MAGAZYN O NAUCE, TECHNICE, LUDZIACH I ODKRYCIACH

21. WIEK

Jesteśmy z Wami już 19 lat!

TEMAT NUMERU: Skutki migracji ludzi i zwierząt

| 4 | JESIEŃ 2026 | 15,99 zł (w tym 8% VAT) |

- Niebo w rzeczywistości jest fioletowe
- Drzewa stworzyły własny „internet”



21 fascynujących TAJEMNIC naszej ZIEMI

- W ciągu swojego „życia” Ziemia już kilkakrotnie straciła atmosferę

Nauka zna dziewięć milionów gatunków, ale ¾ pozostają nieodkryte!

ISSN 1896-4117 04

PLUS: » Grozi nam zderzenie z asteroidą? » Dlaczego żyrafy mają długie szyje? » Ogień jako architekt ekosystemu » EKSTRA: Świat w ruchu: szybciej i w kłębach dymu...

POZNAJ CZASOPISMO DLA WSZYSTKICH

ŚWIAT NA DŁONI POKAŻE WAM 10 ZASKAKUJĄCYCH FAKTÓW O LUDZKIM WĘCHU

ŚWIAT NA DŁONI ZDRADZI, JAK PORY ROKU WPŁYWAJĄ NA NASZ SEN

ŚWIAT NA DŁONI ZAPREZENTUJE PRZERAŻAJĄCE STWORZENIA Z LEGEND

100 STRON
ZACHWYCAJĄCYCH ZDJĘĆ I UNIKATOWYCH GRAFIK

NARESZCIE MOŻECIE ZROZUMIEĆ TAJEMNICZE ZJAWISKA NATURY!





21.WIEK
Magazyn o nauce, technice, ludziach i odkryciach
KWARTALNIK, ROCZNIK XVIII
NR 4, JESIEŃ 2026

» **Wydawca: AMCONEX Sp. z o.o.**
00-680 Warszawa, ul. Poznańska 16/4
tel. 698 442 819
e-mail: biuro@amconex.pl

» **Dyrektor generalny:**
Krzysztof Samborski
e-mail: krzysztof.samborski@amconex.pl

» **Redaktor naczelna:**
Joanna Katarzyna Svacinova

» **Zespół redakcyjny:**
Stanisław Gajda, Anna Lato,
Jarosław Piotrowski, Lena Szymańska

» **Art. Director:**
Vladimír Pfeifer

» **Reklama:**
Krzysztof Samborski
e-mail: krzysztof.samborski@amconex.pl

» **Skład DTP:**
Olga Boušková

» **Korekta:**
Karolina Kacprzak

» **Druk:**
TRIANGL a.s.
Beranových 65, 190 02 Praha 9

» **Prenumerata, zamówienia i reklamacje:**
EUROPRESS POLSKA Sp. z o.o.
Telefon: 48 22 519 39 80
e-mail: prenumerata@europress.pl
info@europress.pl

Kontakt:
poniedziałek – piątek
w godzinach 8:00 – 16:00

Prenumerata
POCZTA POLSKA:
prenumerata.poczta-polska.pl

» **Rejestracja**
INDEX: 221-325
ISSN: 1896-4117
kod kreskowy: 9771896411706
Cena: 14,99 zł (w tym 8% VAT)

» **AMCONEX Sp. z o.o. wydaje tytuły:**
21.WIEK, 21.WIEK EXTRA,
ENIGMA: KLUCZ DO TAJEMNIC, ŚWIAT NA DŁONI

» **Foto na okładce:**
SHUTTERSTOCK IMAGES LLC i FLICKR.COM

Redakcja nie zwraca niezamówionych tekstów i fotografii oraz zastrzega sobie prawo skracania i redagowania nadesłanych materiałów.

Redakcja odpowiada tylko na wybrane listy.

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść ogłoszeń i reklam.

Sprzedaż aktualnych i archiwalnych egzemplarzy pisma po cenie innej niż detaliczna, ustalona przez wydawcę jest nielegalna i grozi odpowiedzialnością karną i cywilną.

Kopiowanie i rozpowszechnianie materiałów redakcyjnych bez zgody wydawcy jest zabronione.



Drogie Czytelniczki, drodzy Czytelnicy,
jesień to pora roku, która wyjątkowo sprzyja refleksji nad ruchem i przemijaniem. Gdy ptaki ruszają w długie wędrówki, dni stają się coraz krótsze, a natura przygotowuje się do kolejnego cyklu zmian, łatwiej dostrzec, że świat wokół nas nigdy nie trwa w bezruchu. Właśnie dlatego motywem przewodnim tego numeru uczyniliśmy ruch – zarówno widoczny na co dzień, jak i trudno dostrzegalny, zachodzący w przyrodzie, historii, technologii, a nawet w samym Wszechświecie.

Temat numeru poświęcamy migracjom. W artykule **Migracje ludzi i zwierząt: jaki wpływ wywarły na cywilizację?** *pokazujemy, że dzieje naszej planety to tak naprawdę historia nieustannego przemieszczania się. To przecież dzięki wędrówkom rodziły się kultury, rozwijały języki i rozprzestrzeniały przełomowe technologie.* **21. WIEK po śladach Darwina: Galapagos na własnej skórze** *przypomina, że podróże oraz dociekliwa obserwacja natury wciąż prowadzą do świeżych odkryć.*

Ruch nie zawsze oznacza jednak rozwój – bywa również sygnałem zagrożenia. W artykule **Pingwiny w opałach: gdy brakuje ryb i lodu** *śledzimy konsekwencje zmian klimatycznych dla jednych z najbardziej charakterystycznych mieszkańców Ziemi.* **21 tajemnic naszej Ziemi** *oraz* **Ogień, którego las potrzebuje: dlaczego nie wszystkie pożary są katastrofą?** *przypominają, że nasza planeta to niezwykle złożony system, a jego mechanizmy wciąż potrafią zaskoczyć nawet doświadczonych badaczy.*

Równie fascynujące są podróże informacji. Dziś, gdy wysyłamy wiadomość na drugi koniec świata w ułamku sekundy, łatwo zapomnieć, że **Cyfrowy świat zaczyna się pod powierzchnią morza**. *To właśnie tam przebiegają niewidoczne, lecz kluczowe arterie współczesnej cywilizacji. O tym, jak ludzka wiedza rozwija się czasem dzięki pomyłkom, przeczytają Państwo w tekście* **Kiedy naukowcy mylą się w dobrym kierunku.** *Nauka nie jest bowiem prostą drogą do celu, lecz nieustannym i pełnym zwrotów akcji procesem poszukiwania.*

W tym numerze przemieszczamy się także w czasie. Od prehistorycznych łowców w materiale **Historia zatrutych strzał. Popularne już dziesiątki tysięcy lat temu!**, *przez* **Rzeczywistość rzymskiego legionisty? Pasożyty i problemy jelitowe!**, *opisującą prozę antycznej codzienności, aż po* **Świat w ruchu – od konia pociągowego do mechanicznego**, *w którym pokazujemy, jak na przestrzeni wieków zmieniały się środki transportu i samo tempo ludzkiego życia.*

Spoglądamy również ku granicom poznania. **Narządy z drukarki 3D: przyszłość medycyny czy na razie tylko sci-fi?** *A może* **jesteśmy blisko odkrycia życia pozaziemskiego?** *To pokazuje, że największe wyprawy w historii ludzkości mogą być dopiero przed nami. Nawet gdy badamy odległe galaktyki, wciąż szukamy odpowiedzi na te same fundamentalne pytania: skąd pochodzimy, dokąd zmierzamy i jakie jest nasze miejsce we wszechświecie.*

A gdy już wydaje się, że poznaliśmy granice naszego świata, z oceanicznych otchłani wyłaniają się kolejne zagadki. **Potwory z głębin** *oraz* **Piorun na sto sposobów** *przypominają, że natura skrywa znacznie więcej tajemnic, niż jesteśmy gotowi przyznać.*

Zapraszam Państwa do wspólnej podróży przez strony tego numeru – od pradawnych migracji po cyfrowe autostrady, od głębin oceanów po krańce kosmosu, od genów naszych przodków po technologie przyszłości. Nauka, podobnie jak cały świat, pozostaje w nieustannym ruchu. I to właśnie czyni ją tak zachwycającą.

W imieniu całej redakcji życzę inspirującej lektury,

Joanna Katarzyna Svacinova











eprasa.pl 3fd5d50475

CIEKAWOSTKA NUMERU

NOWA BAWEŁNA Z LABORATORIUM. MOŻE ZMIENIĆ SEGMENT FASHION I OTWORZYĆ DRZWI DLA MATERIAŁÓW PRZYSZŁOŚCI

Przemysł modowy coraz mocniej stawia na zrównoważony rozwój i innowacje. Amerykański start-up Galy opracowuje bawełnę hodowaną w laboratorium, co może zrewolucjonizować produkcję włókien tekstylnych. Zarówno efektywniejsze wykorzystanie surowców, jak i pionierskie technologie otwierają drogę do bardziej zrównoważonej przyszłości mody.

FOTO: GALY



Amerykański start-up Galy pracuje nad bawełną hodowaną w warunkach laboratoryjnych.

COTTON 2.0: LABORATORIUM ZAMIAST POLA

Tradycyjna bawełna pozostaje jednym z najpopularniejszych włókien naturalnych na świecie. Jej uprawa należy jednak do najbardziej obciążających obszarowych upraw polowych i pestycydów. Taka bawełna powstaje w procesie, w którym pobrane z rośliny komórki stymuluje się do wzrostu i tworzenia włókien wewnątrz bioreaktora.

FOTO: GALY



Tradycyjna uprawa bawełny wymaga ogromnych ilości wody. W przypadku metody laboratoryjnej jej zużycie ograniczone jest do minimum.

DLACZEGO JEST TO TAK ISTOTNE DLA SEGMENTU MODOWEGO?

Przemysł tekstylny i tradycyjna uprawa bawełny silnie zanieczyszczają środowisko i zużywają ogromne zasoby, co zmusza marki odzieżowe do zmiany praktyk produkcyjnych. Rozwiązaniem są materiały nowej generacji, takie jak bawełna uprawiana w laboratorium. Drastycznie zmniejszają one ślad ekologiczny, stabilizują łańcuchy dostaw oraz umożliwiają całoroczną produkcję surowca niezależnie od pogody i klimatu.

STYL I ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ: POŁĄCZENIE, KTÓRE ZMIENIA ZASADY GRY

Bawełna z laboratorium, obok materiałów z ananasa, grzybni czy gazów cieplarnianych, pokazuje, że nowoczesna moda z powodzeniem łączy design, naukę i etykę. Marki, które szybko wdrożą te innowacje, zyskają przewagę konkurencyjną i staną się liderami zmian w całym sektorze. ■

środowisko pod względem zużycia wody, powierzchni rolnej oraz stosowania chemii. Start-up Galy rozwija technologię pozwalającą na produkcję bawełny bezpośrednio z komórek roślinnych w laboratorium, z pominięciem wielko-

---

Pozdrawiam XXI wiek. Czy to prawda, że średniowiecze było znacznie cieplejsze niż czasy współczesne i że Wikingowie bez przeszkód uprawiali wówczas zboże na Grenlandii? Jeśli tak, to czy nie oznacza to, że obecne ocieplenie jest naturalnym wahaniem klimatu, które powtarzało się już w przeszłości?

Marek Nowacki

Dzień dobry. W okresie średniowiecza rzeczywiście pojawiło się wyraźne ocieplenie, określane w nauce jako średniowieczne optimum klimatyczne. Trwało w przybliżeniu od X do XIII wieku i sprawiło, że w niektórych rejonach Europy panowały wyższe temperatury niż we wcześniejszych stuleciach. Wikingowie osiedlili się wówczas w południowej części Grenlandii, gdzie uprawiali przede wszystkim jęczmień oraz hodowali bydło.

Warto jednak pamiętać, że tamtejsze ocieplenie miało charakter wybitnie regionalny, a nie globalny. Co więcej, pod koniec średniowiecza nadeszła tzw. mała epoka lodowa, która utrzymywała się aż do połowy XIX wieku. Obecna zmiana klimatu ma zgoła odmienny charakter.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Zachodzi równocześnie na całej planecie, przebiega nieporównywalnie szybciej i jest precyzyjnie udokumentowana w globalnych ciągach pomiarów temperatur oraz stężeń gazów cieplarnianych. Historia bezsprzecznie dowodzi, że klimat na Ziemi podlega naturalnym wahaniom. Współczesne dane naukowe jednak wskazują, że ani tempo, ani zakres obecnego ocieplenia nie mają żadnego odpowiednika w ostatnich tysiącleciach.

Pozdrawiamy, Redakcja

Zapraszamy na naszą stronę FACEBOOK.COM/CZASOPISMO21.WIEK. Czekają tam na Państwa najświeższe informacje na temat czasopism 21.WIEK i 21.WIEK EXTRA, aktualnie prowadzonych konkursów oraz odkryć ze świata nauki!

eprasa.pl 3fd5d50475

8 PINGWINY W OPAŁACH:



gdy brakuje ryb i lodu

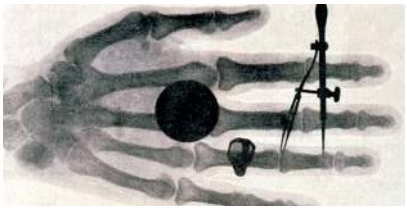
13 HISTORIA ZATRUTYCH STRZAŁ.
Popularne już dziesiątki tysięcy lat temu!



16 CYFROWY ŚWIAT ZACZYNA SIĘ POD POWIERZCHNIĄ MORZA



19 KIEDY NAUKOWCY MYLĄ SIĘ W DOBRYM KIERUNKU



31 PIORUN NA STO SPOSOBÓW.



Atmosfera kryje całe spektrum wyładowań

32 TEMAT NUMERU: MIGRACJE LUDZI I ZWIERZĄT:



jaki wpływ wywarły na cywilizację?

48 WIERNOŚĆ WEDŁUG DNA: ludzie nie są wyjątkiem



51 EKSTRA: ŚWIAT W RUCHU



od konia pociągowego do mechanicznego

60 OGIEŃ, KTÓREGO LAS POTRZEBUJE: dlaczego nie wszystkie pożary są katastrofą?



64 CZY JESTEŚMY BLISKO ODKRYCIA ŻYCIA POZAZIEMSKIEGO?



67 OJCOWIE PRZEKAZUJĄ WIĘCEJ NIŻ TYLKO POŁOWĘ GENÓW

68 REKORDOWA FALA GRAWITACYJNA PO RAZ KOLEJNY DOWODZI, ŻE EINSTEIN MIAŁ RACJĘ

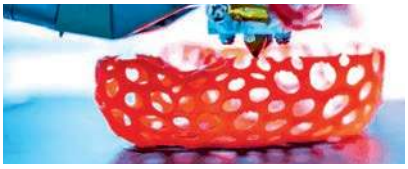


72 KOSMICZNA STOŁÓWKA: gdy zupa lewituje, a węch strajkuje

74 DLACZEGO ŻYRAFY MAJĄ TAK DŁUGIE SZYJE I SKĄD SIĘ ONE WZIĘŁY?



81 NARZĄDY Z DRUKARKI 3D:



przyszłość medycyny czy na razie tylko sci-fi?

84 POTWORY Z GŁĘBIN!
Mozazaur mógł królować również w rzekach



87 RZECZYWISTOŚĆ RZYMSKIEGO LEGIONISTY?



Pasożyty i problemy jelitowe!

STAŁE RUBRYKI

6 FOTOAKTUALNOŚCI
22 PANORAMA
40 MAKROFOTO
70 OBIEKTYW
78 POD LUPĄ
90 POSTAĆ NUMERU
92 SERIA: SAMOUKOWIE
94 ZOOM
96 TECHNOBOX
102 MÓZGOWNICA
104 KULTURA
106 W NASTĘPNYM NUMERZE

eprasa.pl 3fd5d50475

FOTO: FORTESCUE

Pociąg jako *perpetuum mobile*: grawitacja w roli paliwa XXI wieku



Elektryczna lokomotywa Infinity Train wykorzystuje grawitację oraz rekuperację tak efektywnie, że jest w stanie samodzielnie doładowywać swoje akumulatory podczas jazdy.

Australijska firma górnicza zaprezentowała koncept lokomotywy elektrycznej, która nie wymaga ani kropli oleju napędowego, ani zewnętrznego ładowania. Jej akumulatory ładują się samoczynnie dzięki grawitacji oraz rekuperacji, co zwiastuje prawdziwą rewolucję w bezemisyjnym transporcie kolejowym.

Firma Fortescue, jeden z potentatów globalnego rynku wydobycia rudy żelaza, przedstawiła niedawno pierwszy prototyp swojej elektrycznej lokomotywy o nazwie Infinity Train. Ów „nieskończony pociąg" pokonał testową trasę o długości ponad 1100 km z Perth do regionu Pilbara w Australii Zachodniej, wykonując milowy krok w kierunku dekarbonizacji przemysłu ciężkiego.

SAMOŁADUJĄCY SIĘ GIGANT Z CZERWONEJ PUSTYNI

Dwie tego typu lokomotywy są już obecnie eksploatowane, a każdą z nich wyposażono w gigantyczne akumulatory o pojemności 14,5 MWh. Baterie te za pierwszym razem naładowano z sieci elektrycznej, jednak przy kolejnych kursach nie było to już konieczne. Dzięki inteligentnemu wykorzystaniu grawitacji, hamowania rekuperacyjnego oraz efektywnego zarządzania energią potężne ogniwa pozostają na tyle naładowane, by skład mógł funkcjonować praktycznie bez jakiegokolwiek zewnętrznego zasilania.

JAK POCIĄG „WYTWARZA" WŁASNĄ ENERGIĘ?

Tajemnica sukcesu Infinity Train tkwi w specyfice trasy, którą pociąg pokonuje pod pełnym obciążeniem. Kiedy skład transportuje setki ton rudy żelaza z wyżej położonych terenów w kierunku nadmorskiego portu, zjeżdża z góry. Maszyniści wykorzystują wówczas hamowanie odzyskowe (rekuperację) – czyli proces konwersji energii kinetycznej z powrotem na elektryczną, która natychmiast trafia do akumulatorów.

Po rozładowaniu towaru w porcie docelowym, cały pociąg staje się nieporównywalnie lżejszy. Dzięki temu

FOTO: FORTESCUE



Przy pełnym obciążeniu pociąg kieruje się z wyżej położonych obszarów w dół do portu, a hamując, wytwarza prąd, który następnie gromadzi w gigantycznych bateriach.

eprasa.pl 3fd5d50475





FOTO: FORTESCUE



Prezentowany koncept pozwala zaoszczędzić dziesiątki milionów litrów oleju napędowego rocznie i radykalnie zmniejszyć wolumen generowanych emisji.

energia zgromadzona w bateriach podczas zjazdu w zupełności wystarcza na drogę powrotną do obszaru wydobywczego. Cały cykl może się zatem powtarzać bez końca, tworząc z transportu kolejowego niemal całkowicie samowystarczalny system energetyczny.

OGROMNE OSZCZĘDNOŚCI I CELE „REAL ZERO”

Firma Fortescue szacuje, że dzięki wdrożeniu tego konceptu ich flota zaoszczędzi ponad 82 miliony litrów oleju napędowego rocznie. Odpowiada to wyeliminowaniu około 235 000 ton emisji CO_2 do atmosfery. Dla przedsiębiorstwa oznacza to mniej więcej 11% redukcję bezpośrednich rocznych emisji, co stanowi kluczowy filar strategii „Real Zero” – dążenia do działalności całkowicie wolnej od paliw kopalnych.

TECHNOLOGIA PRZYSZŁOŚCI CZY NISZOWE ROZWIĄZANIE?

Sama idea wykorzystania siły grawitacji oraz rekuperacji nie jest nowa – podobne mechanizmy od lat z powodzeniem stosuje się w samochodach hybrydowych czy nowoczesnych tramwajach. Jednak implementacja takiego systemu w ciężkim transporcie kolejowym to absolutny precedens. Pokazuje on, jak kreatywnie można połączyć elektromobilność i oszczędność energii.

Pytaniem otwartym pozostaje, na ile ten koncept da się zaadaptować poza specyficznymi geograficznie trasami, takimi jak linie kolejowe w centralnych obszarach Australii. Z drugiej strony, to „wiecznie jadące” elektryczne monstrum udowadnia, że nadszedł czas na zupełnie nowe myślenie o transporcie ciężkim – bez dymu i bez kompromisów. ■

JAROSŁAW PIOTROWSKI

eprasa.pl 3fd5d50475

Młody pingwin cesarski stoi na krawędzi urwiska. Od lustra wody dzieli go niemal 15 metrów – wysokość kilkupiętrowego bloku. Ta przepaść nie jest jednak w stanie powstrzymać go przed pierwszą w życiu wyprawą do oceanu. Ptak odbija się i skacze w dół, a w jego ślady natychmiast idą kolejne nieloty. To niezwykle zdeterminowane i odporne stworzenia, które niełatwo zatrzymać. Mimo to naukowcy wieszczą im ponurą przyszłość.

Pingwiny w opałach: gdy brakuje ryb i lodu

Dzieci obserwujące je w ogrodach zoologicznych są zachwycone – widzą w nich urocze, komicznie kołyszące się istoty. Jednak obecna sytuacja wielu gatunków pingwinów zdecydowanie nie jest powodem do śmiechu. W naturze mierzą się one bowiem z problemami czysto egzystencjalnymi, wywołanymi przez rabunkowe rybołówstwo, zmiany klimatyczne oraz katastrofalne wycieki ropy naftowej. Według badaczy populacja pingwina peruwiańskiego w chilijskiej części Ameryki Południowej drastycznie się skurczyła, a pingwin przylądkowy znalazł się wręcz na skraju całkowitego wyginięcia.



FOTO: PATRICK HERTZOG

Najpoważniejszymi groźbami dla pingwinów są masowe połowy komercyjne, postępujące zmiany klimatu oraz zanieczyszczenie ekosystemów morskich.

ZWINNE ŻYWE TORPEDY

Choć na lądzie te popularne nieloty poruszają się dość niezdarnie, w wodzie natychmiast przeistaczają się w zwinne żywe torpedy. Powszechnie uważa się je za ikoniczne zwierzęta Antarktydy, warto jednak pamiętać, że obszar ich występowania jest znacznie szerszy. Kolonie lęgowe tych ptaków znajdziemy również na innych kontynentach półkuli południowej – w Australii, Afryce i Ameryce Południowej.

UWAGA NA EL NIÑO!

Nie wszystkie pingwiny preferują wody w południowej części planety. Wyjątkiem od reguły jest pingwin równikowy – jedyny przedstawiciel tej rodziny, który zadomowił się w okolicach równika. Jego domem jest należący do Ekwadoru archipelag Galapagos na Oceanie Spokojnym. Na miejsca lęgowe ptaki te najchętniej wybierają wyspy Fernandina i Isabela.

Przedstawiciele tego gatunku doskonale wykorzystują specyfikę Prądu Cromwella, który ma istotny wpływ na faunę Galapagos, ochładzając wodę i niosąc pożywienie. Łupem pingwinów padają głównie ławice sardynek oraz cefale. W ciągu dnia ci sprawni łowcy patrolują swoje mokre królestwo, a o zmierzchu wychodzą na ląd. Jednak ich egzystencję oraz życie innych endemitów z Galapagos potrafi drastycznie skomplikować cykliczne zjawisko klimatyczne El Niño. Powoduje ono silne ocieplenie wód, co skutkuje gwałtownym odpływem ryb i widmem głodu. W takich okresach pingwiny potrafią całkowicie zrezygnować z przystąpienia do lęgów w danym roku.

ZAGRAŻAJĄ IM KOTY I PSY

Globalny wzrost temperatury oceanów to zjawisko, które uderza w pingwiny z ogromną siłą. Pingwiny równikowe są dziś oficjalnie uznawane za gatunek zagrożony. Ich populacja to zaledwie kilkaset par lęgowych. Warto dodać, że ptaki te są lojalnymi monogamistami i łączą się w pary na całe życie. Partnerzy wzorowo współpracują, sprawiedliwie dzieląc się obowiązkiem wysiadywania jednego lub maksymalnie dwóch jaj.

Podczas pobytu na lądzie ptaki stają się jednak bezbronne wobec drapieżników, które nie występują na Galapagos

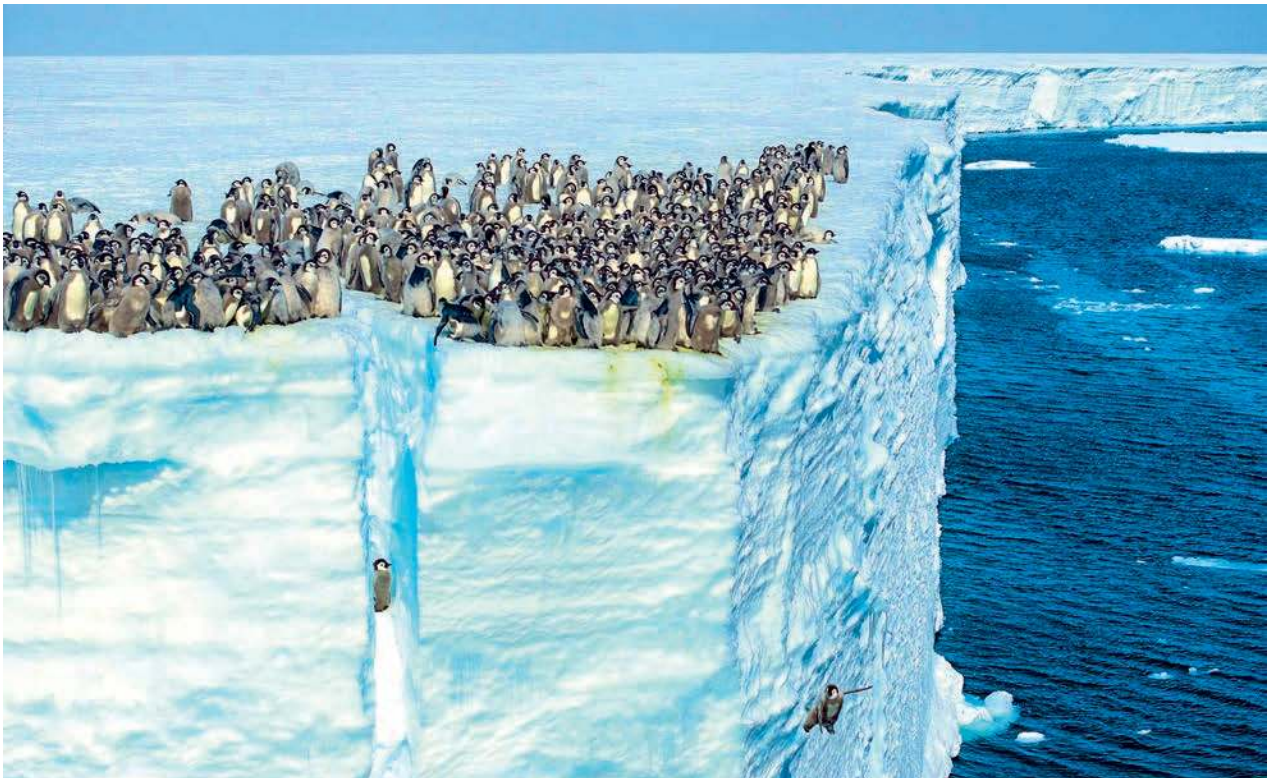


FOTO: PENGUINSCIENCE.COM

Choć pingwiny kojarzą się nam głównie z mroźną Antarktydą, wiele ich gatunków zasiedla cieplejsze wybrzeża innych kontynentów.

eprasa.pl 3fd5d50475

FOTO: NGS



Czasami młode pingwiny zmuszone są do skoków do wody z wysokich klifów. Te dramatyczne chwile wyglądają niezwykle widowiskowo.

naturalnie, lecz zostały tam zawleczone przez człowieka. Zdziczałe psy i koty stanowią dla tych zwinnych pływaków śmiertelne niebezpieczeństwo. Dużym zagrożeniem dla pingwinów jest również rosnące zanieczyszczenie oceanów oraz masowe rybołówstwo komercyjne, które odbiera im bazę pokarmową. Ich przyszłość maluje się obecnie w ciemnych barwach.

STARE ZAGROŻENIA USTĄPIŁY MIEJSCA NOWYM

Naukowcy już od dawna sygnalizują, że wiele gatunków pingwinów niebezpiecznie zbliża się do granicy wymarcia. W 2017 roku głośny alarm w tej sprawie podniósł zespół badawczy pod kierownictwem biologa **Richarda Sherleya** z University of Exeter. Naukowcy skupili się na pingwinach przylądkowych zamieszkujących południowe krańce Afryki, głównie wybrzeża Namibii i RPA. Liczebność tej populacji spada drastycznie od dekad. W przeszłości ptaki te padały ofiarą masowych polowań, a ich kolonie bezlitośnie dewastowano. Jaja masowo trafiały na stoły, natomiast gniazda niszczyli rolnicy poszukujący guana (odchodów ptasich), w którym pingwiny kopały nory, a które służyło ludziom jako cenny nawóz. Sytuacja miała poprawić się w momencie objęcia nielotów ochroną prawną. Niestety, niemal natychmiast zderzyły się z zupełnie nowymi zagrożeniami generowanymi przez ludzką cywilizację.

NA CELOWNIKU PTASIA MŁODZIEŻ

W kręgu zainteresowań dra Sherleya i jego współpracowników znalazły się osobniki, które dopiero co opuściły rodzinne

FOTO: PHYS.ORG



Działalność ludzi wpływa niekorzystnie na dobrostan pingwinów, a w wielu miejscach ma charakter wręcz destrukcyjny.

gniazda, czyli ptasia młodzież. Kilkadziesiąt takich ptaków wyposażono w miniaturowe nadajniki GPS. Dzięki temu badacze mogli precyzyjnie śledzić ich trasy w kluczowym momencie usamodzielniania się. W poszukiwaniu zasobnych żerowisk młode pingwiny ruszały daleko w głąb oceanu. Skazane wyłącznie na własny instynkt, musiały pokonywać wielkie odległości. Analiza danych pokazała, że ta pierwsza życiowa próba stała się dla nich prawdziwym horrorem.

GDZIE PODZIAŁY SIĘ RYBY?

Młode pingwiny instynktownie kierowały się ku chłodniejszym prądom morskim. Bogate w chlorofil wody sprzyjają tam rozwojowi fitoplanktonu, który przyciąga zooplankton, a ten z kolei stanowi pokarm dla ryb. To właśnie za nimi podążały głodne nieloty. Niestety, w wyniku zmian klimatycznych i anomalii termicznych ptaki wpadały w śmiertelną pułapkę. Po pokonaniu ogromnych odległości okazywało się, że chłodne oazy są niemal całkowicie puste.

Powód? Większość ryb została wcześniej wyłowiona przez wielkie, przemysłowe trawlery. Dla wycieńczonych młodych pingwinów – co dotyczyło nawet połowy monitorowanej populacji – ta pierwsza oceaniczna wędrówka okazała się ostatnią.

JAK PAPIEREK LAKMUSOWY

Z roku na rok sytuacja pingwinów przylądkowych stawała się coraz bardziej dramatyczna. Pomimo formalnych pro-

eprasa.pl 3fd5d50475

gramów ochronnych, ich populacja topniała w oczach. W 2024 roku gatunek oficjalnie przesunięto do kategorii krytycznie zagrożonych. W ciągu zaledwie trzech dekad jego liczebność spadła o zatrważające 75%. Naukowcy robią, co w ich mocy, by odwrócić ten trend. Apelują do rządów o ustanowienie bezwzględnych, okresowych zakazów połowów w kluczowych akwenach. Eksperci wskazują też na potężne skażenie wód paliwem ze statków handlowych.

Pingwin przylądkowy stał się dla biologów klasycznym papierkiem lakmusowym kondycji morskiej biosfery. Jeśli te ptaki zaczynają wymierać, oznacza to, że cały lokalny ekosystem znajduje się w stanie głębokiej zapaści.



FOTO: WOODS HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION

Międzynarodowe zespoły naukowe od lat walczą o wdrożenie globalnych strategii, które pozwolą przetrwać m.in. pingwinom cesarskim.

PRZYBRZEŻNE STREFY OCHRONNE TO ZA MAŁO

Pod koniec 2025 roku doniesienia z południa Afryki nadal były alarmujące. Niektórzy eksperci ostrzegają, że pingwiny przylądkowe w ciągu zaledwie dekady mogą zniknąć z natury i zyskać status gatunku wymarłego na wolności. Biolodzy podkreślają, że z powodu chronicznego niedożywienia ptaki nie są w stanie przetrwać okresu wymiany upierzenia, kiedy tracą wodoodporność i nie mogą polować w oceanie. Pewnym sukcesem zakończyły się naciski organizacji ekologicznych, które wywalczyły ustanowienie stref wolnych od rybołówstwa komercyjnego wokół sześciu najważniejszych kolonii lęgowych. To krok w dobrą stronę, lecz wciąż kropla w morzu potrzeb. Badania zespołu dra Sherleya dowiodły przecież, że młodociane osobniki ruszają na żer daleko poza te ściśle chronione przybrzeżne enklawy. Los gatunku wciąż waży się na krawędzi.

TOPNIEJĄCY LÓD – WYROK ŚMIERCI?

Niekwestionowanym królem tej rodziny ptaków jest pingwin cesarski. Mierzący ponad metr wzrostu i ważący nierzadko ponad 40 kilogramów olbrzym uchodzi za jednego z najbardziej wytrzymałych mieszkańców naszej planety. Jako jedyny ptak decyduje się na lęgi w czasie ekstremalnej, antarktycznej zimy, wybierając skute lodem wybrzeża zamarzniętego kontynentu. Do mrozów jest przystosowany perfekcyjnie. Ewolucja nie przygotowała go jednak na zmiany, jakie w jego środowisku zaszły z winy człowieka.

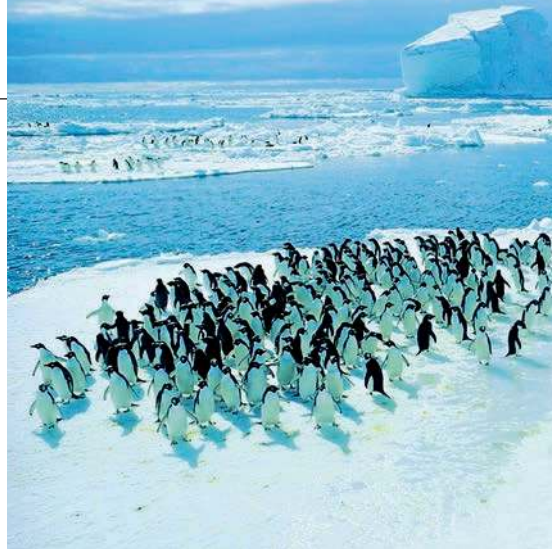


FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC I WIKIPEDIA

Środowisko życia nielotów drastycznie się kurczy. Kluczowym pytaniem pozostaje, jak szybko ptaki te zdołają się zaadaptować i czy nasza pomoc nie przyjdzie za późno.

Od lat klimatolodzy powtarzają, że kluczowym zagrożeniem dla przetrwania tego gatunku jest zanikanie antarktycznej pokrywy lodowej. W połowie 2021 roku międzynarodowy zespół naukowców opublikował w tej sprawie porażający raport. W skład zespołu weszli wybitni specjaliści, m.in. **Marika Holland** (klimatolożka z Narodowego Centrum Badań Atmosferycznych w Kolorado) oraz **Christophe Barbraud** (Centre d'Études Biologiques de Chizé we Francji). Pracami kierowała **Stéphanie Jenouvrier** z Woods Hole Oceanographic Institution, która od lat bada ten kryzys.

ŻYCIE NA KRUCHYM LODZIE

Badacze stworzyli symulacje przyszłości kolonii pingwinów cesarskich w oparciu o różne scenariusze globalnego ocieplenia, posiłkując się analizami zbiorów zdjęć satelitarnych kolonii na przestrzeni wielu lat. Pingwiny to zwierzęta elastyczne i do pewnego stopnia potrafią radzić sobie z okresowym brakiem pożywienia. Jednak z prognoz jasno wynika, że nadchodzące zmiany klimatyczne przekroczą ich naturalne zdolności adaptacyjne.

ZAGROŻENI „PUNKOWIE" W ŚWIECIE NIELOTÓW

Większość ludzi wyobraża sobie pingwiny jako identyczne ptaki o klasycznym wyglądzie pingwina cesarskiego lub peruwiańskiego.

W rzeczywistości ta rodzina ptaków charakteryzuje się zadziwiającą różnorodnością form. Do najbardziej oryginalnych należą niewątpliwie pingwiny skalne, które zasiedlają rozległe terytoria od Ameryki Południowej, przez Ocean Południowy, aż po południową część Oceanu Indyjskiego.



Ich cechą rozpoznawczą jest ekstrawagancki, czarno-żółty czub na głowie oraz wyraziste, żółte „brwi". Przez swój wygląd bywają żartobliwie nazywane „punkami" świata ptaków. Niestety, gatunek ten jest obecnie klasyfikowany jako narażony na wyginięcie.

Podobnie awangardową aparycją wyróżnia się zagrożony wyginięciem pingwin szczotkoczuby. Ten sprawny pływak również nosi na głowie „punkową fryzurę", obok której nie sposób przejść obojętnie.



eprasa.pl 3fd5d50475

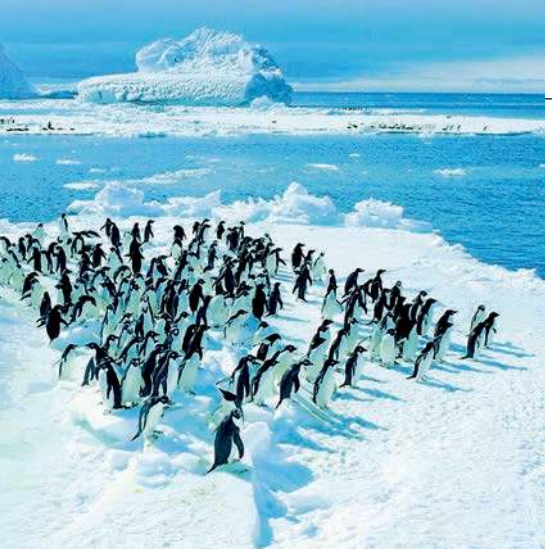


FOTO: NGS

Najbardziej destrukcyjne okaże się znikanie wieloletniego lodu morskiego (tzw. paku lodowego), który jest fundamentem cyklu życiowego tych ptaków. Samice składają jaja w zamarzniętych, stabilnych zatokach, po czym ruszają w długą wędrówkę przez lodowe pustkowia ku otwartemu morzu, by polować i przynieść pokarm wyklutym młodym. W tym czasie samce poszczą, wysiadując jaja w morderczym mrozie. Po powrocie samic następuje zamiana ról. Gdy lód zaczyna pękać i topnieć zbyt wcześnie, ten precyzyjny mechanizm ulega całkowitej dezorganizacji. Dla bezbronnych, pokrytych puchem piskląt woda staje się śmiertelną pułapką. Maluchy toną masowo, zanim wyrosną im wodoodporne pióra i zanim nauczą się pływać.



FOTO: NGS

Choć brzmi to paradoksalnie, przedwczesne pękanie lodu sprawia, że pisklęta bez wodoodpornego upierzenia po prostu toną w oceanie.

MUSIMY DZIAŁAĆ NATYCHMIAST!

Dr Christophe Barbraud bada te polarne ptaki od kilku dekad. Analizując unikalne dane z 70 lat ciągłych obserwacji pingwinów cesarskich, potrafi precyzyjnie opisać ich absolutną zależność od stabilności lodu. Jeśli czarne scenariusze ocieplenia klimatu się sprawdzą, całe kolonie zostaną zdziesiątkowane. Do 2040 roku spadek liczebności będzie jeszcze stosunkowo łagodny, jednak po tej dacie nastąpi załamanie – przekroczony zostanie tzw. punkt krytyczny. Do roku 2100 pingwiny cesarskie mogą niemal całkowicie zniknąć z mapy świata; prognozuje się, że wymrze aż 98% ich obecnych kolonii.

Jak podkreśla dr **Philip Trathan** z British Antarctic Survey, uratowanie tych ptaków przed zagładą to zadanie na dziś, ponieważ jutro będzie już za późno. Badacz apeluje do globalnych decydentów politycznych o rygorystyczne przestrzeganie limitów emisji gazów cieplarnianych. Niestety, natura nie czeka na debaty. W sierpniu 2023 roku naukowcy poinformowali o katastrofie: na Antarktydzie zginęło około 10 000 piskląt w wyniku szybkiego topnienia lodu pod ich stopami.



FOTO: YOUTUBE.ORG

Społeczeństwo często nie zdaje sobie sprawy, jak dramatyczna jest sytuacja wielu gatunków tych ciekawskich stworzeń w ich naturalnym środowisku.



FOTO: CARBONBRIEF.ORG

Przetrwanie pingwinów cesarskich jest nierozerwalnie związane ze stabilnością paku lodowego. Stąd bierze się ogromny niepokój badaczy polarnego ekosystemu.



FOTO: GREENPEACE

Na lądzie pingwiny mogą sprawiać wrażenie niezdarnych, jednak w wodzie zamieniają się w perfekcyjnie aerodynamiczne torpedy.

MISTRZOWIE PRZETRWANIA

Mimo tak przygnębiających prognoz, pingwiny cesarskie – zahartowane w jednym z najsurowszych środowisk na Ziemi – nie poddają się bez walki. Dr **Michelle LaRue**, biolożka z Uniwersytetu Canterbury w Christchurch (Nowa Zelandia), głęboko wierzy w ich potencjał adaptacyjny. Przypomina, że gatunek istnieje na naszej planecie bardzo długo i przetrwał już niejedno zawirowanie klimatyczne. Namacalny dowód tej niesamowitej determinacji zarejestrował w 2024 roku w Zatoce Atka filmowiec „National Geographic”, **Bertie Gregory**.

eprasa.pl 3fd5d50475



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

■ Pingwiny cesarskie uchwycone w momencie dynamicznego wynurzania – zjawisko to ułatwiają pęcherzyki powietrza uwalniane spod piór.

SKOK W NIEZNANE

Gregory obserwował liczącą setki osobników grupę młodych pingwinów, które wyruszyły z lęgowiska ku oceanowi, by odbyć swój chrzest bojowy w wodzie. Jednak te młode nieloty, zamiast łagodnie ześlizgnąć się z brzegu, utknęły na szczycie lodowego klifu wznoszącego się 15 metrów nad poziomem morza. Jak wyjaśnia dr Michelle LaRue, ptaki prawdopodobnie urodziły się w kolonii usytuowanej nietypowo głęboko na szelfie lodowym i podczas marszu ku wodzie zbłądziły na skraj urwiska.

Wysokość nie sparaliżowała jednak młodych podróżników. Gregory uwiecznił na filmie moment, w którym pierwszy z ptaków, zwabiony widokiem fal, po prostu skoczył w przepaść. Po mrożącym krew w żyłach locie runął w odmęty, zniknął pod wodą… po czym, jak gdyby nigdy nic, wypłynął na powierzchnię. W jego ślady natychmiast poszły kolejne pingwiny. W relacji dla „National Geographic" operator wspominał, że w pewnej chwili nieloty spadały niczym gęsty deszcz. Choć styl ich skoków daleki był od olimpijskiego, niemal wszystkie ptaki wyszły z tego upadku bez szwanku i popłynęły na pełne morze. *To była jedna z najbardziej nieprawdopodobnych rzeczy, jakie widziałem w życiu* – wyznał Gregory.

NADZIEJA UMIERA OSTATNIA

Czy to dramatyczne widowisko można bezpośrednio przypisać zmianom klimatycznym? Eksperci wolą unikać tak prostych korelacji. Pojawiła się jednak hipoteza, że topnienie tradycyjnych lodów morskich zmusza niektóre populacje do zakładania gniazd na wyższych i stabilniejszych szelfach lodowych. Konsekwencją tego są ekstremalne sytuacje, w których młodzież nie ma innego wyjścia, jak tylko zaryzykować skok z wysokości kilkunastu metrów. Czy niesamowita zdolność adaptacyjna pozwoli pingwinom cesarskim wygrać wyścig z czasem? Część naukowców pozostaje sceptyczna, inni – urzeczeni hartem ducha tych stworzeń – nie tracą nadziei.



FOTO: WOODS HOLE OCEANOGRAPHIC INSTITUTION

■ Czy dla pingwinów cesarskich ziści się czarny scenariusz biologów? Odpowiedź zależy od zdolności adaptacyjnych tych ptaków oraz globalnych działań ochronnych.

CO DZIEJE SIĘ W CHILE?

Pod koniec 2025 roku z Ameryki Południowej nadeszły kolejne niepokojące wieści: populacja pingwina peruwiańskiego w Chile drastycznie topnieje. Kraj ten jest ostoją tego gatunku. Te charakterystyczne ptaki swoją drugą nazwę zawdzięczają genialnemu niemieckiemu przyrodnikowi **Alexandrowi von Humboldtowi** (1769–1859). Jego nazwiskiem ochrzczono również Prąd Peruwiański (Humboldta), z którego chłodnych wód pingwiny pozyskują pokarm – analogicznie jak ich krewniacy z Galapagos korzystają z dobrodziejstw Prądu Cromwella.

Jak alarmują badacze z Universidad de Concepción, liczebność tego gatunku (znanego doskonale z ogrodów zoologicznych) spadła do krytycznego poziomu. Obecnie na wolności żyje zaledwie kilkadziesiąt tysięcy osobników. Przyczyny zmniejszania się populacji to komercyjne nadmierne połowy, zanieczyszczenie wód, degradacja siedlisk lęgowych i zmiany klimatyczne. Chilijski biolog morski **Guillermo Cubillos** ostrzega, że jeśli tempo niszczenia środowiska nie spadnie, pingwin Humboldta niebawem zasili listę gatunków krytycznie zagrożonych, a w konsekwencji może całkowicie zniknąć z naturalnego środowiska.



FOTO: NGS

■ Pingwiny cesarskie to najwięksi przedstawiciele swojej rodziny, cechujący się wręcz legendarną odpornością na ekstremalne warunki życia.

CZY ZDOŁAMY JE OCALIĆ?

Lista pingwinów sklasyfikowanych przez Międzynarodową Unię Ochrony Przyrody (IUCN) jako gatunki bliskie zagrożenia (NT), narażone (VU) lub zagrożone wyginięciem (EN) jest zatrważająco długa. Figurują na niej m.in. pingwin grubodzioby, pingwin żółtooki, pingwin złotoczuby czy pingwin grzebieniasty. Czas pokaże, czy wdrażane programy ochronne zrównoważą presję cywilizacyjną. Los tych niezwykłych, fascynujących ptaków leży dziś wyłącznie w rękach naukowców, ekologów oraz odpowiedzialnych polityków. ■

JAROSŁAW PIOTROWSKI

eprasa.pl 3fd5d50475

FOTO: SHUTTERSTOCK



Używanie zatrutych strzał było powszechnie stosowaną techniką wielu myśliwych. W niektórych zakątkach świata praktykuje się to do dziś.

Myśliwy napina cięciwę i starannie celuje. Stoi pod wiatr, dzięki czemu jeleń nie może go zwęszyć. Chwilę później słychać świst wypuszczanej strzały. Ta po krótkim locie trafia zwierzynę – choć niezupełnie idealnie. Myśliwy wie jednak, że dzięki jadowi, którym posmarował grot, zdobycz nie ujdzie z życiem.

Historia zatrutych strzał

Popularne już dziesiątki tysięcy lat temu!

Zatrute strzały czy rzutki kojarzą się nam zazwyczaj z rdzennymi mieszkańcami Ameryki Południowej. W tamtejszych lasach deszczowych żyją budzące grozę drzewołazy – żaby, których silną toksyną pokrywano groty strzał. Ta strategia łowiecka i wojenna znalazła jednak zastosowanie również w innych częściach świata, a w niektórych regionach praktykuje się ją do dziś. Naukowcy ze Szwecji i Republiki Południowej Afryki w ramach niedawnych badań dowiedli ponadto, że zatrute strzały były „modne" już dziesiątki tysięcy lat temu, w rejonie południowej Afryki. Co ciekawe, nie oni pierwsi wysunęli taką hipotezę.

GROTY NASĄCZONE ŻÓŁCIĄ HYDRY

Pierwsze pisemne wzmianki o strzałach z dodatkiem jadu pojawiają się już w źródłach antycznych. Co interesujące, samo słowo „toksyna", oznaczające jad produkowany przez żywe organizmy, pochodzi od greckiego wyrażenia *tóxon*, czyli „łuk". W mitologii greckiej zresztą roi się od zatrutych strzał. Wystarczy wspomnieć najsłynniejszego z herosów, Heraklesa. Zwiększył on śmiercionośny potencjał swoich strzał, mocząc je w żółci Hydry – potwora, którego wcześniej zgładził. Później za pomocą jednej z nich uśmiercił centaura Nessosa, próbującego porwać jego żonę. Jadowite pociski przewijają się również w opowieściach o wojnie trojańskiej.

CELTOWIE POTRAFILI OBCHODZIĆ SIĘ Z ŁUKAMI!

Wróćmy jednak od mitów do rzeczywistości. W dziele, którego autorstwo przypisywano niegdyś samemu **Arystotelesowi** (384–322 p.n.e.), czytamy o krążących wśród ludzi pogłoskach, jakoby Celtowie znali ekstremalnie toksyczną substancję. Miała ona charakteryzować się tak błyskawicznym działaniem, że myśliwi po trafieniu jelenia lub innego zwierzęcia musieli pędem biec do konającego stworzenia, aby odciąć mięso, zanim skazi je jad.

To właśnie Celtowie – członkowie owianego legendami ludu, są często wymieniani jako ci, którzy posiadali w swoim arsenale zatrute strzały. Niekiedy postrzega się ich jako barbarzyńców, których rytuały mogły wymagać ofiar z ludzi. Błędem byłoby jednak patrzenie na nich wyłącznie przez pryzmat krwiożerczych instynktów. Byli to bez wątpienia sprawni myśliwi i wojownicy, ale zarazem utalentowani rzemieślnicy, rolnicy, kupcy oraz budowniczowie.

JADOWITE POWITANIE DLA ALEKSANDRA WIELKIEGO

Do świata celtyckiego należeli również Galowie, zamieszkujący obszary dzisiejszej Francji i sąsiednich państw.

eprasa.pl 3fd5d50475



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Herakles trafił zatrutą strzałą w centaura, który próbował porwać jego żonę.

Wielu z nas kojarzy ich głównie dzięki popkulturowym opowieściom o Asteriksie i Obeliksie – fikcyjnych bohaterach z jedynej galijskiej osady, która za sprawą magicznego wywaru druida Panoramiksa stawiała opór rzymskim najeźdźcom. W rzeczywistości Galowie oczywiście nie dysponowali cudownym eliksirem, ale zatrutymi strzałami jak najbardziej.

W podobny sposób swoje strzały „doprawiali" też inni myśliwi i wojownicy – na przykład Scytowie, koczowniczy lud azjatycki, który dotarł aż nad Morze Czarne. Kroku nie ustępowali im rzekomo germańscy Frankowie, którzy zza barykad wzniesionych z masywnych pni zasypali zatrutymi strzałami rzymskie legiony. To wydarzyło się jednak dopiero w IV wieku naszej ery. Dawni kronikarze odnotowali jednak znacznie starsze bitwy z użyciem strzał nasączonych jadem. Na tego typu opór miał natknąć się chociażby legendarny **Aleksander Wielki** (356–323 p.n.e.) podczas swojej wyprawy do Indii.



FOTO: MIDJOURNEY AI

Stosowanie konkretnych jadów ściśle wiązało się z tym, jaka toksyna była naturalnie dostępna w danym regionie.

INNY KRAJ, INNA TOKSYNA

Stosowania jadu w łowiectwie i sztuce wojennej nie należy oczywiście ograniczać wyłącznie do strzał. Różne toksyny aplikowano na rozmaite rodzaje broni, w tym na kopie, oszczepy czy rzutki do dmuchawek. Użycie konkretnego jadu zależało od tego, co akurat oferowała natura w danym regionie – czyli mówiąc wprost: co tam rosło lub żyło. Inną śmiercionośną miksturę przygotowywali afrykańscy Buszmeni, ikoniczni myśliwi z południa Czarnego Lądu, niemal zrośnięci ze swoimi łukami, inną amerykańscy Indianie, a jeszcze inną mieszkańcy azjatyckich dżungli.



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

Według ekspertów skutecznym jadem były pokryte również niektóre bardzo stare groty.

NEKROZA, GANGRENA, TĘŻEC

Nie powinno dziwić, że łucznicy stosunkowo często sięgali po jad węży. Gdy mowa jest o jadowitych stworzeniach, to właśnie one nasuwają się jako pierwsze skojarzenie. Ich toksyna była, według zachowanych źródeł, absolutnym numerem jeden m.in. u Galów, azjatyckich Sarmatów, bałkańskich Daków czy u plemion północnoafrykańskich i północnoamerykańskich. W niektórych przypadkach nie chodziło jednak o sam czysty jad.

Scytowie opracowali rzekomo przerażającą recepturę, polegającą na zmieszaniu toksyny węża z innymi, makabrycznymi składnikami – rozkładającymi się ciałami gadów, ich odchodami oraz ludzką krwią. Rezultat siał grozę. Wystarczyło, by tak przygotowany grot zaledwie powierzchownie drasnął człowieka, a w krótkim czasie ofiara doznawała potwornych mąk. Standardem były rozległa nekroza, gangrena czy gwałtowny rozwój tężca.

ŻYCZĄ SOBIE PAŃSTWO ŻMIJĘ CZY KOBRĘ?

Jad których węży cieszył się największym powodzeniem? Scytowie preferowali na przykład żmije kaukaskie. W innych regionach świata popularne były kobry. Eksperci uważają, że ich śmiercionośny potencjał obracali przeciwko wrogom na przykład wojownicy z terenu dzisiejszej prowincji Sindh w Pakistanie. W porównaniu z innymi toksynami zgon wywołany jadem kobry nie wydaje się tak drastyczny – następuje w wyniku paraliżu mięśni i zatrzymania oddechu.

Taki stosunkowo „łagodny" koniec nie był jednak pisany żołnierzom ze wspomnianej wyprawy Aleksandra Wielkiego. Z zapisków ówczesnych historyków wynika, że wojownicy pod dowództwem słynnego Macedończyka musieli stawić czoła grotom nasączonym jadem niezwykle niebezpiecznej żmii łańcuszkowej. Zwykłe draśnięcie taką strzałą prowadziło do gwałtownych wymiotów, potwornego bólu, martwicy tkanek, a w konsekwencji do bolesnej śmierci.



