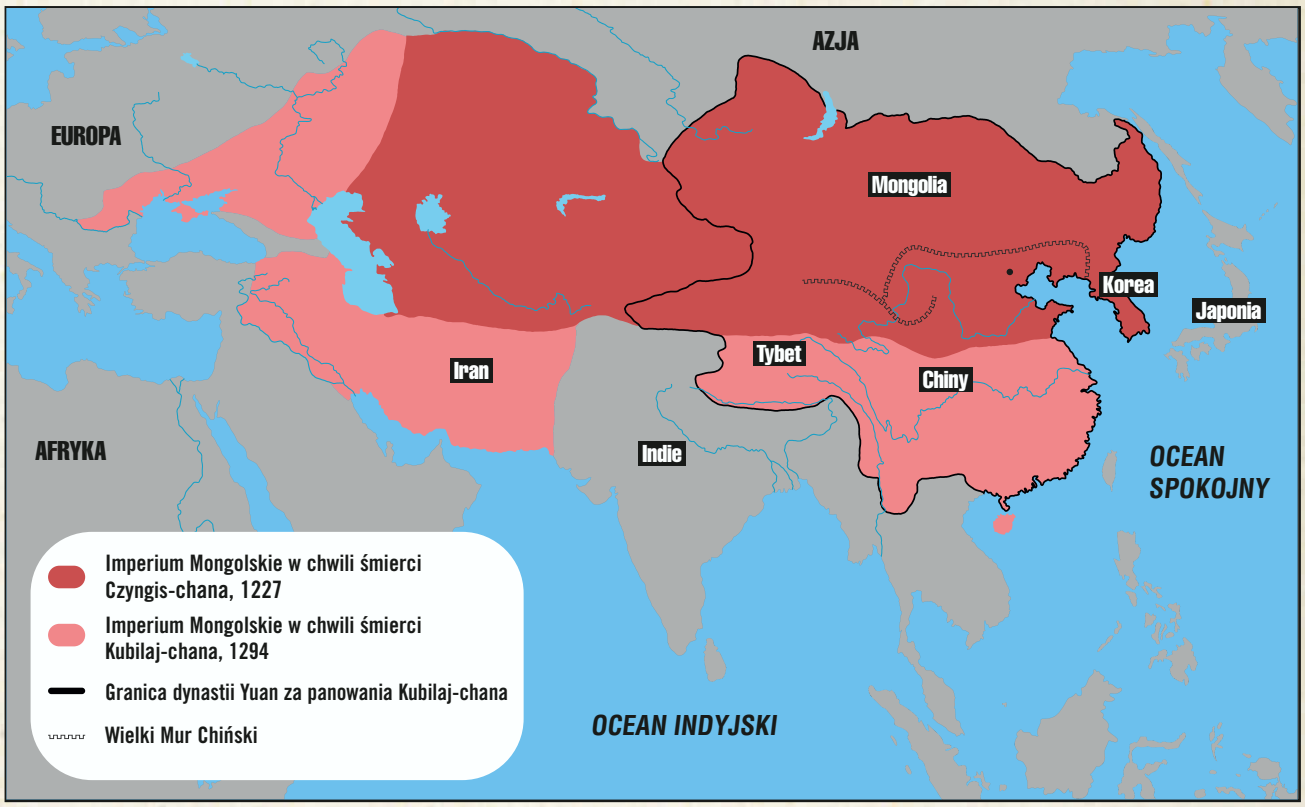
Pierwszym filarem imperium była bez wątpienia najnowocześniejsza i największa w tamtych czasach armia. O jej potędze świadczy fakt, że w ciągu 25 lat zdobyła więcej terytoriów niż Cesarstwo Rzymskie przez cztery wieki! Było to możliwe wyłącznie dzięki doskonale funkcjonującym oddziałom. Plan ich organizacji był autorstwa Czyngis-chana i polegał na wprowadzeniu ścisłej struktury dziesiętnej: najmniejsza jednostka liczyła 10 wojowników (arban), a kolejne – 100 (zuun), 1000 (minghan) oraz 10 000 (tümen). Znacznie ułatwiało to tworzenie formacji bojowych, optymalizowało łańcuch dowodzenia oraz logistykę.

Czyngis-chan wprowadził też nowy kluczowy element do mongolskich podbojów, który dziś nazwalibyśmy wojną hybrydową. Standardowym zabiegiem było na przykład wzbijanie tumanów kurzu, by zataić liczebność armii. Z kolei inne działania, takie jak pustoszenie miast czy wznoszenie piramid z odciętych głów, służyły wojownikom ze stepu do propagandy i wzbudzania strachu wśród wrogów. Dzięki gęstej sieci szpiegów

1 CZYNGIS-CHAN WÓDZ

Czyngis-chan (1162–1227) własnymi siłami wspiął się z pozycji wygnańca do rangi najpotężniejszego władcy świata. Posłuszni jego rozkazom Mongołowie podbili znaczne obszary Eurazji i zaprowadzili w gigantycznym imperium nowy porządek. Przywódca, który uchodził za uosobienie dyscypliny i człowieka o analitycznym umyśle, szerzył nie tylko przemoc, ale także przyczynił się do transferu nieznanej dotąd wiedzy oraz rewolucyjnych wynalazków z Chin czy Persji. Jego panowanie charakteryzowała zarówno brutalność, nawet wobec kobiet i dzieci, jak i tolerancja religijna oraz etniczna.

Czyngis-chan, którego 800. rocznica śmierci przypadnie w 2027 roku, stworzył najskuteczniejszą machinę bojową wszech czasów, podporządkował sobie wszystkie mongolskie plemiona, Cesarstwo Zachodnie Xia, zdobył stolicę Jin, Zhongdu, czyli dzisiejszy Pekin, podbił chanat Kara Kitajów oraz tajemnicze Imperium Chorezmijskie. Do Europy natomiast nigdy nie dotarł.



NAJWIĘKSZE IMPERIUM W HISTORII

Mongolskie imperium osiągnęło najrozleglejsze rozmiary w 1279 roku (na mapie: obszar zaznaczony na czerwono; kolor ciemnoczerwony pokazuje podboje do śmierci Czyngis-chana w 1227 roku). W tym czasie pod panowaniem wielkiego chana żyło szacunkowo 100–110 milionów ludzi posługujących się ponad 100 różnymi językami – co stanowiło około jednej czwartej ówczesnej światowej populacji. Imperium zajmowało 23 miliony kilometrów kwadratowych terenów, czyli prawie 75 razy więcej, niż wynosi obecna powierzchnia Polski.

celowo rozpowszechniali wieści o swoich krwawych czynach, wyolbrzymiając własne okrucieństwo, aby zła sława ich wyprzedzała – i dusiła każdy opór w zarodku.

Psychologiczne sztuczki stosowali również na polu bitwy, gdzie – inaczej niż hałaśliwe armie z Europy, które krzykiem usiłowały onieśmielić przeciwnika – Mongołowie zachowywali złowrogą ciszę. Rozkazy były przekazywane za pomocą flag sygnałowych oraz świszczących strzał. I właśnie ta niepokojąca umiejętność koczowników, polegająca na atakowaniu nawet w dużych formacjach bez wydawania ludzkich dźwięków, sprawiała, że często jawili się wrogom jako przybysze z piekieł. Określano ich Tatarami (od nazwy jednego z mongolskich plemion) i wiązano z Tartarem, czyli najmroczniejszą częścią krain umarłych w greckich wierzeniach.