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Podczas konfliktów zbrojnych zatrute groty miały przerażający potencjał rażenia. Wystarczyło lekkie draśnięcie, by ranny żołnierz umierał w okrutnych męczarniach.

eprasa.pl 3fd5d50475

UWAGA NA ŻABKI!

Oczywiście ludzie pozyskiwali toksyny nie tylko od gadów. Osobną kartę w historii tej broni zapisały tzw. żaby strzałkowe. Chodzi o ekstremalnie jadowite, a przy tym miniaturowe (mierzące nieraz zaledwie około centymetra) południowoamerykańskie drzewołazy. Charakteryzują się one jaskrawym ubarwieniem,

KIEDY ŚMIERĆ MIENI SIĘ WSZYSTKIMI BARWAMI

Człowieka natychmiast zachwyci feerią barw na swojej skórze. Są one klasycznym



FOTO: O.LEILLINGER@WEB.DE

ubarwieniem ostrzegawczym, niosącym komunikat: *Zostaw mnie w spokoju albo gorzko pożałujesz.*

Niebezpieczeństwo ze strony drzewołazów zależy jednak bezpośrednio od ich diety. W dżungli Ameryki Południowej żywią się one m.in. toksycznymi mrówkami, co pozwala im syntetyzować i kumulować własny jad. Jeśli jednak w niewoli są karmione inną, bezpieczną karmą, tracą swoje jadowite właściwości i stają się zupełnie niegroźne. ■

które wysyła drapieżnikom jasny sygnał ostrzegawczy: trzymajcie się z daleka. Najbardziej toksycznym przedstawicielem tej rodziny jest liściołaz żółty. Żaby te mogą mieć w swoim drobnym ciele nawet do 1 miligrama jadu. Taka minimalna ilość według niektórych autorów może wystarczyć do uśmiercenia 10 000 myszy, 15 ludzi lub dwóch słoni. Dla dorosłego człowieka śmiertelna może być dawka rzędu 100 mikrogramów – co odpowiada masie zaledwie dwóch ziarenek drobnej soli kuchennej.

KURARA Z ROŚLINY Z RODZAJU *STRYCHNOS*

Równie chętnie eksploatowano królestwo roślin. Słowem kluczem, które najczęściej pojawia się w tym kontekście, jest kurara. To paraliżujący jad strzałowy, który blokuje układ oddechowy, doprowadzając do uduszenia. Jego bazą bywają rośliny z rodzaju *Strychnos*. Z nasion kulczyby wroniego oka (*Strychnos nux-vomica*) można pozyskać wysoce toksyczny alkaloid – strychninę. Swoich zwolenników miały też rośliny z rodzaju *Aconitum*, znane w Polsce jako tojad. Jad z tych bylin aplikowali na strzały mieszkańcy różnych zakątków globu; w celach militarnych wykorzystywali go m.in. Chińczycy. Z kolei rdzenni mieszkańcy Karaibów preferowali toksyczny sok z drzewa *Hippomane mancinella*, które rodzi prawdziwie zatrute „jabłka".



FOTO: SHUTTERSTOCK

■ **Jad aplikowano nie tylko na strzały, ale również na inną broń – na kopie, oszczepy czy rzutki do dmuchawek.**



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Próbowanie owoców trującego drzewa, rosnącego na przykład w regionie Karaibów, zdecydowanie nie jest dobrym pomysłem.**

BEZ JADU BY SOBIE NIE PORADZIŁY?

Frapujące pytanie brzmi: kiedy właściwie ludzkość zaczęła używać zatrutych strzał? Zagadnienie to badała m.in. archeolożka **Marlize Lombard** z University of Johannesburg w RPA. W swoich analizach z 2020 roku wyszła z logicznego założenia: aby tradycyjna strzała (nienasączona jadem) była skuteczna, musi wbić się głęboko w ciało ofiary. W przypadku zatrutych strzał taka siła penetracji nie jest konieczna.

Lombard zbadała i przeanalizowała pokaźną kolekcję strzał z kościanymi grotami. Niektóre z nich powstały aż 72 000 lat temu. Chodziło dokładnie o 6 artefaktów odkrytych w południowoafrykańskiej jaskini Blombos. Badaczka doszła do wniosku, że trzy z owych strzał mogły przynieść pożądany skutek łowiecki tylko wtedy, gdy były uzbrojone w niezbędną dawkę śmiercionośnej substancji. Zastrzegła jednak od razu, że nie jest to jeszcze niezbity, stuprocentowy dowód na obecność jadu na grotach. Aby bowiem móc w pełni ocenić efektywność danej broni, należałoby dokładnie wiedzieć, jak jej używano.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Zgodnie z wnioskami z najnowszych badań, ludzie używali zatrutych strzał już około 60 000 lat temu.**

ZNAJOMOŚĆ BOTANIKI I STRATEGICZNE MYŚLENIE

To, że myśliwi wypuszczali zatrute strzały już dziesiątki tysięcy lat temu, potwierdziły ostatecznie badania opublikowane na początku 2026 roku przez międzynarodowy zespół naukowców z University of Stockholm i Linnaeus University w Szwecji oraz University of Johannesburg (w pracach ponownie brała udział prof. Lombard). Badacze wzięli pod lupę krzemienne groty strzał sprzed około 60 000 lat, odnalezione w schronisku skalnym Umhlatuzana w prowincji KwaZulu-Natal w RPA. Przy użyciu zaawansowanej technologii – chromatografii gazowej połączonej ze spektrometrią mas – udało im się wykryć ślady jadu. Jego źródłem była z najwyższym prawdopodobieństwem *Boophone disticha*, lokalna roślina z rodziny amarylkowatych.

Naukowcy uważają to za przełomowe odkrycie. Zwracają uwagę, że dowodzi ono nie tylko wybitnych umiejętności łowieckich ówczesnych ludzi, ale także ich głębokiej wiedzy botanicznej, precyzji w obróbce roślin oraz zdolności do strategicznego myślenia. W przypadku polowań na grubą zwierzynę jad prawdopodobnie jedynie osłabiał cel, więc myśliwi musieli wykazać się cierpliwością, sprytem i umiejętnością elastycznego reagowania, by pomyślnie dokończyć łowy. ■

JAROSŁAW PIOTROWSKI

eprasa.pl 3fd5d50475



MAPA: YOUTUBE.COM

Cyfrowy świat zaczyna się pod powierzchnią morza

Pod powierzchnią oceanów spoczywa ponad 1,4 miliona kilometrów kabli światłowodowych – to dystans odpowiadający niemal trzykrotnej odległości z Ziemi na Księżyc. To właśnie ta podwodna sieć dźwiga ciężar ponad 95% globalnego ruchu internetowego, między innymi transakcje finansowe, utajnioną komunikację rządową oraz gigabajty usług chmurowych.

Wizjoner **Elon Musk** chętnie chlubi się tym, że to właśnie on za sprawą projektu Starlink udostępnia Internet całemu światu. Rzeczywistość – przynajmniej na razie – wygląda jednak zupełnie inaczej. Globalna wioska internetowa w przeważającej mierze opiera się na fundamencie ukrytym w głębinach. Ta ogólnoświatowa infrastruktura jest przy tym fizycznie niezwykle podatna na zagrożenia, zwłaszcza w kilku strategicznych punktach. Jej paraliż przyniósłby niewyobrażalne szkody. Mimo to o tym fascynującym, podwodnym świecie wciąż wiemy zaskakująco niewiele.



FOTO: ASA ASE RADIO

Globalna sieć podmorskich kabli światłowodowych, która łączy kontynenty i obsługuje zdecydowaną większość światowego ruchu internetowego.

PUNKTY KRYTYCZNE

Prawdziwa pięta achillesowa tej infrastruktury nie tkwi wcale w jej imponującej długości, lecz w niebezpiecznej kumulacji tras. W zaledwie kilku miejscach na świecie kable zbiegają się w ciasne wiązki i wspólnie wychodzą na ląd. To właśnie te węzły stanowią najsłabsze ogniwa systemu. W regionach takich jak Morze Czerwone, Cieśnina Malakka (rozdzielająca Malezję i Indonezję) czy wybrzeże Kalifornii krzyżują się dziesiątki magistrali obsługujących całe kontynenty. Gdy w jednym z tych punktów dojdzie do awarii technicznej lub fizycznego sabotażu, strumienie danych muszą zostać przekierowane na okrężne, znacznie dłuższe trasy. Skutkuje to lawinowymi awariami, drastycznym spowolnieniem usług, a w skrajnych przypadkach – całkowitą izolacją cyfrową całych państw. *Węzły te oraz odcinki kabli na płytkich wodach stanowią najbardziej krytyczne punkty globalnej sieci i wymagają szczególnej ochrony* – ostrzega w swojej analizie Europejska Agencja ds. Cyberbezpieczeństwa (ENISA).

To właśnie w tych strefach świat wirtualny bezwzględnie zderza się z fizyczną rzeczywistością. Służby bezpieczeństwa od dawna alarmują o ryzyku ataków terrorystycznych, dywersji czy operacji hybrydowych sterowanych przez państwa o zapędach autorytarnych. Miejsca te są powszechnie znane, ich położenie jest niezmienne i są niezwykle trudne do zastąpienia. O ile przerwanie kabla na otwartym oceanie stanowi logistyczny wyczyn, o tyle uderzenie w infrastrukturę przybrzeżną lub jej zaplecze techniczne wymaga nieporównywalnie mniejszych nakładów i łatwo je zamaskować jako rutynowe prace budowlane bądź przemysłowe. W ostatnich latach szczególną uwagę poświęca się zwłaszcza aktywności Rosji. Według zachodnich służb wywiadowczych Kreml systematycznie mapuje krytyczną infrastrukturę podwodną. *Kable podmorskie i ich węzły lądowe są niezwykle atrakcyjnym celem*



FOTO: SUBMARINE-CABLES-SUMMIT.COM

Układanie kabli w płytkich wodach przybrzeżnych.

eprasa.pl 3fd5d50475



Aż 95% światowego transferu danych odbywa się za pośrednictwem kabli spoczywających na dnie oceanów, a nie drogą satelitarną. Łącza podwodne są szybsze, tańsze i oferują bezkonkurencyjną przepustowość.

operacji hybrydowych. Umożliwiają bowiem zadanie wysoce skutecznego ciosu o nieproporcjonalnie wielkich konsekwencjach dla gospodarki i stabilności państwa – podkreśla ENISA.

WĄŻ OGRODOWY W GŁĘBINACH OCEANU

Jak właściwie wygląda ten podwodny krwiobieg informacji? Głębokomorski kabel światłowodowy na otwartym oceanie nie sprawia imponującego wrażenia. W najgłębszych partiach mórz jego średnica przypomina zwykły wąż ogrodowy i mierzy zaledwie od 17 do 22 milimetrów. Wewnątrz kryje się kilka rdzeni z włókna szklanego, które przesyłają dane za pomocą impulsów świetlnych. Te mikroskopijne nitki otacza jednak wielowarstwowy pancerz z żelu, tworzywa sztucznego oraz stalowych drutów, chroniący konstrukcję przed miażdżącym ciśnieniem, korozją i uszkodzeniami mechanicznymi.

Sytuacja zmienia się diametralnie, gdy kabel zbliża się do brzegu. Na płyciznach oraz w pobliżu kablowych punktów lądowania przewód staje się wielokrotnie grubszy. Zbroi się go w potężny stalowy pancerz, przez co jego średnica przekracza często 5 centymetrów. Przyczyną tej metamorfozy nie jest jednak ciśnienie wody, lecz niszczycielska działalność człowieka, która wcale nie musi wynikać ze złej woli. Najczęstszą przyczyną uszkodzeń są bowiem rzucane kotwice statków, ciężkie sieci trałowe kutrów rybackich oraz prace budowlane w pobliżu dna. Z tego powodu w strefach przybrzeżnych kable są głęboko zakopywane w dnie morskim lub prowadzone w specjalnie zabezpieczonych korytarzach.

MIĘDZY POKŁADEM A DNEM OCEANU

Układanie podmorskich światłowodów to majstersztyk inżynierii, realizowany przez wysoce specjalistyczne statki kablowe. Jednostki te poruszają się z dokładnością do kilkudziesięciu metrów wzdłuż skrupulatnie wytyczonej trasy. Zanim kabel w ogóle trafi do produkcji, dno oceanu poddawane jest drobiazgowym badaniom geologicznym, by ominąć podwodne osuwiska, ostre krawędzie skalne czy strefy aktywne tektonicznie.



FOTO: YOUTUBE.COM

Koszt zakupu i instalacji optycznego kabla podmorskiego waha się w granicach od 700 tysięcy do 1 miliona 700 tysięcy złotych.

TECHNOLOGIA NA DNIE OCEANÓW

PODMORSKIE KABLE ENERGETYCZNE



Obok światłowodów po dnie oceanów prowadzą grube, wysokonapięciowe kable elektryczne. Łączą one systemy energetyczne państw i przesyłają na ląd czystą energię z morskich farm wiatrowych (offshore). Ich uszkodzenie oznacza natychmiastowy kryzys energetyczny dla całych regionów. Przykładem takich magistrali są połączenia między Wielką Brytanią a Norwegią czy Niemcami a Danią.

SYSTEMY SENSORYCZNE I MONITORUJĄCE



Głębiny są naszpikowane sieciami czujników, które mierzą aktywność sejsmiczną, temperaturę wód, ciśnienie oraz ruchy sedymentów. Wiele z nich podpiętych jest bezpośrednio do kabli światłowodowych, służąc nie tylko czystej nauce, ale przede wszystkim jako systemy wczesnego ostrzegania przed niszczycielskimi tsunami i trzęsieniami ziemi.

INSTALACJE WOJSKOWE I SYSTEMY BEZPIECZEŃSTWA

Strategiczne obszary mórz skrywają tajne, akustyczne systemy detekcji, służące do tropienia okrętów podwodnych. Technologie te, rozwijane od czasów zim-



nej wojny, do dziś stanowią fundament bezpieczeństwa morskiego mocarstw, a ich dokładna lokalizacja i parametry techniczne stanowią strzeżoną tajemnicę państwową.

EKSPERYMENTALNE SYSTEMY PRZYSZŁOŚCI

Inżynierowie testują już pierwsze prototypy podwodnych centrów danych, a także podmorskie magazyny energii. Choć projekty te są dziś w fazie testów, jasno pokazują, że technologiczny tłok na dnie oce-



anów będzie w najbliższych dekadach tylko rósł.

FOTO: SONARDYNE.COM, USNI.ORG A OFFSHORE-ENERGY.BIZ

eprasa.pl 3fd5d50475

Samo układanie to proces niezwykle żmudny – statek porusza się często z prędkością zaledwie kilku kilometrów na godzinę. W głębinach kabel swobodnie opada na dno, natomiast na płyciznach jest wkopywany w osady denne za pomocą masywnych pługów lub zdalnie sterowanych robotów podwodnych, co chroni go przed sieciami rybaków i kotwicami.

Naprawa uszkodzonej magistrali bywa jednak jeszcze większym wyzwaniem logistycznym. W przypadku awarii inżynierowie najpierw precyzyjnie lokalizują miejsce przerwania obwodu, mierząc anomalie sygnału świetlnego bezpośrednio z lądu. Następnie w ten rejon wypływa statek naprawczy. Opuszcza on na dno specjalne chwytaki lub roboty, które wyciągają uszkodzony kabel z głębokości sięgającej nierzadko kilku tysięcy metrów. Na pokładzie technicy wy-



FOTO: ENGINEERING.FB.COM

Specjalistyczne jednostki układają kabel z prędkością zaledwie kilku kilometrów na godzinę. Trasa rejsu planowana jest z wieloletnim wyprzedzeniem, by ominąć ostre skały, uskoki tektoniczne i głębokie podwodne kaniony.

cinają zniszczony fragment i zastępują go nowym złączem. Cała operacja – w zależności od kaprysów pogody, głębokości i odległości od bazy – trwa od kilku dni do wielu tygodni. Według firmy analitycznej TeleGeography to właśnie dotkliwy brak specjalistycznych statków naprawczych sprawia, że nawet pozornie błahe uszkodzenie jednego kabla może na dłuższy czas sparaliżować globalną wymianę informacji.

Z OCEANU DO CENTRÓW DANYCH

Po wyjściu na ląd transkontynentalne magistrale zmierzają prosto do potężnych centrów danych, które przetwarzają, przechowują i dystrybuują cyfrowy ruch do sieci lokalnych. Jedno z największych serc globalnego Internetu bije w tak zwanej Data Center Alley w Północnej Wirginii (USA). To tam znajduje się największe zagęszczenie serwerowni na globie – szacuje się, że przechodzi przez nie nawet 70% całego amerykańskiego ruchu sieciowego.

W Europie analogicznym, kluczowym węzłem jest Holandia, ze szczególnym uwzględnieniem Amsterdamu i jego obrzeży. Kraj ten stał się cyfrowym skrzyżowaniem kontynentu dzięki unikalnemu połączeniu gęstej sieci światłowodów, bliskości kluczowych kabli podmorskich oraz stabilnego, przewidywalnego prawa. Kamieniem węgielnym tego sukcesu jest punkt wymiany ruchu AMS-IX – jeden z największych internetowych węzłów świata, przez który w każdej sekundzie przepływają niewyobrażalne terabity danych. Holenderski rząd jednak otwarcie przyznaje, że ekspansja gigantów technologicznych staje się problemem: *Niekontrolowany wzrost liczby centrów danych wywiera potężną presję na krajową sieć energetyczną, zasoby wodne oraz plany zagospodarowania przestrzennego.*

Równolegle nowy cyfrowy bastion wyrasta w krajach nordyckich – Szwecji, Finlandii i Norwegii. Państwa te kuszą operatorów serwerowni surowym, chłodnym klimatem, który znacznie obniża koszty klimatyzacji maszyn, a także obfitością taniej, zielonej energii z elektrowni wodnych, wiatrowych i jądrowych. Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA) zauważa: *Chłodny klimat i niskoemisyjny miks energetyczny czynią region nordycki idealną przystanią dla energochłonnych centrów danych.* Niemniej jednak skandynawscy analitycy również zaczynają głośno mówić o ryzyku. Zbyt wielka koncentracja infrastruktury w kilku punktach sprawia, że stają się niezwykle wrażliwymi w kontekście potencjalnego sabotażu, kryzysów geopolitycznych czy blackoutów.



FOTO: DIG.WATCH

Przekrój podmorskiego kabla światłowodowego ujawnia skomplikowaną strukturę i liczne warstwy pancerza chroniące włókna szklane.



FOTO: YOUTUBE.COM

Choć popkultura chętnie powiela mit o wielorybach przegryzających kable, w rzeczywistości głównymi winowajcami awarii są sieci trałowe, kotwice statków oraz podwodne osuwiska.

ENERGETYCZNE ŻARŁOKI

Trudno się dziwić, że ekspansja cyfrowych gigantów, mimo ogromnych zysków, budzi niepokój ekologów i strategów. Infrastruktura cyfrowa stała się bowiem jednym z najbardziej energochłonnych systemów w historii ludzkości. Centra danych, stacje przesyłowe i węzły kablowe muszą pracować bez sekundy przerwy, 24 godziny na dobę, przy ekstremalnie niskiej tolerancji na awarie energetyczne. Prąd nie służy tu wyłącznie do zasilania procesorów – gigantyczne wolumeny energii pochłania chłodzenie, stabilizacja napięcia oraz systemy podtrzymywania zasilania. Według raportów IEA w 2024 roku globalne zużycie energii przez same tylko centra danych osiągnęło astronomiczną wartość około 415 terawatogodzin (TWh), co stanowiło 1,5% światowego zapotrzebowania. Co gorsza, apetyt ten nie rośnie powoli, lecz galopuje w tempie około 12% rocznie. Agencja ostrzega, że jeśli ten trend się utrzyma, do 2030 roku konsumpcja energii wzrośnie ponad dwukrotnie – do około 945 TWh. To ilość prądu, jaką zużywa dziś cała Japonia, będąca w 2025 roku czwartą potęgą gospodarczą świata. Głównym paliwem tego wzrostu jest rewolucja sztucznej inteligencji (AI) oraz masowe przenoszenie biznesu do chmury. Właśnie dlatego sercem każdego nowoczesnego centrum danych są potężne, zdublowane systemy awaryjne. Oprócz zaawansowanych magazynów energii (UPS) kluczową rolę odgrywają gigantyczne generatory diesla, zdolne przejąć pełne obciążenie energetyczne w kilka sekund od zaniku napięcia w sieci. Jeśli systemy te zawiodą, a zapasowe źródła wyschną, świat cyfrowy zamiera w ułamku sekundy – bez względu na to, jak zaawansowane procesory czy wydajne serwery w nim pracują. Eksperci od lat powtarzają jak mantrę: stabilność energetyczna jest dziś dla rozwoju technologii ważniejsza niż dalsza miniaturyzacja elektroniki. Bez prądu Internet nie staje się bowiem wolniejszy – staje się po prostu martwy. ■

STANISŁAW GAJDA

eprasa.pl 3fd5d50475

Kiedy naukowcy mylą się w dobrym kierunku

Nauka w swoim idealnym założeniu opiera się na żelaznej precyzji i bezwzględnej dokładności. Jednak naukę tworzą ludzie, a ci z natury bywają omylni. Sęk w tym, że w świecie naukowych odkryć ślepy – na pierwszy rzut oka – zaułek nierzadko okazuje się tą właściwą, przełomową ścieżką.

Zapewne najbardziej ikoniczną pomyłką w dziejach, która ostatecznie stała się kamieniem milowym medycyny, jest odkrycie penicyliny przez **Aleksandra Fleminga**. Historia eksperymentów i dociekań – stara jak nasz gatunek – roi się jednak od podobnych potknięć, a także sytuacji, w których jednostka rzuciła wyzwanie skostniałym dogmatom i pchnęła cywilizację o milowy krok naprzód.

POMYŁKA, KTÓRA ROZRUSZAŁA ŻABY I NAUKĘ

Pod koniec XVIII wieku boloński lekarz **Luigi Galvani** podczas rutynowej sekcji żab zauważył osobliwe zjawisko. Gdy stalowy skalpel dotknął nerwu, mięśnie martwego zwierzęcia gwałtownie się skurczyły. Galvani był święcie przekonany, że oto odkrył nową, fundamentalną siłę przyrody, którą ochrzcił mianem „elektryczności zwierzęcej". Według jego teorii żywe tkanki same generowały prąd.

Interpretacja ta była jednak błędna. Ruchu mięśni nie wywoływała żadna mistyczna „siła życiowa", lecz potencjał elektryczny powstający na styku dwóch różnych metali. Mimo to eksperymenty Galvaniego wywołały burzliwą debatę nad naturą elektryczności w organizmach. To właśnie spór z **Alessandro Voltą**, który kategorycznie zakwestionował teorię lekarza z Bolonii, doprowadził bezpośrednio do skonstruowania pierwszego ogniwa galwanicznego (pierwowzoru baterii). Galvani pomylił się więc w teorii, ale nie w samej obserwacji. Jego pomyłka otworzyła drzwi dla elektrochemii, neurofizjologii oraz nowoczesnej bioelektroniki.

GORĄCY WYPADEK

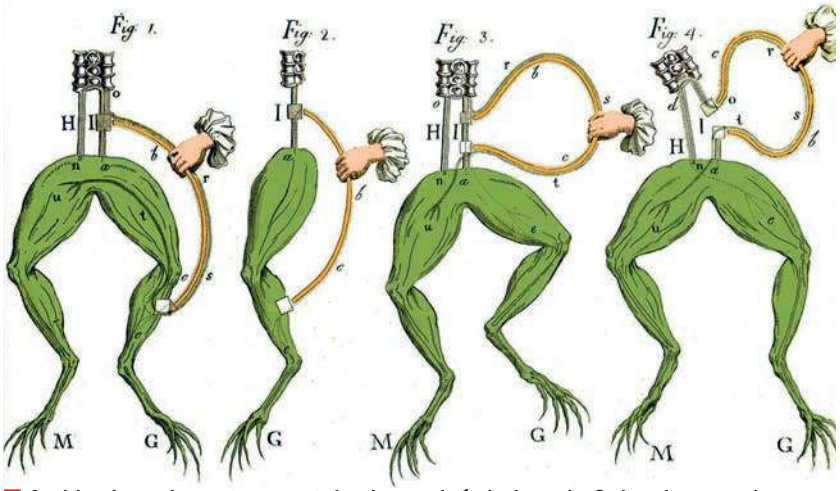
W pierwszej połowie XIX wieku guma była materiałem kapryśnym i wyjątkowo irytującym. Latem lepiła się do wszystkiego, co miało nieszczęście się z nią zetknąć, zimą zaś twardniała i pękała. Amerykański chemik **Charles Goodyear** przez lata próbował okiełznać ten surowiec, jednak wyniki jego mozolnych prac urząd patentowy omijały szerokim łukiem.

Aż pewnego dnia pomógł mu przypadek. Mieszanina kauczuku i siarki niechcący upadła Goodyearowi na rozgrzany piec. Zamiast spodziewanej maziowatej katastrofy, badacz ujrzał materiał elastyczny, mocny i – co najważniejsze – stabilny termicznie. Goodyear najpierw przecierał oczy z niedowierzaniem, a potem zaczął powtarzać eksperyment, tym razem już w pełni kontrolowany. Okazało się, że podgrzanie kauczuku z siarką trwale zmienia jego strukturę. Proces ten nazwano wulkanizacją, a guma z laboratoryjnej wpadki przeobraziła się w koło zamachowe przemysłu. Współczesne opony, uszczelki czy gumowe rękawice zawdzięczamy więc faktowi, że ktoś upuścił coś tam, gdzie nie powinien.

ILUSTRACJA: MEISTERDRUCKE.COM



Przypadkowo podgrzana mieszanina kauczuku i siarki dała początek nowemu, stabilnemu tworzywu. Ten laboratoryjny wypadek zapoczątkował erę nowoczesnego przemysłu gumowego.



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Archiwalny schemat prezentuje słynne doświadczenia Galvaniego, podczas których żabie mięśnie kurczyły się gwałtownie pod wpływem dotknięcia metalowych narzędzi.

PLANETA ZNALEZIONA NA KOŃCU OŁÓWKA

Czasami do przełomu nie prowadzi potknięcie, lecz radykalnie odmienny sposób myślenia. Gdy w pierwszej połowie XIX wieku astronomowie skrupulatnie śledzili orbitę Urana, coś przestało im się zgadzać. Ta odległa planeta poruszała się inaczej, niż dyktowałyby to uniwersalne zasady dynamiki Newtona. Najprostsze wyjaśnienia nasuwały się same: błąd ludzki, wadliwe dane lub niedokładne przyrządy. Odchylenia powtarzały się jednak zbyt regularnie, by można je było zrzucić na karb niezręczności.

Francuski matematyk **Urbain Le Verrier** postanowił ugryźć problem od innej strony. Zrozumiał, że przyczyna może tkwić

eprasa.pl 3fd5d50475

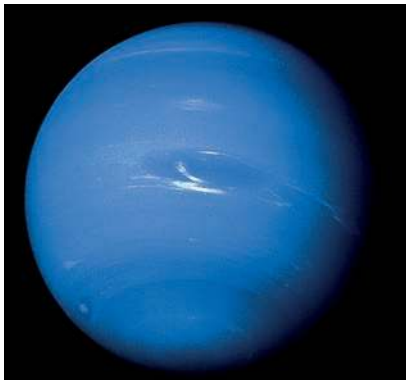


FOTO: NASA

Obliczenia Urbaina Le Verriera bezbłędnie wskazały pozycję nieznanej planety. Istnienie Neptuna potwierdzono obserwacyjnie jesienią 1846 roku.

nie w instrumentach na Ziemi, lecz w samej przestrzeni kosmicznej. Zasugerował, że na Urana wpływa grawitacja innego, nieznanego dotąd ciała niebieskiego. Z jego tytanicznych obliczeń wyłoniła się konkretna pozycja na nieboskłonie, w którą obserwatorzy powinni wycelować sprzęt. Kiedy w 1846 roku rzeczywiście skierowano tam obiektywy, oczom astronomów ukazała się nowa planeta. W ten sposób Neptun został odkryty za pomocą równań matematycznych, zanim jeszcze fizycznie dostrzeżono go przez teleskop.

ŚWIATŁO, KTÓRE NIE MIAŁO PRAWA ISTNIEĆ

Jesienią 1895 roku niemiecki fizyk **Wilhelm Röntgen** eksperymentował z rurą do promieni katodowych, którą dla pewności starannie owinął czarnym kartonem. Mimo całkowitego odcięcia światła zauważył, że leżący nieopodal ekran fluorescencyjny zaczął blado świecić na



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

Pierwsze, historyczne zdjęcie rentgenowskie ukazało strukturę kostną oraz pierścionek żony naukowca. Odkrycie promieni X wyznaczyło zupełnie nową epokę w medycynie.

zielono. Wyglądało to na irytujący efekt uboczny, zakłócenie, które nijak nie pasowało do planu badań. Rura była szczelna, blask teoretycznie nie miał prawa się wydostać. A jednak tam był.

Röntgen, zamiast zignorować to zjawisko, postanowił wytropić winowajcę. Zaczął testować różne bariery i odległości. Odkrył, że tajemnicze, niewidzialne promienie bez trudu przenikają przez papier, drewno czy ludzkie tkanki miękkie, ale zatrzymują się na kościach. 22 grudnia 1895 roku poprosił swoją żonę, **Annę Berthę**, o położenie dłoni na kliszy fotograficznej i uruchomił aparaturę na piętnaście minut. Gdy wywołał negatyw i ujrzał zarysy kości palców z wyraźnie odznaczającym się pierścionkiem, stało się jasne, że nie ma do czynienia z laboratoryjnym szumem. Nieznane promieniowanie nazwał roboczo „promieniami X". Nowe odkrycie błyskawicznie i na stałe zrewolucjonizowało diagnostykę medyczną.

SZUFLADA, KTÓRA ŚWIECIŁA W CIEMNOŚCI

W 1896 roku wieści o dokonaniach Röntgena dotarły do paryskiego laboratorium **Antoine'a Henriego Becquerela**. Francuz postanowił zbadać zależność między nowym promieniowaniem a zjawiskiem fosforyzacji. Pracował z solami uranu oraz płytkami fotograficznymi, które skrupulatnie owijał czarnym papierem. Plan był banalny: wystawić próbki na silne słońce i sprawdzić, czy wyemitowane światło przeniknie papier i zostawi ślad na emulsji. Pogoda spłatała mu jednak figla – niebo zaciągnęło się ciężkimi chmurami. Becquerel z rezygnacją schował przygotowane pakiety do szuflady, czekając na lepsze dni.

Gdy po pewnym czasie z czystej ciekawości wywołał nienaświetlone klisze, przeżył szok. Płyty były mocno zaciemnione, jakby poddano je intensywnej ekspozycji w pełnym słońcu. Sole uranu ewidentnie emitowały energię same z siebie, bez zewnętrznego bodźca. To, co miało być jedynie zepsutą próbką kontrolną nadającą się do kosza, okazało się kluczem do nowej ery. Becquerel niechcący natrafił na zjawisko, które w kolejnych dekadach miało stać się zarówno największym postrachem, jak i wielką nadzieją ludzkości – promieniotwórczość. Ciemna szuflada stała się miejscem, w którym klasyczna fizyka zaczęła się rozszczepiać, otwierając drogę do ery jądrowej.

WSZECHŚWIAT, KTÓRY NIE STOI NA MIEJSCU

Pod koniec lat 20. XX wieku w świecie fizyki panowało komfortowe, uspokajające przekonanie, że kosmos jest w zasadzie statyczny, wieczny i niezmienny.



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

Sole uranu pozostawiły ślad na kliszach fotograficznych nawet bez światła słonecznego. Ten nieoczekiwany wynik doprowadził do odkrycia promieniotwórczości.

Taki stan rzeczy uznawano za dogmat niewymagający głębszych dociekań. Belgijski fizyk **Georges Lemaître** zburzył ten spokój w 1927 roku, publikując równania sugerujące coś zgoła przeciwnego. Z jego analiz wynikało, że sama tkanka przestrzeni kosmicznej nieustannie się rozszerza, a galaktyki uciekają od siebie. Nie były to luźne spekulacje, lecz bezpośrednia, matematyczna konsekwencja ogólnej teorii względności Einsteina.

Wynik ten wydawał się wówczas niedorzeczny. Sam **Albert Einstein** skwitował interpretację Lemaître'a słynną krytyką: *Pana obliczenia są poprawne, ale pana znajomość fizyki jest wręcz potworna.* Idea dynamicznego wszechświata była zbyt rewolucyjna dla ówczesnego świata naukowego, przez co praca Belga przez pewien czas pozostała na marginesie głównego obiegu.

Jednak już w 1929 roku amerykański astronom **Edwin Hubble** dostarczył twardych dowodów obserwacyjnych. Za pomocą potężnego teleskopu wykazał, że galaktyki rzeczywiście oddalają się od siebie. Teoria ekspansji wszechświata zyskała empiryczny dowód, a to, co Einstein początkowo uznał za teoretyczną anomalię, okazało się najdokładniejszym opisem rzeczywistości.



FOTO: ARCHIVES LEMAÎTRE, UNIVERSITÉ CATHOLIQUE, LOUVAIN

Konfrontacja dwóch wielkich umysłów o odmiennych wizjach kosmosu. Rewolucyjna teoria ekspansji Lemaître'a początkowo budziła opór, by ostatecznie zyskać pełne potwierdzenie.

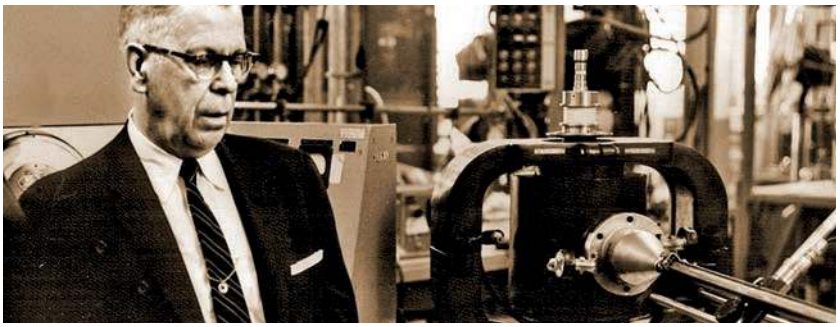
eprasa.pl 3fd5d50475

CZEKOLADA W KIESZENI

W 1945 roku amerykański inżynier **Percy Spencer** pracował w laboratoriach firmy Raytheon nad udoskonaleniem technologii radarowej. Jego uwaga skupiała się na magnetronie – zaawansowanej lampie elektronowej generującej promieniowanie mikrofalowe, kluczowe dla wojskowych systemów wczesnego ostrzegania. Dni mijały mu na rutynowych pomiarach, dopóki nie wydarzył się incydent, którego nie przewidziała żadna specyfikacja techniczna. Stojąc blisko uruchomionego urządzenia, Spencer poczuł w kieszeni fartucha dziwne ciepło. Jak się okazało, schowany tam batonik czekoladowy zaczął błyskawicznie topnieć.

Mniej dociekliwy technik po prostu kupiłby nowy baton i zapomniał o sprawie. Spencer jednak zaczął eksperymentować. Przyniósł do laboratorium ziarna kukurydzy i położył je obok magnetronu – te po chwili z głośnym trzaskiem zamieniły się w popcorn. Kolejnym testem było jajko, które pod wpływem ciśnienia widowiskowo eksplodowało. Wnioski były oczywiste: mikrofale potrafią błyskawicznie i efektywnie ogrzewać żywność. Tak oto komponent aparatury wojskowej narodził się na nowo jako urządzenie kuchenne. Choć pierwsza komercyjna kuchenka mikrofalowa była ogromna i kosztowała fortunę, sama zasada działania okazała się genialna. Dziś to absolutny standard w niemal każdym domu.

FOTO: SPENCER FAMILY ARCHIVES



Spencer badał zachowanie różnych produktów w polu elektromagnetycznym. Jego dociekliwość dowiodła, że mikrofale potrafią szybko podgrzewać żywność.

SZUM, KTÓREGO NIE DAŁO SIĘ UCISZYĆ

Na początku lat 60. XX wieku fizycy **Arno Penzias** i **Robert Wilson** prowadzili badania w Bell Laboratories, korzystając z wielkiej anteny zaprojektowanej do łączności satelitarnej. Instrument był niezwykle czuły, drogi i nastrojony tak, by wyłapywać najsubtelniejsze sygnały z kosmosu. Zamiast czystych odczytów, naukowcy nieustannie rejestrowali jednak irytujący, monotonny szum. Co ciekawe, zakłócenia nie zmieniały się niezależnie od kierunku anteny, pory dnia czy roku.

Inżynierowie podeszli do problemu systematycznie. Wykluczyli zakłócenia z miast, wady elektroniki i wzmacniaczy. W przypływie desperacji wdrapali się na konstrukcję i skrupulatnie usunęli grubą warstwę gołębich odchodów, co w oficjalnej dokumentacji dyplomatycznie nazwali *usunięciem materiału dielektrycznego szczególnego pochodzenia.* Szum nie ustał. Przypominał ciche syczenie docierające równomiernie z każdego zakątka nieba, jakby sam wszechświat monotonnie mruczał pod nosem.

Dopiero przypadkowy kontakt z zespołem fizyków z Uniwersytetu Princeton przyniósł olśnienie. Okazało się, że to, co Penzias i Wilson brali za irytującą usterkę sprzętu, było dokładnie tym, czego inni teoretycy gorączkowo poszukiwali od lat. Odkryli kosmiczne mikrofalowe promieniowanie tła – reliktowe, chłodne echo z czasów, gdy młody wszechświat był jeszcze supergorącą, gęstą plazmą.

FOTO: LINDAHALL.ORG



Arno Penzias i Robert Wilson przez przypadek zarejestrowali najstarsze echo w historii wszechświata.

KIEDY WSZECHŚWIAT ZACZĄŁ TYKAĆ

W 1967 roku młoda doktorantka **Jocelyn Bell Burnell** analizowała dane z nowo wybudowanego radioteleskopu w Cambridge. Urządzenie miało służyć do badania kwazarów – niezwykle jasnych i odległych obiektów astronomicznych. Aparatura była jak na dzisiejsze standardy prymitywna; dane nanosiły pisaki na kilometry papierowej taśmy, a ich weryfikacja wymagała tytanicznej cierpliwości. To właśnie na tych papierowych wykresach badaczka dostrzegła coś anomalnego: serię niezwykle regularnych, gwałtownych impulsów radiowych, powtarzających się zawsze w tym samym punkcie nieba.

Początkowo sądzono, że to zakłócenia, błąd aparatury, sygnał z urządzenia na Ziemi albo ktoś nadepnął na kabel. Impulsy cechowała jednak niezwykła dokładność. Maszyna mogłaby utrzymać taki rytm tylko przy doskonałym zestrojeniu. W laboratorium, wobec braku racjonalnych koncepcji, sygnał zaczęto żartobliwie nazywać LGM-1 – od *Little Green Men* (Małe Zielone Ludziki).

Prawda okazała się niemniej fascynująca. Sygnał wysyłały pulsary – ekstremalnie gęste pozostałości po wybuchu gwiazd. Te rotujące z zawrotną prędkością gwiazdy neutronowe o małej średnicy, lecz masie podobnej do Słońca, działają niczym kosmiczne latarnie morskie. Ich potężne pole magnetyczne wyrzuca w przestrzeń wąskie strumienie promieniowania, które przy każdym obrocie omiatają Ziemię, generując bezbłędny radiowy błysk. To, co z początku uznawano za usterkę techniczną pisaka, okazało się w rzeczywistości odkryciem najdokładniejszych naturalnych zegarów we wszechświecie. ■

STANISŁAW GAJDA

FOTO: YOUTUBE.COM



Wyjątkowo regularny zapis impulsów radiowych na metrach papierowej taśmy dostrzegła doktorantka Jocelyn Bell Burnell. Obserwacja ta doprowadziła do zidentyfikowania pulsarów – wirujących gwiazd neutronowych.

eprasa.pl 3fd5d50475

ZMIANA KLIMATU ZMIENIA LASY

Granica drzew przesuwa się na północ i na wschód



ILUSTRACJA: ORLEN UNIPETROL

Ziemia pulsuje zielenią w rytm pór roku – każdego roku charakterystyczna fala zieleni przetacza się z północy na południe, by później powrócić. Ten naturalny cykl nie jest jednak dany raz na zawsze, a na jego przebieg wpływa szereg dynamicznych czynników. Niemieccy badacze z kilku ośrodków naukowych postanowili szczegółowo opisać ewolucję i granice tej zielonej fali, opierając się na wieloletnich danych satelitarnych oraz zaawansowanych modelach klimatycznych. Ogromną rolę odgrywa tu człowiek. Rosnące stężenie dwutlenku węgla w atmosferze działa na roślinność jak globalny nawóz, stymulując fotosyntezę, podczas gdy wyższe temperatury wyraźnie wydłużają okres wegetacyjny. Analizując ostatnie dekady, naukowcy z zaskoczeniem odnotowali stałe przemieszczanie się „zielonej fali" na północ we wszystkich porach roku. Przy tym na półkuli południowej spodziewali się jej ekspansji w kierunku biegunа południowego. *Przyczyną tego globalnego przesunięcia może być wydłużenie okresu wegetacyjnego oraz łagodniejsze zimy na półkuli północnej, dzięki którym rośliny dłużej zachowują liście. To jednak na razie mocna hipoteza, która wymaga dalszych, szczegółowych weryfikacji* – wyjaśniają autorzy badania. Co ciekawe, oprócz migracji na północ zielony front wyraźnie przesuwa się również w kierunku wschodnim. ■

KRYZYS EKONOMICZNY

Może wpłynąć na zdrowie całego pokolenia



FOTO: SHUTTERSTOCK

Wstrząsy gospodarcze potrafią pozostawić po sobie ślady, które odcisną piętno na całych dziesięcioleciach. Nowe badanie naukowców z Uniwersytetu w Bonn dowodzi, że gwałtowny wzrost cen ryżu podczas azjatyckiego kryzysu finansowego pod koniec lat 90. drastycznie odbił się na zdrowiu najmłodszych mieszkańców Indonezji. Ludzie, których dzieciństwo zbiegło się z okresem skokowych podwyżek cen podstawowych produktów spożywczych, w dorosłości znacznie częściej zmagali się z zahamowaniem wzrostu oraz wyższym ryzykiem otyłości. Z analiz autorów wynika, że dotknięte kryzysem rodziny starały się wprawdzie utrzymać dotychczasowy poziom kaloryczności posiłków, ale robiły to kosztem produktów wyższej jakości i bogatszych w wartości odżywcze. Ta forma ukrytego niedożywienia trwale zaburzyła prawidłowy rozwój dzieci. Wyniki te wyraźnie pokazują, że tąpnięcia rynkowe pociągają za sobą podstępne i niezwykle długofalowe konsekwencje dla zdrowia publicznego. ■

KSIĘŻYC BEZPIECZNY

Podejrzana asteroida nie uderzy w Ziemię ani w naszego satelitę

Jeszcze do niedawna był to jeden z najbardziej skrupulatnie monitorowanych obiektów w bliskim sąsiedztwie naszej planety. Asteroida oznaczona jako 2024 YR4 wywołała spore poruszenie wśród astronomów, gdyż pierwsze obliczenia wskazały na nie-



ILUSTRACJA: NEOSCIENCEHUB.COM

wielkie, lecz realne prawdopodobieństwo kolizji z Ziemią lub Księżycem. Najnowsze obserwacje przyniosły jednak uspokajające wieści – zarówno my, jak i nasz srebrny satelita możemy odetchnąć z ulgą. Ciało niebieskie odkryte pod koniec 2024 roku według wstępnych szacunków dawało około 3% ryzyka uderzenia w Ziemię w 2032 roku. Choć kolejne analizy stopniowo wykluczyły ten czarny scenariusz, na stole pojawił się inny wariant: 4% szans na trafienie w Księżyc. Taka katastrofa, choć bezkrwawa dla samej Ziemi, groziła wyrzuceniem w przestrzeń kosmiczną gigantycznych mas pyłu i odłamków. Eksperci ostrzegali, że chmura księżycowego gruzu mogłaby uszkodzić sztuczne satelity lub zagrozić przyszłym misjom załogowym. Decydujący przełom przyniósł dopiero Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba. Dzięki swojej potężnej optyce precyzyjnie namierzył ten słaby, trudny do uchwycenia obiekt i uściślił trajektorię jego lotu. Nowe dane ostatecznie potwierdzają: asteroida minie Księżyc w bezpiecznej odległości ponad 20 tysięcy kilometrów. ■

eprasa.pl 3fd5d50475

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

NIEPOKOJĄCA RZECZYWISTOŚĆ

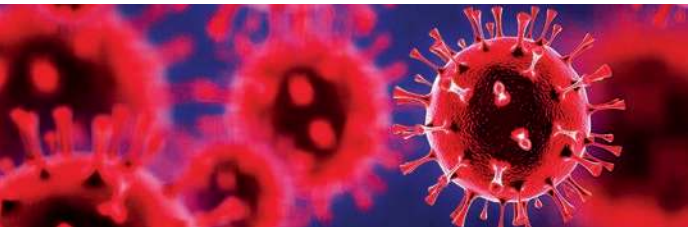
Ogromne ilości plastiku w miejskim powietrzu



Nowe analizy ekspertów z Chińskiej Akademii Nauk dowodzą, że powietrze w obszarach miejskich jest nasycone mikroskopijnymi cząstkami plastiku w stopniu znacznie wyższym, niż dotychczas szacowano. Badacze opracowali zaawansowaną metodę analityczną, za pomocą której zmierzyli stężenie mikropolimerów w atmosferze Kantonu oraz Xi'an. Odkryli, że ilość mikro- i nanoplastików w aerozolach oraz pyłach zawieszonych może być od 2 do aż 6 rzędów wielkości wyższa, niż wskazywały tradycyjne metody detekcji. Wykazano również, że kluczową rolę w transportowaniu tych drobin odgrywa pył drogowy wzniecany przez ruch kołowy. Badanie to, opublikowane w renomowanym czasopiśmie „Science Advances", jest pierwszym, w którym udało się wykryć nanoplastiki o rozmiarach rzędu zaledwie 200 nanometrów w tak złożonych próbkach atmosferycznych. Daje ono precyzyjny obraz tego, jak cząstki tworzyw sztucznych przemieszczają się w powietrzu, jak ulegają transformacji i gdzie osiadają. Naukowcy ostrzegają: atmosfera stanowi potężny i długo niedoceniany rezerwuar plastikowych zanieczyszczeń, których wpływ na klimat, ekosystemy oraz ludzkie zdrowie wciąż pozostaje wielką niewiadomą. ■

WITAMINA D PRZECIW COVID-19?

Obszerne badanie przyniosło niespodziankę



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Ważne badanie kliniczne przeprowadzone przez naukowców z Mass General Brigham – jednej z największych i najbardziej prestiżowych organizacji medyczno-badawczych w Stanach Zjednoczonych – miało rozstrzygnąć, czy wysokie dawki witaminy D są w stanie złagodzić przebieg COVID-19. W projekcie wzięło udział ponad 1700 zakażonych pacjentów oraz kilkuset członków ich rodzin, którzy w ramach domowej profilaktyki otrzymywali witaminę D3 lub placebo. Wyniki okazały się rozczarowaniem dla entuzjastów suplementacji: witamina D nie zmniejszyła ciężkości przebiegu choroby ani nie wpłynęła na spadek liczby hospitalizacji. Mimo to analizy przyniosły intrygujący sygnał. U uczestników, którzy rzetelnie i regularnie przyjmowali specyfik, nieco rzadziej rozwijały się objawy tzw. długiego ogona COVID-19. Utrzymujące się po ośmiu tygodniach dolegliwości zgłosiło około 21% osób z grupy „witaminowej" w porównaniu do 25% w grupie przyjmującej placebo. ■



FOTO: SHUTTERSTOCK

FOTO: WIKIPEDIA.ORG, NPÚ, YOUTUBE.COM, ORSI ACADEMY, REPROFOTO ČT A YOUTUBE.COM



ROTACJA ZIEMI w ciągu minionych milionów lat prawie nigdy nie zwalniała tak gwałtownie, jak w ostatnich dekadach. Naukowcy dostrzegają w tym zjawisku jednoznaczny dowód na to, że postępująca zmiana klimatu realnie wpływa na tempo obrotu planety i bezpośrednio modyfikuje długość dnia.



Chirurg z Londynu przeprowadził pierwszą w Wielkiej Brytanii **ZROBOTYZOWANĄ OPERACJĘ NA ODLEGŁOŚĆ**, podczas gdy pacjent znajdował się na Gibraltarze – aż 2400 kilometrów dalej. Zabieg usunięcia prostaty zrealizowano w ramach programu pilotażowego przy użyciu zaawansowanego systemu robotycznego Toumai.



OGNISTE TORNADO to zjawisko, z którym nikt nie chciałby się spotkać oko w oko. Naukowcy wpadli jednak na pomysł, że te niszczycielskie żywioły można by kontrolować i wykorzystać do skutecznej likwidacji plam ropy naftowej wyciekającej do mórz i oceanów. Taka procedura gwarantowałaby znacznie szybsze spalanie i zdecydowanie niższą emisję toksyn do atmosfery.



LICZEBNOŚĆ PTAKÓW w Ameryce Północnej **SPADA** drastycznie i w coraz bardziej zatrważającym tempie. Obecnie w tamtejszych przestworzach lata o miliardy osobników mniej niż jeszcze kilka dekad temu. Winą za ten stan rzeczy badacze obarczają intensywne całoroczne rolnictwo wielkoobszarowe oraz masowe stosowanie agresywnych nawozów sztucznych i pestycydów.

eprasa.pl 3fd5d50475

EL NIÑO MOŻE PONOWNIE ROZPALIĆ PLANETĘ

Rok 2027 grozi kolejnym globalnym rekordem temperatur

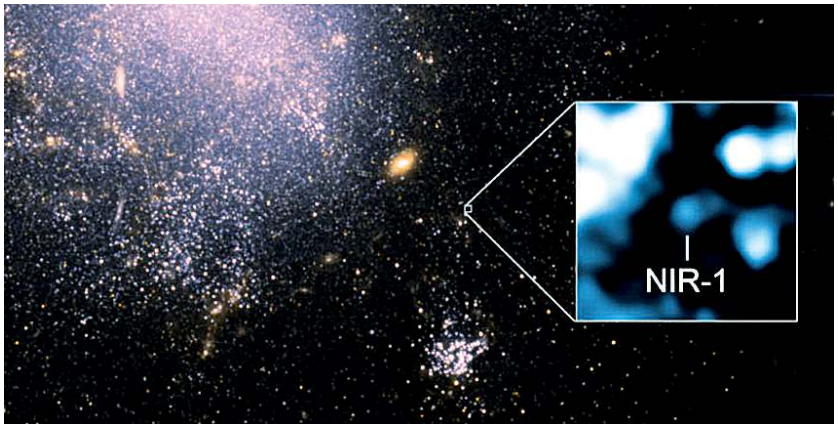


FOTO: SHUTTERSTOCK

Klimatolodzy z rosnącym niepokojem monitorują sytuację na Oceanie Spokojnym. Według zaawansowanych modeli klimatycznych to właśnie tam w ciągu najbliższych miesięcy może zacząć ponownie formować się zjawisko El Niño, czyli okresowe, wyraźne ocieplenie powierzchniowych wód w okołorównikowej strefie Pacyfiku. Gdyby ten niepokojący scenariusz się ziścił, jego najsilniejsze i najbardziej dotkliwe skutki zamanifestowałyby się w pełni w roku 2027. Miałby on wówczas ogromną szansę zapisać się w historii jako najcieplejszy rok od momentu rozpoczęcia regularnych pomiarów meteorologicznych. El Niño posiada bowiem rzadką zdolność do gwałtownego podbijania globalnych temperatur, a jednocześnie do drastycznej zmiany wzorców pogodowych na całym świecie. Do suchych zazwyczaj regionów przynosi katastrofalne ulewy, podczas gdy w innych miejscach wywołuje dotkliwe susze, potężne burze tropikalne czy ekstremalne fale upałów. Eksperci podkreślają jednak, że nawet bez powrotu tego zjawiska nasza planeta pozostaje nadmiernie rozgrzana. Główną rolę odgrywa tu długofalowe globalne ocieplenie napędzane spalaniem paliw kopalnych, które nieustannie i systematycznie przesuwa temperaturową poprzeczkę coraz wyżej. ■

REKORD W UNIWERSUM

Astronomowie wytropili najjaśniejszy szybki błysk radiowy w historii



ILUSTRACJA: NASA/ESA/CSA/CFA/P. BLANCHARD

Międzynarodowy zespół astronomów zidentyfikował źródło najjaśniejszego jak dotąd szybkiego błysku radiowego (FRB – *Fast Radio Burst*), czyli krótkiego, lecz potężnego impulsu promieniowania docierającego z głębi kosmosu. Sygnał oznaczony jako FRB 20250316A, który szybko zyskał chwytliwy przydomek RBFLOAT (*Radio Brightest Flash Of All Time*), trwał zaledwie jedną piątą sekundy. W tym mgnieniu oka całkowicie jednak przyćmił jasnością radiową wszystkie gwiazdy i obiekty w swojej macierzystej galaktyce. Błysk zarejestrował radioteleskop CHIME oraz współpracująca z nim sieć mniejszych stacji pomocniczych Outrigger. Dzięki zaawansowanej metodzie interferometrii naukowcy niezwykle precyzyjnie określili położenie źródła. Sygnał wytropiono w galaktyce spiralnej NGC 4141, oddalonej od Ziemi o około 130 milionów lat świetlnych i znajdującej się w gwiazdozbiorze Wielkiej Niedźwiedzicy. Następcze obserwacje przeprowadzone za pomocą Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba ujawniły w miejscu rozbłysku słabą emisję w podczerwieni. Według pierwszych hipotez jej źródłem może być czerwony olbrzym lub poświata po jakiejś kosmicznej eksplozji. ■

WODA PODPOWIERZCHNIOWA

Mogła na Marsie przedłużyć okres sprzyjający rozwojowi życia

Nowe badania sugerują, że Mars mógł pozostać planetą zdatną do zamieszkania znacznie dłużej, niż dotychczas powszechnie przypuszczano. Analiza starożytnych wydm piaszczystych w kraterze Gale, które są obecnie intensywnie badane przez łazik Curiosity, jednoznacznie wskazuje na fascynujący fakt: jeszcze długo po wyschnięciu powierzchniowych jezior oraz rzek wciąż aktywnie przepływały tam wody podziemne. Ciecz ta stopniowo przesączała się przez piasek i z czasem tworzyła różnorodne minerały – m.in. gips – które posiadają unikalną zdolność do trwałego więzienia śladów substancji organicznych. Naukowcy z Uniwersytetu Nowojorskiego w Abu Zabi postanowili porównać te marsjańskie formacje geologiczne z bliźniaczo podobnymi strukturami występującymi na pustyniach w Zjednoczonych Emiratach

eprasa.pl 3fd5d50475

SKUTKI PRZEMOCY DOMOWEJ?