BRUTALNA SZYBKOŚĆ

Oprócz wyrafinowanych metod psychologicznych stepowi zdobywcy dysponowali również najnowocześniejszą techniką oblężniczą. Ponieważ jako koczowniczy mieli niewielkie pojęcie o architekturze miast i murach obronnych, Czyngis-chan rozkazał włączyć do armii pojmanych jeńców – chińskich inżynierów wojskowych – aby wykorzystać ich wiedzę do konstrukcji nowatorskich trebuszy i katapult. Z arsenału Państwa Środka zaczerpnął także petardy i rakiety prochowe oraz bomby zapalające wypełnione naftą.

Inną kluczową cechą stepowych oddziałów, którą Czyngis-chan doprowadził do perfekcji, była ich mobilność. Każdy wojownik był zobowiązany do posiadania oprócz konia głównego od dwóch do pięciu zapasowych. Kiedy więc armie europejskich rycerzy były w stanie pokonać maksymalnie 40 kilometrów dziennie, Mongołowie przemierzali w tym samym czasie ponad 200 kilometrów. Szybkość operacyjna pozwalała poszczególnym oddziałom walczyć na kilku frontach jednocześnie i nękać psychicznie wroga, wykonując błyskawiczne manewry, niespodziewanie pojawiając się i znikając. >

2 UGEDEJ WIELKI CHAN

Czyngis-chan osobiście wyznaczył trzeciego syna, Ugedeja, na swojego następcę. Chociaż ojciec sprawował faktyczną władzę nad wszystkimi innymi chanami, to syn był pierwszym, który konsekwentnie używał tytułu wielkiego chana. W przeciwieństwie do ojca uważał, że musi w ten sposób umocnić i zamanifestować swoje roszczenia do władzy absolutnej. Ugedej kazał zbudować pierwszą stałą stolicę Mongołów i nazwał ją Karakorum (Czarne Kamienie). To wysłana przez niego armia wkroczyła w głąb Europy i stanęła u bram Wiednia. Jego śmierć w 1241 roku sprawiła, że najeźdźcy przerwali inwazję i powrócili do kraju, aby wybrać nowego wielkiego chana.

3 BATU-CHAN BURZYCIEL

Batu-chan był wnukiem Czyngis-chana i założycielem Złotej Ordy – potężnego państwa na zachodzie imperium mongolskiego. Był porywczym i niezwykle żądnym władzy człowiekiem, od 1237 roku snuł plany zrównania z ziemią całej Europy Wschodniej. W 1242 roku ustanowił Saraj w dolnym biegu Wołgi stolicą swojego chanatu. Dzięki znakomitemu położeniu strategicznemu miasto to szybko wyrosło na jedno z największych na świecie.

4 SUBEDEJ STRATEG

Uważany jest przez licznych ekspertów za jednego z najzdolniejszych i najskuteczniejszych wodzów w historii świata. Był synem kowala i nie wywodził się nawet z koczowniczego plemienia mongolskiego, lecz z leśnego ludu północy. Czyngis-chan mianował tego byłego strażnika namiotu najwyższym dowódcą swoich wojsk. Subedej podbił 32 ludy oraz plemiona i wygrał kilkadziesiąt wielkich bitew.

Dzięki większej liczbie koni mogły też zrezygnować z taboru zaopatrzeniowego, ciągnionego przez powolne woły.

Najpóźniej po 1206 roku, czyli po przyjęciu imienia Czyngis-chan przed kurułtajem (radą chanów mongolskich), doświadczony zdradą rodziny w dzieciństwie władca zniósł system awansu oparty na pokrewieństwie i pochodzeniu. Zastąpił go zasadą merytokracji – drugim filarem swojego imperium. Skończyło się dziedziczenie stopni oficerskich i faworyzowanie arystokracji. Wszyscy musieli zaczynać jako zwykli żołnierze i piąć się w górę czynami oraz lojalnością. Dowodzić mógł każdy, choćby pasterz.

Najlepszym przykładem był jeden z najwybitniejszych i najbardziej zaufanych dowódców Czyngis-chana, Subedej (zob. ramka na stronie obok), który przyszedł na świat jako syn kowala i nie miał nawet mongolskiego pochodzenia. Jeńcy też trafiali w tryby machiny państwa, przyczyniając się do sukcesu Czyngis-chana: chińscy inżynierowie wojskowi, muzułmańscy urzędnicy administracyjni czy perscy lekarze dzielili się swoją wiedzą. Mongołowie nie uznawali granic etnicznych czy religijnych. Ich najważniejsza zasada brzmiała: ten, kto się podporządkuje, zostanie zintegrowany ze społeczeństwem i otrzyma pełnię praw. Kto jednak będzie stawiał opór – umrze.

Trzecim filarem był Yam: rozciągająca się na tysiące kilometrów sieć komunikacyjno-zaopatrzeniowa, złożona głównie z konnych posłańców. Chcąc utrzymać kontrolę nad gigantycznym mocarstwem, które w okresie największej świetności było sześciokrotnie większe od Imperium Rzymskiego, Czyngis-chan stworzył sztafetowy system kurierski, rozwinięty potem przez jego następców. Operował on na obszarze od Węgier aż po chińskie wybrzeże Pacyfiku. Co 30–40 kilometrów, czyli w odległości, jaką koń może przebyć w kłusie i galopie, znajdowały się stacje zmiany wierzchowca. Kurierzy Yam byli elitarnymi żołnierzami, którzy mogli spędzić w siodle wiele dni. Nawet zmiany konia dokonywali, przeskakując z jednego grzbietu na drugi. >

SIŁA OGNIA

Na początku XIII wieku, gdy Czyngis-chan poprowadził swoją armię na północ Chin, Mongołowie nie wiedzieli, czym jest proch strzelniczy. Przekonali się o tym na własnej skórze, kiedy obrońcy zaczęli ciskać w nich zionącymi ogniem bambusowymi tyczkami i bombami odłamkowymi oraz zapalającymi. Temudżyn przejął od Chińczyków nową superbroń. Jego następcy zastosowali ją podczas wyprawy do Europy, gdzie budziła prawdziwy popłoch (na il. zdobycie Włodzimierza nad Klaźmą).

„JEŚLI SIĘ **BOISZ,** NIE RÓB TEGO. JEŚLI TO **ROBISZ,** NIE BÓJ SIĘ!"

Czyngis-chan

IMPERIUM

MONGOŁÓW

Około 1162: narodziny Temudżyna (późniejszego Czyngis-chana)

1206: zjednoczenie plemion mongolskich i przyjęcie przez Temudżyna imienia Czyngis-chan

1211–1235: wojna w północnych Chinach; 1215: zdobycie Pekinu

1219–1221: podbój Imperium Chorezmijskiego w Azji Centralnej

1223: pierwsza wielka wyprawa do Europy, zwycięstwo nad rzeką Kałką

1227: śmierć Czyngis-chana; podział imperium między jego synów

1236–1242: podboje Mongołów w Europie Wschodniej (pod wodzą Batu-chana i Subedeja)

1241: zwycięstwo Mongołów w bitwach na równinie Mohi (Węgry) i pod Legnicą (Polska)

1242: odwrót Mongołów z Węgier po śmierci wielkiego chana Ugedeja

1258: zdobycie Bagdadu i upadek kalifatu Abbasydów

1271: założenie chińskiej dynastii Yuan przez Kubilaj-chana

Dzięki temu potrafili przejechać nawet 300 kilometrów dziennie, wypełniając nie tylko zadania pocztowe, ale także dostarczając informacji wywiadowczych.