Mogą obejmować również trwałe uszkodzenia mózgu, ostrzegają badacze

Ofiarami przemocy domowej w przytłaczającej większości padają kobiety. Bywają terroryzowane, poniżane i bite. Wybuchy agresji ze strony partnerów – objawiające się uderzeniami w głowę lub podduszaniem – mogą według ekspertów skutkować m.in. zaburzeniami mowy czy problemami z pamięcią. W ramach najnowszych badań zestawiono stan zdrowia kobiet, które nigdy nie doświadczyły przemocy, z tymi, które mają za sobą tak traumatyczne przeżycia. Wynik, jak podkreśla dr **Georgia Symons** z Monash University w Melbourne, jest absolutnie jednoznaczny. Okazało się, że kondycja neurologiczna niektórych bitych kobiet przypomina stan zdrowia zawodowych sportowców, którzy w trakcie kariery przyjęli niezliczone, silne ciosy w głowę. Wokół tych analiz toczy się również dyskusja z udziałem prof. **Reidara Lystada** z Australijskiego Instytutu Innowacji w Ochronie Zdrowia. Od lat bada on konsekwencje urazów u sportowców, specjalizując się w tematyce wstrząśnień mózgu. Jego zdaniem to właśnie trzy grupy: sportowcy, żołnierze oraz ofiary przemocy domowej są najbardziej narażeni na to, by w przyszłości stać się pacjentami cierpiącymi na uciążliwe choroby neurodegeneracyjne. ■

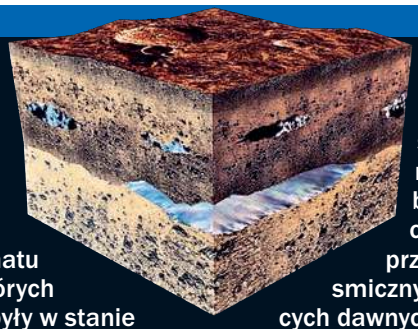
WPŁYW ZMIAN KLIMATYCZNYCH

Rosnące stężenie CO_2 w atmosferze modyfikuje skład ludzkiej krwi



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK

Wzrost zawartości dwutlenku węgla (CO_2) w ziemskiej atmosferze osiągnął poziom, który można już bezpośrednio wykryć i zmierzyć w ludzkiej krwi. Zapisy kopa lne dowodzą, że przez co najmniej 150 tysięcy lat historii gatunku *Homo sapiens* stężenie to pozostawało stabilne, oscylując w granicach 280–300 cząsteczek na milion (ppm). Jednak ostatnie dekady przyniosły dramatyczny skok – z około 369 ppm w 2000 roku do obecnych niemal 420 ppm. W ludzkim krwiobiegu CO_2 przekształca się w wodorowęglany. W normalnych warunkach związki te są niezwykle pożyteczne, pomagając organizmowi utrzymać prawidłowe pH. Kiedy jednak gazu w otoczeniu stale przybywa, ciało zmuszone jest uruchomić procesy kompensacyjne. Nerki zaczynają zatrzymywać znacznie więcej wodorowęglanów, a minerały – w szczególności wapń i fosfor – są aktywnie wykorzystywane do stabilizacji równowagi kwasowo-zasadowej. Naukowcy z australijskiego Curtin University zaobserwowali, że w ciągu ostatnich 2 dekad wraz ze wzrostem poziomu wodorowęglanów we krwi odnotowano jednoczesny spadek zawartości wapnia (średnio o 2%) oraz fosforu (o 7%). Choć na razie nie stanowi to bezpośredniego zagrożenia dla zdrowia, badacze ostrzegają: jeśli ten trend się utrzyma, około 2076 roku kluczowe parametry biochemiczne naszej krwi mogą niebezpiecznie zbliżyć się do dolnej granicy normy. ■



ILUSTRACJA: ESA

Arabskich. Wyniki analiz sugerują, że woda podziemna mogła tworzyć bezpieczne, odizolowane od surowego klimatu środowiska, w których przez długi czas były w stanie przetrwać proste mikroorganizmy.

Właśnie dlatego takie lokalizacje stanowią obecnie jeden z najbardziej obiecujących celów dla przyszłych misji kosmicznych poszukujących dawnych śladów życia na Czerwonej Planecie. ■

FOTO: NIH/ FLICKR COMMONS, GBCSERVICESANDSOLUTIONS.CA, NDTV I EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM-RANGE WEATHER FORECASTS



Nietypowe badania przeprowadzili eksperci z międzynarodowych instytucji naukowych m.in. w Wielkiej Brytanii, USA, Ghanie i Ukrainie. Obliczyli oni, że w wyniku konfliktu między Izraelem a ugrupowaniem terrorystycznym Hamas do **ATMOSFERY PRZEDOSTAŁO SIĘ PONAD 33 MILIONY TON EMISJI** gazów cieplarnianych.



Uratować **MIGRUJĄCE ROPUCHY** przed niechybną śmiercią pod kołami samochodów postanowili wolontariusze oraz członkowie organizacji charytatywnej Froglife. W rejonie miasta Wadebridge w brytyjskiej Kornwalii bezpiecznie przenieśli oni przez skrajnie niebezpieczną szosę setki płazów, umożliwiając im bezwypadkowe dotarcie do stawów lęgowych.



PRZEDSIĘBIORSTWO KOSMICZNE SPACEX, należące do miliardera Elona Muska, odkłada w czasie planowaną na ten rok misję marsjańską. Jak informuje dziennik „The Wall Street Journal", firma zamierza obecnie w pełni skoncentrować swoje siły na programie lądowania na Księżycu.



Włoskie **POMPEJE** już na zawsze pozostaną symbolem gigantycznej katastrofy związanej z **ERUPCJĄ WEZUWIUSZA** w 79 roku n.e. Mimo upływu stuleci, archeolodzy wciąż dokonują tam spektakularnych odkryć. Niedawno, dzięki zaawansowanej technologii obrazowania, zdołali odczytać ukryte wiadomości i rysunki wyryte bezpośrednio w tynku jednego z korytarzy teatralnych.

eprasa.pl 3fd5d50475

BÓL GŁOWY

Za zwiększoną częstotliwość i nasilenie migren mogą odpowiadać ekstrema pogodowe

Migrena to skomplikowane schorzenie neurologiczne, które objawia się nawracającymi, silnymi napadami bólu głowy. Towarzyszą im typowe symptomy, takie jak nudności, wymioty, światłowstręt oraz nadwrażliwość na dźwięki. Choć migreny są w populacji tak samo powszechne jak trzy dekady temu, statystyki pokazują niepokojący trend: między 2005 a 2018 rokiem dotkliwość i częstotliwość ataków wzrosły niemal dwukrotnie. I choć na migreny tradycyjnie bardziej podatne są kobiety, problem ten coraz mocniej dotyka również mężczyzn. Według jednej z wiodących teorii naukowych za tym zagadkowym pogorszeniem zdrowia publicznego stoją zmiany klimatyczne. Wydaje się, że zmiany klimatu nasilają ataki migrenowe poprzez intensyfikację czynników środowiskowych, które od dawna znamy jako wyzwalacze bólu. Mowa tu o fali upałów, gwałtownych wahaniach temperatur, gorszej jakości powietrza oraz nagłych skokach ciśnienia barometrycznego – wyjaśnia **Danielle Wilhour**, adiunktka neurologii na University of Colorado. Jednoznaczne i bezdyskusyjne udowodnienie, że anomalie pogodowe bezpośrednio wywołują więcej migren, pozostaje jednak wyzwaniem.

FOTO: SHUTTERSTOCK



Dzieje się tak głównie dlatego, że ze względów etycznych nie możemy przeprowadzić randomizowanych, kontrolowanych badań klinicznych, w których celowo wystawialibyśmy pacjentów na działanie szkodliwych czynników środowiskowych – podsumowuje Wilhour. ■

KIEDY AI WKRACZA NA SALĘ OPERACYJNĄ

Chirurgia w cieniu błędów i poważnych obrażeń



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Wprowadzenie sztucznej inteligencji do medycyny miało zapoczątkować rewolucję w chirurgii. Zamiast tego pojawiają się jednak niepokojące doniesienia o przypadkach, w których algorytmy zawiodły podczas operacji, niosąc za sobą dramatyczne konsekwencje dla pacjentów. Amerykańska Agencja Żywności i Leków (FDA) odnotowała w ostatnich latach gwałtowny wzrost zgłoszeń dotyczących awarii urządzeń wyposażonych w AI. Początkowe, pojedyncze incydenty przerodziły się w ponad 100 udokumentowanych spraw. W co najmniej dziesięciu z nich doszło do ciężkich urazów – w tym udarów, przebicia czaszki czy uszkodzenia tętnic – gdy system błędnie nawigował dłoń chirurga w trakcie zabiegu. Niektóre analizy prawne łączą te powikłania bezpośrednio z obecnością AI w systemach chirurgicznych. Eksperci wskazują, że producenci, goniąc za szybkim wdrożeniem technologii na rynek, zignorowali wewnętrzne ostrzeżenia i obniżyli standardy bezpieczeństwa. Kolejne błędy raportowano przy urządzeniach do ultrasonograficznego badania płodu oraz monitorowania pracy serca. Z przeglądu danych akademickich wynika, że prawie połowa placówek medycznych zarządzanych przez AI w ciągu roku od wdrożenia systemu wraca do tradycyjnego trybu pracy. Powodem są powtarzające się błędy lub wycofanie technologii z rynku ze względu na zagrożenie dla bezpieczeństwa. Krytycy systemu wskazują na ogromne luki regulacyjne: w przeciwieństwie do leków, zaawansowane wyroby chirurgiczne często nie muszą przechodzić rygorystycznych i wieloletnich badań klinicznych, a proces certyfikacji AI okazuje się dziś dalece niewystarczający. ■

UKĄSZENIE WĘŻA

Jad kiełbasiany jako nieoczekiwana tarcza przeciwko jadowi węża!



FOTO: YOUTUBE.COM

Według wniosków z najnowszego badania opublikowanego w czasopiśmie „Toxicon", toksyna botulinowa – prawdopodobnie najbardziej zabójcza substancja znana dotychczas w przyrodzie – mogłaby pomóc w tłumieniu najgroźniejszych skutków ukąszeń jadowitych węży. Istnieją dowody na to, że ta potężna neurotoksyna może stanowić skuteczną terapię łagodzącą katastrofalne uszkodzenia mięśni. Dzieje się tak najpewniej poprzez wyciszanie reakcji zapalnej organizmu na jad wielu gatunków jadowitych węży. Ukąszenia te stanowią poważny problem globalny, który każdego roku pochłania ponad 100 000 ludzkich istnień. Obecnie rany po ukąszeniach leczy się metodą podciśnieniową lub terapią tlenem hiperbarycznym. Jady różnią się jednak w zależności od gatunku i regionu, przez co uniwersalne antytoksyny nie istnieją. Narzędzie, które działałoby bez względu na okoliczności, jest zatem niezwykle pożądane. **Pin Lan**, toksykolog medyczny ze szpitala centralnego Lishui w Chinach wraz ze swoim zespołem postanowił przetestować potencjał jadu kiełbasianego. Naukowcy użyli jadu mokasyna ostronosego *(Deinagkistrodon acutus)*, gatunku azjatyckiej żmii, której toksyny wywołują rozległą martwicę mięśni. Substancję wstrzyknięto 22 królikom, które podzielono na trzy grupy. Pierwsza otrzymała wyłącznie jad, druga – jad w kombinacji z toksyną botulinową, a trzecia – jad połączony z roztworem soli fizjologicznej. Po 24 godzinach zwierzęta uśmiercono, a badacze pobrali próbki tkanki z miejsca wstrzyknięcia. Okazało się, że dodatek toksyny botulinowej wyraźnie złagodził niszczycielskie skutki jadu, w tym obrzęk w miejscu „ukąszenia", oraz znacząco zmniejszył stopień uszkodzenia tkanki mięśniowej. ■

eprasa.pl 3fd5d50475



Pola lawowe, lwy morskie, żółwie stare jak rodzinne legendy i wyspy, na których przyroda wciąż ma ostatnie słowo. Wybraliśmy się do miejsc, które zainspirowały Karola Darwina, by z bliska obserwować niezwykły świat endemitów.

21. WIEK po śladach Darwina: Galapagos na własnej skórze

Pod koniec zimy ruszyliśmy śladami **Karola Darwina** i zaokrętowaliśmy się na jeden z tegorocznych rejsów po kultowym ekwadorskim archipelagu. Dzięki firmie andBeyond, która prowadzi nie tylko światowej klasy safari lodge w Afryce, lecz także wyjątkowe ekspedycje i rejsy, w tym właśnie Galapagos Explorer, w ciągu kilku dni odwiedziliśmy osiem z trzynastu głównych wulkanicznych wysp Galapagos. Podziwialiśmy tam świat, który ewolucja zachowała na uboczu, jakby wyłącznie dla siebie. Na jednej z wysp udało nam się ponadto pozostawić własny ślad – niewielki wkład w odnowę tamtejszego krajobrazu.

PIERWSZE NA ŚWIECIE

Zaskoczenie czekało już po wylądowaniu. Na wyspie Baltra rozciąga się pierwsze ekologiczne lotnisko na świecie, dokąd kierowane są wszystkie loty z kontynentalnego Ekwadoru, którego częścią jest archipelag Galapagos. To właśnie tutaj każdego roku w świat lokalnych endemitów wkracza około 300 tysięcy turystów z całego globu.

Galápagos Ecological Airport stanowi dowód na to, że nawet w obszarze chronionym infrastruktura może funkcjonować z poszanowaniem otaczającej przyrody. Projekt wystartował w 2008 roku, kiedy spółka Corporación América Airports uzyskała koncesję na budowę i eksploatację w pełni zrównoważonego portu lotniczego. Cel od samego początku był jasny: stworzyć zaplecze, które w jak najmniejszym stopniu będzie obciążać delikatny ekosystem archipelagu wpisanego na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Budynek maksymalnie wykorzystuje zatem naturalne światło, cyrkulację powietrza oraz stabilne temperatury, redukując w ten sposób energochłonność eksploatacji.

Efektem jest obiekt wyróżniony certyfikatem LEED Gold przez U.S. Green Building Council za efektywne gospodarowanie energią i wodą oraz za wykorzystanie materiałów pochodzących z recyklingu. Ponadto lotnisko stało się pierwszym w Ameryce Łacińskiej i na Karaibach, które uzyskało status „Carbon Neutral". Emisje są tutaj nie tylko monitorowane i ograniczane, lecz jednocześnie kompensowane. Obecnie port zmierza do poziomu 4+ „Transition", wdrażając kolejne konkretne kroki na drodze ku całkowitej neutralności węglowej.

Popularny szlak wokół przylądka Punta Suárez na najbardziej wysuniętej na południe i najstarszej wyspie Galapagos, Española, oferuje malownicze widoki na zastygłą lawę, która od czterech milionów lat opiera się działaniu wody.

ZIELONY ŚLAD

Galapagos to jednak nie tylko miejsce godne podziwu. To także laboratorium ochrony przyrody, w którym nie liczą się wielkie gesty, lecz konkretne czyny. W ramach nowego programu andBeyond Restoration Planting, zaprezentowanego w zeszłym roku, włączyliśmy się w odnowę części zamieszkanej wyspy Santa



38-metrowy Galapagos Explorer należący do firmy andBeyond może pomieścić maksymalnie trzynastu gości, dla których na pokładzie przygotowano aż dwóch certyfikowanych przewodników przyrodniczych. Bez nich nie można wchodzić na niezamieszkane wyspy Galapagos.

eprasa.pl 3fd5d50475



ŻÓŁW SŁONIOWY (*Chelonoidis niger*)
Fotografia wykonana na wyspie: Santa Cruz
Żółwie z Galapagos należą do największych i najdłużej żyjących zwierząt lądowych na naszej planecie. Mogą ważyć do 417 kilogramów, a na wolności żyją zazwyczaj ponad 100 lat, przy czym niektóre osobniki w rezerwatach przekroczyły nawet granicę 170 lat. To właśnie od tych majestatycznych stworzeń Galapagos wzięło swoją nazwę – hiszpańscy odkrywcy w XVI wieku nazwali je tak od słowa galápago, oznaczającego w ich języku żółwia.



FREGATA ŚREDNIA
(*Fregata minor*)
Fotografia wykonana na wyspie:
Santa Cruz
Samce fregaty średniej należą do najbardziej osobliwych „uwodzicieli" w świecie ptaków. W okresie godowym nadmuchują charakterystyczny, jaskrawoczerwony worek gardłowy, który przypomina wielki balon. Siedząc na gałęziach, trzęsą skrzydłami i kłapią dziobem, aby przywabić samice krążące nad kolonią. Im większy i bardziej wyrazisty balon, tym większa szansa na sukces – to jeden z najbardziej widowiskowych spektakli galapagoskiej przyrody.

KRAB CZERWONY
(*Grapsus grapsus*)
Fotografia wykonana na wyspie: Floreana
Ten jaskrawoczerwony krab należy do najbardziej kolorowych mieszkańców wybrzeży Galapagos. Podczas gdy młode osobniki są niemal czarne, aby wtapiać się w lawowe skały, dorosłe lśnią odcieniami czerwieni, pomarańczu lub różu. Te zwinne skorupiaki poruszają się po kamieniach niemal tanecznym krokiem i potrafią błyskawicznie zmieniać kierunek – złapanie ich wydaje się wręcz niemożliwe. W młodości regularnie zrzucają swój pancerz, by pozwolić urosnąć nowemu, większemu. Na plażach można więc często odnaleźć ich puste wylinki.





LEGWAN GALAPAGOSKI
(*Conolophus subcristatus*)
Fotografia wykonana na wyspie: Baltra
Galapagoskie legwany lądowe należą do największych jaszczurek świata – mogą dorastać do 1,5 metra długości i ważyć około 13 kilogramów. Typowe dla nich są żółto-pomarańczowe barwy oraz grzebień kolców na grzbiecie. Jako stworzenia zmiennocieplne wygrzewają się na rozgrzanych kamieniach lawowych, by zyskać energię, a ciekawostką jest ich symbioza z ptakami, które oczyszczają ich skórę z pasożytów. To prawdopodobnie pierwszy endemiczny gatunek, jaki spotyka się po wylądowaniu na wyspie Baltra, i to jeszcze na terenie lotniska, które te jaszczurki chętnie zasiedlają.



Cruz. Celem projektu jest przywrócenie w krajobrazie rodzimych gatunków drzew i krzewów, które rosły tutaj jeszcze przed kolonizacją.
Pobrudziliśmy sobie ręce ziemią przy sadzeniu kilku rdzennych gatunków. Wśród nich znalazł się popularny „koci pazur" czyli liana o nazwie czepota puszysta (*Uncaria tomentosa*), która zyskała swój przydomek ze względu na zakrzywione ciernie. Oprócz nich posadziliśmy również tzw. ironwood *(Olneya tesota)* oraz endemiczną gujawę *(Psidium galapageium)*. Sadzenie odbywało się niedaleko wioski Bellavista, na obszarze, gdzie nietrudno natknąć się na inny symbol Galapagos – żółwia słoniowego *(Chelonoidis niger)*. W okolicy znajduje się także Rancho Primicias – Giant Tortoise Reserve, rezerwat z wolno żyjącymi żółwiami, które sprawiają wrażenie, jakby nigdzie nie spieszyły się już od kilku stuleci i nie widzą powodu, by zaczynać właśnie teraz. Dla andBeyond to kolejny z projektów ukierunkowanych na ochronę przyrody, rozszerzający ich dotychczasową działalność znaną z Afryki i Azji.

OCHRONA GALAPAGOS

Jednym z głównych miejsc, gdzie ochrona galapagoskiej przyrody to codzienna praca, jest Galápagos Conservancy.

eprasa.pl 3fd5d50475



LEGWAN MORSKI (*Amblyrhynchus cristatus*)
Fotografia wykonana na wyspie: Santa Cruz
Legwan morski z Galapagos to jedyna jaszczurka na świecie, która spędza część życia w oceanie. Nurkuje pod wodą i żywi się niemal wyłącznie algami morskimi. Po powrocie z chłodnej wody wygrzewa się na czarnych skałach wulkanicznych, aby odzyskać właściwą temperaturę ciała. Ten niezwykły gad w doskonały sposób łączy świat morza i lądu i nie występuje nigdzie indziej na planecie. Jego unikalny wygląd stał się m.in. inspiracją dla twórców słynnego japońskiego potwora z filmów sci-fi – *Godzilli*.

JASZCZURKA LAWOWA
(*Microlophus albemarlensis*)
Fotografia wykonana na wyspie:
Española



Ta galapagoska jaszczurka należy do najpospolitszych małych gadów na archipelagu. Dorasta zaledwie do około 10–18 cm, ale przyciąga uwagę wyrazistym dymorfizmem płciowym. Samice posiadają jaskrawoczerwoną plamę obejmującą szyję i głowę, która służy jako sygnał w komunikacji oraz przy obronie terytorium. Te niezwykle zwinne jaszczurki chętnie wygrzewają się na kamieniach lawowych i należą do ikonicznych stworzeń Darwinowskiego Galapagos.

„BOŻONARODZENIOWY" LEGWAN MORSKI
(*Amblyrhynchus cristatus*)
Fotografia wykonana na wyspie:
Española
Na wyspie Española żyje jeden z najbardziej kolorowych legwanów morskich na Galapagos. W okresie godowym samce zmieniają swoje zazwyczaj ciemne, wręcz czarne ubarwienie na wyraziste odcienie czerwieni i zieleni, dzięki czemu zyskały przydomek „legwanów bożonarodzeniowych". Barwy te nie służą jedynie ozdobie – sygnalizują siłę oraz determinację samców w walce o najlepsze terytoria rozrodcze.





GŁUPTAK NIEBIESKONOGI (*Sula nebouxii*)
Fotografia wykonana na wyspie: Santa Cruz
Głuptak niebieskonogi to jeden z najbardziej rozpoznawalnych symboli Galapagos. Zasłynął ze swoich jaskrawoniebieskich stóp, które odgrywają kluczową rolę podczas godów – samiec unosi je naprzemiennie i prezentuje w komicznym „tańcu", aby zainteresować partnerkę. Im bardziej nasycony błękit, tym zdrowszy, lepiej odżywiony osobnik. Te morskie ptaki można często podziwiać także podczas widowiskowych polowań, kiedy spadają pionowo do oceanu niczym żywe torpedy w pogoni za rybami.

Organizacja ta zajmuje się między innymi żółwiami słoniowymi oraz ich podgatunkiem, żółwiami z wyspy Santa Cruz *(Chelonoidis niger porteri)*, ściśle współpracując z pozarządową Charles Darwin Foundation. Tę ostatnią mocno wspiera także marka G-Shock z grupy Casio. Główny ośrodek organizacji leży na wyspie Santa Cruz, na obrzeżach portowego miasta Puerto Ayora, które liczy około 12 tysięcy mieszkańców.

Właśnie tutaj jasno widać, jak wyjątkowe jest Galapagos. Zamieszkane pozostaje jedynie około 3% archipelagu o łącznej powierzchni 143 tysięcy kilometrów kwadratowych. Pozostałe 97% to obszar objęty ścisłą ochroną, na który można wkroczyć wyłącznie z certyfikowanym lokalnym przewodnikiem. Między innymi dlatego większość mieszkańców w ciągu swojego życia w ogóle nie odwiedza znacznej części wysp. Na Galapagos przyroda wciąż nie jest bowiem tylko tłem. Ona nadal odgrywa tutaj główną rolę. Galápagos Conservancy, organizacja o ponad czterdziestoletniej tradycji, koncentruje się na trzech głównych obszarach. Pierwszym jest odnowa przyrody: powrót rodzimych gatunków oraz walka z organizmami inwazyjnymi, które zagrażają tutejszym wrażliwym biotopom. Drugim jest ochrona poszczególnych gatunków, w tym monitorowanie i opieka nad zagrożonymi

eprasa.pl 3fd5d50475



PINGWIN RÓWNIKOWY (*Spheniscus mendiculus*)
Fotografia wykonana na wyspie: Bartolomé
Jeden z najrzadszych pingwinów na świecie, będący jednocześnie jedynym gatunkiem, który występuje w okolicach równika. Dorasta do około 50 cm i żywi się przede wszystkim sardynkami oraz sardelami. Gniazduje nawet do trzech razy w roku, przy czym opiekę nad pisklętami sprawują oboje rodzice. W naturze żyje dziś obecnie około 1200 dorosłych osobników, co czyni go jednym z najbardziej zagrożonych gatunków pingwinów na naszej planecie.



USZANKA GALAPAGOSKA
(*Zalophus wollebaeki*)
Fotografia wykonana na wyspie: Lobos
Ten niezwykle zabawny władca plaż i urwisk Galapagos zalicza się do najbardziej charyzmatycznych mieszkańców archipelagu. Ponieważ ten endemiczny ssak morski jest doskonałym pływakiem, który w poszukiwaniu pożywienia rutynowo nurkuje na znaczne głębokości, stanowi on świetnego towarzysza podczas nurkowania z rurką. Kolonie często odpoczywają na piaszczystych plażach, gdzie młode dokazują w falach. Choć sprawiają wrażenie beztroskich, gatunek ten jest niezwykle czuły na zmiany klimatyczne w oceanie, zwłaszcza na zjawisko El Niño. W zatoce Great Darwin Bay na wyspie Genovesa żyje w zgodzie z mniejszym sąsiadem – kotikiem galapagoskim *(Arctocephalus galapagoensis).*

GŁUPTAK CZERWONONOGI
(*Sula sula*)
Fotografia wykonana na wyspie:
San Cristobal
Jedyny gatunek głuptaka, który w przeciwieństwie do swoich krewnych zakłada gniazda przeważnie na drzewach i krzewach. Jego nazwa pochodzi od rzucających się w oczy, intensywnie czerwonych nóg, które kontrastują z białym lub brązowym upierzeniem. Te eleganckie ptaki morskie spędzają większość życia nad otwartym oceanem, a podczas polowania na ryby potrafią rzucać się do wody z dużej wysokości.





FLAMING KARMAZYNOWY (*Phoenicopterus ruber glyphorhynchus*)
Fotografia wykonana na wyspie: Santa Cruz
Charakterystyczna różowa barwa tego dostojnego eleganta z Galapagos nie bierze się sama z siebie – pochodzi z pożywienia bogatego w karotenoidy, w szczególności z drobnych skorupiaków i glonów, które flamingi filtrują z lagun za pomocą swojego wysoce wyspecjalizowanego dzioba. Im bogatsza jest ich dieta, tym intensywniejszy odcień różu uzyskują, co czyni tego ptaka jednym z najbardziej wyrazistych symboli galapagoskich mokradeł. Można go spotkać w słonych lagunach wokół Dragon Hill, ale także na wyspie Floreana.

żółwiami czy gadami morskimi. Trzeci obszar stanowi współpraca z lokalnymi społecznościami, wspieranie zrównoważonego rozwoju oraz edukacja mieszkańców, aby mogli oni aktywnie uczestniczyć w ochronie swojego niezwykłego domu.

FAUNA GALAPAGOS

Karol Darwin przed sformułowaniem swojej teorii ewolucji i publikacją dzieła *O powstawaniu gatunków* odwiedził na swoim statku HMS Beagle w 1835 roku zaledwie cztery główne wyspy: San Cristóbal, Floreana, Isabela oraz Santiago.

Redakcja 21. WIEKU podczas ekspedycji przyrodniczej na pokładzie 38-metrowego prywatnego statku Galapagos Explorer odwiedziła ich aż osiem. W trakcie zwiedzania udało się nam sfotografować kilka rzadkich zwierząt, spośród których wybraliśmy 12 wyjątkowych okazów. Nasz ekwipunek stanowił Nikon Z6 oraz teleobiektyw Nikkor 100-400 mm f/4,5-5,6 S, z czego jasno wynika, że wszystkie fotografie powstawały na lądzie. Galapagos fascynuje jednak również pod powierzchnią wody, gdzie towarzystwa dotrzymywały nam głowomłoty pospolite (*Sphyrna zygaena*), żarłacze grube *(Triaenodon obesus)* i żółwie zielone *(Chelonia mydas).* ■

TEKST I ZDJĘCIA: REDAKCJA, GALAPAGOS

eprasa.pl 3fd5d50475



FOTO: YOUTUBE.COM, SHUTTERSTOCK A ANGEL AN/ASTRONOMY PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2023

■ Wyładowania elektryczne w atmosferze mają wiele obliczy i nie ograniczają się do przestrzeni między chmurą a Ziemią. Niektóre z nich rodzą się wysoko nad systemami burzowymi, przypominając kształtem bardziej kosmiczne fajerwerki niż tradycyjne pioruny.

Piorun na sto sposobów:

Atmosfera kryje całe spektrum wyładowań

Błyskawica to coś znacznie więcej niż tylko świetlista linia na ułamek sekundy łącząca chmury z ziemią podczas burzy. Współczesne badania dowodzą, że wyładowania elektryczne w atmosferze przybierają niezwykle różnorodne formy i kształty. Zachodzą na różnych wysokościach, a część z nich wygląda tak osobliwie, że łatwiej uznać je za złudzenia optyczne niż za realne zjawiska fizyczne.

Podstawowy mechanizm powstawania pioruna jest stosunkowo dobrze znany. W chmurach burzowych dochodzi do intensywnego mieszania się mas powietrza, w wyniku czego zderzają się ze sobą krople wody, kryształki lodu oraz grad. Te nieustanne kolizje prowadzą do separacji ładunków elektrycznych, co sprawia, że w poszczególnych partiach chmury formują się obszary o przeciwnej polaryzacji. Gdy różnica potencjałów elektrycznych staje się zbyt duża, powietrze traci swoje właściwości izolacyjne i dochodzi do gwałtownego wyładowania. Meteorolog **Andrew Dowdy** z Uniwersytetu w Melbourne zwraca w tym kontekście uwagę, że piorun nie jest odosobnionym, jednorazowym incydentem, lecz rezultatem złożonej dynamiki wewnątrz całego systemu burzowego. *Procesy prowadzące do powstania błyskawicy są ściśle powiązane z ruchem powietrza, obecnością lodu i wody oraz z ewolucją samej chmury* – wyjaśnia.

PIĘKNO PONAD CHMURAMI

Wbrew powszechnemu przekonaniu zdecydowana większość błyskawic nigdy nie dosięga powierzchni Ziemi. Najczęściej dochodzi do wyładowań wewnątrz jednej chmury lub między sąsiednimi chmurami, co z perspektywy obserwatora objawia się jedynie jako krótkotrwałe rozświetlenie nieba. Dopiero gdy wyładowanie elektryczne połączy się z gruntem, powstaje piorun, który instynktownie postrzegamy jako najgroźniejszy. Meteorolożka **Jennifer Catto** z Uniwersytetu w Reading zauważa, że to właśnie te uderzenia odpowiadają za większość zniszczeń. *Pioruny między chmurą a ziemią są w rzeczywistości, w porównaniu z innymi rodzajami, stosunkowo rzadkie, ale to one wywierają największy wpływ na otoczenie człowieka* – stwierdza.

Zupełnie inny świat zjawisk elektrycznych rozgrywa się jednak wysoko nad wierzchołkami chmur burzowych. Aż do końca XX wieku ich istnienie potwierdzały jedynie odosobnione relacje pilotów. Dziś wiemy już na pewno, że nad burzami powstają tak zwane chwilowe zjawiska świetlne (ang. *transient luminous events* – TLE), których kolory i kształty znacznie różnią się od klasycznych piorunów. Niektóre z tych wyładowań przybierają postać czerwonych, świetlistych struktur przypominających meduzy (tzw. duszki lub elfy), inne wyglądają jak potężne niebieskie promienie wystrzeliwujące w stronę stratosfery (niebieskie wytryski), a jeszcze inne manifestują się jako szybko rozszerzające się pierścienie światła. Chemiczka zajmująca się zjawiskami atmosferycznymi, **Robyn Schofield**, dodaje, że są to fenomeny ekstremalnie krótkotrwałe i trudne do uchwycenia: *Ich badanie przez długi czas ograniczał fakt, że trwają zaledwie ułamki sekund i rodzą się na bardzo dużych wysokościach.*

PIORUN KULISTY: MIĘDZY LEGENDĄ A FIZYKĄ

Piorun kulisty od stuleci fascynuje ludzi i pozostaje jedną z największych zagadek meteorologii. Świetliste kule obserwowane podczas burz, a czasem nawet wewnątrz budynków, wciąż nie doczekały się jednoznacznego wyjaśnienia. Wśród najważniejszych hipotez naukowcy wskazują na krótkotrwałe struktury plazmowe powstające po uderzeniu pioruna, chmury zjonizowanych cząstek stabilizowane przez pola elektromagnetyczne lub procesy chemiczne związane ze spalaniem bogatych w krzem aerozoli uwolnionych z gleby. Inne teorie wiążą zjawisko z promieniowaniem mikrofalowym bądź złudzeniami optycznymi wywołanymi przez ekstremalne warunki atmosferyczne.

Pioruny pozostawiają po sobie nie tylko błyski i grzmoty. Uderzenie w piaszczysty grunt może stopić podłoże i utworzyć fulguryty, czyli szkliste struktury będące trwałym śladem działania ogromnej energii elektrycznej. Dla naukowców stanowią one cenny dowód niszczycielskiej siły wyładowań.

Badania nad elektrycznością atmosferyczną wykraczają dziś poza Ziemię. Dane z sond kosmicznych wskazują, że wyładowania podobne do ziemskich piorunów mogą występować również w atmosferach innych planet, w tym Marsa. Wzmacnia to przekonanie, że pioruny są naturalnym efektem procesów zachodzących w atmosferach planet, a nie zjawiskiem unikalnym dla naszej planety. ■

STANISŁAW GAJDA

eprasa.pl 3fd5d50475



ILUSTRACE: PETR BONĚK/ GOOGLE GEMINI AI/ 21. STOLETÍ

Według ekspertów kluczem do sukcesu migracyjnego *Homo sapiens* i jego ekspansji we wszystkich zakątkach globu okazała się zdolność do długodystansowego poruszania się na dwóch nogach przy niskim nakładzie energii.

Migracje ludzi i zwierząt: jaki wpływ wywarły na cywilizację?

Ludzie migrowali od zawsze, migrują i migrować będą. To uniwersalne prawo natury. W toku historii zarówno pojedyncze jednostki, jak i całe narody przemieszczały się z przyczyn klimatycznych, ekonomicznych czy kulturowych. W tym samym czasie zwierzęta niestrudzenie przemierzały świat w rytm pór roku – w poszukiwaniu pożywienia lub idealnych miejsc do rozrodu. Niezależnie od tego, czy mowa o wielkich wędrówkach ludów, czy o podniebnych szlakach ptaków, wszystkie te zmiany miejsc nieustannie kształtują ziemski krajobraz, ekosystemy i ludzkie społeczeństwa. Co właściwie gna nas z miejsca na miejsce?

Rodzaj *Homo*, do którego należymy również my, ludzie współcześni, wyewoluował prawdopodobnie około 2 mln lat temu w Afryce. Pierwszej wielkiej ekspansji poza ten kontynent dokonał *Homo erectus* około 1,8 miliona lat temu, z sukcesem zasiedlając znaczną część Eurazji. Nasz własny gatunek, *Homo sapiens*, podjął pierwszą próbę opuszczenia afrykańskiej kolebki około 200 000 do 100 000 lat temu, jednak nie była ona w pełni udana. Do głównego exodusu doszło dopiero w okresie między 70 000 a 50 000 lat temu. To wtedy nasi przodkowie ruszyli na podbój wszystkich kontynentów. W Europie i na Bliskim Wschodzie krzyżowali się z neandertalczykami, którzy ewoluowali tam wcześniej, natomiast w Azji – z denisowianami. Z czasem oba te bliskie nam gatunki zostały przez ludzi współczesnych całkowicie zastąpione.

KOLONIZACJA EUROPY ZA TRZECIM PODEJŚCIEM

Eksperci z uniwersytetu we francuskiej Tuluzie, badający jaskinie w dolinie rzeki Rodan, wskazują, że do skolonizowania Europy przez *Homo sapiens* potrzebne były aż 3 oddzielne fale migracyjne. Proces ten, trwający od około 54 000 do 42 000 lat temu, doprowadził do stopniowego wyparcia i asymilacji neandertalczyków. *Dwie pierwsze fale zakończyły się niepowodzeniem, ale trzecia, która miała miejsce około 42 tysięcy lat temu, odniosła pełen sukces* – wyjaśnia **Ludovic Slimak**, który kierował pracami wykopaliskowymi we Francji. *Następnie w Europie władzę niepodzielnie przejęli ludzie współcześni. Neandertalczycy, którzy rozwijali się na tym kontynencie przez setki tysięcy lat, bezpowrotnie wymarli* – dodaje.

PRZYSTOSOWANI DO BIEGÓW NA DŁUGIE DYSTANSE

Wędrówkę naszym przodkom bez wątpienia ułatwił fakt, że jeszcze przed jej rozpoczęciem byli doskonale przystosowani do pokonywania ogromnych odległości podczas polowań na grubą zwierzynę. Szybkość, z jaką grupy te opanowały niemal wszystkie kontynenty (z wyjątkiem Antarktydy), do dziś zadziwia badaczy. Żaden dominujący gatunek nigdy wcześniej nie rozprzestrzenił się tak daleko w tak krótkim czasie. Biolodzy **Dennis Bramble** i **Daniel Lieberman** z University of Utah, w swoim głośnym artykule na łamach czasopisma „Nature", wskazują, że to właśnie umiejętność dwunożnego chodu, a przede wszystkim ewolucyjny dar biegu wytrzymałościowego, który pojawił się u rodzaju *Homo* 2 miliony lat temu, okazał się kluczem do niezwykłych zdolności migracyjnych naszych praojców.

MIGRACJA JAKO STRATEGIA PRZETRWANIA

Ludzka anatomia – specyficzny układ ścięgien, gruczoły potowe oraz unikalna budowa stopy – według specjalistów jest zoptymalizowana do pokonywania długich dystansów. W przeciwieństwie do innych naczelnych, człowiek potrafi maszerować i biec przed dłuższy czas przy niskim zużyciu energii. Ten fizjologiczny fundament sprawił, że migracja stała się naszą pierwotną strategią przetrwania. Do porzucenia bezpiecznych miejsc i wyruszenia w nieznane zmusiła naszych przodków kombinacja

eprasa.pl 3fd5d50475



FOTO: KYLE JOLY

Choć człowiek jest jedynym gatunkiem, który autentycznie opanował całą planetę, to masowe wędrówki są w świecie przyrody zjawiskiem powszechnym.

nacisków środowiskowych, kurczących się zasobów oraz relacji społecznych.

W POSZUKIWANIU WODY I POŻYWIENIA

Kluczową rolę w tych procesach odgrywała niestabilność klimatyczna. Gwałtowne wahania temperatur zmieniały krajobraz, dostępność wody i pożywienia. Nasi przodkowie po prostu musieli ruszyć w drogę, by przeżyć. Na przykład w okresach zlodowaceń, gdy potężne lądowce skuwały ogromne połacie globu, pierwsi ludzie wyruszali w cieplejsze, bardziej gościnne regiony. Gdy klimat się ocieplał, a poziom mórz rósł, dawne populacje przemieszczały się w rejony przybrzeżne i do dolin rzecznych, gdzie kwitło życie.

PRZYSPIESZENIE ADAPTACJI DZIĘKI KRZYŻOWANIU

Współczesna archeogenetyka, a w szczególności przełomowe prace laureata Nagrody Nobla **Svante Pääbo**, przyniosła fundamentalne odkrycie: nasi przodkowie nie wkraczali w pustą, dziewiczą przestrzeń. Podczas migracji z Afryki *Homo sapiens* regularnie krzyżował się z lokalnymi gatunkami – wspomnianymi neandertalczykami w Europie oraz denisowianami w Azji. Dzięki tym intymnym spotkaniom zyskał bezcenny pakiet genów odpowiedzialnych za odporność na nieznane mu lokalne patogeny oraz ułatwiających adaptację do surowego chłodu. Migracja niosła ze sobą nie tylko rywalizację i eliminację konkurentów, lecz częściowo także ich biologiczną asymilację. Co ciekawe, opuszczając tropikalną Afrykę i przechodząc do stref umiarkowanych, nasi przodkowie uwolnili się od większości pasożytów i chorób, które dotychczas regulowały liczebność populacji w kolebce ludzkości.



ILUSTRACJA: PETR BONĚK/ GOOGLE GEMINI AI/ 21. STOLETÍ

Przetrwanie i kolonizację chłodniejszych stref klimatycznych umożliwiła *Homo sapiens* umiejętność szycia odzieży z futer, wytwarzania broni oraz zaawansowanych narzędzi, a także posługiwanie się ogniem.

DOSTOSOWANIE DO NOWYCH WARUNKÓW

Obok wyprostowanej postawy i dobrej termoregulacji, sukces migracyjny zawdzięczamy kulturze: zdolności do wytwarzania zaawansowanych narzędzi, kontrolowaniu ognia oraz współpracy społecznej. To dzięki tym atutom rodzaj *Homo* skutecznie rzucił wyzwanie najgroźniejszym drapieżnikom. Według niemieckiej i francuskiej szkoły antropologii społecznej, kultura wyprzedziła powolną ewolucję biologiczną. *Homo sapiens*, podobnie jak neandertalczycy, nie potrzebowali setek tysięcy lat, by wyewoluować gęste futro chroniące przed zimnem. Zamiast tego szyli odzież ze skór upolowanych zwierząt i okiełznali ogień – dający ciepło, odstraszający drapieżniki i pozwalający na obróbkę cieplną żywności.

GENY PRAOJCÓW ODKRYWCÓW

Kultura pozwoliła nam migrować znacznie szybciej, niż pozwalałyby na to same powolne zmiany w DNA. Ta fascynująca „koewolucja genów i kultury" jest dziś uznawana za główny silnik napędowy migracji ludzi. **Benjamin Campbell** i **Lindsay Barone** z Cambridge University skupili się w swoich badaniach na specyficznej wariacji genetycznej, która wpływa na naszą skłonność do podejmowania ryzyka, nieustannego ruchu i poszukiwania przygód. Mowa o wariancie genu DRD4-7R, który nosi w sobie około 20% ludzkiej populacji. Choć niektórzy badacze wprost nazywają go „genem migracji", rzeczywistość jest bardziej skomplikowana. Genetyka to subtelna sieć interakcji i u różnych osób ten sam wariant może przynieść inne skutki. DRD4-7R prawdopodobnie jedynie wspiera, a nie bezpośrednio determinuje naszą wewnętrzną potrzebę ciągłej zmiany miejsca.

WSZYSCY POCHODZIMY Z AFRYKI

Luke Matthews z Harvard University oraz **Paul Butler** z Boston University sugerują, że zachowania migracyjne mają charakter poligeniczny, czyli stoi za nimi zespół wielu różnych genów. Na przykład analizy wariantów genu MAOA wskazują na ich powiązanie z podwyższoną agresywnością i gotowością do podejmowania ryzyka – cechami bezcennymi dla pionierów wkraczających na nieznane, śmiertelnie niebezpieczne terytoria. Z kolei globalne badania mitochondrialnego DNA (dziedziczonego w linii żeńskiej) jednoznacznie udowodniły, że wszyscy współcześni ludzie pochodzą od wspólnej afrykańskiej pramatki. To ostateczny dowód na to, że nasz gatunek narodził się w Afryce, nim ruszył na podbój reszty globu.

ADAPTACJE METABOLICZNE

Wielką rolę w sukcesie migracyjnym odegrały również adaptacje metaboliczne. Badania współczesnych populacji Arktyki (takich jak Inuici) czy rejonów wysokogórskich (jak Tybetańczycy) pokazują, że migracja nie była jedynie mechanicznym marszem, ale głębokim, biologicznym dostrojeniem się do nowej diety, ekstremalnego chłodu czy hipoksji (niedoboru tlenu). Bez tych mutacji zasiedlanie obszarów o ekstremalnych warunkach byłoby ewolucyjnie niemożliwe. Z kolei psycholodzy patrzą na migrację przez pryzmat selekcji naturalnej. Według jednej z teorii migranci nigdy nie byli losową próbą społeczeństwa. Na krok w nieznane decydowały się jednostki o wyższym poziomie ekstrawersji i niższym poziomie neurotycz-

eprasa.pl 3fd5d50475

ności – ewolucyjny typ idealnego „kolonizatora”.

STOPNIOWE ODDZIELANIE SIĘ MAŁYCH GRUP

Inna koncepcja zakłada, że ewolucja wyposażyła nas w automatyczny bezpiecznik: gdy w danym miejscu zaczyna brakować zasobów lub gęstość zaludnienia staje się nieznośna, ludzka psychika przełącza się w tryb eksploracji. Z badań lingwistycznych i genetycznych, pod którymi podpisuje się m.in. psycholog **Quentin Atkinson** z University of Auckland, wyłania się obraz migracji z Afryki jako procesu stopniowego – od populacji macierzystej co pewien czas odłączały się małe grupy. Skutkiem tego zróżnicowanie genetyczne i językowe malało wraz z odległością od afrykańskiej kolebki. W efekcie im dalej dotarła dana populacja – na przykład do Ameryki Południowej – tym bardziej była homogeniczna pod względem genetycznym. Fakt ten do dziś decyduje o podatności konkretnych grup etnicznych na specyficzne schorzenia.



FOTO: PETR BOŇEK/ GOOGLE GEMINI AI/ 21. STOLETÍ

■ **W XIX wieku dziesiątki milionów ludzi przede wszystkim z Europy ruszyły ku Stanom Zjednoczonym w poszukiwaniu lepszego życia.**

NIE ZABURZENIE STABILNOŚCI, LECZ STAN NATURALNY

Spojrzenie na ten temat przez pryzmat wielu dyscyplin naukowych pokazuje jasno: migracja nie była chwilowym „zaburzeniem” stabilnego porządku, ale naturalnym, dynamicznym stanem gatunku ludzkiego. Bez tego wiecznego ruchu prawdopodobnie byśmy nie przetrwali. Potrzeba (zmiana klimatu i głód) wywoływała impuls. Predyspozycje psychiczne i genetyczne decydowały o tym, kto odważy się stanąć na czele grupy, a międzygatunkowe krzyżówki dawały nam biologiczne „skróty” do szybkiej adaptacji. Wreszcie innowacje kulturowe i elastyczność metaboliczna pozwoliły nam zasiedlić nawet najbardziej niegościnne zakątki Ziemi. ■

Główne fale ludzkiej migracji

1) Migracje prehistoryczne

Kluczowa, założycielska fala migracyjna, podczas której w okresie między 70 000 a 50 000 lat p.n.e. Homo sapiens masowo opuścił Afrykę, dała początek większości dzisiejszych mieszkańców globu. Ekspansja ta przebiegała dwoma głównymi traktami. Szlak północny, wiodący przez Synaj, był skromniejszy i wcześniejszy (rozpoczął się około 100 000 lat p.n.e.), lecz w dłuższej perspektywie okazał się ślepą uliczką. Sukces przyniósł dopiero późniejszy szlak południowy – wiodący przez Półwysep Arabski, a dokładnie przez strategiczną cieśninę Bab al-Mandab (z arabskiego: Bramę Łez), łączącą Morze Czerwone z Zatoką Adeńską.

STOPNIOWE ZASIEDLENIE WSZYSTKICH KONTYNENTÓW

Klimatyczne zawirowania cyklicznie otwierały korytarze migracyjne. Swoje zrobiły też wzrost liczebności populacji, kurczące się zasoby oraz skok technologiczny: lepsze narzędzia, umiejętne posługiwanie się ogniem i sprawniejsze struktury społeczne. Do Europy *Homo sapiens* dotarł około 45 000 lat temu, wchodząc w bliskie interakcje z neandertalczykami. Przez Indie nasi przodkowie dotarli aż do Indonezji i na Archipelag Sundajski. Australia i Oceania zostały skolonizowane dzięki sprawnemu wykorzystaniu szlaku nadmorskiego i śmiałym, krótkim podróżom morskim.



SHUTTERSTOCK

■ **Przed „główną” falą migracyjną Afrykę opuściło kilka wcześniejszych grup *Homo sapiens*, jednak ich linie ewolucyjne bezpowrotnie wyginęły.**

Jako ostatnie, w okresie od 20 000 do 13 000 lat p.n.e., człowiek zasiedlił obie Ameryki, przechodząc suchą stopą przez lądowy pomost w rejonie dzisiejszej Cieśniny Beringa.

2) Migracje neolityczne

Pod koniec ostatniej epoki lodowej, około 10 000 lat p.n.e., ziemski klimat wyraźnie się ocieplił i ustabilizował. Równolegle rosła liczba ludzi, a niektóre regiony zaczęły pękać w szwach. Dotychczasowi łowcy-zbieracze musieli zacząć intensywniej eksploatować środowisko i eksperymentować z celowym pomnażaniem darów natury. W różnych punktach świata niezależnie zaczęto sadzić i pielęgnować jadalne rośliny. Tam, gdzie warunki były sprzyjające, proces ten doprowadził do narodzin rolnictwa – po raz pierwszy najpewniej na Bliskim Wschodzie około 9500 lat p.n.e. Stamtąd rolniczy styl życia w kolejnych tysiącleciach rozlewał się wraz z falami migrantów na nowe tereny, docierając do Europy około 6500 lat p.n.e.



ILUSTRACJA: PETR BOŇEK/ GOOGLE GEMINI AI/ 21. STOLETÍ

■ **W neolicie nasi przodkowie zaczęli radzić sobie z kurczącymi się zasobami naturalnymi poprzez przejście na osiadły tryb życia, połączony z celową uprawą roślin.**

PRZEJŚCIE DO OSIADŁEGO TRYBU ŻYCIA

Tak narodziła się rewolucja neolityczna. Wczesne rolnictwo miało jednak wciąż charakter półkoczowniczy, oparty na gospodarce żarowej (wypalaniu lasów pod uprawę). Dzięki tej mobilności pszenica i jęczmień w ciągu 5000 lat opanowały całą Eurazję. Inne uprawy były bardziej kapryśne i silniej związane ze specyficznym podłożem – jak choćby

eprasa.pl 3fd5d50475

wymagający okresowego zalewania ryż, który rozprzestrzeniał się znacznie wolniej. W Nowym Świecie kukurydza musiała przejść długą i żmudną ewolucję, zanim stała się wydajną rośliną, zdolną wykarmić całe społeczności. To przełożyło się na tempo rozwoju cywilizacyjnego i sprawiło, że amerykańscy Indianie rozwijali się wolniej niż mieszkańcy Starego Świata.

PRZEZ MORZE PO NOWE SIEDZIBY

Wielki napływ bliskowschodnich rolników do Europy między 7000 a 5000 rokiem p.n.e. wywarł potężny wpływ genetyczny i kulturowy na nasz kontynent. Uprawa ziemi podbiła liczebność populacji, choć ten wzrost był brutalnie hamowany przez nowe infekcje, będące przekleństwem osiadłego trybu życia i bliskości zwierząt. Przez kilka tysiącleci ludzka populacja utrzymywała się jednak w równowadze z zasobami. Kolejną wielką rewolucję (około 4000 lat p.n.e.) przyniósł rozwój szkutnictwa – budowa żaglowców zdolnych do żeglugi pełnomorskiej i nawigacji powrotnej. Dzięki temu wyspy takie jak Kreta stały się nowym domem dla osadników, a dalekomorski handel i rybołówstwo przeżywały prawdziwy rozkwit. Rozwój ten napędzały regularne letnie pasaty na Morzu Śródziemnym oraz przewidywalne wiatry monsunowe na Oceanie Indyjskim.

KOCZOWNICZY PASTERZE ZDOLNI DO PICIA MLEKA

Przełomem o ogromnym znaczeniu dla dziejów było narodzenie się nomadyzmu pasterskiego (około 3000 lat p.n.e.). Ludzie udomowili wielkie stada dające mleko, co wymusiło na naszym gatunku błyskawiczną mutację genetyczną pozwalającą dorosłym na trawienie laktozy. Pasterze musieli być w ciągłym ruchu – stada owiec, kóz czy bydła błyskawicznie wyjadały pastwiska, zmuszając ludzi do zwijania obozowisk co kilka tygodni. Szybkość przemieszczania się, posiadanie koni oraz dieta bogata w białko dawały tym twardym nomadom druzgocącą przewagę militarną nad osiadłymi, niedożywionymi rolnikami, których plony były ubogie w proteiny.



ILUSTRACE: PETR BONĚK/ GOOGLE GEMINI AI/ 21. STOLETÍ

Kolejny potężny impuls migracyjny przyniósł gwałtowny rozwój szkutnictwa, a żaglowce pozwoliły ludziom osiedlić się na odległych wyspach.

MOBILNOŚĆ DROGĄ DO SZERZENIA POSTĘPU

Pojawienie się sprawnych społeczności morskich na wybrzeżach oraz ruchliwych wspólnot koczowniczych w sercu Eurazji sprawiło, że mobilność była stałą cechą starożytnego świata, nawet gdy po 2000 roku p.n.e. upowszechniły się zaawansowane metody uprawy ziemi przy pomocy pługu. Ta cyrkulacja ludzi i idei gwarantowała szybki transfer innowacji technicznych i to właśnie jej Eurazja zawdzięczała swoją cywilizacyjną przewagę nad resztą globu. Ta niesamowita różnorodność stylów życia i ich wzajemne tarcie dały ostatecznie początek temu, co dziś dumnie nazywamy cywilizacją.

POWSTANIE PIERWSZYCH CYWILIZACJI

Wybitny amerykański historyk **William McNeill** w klasycznej publikacji „Human Migration in Historical Perspective" zauważa: *Sumeryjscy żeglarze z południa osiedlili się w strefie zalewowej Tygrysu i Eufratu około 4000 roku p.n.e., podporządkowując sobie tutejszą ludność. W kolejnym tysiącleciu władcy i poddani wspólnie stworzyli najstarszą znaną cywilizację, która dała światu pojazdy kołowe, metalurgię brązu, pismo, monumentalną architekturę czy zaawansowane nawadnianie.* McNeill jest przekonany, że to właśnie nieustanny kontakt i wymiana wiedzy między odmiennymi kulturami były głównym motorem napędowym historii ludzkości.