NOWY ŚWIAT

Jednym z najbardziej godnych uwagi osiągnięć Czyngis-chana było ustanowienie systemu, który wszystkim mieszkańcom państwa, niezależnie od pochodzenia czy statusu społecznego, zapewniał równość wobec prawa. Kodeks zwany Jasa przewidywał drakońskie kary za wykroczenia, ale jednocześnie gwarantował, że nikt nie stoi ponad prawem, a zasady wspólnoty były zrozumiałe dla każdego. Dzięki Jasie po raz pierwszy w historii w dużej części kontynentu euroazjatyckiego zostały wprowadzone jednolite zasady regulujące porządek publiczny, a skuteczne zwalczanie przestępczości pozwoliło na bezpieczne podróżowanie oraz dynamiczny rozwój handlu.

Ostatnim filarem wielkiego imperium Czyngis-chana był sprawny aparat administracyjny. Władca wiedział, że wojskiem można wprawdzie podbić świat, ale do skutecznego zarządzania nim potrzebuje armii urzędników. Dlatego budzących postrach w całym średniowiecznym świecie wojowników posadził „za biurkami", gdzie mogli walczyć – zamiast ogniem i mieczem – pieczęciami, listami i wpisami do akt. Czyngis-chan zlecił w tym celu nadwornemu uczonemu dostosowanie pisma ujgurskiego do potrzeb języka mongolskiego i ustanowił uniwersalne standardy administracyjne.

Po druzgocących klęskach chrześcijan w 1241 roku w bitwach pod Legnicą i na równinie Mohi los Europy wydawał się przesądzony.

„CZYNGIS-CHAN I MONGOŁOWIE **GRUNTOWNIE ZMIENILI HISTORIĘ EUROPY I AZJI"**

Gisela Graichen, politolożka

Kiedy synowie stepu zbliżali się do Wiednia, można było mieć wrażenie, że nie ma już nikogo, kto byłby w stanie powstrzymać ich napór. Ale wtedy stało się coś niespodziewanego: mongolskie zagony wycofały się nagle na wschód, kończąc inwazję. To, co wówczas uznano za cud, było w rzeczywistości reakcją dowódców na śmierć wielkiego chana Ugedeja oraz zapowiedzią wyborów nowego władcy. Ale choć odeszli, pozostawili po sobie dziedzictwo, które zburzyło struktury feudalnego średniowiecza i trwale zmieniło Europę.

Dzięki stabilizacji politycznej, jaką dawał Pax Mongolica, ożył ponownie Jedwabny Szlak. Rozpoczął się transfer technologii ze Wschodu na Zachód, który zapoczątkował ogólnoeuropejski proces modernizacji i przyspieszył rozkwit renesansu. Na Starym Kontynencie rozpowszechniły się kluczowe azjatyckie wynalazki, takie jak kompas (który dwa i pół stulecia później poprowadził Kolumba do Ameryki), wykorzystanie papieru do produkcji książek

SZYBKA I ZABÓJCZA

BROŃ KOCZOWNIKÓW

Armia składała się przede wszystkim z lekkiej i ciężkiej kawalerii, uzbrojonej w łuki, szable, topory, różnego rodzaju lance i włócznie, a także specjalne arkany z końskiego włosia.

NA KOŃSKIM GRZBIECIE
Konie odgrywały kluczową rolę w kulturze Mongołów. Geniusz Czyngis-chana polegał na tym, że z ich koczowniczego trybu życia uczynił broń. Współcześni badacze uważają, że to głównie za sprawą setek tysięcy koni przeciwnicy zwykle mocno przeceniali liczebność armii nomadów.

WAŻNE WSPARCIE
Mongołowie co prawda nie wynaleźli strzemion, ale korzystanie z nich doprowadzili do perfekcji. Były one kluczowym ulepszeniem, umożliwiającym szybki atak z końskiego grzbietu. Ponadto maksymalnie skracali pasy strzemion, dzięki czemu siedzieli w siodle niczym dżokeje.

PEWNE SIODŁO
Europejskie siodła były często ciężkie i zaprojektowane tak, by utrzymać opancerzonego rycerza w razie uderzenia kopią. Tymczasem konstrukcja mongolskiego siodła zapewniała łucznikom stabilność dzięki połączeniu wysokich łęków, sztywnej ramy i odpowiednio przygotowanych strzemion.

ELITARNI WOJOWNICY
Doświadczony jeździec potrafił w pełnym galopie oddać do sześciu celnych strzałów na minutę – trafiał w ruchomy cel z odległości 50–60 metrów. Umiał też strzelać do tyłu po ekwilibrystycznym odchyleniu się nad końskim zadem.

NARZĘDZIE ŚMIERCI
Najważniejszą częścią uzbrojenia, która zapewniała Mongołom przewagę na polu bitwy, był kompozytowy łuk refleksyjny. Wykonany z połączenia drewna, rogu i ścięgien miał maksymalny zasięg około 300 metrów.

czy stosowanie prochu strzelniczego oraz nafty na polu bitwy. To kupcy oraz wojownicy stepowego mocarstwa przynieśli do Europy wiedzę o sile papierowych pieniędzy czy weksli wzorowanych na chińskich – co w kolejnych stuleciach zrewolucjonizowało system bankowy oraz handel.

Ta krwawa inwazja przyniosła jeszcze jeden długofalowy i wręcz paradoksalny efekt: po szoku, jaki przeżyła Europa w obliczu najazdu niepokonanych Mongołów, władcy Starego Kontynentu zaczęli wysyłać do Azji szpiegów, mnichów oraz kupców. Były to narodziny nowoczesnej dyplomacji i związanej z nią idei, że zawsze lepiej jest rozmawiać niż walczyć. ■

KONSULTACJA NAUKOWA: dr Klaudia Kościelska
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock (2); Olaf Schubert, David Halbakken/Alamy/BEW (2); Fine Art Images/Album/East News; Photothek, Artokoloro, Imagebroker/Imago (3); Shutterstock; Wikimedia Commons (4)

CHEMICZNY PORTRET
Choć wygląda jak dzieło sztuki współczesnej, w rzeczywistości jest najwierniejszym obrazem Merkurego, jaki posiadamy. Słynna mozaika, wykonana przez należącą do NASA sondę Messenger, nie przedstawia planety w jej naturalnych odcieniach szarości, lecz przekłada na kolory skład chemiczny jej powierzchni, wykorzystując prawie pięć milionów pomiarów spektrometru MASCS.

4 SEKRETY MERKUREGO

Zgodnie z zasadami fizyki Merkury w swojej obecnej postaci właściwie... nie powinien istnieć. A jednak istnieje – i stanowi dla naukowców praktycznie nierozwiązywalną zagadkę. Oto największe tajemnice tej najmniejszej planety Układu Słonecznego!

Kiedy w 1687 roku Isaac Newton opublikował swoje dzieło *Matematyczne zasady filozofii naturalnej* i sformułował w nim podstawowe prawa grawitacji, podarował ludzkości uporządkowany obraz kosmosu – przynajmniej na 172 lata. Dzięki angielskiemu uczonemu wszechświat wydawał się działać jak dobrze naoliwiony mechanizm zegara aż do 1859 roku, kiedy to astronom Urbain Le Verrier zauważył, że Merkury wyłamuje się z szeregu i krąży wokół Słońca w sposób, który nie pasuje do obliczeń Newtona. Po raz pierwszy najmniejsza planeta w Układzie Słonecznym podważyła uniwersalne prawa fizyki. I bynajmniej nie po raz ostatni...