PODZIAŁ PRACY, SPECJALIZACJA I BOGACTWO

Wielką zaletą tego nowego ładu była możliwość specjalizacji zawodowej. Elita rzemieślników i myślicieli mogła szlifować swoje umiejętności, uwolniona od konieczności codziennej walki o przetrwanie na roli. Podział pracy generował bezprecedensowe bogactwo, ale miał też swoją ciemną stronę – pogłębiającą się alienację i podziały klasowe między władcami a ludem. Ponadto świetnie uzbrojone, wyspecjalizowane armie pozwalały starożytnym imperiom na agresywną i skuteczną ekspansję terytorialną.

3) Wielka wędrówka ludów

U schyłku starożytności i zarania średniowiecza (między IV a VII wiekiem) Europą wstrząsnęły masowe migracje znane jako wędrówka ludów. Ich symboliczny początek datuje się na rok 375, kiedy to brutalny najazd Hunów wywołał efekt domina, zmuszając do ucieczki kolejne plemiona germańskie oraz słowiańskie. U podłoża tych masowych ruchów leżały zmiany demograficzne – przejście na rolnictwo podniosło liczbę ludności, a prymitywne techniki uprawy doprowadziły do szybkiego wyczerpania ziemi. Głód zmusił ludzi do szukania nowego miejsca do życia.

IMPERIUM RZYMSKIE JAKO CEL BARBARZYŃCÓW

Współczesna archeologia sugeruje jednak, że nie zawsze były to migracje całych narodów – często w drogę ruszały jedynie dobrze zorganizowane zbrojne elity. Plemiona, nad którymi wisiało widmo głodu, kierowały swój wzrok ku Imperium Rzymskiemu. Cesarstwo przeżywało wówczas głęboki kryzys wewnętrzny, a jego legendarne granice były dziurawe jak nigdy dotąd. Ponadto rzymskie prowincje kusiły bajecznymi bogactwami. Dla barbarzyńskich wojowników wyprawa na terytorium Rzymu stała się szansą na zdobycie nie tylko ziemi i łupów, ale także ogromnego prestiżu i władzy w strukturach własnego plemienia.



ILUSTRACE: PETR BONĚK/ GOOGLE GEMINI AI/ 21. STOLETÍ

Mianem wielkiej wędrówki ludów określa się masowe migracje plemion barbarzyńskich w głąb Europy, których głównym celem stało się bogate i osłabione Imperium Rzymskie.

eprasa.pl 3fd5d50475



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK

Już w XVIII, a ze szczególną intensywnością w XIX wieku, rząd amerykański systematycznie wypierał rdzenne narody indiańskie z ich odwiecznych terytoriów.

PRZEKAZYWANIE WIEDZY I CHORÓB PRZEZ KUPCÓW

Obok wielkich migracji o charakterze militarnym, cicho i bezustannie przebiegały też migracje handlowe. Choć początkowo na dalekie podróże decydowała się jedynie garstka odważnych kupców, to właśnie oni stali się najważniejszymi emisaruszami wiedzy i technologii. Efektem ubocznym ich aktywności było szerzenie się religii. Wszystkie wielkie wyznania świata, od buddyzmu po islam, podróżowały na grzbietach wielbłądów i w ładowniach statków wzdłuż starych szlaków handlowych. Te sieci powiązań ukształtowały globalną kulturę, ale niosły ze sobą również śmiertelne zagrożenie – epidemie.

MIESZKAŃCÓW MIAST DZIESIĄTKOWAŁY EPIDEMIE

Ustanowienie regularnych kontaktów handlowych między Chinami a basenem Morza Śródziemnego na początku naszej ery otworzyło puszkę Pandory. W II wieku naszej ery potężne epidemie uderzyły jednocześnie w Imperium Rzymskie oraz chińską dynastię Han. Skala śmiertelności była zatrważająca – zaraza dosłownie zdewastowała życie miejskie i drastycznie przyspieszyła upadek obu potęg. Starożytne miasta stały się pułapkami epidemiologicznymi; umierało w nich tak wielu ludzi, że aby przetrwać, ośrodki te musiały nieustannie „zasysać" świeżą ludność z terenów wiejskich. Ten ponury trend odwrócił się dopiero w drugiej połowie XIX wieku dzięki narodzinom nowoczesnej higieny, kanalizacji i medycynie.

4) Migracje kolonialne i nowożytne

Do ostatecznego połączenia świata w jeden globalny organizm doszło w okresie od XVI do XVIII wieku. Proces ten napędzała kolonizacja, dynamiczny handel oraz przymusowe przesiedlenia. Nastąpił wzrost mobilności zarówno na dystansach transoceanicznych, jak i wewnątrz samej Europy. Rozwój nawigacji i powstanie potężnych kompanii handlowych zrodziły nienasycony głód odkrywania i podporządkowywania „Nowego Świata". Pionierami byli Hiszpanie i Portugalczycy, którzy bezpardonowo wkraczali na Karaiby, do Ameryki Południowej, Afryki i Indii. Szybko do gry o globalną dominację dołączyli Anglicy, Francuzi oraz Holendrzy, wiedzeni chęcią zysku, religijnym zapałem i żądzą władzy.

HANDEL NIEWOLNIKAMI JAKO MIGRACJA PRZYMUSOWA

W tym samym czasie mapa ludnościowa Europy zmieniała się pod wpływem wojen. Po katastrofie wojny trzydziestoletniej (1618–1648) – krwawego konfliktu religijnego między katolikami a protestantami – europejscy władcy robili wszystko, by zwabić osadników i rzemieślników mogących odbudować zrujnowane kraje. Masowo migrowano też przed prześladowaniami religijnymi, czego symbolem stał się exodus francuskich hugenotów. Najbardziej mroczną kartą tej epoki były jednak transatlantyckie deportacje milionów Afrykanów. Między XVI a XIX wiekiem zostali oni przemocą wtłoczeni w tryby plantacyjnego biznesu w Ameryce i na Karaibach. Traktowani jak żywe narzędzia, stali się ofiarami największej przymusowej migracji w dziejach ludzkości.

EXODUS Z EUROPY PO LEPSZE ŻYCIE ZA OCEANEM

W XIX wieku migracje zyskały zawrotne tempo pod wpływem rewolucji przemysłowej, napędzane parowozami, kolejami oraz liberalizacją polityki granicznej. W latach 1815–1914 miliony Europejczyków spakowały swój skromny dobytek i ruszyły do USA, Kanady, Argentyny, Brazylii czy Australii. Gnała ich skrajna bieda, przeludnienie wsi, tragiczne klęski głodu (jak choćby wielki głód w Irlandii), represje polityczne oraz uniwersalne marzenie o godnej pracy i nowym początku.

MIESZANIE SIĘ KULTUR, JĘZYKÓW I ZWYCZAJÓW

Podobne ruchy tektoniczne dotknęły Azję. Po zniesieniu niewolnictwa, setki tysięcy Hindusów wyemigrowały do Afryki i na Karaiby, a Chińczycy masowo zasilili place budowy kolei w USA czy kopalnie w Peru jako tzw. robotnicy kontraktowi. W samej Europie industrializacja wywołała gigantyczny exodus ze wsi do miast – Londyn, Paryż czy Berlin pęczniały w oczach, tworząc nowoczesny proletariat. Burzliwa Wiosna Ludów (1848 r.) dodatkowo przemeblowała świadomość narodową i granice. Wielkie imperia kolonialne przemieszczały miliony żołnierzy, urzędników i misjonarzy po całym globie. Świat stał się siecią naczyń połączonych, tworząc podwaliny pod dzisiejsze, wieloetniczne społeczeństwa.

5) Współczesność

Dzisiaj, w XXI wieku, migracjami ludzi steruje niszczycielska kombinacja wo-



FOTO: SHUTTERSTOCK

Dziś główną przyczyną migracji pozostają konflikty zbrojne, jednak w nadchodzących dekadach będą to zmiany klimatyczne oraz kryzysy demograficzne.

jen, zmian klimatycznych, głębokich dysproporcji ekonomicznych oraz zmian demograficznych. Konflikty w Syrii, Afganistanie, Sahelu, Sudanie, Ukrainie czy Strefie Gazy to dziś największe punkty zapalne generujące fale uchodźców. W Ameryce Łacińskiej miliony ludzi uciekają z kolei przed terrorem karteli narkotykowych i przestępczości zorganizowanej. Jednocześnie dramatycznie starzejące się społeczeństwa Europy, Japonii czy Korei Południowej desperacko potrzebują rąk do pracy, co napędza globalną migrację zarobkową.

eprasa.pl 3fd5d50475

Migracja zdecydowanie nie jest tylko domeną ludzi

Nie tylko ludzie są istotami w ciągłym ruchu. Zwierzęta często podejmują spektakularne podróże, prowadzone instynktem w poszukiwaniu pożywienia, lepszych warunków bytowych lub partnerów do godów. Choć zjawisko to dotyczy niemal wszystkich wielkich grup zwierząt, nie każdy gatunek migruje. Co decyduje o tym, że zwierzę rusza w drogę, i co uruchamia ten mechanizm?

Migracja jako regularne, najczęściej sezonowe przemieszczanie się zwierząt, narodziła się w wyniku interakcji genów i środowiska. Była to ewolucyjna odpowiedź na nierównomierne rozmieszczenie zasobów oraz presję ze strony drapieżników. U poszczególnych grup zwierząt mechanizm ten wyewoluował niezależnie. Wszystko zaczynało się niewinnie: pojedyncze osobniki w poszukiwaniu lepszych pastwisk czy bezpieczniejszych schronień zapuszczały się odrobinę dalej niż reszta populacji.



FOTO: JOEL BERGER

Widłoróg amerykański to jedno z najszybszych zwierząt lądowych planety, osiągające prędkość do 88,5 km/h, dzięki czemu migracje jego stad przebiegają w szybkim tempie.

MIGRACJA JEST TRUDNA, MUSI WIĘC PRZYNOSIĆ KORZYŚCI

Z czasem te badawcze wyprawy wydłużały się, zyskując na regularności. Dobór naturalny stopniowo odsiewał błędy, stabilizując optymalne trasy. Zwierzęta migrują, płynąc, lecąc lub wędrując. To operacja ekstremalnie kosztowna energetycznie i najeżona śmiertelnymi niebezpieczeństwami. Aby miała ewolucyjny sens, zyski na mecie muszą znacznie przewyższać koszty drogi. Czasem migracja ma charakter obligatoryjny (zwierzę nie ma wyboru, musi ruszyć), a czasem fakultatywny (osobniki mogą zdecydować, czy dołączają do wędrówki).



FOTO: SHUTTERSTOCK

Renifery tundrowe odbywają najdłuższą wędrówkę lądową wśród wszystkich ssaków świata – potrafią pokonać dystans dochodzący do 5000 km.

Gdy w drogę rusza bez wyjątku cała populacja, mówimy o migracji całkowitej.

SKĄD ZWIERZĘTA WIEDZĄ, KIEDY RUSZYĆ W DROGĘ?

Iskrą uruchamiającą migrację mogą być bodźce zewnętrzne: skracanie się dnia, spadek temperatury czy kurczenie się bazy pokarmowej. U wielu gatunków moment startu jest zapisany w DNA i sterowany wewnętrznym zegarem biologicznym – zarówno w cyklu dobowym, jak i rocznym. Jeśli kluczową rolę odgrywa tu rytm pór roku, mamy do czynienia z migracją sezonową, u której podstaw leży przede wszystkim poszukiwanie jedzenia lub bezpiecznych miejsc na gody.

MIGRACJA NA PODSTAWIE RYTMÓW WEWNĘTRZNYCH

U ptaków te wewnętrzne kompasy, odpowiedzialne za orientację w czasie i przestrzeni, są ściśle sprzężone z długością dnia. Taki wewnętrzny, autonomiczny program to ogromny atut, szczególnie dla gatunków zimujących w rejonach równikowych. Tamtejsze środowisko jest tak stabilne i niezmienne, że ptaki nie mogłyby precyzyjnie wyczuć momentu odlotu na podstawie samych wskazówek zewnętrznych. Innym potężnym reżyserem wędrówek są przypływy i odpływy oceanów. Podczas przypływu na zalane płycizny ruszają armie krabów i skorupiaków, z kolei odpływ odsłania gigantyczny, podwodny bufet dla tysięcy ptaków.

Z POWIERZCHNI W GŁĘBINY I NA ODWRÓT

Migracja to nie tylko kilometry pokonywane w poziomie, ale też spektakularne podróże w pionie. Mowa o dobowych migracjach pionowych, zachodzących w głębinach oceanów. Każdej nocy miliardy organizmów zooplanktonu wędrują ku powierzchni wody w poszukiwaniu pokarmu, by o świcie schować się w bezpiecznym, ciemnym mroku głębin. Niektóre meduzy i ryby pokonują w ten sposób setki metrów każdego dnia. Te gigantyczne przesunięcia biomasy mają kolosalne znaczenie dla funkcjonowania lokalnych ekosystemów, pozwalając zwierzętom na kolonizację miejsc, które przez większą część roku byłyby dla nich śmiertelną pułapką (jak choćby rejony polarne).

KORZYŚCI I MINUSY MIGRACJI ZWIERZĄT

Dostępność pokarmu i cennych substancji odżywczych w naturze podlega ciągłym zmianom. Gdyby nie migracje, te gigantyczne zasoby energii nie byłyby odpowiednio zużytkowane. Wędrujące gatunki podnoszą lokalną bioróżnorodność, czyniąc ekosystemy bardziej odpornymi na kryzysy i zmiany klimatyczne. Pełnią one funkcję unikalnych „pasów transmisyjnych" łączących biosferę na dystansie tysięcy kilometrów – dlatego badacze często nazywają je „zewnętrzną pamięcią ekologiczną" planety. Jednak ten globalny ruch ma też swoją ciemną stronę: wędrujące stada są idealnym wektorem dla masowego i szybkiego rozprzestrzeniania groźnych wirusów oraz chorób zakaźnych. ■

eprasa.pl 3fd5d50475

Niewiarygodne migracje zwierząt w poprzek kontynentów

Zachowania migracyjne to uniwersalny fenomen, który spotykamy zarówno u zaawansowanych kręgowców, jak i u prymitywnych bezkręgowców. Podróżują ptaki, gady, ryby, ssaki oraz owady. Jakie dystanse potrafią pokonać i co nimi kieruje?

1) Ptaki

Z ponad 10 000 znanych gatunków ptaków, regularnymi migrantami jest około 1850 (blisko 20%). Ich podniebne autostrady biegną najczęściej na osi północ-południe. Na półkuli północnej ptaki wiosną lecą na bogatą w owady i zieleninę północ, by założyć lęgi, a jesienią wracają na ciepłe zimowiska na południu. Na półkuli południowej



FOTO: SHUTTERSTOCK

Absolutnymi rekordzistkami w świecie ptaków są rybitwy popielate, które w ciągu zaledwie jednego roku potrafią przemierzyć imponujący dystans do 90 000 km.

mechanizm ten działa analogicznie. Niektóre gatunki łączą wręcz oba te światy, przelatując z jednej półkuli na drugą. Absolutną rekordzistką tego podniebnego maratonu jest rybitwa popielata *(Sterna paradisaea)*.

NAJDŁUŻSZY LOT MIGRACYJNY

Ten filigranowy, niezwykle elegancki ptak o jasnopopielatym upierzeniu i charakterystycznej czarnej czapeczce mierzy zaledwie 33–36 centymetrów długości. Mimo niepozornych rozmiarów, każdego roku podejmuje wędrówkę z arktycznych lęgowisk na zimowiska położone na obrzeżach Antarktydy. Dzięki temu niemal przez całe życie cieszy się polarnym dniem i wiecznym latem. Choć w linii prostej oba te punkty dzieli około 19 000 kilometrów, to uwzględniając postoje i trasę lotu, rybitwa potrafi pokonać w ciągu jednego roku nawet 90 000 kilometrów!

ADAPTACJA DO EKSTREMALNYCH WYMAGAŃ MIGRACJI

Sygnał do startu dają precyzyjne zmiany hormonalne. W trakcie lotu ptaki nawigują, korzystając z niesamowitego arsenału: odczytują pole magnetyczne Ziemi, analizują bodźce węchowe, mapują rzeźbę terenu, nawigują według układu gwiazd i pozycji Słońca. Aby sprostać tym wymaganiom, ich ciała przechodzą głęboką metamorfozę: potrafią błyskawicznie odkładać gigantyczne zapasy tłuszczu (paliwa), kontrolować fazy snu, a nawet czasowo zmniejszać niefunkcjonalne w locie narządy wewnętrzne oraz precyzyjnie sterować cyklem pierzenia.

2) Ryby

Większość ryb prowadzi stosunkowo osiadły tryb życia, ograniczając się do krótkich wędrówek na tarliska lub zimowiska. Istnieje jednak elitarna grupa około 120 gatunków (w tym słynne łososie), które regularnie kursują między wodami słodkimi a słonymi – to tzw. migracja diadromiczna. Oprócz nich kilkaset innych gatunków przemierza otwarty ocean na dystansach liczonych w tysiącach kilometrów. W te dalekie trasy ruszają przede wszystkim ryby ławicowe, stanowiące fundament morskiego łańcucha pokarmowego, takie jak śledzie czy gromadniki.

DŁUGA DROGA PO PRZETRWANIE GATUNKU

Gromadniki odbywają tarło u południowych i zachodnich wybrzeży Islandii. Ich larwy są następnie niesione przez prądy morskie wokół wyspy, by jako dorosłe osobniki ruszyć na bogatą w pokarm północ, w rejon wyspy Jan Mayen, i ostatecznie powrócić na Islandię wzdłuż mroźnych brzegów Grenlandii. Z kolei miliardy sardyneli maderskich *(Sardinella maderensis)* po tarle w chłodnych wodach Przylądka Igielnego ruszają na północ, wzdłuż wschodnich wybrzeży RPA. Łososie podejmują heroiczną podróż pod prąd górskich rzek, płynąc w głąb lądu do miejsc swojego narodzenia, by po złożeniu ikry spłynąć z powrotem do oceanu.



FOTO: SHUTTERSTOCK

Łososie wracają z oceanicznych głębin w górę rzek dokładnie do tych samych miejsc, w których przyszły na świat, by tam odbyć tarło.

3) Owady

Migrujące owady tworzą absolutnie największą ruchomą biomasę na naszej planecie – znacznie przewyższającą masę ptasich stad. Motyle, ważki czy szarańcza potrafią pokonywać dystanse,



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

Niewielka ważka z gatunku *Pantala flavescens* w czasie swojej migracji potrafi pokonać trasę liczącą nawet 6 000 km.

które rzucają wyzwanie naszej wyobraźni. Ważka *Pantala flavescens*, migrująca regularnie między Indiami a Afryką, odbywa jedną z najdłuższych tras w świecie bezkręgowców, przelatując bez lądowania nawet 6 000 kilometrów. Podobnymi wyczynami może wykazać się szarańcza. W 1998 roku potężne roje tych owadów wykorzystały prądy powietrzne, by przemieścić się z Afryki Zachodniej na oddalone o 4 500 kilometrów wyspy karaibskie.

eprasa.pl 3fd5d50475



FOTO: NOAA/PIFSC/PSD

■ **Żółwie jadalne (*Chelonia mydas*) przemierzają w drodze na żerowiska i lęgowiska dystanse rzędu wielu tysięcy kilometrów.**

WIELOPOKOLENIOWA MIGRACJA MOTYLI

U niektórych gatunków, jak u ikonicznych motyli monarchów *(Danaus plexippus)* czy rusałek osetnic *(Vanessa cardui)*, mamy do czynienia z niezwykłą migracją wielopokoleniową. Żaden pojedynczy motyl nie jest w stanie pokonać całego szlaku. Owady rozmnażają się w trakcie drogi: starsze pokolenie po złożeniu jaj ginie, a świeżo wyklute osobniki z wrodzonym kompasem kontynuują podróż. W przypadku monarchów, na liczącej 4 000 kilometrów trasie między Meksykiem a Kanadą, w trakcie jednego sezonu potrafią zmienić się aż cztery pokolenia. Zimowisko motyli w Meksyku otoczono ochroną jako Rezerwat Biosfery Motyla Monarchy.

4) Ssaki

Na długie dystanse wędruje również wiele ssaków – przede wszystkim kopytne, które przemieszczają się głównie w poszukiwaniu żyźniejszych pastwisk. Rekordzistami w migracji pieszej są renifery tundrowe *(Rangifer tarandus)*. Północnoamerykańskie podgatunki tych zwierząt, znane jako karibu, potrafią w stadach liczących nawet pół miliona osobników pokonać w trakcie jednego cyklu migracyjnego aż 5000 kilometrów. Przez afrykańskie równiny niestrudzenie wędrują z kolei zebry, gazele oraz gnu pręgowane *(Connochaetes taurinus)*. Łącznie masowe migracje podejmuje ponad 20 innych gatunków kopytnych, w tym bizony amerykańskie. Poza nimi zjawisko to jest powszechne u nietoperzy, choć akurat te ssaki nie latają na tak spektakularne odległości jak ptaki – ich trasy zazwyczaj nie przekraczają 2000 kilometrów.



FOTO: SHUTTERSTOCK

■ **Do grona najsłynniejszych podróżników należą afrykańscy kopytni – przez tamtejsze równiny co roku przetaczają się gigantyczne stada zebr, gazeli oraz gnu pręgowanych.**

MIGRUJĄ NIETOPERZE I WALENIE

Przykładem mogą być moloski brazylijskie *(Tadarida brasiliensis)*. Te drobne nietoperze co roku przemieszczają się między Meksykiem a zachodnimi stanami USA. Jednak najbardziej masową migrację spośród wszystkich ssaków podejmują zjawy płowe *(Eidolon helvum)* – w sezonową podróż rusza jednocześnie nawet 10 milionów tych nietoperzy.

Wędrówki odgrywają także kluczową rolę w życiu waleni, do których należą wieloryby i płetwale. Niektóre gatunki pokonują gigantyczne dystanse między swoimi żerowiskami a miejscami rozrodu. Płetwale błękitne *(Balaenoptera musculus)* potrafią przemierzyć rocznie nawet 20 tysięcy kilometrów, kursując między zasobnymi w pokarm wodami antarktycznymi a cieplejszymi rejonami tropikalnymi, gdzie przystępują do godów. Spośród delfinów w regularne trasy ruszają m.in. delfinowiec ciemny *(Lagenorhynchus obscurus)* oraz butlonos zwyczajny (*Tursiops truncatus*).

5) Inne zwierzęta

Typowymi migrantami w świecie gadów są żółwie morskie – cecha ta dotyczy większości ich gatunków. Zwierzęta te przemierzają setki, a nawet tysiące kilometrów, a głównym motorem napędowym ich podróży jest zazwyczaj pogoń za pożywieniem. Na przykład żółwie jadalne *(Chelonia mydas)* regularnie wędrują na konkretne, stałe żerowiska. W przeciwieństwie do nich inne gatunki, jak żółw oliwkowy *(Lepidochelys olivacea)* czy żółw skórzasty *(Dermochelys coriacea)*, zmierzają bezpośrednio na plaże lęgowe, podczas gdy resztę roku spędzają na przemierzaniu otwartego oceanu w poszukiwaniu pokarmu bez jednego, stałego celu. Do precyzyjnej nawigacji niektóre żółwie potrafią wykorzystać pole magnetyczne Ziemi, pozycję Słońca, a nawet kierunek fal oceanicznych.

KRABY I OSTROGONY „PODRÓŻUJĄ" W CELACH GODOWYCH

Wielkie wędrówki nie omijają również skorupiaków. Jaskrawym przykładem są kraby *Gecarcoidea natalis* z Wyspy Bożego Narodzenia, które każdego roku milionami maszerują w stronę oceanu, by złożyć tam jaja. Ich larwy spędzają w wodzie kilka tygodni, po czym jako młode krabiki wracają na ląd. Sezonowo migrują także ostrogony, które wiosną masowo przypływają na płycizny i piaszczyste plaże, gdzie odbywają gody. Co ciekawe, najmniejszymi znanymi stworzeniami podejmującymi regularne wędrówki są organizmy zooplanktonowe. W ich przypadku mamy do czynienia z tzw. migracją pionową, która powtarza się w cyklu dobowym. ■



FOTO: ANIMAL PLANET

■ **Każdego roku miliony krabów z gatunku *Gecarcoidea natalis* opuszczają leśne kryjówki i ruszają do oceanu, aby tam przedłużyć gatunek.**

LENA SZYMAŃSKA

eprasa.pl 3fd5d50475

Niewidzialna walka na kwiecie



Na pierwszy rzut oka ta fotografia może przywodzić na myśl obcą planetę otoczoną przez fantastyczne formy życia. W rzeczywistości jednak przedstawia ziarno pyłku ślazu *(Malva)* uchwycone w dramatycznym momencie – tuż po wylądowaniu na znamieniu słupka, gdy zaczyna ono kiełkować. Ten mikroskopijny świat, choć na co dzień całkowicie ukryty przed ludzkim wzrokiem, odsłania przed nami niezwykle pasjonującą opowieść.

Ziarna pyłku to nic innego jak męskie komórki rozrodcze roślin nasiennych. Gdy tylko opadną na znamię słupka, budzą się do życia i wykształcają tak zwaną łagiewkę pyłkową. To właśnie ona wrasta w głąb tkanek kwiatu, torując drogę męskim komórkom rozrodczym do zalążka. Na załączonym zdjęciu wyraźnie jednak widać, że pyłek nie jest tutaj sam.

Kuliste ziarno oplata gęsta, misterna sieć nitek, które dla kontrastu wyróżniono kolorem niebieskim. To strzępki grzyba, który bezlitośnie zaatakował swoją ofiarę. Pasożyty tego typu traktują pyłek bogaty w białka i substancje odżywcze jak łatwo dostępną spiżarnię, przy okazji skutecznie odbierając roślinie szansę na zapłodnienie. W tej mikroskopijnej skali rozgrywa się więc cicha, lecz bezwzględna walka o przetrwanie.

Autorem wyjątkowej fotografii jest biolog **Igor Siwanowicz**, który uwiecznił ten mikrokosmos na potrzeby prestiżowego konkursu Nikon Small World. Aby ukazać to fascynujące widowisko, naukowiec sięgnął po zaawansowaną kombinację mikroskopii fluorescencyjnej, barwienia preparatów oraz cyfrowej obróbki obrazu. Dzięki temu zdołał ujawnić i uwypuklić struktury, które w normalnych warunkach pozostałyby dla nas całkowicie niewidoczne. ■

STANISŁAW GAJDA

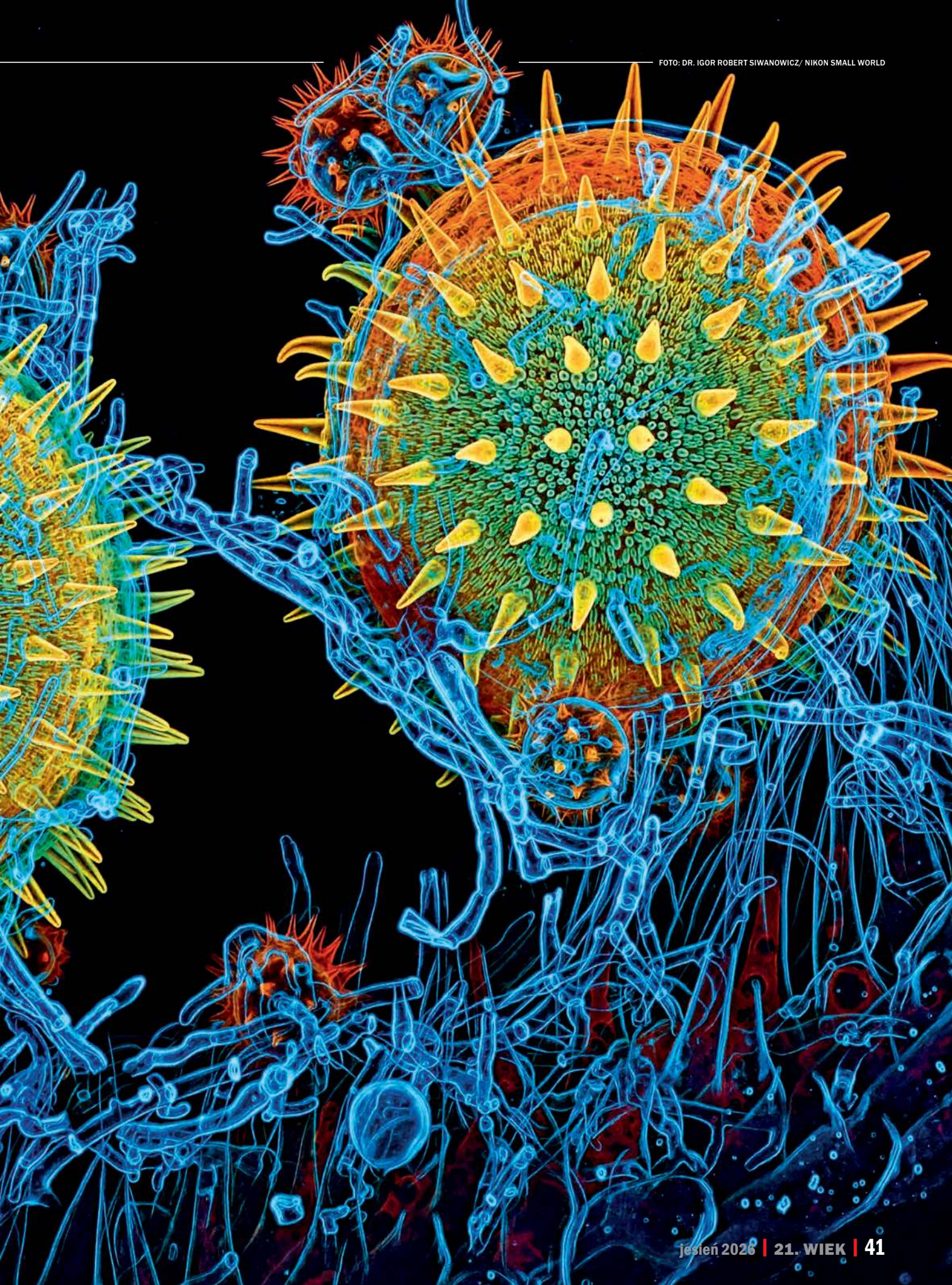


FOTO: DR. IGOR ROBERT SIWANOWICZ/ NIKON SMALL WORLD

Carl Sagan nazwał naszą planetę, uchwyconą z obrzeży Układu Słonecznego, „błękitną kropką” (Pale Blue Dot). Astronaucie Jamesowi Irwinowi przypominała ona „bożonarodzeniową ozdobę zawieszoną w kosmicznej pustce”, a Neil Armstrong opisywał ją jako „mały groszek”, który był w stanie całkowicie zasłonić kciukiem, stojąc na powierzchni Księżyca... Z perspektywy kosmosu Ziemia jawi się jako fascynujące miejsce, lecz prawdziwe cuda rozgrywają się dopiero, gdy przyjrzeć się bliżej.

Woda, ziemia, powietrze, życie: 21 tajemnic naszej Ziemi



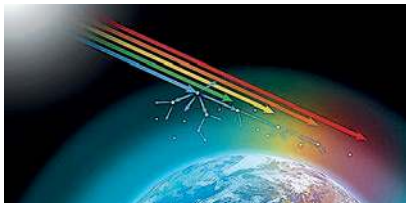
FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ Ubytek gazów atmosferycznych przybiera na sile podczas spektakularnych zorzy polarnych oraz w fazach wzmożonej aktywności plam słonecznych.

Gazowa otoczka, która chroni wszystko, co żywe, przed zabójczym promieniowaniem kosmicznym i tysiącami meteorytów, które co roku w nią uderzają. Woda, obecna od najwyższych warstw atmosfery aż po głębokie podziemia. Skorupa ziemska, której dynamika nieustannie formuje kontynenty i baseny oceaniczne. A nade wszystko – życie w całej swojej okazałości, od mikroskopijnych bakterii po człowieka. Spośród niemal 5 800 planet, które ludzkość zdołała dotychczas odkryć we Wszechświecie, żadna nie dorównuje tej, którą nazywamy domem. Jakie są zatem najciekawsze sekrety naszej Ziemi?

ATMOSFERA

Otacza Ziemię niczym warstwy cebuli i stanowi arenę ekstremalnych zjawisk. Podczas gdy w mezosferze temperatury spadają nawet do -100°C, w termosferze – pod wpływem absorpcji promieniowania słonecznego – wzrastają do 2500°C. To jednak dopiero początek atmosferycznych niespodzianek:



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK.COM

■ Kolor fioletowy charakteryzuje się krótszą falą i silniejszym rozproszeniem, jednak specyfika ludzkiego oka sprawia, że niebo widzimy jako błękitne.

1. NIEBO JEST W RZECZYWISTOŚCI FIOLETOWE

Zagadka błękitu nieba intrygowała ludzkość od niepamiętnych czasów, a próby jej wyjaśnienia spędzały sen z powiek największym uczonym. Dopiero na przełomie XIX i XX wieku angielski fizyk, **lord Rayleigh** (1842–1919), powiązał barwę firmamentu ze zjawiskiem rozpraszania światła na cząsteczkach azotu i tlenu w powietrzu. Światło widzialne to mozaika barw o różnych długościach fal, co najpiękniej ilustruje tęcza. To właśnie długość fali decyduje o tym, jak silnie światło ulega rozproszeniu. Światło niebieskie ma krótką falę, dlatego rozprasza się najintensywniej. W widmie optycznym istnieje jednak barwa o fali jeszcze krótszej – fiolet. Skoro zatem światło fioletowe rozprasza się najsilniej, dlaczego niebo nie urzeka nas fioletem? Powodów jest kilka: w tym zakresie Słońce emituje znacznie mniej energii niż w błękicie, atmosfera silniej pochłania te fale, a ludzkie oko wykazuje po prostu niższą czułość na fioletowy kolor.

2. ZIEMIA TRACI DZIENNIE SETKI TON ATMOSFERY

Dzisiejsza powłoka gazowa Ziemi to zaledwie cień tego, jak wyglądała w dawnych epokach geologicznych. W ciągu ponad 4 miliardów lat mogła zostać nawet kilkukrotnie całkowicie „zresetowana”. Pierwotną atmosferę zdmuchnął agresywny wiatr słoneczny

FOTO: STEPHEN HUMMEL, MCDONALD OBSERVATORY

CZERWONE DUSZKI W ATMOSFERZE

Ich nazwy brzmią bajkowo: czerwone duszki (*sprites*), elfy (*elves*) czy niebieskie smugi (*blue jets*). W rzeczywistości kryją się pod nimi jedne z najbardziej fascynujących, rzadkich i ulotnych zjawisk w ziemskiej atmosferze. Trwają zaledwie kilka milisekund, przez co przez lata piloci zgłaszający ich widok byli traktowani sceptycznie, a same



zjawiska uznawano za złudzenia optyczne. Dziś wiemy, że należą one do grupy tzw. chwilowych zjawisk świetlnych (TLE – Transient Luminous Events) i tańczą na wysokościach 50–100 km. Czerwone elfy przypominają gigantyczne, świetliste meduzy z długimi mackami i są reakcją na potężne uderzenia piorunów chmura-ziemia. Z kolei niebieskie smugi to fioletowo-niebieskie stożki światła wystrzeliwujące prosto z wierzchołków chmur burzowych w górę. Elfy to rozszerzające się pierścienie czerwonego światła o średnicy do 300 km. Ponieważ rodzą się tak wysoko, są niemal niewidoczne z powierzchni Ziemi – ich sekrety podglądamy głównie dzięki kamerom na pokładach samolotów lub balonów stratosferycznych. ■

eprasa.pl 3fd5d50475

FOTO: SHUTTERSTOCK.COM

BAKTERYJNY WYZWALACZ DESZCZU

Nad naszymi głowami również panuje spory tłok. Miliardy bakterii, wirusów, zarodników i grzybów dryfują w prądach powietrznych na dystansach liczonych w tysiącach kilometrów. Mikroorganizmy są wykrywane na wysokościach rzędu 10 km, a niektóre podróżują jeszcze wyżej. Naukowcy coraz głośniej mówią o ich czynnym udziale w kreowaniu pogody. Spektakularnym przykładem jest bakteria *Pseudomonas syringae* – patogen roślin wywołujący czarną pla-



mistość. Do infekowania tkanek używa ona specjalnych białek, które inicjują powstawanie kryształków lodu w temperaturach wyższych niż dzieje się to naturalnie. Uszkodzona mrozem tkanka rośliny staje się dla bakterii łatwym łupem. Gdy jednak wiatr porwie te mikroby do wyższych partii atmosfery, ich unikalne właściwości zaczynają działać na skalę makro. Białka bakterii stają się idealnymi jądrami kondensacji, wokół których błyskawicznie formują się płatki śniegu, krople deszczu i grad, dosłownie wywołując opady z chmur. ■

młodego Słońca. Później negatywnie odbiło się na niej intensywne bombardowanie przez planetozymale (zarodki planet) oraz potężne kolizje – w tym zderzenie z protoplanetą, które dało początek Księżycowi. Za każdym razem atmosfera odradzała się jednak dzięki gazom wulkanicznym oraz substancjom pochodzącym z komet i asteroid. Mimo to Ziemia również dziś traci każdego dnia około 90 ton gazowej otoczki. Z osłabionych ogniw pola magnetycznego tryskają w kosmos swoiste „fontanny gazów", głównie wodoru, helu i tlenu. W każdej sekundzie ucieka w ten sposób około 1 kg materii. Choć brzmi to niepokojąco, w zestawieniu z całkowitą masą atmosfery, wynoszącą ponad pięć kwintylionów ton (5,1 x 10^{18} kg), ubytek ten jest marginalny. W obecnym tempie całkowity zanik atmosfery Ziemi zająłby miliardy lat.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



■ **Piekielne ciepło wyzwolone przez błyskawicę wywołuje gwałtowną eksplozję termiczną i wibracje powietrza, które odbieramy jako potężny ryk grzmotu.**

3. SUPERPIORUN O SILE BOMBY ATOMOWEJ

Pioruny to spektakularna manifestacja naturalnej alchemii. W każdej sekundzie w powierzchnię naszej planety uderza ich około stu. Typowe wyładowanie elektrostatyczne niesie energię zdolną zasilać 60-watową żarówkę przez kilka miesięcy i potrafi rozgrzać powietrze do 30 000 °C. To kilkukrotnie więcej niż temperatura powierzchni Słońca (5 500 °C). Choć znamy wiele rodzajów wyładowań, a niektóre rzadkie formy mogą powstać w wyniku pożarów lasów, erupcji wulkanów czy podczas burz śnieżnych, król jest tylko jeden. To superpiorun, ekstremalnie rzadkie zjawisko, które upodobało sobie szczególnie rejon Morza Śródziemnego i północno-wschodniego Atlantyku. Jest tysiąc razy silniejszy i jaśniejszy od przeciętnego pioruna, a wyzwolona przez niego energia dorównuje sile małej bomby atomowej. W badaniu z 2023 roku naukowcy rozwikłali zagadkę jego powstawania: *Wyniki pokazują, że energia pioruna gwałtownie rośnie, gdy odległość między strefą ładowania chmury a powierzchnią Ziemi ulega skróceniu* – wyjaśniają autorzy analiz.

4. NAJSILNIEJSZY WIATR NA ZIEMI

Mogłoby się wydawać, że w kategorii niszczycielskich anomalii wiatrowych bezkonkurencyjne są huragany czy tornada. Nic bardziej mylnego. Prawdziwym potworem są tzw. wiatry katabatyczne. Rodzą się tam, gdzie gigantyczne lądolody błyskawicznie schładzają zalegające nad nimi powietrze. Nie bez powodu za

FOTO: BAS.AC.UK



■ **Antarktyczne huragany mogą trwać przez wiele godzin, a nawet całe dnie.**

najwietrzniejsze miejsce na Ziemi uchodzi Antarktyda. W jej sercu leży pokryty lodem Płaskowyż Polarny, nad którym gromadzi się lodowate, niezwykle gęste i ciężkie powietrze. Grawitacja bezlitośnie ściąga tę masę w dół ku wybrzeżom. Po drodze strumień powietrza zagęszcza się i gwałtownie przyspiesza. W rejonie Przylądka Denisona wiatry te mogą przekraczać 270km/h, a na Ziemi Adeli osiągają nawet 322km/h. Wiatry katabatyczne to koszmar polarników – generują oślepiające zamiecie i niszczą stacje badawcze. Co ciekawe, nie występują wyłącznie na biegunach. Ich specyficzne, suche i gorące odmiany znamy też z innych rejonów świata – przykładem są kalifornijskie wiatry Santa Ana, które schodząc z Wielkiej Kotliny, podsycają katastrofalne pożary lasów.

LITOSFERA

Połączenie skorupy ziemskiej i najwyższej, sztywnej warstwy płaszcza daje nam litosferę. Ta kamienna powłoka to najbardziej przystępna i najlepiej zbadana strefa naszej planety – to w niej drążymy tunele, wykonujemy głębokie odwierty i prowadzimy wydobycie surowców. I trzeba przyznać, że warto ją poznawać.

eprasa.pl 3fd5d50475

5. SKORUPA ZIEMSKA PODLEGA RECYKLINGOWI

W strefach subdukcji, gdzie stykają się ze sobą płyty tektoniczne, Ziemia prowadzi recykling na skalę globalną. Gęstsza skorupa oceaniczna wsuwa się pod lżejszą płytę kontynentalną i pogrąża w płaszczu Ziemi. Tam, w piekielnym uścisku wysokich temperatur i ciśnień, topi się, mieszając z magmą, by następnie powrócić na powierzchnię podczas erupcji wulkanicznych. Ten geologiczny cykl przebiega znacznie szybciej, niż przypuszczano. Pierwiastki, które niegdyś budowały dno oceaniczne, mogą powrócić na powierzchnię w zaledwie 500 milionów lat. Dzięki temu dno oceanów przechodzi wieczną młodość – najstarsze fragmenty skorupy oceanicznej mają zaledwie około 200 milionów lat. Dla odmiany lżejsza skorupa kontynentalna nie daje się tak łatwo wepchnąć w głąb planety. Zamiast tego fałduje się i spiętrza niczym ściskana w dłoni kartka. Istnieją wręcz prastare części kontynentów, tzw. kratony, które przetrwały miliardy lat aktywności tektonicznej, zderzeń lądów, erupcji superwulkanów i uderzeń asteroid.

6. AFRYKA PĘKA NA PÓŁ

Płyty litosferyczne dryfują po astenosferze – plastycznej, rozgrzanej do 1400°C warstwie płaszcza – niczym gigantyczne puzzle na powierzchni gęstego karmelu. Spektakularnym dowodem tego ruchu jest potężna szczelina o długości około 3000 kilometrów, która rozcina Afrykę Wschodnią. Proces ten postępuje powoli, w tempie wzrostu ludzkich paznokci, lecz jego finałem będzie podział kontynentu na dwa osobne lądy. Ten geologiczny fenomen, znany jako Wielki Rów Wschodni *(East African Rift)*, narodził się około 22 milionów lat temu. Wynika z powolnego oddalania się płyty somalijskiej (na wschodzie) od płyty nubijskiej (na zachodzie). Ciepło z astenosfery powoduje rozciąganie i pękanie skorupy, a wdzierająca się w szczeliny magma napędza intensywną aktywność wulkaniczną. Ostatecznie ryft rozszerzy się tak bardzo, że wleje się w niego woda, tworząc szósty ocean Ziemi. Choć to sprawa odległej przyszłości, według badań z 2025 roku nastąpi to szybciej, niż sądzono: *Skróciliśmy te ramy czasowe do około miliona, a być może nawet do pół miliona lat* – ogłosiła geolożka **Cynthia Ebinger** z Tulane University.

7. ZATOPIONY ÓSMY KONTYNENT

Słysząc o zatopionym lądzie, większość z nas myśli o legendarnej Atlantydzie. Tymczasem w południowo-zachodniej części Pacyfiku spoczywa autentyczny, ósmy kontynent. Naukowcy nie mieli o nim pojęcia aż do początku XXI wieku, ponieważ w 94% ukrywa się pod lustrem wody. Ten fragment skorupy kontynentalnej o powierzchni równej połowie Australii w 2017 roku został oficjalnie sklasyfikowany jako kontynent i nazwany Zelandią. Spełnia bowiem wszystkie kryteria: ma odrębną historię geologiczną, odpowiednią grubość skorupy i wyraźnie zakreślone granice. Ponad wodę wystaje jedynie „wierzchołek góry lodowej", czyli Nowa Zelandia,

FOTO: WIKIMEDIA.ORG

REKORDOWA BURZA



Silne erupcje wulkaniczne potrafią wygenerować potężne wyładowania atmosferyczne. A gdy dochodzi do najpotężniejszej eksplozji wulkanu w ostatnim stuleciu, możemy spodziewać się elektrycznego spektaklu wszech czasów. Mowa o wybuchu podmorskiego wulkanu Hunga Tonga w styczniu 2022 roku. Eksplozja wywołała burzę, która w szczytowym momencie generowała przerażające 2600 piorunów na minutę – to absolutny, rekordowy wynik w historii obserwacji. Wyładowania szalały na bezprecedensowym pułapie 20–30 km, czyli o wiele wyżej, niż dotychczas uważano za normalne. Naukowcy tłumaczą to gigantyczną masą przegrzanej wody morskiej, która została wystrzelona prosto w stratosferę. *Chyba nikt z nas nie przypuszczał, że ujrzy kiedyś elektryczny pierścień wyładowań o średnicy 280 kilometrów* – wspomina wulkanolożka **Alexa Van Eaton**. Badania dowiodły, że eksplozja ta wyzwoliła najsilniejszą aktywność elektryczną, jaką kiedykolwiek zarejestrowano na Ziemi, a jej całkowita energia tysiąckrotnie przewyższała moc bomby atomowej zrzuconej na Hiroszimę. ■



MAPA: WIKIMEDIA.ORG

■ **Oblicze Ziemi podlega wiecznemu przeobrażeniu, lecz prastare części kontynentów trwają niewzruszenie jako geologiczna pamięć planety.**



■ **Kraje leżące na wschodnim cyplu Afryki za miliony lat mogłyby utworzyć gigantyczną, odizolowaną wyspę oceaniczną.**

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



FOTO: WIKIMEDIA.ORG

■ **Nowa Zelandia to zaledwie wierzchołek podwodnego giganta, ósmego kontynentu.**

eprasa.pl 3fd5d50475

Nowa Kaledonia oraz kilka mniejszych wysp. Naukowcy przypuszczają, że Zelandia stanowiła niegdyś część superkontynentu Gondwany, od którego odłączyła się około 85–79 milionów lat temu. Przez pewien czas dryfowała samodzielnie, lecz w procesie rozpadu jej skorupa rozciągnęła się i stała się cieńsza. Późniejsze zderzenia płyt tektonicznych wypchnęły w górę Nową Zelandię, podczas gdy reszta kontynentu pozostała pod wodą.

8. WULKANICZNA WINDA DLA DIAMENTÓW

Podczas gdy większość kamieni szlachetnych, takich jak rubiny, szafiry czy szmaragdy, krystalizuje w skorupie ziemskiej, diamenty potrzebują prawdziwego piekła. Formują się setki kilometrów pod ziemią, w górnym płaszczu, gdzie ciśnienie sięga 6 gigapaskali, a termometry wskazują blisko 1600°C. Pozostałyby tam na zawsze, gdyby nie rzadki, katastrofalny typ aktywności wulkanicznej, którego ostatnie przejawy miały miejsce miliony lat temu. Skały zwane kimberlitami rodzą się głęboko w płaszczu i przebijają ku powierzchni poprzez tzw. kominy kimberlitowe podczas niezwykle gwałtownych erupcji. Magma działa tu jak ekspresowa „geologiczna winda" – potrafi wynieść diamenty i inne głębinowe skały na powierzchnię w zaledwie kilka godzin. Gdy stygnie, pozostawia stożkowate żyły zasobne w te najtwardsze minerały. Według przełomowych analiz z 2023 roku siłą napędową tych erupcji jest pękanie płyt tektonicznych. *Cykl erupcji diamentowych naśladuje rytm superkontynentów, które łączą się i rozpadają w powtarzalnym procesie* – wyjaśnia **Tom Gernon** z University of Southampton.



FOTO: SHUTTERSTOCK.COM

■ **Magma pędzi ku powierzchni tak szybko, że diamenty pokonują drogę przez skorupę ziemską bez ryzyka transformacji w grafit lub zwykły węgiel.**

PODZIEMNE GALAPAGOS

Głęboko pod ziemią funkcjonuje unikalny biosystem, o którego istnieniu jeszcze 20 lat temu nauka nie miała pojęcia. Przez swoją izolację i zdumiewającą bioróżnorodność zyskał on miano „podziemnego Galapagos". Mowa o niciach żyjących kilometr pod powierzchnią w afrykańskich kopalniach złota, mikrobach zużywających metan w głębokich odwiertach pacyficznego dna czy archeonach zasiedlających siarkowe gorące źródła w Niemczech. W 2018 roku międzynarodowy zespół badawczy ogłosił, że podziemna biosfera skupia od 15 do 23 miliardów ton żywej biomasy – to niemal 70% wszystkich bakterii i archeonów na Ziemi, czyli więcej niż w oceanach i na powierzchni razem wziętych! Życie kwitnie tam na przekór ekstremalnym warunkom, a jego badanie zmienia nasze spojrzenie na ewolucję. Jak zauważa profesor **John Baross** z University of Washington: *Kolebką życia mogły być raczej podziemia niż powierzchnia planety. Schodząc głębiej, możemy natrafić na zupełnie nowe formy życia. Niewykluczone, że organizmy z najgłębszych partii Ziemi w ogóle nie wykorzystują DNA i białek w sposób, jaki znamy z podręczników biologii.* ■

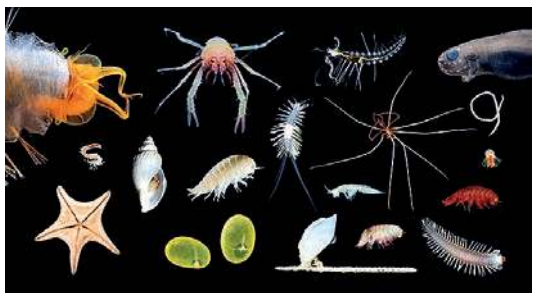


FOTO: SCHMIDT OCEAN

HYDROSFERA

Wodna otoczka Ziemi, czyli hydrosfera, skupia całą wodę planety – to gigantyczne 1,386 miliarda km³. Ponad 97% tych zasobów stanowi woda słona. Pozostała woda słodka jest w większości zmagazynowana w lodowcach, wiecznej zmarzlinie lub głęboko pod ziemią.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ **Człowiek nie ma monopolu na kwaśne deszcze – naturalne emisje związków siarki i azotu podczas erupcji wulkanów, pożarów lasów czy uderzeń piorunów wywołują identyczny efekt.**

9. KWAŚNE DESZCZE JAKO DZIEŁO NATURY

W latach 90. kwaśne deszcze były synonimem katastrofy ekologicznej. Opady o pH poniżej 5,6, nasycone kwasem siarkowym lub azotowym, niszczyły zabytki, odzierały lasy z liści i wyjaławiały glebę. Dzięki międzynarodowym obostrzeniom emisja dwutlenku siarki SO_2 z fabryk radykalnie spadła. Warto jednak wiedzieć, że kwaśne opady to nie tylko grzech ludzkości. Po potężnych erupcjach wulkanów natura potrafi zgotować identyczny scenariusz bez udziału ani jednego komina przemysłowego. Olbrzymie ilości SO_2 i tlenków azotu są wyrzucane do atmosfery, gdzie reagują z parą wodną i innymi substancjami, tworząc kwas siarkowy. Przykładowo, erupcja filipińskiego wulkanu Pinatubo w 1991 roku doprowadziła do gwałtownego zakwaszenia deszczy w całym regionie. Z kolei wybuch islandzkiego wulkanu Laki w 1783 roku wywołał katastrofę na skalę kontynentalną – w Europie z powodu głodu (wywołanego nieurodzajem) oraz toksycznych oparów zmarło wówczas blisko 6 milionów ludzi. Naturalnymi fabrykami tlenków azotu są również pioruny i pożary lasów, a siarkowodór oraz amoniak uwalniają się masowo podczas procesów gnilnych fauny i flory.

10. PIJEMY WODĘ STARSZĄ NIŻ SŁOŃCE

Woda, którą nalewamy do szklanek i która obmywa nas podczas letniej ulewy, to dokładnie ta sama ciecz, która

eprasa.pl 3fd5d50475



ILSUTRACJA: YOUTUBE.COM

■ **Część zasobów wodnych zawdzięczamy bombardowaniu przez lodowe komety, część rezerwuarów pochodzi bezpośrednio z lodu międzygwiazdowego, starszego niż Słońce.**

gasiła pragnienie dinozaurów i pierwszych przedstawicieli *Homo sapiens*. Na Ziemi nie zachodzi żaden proces, który potrafiłby syntetyzować nową wodę na globalną skalę – planeta bez końca przetwarza te same zasoby w hydrologicznym cyklu. Jak jednak woda w ogóle się tutaj znalazła? Istnieją dwa scenariusze. Część sprowadziły lodowe planetoidy i komety. Najnowsze analizy dowodzą jednak, że znaczna część ziemskich zasobów jest starsza… niż samo Słońce. Nawet połowa wody na Ziemi może pochodzić z lodu międzygwiazdowego, który dryfował w obłoku molekularnym na długo przed narodzinami naszej gwiazdy. Drobiny lodu osadzały się na pyle kosmicznym, z którego później formowały się planety, komety i asteroidy. To fascynujący wniosek: systemy planetarne mogą otrzymywać życiodajną wodę w pakiecie startowym już w momencie narodzin.