DWUPOZIOMOWA ZAGADKA

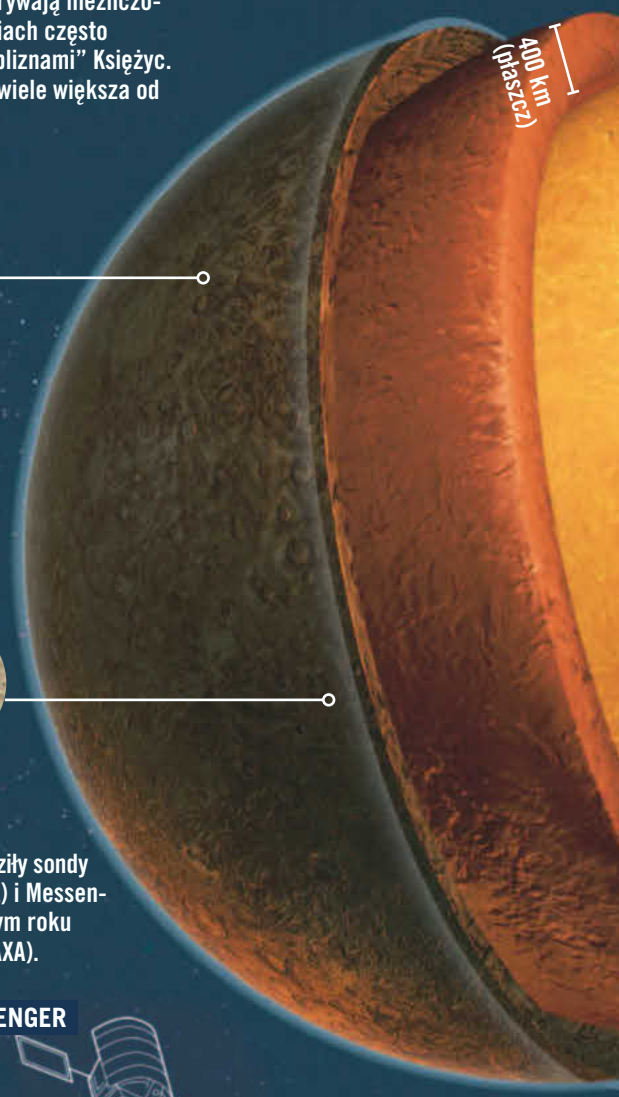
Minęło ponad 50 lat, zanim inny geniusz fizyki wyjaśnił tę niezgodność. Nazywał się Albert Einstein – i w 1915 roku, na podstawie właśnie przez siebie sformułowanej ogólnej teorii względności, udowodnił, że orbita Merkurego jest nietypowa, gdyż Słońce swoją ogromną masą zakrzywia przestrzeń wokół siebie. Einsteinowi udało się wprawdzie dokonać przełomu, jednak nie rozwiązał on do końca zagadki najmniejszej planety Układu Słonecznego. >

ODMIENIEC

Merkury jest najbliższą Słońcu planetą. Ze względu na silne przyciąganie grawitacyjne centralnej gwiazdy porusza się po swojej orbicie niezwykle szybko, ale wokół własnej osi obraca się bardzo powoli. W związku z tym dzień merkuryjski (176 dni ziemskich) jest dłuższy niż rok merkuryjski (88 dni ziemskich). Planeta ta ma rzadką atmosferę i wyjątkowo suchą powierzchnię. Jest poprzecinana gigantycznymi szczelinami naprężeniowymi i usiana kraterami powstałymi w wyniku uderzeń asteroid i meteorytów.

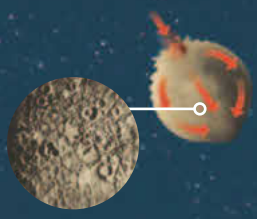
KSIĘŻYCOWE OBLICZE

Powierzchnię Merkurego pokrywają niezliczone kratery, przez co na zdjęciach często przypomina on naznaczony „bliznami" Księżyc. W dodatku planeta ta jest niewiele większa od naszego naturalnego satelity.



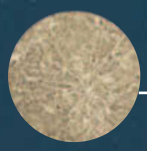
BASEN CALORIS

Największy krater na Merkurym ma średnicę 1550 kilometrów.



BEETHOVEN

Średnica trzeciego co do wielkości krateru uderzeniowego wynosi 630 kilometrów.



MISJE NA MERKUREGO

Do tej pory Merkurego odwiedziły sondy Mariner 10 (1974–1975, NASA) i Messenger (2008–2011, NASA), a w tym roku dotarła BepiColombo (ESA i JAXA).

MARINER 10

MESSENGER

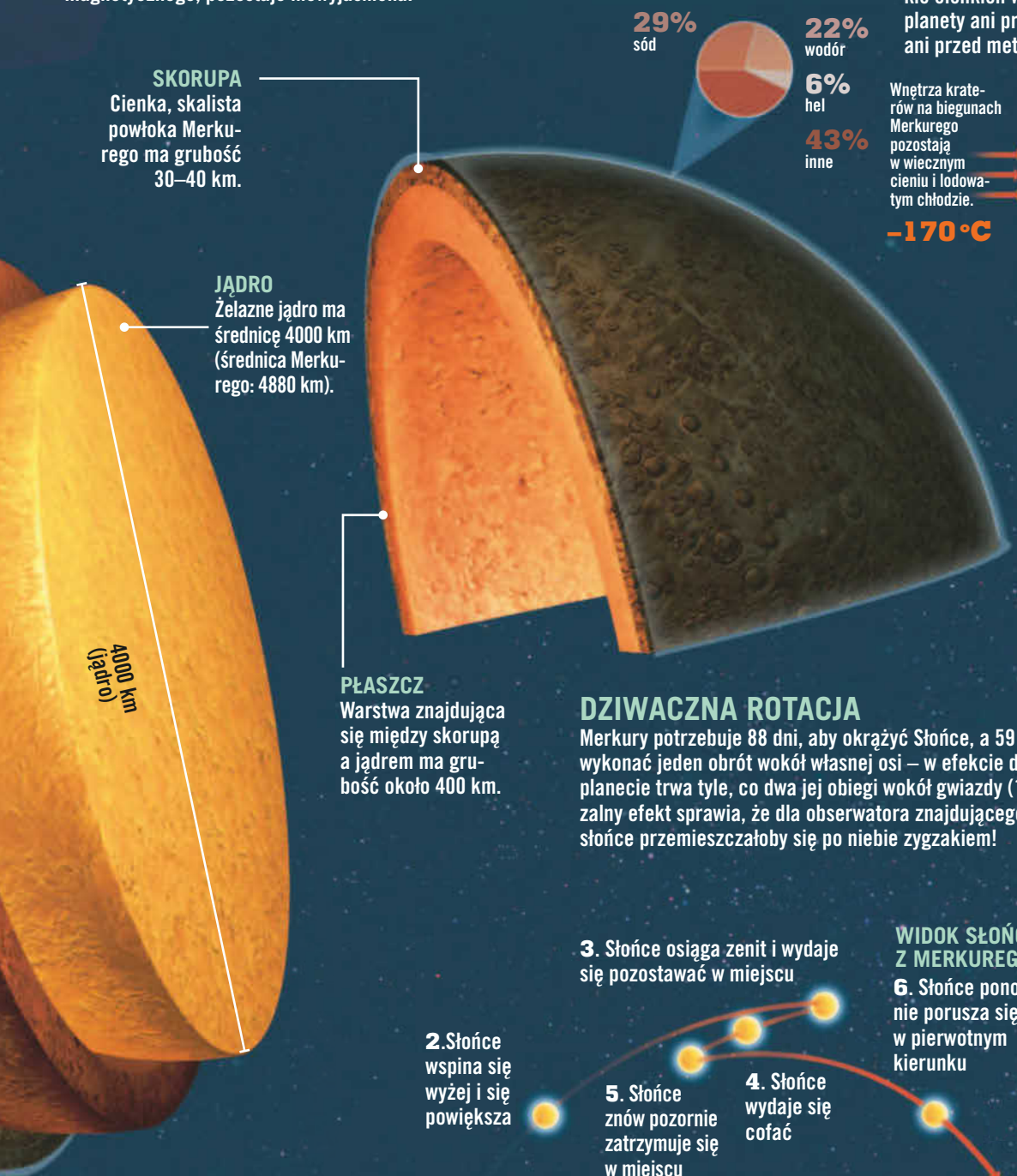
Za kamień milowy uważa się przede wszystkim niemal pięć milionów pomiarów spektralnych Merkurego.