11. OCEAN W PŁASZCZU ZIEMI

Teoria o kosmicznym pochodzeniu wody ma jednak silną konkurencję. W 2014 roku amerykański zespół badawczy, analizując fale sejsmiczne, dokonał sensacyjnego odkrycia: na głębokości od 410 do 660 kilometrów pod naszymi stopami znajduje się gigantyczny rezerwuar wody. Nie szukajcie tam jednak podziemnych jezior – woda jest uwięziona bezpośrednio w strukturze krystalicznej mineralnej skały o nazwie ringwoodyt. Ta odmiana oliwinu działa jak geologiczna gąbka, zdolna do wiązania atomów wodoru i tlenu. Co kluczowe, ringwoodytu w płaszczu Ziemi są ogromne ilości. Gdyby woda stanowiła zaledwie 1% masy tej skały, ukryty głęboko rezerwuar zawierałby trzy razy więcej wody niż wszystkie powierzchniowe oceany razem wzięte! Odkrycie to wspiera hipotezę, że woda na Ziemi „wypociła się" z jej wnętrza i z pomocą sił pływowych powoli przesącza się na powierzchnię, krążąc w zamkniętym, planetarnym obiegu. *Wreszcie widzimy namacalny dowód na globalny cykl wodny, który wyjaśnia obecność tak potężnych mas ciekłej wody na powierzchni* – komentuje współautor odkrycia, **Steve Jacobsen** z Northwestern University.



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK.COM

■ **Struktura ringwoodytu może więzić w sobie więcej wody niż oceany razem wzięte.**

12. PARADOKS SŁODKOWODNY

Choć Ziemia wydaje się wodnym rajem, słodka woda, od której zależy przetrwanie ludzi i większości ekosystemów, stanowi zaledwie 2,5% globalnych zasobów. Co gorsza, zaledwie ułamek tego ułamka – około 0,3% – znajduje się w łatwo dostępnych źródłach powierzchniowych, takich jak rzeki, jeziora czy mokradła. Cała reszta śpi zamknięta w lodowcach i podziemnych warstwach wodonośnych. Z tą dysproporcją wiąże się tzw. paradoks słodkowodny. Podczas



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK.COM

■ **Choć paradoks słodkowodny przez lata pozostawał niewyjaśniony, współczesna nauka widzi w nim wypadkową wielu nakładających się czynników środowiskowych i ewolucyjnych.**

gdy oceany skupiają 97% ziemskiej wody, a rzeki i jeziora nędzne 0,0093%, w obu tych skrajnie różnych światach żyje niemal tyle samo gatunków ryb – po około 50% z 30 000 znanych nam gatunków! Przez lata fenomenu tego dopatrywano się w izolacji zbiorników słodkowodnych, która przyspiesza powstawanie nowych gatunków. Nowsze badania wskazują jednak na splot przyczyn: obok izolacji kluczowa jest mniejsza presja ewolucyjna ze strony konkurentów, stabilność nisz ekologicznych w jeziorach oraz fakt, że gatunki oceaniczne są statystycznie bardziej podatne na masowe wymieranie.

BIOSFERA

Mianem biosfery określamy wszystkie organizmy zamieszkujące Ziemię oraz ich głęboki, transformujący wpływ na środowisko. To nierozerwalny system powiązań między roślinami, zwierzętami i mikroorganizmami.

ZAPYLONA ZIEMIA

Każdego roku w stronę Ziemi cicho i bez rozgłosu zmierza od 6000 do 17 000 małych meteorytów, których łączną masę szacuje się na około 10 ton. Aż 95% z nich ulega całkowitemu spaleniu w atmosferze, a nieliczne ocalałe meteoryty spadają na bezludne obszary tajgi, pustyń czy w głębiny oceanów, nie czyniąc nikomu krzywdy.

Oznacza to, że każdego dnia na powierzchnię planety dociera od 17



do 47 kosmicznych odłamków skał i metalu. Liczba ta blednie jednak, gdy zestawimy ją z ilością kosmicznego pyłu, który nieustannie, niewidzialnym deszczem sypie się na planetę. Na podstawie trwających 20 lat analiz próbek z Antarktydy, naukowcy w 2021 roku oszacowali, że rocznie na Ziemię opada około 5200 ton materii pozaziemskiej w postaci mikrometeorytów. Ponad 60% tego kosmicznego miału pochodzi z komet z rodziny Jowisza, a kolejne 20% to odpady z pasu głównego asteroid – relikty z czasów, gdy rodził się nasz Układ Słoneczny. To właśnie gwiezdny pył jest najpowszechniejszym materiałem trafiającym na Ziemię z kosmosu. ■

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

eprasa.pl 3fd5d50475

FOTO: VIPUL RAMANUJ



Niedawno odkryto „węża DiCaprio” (na zdjęciu), lecz tysiące gatunków żyjących na Ziemi wciąż czeka na swojego odkrywcę.

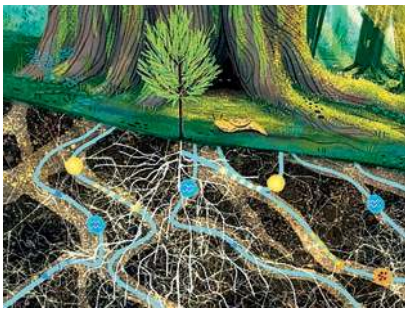
13. NA ZIEMI ISTNIEJĄ MILIARDY GATUNKÓW

Według Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody (IUCN) zdołaliśmy dotychczas opisać i skatalogować około 1,7 miliona gatunków (gdzie lwią część stanowią owady). Jednak faktyczna liczba to wielka niewiadoma. Każdego roku biolodzy odkrywają tysiące nowych organizmów. Niedawno w Himalajach wytropiono nowy gatunek węża, nazwany na cześć Leonardo DiCaprio *Anguiculus dicaprioi*, a w Peru odkryto drapieżną mysz ziemnowodną wyposażoną w błony pławne. Szacunki naukowców rozjeżdżają się w uderzający sposób. Najbardziej konserwatywne modele mówią o 8,7 miliona gatunków, jednak najnowsze analizy sugerują, że rzeczywista liczba może sięgać miliardów – pod warunkiem, że uwzględnimy bakterie i archeony, które odpowiadają za 70–90% całej bioróżnorodności naszej planety.

14. DRZEWA MAJĄ WŁASNY „INTERNET”

Pod miękką wyściółką leśnej gleby skrywa się niezwykle zaawansowana infrastruktura złożona z korzeni, grzybów i bakterii. Tworzy naturalną wersję „leśnego internetu” łączącego drzewa. Większość grzybów glebowych egzystuje w ukryciu, budując potężne sieci mikroskopijnych nitek zwanych strzępkami, które oplatają korzenie roślin. W zamian za dostarczanie drzewom kluczowych minerałów i wody, grzyby pobierają od nich życiodajny haracz w postaci cukrów i tłuszczów wyprodukowanych w procesie fotosyntezy. Ta symbioza ma jednak głębszy wymiar informacyjny – połączone siecią drzewa potrafią wymieniać się zasobami i komunikować za pomocą impulsów chemicznych oraz elektrycznych. Gdy jedno drzewo zostanie zaatakowane przez szkodniki, wysyła sieciowy alert, pozwalając sąsiadom zyskać czas i uruchomić mechanizmy obronne. Nic dziwnego, że system ten zyskał miano *Wood Wide Web*. W 2019 roku naukowcy stworzyli pierwszą globalną mapę tych podziemnych autostrad, która pokazuje rozmieszczenie sieci mykoryzowych i ich kluczowy wpływ na zdrowie klimatyczne globu.

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK.COM



Podziemna sieć grzybni w leśnej glebie tworzy system komunikacyjny, za pomocą którego drzewa dystrybuują wodę, asymilaty oraz chemiczne alerty o zagrożeniu.

15. NIEKTÓRE PTAKI PRZELATUJĄ NAD MOUNT EVERESTEM

W skali całej planety biosfera jest zaledwie mikroskopijną powłoką. Większość ziemskiego życia gnieździ się w wąskim pasie od 500 metrów pod powierzchnią oceanu do około 6 kilometrów nad poziomem morza. Istnieją jednak gatunki, które za nic mają te ramy i rzucają wyzwanie najwyższym szczytom świata. Podczas sezonowych migracji nad Himalajami regularnie przelatują gęsi tybetańskie *(Anser indicus)*, osiągając pułap przekraczający 8,5 kilometra. Absolutnym i niepobitym rekordzistą pozostaje jednak sęp plamisty *(Gyps rueppellii)*. W 1973 roku jeden z tych majestatycznych ptaków zderzył się z samolotem pasażerskim nad Afryką Zachodnią na wysokości 11 278 metrów. Na wysokościach rzędu 6–9 kilometrów widuje się także orły, łabędzie czy żurawie. Ptaki te zawdzięczają te wyczyny unikalnym adaptacjom fizjologicznym, dzięki którym radzą sobie z niedoborem tlenu, niskim ciśnieniem i przenikliwym zimnem.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Jeden z potężnych przedstawicieli afrykańskich sępów w 1973 roku zderzył się z samolotem pasażerskim na wysokości ponad 11 kilometrów.

16. DOTLENIENIE ZIEMI

Bez tlenu nie byłoby zaawansowanego życia, ale tlen nie istniałby również bez udziału biologii. Choć dziś gaz ten stanowi 21% atmosfery, przed 2,5 miliarda lat na Ziemi panowały warunki niemal beztlenowe. Sytuację zmieniły prymitywne mikroorganizmy – cyjanobakterie (sinice), które opanowały sztukę pozyskiwania energii ze słońca, wody i dwutlenku węgla. Efektem ubocznym ich fotosyntezy był właśnie tlen. Katastrofa tlenowa *(Great Oxidation Event)* i powolne nasycanie atmosfery tym gazem otworzyły drzwi dla ewolucji skomplikowanych organizmów. Jednak biologia to nie wszystko. Najnowsze badania sugerują, że wzrost poziomu tlenu był silnie stymulowany przez… tektonikę płyt. Podczas subdukcji, gdy woda oceaniczna wpada do wnętrza planety, dochodzi do utleniania płaszcza i formowania utlenionej magmy bogatej w tlen. W naszym Układzie Słonecznym Ziemia jest jedyną planetą z aktywną tektoniką płyt. Może to właśnie ten geologiczny unikat przesądził o tym, że to u nas rozwinęło się życie potrafiące oddychać pełną piersią. ■

FOTO: WIKIMEDIA.ORG



W proces nasycania Ziemi tlenem oprócz sinic zaangażowana była również tektonika płyt; to ich wspólna praca umożliwiła rozkwit złożonej biosfery.

LENA SZYMAŃSKA

eprasa.pl 3fd5d50475

Nowe międzynarodowe badanie dowodzi, że prawdziwa monogamia jest w królestwie zwierząt rzadkością, a na dodatek często bywa mylona z samą tylko więzią społeczną. Analiza ta wyraźnie rozróżnia wspólne życie w parze od monogamii genetycznej i pokazuje, że nawet u gatunków uważanych dotąd za wzór wierności regularnie dochodzi do skoków w bok.

Wierność według DNA: ludzie nie są wyjątkiem

Monogamia, czyli długotrwałe partnerstwo życiowe dwojga osobników, trwające nierzadko przez całe życie, należy do najczęściej analizowanych aspektów ludzkiego zachowania. Czy to rzeczywistość biologiczna, presja kulturowa, strategia społeczna, czy może coś pomiędzy? Nowe badanie, przygotowane przez naukowców z Uniwersytetu w Cambridge i opublikowane w czasopiśmie „Proceedings of the Royal Society B", podjęło próbę odpowiedzi na pytanie o to, jak rzeczywiście zachowują się ludzie w porównaniu z innymi ssakami. W przeciwieństwie do wielu wcześniejszych projektów badawczych, które opierały się wyłącznie na danych socjologicznych lub normach kulturowych, analiza ta jako miarę prawdziwej monogamii reprodukcyjnej stawia na pierwszym planie aspekty genetyczne, badając stopień pokrewieństwa potomstwa pochodzącego od tych samych rodziców. Jak wyjaśnia biolog ewolucyjny **Chris Venditti**, genetyka oferuje pod tym względem znacznie surowsze kryterium niż obserwacja zachowania: *Zwierzęta mogą sprawiać wrażenie monogamicznych, ale ich geny często opowiadają znacznie bardziej skomplikowaną historię.*

RANKING MONOGAMII NA PODSTAWIE DANYCH GENETYCZNYCH

Zasadniczą innowacją tego badania było wykorzystanie danych genetycznych pozwalających odróżnić rodzeństwo rodzone (mające tych samych rodziców) od rodzeństwa przyrodniego, które ma wspólnego tylko jednego rodzica. Próba obejmowała dane z ponad 100 populacji ludzkich z różnych zakątków świata i epok – od neolitu aż po czasy współczesne. Oprócz tego dane 34 innych gatunków ssaków, w przypadku których dostępne były podobne informacje genetyczne.

U każdego badanego gatunku naukowcy śledzili, jak często wśród rodzeństwa pojawiają się osobniki mające oboje tych samych rodziców. To właśnie ten wskaźnik pozwala trafnie ocenić, czy młode rodzą się głównie w ramach długotrwałych związków partnerskich, czy też rozmnażanie ma charakter bardziej swobodny i zmienny. Na podstawie tych danych zespół ułożył swoistą „tabelę monogamii", czyli ranking gatunków uszeregowanych według stopnia rzeczywistej monogamii genetycznej. Na samym szczycie znalazły się gatunki tworzące bardzo stabilne pary, gdzie większość potomstwa pochodzi stale od tej samej pary rodziców, podczas gdy dolne pozycje przypadły zwierzętom, u których reprodukcja jest rozproszona pomiędzy wielu różnych partnerów.

POMIĘDZY BOBRAMI A SURYKATKAMI

Umieszczenie danych dotyczących ludzi w szerszym kontekście pozwoliło badaczom sformułować stosunkowo powściągliwy wniosek. Ludzie znaleźli się w górnej połowie rankingu, z średnią wynoszącą około 66% rodzeństwa rodzonego. Innymi słowy – w większości ludzkich populacji dzieci rodzą się tym samym rodzicom, choć daleko temu do reguły obowiązującej zawsze i wszędzie. Rozrzut wyników jest zresztą znaczny. W niektórych społecznościach neolitycznych na terenie dzisiejszej Anglii odsetek pełnego rodzeństwa spadał do 25%, podczas gdy w innych, na przykład w północnej Francji, dane genetyczne sugerowały, że monogamia była tam dominującym modelem wspólnego życia par.

FOTO: LEMUR.DUKE.EDU



U niektórych gatunków, które na pierwszy rzut oka sprawiają wrażenie dobranych w trwałe pary, genetyka ujawnia znacznie bogatszą strategię reprodukcyjną. Bliskość społeczna i wspólna opieka nad młodymi nie oznaczają jeszcze wyłącznego biologicznego rodzicielstwa.

W samym rankingu ludzie uplasowali się tuż za bobrem europejskim. Bobry słyną skądinąd ze stabilnych par, które nie tylko wspólnie płodzą młode, ale

FOTO: BOSTON PUBLIC LIBRARY

SPOŁECZEŃSTWA, W KTÓRYCH MONOGAMIA NIE JEST REGUŁĄ

Choć we współczesnym globalnym świecie monogamia jest często uważana za standardową formę współżycia partnerskiego, dane antropologiczne przynoszą znacznie bardziej zróżnicowany obraz. Jednym z najczęściej przytaczanych przykładów jest Polinezja, gdzie w wielu tradycyjnych społecznościach pojawiała się kombinacja poligynii, związków seryjnych oraz dość swobodnego podejścia do seksualności. Antropolog **Bronisław Malinowski**, który na początku XX wieku przez długi czas badał Wyspy Trobrianda, opisał tamtejsze relacje partnerskie jako regulowane społecznie, ale bynajmniej nie rygorystycznie monogamiczne. Jak zauważył w swojej książce *Życie seksualne dzikich*, zachowania seksualne nie były tam moralnie ograniczone dożywotnią wyłącznością, lecz wpisane w szerszą sieć pokrewieństwa i powiązań społecznych.

W wielu subsaharyjskich społeczeństwach



eprasa.pl 3fd5d5047

także razem budują żeremia, bronią terytorium i wychowują potomstwo przez kilka lat. Dane genetyczne potwierdzają to zjawisko – około 73% rodzeństwa bobrów ma tych samych rodziców.

Tuż za ludźmi uplasowały się surykatki, słynące zarówno z silnych więzi społecznych, jak i skomplikowanej struktury hierarchicznej. Choć żyją w grupach i współpracują przy wychowywaniu młodych, reprodukcja jest u nich mniej równomiernie podzielona. Osobniki dominujące mają często wielu partnerów, co znajduje odzwierciedlenie w genetyce – odsetek rodzeństwa rodzonego spada tutaj poniżej 60%. Stabilny model rodziny ustępuje w tym przypadku grupowej strategii przetrwania.

ZAWSZE WIERNY MYSZAK

Ciekawe miejsce zajmują również gibony, od dawna uważane za symbol zwierzęcej monogamii. Te naczelne rzeczywiście tworzą stałe pary i wspólnie bronią swojego terytorium, jednak dane genetyczne pokazują, że rzeczywistość bywa nieco bardziej złożona. Około 63% młodych pochodzi od tych samych rodziców, co sugeruje, że wyłączność reprodukcyjna nie jest u nich absolutna.

Na samym szczycie zestawienia pojawił się natomiast niepozorny rekordzista – myszak kalifornijski *(Peromyscus californicus)*. W jego przypadku analiza genetyczna wykazała, że wszystkie badane młode miały dokładnie tych samych rodziców. W świecie ssaków jest to wyjątkowy przypadek niemal 100% monogamii genetycznej; niewierność w słowniku tych małych gryzoni po prostu nie istnieje. Za nimi, co może być zaskoczeniem, plasują się likaony pstre, gdzie liczba rodzeństwa rodzonego osiąga 85%, oraz zęboszczury kolonijne *(Fukomys damarensis)*. Na drugim krańcu tego spektrum znalazły się owce oraz makaki, które okazały się największymi zwolennikami swobodnego podejścia do reprodukcji. Nieskrępowane relacje preferują także niedźwiedzie, orki, delfiny czy szympansy.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Myszak kalifornijski należy do absolutnej czołówki pod względem monogamii genetycznej wśród ssaków. W analizowanych populacjach wszystkie młode pochodziły od tych samych par rodzicielskich, co stanowi wyjątkowy przypadek w królestwie zwierząt.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Bobry są symbolem długotrwałego współżycia partnerskiego, co znajduje odzwierciedlenie również w danych genetycznych. Wysoki odsetek rodzeństwa rodzonego potwierdza, że ich współpraca przy budowie żeremi i wychowywaniu młodych ma także swoją ciągłość reprodukcyjną.

CO WŁAŚCIWIE MÓWIĄ TE LICZBY?

Na pierwszy rzut oka mogłoby się wydawać, że monogamia to prosta sprawa – albo dany gatunek tworzy pary, albo nie. Biologiczna rzeczywistość nie jest jednak tak jednoznaczna. W świecie zwierząt często bowiem nie sprawdza się reguła, że wspólne życie społeczne automatycznie oznacza wyłączność reprodukcyjną. Wiele gatunków żyje w stałych parach, razem broni terytorium lub wychowuje młode, a mimo to analiza genetyczna ujawnia, że część potomstwa ma innego rodzica biologicznego.

Badanie pokazuje, że monogamia nie jest cechą jednowymiarową, lecz raczej szerokim spektrum. Na jednym końcu stoją gatunki, u których płaszczyzna społeczna i genetyczna niemal idealnie się pokrywają, jak ma to miejsce u wspomnianego myszaka. Na przeciwległym krańcu spektrum znajdują się zwierzęta, które wprawdzie funkcjonują w grupach lub parach, lecz ich strategie rozrodcze obejmują wielu partnerów.

Jak podsumowuje Venditti: *Monogamia genetyczna jest rzadsza niż przez długi czas sądziliśmy. Dotyczy to również gatunków, które tradycyjnie uważamy za wzorowo monogamiczne.*

MONOGAMIA JAKO STRATEGIA

U ludzi obraz ten jest jeszcze bardziej skomplikowany. Dane genetyczne pokazują, że większość dzieci rzeczywiście rodzi się tym samym rodzicom, ale jednocześnie istnieje zauważalny odsetek potomstwa pochodzącego ze związków pozapartnerskich. Nie oznacza to, że ludzie są mniej monogamiczni, lecz odzwierciedla raczej kombinację skłonności biologicznych i reguł kulturowych. Badania antropologiczne od dawna wskazują, że ludzkie społeczności korzystają z całej gamy modeli partnerskich. *Ludzka monogamia nie jest stanem absolutnym, lecz strategią, która zmienia się w czasie i przestrzeni* – zwraca uwagę antropolożka **Helen Fisher**.

Właśnie dlatego wyników tego badania nie można odczytywać jako werdyktu na temat moralności czy naturalności ludzkich zachowań. Zresztą sama moralność zmienia się na przestrzeni wieków oraz w zależności od kultury, a poligynia lub poliandria są w wielu społeczeństwach czymś całkowicie naturalnym. Analizy te pokazują raczej, że ludzie należą do ssaków wykazujących silną tendencję do tworzenia długotrwałych par, ale jednocześnie zachowujących ewolucyjną elastyczność. Monogamia jawi się tutaj nie jako sztywna reguła narzucona przez biologię, lecz jako zmienna równowaga między korzyściami genetycznymi, więziami społecznymi a normami kulturowymi. ■

STANISŁAW GAJDA

afrykańskich historycznie rozpowszechniona była poligynia, szczególnie w przypadku mężczyzn o wyższym statusie społecznym. Antropolog ewolucyjny **Peter B. Gray** zwraca uwagę, że w kulturach tych nie była to anomalia, lecz stabilny i społecznie uznawany system, ściśle powiązany z ekonomią, podziałem pracy oraz opieką nad dziećmi. Kolejnych przykładów dostarczają niektóre społeczności himalajskie, na przykład w Tybecie i Nepalu, gdzie historycznie występowała poliandria, czyli małżeństwo jednej kobiety z kilkoma mężczyznami. Model ten był związany z ograniczonymi zasobami i dążeniem do uniknięcia podziału majątku rodzinnego. Antropolog **Melvyn C. Goldstein** opisuje, że tamtejsze układy partnerskie nie realizowały wyśnionego ideału romantycznego, lecz służyły praktycznej stabilizacji całego gospodarstwa domowego.

Przeglądy antropologiczne pokazują jednocześnie, że nawet w tych kulturach nie panował chaos seksualny. Relacje partnerskie były regulowane przez zasady, rytuały i oczekiwania, które po prostu nie odpowiadały nowoczesnemu, zachodniemu pojęciu małżeństwa monogamicznego. Jak podsumował biolog ewolucyjny **David P. Barash**, autor książki *The Myth of Monogamy: Ludzka monogamia nie jest prawem biologicznym, lecz kompromisem kulturowym.* ■

eprasa.pl 3fd5d50475

Balans na jednej nodze?

Naukowcy potwierdzają: to służy także mózgowi!

Starszy mężczyzna idzie chodnikiem. Nie porusza się już tak szybko jak kiedyś, a marsz wyraźnie go męczy, jednak wciąż bez problemu dociera wszędzie tam, gdzie potrzebuje. Nagle na jego drodze pojawia się przeszkoda. Potyka się i bezwładnie upada na ziemię. Tymczasem ryzyko tak niebezpiecznych wypadków można by skutecznie ograniczyć – wystarczyłoby regularnie trenować stanie na jednej nodze.

Utrzymanie stabilnej pozycji na jednej kończynie może wydawać się z pozoru zadaniem wręcz banalnym. W rzeczywistości jednak wcale tak nie jest. Z wiekiem staje się to dla nas coraz większym wyzwaniem. Badacze podkreślają jednak, że mamy tu do czynienia ze znakomitą metodą poprawy ogólnego stanu zdrowia. Ćwiczenie to nie tylko wspiera kondycję fizyczną i zmniejsza ryzyko urazów, ale wykazuje również dobroczynny wpływ na ludzki mózg.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Podczas praktykowania tai chi techniki związane z balansowaniem na jednej nodze są powszechnym i naturalnym elementem treningu.

UBYTEK MASY MIĘŚNIOWEJ

W okresie między 10. a 30. rokiem życia stanie na jednej nodze nie stanowi absolutnie żadnego problemu. Potem jednak w życiu każdego człowieka rozpoczyna się nowy etap. To, co dotychczas przychodziło bez trudu, staje się coraz bardziej wymagające. Stopień trudności zależy między innymi od naturalnego procesu utraty masy mięśniowej. Ten startuje właśnie po 30. urodzinach. W miarę upływu lat sytuacja ulega dalszemu pogorszeniu, a wraz z mijającymi dekadami cały ten mechanizm mocno przyspiesza. Niemniej jednak można – i należy – z nim aktywnie walczyć. Jednym ze skutecznych sposobów jest właśnie balansowanie na jednej nodze, dzięki któremu intensywnie wzmacniamy mięśnie kończyn dolnych.

TRZEBA ZAANGAŻOWAĆ RÓWNIEŻ GŁOWĘ

Zdolność do utrzymania „pozycji bociana" nie zależy wyłącznie od siły i elastyczności samych mięśni. Kluczową rolę odgrywa tutaj układ nerwowy. Człowiek musi sprawnie przyjąć i przetworzyć bodźce wzrokowe, zaangażować centrum równowagi oraz błędnik w uchu wewnętrznym, a wreszcie wykorzystać układ somatosensoryczny, dzięki któremu precyzyjnie odczuwa położenie własnego ciała w przestrzeni (tzw. propriocepcja).

Ćwiczenie, które na pierwszy rzut oka wygląda prosto, w rzeczywistości wymaga więc aktywacji wielu różnorodnych funkcji. Należy przy tym zaznaczyć, że starzenie się dotyka nie tylko układu mięśniowego, lecz także struktur mózgowych. Również z tego powodu balansowanie staje się z czasem coraz cięższym zadaniem. To, w jakim stopniu danej osobie udaje się je opanować, ma według naukowców ogromną wartość diagnostyczną przy ocenie jej ogólnego stanu zdrowia.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Stanie na jednej nodze niesie mnóstwo wszechstronnych korzyści. Skutecznie wzmacnia mięśnie, pozytywnie wpływa na pracę mózgu i pozwala lepiej zapobiegać niebezpiecznym upadkom.

PROBLEM OPÓŹNIONEJ REAKCJI

Eksperci zwracają uwagę, że poprzez stanie na jednej nodze można skutecznie stymulować i wzmacniać funkcje mózgowe. Oprócz tego wskazują na kluczową korzyść, jaką jest zapobieganie wypadkom. To fundamentalne odkrycie. Z danych opublikowanych przez Centra Kontroli i Prewencji Chorób (CDC) – federalną agencję Stanów Zjednoczonych do spraw zdrowia publicznego – jednoznacznie wynika, że upadki są główną przyczyną poważnych urazów u Amerykanów w wieku powyżej 65 lat.

Problem stanowi tu oczywiście utrata równowagi. **Kenton Kaufman** z centrum badawczo-edukacyjnego Mayo Clinic w Rochester dodatkowo wyjaśnia, że kluczowym czynnikiem bywa często opóźniona reakcja w momencie zderzenia z niespodziewaną przeszkodą.

JAK BOCIAN W ŁAZIENCE

Warto w tym miejscu wspomnieć, że w jodze czy tai chi stanie na jednej nodze jest wykorzystywane regularnie. Obie te popularne formy treningu fizycznego i psychicznego są chętnie praktykowane przez seniorów, którzy pomimo zaawansowanego wieku utrzymują dzięki temu świetną sprawność.

W przypadku ćwiczeń w zaciszu własnego domu eksperci radzą, aby próbować stania na jednej nodze podczas wykonywania codziennych, rutynowych czynności – na przykład w trakcie porannej lub wieczornej higieny w łazience. Należy jednak robić to bezpiecznie. Na wypadek nagłej utraty równowagi warto mieć w zasięgu ręki coś, czego można się przytrzymać. ■

JAROSŁAW PIOTROWSKI

eprasa.pl 3fd5d50475

ILUSTRACJA: PETR BONĚK/ GOOGLE GEMINI AI/ 21. WIEK



Świat ruszył w drogę za sprawą koni, pary, kół oraz skrzydeł. Szybkość stała się nową walutą cywilizacji i zaczęła na nowo pisać mapę świata oraz ludzkie ambicje.

Świat w ruchu – od konia pociągowego do mechanicznego

Woda od zawsze stanowiła fundament życia. Poiła ludzi, rzeźbiła krajobrazy i utrzymywała przy życiu zwierzęta pociągowe. Jednak od momentu, gdy okiełznaliśmy siłę i energię pary, stała się ona również filarem globalnego wzrostu gospodarczego oraz krwią obiegową rewolucji przemysłowej...

Zanim pojawiły się pociągi, najszybszym sposobem dotarcia dokądkolwiek był grzbiet rączego wierzchowca. *Napoleon przekroczył Alpy w maju 1800 roku z dokładnie taką samą prędkością jak Hannibal dwa tysiące lat wcześniej* – zauważył celnie brytyjski dziennikarz **James Attlee.**

Wraz z nadejściem epoki pary prędkość stała się niezwykle pożądanym „towarem". Zaczęła rosnąć, przyspieszając transport ludzi, towarów i usług zarówno na lądzie, jak i na wodzie. Kurczyły się odległości, znacznie szybciej zaczęły podróżować także słowa. To właśnie potęga pary sprawiła, że pod koniec XIX wieku tory kolejowe oplatały już większość globu. Ta sama siła napędzała większość brytyjskiej floty, do której należała wówczas niemal połowa światowego tonażu statków handlowych. Wpływ kolei i pary na okazał się tak silny, że brytyjski pisarz **William Makepeace Thackeray** (1811–1863) pisał: *My, którzy żyliśmy przed koleją i przetrwaliśmy stary świat, jesteśmy niczym rodzina Noego opuszczająca arkę.*

Przy tym minęło zaledwie 100 lat od momentu, gdy genialny wynalazca **James Watt** (1736–1819) w 1785 roku udoskonalił maszynę parową, rozniecając tym samym ogień globalnej rewolucji przemysłowej.

DO KOPALŃ I FABRYK

Pierwsze maszyny parowe tworzono dla górnictwa, aby odpompowywać wody gruntowe. Mimo niskiej wydajności i częstych awarii zastępowały pracę dziesiątek zwierząt oraz pozwalały tłoczyć wodę z głębokości niedostępnych dla człowieka.

Gdy James Watt udoskonalił ich konstrukcję, zużycie paliwa spadło, a sprawność znacząco wzrosła. *Nadchodzi wiek pary!* – ogłaszali entuzjastycznie publicyści. Wierzono, że rozpoczyna się era wielkich wynalazków i dobrobytu, która na zawsze położy kres nędzy i ubóstwu.

Pierwsza lokomotywa parowa wyruszyła na tory w lutym 1804 roku w Anglii

NĘDZA I UBÓSTWO

Euforii publicystów i wizjonerów zupełnie nie podzielali jednak ci, którzy dotychczas byli niezastąpieni – robotnicy fabryczni i górnicy. Za głodowe pensje harowali od świtu do zmierzchu w nieludzkich warunkach. Nowa technologia zagrażała ich egzystencji, a społeczne niezadowolenie pęczniało tak samo jak powszechny głód. W efekcie zrodził się ruch oporu niszczący maszyny. Idąc za przykładem **Neda Ludda** (być może fikcyjnego bohatera robotniczego folkloru), rebelianci zaczęli nazywać siebie „luddystami" – niszczycielami maszyn i wrogami postępu. ■

eprasa.pl 3fd5d50475

1. Świat w ruchu: Dyliżans

Podczas gdy romantyczny idealista powtarzał: *Sama droga może być celem*, twardo stąpający po ziemi realista pukał palcem w tarczę zegarka, odpowiadając: *Czas to pieniądz*. Spójrzmy prawdzie w oczy: większość z nas chce, aby podróż – niezależnie od celu – trwała jak najkrócej.



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Dyliżans był kiedyś prawdziwym cudem mobilności, a zarazem sprawdzianem cierpliwości. Czas mierzono wówczas godzinami oczekiwania, napiwkami i wstrząsami, które wystawiały na próbę każdą kość w ciele.

Nieszczęsny **Charles Burney** (1726-1814) wyjątkowo źle wspominał swoją wyprawę do Austrii w 1770 roku. Trudy jazdy dyliżansami dały się słynnemu angielskiemu kompozytorowi mocno we znaki, a rejs po Łabie jedynie dopełnił jego nieszczęść. *Ogarnął mnie głęboki niepokój, gdy ujrzałem łódź, którą miałem podróżować do Drezna* – zanotował. Później było jeszcze gorzej. *„Biada, biada! Parasol, moja jedyna ochrona przed żywiołem, został mi wyrwany z rąk przez wicher. Byłem przemarznięty, przemoczony do suchej nitki, głodny i kompletnie rozbity.* Nic dziwnego, że całą wyprawę podsumował bez ogródek: *Podróż ta była jedną z najbardziej męczących, jakie kiedykolwiek w życiu odbyłem.* Gdyby Burney przemierzał tę samą trasę sto lat później, przeżyłby prawdziwy cywilizacyjny szok. Wraz z rozwojem nowoczesnego transportu czas podróży zaczął bowiem kurczyć się w bezprecedensowym tempie, a świat dosłownie przyspieszył.

ZE ŚLIMAKA W EKSPRES

Jazda wozem lub bryczką przez długie wieki uchodziła za domenę osób słabszych lub uwięzionych: kobiet, starców tudzież pospolitych przestępców. Dla szlachetnie urodzonego był w stanie pokonać w ciągu dnia imponujące 50–60 km, podczas gdy dystans pieszy wynosił maksymalnie 30–40 km.

Dopiero u progu nowożytności arystokracja przekonała się do zamkniętych powozów – nawet za cenę wiecznej wojny, jaką wysokie cylindry panów staczały z sufitami kabin, a rozłożyste krynoliny dam z ograniczoną przestrzenią wnętrza. Taka jazda bywała dosłownie wstrząsająca. Najwygodniejsze i najlepiej zamortyzowane pojazdy oferowała poczta, która pasażerów zabierała początkowo niejako przy okazji, jako produkt uboczny przy rozwożeniu listów. Dopiero z czasem ten „żywy ładunek" zaczął przynosić równie potężne zyski co korespondencja.

Pasażerom przestał jednak z czasem wystarczać sam fakt przemieszczania się. Żądali podróży sprawnej i godnej: *Czy pocztylioni uważają pasażera za idiotę? Jak daleko jest właściwie z Frankfurtu do Stuttgartu? Zaledwie 40 godzin jazdy. A z tego przez całe 15 godzin po prostu staliśmy w miejscu!* – piekli się **Ludwig Börne** w książce nie bez powodu zatytułowanej Monografia niemieckiego ślimaka pocztowego (1821).

KONIEC NAPIWKÓW I POSTOJÓW

To właśnie niekończące się postoje w przydrożnych karczmach oraz bezczelnie wymuszane napiwki stanowiły główną przyczynę podróżniczych opóźnień. Mawiano wprawdzie: *Kto dobrze smaruje, ten dobrze jedzie!,* ale w tym kontekście na myśli było wyłącznie gardło i kieszeń pocztyliona (czyli woźnicy wozu pocztowego). W odpowiedzi na lawinę krytyki w 1823 roku wdrożono nowy, rewolucyjny system transportu dyliżansowego – tzw. ekspres pocztowy. Pokonanie trasy Wiedeń–Praga zajmowało odtąd maksymalnie 34 do 38 godzin, a pojazd rozwijał zawrotną, jak na owe czasy, prędkość do 12 km/h. Ukrócono wyczekiwanie w oberżach oraz dodatkowe opłaty za każdą drobnostkę – napiwki dla poczmistrza, myta mostowe czy cła. Po raz pierwszy całą kwotę za przejazd uiszczano z góry przed rozpoczęciem podróży. Pocztylion nosił na szyi zaplombowany zegarek. Czas stał się bezwzględnym władcą, a rozkład jazdy zyskał status świętości. Reforma ta zapoczątkowała erę nowoczesnego, masowego transportu pasażerskiego i podniosła komfort podróży. Według jednego z punktów ówczesnego „dekalogu podróżnego": *bez wyraźnej zgody pozostałych współpasażerów nie wolno było palić tytoniu wewnątrz pojazdu.* Traumatyczne doświadczenia Burneya odeszły w przeszłość. W XIX-wiecznych przewodnikach turystycznych Cesarstwo Austrii zaczęło wręcz uchodzić za modelowy „kraj dyliżansów i przewozów pasażerskich". ■



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Stacja na trasie, gdzie zmieniały się nie tylko konie, lecz również nastroje samych podróżnych. Komfort stanowił luksus, szybkość była cnotą, a rozkład jazdy pozostawał kwestią wiary.

21. WIEK dodaje:

Pierwsze regularne połączenia dyliżansowe na ziemiach polskich uruchomiono w 1809 roku w Księstwie Warszawskim, łącząc Warszawę z Wrocławiem, Gdańskiem i Poznaniem.

mężczyzny aż do XV wieku jedynym godnym środkiem lokomocji pozostawał koński grzbiet. W siodle człowiek

eprasa.pl 3fd5d50475



ILUSTRACJA: ARTWYSE.COM

Para całkowicie odmieniła rytm świata. Pociągi skróciły odległości, przyspieszyły bieg czasu i przekształciły podróżowanie z niebezpiecznej przygody w codzienną rutynę.

2. Wiek pary: Szybszy i zadymiony świat

Wzrostu znaczenia pary, a w szczególności kolei, nie sposób już było powstrzymać. Pociągi zmieniły absolutnie wszystko. Pasażerowie z czasem wyzbyli się obaw, że od szybkiej jazdy eksplodują im głowy, powoli wpadli w zachwyt nad rosnącą prędkością.

Podczas gdy w 1830 roku pociągi nie rozwijały prędkości większej niż 24 km/h, do 1890 roku potrafiły pędzić już nawet 120 km/h. Zmianom ulegały również wymagania dotyczące komfortu. W połowie XIX wieku w Ameryce kobiety i mężczyźni podróżowali w osobnych wagonach, które różniły się tylko tym, że jeden z nich tonął w gęstym dymie tytoniowym. W obu brakowało jednak sztucznego oświetlenia oraz widoków – wąskie okna umieszczono inaczej niż siedzenia. W Europie na brak widoków nikt nie narzekał, gdyż wagony 3 klasy nie miały nawet dachu. Podróżnym oferowano kupno gogli chroniących oczy przed wiatrem i sadzą oraz dawano dobrą radę: *mocno trzymajcie kapelusze*.

PAŁAC NA SZYNACH

W latach 80. XIX wieku podróżni mogli siedzieć w regulowanych fotelach z rozkładanymi podnóżkami. Pociągi typu *de luxe*, ze swoim swobodnym, niemal

Wokół świata w (mniej niż) 80 dni

Wiele je łączyło, jeszcze więcej dzieliło. Jedna pracowała dla „New York World", druga dla „Cosmopolitan". Jedna dobrowolnie ruszyła w podróż dookoła świata, drugą skłoniły do tego okoliczności. Dla pierwszej najważniejszy był czas, dla drugiej sama przygoda. O jednej pamiętano długo po śmierci, druga niemal popadła w zapomnienie. Łączył je



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

Nellie Bly

wspólny cel, dzielił kierunek podróży. W 1889 roku **Nellie Bly** (1864–1922) wyruszyła śladami Phileasa Fogga, nie wiedząc, że jej rywalką jest **Elizabeth Bisland** (1861–1929).

DZIENNIKARSKA KASKADERKA

Nellie Bly była dziennikarką bezkompromisową. Udając chorą psychicznie, przeniknęła do zakładu dla kobiet, by odsłonić dramatyczne warunki panujące w placówce. Efektem śledztwa był cykl reportaży *Dziesięć dni w domu wariatów* (1887), który przyczynił się do reform amerykańskich szpitali psychiatrycznych. Pracując pod przykrywką, opisywała także świat narkotyków, sutenerstwa i politycznych układów, nie wahając się zdobywać nowych umiejętności potrzebnych do kolejnych śledztw.

Następnym wyzwaniem było pobicie rekordu Phileasa Fogga, bohatera powieści Juliusza Verne'a *W 80 dni dookoła świata*. Elizabeth Bisland nie marzyła o podobnej wyprawie, lecz wydawca postawił ją przed faktem dokonanym. Miała zaledwie 5 godzin na spakowanie się i jedno zadanie: ruszyć w przeciwnym kierunku niż Bly i wrócić do domu przed nią.

NA ŚMIERĆ I ŻYCIE, NA CZAS

O tym, że ma rywalkę, Bly dowiedziała się dopiero w połowie podróży. *W tym momencie przestała funkcjonować jako rzetelna reporterka. Ani razu nie zeszła do kotłowni parowca, nigdy nie zbadała makabrycznych warunków, w jakich pasażerowie musieli pokonywać ocean – a przecież na tym polegała jej praca* – zauważa pisarz **Matthew Goodman**. Czas uciekał nieubłaganie, a celem stało się już tylko zwycięstwo. Ostatecznie Nellie pokonała zarówno Elizabeth Bisland, jak i fikcyjnego Phileasa Fogga. Do New Jersey wróciła 25 stycznia 1890 roku o 15:51, kończąc podróż w 72 dni, 6 godzin, 11 minut i 14 sekund. Od tej chwili stała się światową celebrytką.

WĄTPLIWA ZASADA FAIR PLAY

Co druga nowo narodzona dziewczynka, kotka czy suczka w Ameryce otrzymywała imię Nellie. Na fali jej



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

Elizabeth Bisland

sukcesu powstała nawet gra planszowa, a wizerunek dziennikarki reklamował wszystko: od paszy dla koni po słodycze. Bly stała się najlepiej opłacaną kobietą w Stanach Zjednoczonych. Niewielu zwracało jednak uwagę, że w zwycięstwie pomógł jej pewien fortel. Gdy jej parowiec złapał opóźnienie, wydawca zorganizował dla niej specjalny pociąg. Wracając do Nowego Jorku, pobiła przy okazji rekord prędkości: skład „Miss Bly Special" pokonał 4000 km w zaledwie 69 godzin, osiągając średnią prędkość 60 km/h. ■

eprasa.pl 3fd5d50475



ILUSTRACJA: FINEART.HALLSGB.COM

Szybkość stała się wręcz obsesją. Rekordy na torach udowodniły, że ludzkie pragnienie jazdy z większą prędkością jest silniejsze niż strach i zdrowy rozsądek.

rozpustnym wystrojem, stawały się scenerią dla miłosnych przygód z nieznajomymi. *Anonimowość nowoczesnego podróżowania nieuchronnie prowadziła do różnorodnych form upadku moralnego* – zauważa architekt **Gregory Votolato**. Również królowa **Wiktoria** (1819–1901) jako jedna z pierwszych monarchiń dostrzegła w pociągu praktyczny środek transportu. Jej rozumienie słowa „praktyczny” było jednak osobliwe. Pierwszy wagon salonowy brytyjskiej rodziny królewskiej z 1842 roku wyścielano karminem oraz białym jedwabiem. Mieścił sypialnię, salon i przedział dla personelu. Z kolei papież **Pius IX** (1792–1878) dysponował ruchomą salą tronową na szynach, zwieńczoną barokowym baldachimem nad białym, aksamitnym tronem. *Był to pierwszy zmotoryzowany papamobile* – pisał Votolato.



ILUSTRACJA: YOUTUBE.COM

Sir Nigel Gresley zaprojektował w 1938 roku elegancką lokomotywę Mallard, która do dziś dzierży parowy rekord prędkości wynoszący 202,8 km/h.

POCIĄGI NA BATERIE

Epoka pary minęła, jednak pragnienie podróżowania koleją pozostało. Dzisiejsza kolej nie mierzy już postępu liczbą koni, lecz rozmiarem śladu węglowego. Elektryczne zespoły trakcyjne stanowią już codzienność, a tam, gdzie brakuje sieci trakcyjnej, kursują pociągi akumulatorowe – idealne do obsługi tras regionalnych.

Jeszcze ambitniejszy projekt stanowią pociągi wodorowe, które emitują wyłącznie parę wodną. Ciche i bezemisyjne, na razie pozostają raczej ciekawostką niż zjawiskiem masowym. Choć działają sprawnie, wodór to kapryśny nośnik energii – drogi w produkcji i wymagający pod kątem magazynowania. Pomimo tego maszyny wodorowe mają szansę stać się kluczowym elementem transportu na całym świecie.

Podczas gdy inżynierowie głowią się nad nowymi źródłami zasilania, pasażerowie oczekują przede wszystkim jednego: by pociągi jeździły szybko, punktualnie i – w miarę możliwości – z działającym gniazdkiem do laptopa. ■

21. WIEK dodaje:

W ostatnich latach w Polsce kolej przewozi blisko 440 milionów pasażerów rocznie.



FOTO: RAILEUROPE.COM

Współczesny rekord prędkości należy do francuskiego pociągu TGV i wynosi aż 574,8 km/h.

3. Pierwsza jazda samochodem: Bertha w trójkołowcu z prędkością 15 km/h

ILUSTRACJA: FINEART.HALLSGB.COM

O ile Henry Ford postawił świat na kołach, o tyle Karl Benz był tym, który jako pierwszy nauczył go jeździć. Gdyby jednak nie jego ukochana żona, Benz mógłby pozostać jedynie niedocenionym wizjonerem.

On pochodził z ubogiej rodziny, ale nadrabiał to wyjątkowym talentem i niezłomną wiarą w sukces. W szkole wyróżniał się doskonałymi wynikami oraz pasją, co otworzyło mu drzwi do studiów z zakresu inżynierii mechanicznej. Przez 7 lat zmieniał posady i krążył między Mannheimem a Wiedniem, zanim zrozumiał, że jako czyjś pracownik nigdy nie rozwinie skrzydeł.

Dzień, w którym człowiek po raz pierwszy wyruszył w dłuższą trasę samochodem: 5 sierpnia 1888 roku.

Ona urodziła się w zamożnej rodzinie mieszczańskiej. Jak na XIX-wieczne obyczaje miała śmiałe, wręcz „męskie” ambicje zawodowe. Chciała zainwestować własny kapitał, jednak ówczesne prawo pozwalało jej na zarządzanie majątkiem dopiero po ślubie. I tak oto w czerwcu 1872 roku **Karl Benz** (1844–1929) oraz **Bertha** z domu Ringer (1849–1944) stanęli na ślubnym kobiercu.

FOTO: WIKIPEDIA.ORG



Benz był autorem szeregu innych wynalazków oraz patentów. Miał na swoim koncie gaźnik, sprzęgło, układ zapłonu elektrycznego ze świecą, pedał gazu czy chłodnicę wodną.

eprasa.pl 3fd5d50475

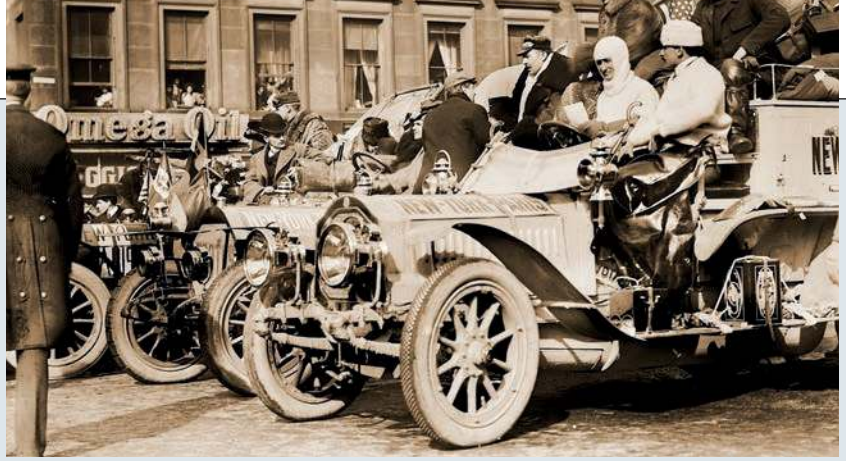


FOTO: WIKIPEDIA.ORG

George N. Schuster był kierowcą amerykańskiego samochodu Thomas Flyer oraz zwycięzcą legendarnego wyścigu Nowy Jork–Paryż w 1908 roku.

CZAS WIELKICH NAZWISK

Dzięki wsparciu i kapitałowi żony Benz rozwinął dobrze prosperujący warsztat w Mannheimie. Wszystko, co zarobił, inwestował w prace nad silnikiem spalinowym. W tym samym czasie **Nikolaus Otto** – ściśle współpracujący z **Gottliebem Daimlerem** i inżynierem **Wilhelmem Maybachem** – skonstruował czterosuwowy, jednocylindrowy silnik tłokowy. Choć Benz jeszcze ich nie znał, te nazwiska miały wkrótce zaważyć na jego losie. Otto opatentował w Niemczech zasadę działania silnika z zapłonem iskrowym i mieszanką sprężaną w cylindrze. Urząd Patentowy sformułował



FOTO: YOUTUBE.COM

Pierwszy skonstruowany przez Benza trójkołowy pojazd silnikowy Benz Patent-Motorwagen rozwijała prędkość maksymalną wynoszącą około 15 km/h.

jednak dokumenty na tyle ogólnikowo, że „silnik Ottona" *(Ottomotor)* szybko przestał być wyłączną własnością intelektualną wynalazcy.
Widząc lukę prawną, Benz postanowił opracować prostszy wariant.
W sylwestrową noc 1879 roku, dopiął swego. Stworzył silnik dwusuwowy, na który otrzymał patent w czerwcu kolejnego roku. Konstrukcja posiadała przemyślany elektryczny układ zapłonowy z akumulatorem i świecą oraz gaźnik z regulacją obrotów – bezpośredniego przodka dzisiejszej przepustnicy sterowanej pedałem gazu. Benz od początku projektował ten napęd z myślą o pojeździe. Marzenie zmaterializowało się w 1886 roku, kiedy to zaprezentował i opatentował swój przełomowy wynalazek.
Tak narodził się pierwszy samochód osobowy z silnikiem spalinowym – legendarny Benz Patent-Motorwagen Nr. 1. W rzeczywistości był to trójkołowiec ze szprychowymi kołami przypominającymi rowerowe. Sercem pojazdu był umieszczony z tyłu, między kołami napędowymi, czterosuwowy silnik benzynowy o pojemności 0,954 litra (oparty na koncepcji Ottona). Pojedynczym przednim kołem sterowano za pomocą przekładni zębatej i dźwigni wyprowadzonej do lekkiej, otwartej kabiny. Silnik osiągał 250 obrotów na minutę, generując moc niespełna jednego konia mechanicznego.

PIERWSZA JAZDA

Pierwszym kierowcą długodystansowym nie został jednak sam konstruktor, lecz jego pełna inicjatywy żona. 5 sierpnia 1888 roku Bertha zasiadła za kierownicą Motorwagenu i ruszyła w całodzienną trasę z Mannheimu do Pforzheim, gdzie mieszkała jej matka. Dystans 106 kilometrów pokonała z prędkością maksymalną 15 km/h, spędzając w drodze niemal cały dzień. Na trasie musiała uzupełniać wodę w otwartym układzie chłodzenia oraz kupować „paliwo" w aptekach – była nim ligroina, używana wówczas głównie jako rozpuszczalnik. Na bieżąco usuwała też usterki techniczne; gdy ścierające się na zjazdach hamulce odmówiły posłuszeństwa, wstąpiła do szewca i kazała obić je skórą. Na pamiątkę tej niezwykłej wyprawy w 2008 roku utworzono turystyczny Szlak Dziedzictwa Kulturowego i Przemysłowego.

DELIKATNE I KAPRYŚNE

Świat – a w każdym razie inżynierowie – szybko zrozumiał, że w pojazdach mechanicznych drzemie ogromny potencjał. *Musimy udowodnić, że mężczyzna posiadający samochód może dokonać wszystkiego i dotrzeć wszędzie!* – apelował do wizjonerów francuski dziennik „Le Matin". Na to wyzwanie odpowiedziała grupa śmiałków gotowych rywalizować w czasach, gdy nie istniały jeszcze utwardzone drogi.

W lutym 1908 roku nowojorski Times Square tętnił emocjami. Aż 250 000 widzów przyszło obejrzeć 6 automobili na linii startu. Przed kierowcami stało zadanie niewyobrażalne: pokonać prawie 35 000 kilometrów przez grzęzawiska i bezdroża, przemierzyć Alaskę i zamarzniętą Cieśninie Beringa, przejechać dziką Syberię, a następnie przez Moskwę i Berlin dotrzeć do mety w Paryżu. Stawką był nie tylko puchar, lecz przede wszystkim dowód na to, że niemożliwe nie istnieje. Samochód spalinowy uchodził wówczas za „najbardziej kruchą i kapryśną rzecz pod słońcem".

WIELKI WYŚCIG

Zuchwałość tego rajdu przyćmiewała nawet słynny maraton Pekin–Paryż z 1907 roku. Wtedy to włoski książę **Scipione Borghese** (1871–1927) – który dla ugaszenia pragnienia pijał oleistą wodę z chłodnicy, sypiał pod podwoziem i budził się z twarzą w ciekącym smarze – zdobył nagrodę główną: półtoralitrową butelkę szampana.

Tym razem na starcie stanęli reprezentanci Francji, Niemiec, Włoch i USA. Gdy 30 lipca pierwsi zawodnicy meldowali się na mecie, radość była nieopisana. Triumfował Amerykanin **George Schuster** (1873–1972) za kierownicą 60-konnego auta Thomas Flyer. ■

21. WIEK dodaje:

Niespełna 120 lat później po drogach naszej planety porusza się około 1,6 miliarda samochodów. W Polsce zarejestrowanych jest niemal 23 miliony samochodów osobowych, a średni wiek aut wynosi 16 lat.

eprasa.pl 3fd5d50475

4. Statek: Pierwszy łącznik kontynentalny

Podróżowanie na lądzie bywało niebezpieczne, lecz na oceanie było już czystym hazardem. Zagrożeniem mogło stać się dosłownie wszystko: sztorm, brak wiatru, brak wody pitnej, atak piratów czy groźba buntu załogi.

Podczas rejsu powrotnego do Hiszpanii **Krzysztof Kolumb** (1451–1506) trafił na tak niszczycielski huragan, że w obliczu śmierci złożył ślubowanie dziękczynnej pielgrzymki. Z kolei **Marco Polo** (1254–1324) z powodu załamania pogody musiał spędzić na Sumatrze aż 5 miesięcy. O jakimkolwiek komforcie nie mogło być mowy. Trudno było rozstrzygnąć, co bardziej wywoływało mdłości: choroba morska, odór szczurzych odchodów czy widok robactwa, które drążyło tunele w zapasach żywności. *Wodę pitną i wino przechowywano w drewnianych beczkach uszczelnianych gliną, jednak po długiej żegludze trzeba było pokonać wstręt, by ugasić pragnienie takim napojem* – wyjaśnia pisarz **Norman Ohler**.