POLE MAGNETYCZNE

Podobnie jak Ziemia, Merkury posiada pole magnetyczne – choć znacznie słabsze. Niezbędny do jego powstawania efekt dynama zachodzi w dużym, żelaznym jądrze. Zagadka, skąd, mimo 4,5 miliarda lat ochładzania, ta mała planeta czerpie energię do utrzymania pola magnetycznego, pozostaje niewyjaśniona.

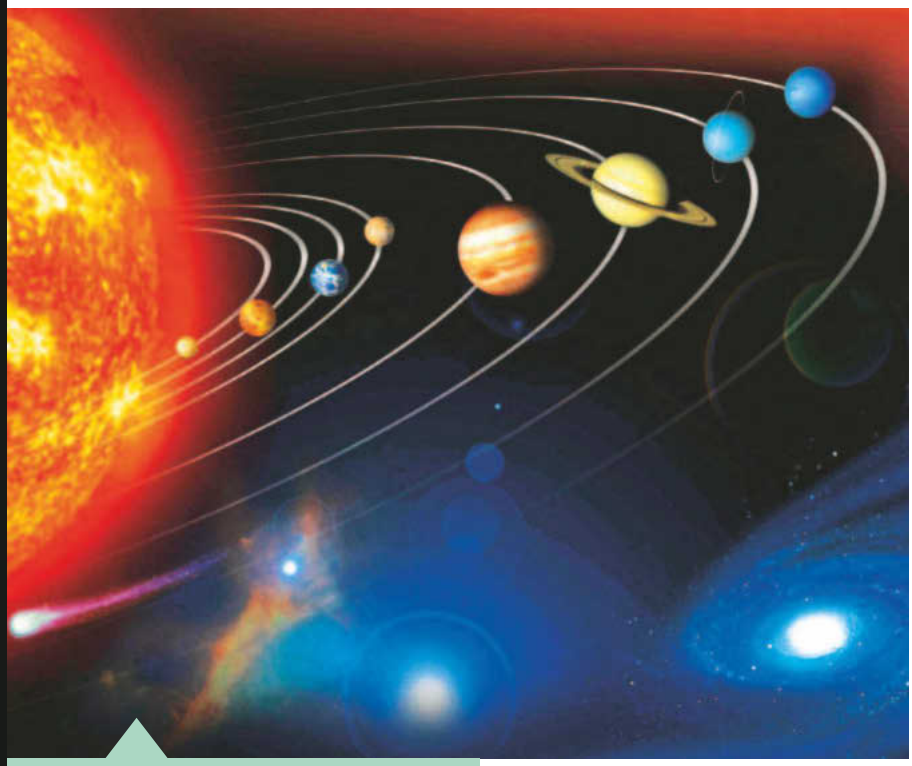
ATMOSFERA

Atmosfera Merkurego (skład: patrz po lewej) zbudowana jest z kilku niezwykle cienkich warstw – i nie chroni planety ani przed promieniowaniem, ani przed meteorytami.



DZIWACZNA ROTACJA

Merkury potrzebuje 88 dni, aby okrążyć Słońce, a 59 dni, żeby wykonać jeden obrót wokół własnej osi – w efekcie dzień na tej planecie trwa tyle, co dwa jej obiegi wokół gwiazdy (176 dni). Ten kuriozalny efekt sprawia, że dla obserwatora znajdującego się na Merkurym słońce przemieszczałoby się po niebie zygzakiem!



BRAK CIENIA

Merkury, planeta znajdująca się najbliżej Słońca, krąży w odległości zaledwie 57,9 mln kilometrów od naszej gwiazdy (dla porównania: Ziemia – 149,6 mln kilometrów). Docierające do Merkurego promieniowanie słoneczne jest niemal siedmiokrotnie silniejsze niż na Ziemi.

Raczej przeniósł ją na wyższy poziom. Wraz z upływem lat, a także po misjach sond Mariner 10 i Messenger, pytania dotyczące tego ciała niebieskiego wcale bowiem nie okazały się mniej istotne. Wręcz przeciwnie – nabrały jeszcze większego znaczenia, i to do tego stopnia, że w 2011 roku nawet kierownik misji Messenger, prof. Sean Solomon, oświadczył: – *Merkury jest planetą, która według naszych modeli właściwie nie powinna istnieć.* Z czego to wynika?

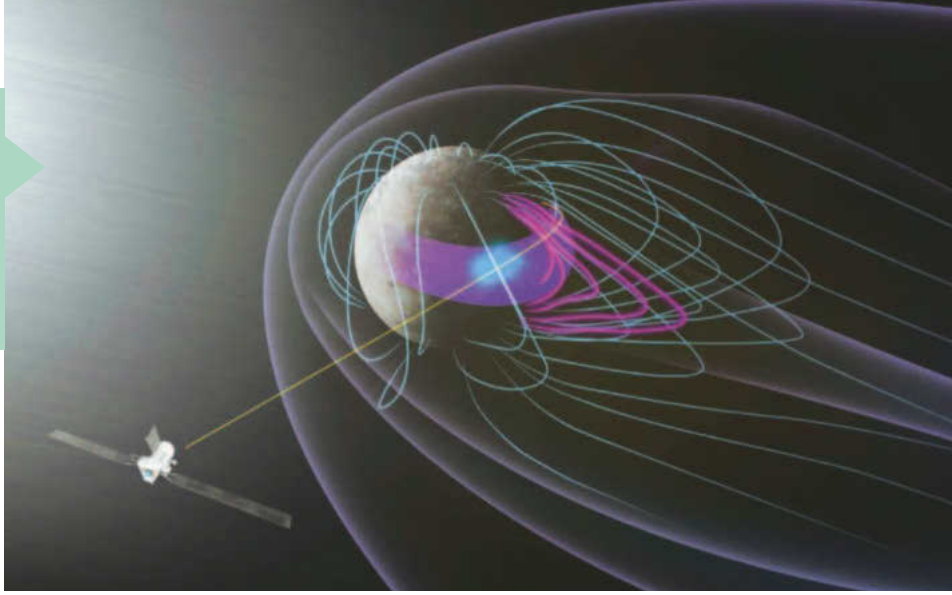
Jego najważniejsze tajemnice można podzielić na cztery główne obszary. Zacznijmy od składu chemicznego, ponieważ to właśnie w nim kryje się sedno kluczowego problemu. Trzeba wiedzieć, że Merkury zbudowany jest w prawie 70 procentach z czystego żelaza. Jego jądro jest tak gigantyczne, że wydaje się właściwie nagie i otoczone jedynie cienką warstwą skał. Przyczyna tej dziwnej struktury geologicznej nie jest jasna. Niektórzy naukowcy przypuszczają, że dawno temu był on normalną planetą, zanim zderzył się z czymś dużym – i stracił swoją skalną powłokę. Niestety, na Merkurym nie ma śladów takiego uderzenia, nigdzie też nie znaleziono odłamków skalnych, które nieuchronnie powstałyby w wyniku tego rodzaju kolizji. Inni badacze uważają więc, że to silne pole magnetyczne młodego Słońca przyciągnęło żelazo w pierwotnej mgławicy do środka układu. Merkury nie byłby zatem zniszczoną planetą, lecz bogatym w metal „destylatem", który powstał dokładnie tam, gdzie „żelazna zupa" była najgęstsza. Wielu ekspertów wątpi jednak również w to wyjaśnienie, ponieważ ciepło Słońca fizycznie zmienia żelazo, pozbawiając je właściwości magnetycznych. I tak oto gigantyczne jądro Merkurego nadal stanowi zagadkę dla planetologii.

„MERKURY JEST PLANETĄ, KTÓRA WEDŁUG NASZYCH MODELI WŁAŚCIWIE NIE POWINNA ISTNIEĆ"

prof. SEAN SOLOMON,
BYŁY KIEROWNIK PROGRAMU NASA MESSENGER

DLACZEGO SERCE MERKUREGO NIE JEST MARTWE?

Merkury jest niewiele większy od Księżyca, obraca się powoli i ochładza od 4,5 miliarda lat. Zgodnie z fizyką planet, jaką znamy, po tak długim czasie jego wnętrze powinno już dawno zamienić się w zimną skałę, a pole magnetyczne wygasnąć. Tak jednak nie jest. W jego sercu obraca się płynne żelazo tworzące aktywne dynamo, które generuje – w odniesieniu do jego równika geograficznego – przesunięte na północ pole magnetyczne odchylające znaczną część strumieni plazmy wiatru słonecznego. Mimo iż nie jest to pełna „tarcza ochronna", do dziś nikt nie potrafi powiedzieć, skąd ta maleńka planeta czerpie energię, by utrzymać ją przez miliardy lat. Ponownie więc Merkury podważa wiele z tego, co wydaje nam się, że wiemy o jądrach planet.



NIEWIDZIALNA TARCZA OCHRONNA

Merkury teoretycznie nie powinien mieć pola magnetycznego. Mimo to niewidoczne gołym okiem linie pola (niebieskie) odchylają i przechwytują strumień wiatru słonecznego. Przechwycone cząstki tworzą różne struktury plazmowe (fioletowe) wokół planety.

Kolejną tajemnicą Merkurego jest jego kurczenie się. Wygląda to tak, jakby zapadał się w sobie niczym przebity balon. Chociaż to normalne, że planety zmniejszają się w wyniku procesów ochładzania, on w tej kwestii zdaje się podlegać jakimś własnym prawom natury. Najnowsze badania wykazały, że w ciągu ostatnich 4,5 miliarda lat z nieznanych przyczyn skurczył się bardziej, niż wynikałoby to z naszych modeli ochładzania się podobnych ciał niebieskich. Pomiary sondy kosmicznej Messenger wykazały, że od momentu powstania Merkury stracił aż 7 kilometrów swojego promienia, czyli 44 kilometry obwodu. To tylko pozornie niewiele: oznacza to stratę ponad 429 tysięcy kilometrów kwadratowych powierzchni i ok. 523 milionów kilometrów sześciennych objętości – a także stan ekstremalnego napięcia geologicznego, który powoduje ciągłe pękanie powierzchni. Jako ciało niebieskie znajdujące się najbliżej Słońca Merkury od momentu swojego powstania jest smagany przez plazmę wiatru słonecznego, rozgrzaną do nawet miliona stopni i rozpędzoną do prędkości sięgającej 2,88 mln km/h. A jednak skrywa też lodowatą tajemnicę, której żaden model nie jest w stanie w pełni wyjaśnić...

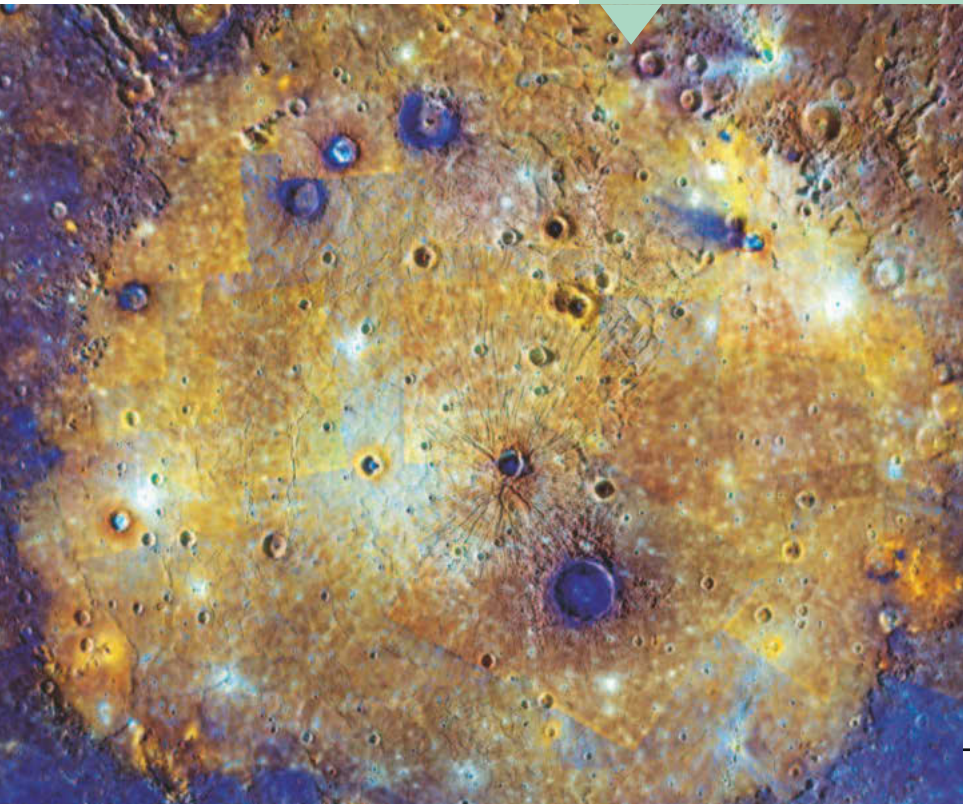
Punktem wyjścia jest tu fakt, że oś Merkurego praktycznie nie wykazuje nachylenia względem Słońca. W związku z tym jego równik zawsze znajduje się w pełnym świetle, a bieguny – tylko od czasu do czasu. W rezultacie jego strona zwrócona ku Słońcu jest stale nagrzewana do temperatury 430°C, zaś wewnątrz kraterów w pobliżu biegunów panuje mroźnych –170°C. Sondy odkryły w tych zimnych obszarach ogromne złoża lodu wodnego, które mogą mieć kilka miliardów lat – to bezcenne archiwum chemiczne z ery narodzin Układu Słonecznego.

Ale właśnie tu zaczyna się problem. Nikt bowiem nie wie, czy niezbędna do powstania złóż lodu woda pochodzi z tej znajdującej się w bezpośrednim sąsiedztwie Słońca planety, czy też dotarła na nią z zewnątrz. To czwarta z wielkich kosmicznych zagadek dotyczących Merkurego.

Być może wkrótce uda nam się rozwiązać niektóre z nich. W ramach misji BepiColombo – wspólnego przedsięwzięcia europejskiej agencji ESA i japońskiej JAXA – ludzkość wysłała bowiem na Merkurego dwa zaawansowane technologicznie orbitery, których jedynym celem jest wyjaśnienie największych tajemnic tej najmniejszej planety. ■

ŚLADY KATASTROFY

Basen Caloris o średnicy 1550 kilometrów jest jednym z największych kraterów uderzeniowych w Układzie Słonecznym. Powstał 3,8 miliarda lat temu w wyniku kolizji z asteroidą o średnicy około 100 kilometrów.