CAŁĄ PARĄ PRZEZ ATLANTYK

Stulecia dominacji wiatru i żaglowców zakończyła era maszyny parowej, która połączyła Europę z Ameryką niczym szybka kolej morska. W 1807 roku zadziwił świat wynalazca **Robert Fulton** (1765–1815). Jego parowiec Clermont pokonał 240-kilometrową trasę z Nowego Jorku do Albany w niewiarygodnym czasie 32 godzin, płynąc ze średnią prędkością 8 km/h. Dotychczas taka podróż – w zależności od kaprysów pogody – trwała zazwyczaj od kilku tygodni do nawet miesięcy! Do 1880 roku zdobywca Błękitnej Wstęgi pędził już przez Atlantyk z prędkością 37 km/h. Parowiec, cud ówczesnej techniki, skrócił czas podróży między Europą a Ameryką Północną aż o dwie trzecie.

ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG



Parowiec jako pływający świat. Luksus na górze, nędza na dole – klasa podróży decydowała o tym, czy rejs stawał się marzeniem, czy też najgorszym koszmarem.

PODZIAŁY NA POKŁADZIE

Początkowo przewóz pasażerów był jedynie dodatkiem do dochodów armatorów, lecz z czasem stał się ich głównym źródłem zysków. Przełom nastąpił w 1840 roku, gdy parowiec Britannia zaczął regularnie kursować przez Atlantyk zgodnie z rozkładem, niezależnie od pogody, pokonując trasę dwa razy szybciej niż żaglowce. Zabierał do 115 pasażerów i osiągał prędkość 17 km/h. Charles Dickens, widząc swoją kajutę, uznał ją za tak małą, jak bywają tylko trumny. Podczas rejsów oceanicznych różnice klasowe były szczególnie widoczne: luksus i bankiety dla bogatych kontrastowały z wilgocią, pleśnią i szczurami w warunkach przeznaczonych dla najuboższych. Do 1900 roku część kajut 3. klasy znajdowała się nawet poniżej poziomu morza.

21. WIEK dodaje:

Słynne polskie transatlantyki pasażerskie zwodowane w latach 30. XX wieku to MS Piłsudski, MS Batory oraz jego następca TSS Stefan Batory (służył w latach 1952–1988).

Autonomiczna jazda w Polsce.
Co naprawdę zmieni się od 2026 roku?

Od 24 czerwca 2026 roku autonomiczne prowadzenie pojazdów na poziomie 3 ma w Polsce przestać być jedynie ciekawostką technologiczną. Jak ten system będzie funkcjonować w praktyce i na co konkretnie zezwoli obowiązujące polskie prawo?

Po nowelizacji ustawy Prawo o ruchu drogowym ustanawiającej jasne zasady dopuszczania zautomatyzowanych pojazdów, autonomiczne prowadzenie pojazdów na poziomie 3 wkracza w kolejną fazę wdrażania na polskich drogach publicznych. Nie jest to jednak rewolucja z dnia na dzień, lecz precyzyjnie zdefiniowany krok w stronę wyższego stopnia automatyzacji transportu.

WARUNKOWA AUTONOMIA I JEJ OGRANICZENIA

Automatyzacja jazdy na poziomie 3 ma jasno sprecyzowane granice. Pojazd jest w stanie samodzielnie kierować, hamować, skręcać, przyspieszać oraz w monitorować otoczenie. W tym trybie kierowca nie musi nieprzerwanie obserwować jezdni i może zająć się na przykład pracą na tablecie czy oglądaniem multimediów.

Zasadnicza różnica w porównaniu z automatyzacją na poziomie 2 sprowadza się do kwestii odpowiedzialności prawnej. W czasie aktywacji systemu poziomu 3 odpowiedzialność za kierowanie pojazdem przesuwa się z człowieka na system (a w efekcie producenta pojazdu lub dostawcę oprogramowania). Kierowca musi jednak zachować gotowość do przejęcia kontroli nad samochodem w ciągu kilku sekund.

FOTO: VARS



Przyszłość i warunkowa autonomia obiecują ulgę na monotonnych odcinkach, lecz nadal wymagają uwagi kierowcy.

eprasa.pl 3fd5d50475

5. Sterowiec: z licencją na zabijanie...

Przestrzeń powietrzna zaczęła być masowo opanowywana na potrzeby transportu pasażerskiego dopiero za sprawą niemieckiego hrabiego Ferdinanda von Zeppelina. Jego sterowce z aluminiowym szkieletem i jedwabnym poszyciem przypominały gigantyczne, latające cygara. Budziły nie mniejszy zachwyt niż największe transatlantyki.

Zeppelin (1838–1917) udowodnił ogromny potencjał swoich konstrukcji w 1908 roku, gdy model LZ3 pokonał dystans 380 km w 12 godzin, osiągając prędkość 44 km/h. Nie miały jednak służyć wyłącznie celom rekreacyjnym: *Pierwsze zeppeliny projektowano z myślą o zastosowaniu wojskowym, dlatego niemiecki cesarz aktywnie wspierał ich rozwój. Jednocześnie jako cywilny środek transportu oferowały luksusowe kabiny z dobranym do wnętrza serwisem do herbaty* – pisze Votolato. W ciągu 4 lat poprzedzających wybuch I wojny światowej DELAG, pierwsza na świecie cywilna linia lotnicza, przewiozła ponad 33 000 pasażerów ze średnią prędkością 60 km/h. Gdy wybuchł konflikt, flota 117 niemieckich sterowców służyła armii. Przekształcono je w bombowce strategiczne, które nad samym Londynem zrzuciły bomby aż 200 razy.

FOTO: WIKIPEDIA.ORG



Zanim jeszcze wojna przekształciła je w groźną broń, zeppeliny obiecywały cichą i niezwykle wygodną podróż po niebie.

OSZAŁAMIAJĄCY REJS

Po wojnie bombowce powróciły do służby pasażerskiej w jeszcze bardziej spektakularnym wydaniu. W całym pierwszym stuleciu lotnictwa nie istniał bardziej luksusowy sposób podróżowania w powietrzu niż zeppeliny – w erze międzywojennej słynny

21. WIEK dodaje:

Sterowce powracają. Chcą z nich ponownie korzystać siły zbrojne, meteorolodzy oraz ekolodzy, do różnego rodzaju transportu.

FOTO: WIKIPEDIA.ORG



W katastrofie sterowca Hindenburg zginęło 36 osób. Przyczyny do dziś nie zostały w pełni wyjaśnione.

Hindenburg nie miał konkurencji. Ukończony już po przejęciu władzy przez Hitlera, odbył od 1936 roku 10 transatlantyckich rejsów tam i z powrotem. Na jego pokładzie znajdowały się promenady, prywatne kabiny, jadalnia, bar koktajlowy, palarnia oraz biblioteka – był to latający pałac. W 1937 roku spłonął podczas katastrofy w Lakehurst w stanie New Jersey. Okoliczności wypadku po dziś dzień nie zostały w pełni wyjaśnione. II wojna światowa zakończyła erę sterowców. Przyszłość lotnictwa należała już do maszyn znacznie szybszych i zwrotniejszych – samolotów.

Za kierownicą nie można więc zasnąć. Nie jest to pełny tryb autonomiczny (poziom 5), zdolny do radzenia sobie w każdej sytuacji bez ingerencji człowieka, lecz technologia mająca czasowo odciążyć kierowcę.

JAK ZMIENIAJĄ SIĘ PRZEPISY W POLSCE

Polska w zakresie autonomicznego kierowania pojazdami trzyma się europejskich ram legislacyjnych. Kluczowe jest tu bezpośrednie powiązanie z regulaminem ONZ nr 157 (UNECE R157), który precyzyjnie określa wymogi techniczne dla systemów poziomu 3.

Obecnie Prawo o ruchu drogowym umożliwia zarówno prowadzenie zaawansowanych prac badawczych, jak i poruszanie się po drogach publicznych. Chodzi tu o **autostrady** oraz **drogi ekspresowe** z fizycznie oddzielonymi kierunkami jazdy, brakiem skrzyżowań jednopoziomowych oraz brakiem ruchu pieszych czy rowerzystów. W ruchu miejskim oraz na zwykłych drogach jednojezdniowych system ten nie będzie dopuszczony do działania, ponieważ pojazdy nadjeżdżające z przeciwka dla systemów automatycznych stanowią duże ryzyko.

Przepisy prawne rozstrzygają też odpowiedzialność za wypadki drogowe. Jeśli system autonomiczny jest aktywny, a kierowca przestrzega wszystkich warunków jego stosowania, to odpowiedzialność spoczywa na producencie lub dostawcy oprogramowania. Policja będzie mogła wykazać, czy w momencie zdarzenia aktywny był system autonomiczny, czy też kierowca zignorował wezwanie do przejęcia kierownicy.

FOTO: VARS



Prowadzenie pojazdu bez ciągłego nadzoru, jednak nie bez obecności kierowcy. System poziomu 3 z jazdą na wybranych odcinkach poradzi sobie sam.

KIEDY SAMOCHÓD MOŻE JECHAĆ SAM

Autonomiczny tryb poziomu 3 nie może zostać włączony w dowolnym momencie i miejscu. Samochód samodzielnie weryfikuje niezbędne warunki: czy znajduje się na zatwierdzonym odcinku drogi, oznakowanie jest czy-

eprasa.pl 3fd5d50475

6. Samolot: Podniebny ekspres

I wojna światowa zapoczątkowała spektakularny skok w historii lotnictwa – o ile przed wybuchem konfliktu samoloty osiągały zaledwie 130 km/h, o tyle pod jego koniec wartość ta wzrosła do 250 km/h.



FOTO: LIBRARY OF CONGRESS

Na skrzydłach wokół planety. Pierwsi lotnicy ryzykowali dosłownie wszystko, aby oblecieć cały świat podczas jedynej podróży.

Na pilota zaczęto patrzeć jak na przedstawiciela zupełnie nowego gatunku ludzkiego: *Za sprawą maski tlenowej jestem połączony z samolotem gumowym wężem niczym pępowiną. Maszyna staje się częścią mojego krwioobiegu* – tak tę wręcz transcendentną więź człowieka z maszyną opisywał francuski lotnik **Antoine de Saint-Exupéry** (1900–1944). Podobnie jak sterowce również samoloty – w czasie wojny służące do zrzucania bomb – w realiach pokoju zostały „przekwalifikowane" na transport poczty oraz pasażerów. *Podbity futrem płaszcz lotniczy, skórzana pilotka, gogle i grube rękawice to standardowe wyposażenie podczas lotu z Londynu do Paryża, niezależnie od pory roku* – piszeVotolato. Kokpit samolotu przez długi czas pozostawał całkowicie otwarty, przez co miejsce obok pilota gwarantowało pasażerom wyjątkowo obfitą dawkę świeżego powietrza.

NA SKRZYDŁACH WOKÓŁ GLOBU

W okresie międzywojennym Amerykanie wciąż byli bezgranicznie zakochani w samochodach. Podejście to zaczęło się jednak stopniowo zmieniać, m.in. za sprawą ogromnej sensacji, jaką wywołało 8 amerykańskich wojskowych i mechaników. Rankiem 6 kwietnia 1924 roku na pokładzie 4 maszyn wystartowali z Seattle, by wyruszyć w pierwszy w historii lot dookoła świata. Aby aeroplany pozostały wystarczająco lekkie, maksymalna masa ładunku przypadająca na jedną maszynę wynosiła zaledwie 140 kg. Każdy przedmiot musiał przejść rygorystyczną selekcję – spadochrony zostały odrzucone jako absolutnie zbędny balast. W otwartych kokpitach piloci zmagali się z przejmującym mrozem Alaski, dużą wilgotnością Chin oraz nieprzeniknioną mgłą w rejonie Grenlandii, w której musieli po omacku wymijać góry lodowe. Pierwsza podniebna wyprawa wokół globu dobiegła końca 28 września – po 175 dniach, 74 międzylądowaniach i pokonaniu imponujących 44 342 km. ■

LENA SZYMAŃSKA

21. WIEK dodaje:

VW Polsce działa 15 międzynarodowych portów lotniczych, przy czym 5 z nich to porty główne, pozostałe to regionalne.



FOTO: LITTLEROCK.AF.MIL

Pilot i jego maszyna w czasach, gdy latanie oznaczało stawianie czoła mrozowi, wiatrowi oraz gęstej mgle w otwartej kabinie i bez pewności powrotu.

telne dla czujników, a warunki atmosferyczne zapewniają prawidłowe funkcjonowanie kamer, radarów i lidarów. Gdy którakolwiek z tych przesłanek nie zostanie spełniona, system natychmiast wezwie kierowcę do przejęcia kontroli. Typowym scenariuszem użycia jest płynna jazda po autostradzie, w korku lub przy jednostajnym natężeniu ruchu. Komputer przejmuje pełną kontrolę nad utrzymaniem odstępu, prędkości i pasa ruchu. Z kolei w sytuacjach skomplikowanych – takich jak odcinki robót drogowych ze zmianą organizacji ruchu, trudne warunki pogodowe (ulewny deszcz, gęsta mgła, oblodzona lub zaśnieżona jezdnia) czy obecność nietypowych przeszkód – kierownica natychmiast wraca w ręce człowieka.

KTO JEST GOTOWY POD WZGLĘDEM TECHNOLOGICZNYM

Od strony technologicznej wybrani producenci samochodów już teraz oferują gotowe rozwiązania Poziomu 3. Mowa tu przede wszystkim o markach z segmentu premium: Mercedes-Benz z homologowanym systemem *Drive Pilot* i **BMW** z systemem *Personal Pilot L3*. Debiut i operacyjne uruchomienie takich funkcji na polskich drogach zależy od kilku czynników: homologacji na rynek polski, dostępności map cyfrowych wysokiej rozdzielczości dla polskiej sieci dróg oraz decyzji samych producentów o komercyjnej aktywacji usługi. Początkowo systemy te będą dostępne w wybranych, flagowych modelach i będą wymagały stałych aktualizacji oprogramowania w trybie bezprzewodowym.

POCZĄTEK DŁUŻSZEJ DROGI

Wprowadzenie autonomicznego prowadzenia pojazdów na poziomie 3 jest fazą testową w realnym ruchu drogowym, osadzoną już jednak w sztywnych ramach prawnych. Technologia oraz przepisy będą się nadal rozwijać i wzajemnie na siebie oddziaływać. W pełni autonomiczne samochody, zdolne do radzenia sobie w każdej sytuacji bez jakiejkolwiek ingerencji człowieka, pozostają na razie w sferze marzeń. Poziom 3 wyraźnie jednak pokazuje, że autonomia przestaje być teoretyczną wizją i nawet w konserwatywnej Europie staje się technologią o realnym zastosowaniu.



FOTO: VARS

Autonomiczne prowadzenie pojazdu na poziomie 3 pozwala kierowcy puścić kierownicę – ale tylko tam, gdzie zezwalają na to prawo, technologia oraz sytuacja na drodze.

eprasa.pl 3fd5d50475



FOTO: SOUTHWALES.AC.UK

■ Osobliwy „zapach kosmosu” nie powstaje w samej próżni, lecz dopiero po powrocie astronautów do wnętrza stacji. Cząsteczki osiadłe na powierzchni skafandra reagują z tlenem, tworząc aromat przypominający spalony metal oraz proch strzelecki.

Otwarta przestrzeń kosmiczna należy do najbardziej niegościnnych miejsc we Wszechświecie. Człowiek bez odpowiedniego zabezpieczenia nie miałby w niej żadnych szans na przeżycie. Mimo to próżnia skrywa intrygującą tajemnicę. Ma swój własny, wyjątkowy zapach.

Jak pachnie kosmos: perfumy z gwiezdnego popiołu

Rzecz jasna sama przestrzeń, w której na 1 m^3 przypada zaledwie pojedyncza cząsteczka, pachnieć po prostu nie może. Aromat rodzi się dopiero wtedy, gdy po powrocie do kabiny tlen miesza się ze związkami chemicznymi osiadłymi na powierzchni skafandra. To właśnie owe cząsteczki stają się nośnikami bardzo osobliwych, kosmicznych perfum.

METAL I MIĘSO

Astronauci opisują ten zapach niezwykle spójnie. Po zakończeniu spaceru kosmicznego ich skafandry przechodzą aromatem przypominającym mieszankę spalonego metalu, prochu strzeleckiego oraz lekko przypalonego mięsa z grilla. Nie chodzi tu wcale o poetycką metaforę, lecz o realne doświadczenie węchowe, które powtarza się misja po misji. *Najlepiej mogę to opisać jako metaliczny zapach – przyjemną, lekko słodkawą esencję. Przypomniało mi to moją letnią pracę na studiach, kiedy naprawiałem ciężki sprzęt. Pamiętam ten słodkawy zapach oparów podczas spawania. Dokładnie tak pachnie kosmos* – wspominał amerykański astronauta i chemik **Don Pettit**.

To całkowicie zrozumiałe, ponieważ w przestrzeni kosmicznej aż roi się od substancji rodzących się w trakcie niezwykle gwałtownych zjawisk. Podczas wybuchów supernowych, w gorących obszarach formowania się gwiazd czy przy niezliczonych zderzeniach mikrometeorytów powstają wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (PAH). Ta rozległa grupa cząsteczek organicznych budową przypomina układ połączonych pierścieni benzenowych i należy do najpowszechniejszych związków organicznych we Wszechświecie. Astronomowie odnajdują je w chmurach międzygwiazdowych, pyłach kometarnych, a nawet w otoczeniu odległych galaktyk.

KOSMICZNE OGNISKO

To właśnie PAH są głównym powodem, dla którego kosmos pachnie dokładnie tak, jak opisują go astronauci. Mamy tu do czynienia z kosmiczną wersją procesów znanych z warunków ziemskich – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne powstają u nas chociażby podczas pieczenia mięsa czy spalania drewna. Kosmiczny aromat jest więc w pewnym sensie dalekim krewnym zapachu ogniska, tyle że ma za sobą znacznie bardziej dramatyczną historię.

Co ciekawe, węglowodory te nie są prawdopodobnie jedynie produktem ubocznym procesów astrofizycznych. Wielu badaczy uważa je za jedne z kluczowych elementów konstrukcyjnych życia. To właśnie do struktury PAH w odpowiednich warunkach mogą przyłączać się wodór, tlen czy azot, co daje początek bardziej złożonym związkom organicznym. Te z kolei wędrują przez przestrzeń międzygwiazdową, osiadają na powierzchni komet i ostatecznie trafiają na młode planety.

Nic więc dziwnego, że część naukowców dostrzega w tym zapachu echo chemicznej kreatywności Wszechświata – aromat zrodzony z gwiazd, który być może pomógł zbudować pierwsze fundamenty życia. Tak czy inaczej, kosmos pachnie własną historią: ogniem supernowych, pyłem komet i chemią węgla tętniącą pomiędzy gwiazdami. ■

STANISŁAW GAJDA

FOTO: NASA

KOŃSKI POT I KOKTAJL Z PIEKŁA



MGŁAWICA ORZEŁ (M16) W tym obszarach powstają złożone cząsteczki organiczne, których sygnatura widmowa odpowiada związkom aromatycznym. Gdyby mogły przedostać się do ziemskiej atmosfery, miałyby wędzony lub karmelowy zapach, bardzo zbliżony do PAH.

TYTAN (księżyc Saturna) Jego gęsta, pomarańczowa atmosfera zawiera toliny – substancje – organiczne, które na Ziemi pachniałyby prawdopodobnie jak spalony plastik lub świeży asfalt.





JĄDRA KOMET Podgrzewane przez Słońce emitują mieszaninę gazów: amoniaku, siarkowodoru, metanolu i formaldehydu. Taki zapach przypominałby połączenie zgniłych jaj, końskiego potu oraz alkoholu. Naukowcy kierujący europejską sondą Rosetta nazwali tę mieszankę „piekielnym koktajlem”.



CENTRUM GALAKTYKI Obłoki otaczające Sagittarius A* zawierają złożone estry organiczne – te same, które na Ziemi nadają owocom słodki aromat. Gdybyśmy mogli poczuć je w powietrzu, przypominałyby dojrzałe maliny lub jakościowy rum.



MGŁAWICA RHO OPHIUCHI To jeden z najlepiej zbadanych obszarów o wysokiej zawartości metanolu. W naszej atmosferze pachniałby on trochę jak apteka lub środki do dezynfekcji. ■

eprasa.pl 3fd5d50475

Gdy mowa o pożarze lasu, większości z nas przychodzi na myśl apokalipsa: zwęglone pnie, uciekające w popłochu zwierzęta, dym przesłaniający horyzont i poczucie, że przyroda całkowicie wymknęła się spod kontroli. Ten obraz przedstawia jednak tylko część rzeczywistości. Ogień bywa bowiem również pożądanym współtwórcą i architektem ekosystemów.

Ogień, którego las potrzebuje: dlaczego nie wszystkie pożary są katastrofą?

Przez tysiąclecia pojawiał się za sprawą uderzeń piorunów oraz dzięki wczesnej działalności człowieka. Dyskretnie kształtował lasy, sawanny i busze, utrzymując je przy życiu. Współczesna ekologia wyraźnie pokazuje, że w wielu środowiskach ogień nie



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Ogień w krajobrazie nie musi oznaczać końca życia – często stanowi jego nowy początek. W wielu typach lasów usuwa nagromadzoną, martwą biomasę i przygotowuje glebę pod nowe pokolenie roślin.

oznacza zachwiania równowagi, lecz stanowi wręcz warunek jej zachowania. Problem polega jednak na tym, że aktywność ludzka i zmieniający się klimat zupełnie inaczej kształtują jego rytm, siłę oraz czas występowania.

OGIEŃ, KTÓREGO KRAJOBRAZ POTRZEBUJE

Z chemicznego punktu widzenia ogień w przyrodzie to szybka reakcja utleniania, podczas której energia zgromadzona w biomasie przekształca się w ciepło, światło oraz inne produkty uboczne. Na Ziemi pojawił się w momencie, gdy sinice w procesie fotosyntezy zaczęły emitować do atmosfery tlen. Podczas tzw. wielkiego zdarzenia oksydacyjnego (zwanego też katastrofą tlenową) gaz ten doprowadził do wymarcia wielu ówczesnych gatunków, a jego stężenie w atmosferze gwałtownie wzrosło. Dowody geologiczne wskazują, że naturalne pożary pojawiły się na naszej planecie najpóźniej 420 milionów lat temu, na przełomie syluru i dewonu, gdy na lądzie rozprzestrzeniły się pierwsze rośliny naczyniowe, a poziom tlenu osiągnął odpowiedni poziom. O wiele później do naturalnych pożarów dołączyło celowe wypalanie terenu przez ludzi. W ten sposób stopniowo ukształtował się tryb pożarowy, do którego ekosystemy zdołały się zaadaptować i bez którego wiele z nich nie mogłoby istnieć.

Istnieją typy krajobrazu, które bez obecności ognia dosłownie ulegną degradacji. Lasy sosnowe, zarośla eukaliptusowe i sawanny potrzebują regularnego wypalania, by pozbyć się obumarłej biomasy. Nasiona niektórych gatunków kiełkują wyłącznie pod wpływem wysokiej temperatury i dymu. *Ogień nie stanowi zaburzenia tych systemów – jest ich integralną częścią* – podsumowuje ekolog **Stephen J. Pyne** z Uniwersytetu Stanowego w Arizonie, od lat badający historię pożarów. *Ludzkość zawarła z ogniem dawny, ewolucyjny sojusz* – dodaje badacz.

OGIEŃ ZERWANY ZE SMYCZY

Pożar o naturalnej intensywności usuwa starą roślinność, przywraca glebie składniki odżywcze i uwalnia przestrzeń dla nowych roślin. Wypalony krajobraz nie staje się martwy – mówiąc językiem technologii, ulega resetowi. Badania przeprowadzone w amerykańskich parkach narodowych pokazują, że tam, gdzie zrezygnowano z konsekwentnego gaszenia każdego pożaru, powstają ekosystemy bardziej zróżnicowane i odporne. *Gdy ogień nie jest bezwzględnie tłumiony, przynosi szereg korzyści dla lasu oraz gospodarki wodnej całego obszaru* – zauważa ekolożka **Gabrielle Boisrame** z Uniwersytetu w Nevadzie, uczestnicząca w długoterminowych badaniach na terenie Parku Narodowego Yosemite.

Przełom nastąpił w XX wieku. Dążenie do natychmiastowego gaszenia każdego

eprasa.pl 3fd5d50475

pożaru doprowadziło do stworzenia warunków pod ekstremalne, niszczycielskie żywioły. Dziś na ten problem nakłada się dodatkowo zmiana klimatu. *Wyższe temperatury, niska wilgotność, przewlekłe susze i porywiste wiatry stwarzają idealne środowisko do rozprzestrzeniania się płomieni* – zwraca uwagę ekolog leśny **Matt Jolly** z amerykańskiej Służby Leśnej (US Forest Service), zaangażowany m.in. w analizy pożarowe dla NASA. Sezony pożarowe ulegają wydłużeniu, a ogień wkracza nawet na obszary, na których dotąd pojawiał się niezwykle rzadko.

CO POSZŁO NIE TAK W XX WIEKU?

Ów zwrot nastąpił w dobrej wierze, dyktowany tym, co potocznie nazywamy zdrowym rozsądkiem. Jak się jednak okazuje, w przypadku skomplikowanych zależności przyrodniczych kierowanie się wyłącznie nim nie wystarcza. Na początku XX wieku w Europie i Ameryce Północnej ugruntowało się przekonanie, że każdy pożar to wróg, którego należy bezwzględnie wyeliminować. Państwa i służby leśne zaczęły budować sprawny system detekcji i likwidacji, a sukces mierzono prostym wskaźnikiem: liczbą ugaszonych pożarów. W ten sposób wypchnięto ogień z krajobrazu, który ewoluował z nim od tysiącleci.

Najbardziej rozpoznawalnym symbolem tej ery stała się amerykańska kampania Smokey Bear z 1944 roku. Jej hasło to: *Only YOU can prevent forest fires (Tylko TY możesz zapobiec pożarom lasów).* Utrwaliła ona w świadomości społecznej prosty, lecz szkodliwy schemat: każdy ogień oznacza katastrofę. Jak przypomina Stephen J. Pyne: *Myśleliśmy, że zdołamy wyeliminować ogień z przyrody w taki sam sposób, w jaki pozbyliśmy się z niej dużych drapieżników.* Efekt tych starań okazał się jednak absolutnym zaprzeczeniem zamierzeń – ogień wcale nie zniknął, lecz zmienił swoje oblicze.

JAK ZMIENIŁ SIĘ POŻAR

Wieloletnie tłumienie każdego pożaru doprowadziło do masowego gromadzenia się suchego materiału palnego. W lasach spiętrzały się martwe gałęzie, opadłe igły i gęsty podszyt, który w normalnych warunkach byłby regularnie czyszczony przez niegroźny, niski ogień. Krajobraz stawał się coraz bardziej jednorodny, gęsty i podatny na gwałtowny zapłon. Amerykańska Służba Leśna przyznaje dziś bez ogródek: *Sto lat tłumienia pożarów stworzyło warunki pod żywioły większe, bardziej intensywne i niemal niemożliwe do opanowania.* Z ekologicznego punktu widzenia popełniono zasadniczy błąd. Wiele lasów ukształtowało się w procesie ewolucji tak, by znosić częste, lecz słabe



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Pożary pokrywowe nie muszą prowadzić do katastrofy – w wielu ekosystemach są wręcz niezbędne do ich prawidłowego funkcjonowania.

Zmiana klimatu, nowy typ pożarów i ich emisje

Klimatyczna transformacja zmieniła nie tylko częstotliwość i siłę pożarów lasów, lecz wpływa również na skład chemiczny dymu.

Najnowsze badanie przeprowadzone przez międzynarodowy zespół naukowców pod kierunkiem ekolożki **Lyuyin Huang** z Uniwersytetu Tsinghua w Pekinie wykazuje, że emisje ze spalanego środowiska naturalnego są znacznie wyższe, niż do tej pory szacowano – dotyczy to także regionów, w których ogień od zawsze uważano za naturalny element krajobrazu.

21% W XXI WIEKU

Badacze przeanalizowali globalne dane dotyczące pożarów z lat 1997–2023, skupiając się na substancjach uwalnianych do atmosfery podczas spalania. Odkryli, że płonąca biomasa – niezależnie od tego, czy chodzi o lasy, prerie czy torfowiska – emituje znacznie większe ilości związków organicznych, niż wskazywały dotychczasowe modele. Część z tych substancji stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia ludzi, a w określonych warunkach atmosferycznych przekształca się w pyły zawieszone, wnikające głęboko do układu oddechowego. *Nasze nowe szacunki podnoszą wielkość emisji związków organicznych z pożarów naturalnych o około 21%* – podaje Lyuyin Huang.

NOWE WARUNKI

Odkrycia te niosą ze sobą poważne konsekwencje. Przede wszystkim okazuje się, że wpływ dymu pożarowego na jakość powietrza jest znacznie większy, niż zakładano. Zanieczyszczenia mogą przemieszczać się na odległość setek i tysięcy kilometrów, pogarszając stan atmosfery nawet w oddalonych rejonach. Co więcej, w wielu miejscach emisje te nakładają się na zanieczyszczenia przemysłowe i transportowe, co bardzo utrudnia walkę o czyste powietrze.

W tę skomplikowaną sytuację wpisują się bezpośrednie skutki zmian klimatu – długotrwałe susze, rekordowe temperatury oraz gwałtowne wiatry. Czynniki te tworzą warunki do powstawania pożarów nowego typu. Nie chodzi wyłącznie o to, że płoną one częściej – są głównie intensywniejsze i posiadają inny profil chemiczny. W efekcie ich spuścizną jest nie tylko zniszczony krajobraz, ale również silnie skażone powietrze o wysokim stężeniu toksyn. Badanie zwraca zarazem uwagę, że w wybranych rejonach świata emisje z pożarów naturalnych zrównują się z emisjami generowanymi przez przemysł i cywilizację lub wręcz je przewyższają (jeśli uwzględnić tlenki węgla oraz związki organiczne prowadzące do powstawania drobnych pyłów). Dotyczy to w szczególności obszarów Azji Równikowej, Afryki Północnej i Azji Południowo-Wschodniej, gdzie oba te źródła nakładają się na siebie ze szczególną siłą. ■



FOTO: SHUTTERSTOCK

Dym z wielkich pożarów nie zna granic i może pogorszyć jakość powietrza setki kilometrów od źródła ognia. W połączeniu z emisjami przemysłowymi staje się poważnym zagrożeniem dla zdrowia publicznego.

eprasa.pl 3fd5d50475

FOTO: NEWS.GTP.GR, FIREHOUSE.COM, YOUTUBE.COM, CANTF2.COM, KPBS, REPROFOTO: CNN

NAJWIĘKSZE POŻARY LASÓW OSTATNIEJ DEKADY

MENDOCINO COMPLEX FIRE (2018)
Powierzchnia: ok. 185 000 hektarów



Do 2020 roku dzierżył rekord największego pożaru w historii Kalifornii. Często cytowany przykład tego, jak dawniej wyjątkowe kataklizmy stają się codzienną normą.

CHUCKEGG CREEK FIRE (2019)
Powierzchnia: ok. 350 000 hektarów



Gigantyczny pożar w kanadyjskiej tajdze, który wymusił ewakuację miasta High Level. Typowy przykład pożarów północnych zdolnych do wypalania gleby i torfu.

CAMERON PEAK FIRE (2020)
Powierzchnia: ok. 85 000 hektarów



Największy pożar w historii stanu Kolorado. Trawił lasy górskie na wysokościach, na których wcześniej pożary o takiej skali po prostu nie występowały.

AUGUST COMPLEX FIRE (2020)
Powierzchnia: ok. 417 000 hektarów



Największy kompleks pożarowy w historii Kalifornii. Powstał z kilkudziesięciu mniejszych ognisk, które z czasem połączyły się w jeden żywioł. Symbol ekstremalnego zachowania ognia w warunkach suszy, wiatru oraz skutków wieloletniego gaszenia małych pożarów.

DIXIE FIRE (2021)
Powierzchnia: ok. 390 000 hektarów



Jeden z nielicznych pożarów w historii Kalifornii, który doszczętnie zniszczył całe miasteczko (Greenville).

MCKINNEY FIRE (2022)
Powierzchnia: ok. 60 000 hektarów



Mniejszy od kalifornijskich gigantów z 2020 roku, lecz niezwykle gwałtowny i śmiertelny. Pokazał, że niebezpieczeństwo tkwi nie tylko w rozmiarach, lecz też w dynamice rozprzestrzeniania się płomieni.

EVROS WILDFIRE (2023)
Powierzchnia: ok. 96 000 hektarów



Największy pojedynczy pożar lasu odnotowany w historii Unii Europejskiej. Płonął w greckich obszarach chronionych, trawiąc m.in. cenne tereny podmokłe i rolnicze. ■

pożary, spalające jedynie runo i nieszkodzące dojrzałym drzewom. Gdy te naturalne impulsy zniknęły, zmianie uległa cała struktura drzewostanów. *Lasy, które dawniej co kilka lat obejmował niegroźny pożar, dziś płoną raz na dekady, a rezultat jest bezwzględnie katastrofalny* – wyjaśnia ekolog **Malcolm North** z US Forest Service.

Paradoks polega na tym, że im skuteczniej tłumiono małe pożary, tym potężniejszy kataklizm ostatecznie nadchodził. Gdy do nagromadzonej biomasy dołączyły susza i silny wiatr, powstawały ściany ognia, których nie dało się opanować konwencjonalnymi metodami. Płomienie wdzierały się w korony drzew, przeskakiwały na odległość wielu kilometrów i trawiły osiedla ludzkie, do których zwykły pożar glebowy nigdy by nie dotarł. Obecne zmiany klimatyczne wzmagają to zjawisko, lecz korzenie problemu sięgają znacznie głębiej.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



ZMIANA KLIMATU I NOWY TYP OGNIA

O ile XX wiek przygotował podatny grunt, o tyle zmiana klimatu nadała całemu procesowi niszczycielskie tempo. Ogień nie tylko płonie częściej, lecz przede wszystkim inaczej. Dłuższe i gwałtowniejsze fale suszy, wyższe średnie temperatury oraz zmienna cyrkulacja powietrza stwarzają warunki, które w przeszłości nie występowały niemal wcale. W efekcie powstają pożary nowego typu, przekraczające dotychczasowe doświadczenia zarówno strażaków, jak i samych ekosystemów.

Z punktu widzenia fizyki różnica jest fundamentalna. Cieplejsza atmosfera zatrzymuje więcej pary wodnej, co prowadzi do błyskawicznego wysychania roślinności. Materiał roślinny staje się skrajnie podatny na zapłon, pali się szybciej i osiąga znacznie wyższą temperatu-

eprasa.pl 3fd5d50475

rę. *Zmiana klimatu wydłuża sezony pożarowe i stwarza warunki sprzyjające powstawaniu pożarów ekstremalnych* – podsumowuje klimatolog **Park Williams** z Uniwersytetu Columbia, badający zależności między suszą a ogółem pożarów. *Nie mówimy tu o jednym czynniku, lecz o nałożeniu się na siebie fal upałów, suszy i niestabilności atmosferycznej.*

ZŁOWROGIE WIATRY

Kluczową rolę odgrywa tu również wiatr. Silniejsze i trudniejsze do przewidzenia prądy powietrzne potrafią w ciągu kilku minut zmienić opanowany pożar w niekontrolowaną, szalejącą ścianę ognia. *Te pożary zachowują się w sposób, z jakim dawniej stykaliśmy się niezwykle rzadko* – ostrzega **Matt Jolly** i dodaje – *Niektóre pory roku stają się wręcz skrajnie pożarogenne, a okres ich trwania niepokojąco się wydłuża.*



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Skala pożarów, która jeszcze niedawno budziła respekt, dziś jest wielokrotnie przekraczana. Statystyki pokazują, że problemem staje się nie tylko sam rozmiar ognia, ale też dynamika i nieprzewidywalność jego rozprzestrzeniania się.

Nowym i niebezpiecznym zjawiskiem jest też przesuwanie się pożarów na obszary, na których dotąd stanowiły one rzadkość. Płoną wilgotne lasy strefy umiarkowanej, rejony wysokogórskie oraz wysunięte daleko na północ obszary polarne. Co więcej, pożary kanadyjskiej tajgi, Alaski czy Syberii uwalniają ogromne zasoby węgla zmagazynowanego w glebie i torfie, co dodatkowo napędza globalne ocieplenie. *Gdy palą się lasy północne, nie jest to wyłącznie lokalny problem – to czynnik bezpośrednio zmieniający globalny bilans węgla* – podkreśla ekolożka **Jennifer Balch** z Uniwersytetu w Kolorado.

ZAMIAST ODNOWY – ZAGŁADA

Najistotniejszym problemem ekologicznym pozostaje fakt, że tempo obecnych zmian przewyższa możliwości adaptacyjne większości gatunków. Adaptacja ewolucyjna do życia z ogniem trwa setki lub tysiące lat. Wiele lasów i sawann funkcjonuje prawidłowo wyłącznie przy określonej intensywności i częstotliwości pożarów. Gdy ten rytm zostaje zaburzony, proces odnowy całkowicie się załamuje. *Ekosystemy są przystosowane do konkretnego trybu pożarowego, a nie do ognia jako takiego* – zauważa Jennifer Balch. Jeśli pożary nawiedzają dany teren zbyt często lub z niekontrolowaną siłą, gatunki, które dawniej na nich zyskiwały, stracą szansę na odrodzenie.





FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Jeśli pożary powtarzają się zbyt często, krajobraz traci zdolność do samoregeneracji. Miejsce dawnego lasu zajmują wówczas uboższe ekosystemy, niemające wiele wspólnego z pierwotną naturą tego obszaru.

Klasycznym wyzwaniem staje się skracanie przerw między kolejnymi pożarami. Drzewa potrzebujące dekad, by osiągnąć dojrzałość i wydać nasiona, giną w płomieniach, zanim to się stanie. Miejsce dawnego lasu zajmują wówczas trawy, krzewy lub agresywne gatunki inwazyjne, które rozprzestrzeniają się znacznie szybciej i lepiej radzą sobie z powracającym ogniem.

Ekolodzy ostrzegają jednocześnie, że tak gwałtowne zmiany niszczą tzw. pamięć krajobrazu. Gleba traci naturalny bank nasion, giną symbiotyczne grzyby i mikroorganizmy, a wraz z nimi zdolność terenu do samoregeneracji. Ogień, który przez tysiąclecia służył jako narzędzie odnowy biologicznej, staje się siłą destrukcyjną. Nie dlatego, że zmieniła się sama fizyka spalania, lecz dlatego, że zabrakło czasu, na którym opierała się delikatna równowaga natury. ■

STANISŁAW GAJDA

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

POŻAR POKRYWOWY I POŻAR WIERZCHOŁKOWY – DWA CAŁKOWICIE ODMIENNE OGNIE

Pożar pokrywowy (podpowierzchniowy/glebowy) przemieszcza się przy ziemi, trawiąc suche liście, igliwie, trawy oraz niski podszyt. Osiąga stosunkowo niską temperaturę i przesuwa się wolno. W wielu ekosystemach stanowi naturalny i pożądany element ich funkcjonowania – usuwa martwą biomasę, uwalnia składniki odżywcze do gleby i zazwyczaj nie uśmierca dojrzałych drzew, chronionych przez grubą korę. To właśnie ten typ ognia przez tysiąclecia utrzymywał równowagę w lasach sosnowych, eukaliptusowych czy na sawannach.



W przeciwieństwie do niego pożar wierzchołkowy (koronowy) rozprzestrzenia się w koronach drzew i należy do najbardziej niszczycielskich żywiołów leśnych. Osiąga ekstremalne temperatury, porusza się błyskawicznie i często tworzy własny mikroklimat z silnymi prądami i porywistym wiatrem. Drzewa giną masowo, a krajobraz po przejściu takiego pożaru pozostaje na długo zdegradowany. Ten typ żywiołu w większości lasów w przeszłości nie był zjawiskiem naturalnym. ■



eprasa.pl 3fd5d50475

Astronomowie potrafią dziś badać atmosfery odległych egzoplanet, analizować chemię oceanów ukrytych pod lodową czaszą księżyców Jowisza oraz Saturna, a także poszukiwać śladów molekularnych życia w skałach pochodzących z Marsa. Mimo to fundamentalne pytanie o to, czy Ziemia jest w kosmosie wyjątkiem, czy też jedynie jednym z wielu tętniących życiem światów, wciąż pozostaje otwarte.

Czy jesteśmy blisko odkrycia życia pozaziemskiego?



FOTO: NASA

Od czasu odkrycia pierwszej planety wokół gwiazdy podobnej do Słońca w 1995 roku, katalog egzoplanet powiększył się do ponad 5 000 potwierdzonych obiektów.

Kiedy w 1995 roku astronomowie odkryli pierwszą planetę krążącą wokół gwiazdy podobnej do Słońca, było to wydarzenie, które w sposób absolutnie fundamentalny zmieniło nasze spojrzenie na wszechświat. Od tamtej pory potwierdzono istnienie ponad 5 000 egzoplanet, a kolejne tysiące obiektów wciąż czekają na oficjalną weryfikację. Niektóre z tych światów znajdują się wręcz w tak zwanej strefie zamieszkiwalnej, czyli w optymalnej odległości od swojej gwiazdy macierzystej, w której na powierzchni globu może utrzymywać się woda w stanie ciekłym. To właśnie woda pozostaje jak dotąd jedynym znanym nam środowiskiem umożliwiającym powstanie i długotrwałe funkcjonowanie życia w takiej formie, jaką znamy z naszej własnej planety.

Za pomocą spektroskopii astronomowie potrafią dziś również analizować skład chemiczny atmosfer niektórych egzoplanet. Poszukują w nich przede wszystkim tak zwanych biosygnatur, czyli specyficznych kombinacji chemicznych, które mogłyby wskazywać na obecność procesów biologicznych. Szczególną uwagę badaczy przyciąga na przykład jednoczesne występowanie tlenu oraz metanu. Gazy te wchodzą ze sobą w atmosferze w bardzo szybkie reakcje i bez stałego, ciągłego uzupełniania nie mogłyby utrzymać się w niej przez dłuższy czas. Na Ziemi ich wspólna obecność jest rezultatem stałej aktywności żywych organizmów.

MERKURY NIE, WENUS RACZEJ TEŻ NIE

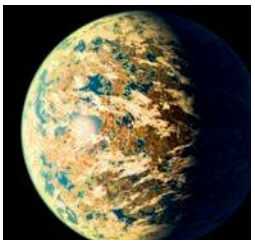
Poszukiwanie życia nie odbywa się jednak wyłącznie w dalekich, obcych układach gwiezdnych. Uwaga naukowców stale powraca do najbliższych sąsiadów Ziemi – do planet skalistych w wewnętrznej części Układu Słonecznego. Co prawda Merkury jest z tego punktu widzenia przypadkiem praktycznie beznadziejnym. Ekstremalne wahania temperatur, brak dostrzegalnej atmosfery oraz niszczycielskie promieniowanie słoneczne sprawiają, że życie – przynajmniej w postaci znanej z Ziemi – niezwykle trudno mogłoby się tam utrzymać. Znacznie ciekawiej przedstawia się sytuacja w przypadku Wenus, a przede wszystkim Marsa, które dzielą z naszą planetą pod wieloma względami podobną przeszłość.

Jeśli chodzi o samą odległość, najbliższa nam planeta Wenus bywa często nazywana zagubioną lub wręcz „złą” bliźniaczką Ziemi. Pod względem rozmiarów oraz masy jest do niej bardzo zbliżona, jednak ewolucja jej klimatu potoczyła się w całkowicie odmiennym kierunku. Gęsta atmosfera, niemal w całości wypełniona dwutlenkiem węgla, doprowadziła do ekstremalnego efektu cieplarnianego, a powierzchnia planety przypomina dziś piekielny piec z temperaturami przekraczającymi 460°C. Mimo to w ostatnich latach pojawiły się spekulacje, że w wyższych, chłodniejszych warstwach atmosfery Wenus mogłyby istnieć mikroorga-

FOTO: NASA

NAJCIEKAWSI KANDYDACI DO ŻYCIA POZAZIEMSKIEGO

TRAPPIST-1e



Jednym z obiecujących kandydatów jest planeta TRAPPIST-1e w układzie czerwonego karła TRAPPIST-1, oddalonym o około 40 lat świetlnych od Ziemi w gwiazdozbiorze Wodnika. Układ ten zawiera 7 planet o rozmiarach zbliżonych do Ziemi, a kilka z nich krąży w strefie, w której mogłaby istnieć woda w stanie ciekłym. To właśnie planeta oznaczona literą „e” należy do najciekawszych. Jest nieznacznie mniejsza od Ziemi, ma zbliżoną gęstość i według modeli teoretycznych mogłaby posiadać stabilną atmosferę oraz płynne oceany. Astrofizyk **Michaël Gillon** z Uniwersytetu w Liège, który stał za odkryciem całego układu, w 2017 roku stwierdził: *Układ ten jest prawdopodobnie najlepszym laboratorium, jakim obecnie dysponujemy do badania zamieszkalnych planet o rozmiarach Ziemi.* Właśnie dlatego planety wokół TRAPPIST-1 należą do głównych celów obserwacyjnych dla Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba.

PROXIMA CENTAURI b

Jeszcze bliżej niż układ TRAPPIST-1 znajduje się planeta Proxima Centauri b. Krąży wokół czerwonego karła Proxima Centauri – gwiazdy będącej naszym najbliższym sąsiadem gwiezdnym, oddalonej o zaledwie 4,2 roku świetlnego. Planeta została odkryta w 2016 roku, a jej masa jest nieznacznie większa od masy Ziemi. Proxima b znajduje się w ekosferze swojej gwiazdy, dzięki



eprasa.pl 3fd5d50475

nizmy przystosowane do tamtejszych surowych warunków. Duże poruszenie wywołała zwłaszcza publikacja z 2020 roku informująca o możliwym wykryciu fosforowodoru – gazu, który na Ziemi jest bezpośrednio powiązany z beztlenową aktywnością biologiczną. Jednak późniejsze analizy wykazały, że były to raczej błędnie zinterpretowane dane obserwacyjne.

CO SIĘ DZIEJE NA MARSIE?

Zupełnie inną historię opowiada nam dzisiaj Mars. Choć współcześnie jest on mroźnym i suchym światem z niezwykle rzadką atmosferą, to liczny materiał geologiczny wskazuje, że miliardy lat temu płynęły tu rzeki, istniały głębokie jeziora oraz najpewniej także rozległy ocean. Właśnie wtedy Czerwona Planeta mogła być środowiskiem pod wieloma względami przypominającym młodą Ziemię. Współczesne misje badawcze nie poszukują więc raczej żywych organizmów na powierzchni, ale skoncentrowane są na chemicznych i mineralnych śladach dawnego życia mikrobiologicznego. Łazik Perseverance, pracujący w kraterze Jezero, zbiera próbki skał, które w ramach kolejnych misji miałyby zostać dostarczone na Ziemię w celu przeprowadzenia analiz laboratoryjnych.

Jak przypomina znany amerykański astrobiolog **Chris McKay** z NASA Ames Research Center, kwestia ewentualnego istnienia życia na Marsie nie jest jedynie ciekawostką. *Jeśli ustalimy, że życie powstało niezależnie zarówno na Ziemi, jak i na Marsie, oznaczałoby to, że Wszechświat jest najpewniej dosłownie przepełniony życiem* – stwierdził McKay. Nie można również wykluczyć hipotezy, że sam pierwotny zalążek życia dotarł na Ziemię w odległej przeszłości właśnie z powierzchni Marsa.

Właśnie dlatego Czerwona Planeta wciąż zalicza się do absolutnie najważniejszych celów badawczych współczesnej astrobiologii. Na pytanie, czy w jej przeszłości rzeczywiście egzystowały mikroorganizmy, będą mogły odpowiedzieć precyzyjne analizy laboratoryjne próbek, które – miejmy nadzieję – uda się wreszcie sprowadzić na naszą planetę. Niestety, nad tego typu skomplikowanymi projektami, z powodu dotkliwych cięć budżetowych w sektorze naukowym NASA, wisi obecnie wiele znaków zapytania.

GAZOWE OLBRZYMY

W zewnętrznej części Układu Słonecznego sytuacja ulega zasadniczej zmianie. Same gazowe olbrzymy – Jowisz, Saturn, Uran i Neptun – są bez wątpienia fascynującymi obiektami, lecz z punktu widzenia biologii to środowisko skrajnie nieprzyjazne. Nie posiadają stałej powierzchni, a ich atmosfery składają się głównie z wodoru, helu i innych gazów poddanych ekstremalnym ciśnieniom oraz temperaturom. Już w latach 70. XX wieku astronom **Carl Sagan** spekulował wprawdzie, czy w gęstych warstwach chmur Jowisza nie mogłyby istnieć swoiste, unoszące się w gazie organizmy, które żeglowałyby w atmosferze podobnie jak plankton w ziemskich oceanach. Było to jednak raczej rozważanie teoretyczne niż realistyczna wizja naukowa – wizja, która jak dotąd zmaterializowała się jedynie na kartach powieści pisarza **Arthura C. Clarke'a**.



FOTO: NASA

Gazowe olbrzymy, takie jak Jowisz, nie posiadają stałej powierzchni, a ich atmosfery poddane są ekstremalnym ciśnieniom i temperaturom. Już w latach 70. XX wieku Carl Sagan spekulował jednak, czy w ich chmurach nie mogłyby egzystować hipotetyczne dryfujące organizmy.

ZAMARZNIĘTE KSIĘŻYCE

Prawdziwa nadzieja kryje się jednak zupełnie gdzie indziej – na naturalnych satelitach tych olbrzymich planet. Przełom w myśleniu nastąpił w latach 90., kiedy sonda Galileo odkryła, że księżyc Jowisza Europa najprawdopodobniej skrywa pod swoją lodową skorupą globalny ocean ciekłej wody. Ocean ten może stykać się bezpośrednio ze skalistym dnem, co stwarza warunki przypominające ziemskie, głębinowe kominy hydrotermalne, w których życie kwitnie przecież bez jakiegokolwiek dostępu do światła słonecznego. Podobną niespodziankę przyniosła misja Cassini w układzie Saturna. Wykazała, że z powierzchni niewielkiego księ-



ILUSTRACJA: NASA

Księżyc Jowisza Europa z wysokim prawdopodobieństwem skrywa pod lodową skorupą globalny ocean ciekłej wody. Jeśli styka się on bezpośrednio ze skalistym dnem, mógłby tworzyć środowisko niezwykle podobne do głębinowych kominów hydrotermalnych na Ziemi.

czemu na jej powierzchni teoretycznie mogłaby istnieć woda w stanie ciekłym. Wyzwaniem pozostaje jednak sama gwiazda macierzysta. Czerwone karły bywają niezwykle aktywne i często generują silne rozbłyski, które mogą sukcesywnie zdmuchiwać atmosferę planety w przestrzeń kosmiczną. Mimo to naukowcy uważają, że jeśli planeta zdołała utrzymać atmosferę, na jej powierzchni mogłaby istnieć woda w stanie ciekłym. *Odkrycie planety przy najbliższej gwieździe wskazuje, że podobne światy mogą być w naszej Galaktyce zjawiskiem bardzo powszechnym* – zwrócił uwagę **Guillem Anglada-Escudé** z Queen Mary University w Londynie, który kierował zespołem odkrywców tej planety.

LHS 1140 b

Trzecim niezwykle obiecującym kandydatem jest planeta LHS 1140 b, oddalona o około 48 lat świetlnych w gwiazdozbiorze Wieloryba. Świat ten jest w przybliżeniu półtora raza większy od Ziemi i krąży wokół stosunkowo spokojnego czerwonego karła. To właśnie stabilność gwiazdy stanowi jeden z głównych powodów, dla których o tej planecie często mówi się jako o jednym z najciekawszych celów do badania atmosfer egzoplanet. LHS 1140 b jest prawdopodobnie obiektem skalistym i według niektórych modeli może posiadać gęstą atmosferę oraz rozległe oceany. Gdyby tak było, stanowiłaby środowisko, które mogłoby długotrwale utrzymywać stabilne warunki klimatyczne. *LHS 1140 b jest jak dotąd jedną z najlepszych kandydatek na planetę zdatną do zamieszkania spośród wszystkich, które znamy* – zauważył astronom **Jason Dittmann** z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics.



FOTO: NASA

eprasa.pl 3fd5d50475

życa Enceladus regularnie tryskają potężne gejzery pary wodnej i drobinek lodu, zawierające złożone cząsteczki organiczne oraz drobne minerały. Zdaniem naukowców jest to bezpośredni dowód na istnienie podlodowego oceanu, który pozostaje aktywny chemicznie. *Enceladus posiada wszystkie składniki, które uważamy za absolutnie niezbędne do powstania i rozwoju życia* – zauważyła badaczka planetarna **Carolyn Porco** z amerykańskiego Space Science Institute, która brała udział w analizie danych zebranych przez sondę Cassini.

NA PERYFERIACH UKŁADU SŁONECZNEGO...

A przecież istnieje jeszcze znacznie odleglejszy obszar Układu Słonecznego – Pas Kuipera. Ten gigantyczny pierścień lodowych ciał, rozciągający się daleko za orbitą Neptuna, przez długi czas był uważany jedynie za mroźny magazyn pierwotnych pozostałości z czasów formowania się planet. Jednak w 2019 roku sonda New Horizons pokazała, że nawet w tak odległych rejonach mogą istnieć zadziwiająco złożone światy. Kiedy przemknęła w pobliżu obiektu Arrokoth, odsłoniła ciało niebieskie, które praktycznie nie uległo zmianom od początków Układu Słonecznego, co dla astrobiologów stanowi niezwykle cenne okno w daleką przeszłość. To właśnie tego typu obiekty mogły intensywnie bombardować młodą Ziemię i dostarczać na jej powierzchnię cząsteczki organiczne, z których w późniejszym czasie rozwinęło się życie.



FOTO: NASA

Obiekt Arrokoth w Pasie Kuipera należy do najbardziej pierwotnych ciał Układu Słonecznego, które od czasów jego powstania niemal w ogóle się nie zmieniły.

Pas Kuipera nie jest więc raczej miejscem, w którym dzisiaj mogłyby istnieć żywe organizmy. Może jednak odegrać kluczową rolę w zupełnie innym kontekście. Pokazuje bowiem, jak niezwykle bogata i różnorodna chemia znajduje się nawet w najzimniejszych zakątkach Układu Słonecznego i jak łatwo złożone związki organiczne mogą powstawać daleko od ciepła gwiazd. A to przecież właśnie te cząsteczki stanowią pierwszy, niezbędny krok na długiej drodze, która gdzieś w kosmicznej przestrzeni może doprowadzić do powstania życia.