KONSULTACJA NAUKOWA: dr Tomasz Mrozek, Zakład Fizyki Słońca Centrum Badań Kosmicznych PAN
ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: ADC Pictures/Alamy/BEW; Sol90Images/Album/East News; Johns Hopkins University/Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington/NASA (2); ESA; Wikimedia Commons

Co to za miejsce?

Czy na podstawie tego spektakularnego zdjęcia oraz trzech poniższych wskazówek zgadniesz, o jakie miejsce chodzi?

2 MILIONY

turystów odwiedzają to miejsce każdego roku. Wielu z nich nie wie, że pod piaskiem znajdują się skamieniałe drzewa oraz paleogleby liczące 4000 lat. Wydma przypomina ciasto francuskie złożone z dawnych warstw leśnych.

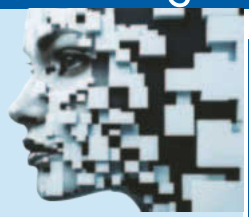
110 METRÓW

wysokości ma ta piaszczysta wydma o długości prawie trzech kilometrów, wznosząca się ponad gęste lasy sosnowe nad brzegiem morza. Napędzana silnymi zachodnimi wiatrami i licząca 18 tysięcy lat, przesuwa się każdego roku nawet o pięć metrów w głąb lądu.

40 STOPNI

wynosi nachylenie tej wydmy, złożonej z 550 milionów metrów sześciennych piasku. Na szczyt prowadzi 160 schodów. Jaka jest nagroda za tę męczącą wspinaczkę? Zapierający dech w piersiach widok oraz świetna zabawa podczas biegania i skakania po piasku.

Od A do Ż



Do pustych pól diagramu wpisz 32 litery polskiego alfabetu (każdą tylko raz) tak, aby powstała krzyżówka. W krzyżówce mogą wystąpić nazwy własne. Rozwiązanie utworzą litery z pól z kropką czytane rzędami z góry na dół.

D		•			K	■	R			A
■	R	■	M	■	O	■		■	A	■
	E	M		E	R		T	U	R	A
■	N	■	A	■	•	■	M	■	T	■
P	I			T	K	A	■	S	■	
■		■	■	R	■			C	H	A
	A		•	O	T	A	■		■	
O	■	R	■		■	T	A		A	S
	R	O		A	■	•	■	O	■	
	■		■		O	R	O	•	A	■

•	•	•	•	•

A Ą B C Ć D E Ę F G H I J K L Ł M N
Ń O Ó P R S Ś T U W Y Z Ź Ż

Prawda czy fałsz?

Od 3 sierpnia o godz. 19:45 w BBC Earth ruszyło specjalne wieczorne pasmo – *Tak z ciekawości.* Codziennie można w nim znaleźć interesujące programy przyrodnicze, popularnonaukowe, historyczne i podróżnicze. Spróbuj odpowiedzieć na 10 pytań związanych z ich tematyką.

	Tak	Nie
01 Stolicą Wietnamu jest Phnom Penh	☐	☐
02 Rzymskie Pompeje zostały zniszczone w 79 roku n.e. przez wybuch wulkanu Etna	☐	☐
03 Konwalia majowa jest rośliną trującą	☐	☐
04 Zorza polarna jest zjawiskiem występującym w Polsce	☐	☐
05 Islandia to najmniejsze terytorialnie państwo skandynawskie	☐	☐
06 Najdłuższą rzeką Afryki jest Nil	☐	☐
07 Położone u wybrzeży Maroka Wyspy Kanaryjskie są częścią Portugalii	☐	☐
08 Kapibary zamieszkują rozległe tereny australijskiego buszu	☐	☐
09 Grawitacja to inaczej siła ciążenia	☐	☐
10 Najgłębszym miejscem ziemskich oceanów jest Rów Mariański	☐	☐

Rozwiązania:

ODPOWIEDŹ:
Wielka Wydma Pilata, Francja
od A do Ż
Welon (Poziomo: dźwięk, róża, temperatura, piętka, mucha, gablota, taras, środa, korona. Pionowo: gość, źrenica, broń, impas, trojak, korek, amator, rytm, schron, żart, fałsz).

PRAWDA CZY FAŁSZ?

01 – N (Phnom Penh jest głównym ośrodkiem administracyjnym Kambodży, stolicą Wietnamu to Hanoi)

02 – N (Przyczyną tej starożytnej katastrofy była eksplozja Wezuwiusza)

03 – T (Wszystkie części roślliny oraz owoce zawierają substancje groźne dla zdrowia i życia)

04 – T (Możemy obserwować ją podczas silnych burz geomagnetycznych – najlepiej widoczna jest na północy kraju)

05 – N (Ponad dwukrotnie mniejsza jest Dania – nie licząc zależnej od niej Grenlandii)

06 – T (Toczy wody do ujścia w Egipcie przez 6650 km)

07 – N (Są najdalej na południe wysuniętym regionem Hiszpanii)

08 – N (Ssaki te występują tylko na podmokłych terenach kontynentu południowoamerykańskiego)

09 – T (Wzajemne przyciąganie się wszystkich ciał zostało sformułowane jako prawo w XVII wieku przez Izaaka Newtona)

10 – T (Głębokość położonego w zachodniej części Pacyfiku obniżenia dna wynosi ponad 11 kilometrów)

ZDJĘCIA I ILUSTRACJE: Adobe Stock; NASA; BBC Earth

NO CO? NOL

Nocolot szary nie daje się zbyt szybko namówić do latania, za to jest prawdziwym mistrzem kamuflażu – udaje kłodę tak przekonująco, że nawet korniki mówią mu dzień dobry.

Około

50%

powierzchni głowy nocolota zajmuje jego paszcza. Gdy ptak trzyma ją zamkniętą, to dziób wygląda jak czarna drzazga długości 2–3 centymetrów. Za to kiedy ją otworzy, uśmiech sięga mu aż za oczy. Można by pomyśleć, że taki nocolot składa się z paszczy, zapaszczy i apetytu na owady.

NOT!

Nocolot szary (*Nyctibius griseus*) to ptak, który obrał nietypową strategię przetrwania – udaje polską reprezentację piłki kopanej. To znaczy przebiera się za drewno. Całymi dniami przesiaduje na pniu lub konarze i wygląda jak kora. Nie rusza się, bo zbyt ruchliwy pień mógłby budzić podejrzenia. Zresztą jego nóżki nie są przystosowane do dreptania. Jeżeli spadnie na ziemię, to przemieszcza się po niej z gracją worka kaszy gryczanej.

No dobra, czasami kręci głową. Ale nie dlatego, że go nudzi brak ruchu. Nocolot, widząc zagrożenie, śledzi je, obracając puchaty czerep. Robi to jednak tak powoli, że przeciwnik rzadko orientuje się, iż gałąź nie powinna za nim wodzić wzrokiem. Aby nie zdradzały go odblaskowe źrenice, posiada ewolucyjny majstersztyk: dwie lub trzy cienkie pionowe szczeliny w obu górnych powiekach, przez które obserwuje otoczenie, gdy... całkowicie zamyka oczy. Nocolot jest więc mistrzem oszukiwania w chowanego – nawet wtedy widzi, co się dzieje wokół.

Kiedy chce coś zjeść, to poluje w sposób niewymagający jakiejś radykalnej zmiany jego dziennych nawyków. W nocy obserwuje otoczenie i wzbija się do krótkiego lotu, gdy planuje przechwycić przelatującego owada. Po czym zastawia kolejną zasadzkę na pieńku. Osiąga 40 cm długości ciała bez ogona i do ok. 60 cm z ogonem. Ma do 95 cm rozpiętości skrzydeł. Może ważyć 150–200 gramów, ale – jak to u ptaka – wygląda na więcej.

Nocolot nie od razu prezentuje się jak kawałek kłody. Kiedy jest dzieckiem, przypomina grzyba albo truskawkę, która za dużo czasu spędziła w lodówce i teraz musi iść do fryzjera. Jeszcze wcześniej jest jajem jedynakiem. Rodzice wysiadują go na zmianę przez około 33 dni. Nie robią tego jednak w gnieździe. Samica składa jajo na szczycie suchego drzewa i tam także na nim siedzi.

Nocolot szary żyje w Ameryce Centralnej oraz Południowej, a należy do rodziny nocolotowatych. W Polsce lata za to jego krewniak, lelek kozodój z rodziny lelkowatych – też niezły ptaszek! ■

TEKST: Marek Maruszczak KONSULTACJA NAUKOWA: dr Łukasz Paśko ZDJĘCIE: Shutterstock

[ZA MIESIĄC]

Następny numer trafi do sprzedaży **w poniedziałek 21 września**

Czy kompleks ojca spowodował upadek imperium? Jak trauma doprowadziła do wybuchu wojny? Czy w wielkich przywódcach tkwi gen zła?

PSYCHOHISTORIA

Opowieść o cesarzu, admirale i smutnym końcu potężnej floty.

Jak Chiny odkryły świat i... zapomniały go podbić?

Fałszywych filmów, dźwięków i obrazów stworzonych przy pomocy sztucznej inteligencji jest coraz więcej. Nasi eksperci zdradzają, jak rozpoznać takie manipulacje – i jak nie paść ich ofiarą.

JAK ROZPOZNAĆ DEEPFAKE?

Naukowcy alarmują: ocieplenie klimatu może wyzwolić prawdziwy kataklizm pod naszymi stopami!

CZY UPAŁ MOŻE WYWOŁAĆ TRZĘSIENIE ZIEMI?

świat wiedzy

REDAKTOR NACZELNY
Adam Szumilak

REDAKTOR PROWADZĄCY
Miłosz A. Gerlich

ZESPÓŁ REDAKCYJNY
Dominika Dziosa-Józefiak, Małgorzata Kubacka, Justyna Kubocz, Jacek Skawiński, Zuzanna Wacyra, Anna Wziątek, Anna Zięba

KONSULTACJA NAUKOWA
dr hab. Marek Błaś, dr Tomasz Greczyło, dr Tomasz Mrozek, dr Łukasz Paśko, dr Joanna Anna Walczak, dr Igor Wypijewski

DYREKTOR CENTRALNEJ REDAKCJI GRAFICZNEJ
Robert Latek

DZIAŁ GRAFICZNY
Piotr Oleszko, Beata Sędzimir

KONTAKT Z REDAKCJĄ
redakcja@swiatwiedzy.pl

ŚWIAT WIEDZY
Wydawnictwo Bauer
Concordia Design
Wyspa Słodowa 7, 50-266 Wrocław

www.swiatwiedzy.pl
www.facebook.com/SwiatWiedzy

PRENUMERATA KRAJOWA I ZAGRANICZNA
https://czytelnia.pl
prenumerata@bauer.pl
67 210 86 05, 67 354 16 05

WYDAWCA
Wydawnictwo Bauer Sp. z o.o. Sp. j.
ul. Motorowa 1, 04–035 Warszawa

Bauer Media Group

Prezes zarządu: Tomasz Namysł
Członkowie zarządu: Andrzej Choynowski, Marek Lasota
Director, Publishing Management/Dyrektor Pionu Wydawniczego: Marek Lasota
Publisher/Wydawca: Małgorzata Grono
Dyrektor finansowy: Andrzej Choynowski
Dyrektor ds. produkcji: Piotr Orełko
Dyrektor ds. dystrybucji i obsługi klienta: Piotr Ludwicki, piotr.ludwicki@bauer.pl
Dyrektor biura reklamy: Izabela Sarnecka

Biuro reklamy:
Marcin Warych, marcin.warych@bauer.pl
Marta Potrzebska-Kalisz, marta.kalisz@bauer.pl
https://bauer.pl/reklama

Druk: Bauer Print Ciechanów Sp. z o.o. Sp. j.

Copyright: Wydawnictwo Bauer Sp. z o.o. Sp. j., ul. Motorowa 1,04–035 Warszawa. Wydawnictwo Bauer jest członkiem Izby Wydawców Prasy. Niezamówionych materiałów redakcja nie zwraca. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i redagowania tekstów. Za treść ogłoszeń redakcja ponosi odpowiedzialność w granicach wskazanych w ust. 2 art. 42 ustawy Prawo prasowe. Wszystkie nazwy handlowe i towarów występujące w piśmie są zastrzeżonymi znakami towarowymi lub nazwami zastrzeżonymi odpowiednich firm i zostały użyte wyłącznie w celach informacyjnych. Kopiowanie i rozpowszechnianie materiałów zawartych w piśmie w jakiejkolwiek formie zabronione.

ISSN 2083–5825

Wydawnictwo Bauer ostrzega P.T. Sprzedawców, że sprzedaż numerów aktualnych i archiwalnych pisma po innej cenie niż wydrukowana na okładce jest działaniem na szkodę wydawcy oraz skutkuje odpowiedzialnością karną i cywilną.

Zastrzegamy sobie możliwość zmiany tematów

ZDJĘCIA: Imago; Wikimedia Commons (2); Adobe Stock; AP/East News

Zaprenumeruj Świat Wiedzy

z darmową dostawą do domu**

Aby zamówić prenumeratę, wejdź na **https://czytelnia.pl**,
wyślij e-mail na: **prenumerata@bauer.pl**,
zadzwoń: **67 210 86 05, 67 354 16 05** lub zeskanuj kod QR obok.

Świat Wiedzy można zaprenumerować od aktualnego numeru.

Wysyłkę egzemplarzy w prenumeracie realizujemy za pośrednictwem Poczty Polskiej listami ekonomicznymi; koszt dostawy na terenie kraju ponosi Wydawnictwo. W przypadku prenumeraty wysyłanej poza granice kraju do jej ceny doliczamy opłatę pocztową za list ekonomiczny.
Termin dostawy jest zgodny z Regulaminem Poczty Polskiej.

Zapłata: wraz z pierwszym egzemplarzem z zamówionej prenumeraty wyślemy fakturę proforma, którą prosimy opłacić w ciągu 10 dni po jej otrzymaniu. Faktury VAT wystawiamy na życzenie Zamawiającego.

Zamawiającemu przysługuje prawo odstąpienia od umowy prenumeraty bez podania przyczyny i ponoszenia kosztów, jeśli zgłoszenie odstąpienia nastąpi w terminie 14 dni od dnia dostarczenia pierwszego numeru czasopisma. W innych przypadkach obowiązują przepisy Kodeksu cywilnego oraz Ustawy o prawach konsumenta. Wzór pisma o odstąpieniu od umowy znajdą Państwo w regulaminie sklepu na stronie **https://czytelnia.pl**

W przypadku pytań lub reklamacji prosimy dzwonić pod numer **67 210 86 05** albo **67 354 16 05** w godzinach od 8 do 18.

* Liczba wydań gratisowych liczona w odniesieniu do cen okładkowych.

** Darmowa dostawa realizowana na terenie kraju za pośrednictwem Poczty Polskiej listami ekonomicznymi.

JBL

pl.jbl.com

TUNE 530BT

KULTOWE SŁUCHAWKI BEZPRZEWODOWE