MILIARDY ZIEM

Spoglądając daleko poza granice Układu Słonecznego, poszukiwanie życia przekształca się w zupełnie inną dyscyplinę naukową. Podczas gdy w przypadku planet i księżyców w naszym bezpośrednim sąsiedztwie kosmicznym wysyłane sondy mogą pobierać próbki i badać ich chemię bezpośrednio na miejscu, w odniesieniu do odległych światów astronomowie muszą analizować niezwykle subtelne sygnały docierające z odległości dziesiątek lub setek lat świetlnych. Mimo to właśnie na tym polu doszło w ostatnich dwóch dekadach do jednego z największych przełomów we współczesnej astronomii.

Kluczową rolę w owym przełomie odegrał Kosmiczny Teleskop Kepler, który w latach 2009–2018 monitorował jasność ponad 150 000 gwiazd, poszukując mikroskopijnych spadków promieniowania wywołanych przejściem planety przed tarczą swojej gwiazdy. Za pomocą tej metody udało się potwierdzić istnienie tysięcy egzoplanet, a zarazem wykazać, że obiekty o rozmiarach zbliżonych do Ziemi nie są wcale niczym wyjątkowym. *Odkryliśmy, że planety są w Galaktyce zjawiskiem powszechnym* – zauważyła astronomka **Natalie Batalha** z NASA Ames Research Center, jedna z głównych koordynatorek naukowych misji Kepler. *W samej naszej Drodze Mlecznej prawdopodobnie istnieją miliardy planet podobnych do Ziemi.*

POLOWANIE NA SKŁAD CHEMICZNY ATMOSFER

Kolejny milowy krok nadszedł wraz z nową generacją teleskopów, które są już w stanie badać atmosfery niektórych odległych światów. Kiedy planeta przechodzi przed tarczą swojej gwiazdy macierzystej, część światła gwiezdnego przenika przez jej atmosferę i niesie ze sobą unikalny ślad chemiczny gazów, które się w niej znajdują. To właśnie tą metodą poszukuje się dziś specyficznych biosygnatur, takich jak unikalne kombinacje tlenu, metanu, dwutlenku węgla czy pary wodnej.

Jednym z najciekawszych celów obserwacyjnych jest na przykład układ planetarny wokół gwiazdy TRAPPIST-1, oddalony od nas o około 40 lat świetlnych. Posiada aż siedem planet o rozmiarach zbliżonych do Ziemi, z których kilka znajduje się bezpośrednio w ekosferze. Już pierwsze szczegółowe analizy wykazały, że niektóre z nich mogą posiadać atmosfery bogate w dwutlenek węgla lub parę wodną.



ILUSTRACJA: JENNY MOTTAR

Astronomowie potrafią dziś badać skład chemiczny atmosfer odległych egzoplanet za pomocą spektroskopii. Szczególną uwagę poświęcają kombinacjom gazów, takim jak tlen i metan, które mogłyby wskazywać na obecność aktywności biologicznej.

NA TROPIE ŻYCIA CZY TYLKO CHEMII?

Astrobiolodzy zdają sobie jednocześnie sprawę z faktu, że ślady chemiczne bywają niezwykle zwodnicze. Te same cząsteczki, które na Ziemi powstają głównie dzięki żywym organizmom, w innych miejscach Kosmosu mogą być generowane przez procesy geologiczne lub fotochemiczne. Dlatego naukowcy poszukują raczej całych złożonych zestawów sygnałów niż jednej „cudownej cząsteczki". Jak trafnie zauważył brytyjski astrofizyk **Martin Rees**, były prezes Royal Society: *Znalezienie życia w innym miejscu we wszechświecie będzie zadaniem wyjątkowo trudnym. Ale właśnie dlatego jest to jeden z najbardziej ekscytujących celów naukowych naszych czasów.*

W pewnym sensie ludzkość stoi więc obecnie u progu nowej ery. Po raz pierwszy w historii dysponujemy technologiami, które umożliwiają realne poszukiwanie śladów życia na światach krążących wokół obcych gwiezdnych układów. Jednocześnie są to raczej poszlaki i pośrednie dowody niż jednoznaczne potwierdzenie. Odpowiedź na pytanie, czy życie we wszechświecie jest zjawiskiem powszechnym, czy też czymś niezwykle rzadkim, być może kryje się gdzieś w danych, które astronomowie zbierają dokładnie w tej chwili. I bez względu na to, czy doczekamy się przełomowego odkrycia życia pozaziemskiego, czy też nie, na pytanie o to, czy ludzkość jest w kosmosie sama, najpewniej nigdy nie będzie można odpowiedzieć ze stuprocentową pewnością. ■

STANISŁAW GAJDA

eprasa.pl 3fd5d50475

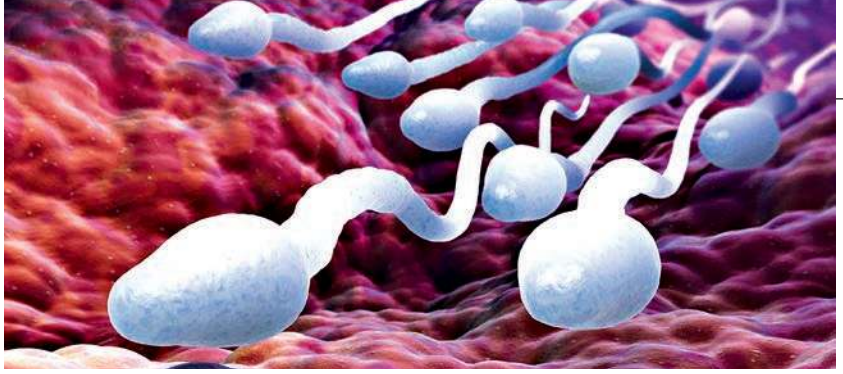


FOTO: SHUTTERSTOCK

Plemniki nie przenoszą wyłącznie kodu genetycznego zapisanego w DNA – transportują także małe cząsteczki RNA, które mogą wpływać na aktywność genów we wczesnym stadium rozwoju zarodka.

Ojcowie przekazują więcej niż tylko połowę genów

Przez dziesięciolecia dziedziczenie sprowadzano do prostego przekonania, że wszystko, co kluczowe, kryje się wyłącznie w DNA. Najnowsze badania pokazują jednak, że plemniki nie są jedynie biernymi nośnikami kodu genetycznego – przenoszą również dodatkowe instrukcje molekularne, które mogą wywrzeć duży wpływ na rozwój potomstwa.

Dziedziczenie przestaje być zatem postrzegane jako proces czysto genetyczny. Zamiast tego z badań wyłania się znacznie bardziej złożony obraz biologicznego przekazywania doświadczeń życiowych. W ten swoisty transfer informacji angażują się bowiem cząsteczki regulatorowe, które stanowią odzwierciedlenie warunków, w jakich żył ojciec.

UKRYTA WARSTWA DZIEDZICZENIA

Amerykańsko-chińskie badanie, opublikowane na łamach czasopisma „Nature Reviews Genetics", zwraca uwagę na fakt, że plemniki zawierają małe cząsteczki RNA zdolne do regulowania aktywności genów już we wczesnym stadium rozwoju embrionalnego: *Małe cząsteczki RNA w nasieniu reprezentują niedoceniany dotąd wkład ojca w rozwój potomstwa, będący reakcją na warunki środowiskowe*. Mechanizm ten w żaden sposób nie modyfikuje samego DNA, potrafi jednak coś innego – wpływa na to, w jaki sposób poszczególne geny są włączane i wyłączane. Innymi słowy, informacja biologiczna to nie tylko same litery tworzące kod genetyczny, ale również sposób, w jaki ten kod jest odczytywany.

Epigenetyka zajmuje się właśnie badaniem tego, jak geny są aktywowane i dezaktywowane bez wprowadzania jakichkolwiek zmian w samym „zapisie" DNA. Nie chodzi tu zatem o przepisywanie kodu genetycznego, lecz o modyfikację sposobu jego ekspresji. Wpływy środowiska zewnętrznego mogą bowiem prowadzić do epigenetycznego przeprogramowania linii zarodkowej, które następnie utrzymuje się przez kolejne pokolenia. Oznacza to jednoznacznie, że doświadczenia ojca – takie jak długotrwały stres, niewłaściwa dieta czy ekspozycja na substancje toksyczne – mogą pozostawić trwały ślad molekularny w plemnikach. I to właśnie ten ślad kształtuje później metabolizm, reakcje odpornościowe, a nawet zachowanie potomstwa.

Z tego powodu uwaga współczesnych genetyków skupia się dziś na małych cząsteczkach RNA. To one działają jak przełączniki, które pomagają kierować pracą genów w najwcześniejszych, kluczowych fazach rozwoju embrionalnego. Dokładnie w tym momencie kształtują się podstawowe procesy biologiczne, mające długofalowe konsekwencje dla całego przyszłego życia organizmu.

MIĘDZY EKSPERYMENTEM A RZECZYWISTOŚCIĄ

Eksperymenty przeprowadzone na myszach sugerują, że samce karmione dietą o wysokiej zawartości tłuszczu produkują plemniki o zupełnie odmiennym profilu małych RNA niż te, które odżywiają się zdrowiej. Potomstwo takich osobników wykazywało wyższą skłonność do zaburzeń metabolicznych. Wyniki tych badań wskazują, że dieta ojca może zmieniać zawartość RNA w plemnikach i wywierać wpływ na zdrowie kolejnego pokolenia. Mówiąc krótko: jeśli przyszły ojciec zajada się na co dzień tłustymi wędlinami i boczkiem, jego dzieci raczej nie będą mu za to wdzięczne.

Co ciekawe, do podobnych wniosków prowadzą również prace badawcze skupione na zagadnieniu stresu. Zmiany molekularne wywołane przez trudne warunki życiowe mogą stać się częścią pakietu informacyjnego przekazywanego dalej. Tak czy inaczej, przed genetykami wciąż stoi ogrom wyzwań. Na ograniczenia współczesnych badań zwraca uwagę **Upasna S. Sharma** z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Santa Cruz, która od lat bada problematykę plemnikowego RNA. W swoim artykule przeglądowym podkreśla, że choć eksperymenty na modelach zwierzęcych wskazują na zależności między trybem życia ojca a zmianami u potomstwa, w przypadku ludzi wciąż brakuje jednoznacznych dowodów na istnienie bezpośredniego ciągu przyczynowo-skutkowego. Według niej nauka stoi obecnie przed pytaniem, jak stabilne są takie zmiany molekularne i w jakich konkretnie warunkach utrwalają się one w kolejnym pokoleniu. ■

STANISŁAW GAJDA

ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

LAMARCK POWRACA?



Już na początku XIX wieku francuski przyrodnik **Jean-Baptiste Lamarck** twierdził, że organizmy żywe mogą przekazywać potomstwu cechy nabyte w trakcie własnego życia. Klasyczna genetyka XX wieku kategorycznie odrzuciła tę koncepcję, opierając całe dziedziczenie wyłącznie na niezmiennej sekwencji DNA. Współczesne badania nad epigenetyką pokazują jednak, że środowisko potrafi pozostawić ślad biologiczny, który w określonych okolicznościach wędruje do kolejnego pokolenia. Nie chodzi tu o zmianę samego kodu genetycznego, lecz o modyfikację procesów jego regulacji. Naukowcy jednak podkreślają, że nie mamy tu do czynienia z prostym powrotem do dawnych teorii Lamarcka. Wyłaniający się z badań obraz pokazuje raczej, że relacja pomiędzy genami, środowiskiem a dziedziczeniem jest bardziej wielowymiarowa, niż przez lata przypuszczano, a niektóre mechanizmy transferu informacji biologicznej dopiero zaczynamy odkrywać. ■

eprasa.pl 3fd5d50475

Rekordowa fala grawitacyjna po raz kolejny dowodzi, że Einstein miał rację

W styczniu 2025 roku detektory fal grawitacyjnych zarejestrowały jeden z najpotężniejszych sygnałów, jakie kiedykolwiek zaobserwowano. Sygnał oznaczony jako GW250114 narodził się podczas gwałtownego zderzenia 2 czarnych dziur oddalonych od Ziemi o 1,3 miliarda lat świetlnych. Według naukowców dostarczył on jak dotąd najdokładniejszego potwierdzenia ogólnej teorii względności Alberta Einsteina.

Fale grawitacyjne to słabe anomalie w strukturze czasoprzestrzeni. Powstają w trakcie najbardziej ekstremalnych kosmicznych zdarzeń, takich jak fuzja czarnych dziur lub gwiazd neutronowych. Choć sam Einstein przewidział ich istnienie już w 1916 roku, wątpił, czy ludzkość zdoła je kiedykolwiek zarejestrować. A jednak w 2015 roku detektory LIGO i Virgo po raz pierwszy uchwyciły te sygnały potwierdzając, że były czymś więcej niż tylko teorią.



FOTO: LIGO LAB

Barwna krzywa przedstawia sygnał grawitacyjny ze zderzenia 2 czarnych dziur, uchwycony przez detektory jako mikroskopijne odkształcenie czasoprzestrzeni. Analiza jego częstotliwości pozwala fizykom odtworzyć przebieg całego wydarzenia – od powolnego zbliżania się obiektów po ich ostateczną fuzję.

FIZYKA W TRZECH AKTACH

Sygnał GW250114, uchwycony 14 stycznia 2025 roku, okazał się niemal trzykrotnie wyraźniejszy niż większość dotychczasowych detekcji. W języku fizyków oznacza to wyjątkowo wysoki stosunek sygnału do szumu: kosmiczne zdarzenie było na tyle „głośne", że instrumenty zarejestrowały je z niespotykaną dotąd czystością. Dzięki temu badacze zyskali możliwość przeanalizowania poszczególnych etapów łączenia się czarnych dziur z precyzją, która jeszcze kilka lat temu pozostawała w sferze marzeń.

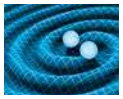
Sygnał grawitacyjny towarzyszący takiej kolizji dzieli się na 3 fazy: stopniowe zbliżanie się obiektów do siebie, sam moment połączenia oraz tak zwany *ringdown* – fazę wybrzmienia. To właśnie ten ostatni etap stanowi dla fizyków prawdziwy skarbiec wiedzy. Gdy 2 czarne dziury zlewają się w jeden obiekt, nowo powstała czarna dziura nie staje się od razu stabilna. Będąc silnie zdeformowaną, gwałtownie oscyluje i potrzebuje trochę czasu, by powrócić do równowagi. W tym krótkim procesie emituje charakterystyczne fale grawitacyjne, które można przyrównać do wybrzmiewania uderzonego dzwonu lub struny instrumentu.

NIE JEDEN TON, ALE CAŁY AKORD

Wyjątkowa czystość rejestracji pozwoliła naukowcom wyodrębnić nie tylko dwa dominujące tryby wibracji, ale także słabszy składnik o wyższej częstotliwości,

MAŁY SŁOWNICZEK POJĘĆ

FALA GRAWITACYJNA



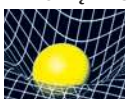
Zmarszczka w samej strukturze czasoprzestrzeni, wywołana gwałtownym ruchem obiektów o ogromnej masie (np. zderzeniem czarnych dziur). Nie jest to fala rozchodząca się w przestrzeni, lecz dynamiczne falowanie samej przestrzeni.

CZASOPRZESTRZEŃ



Czterowymiarowa struktura łącząca przestrzeń i czas w jedną całość. W myśl ogólnej teorii względności ulega zakrzywieniu pod wpływem masy oraz energii.

OGÓLNA TEORIA WZGLĘDNOŚCI



Sformułowana przez Alberta Einsteina w 1915 roku nowoczesna teoria grawitacji. Opisuje przyciąganie grawitacyjne nie jako siłę, lecz jako zakrzywienie czasoprzestrzeni przez masę.

CZARNA DZIURA



Niezwykle gęsty obiekt kosmiczny, powstający m.in. w wyniku zapadnięcia się masywnej gwiazdy. Pole grawitacyjne czarnej dziury jest tak silne, że po przekroczeniu horyzontu zdarzeń nic – nawet światło – nie jest w stanie się z niej wydostać.

HORYZONT ZDARZEŃ



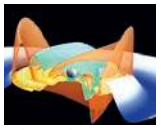
Niewidzialna granica otaczająca czarną dziurę, stanowiąca punkt bez powrotu. Zgodnie z prawem Hawkinga jego całkowita powierzchnia w procesach fizycznych nigdy nie ulega zmniejszeniu.

RINGDOWN



Końcowy etap fuzji czarnych dziur. Powstały obiekt gwałtownie oscyluje, wypromieniowując nadmiar energii w postaci fal grawitacyjnych – przypomina to wyciszający się dźwięk uderzonego instrumentu.

OVERTONE (nadton / wyższa harmoniczna)



Słabsza składowa częstotliwościowa sygnału grawitacyjnego o wyższej częstotliwości. Jej wychwycenie umożliwia dokładniejsze testowanie ogólnej teorii względności.

ENTROPIA CZARNEJ DZIURY



Wielkość fizyczna proporcjonalna do pola powierzchni horyzontu zdarzeń, stanowiąca miarę wewnętrznego uporządkowania czarnej dziury. ■

ILUSTRACJA I FOTO: WIKIPEDIA.ORG

eprasa.pl 3fd5d50475



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

■ **Amerykańskie obserwatorium LIGO należy do najbardziej czułych instrumentów badawczych na Ziemi. Jest w stanie zarejestrować odchylenia długości mniejsze niż tysięczna część średnicy protonu.**

czyli tak zwany *overtone*. To przełomowe osiągnięcie. Dotychczas udawało się zazwyczaj zmierzyć tylko jeden główny ton, co znacznie ograniczało możliwości weryfikacji teorii względności. Tym razem fizycy mogli porównać ze sobą kilka częstotliwości składowych jednocześnie i sprawdzić, czy wszystkie bez wyjątku zgadzają się z równaniami Einsteina.

Zgodnie z ogólną teorią względności właściwości owych wibracji zależą wyłącznie od dwóch cech: masy oraz prędkości obrotowej nowej czarnej dziury. Gdyby zmierzone częstotliwości lub tempo ich zanikania choćby minimalnie odbiegały od przewidywań, oznaczałoby to, że nasze rozumienie grawitacji w warunkach ekstremalnych wymaga poprawki. W przypadku sygnału GW250114 wszystkie przeanalizowane składowe idealnie współgrały z obliczeniami, udowadniając, że teoria Einsteina – nawet po ponad stuleciu – pozostaje nienaruszona.

PRZEPOWIEDNIA STEPHENA HAWKINGA

Jednym z najbardziej fascynujących owoców analizy sygnału GW250114 stało się eksperymentalne potwierdzenie sformułowanej w 1971 roku słynnej hipotezy **Stephena Hawkinga**. Twierdzenie to, znane jako prawo wzrostu pola powierzchni horyzontu zdarzeń, głosi, że w klasycznej ogólnej teorii względności całkowite pole powierzchni obszar horyzontu zdarzeń – czyli granicy, zza której nic nie może uciec – w dowolnym procesie fizycznym nigdy nie może się zmniejszyć. Może jedynie rosnąć lub pozostać stały.

W praktyce oznacza to, że w wyniku fuzji 2 czarnych dziur pole powierzchni horyzontu zdarzeń nowo powstałego obiektu musi być większe niż suma powierzchni obu obiektów pierwotnych. Własność ta wynika bezpośrednio z teorii względności Einsteina i wiąże się z zasadą mówiącą, że całkowita ilość informacji lub entropia związana z czarną dziurą nieuchronnie rośnie.

GRAWITACJA PODLEGA ZASADOM TERMODYNAMIKI

Wyniki obserwacji GW250114 dostarczyły dowodu na poprawność tego założenia. *Rejestracja sygnału GW250114 dała nam bezprecedensową szansę na przetestowanie teorii Einsteina w warunkach skrajnych, w tym na weryfikację jednej z kluczowych hipotez Stephena Hawkinga z lat 70. XX wieku – głoszącej, że pole powierzchni horyzontu zdarzeń po połączeniu czarnych dziur zawsze rośnie* – wyjaśnia astrofizyk **Geraint Pratten** z Uniwersytetu w Birmingham, członek zespołu badawczego.

Prawo Hawkinga uchodzi za jeden z filarów współczesnej fizyki czarnych dziur, ponieważ spaja zachowanie tych osobliwych obiektów z klasyczną termodynamiką. Czarne dziury to obiekty termodynamiczne, których entropia jest proporcjonalna do pola powierzchni ich horyzontu zdarzeń – a entropia ta, zgodnie z drugą zasadą termodynamiki, nie może maleć.



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

■ **Teoretyczne prawo Stephena Hawkinga zakłada, że podczas fuzji czarnych dziur łączna powierzchnia ich horyzontów zdarzeń nigdy się nie kurczy. Rejestracja sygnału GW250114 przyniosła jeden z najbardziej precyzyjnych sprawdzianów tej reguły w historii eksperymentów.**

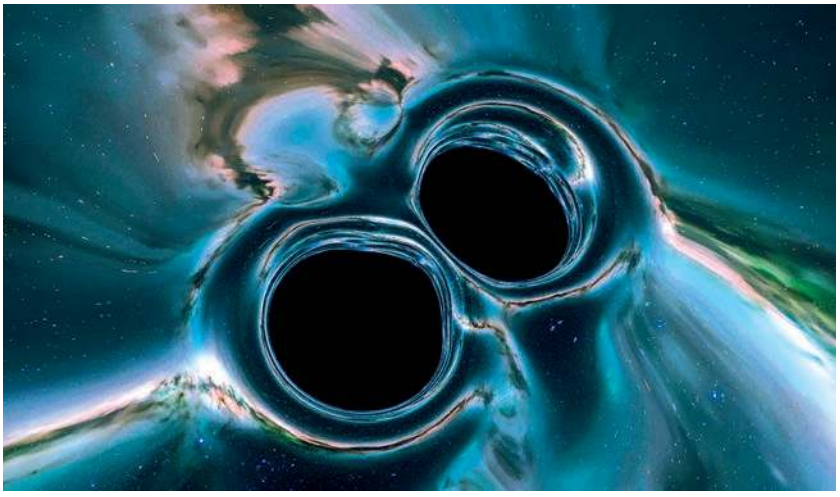
GDY POTWIERDZENIE RODZI NOWE PYTANIA

Mimo że poprawność teorii Einsteina została po raz kolejny potwierdzona, fizycy przypominają, że nie odpowiada ona na wszystkie pytania o naturę kosmosu. Zjawiska takie jak ciemna energia, ciemna materia czy integracja grawitacji z mechaniką kwantową wciąż wymykają się obecnym modelom. Każda kolejna obserwacja może jednak ujawnić subtelne odstępstwa od reguły i wreszcie naprowadzić nas na ślad nowej fizyki, wykraczającej poza ramowy model Einsteina.

Aparatura pomiarowa, taka jak detektory LIGO, Virgo czy japońska KAGRA, działa z ekstremalną czułością. Przechodząca fala grawitacyjna nieznacznie wydłuża jedno z ramion detektora, jednocześnie skracając drugie. Detektor LIGO potrafi odnotować zmianę długości rzędu 10^{-21} metra – wartości wielokrotnie mniejszej niż średnica pojedynczego jądra atomowego. Dzięki tej niewiarygodnej czułości naukowcy mogą dziś przysłuchiwać się kosmosowi w sposób, o którym jeszcze kilka dekad temu nikt nie odważyłby się nawet marzyć.

Konsorcjum naukowe LIGO-Virgo-KAGRA nie zwalnia tempa. W planach są kolejne modernizacje sprzętowe oraz dalsza rozbudowa sieci obserwatoriów. Dzięki nim liczba i jakość rejestrowanych fal grawitacyjnych wzrośnie, pozwalając na dokładniejsze mapowanie kosmicznych zdarzeń i jeszcze głębsze zrozumienie praw rządzących grawitacją. ■

SANISŁAW GAJDA



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK

■ **Kolizja 2 czarnych dziur uwalnia ogromne porcje energii pod postacią fal grawitacyjnych.**

eprasa.pl 3fd5d50475

Australijski paradoks koali:

w jednych miejscach znikają, w innych jest ich za dużo

Australia boryka się z paradoksem związanym ze swoim ikonicznym torbaczem. Podczas gdy w Queensland, Nowej Południowej Walii i regionie Canberry populacje koali gwałtownie maleją, a gatunek został tam oficjalnie uznany za zagrożony, w niektórych częściach Wiktorii i Australii Południowej zwierząt jest tak wiele, że ich nadmierna liczebność zaczyna stanowić poważny problem dla lokalnych ekosystemów.



FOTO: AUSSIEANIMALS.COM



FOTO: GIVEALITTLE.CO.NZ

Australia próbuje rozwiązać „paradoks koali" również za pomocą drastycznych kroków, które mają uchronić lasy eukaliptusowe przed dewastacją. Równolegle z regulacją przemnożonych populacji prowadzone są programy ochronne dla zwierząt poszkodowanych w pożarach.

Na wyspie French Island w stanie Wiktoria koale doprowadziły do niemal całkowitego ogołocenia lasów eukaliptusowych. Konsekwencje są dramatyczne – pozbawione pożywienia i schronienia inne gatunki zwierząt cierpią z powodu niedoboru zasobów, a część z nich ginie z wycieńczenia. Źródła problemu sięgają XIX wieku, kiedy na wyspę sprowadzono niewielką liczbę koali z lądu stałego, aby ocalić je przed wyginięciem spowodowanym intensywnymi polowaniami. Pozbawione naturalnych wrogów oraz powszechnych gdzie indziej chorób, m.in. infekcji chlamydiowych, zwierzęta przez dziesięciolecia rozmnażały się bez żadnej kontroli. Dziś ich populacja osiągnęła taką skalę, że koale można spotkać niemal na każdym kroku.

DRZEWA JAK W ZIMIE

W pasmie górskim Mount Lofty Ranges w Australii Południowej żyje obecnie niemal jedna dziesiąta całej populacji australijskich koali. Ich liczebność osiągnęła jednak poziom, który zagraża samemu ekosystemowi, od którego są zależne. Korony eukaliptusów wyglądają tu jak w środku zimy, a zwierzęta przeżywają na coraz skromniejszych zasobach pożywienia. Prognozy wskazują, że bez aktywnej ingerencji człowie-

FOTO: NGS



W obszarach zurbanizowanych koale coraz częściej opuszczają kompleksy leśne i są zmuszone do pokonywania dróg i przemierzania przydomowych ogrodów. Fragmentacja środowiska to jedna z głównych przyczyn wymierania tych zwierząt na wschodnim wybrzeżu.

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Samica z młodym przypomina, że przyszłość gatunku zależy przede wszystkim od jakości siedlisk, a nie tylko od bezwzględnej liczby żyjących osobników.

eprasa.pl 3fd5d50475



FOTO: JOHN CRUX PHOTOGRAPHY

Bliskość dróg zwiększa ryzyko śmiertelnych potrąceń, które w wielu regionach stanowią jedno z głównych zagrożeń dla koali. Rozbudowa infrastruktury trwale zmienia zachowanie i naturalne szlaki migracyjne tych torbaczy.

ka populacja ta będzie w kolejnych dekadach nadal rosnąć, nieodwracalnie niszcząc lasy eukaliptusowe.

Źródło problemu tkwi w historii. Koale zostały sprowadzone na niektóre obszary przez człowieka, często do środowiska całkowicie pozbawionego naturalnych mechanizmów regulujących ich liczebność. Sytuację pogarsza fakt, że w tamtejszym krajobrazie dominują rozległe monokultury jednego gatunku eukaliptusa. Zapewniają obfitość pożywienia, lecz sprzyjają niebezpiecznie wysokiej koncentracji zwierząt. Takie środowisko jest niezwykle wrażliwe, a przy przemnożeniu ulega błyskawicznej degradacji.

EKOLOGICZNA (NIE)RÓWNOWAGA

Wschodnie wybrzeże Australii ma zgoła odmienne problemy. Tamtejsze populacje drastycznie kurczą się wskutek utraty naturalnych siedlisk – efektu postępującej urbanizacji, rozwoju rolnictwa i wycinki lasów. Sytuację pogarszają rozprzestrzeniające się choroby, kolizje drogowe oraz ataki psów. Poszatkowany przez infrastrukturę krajobraz skutecznie uniemożliwia zwierzętom migrację, marginalizując ich szanse na przetrwanie, podczas gdy zmiany klimatyczne – a zwłaszcza susze i katastrofalne pożary – wieńczą dzieła zniszczenia.

Próby opanowania sytuacji na obszarach, na których zwierzęta wstępują w nadmiarze, są bardzo skomplikowane. Przesiedlanie koali okazuje się logistycznym wyzwaniem i rzadko przynosi oczekiwane rezultaty. Trwają dyskusje nad długofalową regulacją płodności, jednak efekty takich działań będą widoczne dopiero po latach. Historia australijskich torbaczy dobitnie pokazuje, że ochrona przyrody to coś więcej niż tylko dbanie o liczbę osobników. Kluczowy jest stan całego ekosystemu oraz przemyślana ingerencja człowieka. Ten sam gatunek może bowiem w jednym miejscu balansować na granicy wyginięcia, by zaledwie kilkaset kilometrów dalej stać się źródłem ekologicznej katastrofy. ■

STANISŁAW GAJDA

FOTO: FLICKR.COM



Ośrodki rehabilitacji przejmują dziś rolę, którą kiedyś pełnił stabilny krajobraz, niewystawiony na działanie gwałtownych i ekstremalnych zmian.

FOTO: YOUTUBE.COM



Zespoły weterynaryjne zmagają się ze skutkami niszczycielskich pożarów, chorób oraz skrajnego niedożywienia zwierząt.

FOTO: EKO.ORG



Skutki gigantycznych pożarów z ostatnich lat pokazały, jak szybko lokalne przemnożenie może przerodzić się w gwałtowny kolaps. Ekstremalne zjawiska pogodowe dodatkowo chwieją i tak już kruchą równowagą między populacją koali a kondycją lasów eukaliptusowych.

eprasa.pl 3fd5d50475

Gotowanie w przestrzeni kosmicznej to niezwykła dziedzina – choćby dlatego, że w warunkach mikrograwitacji prawa fizyki stają na głowie. Na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) nie ma zatem czegoś takiego jak zwykły, codzienny obiad. Za każdym kęsem kryje się tam skomplikowany eksperyment naukowy.

Kosmiczna stołówka: gdy zupa lewituje, a węch strajkuje

Na Ziemi podczas posiłku kluczową rolę odgrywają trzy zmysły: smak, węch i wzrok. W kosmosie sytuacja wygląda zupełnie inaczej. W warunkach mikrograwitacji płyny ustrojowe przemieszczają się do górnej połowy ciała. Zatoki ulegają przekrwieniu, a węch i smak niemal całkowicie odmawiają posłuszeństwa. Dlatego kosmiczna żywność musi być znacznie bardziej wyrazista i pikantna niż ziemskie potrawy. NASA od lat zatrudnia dietetyków i kucharzy, którzy głowią się, co zaserwować ludziom mającym nieustanne wrażenie uporczywego kataru. *Żywność ma kluczowe znaczenie dla samopoczucia załogi. Kiedy jedzenie smakuje, łatwiej znieść trudy misji* – wyjaśnia **Vickie Kloeris**, szefowa NASA Space Food Systems. W efekcie w orbitalnym menu królują chili, tabasco i sosy, które u przeciętnego Ziemianina wywołałyby potok łez.



FOTO: NASA

Standaryzowane menu umożliwia precyzyjną kontrolę dostarczania energii, witamin i płynów. Jednocześnie opiera się na wyrazistych smakach, rekompensujących osłabiony węch astronautów.

WODA NICZYM NIESFORNA MEDUZA

Woda – podstawa każdej kuchni – na orbicie przybiera postać niesfornej, przezroczystej kuli. Unosi się w przestrzeni, umyka z rąk i ignoruje prawa ciążenia. Parzenie herbaty przez astronautę nie przypomina spokojnego rytuału angielskiego lorda. To raczej proces kojarzący się z obsługą aparatury medycznej: plątanina rurek, zaworów i dużo gimnastyki. A co, gdybyśmy chcieli gotować na Marsie? Tamtejsze ciśnienie atmosferyczne jest tak niskie, że woda błyskawicznie paruje, nie mogąc utrzymać się w stanie ciekłym. Zamiast gotującego się bulionu, kucharz obserwowałby jedynie, jak woda ucieka z garnka w postaci obłoku pary. Właśnie dlatego powstają już projekty ciśnieniowych modułów kuchennych, w których jedzenie zostawałoby tam, gdzie powinno.

Co więcej, w stanie nieważkości całkowicie zawodzi kulinarna intuicja. Na Ziemi wiemy, że obiad przywiera do dna, gdy potrawa zaczyna syczeć lub dymić. W kosmosie te sygnały ostrzegawcze nie istnieją. Ciecze zachowują się nieprzewidywalnie, a brak grawitacji zatrzymuje zjawisko, które w ziemskim garnku gwarantuje równomierne rozprowadzanie ciepła. W praktyce część dania może ulec zwęgleniu, podczas gdy reszta pozostanie surowa – przypomina to pichcenie na skrajnie rozregulowanym palniku. Nawet wybitny szef kuchni na orbicie musi porzucić instynkt na rzecz wskaźników, termometrów i kontrolek.

LABORATORIUM ZAMIAST KUCHENKI

Kolejną barierą jest to, że w stanie nieważkości płyny nie mieszają się z innymi substancjami w znany nam sposób. Tłuszcze, oleje i przyprawy tworzą z wodą osobliwe, żelowe struktury, przez co tradycyjne mieszanie łyżką nie przynosi żadnego efektu. Składniki zamyka się w woreczku i ugniata przez folię – tylko tak można połączyć smaki. Z tego względu badacze z NASA testują specjalne powłoki ułatwiające przewidywalne ześlizgiwanie się cieczy oraz materiały, które potrafią przyciągać płyny.

Gdyby załoga ISS chciała ugotować zupę w prawdziwym garnku, musiałby on diametralnie różnić się od ziemskiego oryginału. Wymagane byłoby szczelne zamknięcie, mechanizmy stabilizujące, system kontroli atmosfery i prawdopodobnie mieszadło magnetyczne symulujące grawitację. Innymi słowy, kuchnia na pokładzie statku zmierzającego na Marsa będzie przypominać raczej laboratorium chemiczne niż domową kuchenkę.

PIWO Z ORBITY I INNE EKSPERYMENTY

Japońska agencja kosmiczna JAXA wiedzie prym w poszukiwaniu kosmicznych kulinarnych przygód. Ich słynny eksperyment z „orbitalnym piwem" nie był tanim

JEDNODNIOWE MENU KOSMICZNE WEDŁUG NASA

ŚNIADANIE: Owsianka z owocami i cynamonem Łagodna wersja w stanie nieważkości byłaby bez smaku. NASA stosuje więc wyrazisty cynamon i liofilizowane owoce, by ożywić zmysły astronautów.
Kawa w woreczku z zaworem – pozbawiona aromatu, ale pełna kofeiny. Spełnia swoje podstawowe zadanie.
Jajka ze szpinakiem – (uzupełnienie białka) – astronauci doceniają je bardziej po doprawieniu czarnym pieprzem.

DRUGIE ŚNIADANIE: Tortilla z masłem orzechowym i miodem – na pokładzie ISS nie ma chleba ze względu na okruchy. Tortille nie kruszą się i są niezwykle uniwersalne. Masło orzechowe to solidna dawka kalorii i tłuszczu, a miód dostarcza szybkiej energii.
Dodatek: kilka kostek suszonego ananasa – według ekspertów NASA ten owoc najskuteczniej przebija się przez stępiony węch załogi.

OBIAD: Kurczak tikka masala z ryżem (danie termostabilizowane) – pikantne dania to w kosmosie hit. Ostre sosy i indyjskie przyprawy

eprasa.pl 3fd5d50475

chwytem marketingowym, lecz poważnym badaniem naukowym. Japończycy postanowili sprawdzić, jak drożdże piwowarskie radzą sobie w mikrograwitacji. Brak ciążenia zaburza bowiem procesy sedymentacji, przepływ płynów i formowanie się pęcherzyków gazu. Proces, który na Ziemi jest dla piwowarów oczywistością, w kosmosie staje się czystą alchemią. Drożdże odpowiednio wyselekcjonowano, by były zdolne do namnażania się i przeprowadzenia fermentacji bez załamania metabolizmu. Wynik zaskoczył badaczy: smak uzyskanego trunku okazał się niezwykle spójny. Choć struktura była nieco delikatniejsza, napój w pełni nadawał się do spożycia. Co najważniejsze, eksperyment dowiódł, że fermentacja na orbicie jest możliwa, co



FOTOP: NASA

■ **Wspólne spożywanie posiłków na orbicie pełni kluczową funkcję psychologiczną, pozwalając zachować namiastkę normalności podczas długich misji. Z tego względu NASA pielęgnuje symbolikę „wspólnego stołu", nawet jeśli samo jedzenie swobodnie unosi się w przestrzeni kabiny.**



FOTOP: NASA

■ **Każde danie trafiające na ISS stanowi kompromis między wartością odżywczą, trwałością a fizyczną możliwością jego spożycia w warunkach mikrograwitacji.**



FOTOP: NASA

■ **W stanie nieważkości jedzenie spożywa się bezpośrednio z woreczków i opakowań, które zastępują astronautom talerze, miski i garnki.**

otwiera drogę do produkcji innych produktów fermentowanych w kosmosie.

W międzyczasie NASA testowała przygotowywanie gorących posiłków od podstaw. Najgłośniejszym echem odbił się eksperyment z ciasteczkami firmy Zero G Kitchen. Klasyczne wypieki to w stanie nieważkości nie lada wyzwanie: ciepło nie krąży w piekarniku, a składniki swobodnie lewitują. Aby temu zaradzić, inżynierowie zaprojektowali piekarnik orbitalny, przypominający zamknięty, metalowy cylinder, w którym ciepło rozprowadzane jest wymuszonym strumieniem powietrza. W 2019 roku załoga ISS po raz pierwszy w historii upiekła 3 ciasteczka z kawałkami czekolady, przy czym wypiek każdego z nich trwał aż 2 godziny! Gdy ciasteczka wróciły na Ziemię, analizy laboratoryjne wykazały, że ich struktura nieco różni się od wypieków domowych – były bledsze, ale za to równomiernie wypieczone. *To był mały krok dla ciasteczka, ale ogromny skok dla przyszłości kosmicznej gastronomii* – podsumowała menedżerka projektu, **Mary Murphy**.

KOLACJA Z DRUKARKI

Inne koncepcje wybiegają jeszcze dalej w przyszłość. Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) opracowuje wizję samorosnącego ciasta, które na mikrograwitację reaguje zmianą swojej elastyczności. Naukowcy sprawdzają, czy da się stworzyć wypiek, który nie potrzebuje grawitacji, by wyrosnąć i zachować nadaną formę. Motywacja jest na wskroś praktyczna: czy marsjańska załoga będzie mogła cieszyć się ze świeżo pieczonego chleba, czy też zostanie skazana na żucie tortilli o długim terminie przydatności?

Najbardziej śmiałe próby dotyczą jednak druku 3D w gastronomii. NASA testuje precyzyjne nakładanie warstw past białkowych, węglowodanowych i tłuszczowych. Cel? Uzyskanie konkretnego dania – na przykład lasagne, omletu czy słodkiego deseru. Drukarka ma ogromną zaletę: precyzyjnie dozuje składniki, a cały proces zamyka wewnątrz szczelnej komory. Eliminuje to ryzyko, że po stacji będą dryfować krople tłuszczu lub galaretki. Potrawy nie lądują na patelni – są podpiekane promieniowaniem podczerwonym bezpośrednio podczas nakładania kolejnych warstw. *W kontekście długich misji musimy traktować odżywianie jako system wsparcia, a nie tylko zestaw pojedynczych posiłków* – zauważa **Grace Douglas**, kierująca programem NASA Advanced Food Technology.

Pozostaje jeszcze jeden obszar badań, który wciąż wydaje się bardziej poetycki niż praktyczny: uprawa świeżych roślin. Dzięki projektowi VEGGIE astronauci mogli zająć się uprawą sałaty rzymskiej. Celem było sprawdzenie czy nasiona poradzą sobie z kiełkowaniem, wzrostem i fotosyntezą, gdy zabraknie im grawitacji. Egzamin zdały celująco. Gdy załoga po raz pierwszy skosztowała świeżych liści, astronauta **Kjell Lindgren** skwitował to krótko: *Smakuje jak w domu.* I to jest chyba najważniejsza wartość podczas wielomiesięcznej misji w nieskończonej pustce kosmosu. ■

STANISŁAW GAJDA

idealnie wpisują się w koncepcję silnych bodźców smakowych (tzw. *high-impact flavor*). **Napój grejpfrutowy w proszku** – NASA ponownie stawia na intensywne, kwaskowate nuty, pomagające oszukać upośledzony zmysł powonienia.

PODWIECZOREK: Mieszanka orzechów (migdały, nerkowce, orzechy pekan – pakowane próżniowo) – źródło tłuszczów, minerałów i energii. Kosmiczni dietetycy celowo dobierają przekąski o twardej strukturze: chrupanie zapewnia cenny kontrast sensoryczny, którego bardzo brakuje na orbicie.



KOLACJA: Chili wołowe z fasolą – prawdziwy klasyk na ISS. Pikantne, pożywne i łatwe do podgrzania. Astronauta Scott Kelly trafnie podsumował ten wybór: *Silne smaki działają w kosmosie jak reset kubków* smakowych. **Meksykańska tortilla** –nie generuje problematycznych okruchów. Służy tu za jadalny talerz i sztućce w jednym. ■

FOTO: NASA

eprasa.pl 3fd5d50475

Gdy w 1780 roku **R.J. Gordon** przesłał z Afryki do Holandii kości żyrafy, prosząc **Arnouta Vosmaera** o złożenie z nich szkieletu, wiedza o funkcjonowaniu układu kostnego była wciąż bardzo ograniczona. Wiedziano, że do kości przyczepione są mięśnie i że tworzą one rusztowanie podtrzymujące całe ciało. Co więcej, nikt w Europie – łącznie z samym Vosmaerem – nigdy wcześniej nie widział żywej żyrafy. Badacz mógł oprzeć się jedynie na wstępnym szkicu wykonanym przez artystę **J. Schumachera**, towarzyszącego Gordonowi podczas jego podróży, a także na płacie skóry i kilku skrzyniach wypełnionych kośćmi.

Dlaczego żyrafy mają tak długie szyje i skąd się one wzięły?

Co ciekawe, największym wyzwaniem podczas składania szkieletu nie okazało się odtworzenie kręgosłupa, lecz uchwycenie różnic anatomicznych między przednimi a tylnymi kończynami (przednie są nieco dłuższe) oraz odtworzenie specyficznego nachylenia wyprostowanej sylwetki. Żyrafy mają bowiem zaledwie 7–8 kręgów szyjnych, co odpowiada anatomii zdecydowanej większości pozostałych ssaków (7), i to mimo faktu, że ich szyje osiągają długość ponad 2 metrów.

KONCEPCJA LAMARCKA

Długość żyrafiej szyi fascynowała biologów od zarania teorii ewolucyjnych, a niemal każdy wybitny uczony w tej dziedzinie próbował tłumaczyć tę cechę morfologiczną na własny sposób. Pierwszą spójną koncepcję ewolucji opublikował **Jean-Baptiste Lamarck** – jeszcze 50 lat przed Darwinem. Oparł on swój wywód na założeniu, że organizmy wykazują wewnętrzną dążność do doskonałości i wspinania się po drabinie ewolucyjnej, a cechy adaptacyjne powstają u nich w trakcie życia konkretnego osobnika. Według Lamarcka każdy narząd aktywnie używany ulega wzmocnieniu i rozwojowi, podczas gdy nieużywany stopniowo zanika. W tej hipotezie żyrafa – podawana przez samego badacza jako klasyczny przykład – wyciągając szyję



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Podczas starć o samice samce wykorzystują głównie szyje, a ich głowy służą w tych pojedynkach jako żywe maczugi.

po pożywienie do wyższych partii koron drzew, miała ją fizycznie wydłużać, a tak nabytą cechę przekazywać potomstwu. Proces, kontynuowany przez wiele pokoleń, miał doprowadzić do powstania widowiskowo długiej szyi.

W mechanizm wierzyło wielu współczesnych Lamarckowi badaczy, a początkowo także sam Darwin. Jednak nawet gdyby w jakiś niewyjaśniony sposób dziedziczone były właśnie te „wyćwiczone" właściwości, u organizmów wielokomórkowych sprzeciwia się temu tzw. bariera Weismanna (reguła mówiąca



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Co ciekawe, żyrafy zazwyczaj nie pasą się na najwyższych gałęziach, lecz nieco niżej – mniej więcej na połowie swojej wysokości.

o tym, że cechy nabyte za życia nie przechodzą na potomstwo). Nie przekroczą jej żadne mutacje adaptacyjne skumulowane w tkankach somatycznych, ponieważ w rozrodzie przekazywany jest wyłącznie genotyp zawarty w komórkach rozrodczych. Kolejnym problemem jest relacja między genotypem a fenotypem (wyglądem): dla długości szyi żyrafy po prostu nie istnieje jeden konkretny gen, w który ewolucja mogłaby celować pojedynczą zmianą.

PODEJŚCIE DARWINOWSKIE

Głównymi siłami napędowymi darwinizmu są dobór naturalny oraz dobór płciowy. W przeciwieństwie do koncepcji Lamarcka, podejście **Karola Darwina** reprezentuje znacznie bardziej realistyczny mechanizm. W przypadku żyrafy tłumaczy się to następująco: gdy wzrosła konkurencja o roślinność liściastą, osobniki z nieco dłuższą szyją okazywały się skuteczniejsze w zdobywaniu składników odżywczych, ponieważ sięgały wyżej. Lepiej odżywione, miały większe szanse na wydanie potomstwa i przekazanie swoich genów kolejnym generacjom. Osobniki o krótszych szyjach stopniowo przegrywały tę rywalizację i wymierały.

Rzecz jasna, u przodków żyraf ewolucja musiała obejmować całe zestawy cech, a nie tylko samą szyję (na przykład wydłużenie kończyn). W kwestii samego wydłużania szyi wyłoniły się dwie główne teorie: jedna skupia się na walce o pokarm („dłuższa szyja pozwala sięgnąć po bardziej soczyste liście"), druga zaś na doborze płciowym („większe i silniejsze samce wygrywają starcia o samice").

WALKA O POKARM

Pozostańmy przy klasycznym darwinizmie. Pierwsza teoria wyjaśniająca ewo-

eprasa.pl 3fd5d50475

lucję szyi intuicyjnie koncentruje się wokół rywalizacji o pożywienie. Zakłada ona, że dostępność lub jakość pokarmu musiała ulegać cyklicznym załamaniom, co stwarzało presję selekcyjną zmuszającą żyrafy do żerowania wyżej niż inne zwierzęta. Taki kryzys pokarmowy zachodzi na sawannie w czasie pory suchej. Co niezwykle ciekawe, szyje przodków żyraf zaczęły się wydłużać dokładnie w momencie, gdy gęste lasy w ich środowisku zaczęły ustępować miejsca rozległym sawannom. Tam pożywienie w porze suchej staje się rzadkie i zawiera znacznie mniej białka.



FOTO: VIVA.JUG

Pojedynki samców o dominację bywają niezwykle brutalne – mogą prowadzić do ciężkich obrażeń, a nawet śmierci rywala.

Choć można by przypuszczać, że dzięki wysokości przekraczającej 5 metrów zwierzęta te zdominują najwyższe partie drzew, w trudnym okresie wcale tego nie robią – żywią się wtedy głównie niższymi krzewami z rodzaju grewia *(Grewia)*. Z kolei w porze deszczowej, przy obfitości zasobów, żerują na wyższych akacjach *(Acacia tortilis)*. Wysokość, na jakiej pasą się poszczególne osobniki, zależy ponadto od ich płci, struktury stada i regionu. Na przykład z żerowania na wysokości 5 metrów korzystają niemal wyłącznie dominujące samice w obecności samic; co ciekawe, te same samice żerują wyżej (2,5 m), gdy przebywają w towarzystwie samców, niż gdy przebywają wyłącznie we własnym gronie (1,5 m). Jeśli zatem z najwyższych partii koron drzew korzystają tylko dominujące osobniki, i to w określonych warunkach, a same żyrafy sięgają tam głównie w okresach obfitości, to czy konkurencja o pokarm rzeczywiście była jedynym ewolucyjnym motorem rozwoju ich anatomii?

RYWALIZACJA O SAMICE

Żyrafy tworzą skomplikowane struktury społeczne. Grupy często skupiają się wokół samic, a prawa do rozrodu uzyskuje dominujący na danym terytorium samiec. Samce walczą o względy samic, wykorzystując do tego potężne szyje oraz uderzenia głową. Podczas pojedynku dwa



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Wraz z przekształcaniem się prahistorycznych lasów w rozległe sawanny zmianie ulegał również sposób zdobywania pożywienia przez przodków żyraf.

samice stają obok siebie i wykonując szeroki zamach głową oraz szyją, uderzają w siebie z ogromną siłą. Wzmocnioną częścią czaszki trafiają w szyję, klatkę piersiową, żebra lub nogi rywala. Ciosy te potrafią zwalić przeciwnika z nóg albo go ogłuszyć. Zważywszy na to, że używają głowy niczym żywej maczugi, posiadanie dłuższej i bardziej masywnej szyi daje ogromną przewagę. Warto zauważyć, że formy walki znane u innych ssaków, u żyraf praktycznie nie występują – cała taktyka opiera się na siłowym wykorzystaniu szyi. To w zupełności wystarcza do zadania poważnych obrażeń, doprowadzenia do kalectwa, a nawet śmierci. Obserwowano przypadki, w których samce potężnym uderzeniem głowy łamały rywalowi nogę, powalały go na ziemię i tratowały, a nawet przebijały szyję przeciwnika tuż pod uchem, miażdżąc kręg i powodując natychmiastowy zgon.



ILUSTRACJA: UCHYTEL.COM

***Samotherium* to jeden z kopalnych przodków żyrafy, u którego można wyraźnie zaobserwować początkowy etap wydłużania się szyi.**

CZY SKAMIENIAŁOŚCI NAM POMOGĄ?

Dziś na afrykańskich równinach nie znajdziemy już tak wielu gatunków żyrafowatych, jak miliony lat temu. Aby zrozumieć ewolucyjne przeznaczenie długiej szyi u gatunków współczesnych, musimy szukać dowodów u ich kopalnych przodków. Choć dotychczas odnaleziono ich niewiele, paleontologia wciąż dostarcza nowych odkryć. Jednym z praprzodków jest *Samotherium* – roślinożerca wielkości łosia, żyjący około 10 milionów lat temu. Z dzisiejszymi żyrafami łączy go obecność dwóch małych wyrostków kostnych na czaszce (tzw. ossikonów) oraz szyja o długości około jednego metra. Pod względem jej proporcji *Samotherium* plasuje się dokładnie pomiędzy żyrafami a okapi (najbliższym żyjącym krewnym żyrafy), idealnie wypełniając lukę ewolucyjną.

Kolejnym krewnym jest *Discokeryx xiezhi*. Patrząc na jego szkielet, trudno na pierwszy rzut oka dostrzec podobieństwo do żyrafy, jednak zwierzę to posiadało identyczną budowę ucha wewnętrznego. Niezwykłą cechą *Discokeryx* była masywna głowa oraz stawy głowowe – jedne z najbardziej skomplikowanych, jakie kiedykolwiek zaobserwowano u ssaków. Posiadał on opancerzoną czaszkę zwieńczoną warstwą rogową o grubości 2,5 cm, tworzącą naturalny kask. Taka budowa dobrze służyła samcom podczas brutalnych starć.

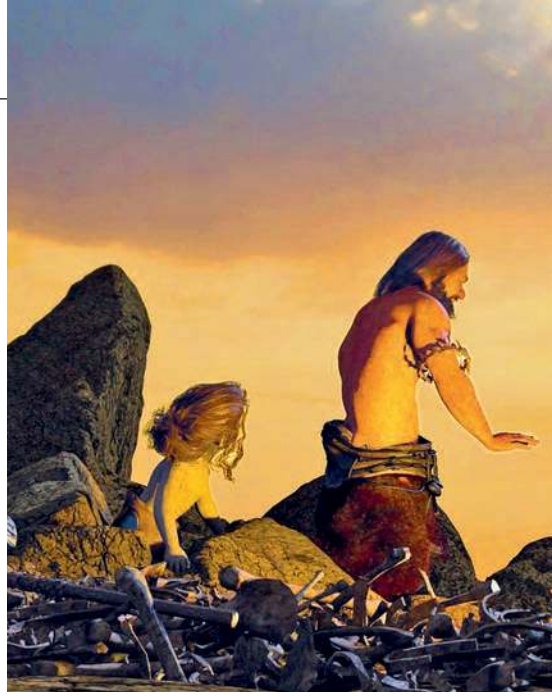
DOWODY Z WIELU DZIEDZIN NICZYM UKŁADANKA

Zagadka ewolucji żyrafiej szyi okazuje się wielowarstwową łamigłówką. Musimy brać pod uwagę zarówno klasyczną selekcję darwinowską (dostęp do wyższych partii roślinności), konkurencję międzygatunkową, jak i dobór płciowy. Na pytanie „Dlaczego właściwie żyrafy mają tak długie szyje?" nie ma jednej prostej odpowiedzi. Dalsze badania z zakresu paleontologii, embriologii i genetyki z pewnością pozwolą nam w najbliższych latach jeszcze dokładniej odtworzyć ten fascynujący proces. ■ LENA SZYMAŃSKA

eprasa.pl 3fd5d50475

Najstarszy odcisk palca neandertalczyka jest dziełem sztuki

Naukowcy twierdzą, że około 43 000 lat temu w Hiszpanii neandertalczyk zanurzył palec w czerwonym pigmencie, a następnie namalował nos na kamieniu przypominającym ludzką twarz. Zdaniem badaczy to kolejny dowód na to, że nasi najbliżsi ewolucyjni krewni byli zdolni do tworzenia sztuki.



ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK

Analiza pigmentu wykazała obecność tlenków żelaza oraz minerałów ilastych, które nie występowały nigdzie w pobliżu jaskini. Z kolei ekspertyza daktyloskopijna potwierdziła, że czerwień układa się w odcisk ludzkiego palca sprzed około 43 000 lat, należący do dorosłego mężczyzny. Na tej podstawie naukowcy uznali, że mają do czynienia z przejawem pareidolii – zdolnością do dostrzegania znajomych kształtów, np. twarzy, w nieożywionych obiektach. Położenie kropki dokładnie w tym miejscu nie mogło być kwestią przypadku – podkreśla Alonso. *Fakt, że kamyk dobrano ze względu na jego unikalny kształt, a następnie oznaczono ochrą, dowodzi obecności umysłu zdolnego do symbolizowania, wyobrażania sobie, idealizowania i przenoszenia idei na przedmiot.* Badacz uważa to znalezisko za najstarszy kompletny odcisk ludzkiego palca na świecie, utrwalony na być może najdawniejszym europejskim dziele sztuki. Jego zdaniem to przełomowy dowód na to, że neandertalczycy – podobnie jak *Homo sapiens* – tworzyli sztukę i posługiwali się symbolami. ■

LENA SZYMAŃSKA

Podczas wykopalisk w lipcu 2022 roku w schronisku skalnym San Lázaro na obrzeżach hiszpańskiej Segowii archeolodzy natrafili na mierzący 20 cm kamień z wyraźną ochrową plamą. *Wszyscy pomyśleliśmy o tym samym. Patrzyliśmy na siebie i powtarzaliśmy: To wygląda jak twarz!* – relacjonuje **David Álvarez Alonso**, archeolog z Uniwersytetu Complutense w Madrycie. Zespół postanowił zweryfikować hipotezę, że czerwony ślad jest celowo umieszczonym odciskiem palca, umiejscowionym dokładnie między naturalnymi wgłębieniami przypominającymi oczy i usta.



ILUSTRACJA: MIDJOURNEY AI

■ **Neandertalczycy byli równie zręczni jak przedstawiciele gatunku *Homo sapiens*, a odkrycie kamienia z kropką dowodzi, że cechowała ich także wrażliwość artystyczna.**





FOTO: ALONSO ET AL./ARCHAEOLOGICAL AND ANTHROPOLOGICAL SCIENCES

■ **Kamień odnaleziono w 2022 roku pod półtorametrową warstwą osadów w schronisku skalnym San Lázaro w hiszpańskiej Segowii.**

FOTO: ALONSO ET AL./ARCHAEOLOGICAL AND ANTHROPOLOGICAL SCIENCES

eprasa.pl 3fd5d50475



Neandertalczycy władali ogniem, wytwarzali narzędzia, broń, liny oraz klej ze smoły – nie ma więc powodu, by wątpić w ich zdolności do tworzenia sztuki.



FOTO: ALONSO ET AL./ARCHAEOLOGICAL AND ANTHROPOLOGICAL SCIENCES

Pigment naniesiono na kamień świadomie; zawierał tlenki żelaza i iły, których brakowało w najbliższym otoczeniu stanowiska.



FOTO: ALONSO ET AL./ARCHAEOLOGICAL AND ANTHROPOLOGICAL SCIENCES

Analiza multispektralna czerwonej plamy pozwoliła zidentyfikować odcisk palca należący do dorosłego mężczyzny, najpewniej neandertalczyka.



FOTO: ALONSO ET AL./ARCHAEOLOGICAL AND ANTHROPOLOGICAL SCIENCES



Kamień tuż po odkryciu (u góry) i po oczyszczeniu. To świadectwo pareidolii – umiejętności dostrzegania ludzkiej twarzy w obiekcie nieożywionym.

eprasa.pl 3fd5d50475

Z leksykonu zielarza, czyli niesamowite zioła tuż obok nas

27. odcinek

W czasach rosnącego zainteresowania naturalnymi metodami wspierania zdrowia, leksykony zielarstwa stają się kluczowym narzędziem w poszukiwaniu skutecznych i bezpiecznych sposobów poprawy samopoczucia.

Nasza flora obfituje w ponad 280 gatunków leczniczych ziół. Rośliny te są skarbnicą biologicznie czynnych substancji mających unikalne uzdrawiające właściwości. Każde zioło kryje w sobie jedyną w swoim rodzaju kompozycję składników, nadającą mu specyficzne działanie. Przyjrzyjmy się bliżej trzem powszechnie cenionym roślinom: wierzbownicy, kocankom i pięciornikowi.

Wierzbownica drobnokwiatowa

(*Epilobium parviflorum*)

Rodzina: wiesiołkowate

W Europie spotkamy ją niemal na każdym kroku – od środkowej Szwecji, przez Wyspy Brytyjskie, aż po Afrykę Północną i Indie. Wierzbownica drobnokwiatowa preferuje przede wszystkim stanowiska zacienione i wilgotne. Czasem rośnie przy leśnych ścieżkach czy nad brzegami strumieni, a kiedy indziej pojawia się jako chwast w sadach i na polach uprawnych. Występuje pospolicie na całym terenie Polski, choć rzadziej w południowo-zachodnim regionie kraju.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Wierzbownica drobnokwiatowa zbierana jest zazwyczaj w naturze w czystych rejonach, na samym początku okresu kwitnienia. Ten wieloletni gatunek osiąga zazwyczaj od 20 do 80 cm wysokości.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Napar z liści wierzbownicy drobnokwiatowej zawiera związki o działaniu hormonopodobnym – łagodzi uciążliwe objawy towarzyszące menopauzie.

ZIELE UROLOGICZNE

W medycynie ludowej wierzbownica odgrywa wyjątkowo ważną rolę. Zawarte w niej substancje czynne wspierają prawidłowe funkcjonowanie prostaty – łagodzą ból przy oddawaniu moczu, zmniejszają częstomocz i niwelują uciążliwe objawy nietrzymania moczu. Sięga się po nią także przy chorobach nerek oraz stanach zapalnych pęcherza. W przypadku infekcji układu moczowego warto łączyć ją z innymi ziołami: żurawiną, nawłocią, rdestem ptasim, płesznikiem, skrzypem i brzozą. Przyjmowane w odpowiedniej dawce związki biologicznie czynne pomagają kobietom łagodzić objawy menopauzy, takie jak huśtawki nastrojów czy uderzenia gorąca i zimna. W tym zastosowaniu korzeń wierzbownicy najczęściej łączy się z kwiatostanami koniczyny. Ponadto roślina ta ma potwierdzone działanie przeciwzapalne – regularna suplementacja pomaga dbać o zdrowie stawów i ścięgien, wspierając ich elastyczność i ruchomość. Stosowany zewnętrznie odwar z wierzbownicy przyspiesza regenerację tkanek, dlatego sprawdza się przy gojeniu drobnych ran, zarówno suchych, jak i sączących się.

NA SKÓRĘ I GOJENIE RAN

Ze względu na dobroczynny wpływ na układ moczowy i nerki wierzbownica stanowi istotny składnik oczyszczających mieszanek ziołowych. Można stosować ją pomocniczo przy różnego rodzaju schorzeniach skórnych, a w postaci przemywań – do trudno gojących się skaleczeń czy owrzodzeń podudzi. Swoje właściwości roślina zawdzięcza bogatemu zestawowi substancji czynnych: flawonoidom, kwasom fenolowym i garbnikom. Wykazują one działanie przeciwzapalne, przeciwobrzękowe oraz ochronne na naczynia krwionośne i błony śluzowe. Za kluczowy składnik uważa się oenotainę B o silnych właściwościach antyoksydacyjnych, przeciwzapalnych, przeciwbakteryjnych i wspomagających odporność.

Kocanki włoskie

(*Helichrysum italicum*)

Rodzina: astrowate

Srebrzyste liście kocanek sprawiają, że roślina ta doskonale prezentuje się



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Ta zimozielona i wyjątkowo aromatyczna krzewinka dorasta zaledwie do 20–50 cm wysokości.

eprasa.pl 3fd5d50475

w kompozycjach ogrodowych, tworząc efektowny kontrast z zielenią innych gatunków. To jednak nie tylko roślina ozdobna i lecznicza, lecz również aromatyczna przyprawa. Przez cały rok jej świeże lub suszone listki można dodawać do zup, sałatek, dań rybnych oraz pieczonych mięs. Świetnie wzbogacają także smak gotowanego ryżu i ziemniaków. Posiadają lekko gorzkawy posmak (przypominający piołun lub szałwię) i naturalnie odstraszają niektóre owady, np. mole odzieżowe i spożywcze. Zapachu kocanek wyjątkowo nie lubi też dzika zwierzyna – posadzone wokół nieogrodzonej działki mogą skutecznie ochronić ogród przed obgryzaniem przez sarny czy jelenie.

SŁOŃCE I ZŁOTO

Nazwa botaniczna *Helichrysum* pochodzi z języka greckiego – to połączenie



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Kocanki zawierają liczne substancje lecznicze, w tym flawonoidy, olejki eteryczne, garbniki, fitosterole, glikozydy, alkaloidy i kwasy organiczne.

słów *helios* (słońce) oraz *chrysos* (złoto), co bezpośrednio nawiązuje do złocistej barwy kwiatów. W stanie dzikim kocanki rosną powszechnie w rejonie Morza Śródziemnego i na Bałkanach: na Półwyspie Iberyjskim, we Włoszech, Słowenii, Chorwacji, Bośni i Hercegowinie, Czarnogórze oraz w Grecji. Uwielbiają słoneczne, suche stanowiska z przepuszczalną, piaszczystą glebą (tolerują też podłoże lekko kwaśne). W Polsce kocanki włoskie naturalnie nie występują. W naszym klimacie są popularną rośliną ozdobną. Rozmnaża się je z nasion, sadzonek pędowych lub przez podział kęp. Liście i kwiaty najlepiej zbierać w słoneczne dni, a ze względu na wrażliwy olejek eteryczny należy suszyć je w temperaturze do 35°C.

SILNY ANTYOKSYDANT

W ziołolecznictwie i farmacji wykorzystuje się przede wszystkim olejek eteryczny oraz ekstrakt alkoholowy z kocanek. Już przed wiekami olejek stosowano na podrażnienia skóry, siniaki, skręcenia, ból stawów czy dolegliwości artretyczne – i z tych samych powodów ceniony jest dzisiaj. Kocanki należą do silnych antyoksydantów: wspierają detoksykację i pracę wątroby, wzmacniają odporność oraz pomagają chronić drogi oddechowe przy infekcjach, zapaleniu oskrzeli czy astmie. Wspomagają również trawienie, przynoszą ulgę w bólach żołądka, stymulują wydzielanie żółci i podkręcają metabolizm. Łagodzą bolesne skurcze miesiączkowe i pomagają stabilizować poziom hormonów w okresie menopauzy (w tym celu stosuje się je w formie nalewki lub naparu). Z kolei okłady z maceratu ze świeżych, rozdrobnionych roślin łagodzą ból, przyspieszają wchłanianie siniaków i obrzęków. Pomagają także przy reumatyzmie i chorobach stawów, przyspieszając ich regenerację.

Pięciornik rozłogowy

(*Potentilla reptans*)

Rodzina: różowate

Ta wszechstronna bylina rośnie dziko na terenie Europy, Azji i Afryki Północnej. Dłoniaste liście, zazwyczaj pięciolistkowe, wyrastają na płożących się lub podnoszących nadziemnych łodygach o długości od 30 do 100 cm. Piękne, jaskrawożółte pięciopłatkowe kwiaty są widoczne już z daleka.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Pięciornik rozłogowy rośnie powszechnie niemal w całej Europie (z wyjątkiem skrajnych rejonów północnych), a także w Azji Mniejszej, Kazachstanie, Kaszmirze, zachodnich Himalajach i Afryce Północnej.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

Pięciornik rozłogowy kwitnie nieprzerwanie od czerwca do sierpnia, a jego owocami są drobne, rdzawo-brązowe niełupki.

UWAGA NA PRZECHOWYWANIE

Pięciornik można spotkać na łąkach, miedzach, zboczach, w przydrożnych rowach i na obrzeżach lasów. Szuka przede wszystkim gleb bogatych w azot. Surowcem zielarskim jest korzeń (*Radix Tormentillae*), pozyskiwany w marcu i kwietniu (przed rozwinięciem liści) lub jesienią – od września do października. Suszy się go w temperaturze do 40°C i przechowuje w szczelnie zamkniętych pojemnikach. W przeciwnym razie wartościowe lecznicze garbniki utleniają się w nieaktywne flobafeny (tzw. czerwienie katechinowe). Korzeń zawiera do 22% garbników katechinowych, a także alkohole triterpenowe, glikozydy i żywice.

DZIAŁA PRZECIWBIEGUNKOWO

Ze względu na silne działanie ściągające pięciornik jest stosowany głównie jako środek przeciwbiegunkowy, przy dolegliwościach żołądkowych, czerwonce, krwawieniach z przewodu pokarmowego oraz przy zbyt obfitych miesiączkach. Wykazuje też właściwości przeciwzapalne i przeciwbakteryjne. Zewnętrznie napary wykorzystuje się do okładów na trudno gojące się wrzody, odmrożenia, a także przy dnie moczanowej i reumatyzmie (często w postaci papki ze świeżo rozdrobnionego korzenia połączonego z chrzanem). Odwar służy również do płukania jamy ustnej przy stanach zapalnych, anginie, krwawieniu dziąseł czy po wyrwaniu zęba. Warto jednak pamiętać o umiarze: wysokie stężenie garbników u osób wrażliwych może przy przedawkowaniu wywołać mdłości i odruch wymiotny. ■

ANNA LATO

eprasa.pl 3fd5d50475

Dwa lata temu astronomowie odkryli planetoidę, która otrzymała oznaczenie 2024 YR4. Obiekt ten od razu przyciągnął uwagę badaczy – głównie dlatego, że jego orbita nie była jeszcze dokładnie wyznaczona, a wstępne modele dopuszczały niewielkie ryzyko zderzenia z Ziemią.

Naukowcy obserwują obiekt,

który w 2032 roku może utworzyć nowy krater. Na szczęście nie na Ziemi

Gdy jednak napłynęły kolejne dane obserwacyjne, trajektorię lotu doprecyzowano a zagrożenie upadkiem na naszą planetę praktycznie wyeliminowano. Na tym jednak historia się nie skończyła, a uwaga naukowców przeniosła się w stronę Księżyca.

Według dotychczasowych szacunków obiekt ma średnicę od 40 do 90 metrów. Choć rozmiar ten nie niesie ze sobą ryzyka globalnej katastrofy, wciąż mowa o ciele zdolnym do wyrządzenia ogromnych zniszczeń w miejscu uderzenia. Dziś okazuje się, że w grudniu 2032 roku 2024 YR4 może wejść w kolizję właśnie z Księżycem. Prawdopodobieństwo tego zdarzenia nie jest wprawdzie duże, ale trudno też uznać je za marginalne – aktualne wyliczenia mówią o około 4% ryzyku.

ILUSTRACJA: NASA



Asteroida o średnicy kilkudziesięciu metrów stanowi idealny obiekt testowy dla modeli służących do wyliczania orbit oraz szacowania ryzyka.

KOLIZJA Z KSIĘŻYCEM?

Dla naukowców to wręcz fascynująca okazja. Znają dokładne rozmiary obiektu, jego orbitę i wytypowane miejsce ewentualnego uderzenia. Gdyby planetoida rzeczywiście zderzyła się z powierzchnią Księżyca, powstały krater mógłby liczyć od kilkuset metrów do nawet 1 km średnicy. W warunkach księżycowych byłoby to wydarzenie spektakularne, dające się szczegółowo śledzić za pomocą teleskopów oraz sond na orbicie.

Kanadyjski astronom **Paul Wiegert** obliczył, że taka kolizja uwolniłaby energię porównywalną z potężną eksplozją jądrową, wyżłobiła krater o kilometrowej średnicy i wyrzuciła w przestrzeń aż 100 tysięcy ton księżycowych skał oraz pyłu. Zdaniem Wiegerta byłoby to największe uderzenie w Księżyc na przestrzeni ostatnich 5 000 lat.

Po uderzeniu w kosmos wzbiłaby się ogromna ilość księżycowego materiału, tworząc tymczasową chmurę pyłową. Najdrobniejsze ziarna mogłyby teoretycznie dotrzeć aż do Ziemi. Nie stanowiłoby to jednak żadnego zagrożenia – byłby to raczej porywający fenomen przyrodniczy, a w skrajnym wypadku niezwykle widowiskowy rój meteorów.

ZIEMIA (NA RAZIE) BEZPIECZNA

Nawet jeśli asteroida rzeczywiście zderzy się z Księżycem, dla życia na Ziemi nie będzie to miało żadnych odczuwalnych konsekwencji. Zdarzenie to w żaden sposób nie wpłynie na masę, orbitę czy oddziaływanie grawitacyjne naszego satelity – przypływy i odpływy oceanów będą przebiegać dokładnie tak samo jak dotychczas. Nie grozi nam również oderwanie fragmentu Księżyca, co sugerowały niektóre sensacyjne doniesienia w mediach społecznościowych. Jedynym trwałym śladem pozostanie nowy krater.

ILUSTRACJA: CANVA



Nawet jeśli asteroida 2024 YR4 rzeczywiście uderzy w Księżyc, z punktu widzenia nauki będzie to wydarzenie wysoce ekscytujące, a nie niebezpieczne.

Nikt na powierzchni Ziemi nie musi obawiać się najmniejszego niebezpieczeństwa – podkreśla Wiegert. *Nie spodziewamy się opadu wielkich głazów ani niczego większego niż kostka cukru, a nasza atmosfera bez problemu nas przed tym ochroni. Trzeba jednak pamiętać, że te drobiny pędzą szybciej niż pocisk – w przypadku uderzenia w sztucznego satelitę mogłyby wyrządzić pewne szkody.*

Obecnie asteroida znajduje się zbyt daleko i jest za słabo widoczna, by prowadzić dalsze obserwacje, dlatego astronomom pozostaje cierpliwe oczekiwanie. Obiekt zbliży się do nas ponownie dopiero około 2028 roku. Wtedy zebrane dane pozwolą na dokładniejsze wyliczenia i trafniejszą prognozę. Do tego czasu modele orbitalne mogą ulec jeszcze nieznacznym korektom – zwiększając prawdopodobieństwo kolizji i całkowicie ją wykluczając.

Astronom planetarny **Andy Rivkin** zwraca uwagę, że 2024 YR4 jest wyjątkowa także z innego powodu – stawia przed nami zupełnie nowe pytania. Po pierwsze, pozwoli w praktyce sprawdzić skutki uderzenia takiego obiektu w ciało niebieskie, a po drugie, znacząco rozszerza samo pojęcie obrony planetarnej. ■

STANISŁAW GAJDA

JAK OBLICZA SIĘ PRAWDOPODOBIEŃSTWO UDERZENIA ASTEROIDY?

System *Sentry Risk Table*, opracowany przez NASA, to zautomatyzowany program nieprzerwanie monitorujący tysiące znanych asteroid. Dla każdego obiektu oblicza przyszłe trajektorie i ocenia, czy któraś z nich niesie ze sobą ryzyko kolizji. Jeśli taki scenariusz się pojawi, asteroida trafia na listę ciał potencjalnie niebezpiecznych. Precyzja wyznaczenia orbity zależy od liczby wykonanych pomiarów. Gdy seria danych jest krótka i niepełna, obliczenia uwzględniają szeroki wachlarz wariantów, z których część może wskazywać na kurs kolizyjny. W miarę przybywania nowych obserwacji stopień niepewności maleje, a większość fałszywych alarmów zostaje wyeliminowana. Do oceny stopnia zagrożenia służą również dedykowane skale. Jedną z nich jest skala Torino, która za pomocą kolorów i cyfr określa stopień ryzyka. Wartość 0 oznacza całkowity brak zagrożenia, a poziomy 1 i 2 przypisuje się obiektom wartym dalszego śledzenia, które jednak najpewniej miną Ziemię w bezpiecznej odległości. Wyższe stopnie rezerwuje się dla sytuacji wyjątkowych. Asteroida 2024 YR4 klasyfikowana była na niższych poziomach, ponieważ nawet w najgorszym możliwym scenariuszu nie stwarzała zagrożenia w skali globalnej. ■



ILUSTRACJA: ESA

eprasa.pl 3fd5d50475

Im więcej ludzi zamieszkuje naszą planetę, i im wyższej średniej wieku dożywamy, tym większe staje się zapotrzebowanie na zamienniki chorych organów. Niestety, narządów od dawców drastycznie brakuje. Z tego powodu naukowcy intensywnie poszukują zupełnie nowych rozwiązań. Obok eksperymentów z ksenotransplantacją tkanek pochodzących od zwierząt skupiają się na drukowaniu organów w technologii 3D. Czy zbliżamy się już do momentu, w którym stworzymy w pełni funkcjonalne narządy, czy też czeka nas jeszcze długa i wyboista droga?

Narządy z drukarki 3D: Przyszłość medycyny czy na razie tylko sci-fi?

Zapotrzebowanie na transplantacje nieustannie rośnie, podczas gdy na całym świecie odczuwalny jest dotkliwy brak dawców. Głównym celem badaczy stało się zatem wykorzystanie druku 3D do produkcji tak skomplikowanych organów, jak wątroba, serce czy nerki. Ostatnie sukcesy wskazują na rewolucyjny wpływ, jaki ta technologia może wywrzeć na medycynę w ciągu najbliższych dekad. Przed nami jednak wciąż szereg kamieni milowych do pokonania, dlatego na narządy z drukarki przyjdzie nam jeszcze poczekać. Optymistyczne prognozy mówią o perspektywie od 15 do 20 lat.



FOTO: ESA

Do biodruku 3D zamiast plastiku wykorzystuje się specjalne biotusze złożone z żywych komórek, hydrożeli oraz substancji odżywczych.

JAK DZIAŁA BIODRUK?

Biodruk 3D polega na warstwowym nanoszeniu żywych komórek oraz biomateriałów, które wspólnie tworzą struktury imitujące prawdziwe tkanki. Jest to zatem odmiana wytwarzania przyrostowego – dobrze znana z przemysłowego druku 3D – ale wymagająca użycia znacznie delikatniejszych komponentów. Urządzenie nanosi warstwa po warstwie tzw. biotusze (mieszaniny komórek, substancji odżywczych i wspomagających hydrożeli) według cyfrowego wzorca. Powstaje w ten sposób struktura, która po dojrzeniu w inkubatorze zaczyna zachowywać się jak funkcjonalna tkanka. Biotusze zawierają przy tym nie tylko same komórki, lecz również cząsteczki nośnikowe zapewniające im stabilne oparcie i składniki odżywcze.

TRZY KROKI DO WYDRUKOWANEGO NARZĄDU

Sam proces druku przebiega w trzech etapach. Pierwszym z nich jest faza przygotowawcza. Najpierw za pomocą biopsji pobiera się komórki od pacjenta. Następnie obrazy z tomografii komputerowej (CT) lub rezonansu magnetycznego (MRI) pacjenta są konwertowane na cyfrowy model 3D, służący jako wzorzec do stworzenia tkanki. Pobrane komórki namnaża się i miesza z hydrożelem – miękkim, wodnistym materiałem, który imituje środowisko tkankowe i dostarcza komórkom tlen oraz substancje odżywcze. Tak przygotowana mieszanka staje się biotuszem. W drugim kroku następuje właściwy biodruk: tusz jest precyzyjnie nanoszony warstwowo, zgodnie z modelem cyfrowym.

DOKŁADNA KOPIA PIERWOTNEGO NARZĄDU

Stosowane technologie obejmują druk ekstruzyjny, atramentowy (inkjet), metody laserowe oraz stereolitografię. Każda z nich ma swoje unikalne zalety i wady, dlatego dobiera się je w zależności od specyfiki projektowanego wydruku. Podczas całego procesu kluczowa jest

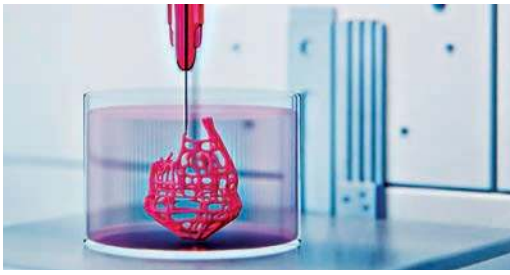


FOTO: SHUTTERSTOCK

Biotusze są nanoszone precyzyjnie warstwa po warstwie, podobnie jak ma to miejsce w klasycznym druku 3D.

stabilność komórek oraz niezwykła precyzja ich nanoszenia – tylko wtedy końcowa struktura będzie wiernie odwzorowywać anatomię pacjenta. Ostatnią fazą jest etap dojrzewania (post-druk), podczas którego wydrukowana tkanka trafia do inkubatora. Tam komórki dojrzewają, łączą się ze sobą, namnażają się i tworzą funkcjonalne układy. Na tym etapie usuwa się również tzw. tusze tymczasowe (pomocnicze), wprowadzane do materiału jedynie po to, by uformować kanaliki lub wolne przestrzenie.

GŁÓWNA PRZESZKODA NA DRODZE DO NARZĄDÓW Z DRUKU 3D

Oprócz biotuszów zawierających żywe komórki, hydrożele i substancje odżywcze, w procesie tym wykorzystuje się również struktury wspierające (tzw. scaffoldy lub rusztowania), które pomagają utrzymać pożądany kształt i ułatwiają komórkom organizację przestrzenną. Biodruk jest niezwykle wymagający, ponieważ komórki wykazują dużą wrażli-

eprasa.pl 3fd5d50475

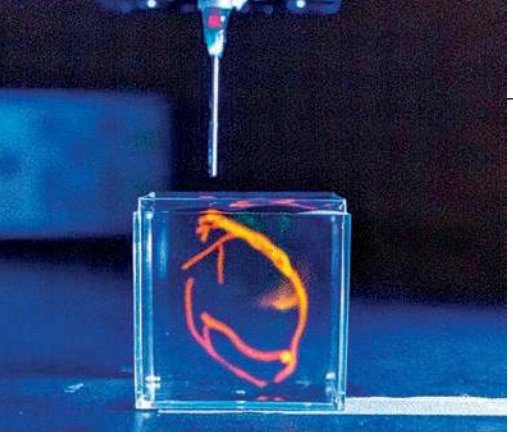


FOTO: ANDREW BRODHEAD

Hydrożele pełnią funkcję „rusztowania budowlanego" – stwarzają komórkom warunki do wzrostu i łączenia się w tkankę.

wość na ciśnienie, temperaturę i środowisko chemiczne. Co więcej, większość narządów potrzebuje do przetrwania funkcjonalnej sieci naczyniowej. To właśnie naczynia krwionośne stanowią jak dotąd największe wyzwanie technologiczne, uniemożliwiające drukowanie bardziej złożonych organów, takich jak serce. Niemniej jednak i na tym polu naukowcy osiągają znaczące postępy.

CHRZĄSTKA, SKÓRA I KOŚĆ

Pierwsze funkcjonalne konstrukcje tkankowe zaczęły powstawać po 2006 roku. Badań dokonywano na tkankach o stosunkowo prostej architekturze, które nie wymagały skomplikowanego unaczynienia (waskularyzacji) – takich jak skóra, chrząstka czy kość. Dziś płaty skórne wydrukowane w technologii 3D trafiają już do pierwszych zastosowań klinicznych, zwłaszcza przy leczeniu ciężkich oparzeń, trudne gojących się ran i owrzodzeń. Tkanki chrzęstne są z sukcesem drukowane na potrzeby rekonstrukcji uszu, nosa czy powierzchni stawowych (obecnie w fazie badań przedklinicznych i wczesnych klinicznych). Z kolei implanty kostne z biodruku testuje się jako uzupełnienie ubytków w czaszce lub szczęce, a w przyszłości planuje się ich wykorzystanie do odbudowy innych kości.

LECZENIE OPARZEŃ BEZ RYZYKA INFEKCJI

W przypadku rozległych oparzeń medycyna najczęściej polega na przeszczepach skóry – własnej pacjenta bądź pochodzącej od dawcy. Głównym ryzykiem wiążącym się z taką procedurą jest groźba infekcji, i to zarówno w miejscu pobrania płata, jak i w miejscu jego wszczepienia. Pod tym względem zamienniki z biodruku mogą przynieść przełom, ponieważ ich właściwości antybakteryjne da się znacząco wzmocnić już na etapie produkcji. Z tego powodu uwaga naukowców skupiła się niedawno na wzbogacaniu biotuszów ekstraktami bioaktywnymi, które podnoszą ich zdolności przeciwbakteryjne.

OLEJEK ETERYCZNY W BIOTUSZU

Do biotuszu przeznaczonego do druku przeszczepów skóry dodano eksperymentalnie ekstrakt etanolowy z *Satureja cuneifolia* – rośliny znanej ze swoich silnych właściwości antybakteryjnych. Wykazał on wysoką skuteczność w walce z bakteriami gram-dodatnimi (np. gronkowcem złocistym *Staphylococcus aureus*), choć okazał się mniej skuteczny wobec szczepów gram-ujemnych, takich jak *Escherichia coli*. Wynikało to prawdopodobnie z ograniczonej zdolności olejków eterycznych do przenikania przez hydrofobowe błony bakteryjne. Choć ekstrakt wykazał ogromny potencjał m.in. w leczeniu owrzodzeń cukrzycowych, jego stężenia w biotuszu nie można już zwiększyć ze względu na ryzyko toksyczności dla samych komórek.

ANTYBAKTERYJNE WŁAŚCIWOŚCI SREBRA

Eksperci skierowali więc uwagę na wykorzystanie srebra. Niedawne badania wykazały, że dwuwarstwowy materiał podłożowy – składający się z górnej warstwy żelowej ze srebrem oraz dolnej, zawierającej czynnik wzrostu PDGF-BB (stymulujący migrację i przeżywalność komórek) – potrafi skutecznie połączyć działanie przeciwdrobnoustrojowe z regeneracyjnym. Konstrukt ten wykazał silną reakcję przeciwko *P. aeruginosa*, *S. aureus* oraz *E. coli*, nie przejawiając przy tym toksyczności wobec fibroblastów (głównych komórek tkanki łącznej) i komórek odpornościowych.



FOTO: CELLINK.COM

Biodruk chrząstki ucha należy do najszybciej rozwijających się gałęzi medycyny regeneracyjnej.

WSPOMAGANIE DRÓG ODDECHOWYCH W 3D

Eksperymentalnie wykorzystano również wydrukowane w 3D stenty tchawiczne u dzieci cierpiących na ciężką tracheobronchomalację. To groźne schorzenie prowadzi do zwiotczenia ścian tchawicy i oskrzeli, przez co drogi oddechowe zapadają się podczas oddychania. Zespół z Georgia Tech oraz Children's Healthcare of Atlanta z sukcesem zastosował elastyczne stenty 3D u małego pacjenta, którego życie było bezpośrednio zagrożone. Zastosowanie to miało jednak jak dotąd charakter jednostkowy, a użycie implantu wymagało uzyskania specjalnej zgody amerykańskiej Agencji Żywności i Leków (FDA).

BIODRUK 3D JAKO NARZĘDZIE DO TESTOWANIA LEKÓW

W tym samym czasie, gdy powstawały pierwsze proste tkanki, podjęto próby stworzenia hodowli narządopodobnych (tzw. organoidów lub mininarządów) oraz mikroskopijnych kanałów naczyniowych. Dzięki temu po 2010 roku biodruk zaczął być na szeroką skalę wykorzystywany w branży farmaceutycznej. Powstały trójwymiarowe modele wątroby i nerek służące do weryfikacji działania leków. Dziś to właśnie ten obszar rozwija się najdynamiczniej. Pozwala na precyzyjne modelowanie ludzkiej fizjologii bez konieczności prowadzenia testów na zwierzętach. Biodrukowane modele tkanek dostarczają obecnie cennych danych klinicznych, przyspieszając rozwój nowych terapii.

NA DRODZE DO PRAWDZIWYCH WYDRUKOWANYCH NARZĄDÓW

Użycie komórek pobranych od konkretnego pacjenta otwiera drzwi do medycyny spersonalizowanej – a przez to o wiele skuteczniejszej. Ponadto technologia ta może ułatwić poznanie rzadkich chorób uwarunkowanych genetycznie, których badanie na modelach zwierzęcych jest mocno ograniczone. Równolegle trwają prace nad tworzeniem gęsto unaczynionych tkanek, niezbędnych do biodruku skomplikowanych organów, z wykorzystaniem biotuszów rozpuszczalnych. Rozwój mikrofluidyki – nauki badającej zachowanie płynów w mikroskali – umożliwił po 2016 roku połączenie biodruku z przełomową technologią „organ-on-a-chip" („narząd na chipie").

NARZĄDY NA CHIPIE

Są to mikrofluidalne płytki 3D, zazwyczaj wielkości pendrive'a, wykonane z przezroczystego tworzywa (np. silikonu). W ich wnętrzu znajdują się mikrokanały z mikroskopijnym przepływem

eprasa.pl 3fd5d50475

płynów oraz żywe komórki danego narządu. Komórki poddaje się działaniu sił mechanicznych (np. rytmicznemu rozciąganiu), podczas gdy płyny w kanalikach dostarczają substancje odżywcze, hormony czy osocze. System ten precyzyjnie naśladuje pracę prawdziwych ludzkich organów, umożliwiając badanie procesów biologicznych i reakcji na leki znacznie dokładniej niż tradycyjne hodowle na szalkach Petriego czy testy na zwierzętach.

WYDRUKOWANE NEFRONY PRODUKUJĄCE MOCZ

Szybki postęp w dziedzinie biodruku 3D doprowadził do stworzenia pierwszych funkcjonalnych mininarządów. W 2024 roku naukowcom z Wake Forest University udało się wydrukować nefrony – podstawowe jednostki strukturalne nerek, zdolne do filtrowania krwi i produkcji moczu. Osiągnięcie to uznano za kamień milowy: udowodniono, że biodrukowana tkanka nerkowa potrafi odwzorować kluczowe funkcje życiowe prawdziwego organu. Mimo że jest to najbardziej zaawansowana demonstracja tego typu na świecie, do wyhodowania pełnowymiarowej, działającej nerki wciąż jeszcze daleko.

FUNKCJONALNA TKANKA SERCOWA I WĄTROBOWA

Stworzonym nefronom brakuje pełnej sieci naczyniowej zapewniającej długotrwałą perfuzję (przepływ krwi), nie posiadają też kłębuszków nerkowych, które działają jak pierwotne filtry krwi. Ich działanie zaprezentowano dotychczas wyłącznie w warunkach laboratoryjnych. Osobnym sukcesem było wyhodowanie biodrukowanych tkanek wątrobowych, wykorzystywanych obecnie w toksykologii. Z kolei naukowcy z Uniwersytetu w Tel Awiwie wydrukowali „łatkę" sercową przeznaczoną do regeneracji uszkodzonego mięśnia sercowego.

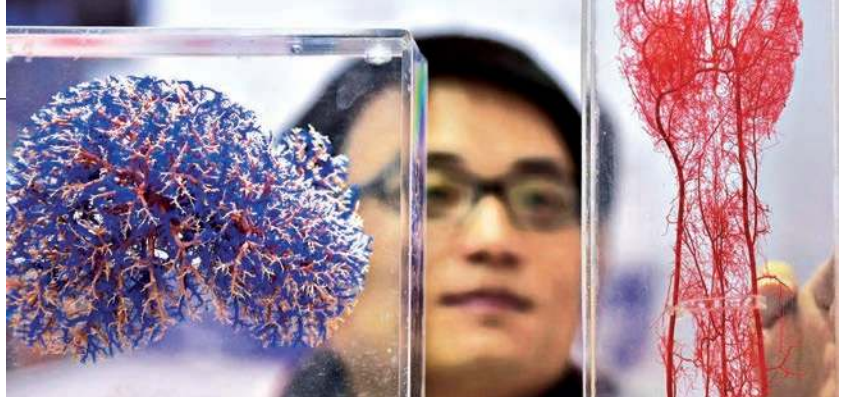


FOTO: YOUTUBE.COM

■ **Już dziś możliwe jest drukowanie fragmentów wątroby, nerek czy skóry do testowania leków, a także struktury chrzęstnej i kości.**

BEZ FUNKCJONALNYCH NACZYŃ KRWIONOŚNYCH TO NIE ZADZIAŁA

Wydrukowana tkanka sercowa biła z częstotliwością 80 uderzeń na minutę przez 14 dni. Pokazuje to, że struktury te są zdolne do utrzymywania rytmicznych skurczów, choć badania wciąż znajdują się w fazie przedklinicznej. Największy wysiłek badawczy kieruje się obecnie w stronę waskularyzacji, czyli tworzenia naczyń krwionośnych – bez tego powstanie pełnowymiarowych organów jest niemożliwe. Przełomem było zastosowanie technologii SWIFT *(Sacrificial Writing in Functional Tissue)*, która pozwala na stworzenie pustych kanalików wewnątrz gęstej, żywej masy komórkowej. Kanaliki te odgrywają rolę naczyń, umożliwiając dystrybucję tlenu i substancji odżywczych w głębszych strukturach tkanki.

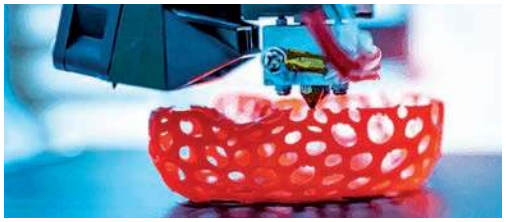


FOTO: UNIVERSITY OF ST ANDREWS

■ **Biodruk 3D otwiera drzwi do medycyny spersonalizowanej – tworzenia tkanek dopasowanych do konkretnego pacjenta.**



FOTO: 3DPRINT.COM

■ **Do drukowania w pełni funkcjonalnych organów wciąż prowadzi daleka droga, lecz gdy to nastąpi, będziemy świadkami prawdziwej rewolucji w transplantologii.**

ZASADNICZY POSTĘP W WASKULARYZACJI

Pierwotne kanaliki SWIFT były wprawdzie krok milowym, ale stanowiły jedynie jednowarstwowe rurki, niemające wiele wspólnego ze złożonością prawdziwych naczyń krwionośnych. W 2024 roku zespół z Harvard SEAS oraz Wyss Institute zaprezentował udoskonaloną technologię *coaxial SWIFT* (co-SWIFT). Pozwoliła ona po raz pierwszy uformować wielowarstwowe, rozgałęzione i w pełni funkcjonalne naczynia krwionośne wewnątrz wydrukowanej tkanki sercowej – jednego z najbardziej wymagających środowisk biologicznych. Twórcy metody określają to osiągnięcie jako kluczowy krok na drodze do tworzenia narządów do transplantacji.

WYKORZYSTANIE AI DO OPTYMALIZACJI BIODRUKU 3D

Biodruk coraz silniej integruje się ze sztuczną inteligencją. Algorytmy AI pomagają optymalizować strukturę tkanek, dobierać skład biotuszów oraz precyzyjnie sterować pracą samej drukarki. W perspektywie długoterminowej – po 2030 roku – eksperci spodziewają się, że produkcja w pełni funkcjonalnych narządów stanie się osiągalnym celem. Prognozuje się połączenie biodruku z edycją genów oraz zaawansowanymi terapiami komórkowymi. Największą zaletą biodruku 3D (np. w porównaniu z ksenotransplantacją) pozostaje możliwość wykorzystania komórek własnych pacjenta, co redukuje ryzyko odrzucenia przeszczepu niemal do zera.

DYLEMAT ETYCZNY DO ROZWIĄZANIA

Choć druk 3D ogranicza część dylematów etycznych związanych z badaniami na zwierzętach, rodzi nowe pytania dotyczące pozyskiwania, przechowywania i możliwego nadużywania ludzkiego materiału biologicznego. Tempo wdrażania tej technologii zależy od rozwiązania tych problemów, akceptacji społecznej oraz potwierdzenia jej bezpieczeństwa w praktyce klinicznej. Biodruk 3D ma zapoczątkować erę bardziej niezawodnych, tańszych i humanitarnych badań. W medycynie regeneracyjnej daje nadzieję na rozwiązanie problemu niedoboru dawców i ograniczenie potrzeby stosowania leków immunosupresyjnych. Biodrukowane organoidy mogą wspierać leczenie nowotworów, a także znaleźć zastosowanie podczas długotrwałych misji kosmicznych. ■

LENA SZYMAŃSKA

eprasa.pl 3fd5d50475



ILUSTRACJA: YOUTUBE.COM

■ Długoszyje plezjozaury polowały zazwyczaj na ryby. Jednocześnie same mogły stać się łatwym łupem dla znacznie groźniejszych drapieżników.

Potwory z głębin!

Mozazaur mógł królować również w rzekach

To miało być królestwo krokodyli. Jednak przez nurt rzeki sunie nowy drapieżnik. Potężny mozazaur, dotąd polujący wyłącznie w słonych wodach, bez trudu przystosowuje się do nowego środowiska. A gdy ten morski gigant pojawia się w okolicy, jedno jest pewne – lepiej nie stawać mu na drodze.

W epoce, gdy na lądach niepodzielnie władały dinozaury, morskie głębiny przemierzały najprzedziwniejsze stworzenia, budzące prawdziwy strach i przerażenie. Wśród nich były gady przypominające legendarne potwory – jak plezjozaury, często łączone z mitem o potworze z Loch Ness. Do najbardziej przerażających łowców tamtych czasów należały jednak bez wątpienia mozazaury. Najnowsze badania sugerują, że nie ograniczały się wyłącznie do mórz i oceanów – mogły zapuszczać się także do rzek. Wskazuje na to analiza zęba odkrytego w Dakocie Północnej.



ILUSTRACJA: DINOSAURPICTURES.ORG

■ Nie tylko mozazaury, lecz także inne gady morskie potrafiły według najnowszych doniesień przystosować się do życia w wodzie słodkiej. Na tym odkryciu opierają swoje argumenty zwolennicy teorii, że słynnym potworem z Loch Ness jest ocalały plezjozaur.

IKONICZNE DŁUGOSZYJE GADY

Ludzie zazwyczaj wrzucają wymarłe morskie „potwory" do jednego worka z dinozaurami. W rzeczywistości jednak, podobnie jak pterozaury, nie należały one do tej grupy. Do najbardziej rozpoznawalnych mieszkańców mezozoicznych mórz zaliczały się długoszyje plezjozaury, reprezentowane choćby przez elasmozaury. Zwierzęta te osiągały nawet 13 metrów długości, a ich charakterystyczna szyja stanowiła niemal połowę całego ciała. Nic więc dziwnego, że składała się z prawie 80 kręgów. To właśnie o tym stworzeniu, zaliczanym do rzędu plezjozaurów *(Plesiosauria)*, często mówi się jako o potencjalnym mieszkańcu szkockiego jeziora Loch Ness. Oczywiście jest to wyłącznie mit pozbawiony jakichkolwiek podstaw naukowych, nad którym eksperci jedynie pobłażliwie kręcą głowami. Jednak dla licznych turystów wizja dawnego gada, ukrywającego się w mrocznych wodach słynnego akwenu, pozostaje niezwykle atrakcyjna.

Aby wprowadzić w tej kwestii pełen porządek pojęciowy, warto dodać, że do rzędu *Plesiosauria* należy stosunkowo szeroka gama morskich drapieżników. Dzieli się je na dwie główne linie ewolucyjne. Pierwszą z nich tworzy podrząd *Plesiosauroidea*, obejmujący wspomniane już elasmozaury. Charakteryzowały się stosunkowo małymi głowami w proporcji do reszty ciała oraz długimi szyjami przypominającymi zwinne węże morskie. Drugą gałęzią jest podrząd *Pliosauroidea*, którego przedstawiciele zaliczali się do potężnych, masywnych drapieżników przemierzających mezozoiczne oceany.

POLOWAŁY GŁÓWNIE NA RYBY

Należy przy tym wyraźnie zaznaczyć, że na początku swojego ewolucyjnego „boomu" plezjozaury wcale nie były aż takimi olbrzymami. Dopiero w toku

eprasa.pl 3fd5d50475

dalszego rozwoju zaczęły osiągać rozmiary, jakimi mogły się poszczycić na przykład elasmozaury – choć te, pomimo swoich imponujących rozmiarów, nie polowały na większe ofiary. Podobnie jak inne długoszyje plezjozaury, żywiły się przede wszystkim rybami. Same natomiast mogły łatwo stać się łupem znacznie groźniejszych drapieżników.



ILUSTRACJA: YOUTUBE.COM

Przedstawiciele rodzaju *Liopleurodon* byli bezwzględnymi zabójcami, którzy podczas polowania wykorzystywali przede wszystkim element zaskoczenia.



ILUSTRACJA: DEVIANART.COM

Koronozaury otrzymały swoją nazwę na cześć tytana Kronosa ze starożytnych greckich podań. I bez cienia wątpliwości były to prawdziwe tytany.

TYTAN Z „KROKODYLĄ" PASZCZĄ

Równie dobrze jak elasmozaury znane są również niektóre drapieżniki należące do podrzędu *Pliosauroidea*. Na szczególną uwagę zasługują zwłaszcza olbrzymy z rodzaju *Kronosaurus*, których szczątki odkryto na terenach dzisiejszej Australii i Kolumbii. Nazwa tych zwierząt nawiązuje do greckiej mitologii, a konkretnie do tytana Kronosa, ojca Zeusa. Panowały na swoich terytoriach mniej więcej od 125 do 100 milionów lat temu.

Krokodylopodobne drapieżniki osiągały długość przekraczającą 10 metrów. Były krótsze od elasmozaurów, a ich budowa znacząco się różniła. Zamiast wydłużonej szyi posiadały krótki, masywny kark zakończony potężną, wydłużoną głową przypominającą paszczę współczesnych krokodyli. Sama czaszka mogła mieć nawet blisko 3 metry długości. W menu kronozaurów znajdowały się wielkie żółwie morskie, głowonogi, a także długoszyje plezjozaury, które często padały ofiarą tych bezwzględnych łowców. Ważące ponad 11 ton zwierzęta nie miały w swoim środowisku wielu rywali.

SIŁA NACISKU SZCZĘK JAK U *TYRANNOSAURUSA REXA*

Wśród najsłynniejszych drapieżników należących do podrzędu *Pliosauroidea* często wymienia się również przedstawicieli rodzaju *Liopleurodon*. Przez długi czas przypisywano im wręcz gigantyczne rozmiary i równie imponującą masę ciała. Szacunki te okazały się jednak efektem błędnej interpretacji odnalezionych skamieniałości. Obecnie paleontolodzy są zgodni, że liopleurodony osiągały długość około 7 metrów i ważyły kilka ton. Mimo to były to zwierzęta doskonale przystosowane do roli morskich zabójców. Uzbrojone w masywne zęby i potężne szczęki prawdopodobnie atakowały swoje ofiary z zaskoczenia. Nie należały przy tym do wybrednych łowców. Polowały na duże ryby i głowonogi, a także nie stroniły od innych gadów morskich.

Osobną grupę w obrębie *Pliosauroidea* stanowią pliozaury. Do najbardziej imponujących ich przedstawicieli zalicza się między innymi *Pliosaurus kevani*, którego siła nacisku szczęk miała być porównywalna z tą, jaką dysponował legendarny *Tyrannosaurus rex*. Niewykluczone, że pliozaury stosowały strategię łowiecką przypominającą metody wykorzystywane przez współczesne żarłacze białe, polegające na błyskawicznym i niszczycielskim ataku na ofiarę.

Podobnie jak kronozaury i liopleurodony, były jednymi z najgroźniejszych drapieżników swoich czasów. W mezozoicznych morzach budziły postrach i zajmowały szczytowe miejsca w łańcuchu pokarmowym, skutecznie dominując nad większością spotykanych tam zwierząt.

RÓŻNORODNE PARAMETRY FIZYCZNE

Nie wszystkie mezozoiczne gady morskie należały jednak do rzędu *Plesiosauria*. Wśród ówczesnych drapieżników zamieszkujących słone wody nie sposób pominąć ichtiozaurów. Zwierzęta te przemierzały oceany w triasie, jurze i kredzie, choć szczyt swojej różnorodności oraz liczebności osiągnęły w dwóch pierwszych z tych okresów. W czasie ewolucyjnego rozkwitu były szeroko rozpowszechnione na całym świecie. Pod względem rozmiarów wykazywały znaczne zróżnicowanie – wśród przedstawicieli tej grupy znajdowały się zarówno potężne drapieżniki zajmujące najwyższe poziomy łańcucha pokarmowego, jak i stosunkowo niewielcy łowcy.



ILUSTRACJA: PINTEREST.COM

***Pliosaurus kevani* był drapieżnikiem o sile nacisku szczęk porównywalnej zdaniem badaczy z legendarnym *Tyrannosaurusem rexem*.**

BARDZIEJ RYBA NIŻ GAD

Choć, podobnie jak plezjozaury, ichtiozaury zalicza się do gadów, kształtem ciała bardziej przypominały ryby lub delfiny. Zresztą sama nazwa „ichtiozaur" oznacza „rybiego jaszczura". Nie miały długiej szyi ani krokodylej paszczy, zamiast tego wykształciły wyraźną płetwę ogonową, która zapewniała im dużą szybkość i zwrotność w wodzie. Spośród wielu mezozoicznych gadów morskich to

eprasa.pl 3fd5d50475

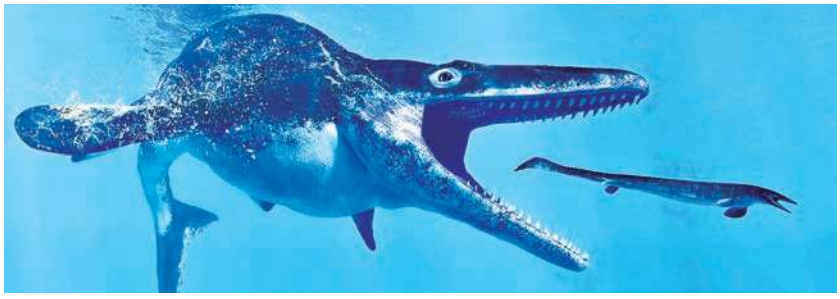
właśnie one najłatwiej wkomponowałyby się we współczesne ekosystemy oceaniczne. Wyróżniał je długi, wąski pysk uzbrojony w liczne ostre zęby. Najczęściej polowały na ryby i inne niewielkie zwierzęta morskie, choć same również mogły paść ofiarą większych drapieżników. Ich najlepszą strategią obronną była szybka ucieczka i unikanie bezpośrednich starć. Według części paleontologów pomagały im w tym wyjątkowo duże oczy oraz doskonale rozwinięty wzrok, dzięki którym mogły dostrzec zagrożenie, zanim same zostały zauważone.

SPOPULARYZOWAŁ GO HOLLYWOODZKI HIT

Odrębny rozdział stanowi potwór, który trafił do powszechnej świadomości dzięki hollywoodzkiej produkcji *Jurassic World*. Gigantyczny drapieżnik mozazaur (w tłumaczeniu: „jaszczur znad rzeki Mozy") w filmowym parku dinozaurów został umieszczony w akwarium niczym delfin w delfinarium, choć jego ekranowe rozmiary były nieco przesadzone. W rzeczywistości największy z nich, *Mosasaurus hoffmannii*, dorastał do długości około 12 metrów, choć niektóre osobniki mogły osiągać nieco większe rozmiary.

Wymarli drapieżnicy z tej grupy są zaliczani do rodziny *Mosasauridae*. Co ciekawe, fragmenty czaszki mozazaura

ILUSTRACJA: DEVIANART.COM



Kwestia wielkości mozazaurów od dawna stanowi przedmiot ożywionych debat naukowych. Do dziś nie ma pełnej jasności co do tego, jak wielkie mogły być te drapieżniki.

zostały odkryte już w 1764 roku w kamieniołomie w pobliżu holenderskiego miasta Maastricht, przez które przepływa wspomniana rzeka Moza. Kilka dekad później brytyjski przyrodnik **William Conybeare** (1787–1857) zaproponował oficjalną nazwę: mozazaur. Miało to miejsce w 1822 roku, czyli dwa lata przed tym, jak inny badacz, **William Buckland** (1784–1856), na wykładzie w Londyńskim Towarzystwie Geologicznym zaprezentował światu pierwszego oficjalnie opisanego dinozaura – megalozaura.

ILUSTRACJA: PLANETDINOSAUR.FANDOM.COM

PREDATOR X – CHWYTLIWA NAZWA DLA PRZERAŻAJĄCEGO ZABÓJCY

Jednym z najbardziej imponujących drapieżników mezozoicznych mórz był *Pliosaurus funkei*. Jak wskazuje jego nazwa systematyczna, należał do podrzędu *Pliosauroidea*. Znacznie większą popularność zdobył jednak pod chwytliwym przydomkiem: Drapieżnik X (ang. *Predator X*).



Jest to gatunek opisany stosunkowo niedawno. Jego szczątki odkryto dopiero w pierwszej dekadzie XXI wieku na archipelagu Svalbard (Spitsbergen), położonym na Oceanie Arktycznym i należącym do Norwegii. Szczególne zainteresowanie naukowców wzbudziły jego rozmiary. Początkowo przypuszczano, że *Pliosaurus funkei* mógł być największym znanym pliozaurem. Wstępne szacunki sugerowały długość sięgającą nawet 15 metrów oraz masę około 45 ton, co czyniłoby go prawdziwym gigantem mezozoicznych oceanów. Z czasem jednak badacze zweryfikowali te dane, przedstawiając bardziej ostrożne wyliczenia.

Według późniejszych analiz przeprowadzonych przez norweskich naukowców zwierzę osiągało od 12 do 13 metrów długości. Również szacunki dotyczące masy okazały się mniej spektakularne niż początkowo zakładano. Mimo to był to nadal potężny drapieżnik, który mógł ważyć więcej niż 2 dorosłe słonie afrykańskie. ■

PRZYJRZELI SIĘ ZĘBOWI Z BLISKA

Mozazaur, żyjący w okresie późnej kredy, był powszechnie uważany za typowo morskiego drapieżnika. Jednak wyniki badań zaprezentowane pod koniec 2025 roku znacząco podważają ten utrwalony wizerunek. Eksperci z Uniwersytetu w Uppsali (Szwecja), we współpracy z naukowcami z USA i Holandii, zbadali ząb odkryty w 2022 roku w osadach rzecznych w Dakocie Północnej. W tym samym miejscu odnaleziono ząb *Tyrannosaurus rex* oraz fragmenty szczęki krokodyla – wszystkie te skamieniałości pochodzą z podobnego okresu. W owych rejonach 66 milionów lat temu z pewnością nie było bezpiecznie.

PO PROSTU SIĘ ZAADAPTOWAŁY

Naukowców niezwykle nurtowało pytanie, jak ząb mozazaura mógł znaleźć się w środowisku rzecznym zamiast morskiego. Po szczegółowych analizach przeprowadzonych na Vrije Universiteit w Amsterdamie doszli do wniosku, że ten dawny gad po prostu przebywał w wodach słodkich – i całkiem możliwe, że pełnił tam rolę dominującego drapieżnika. Zaskoczeni badacze przetestowali kolejne zęby mozazaurów z Dakoty Północnej i również na nich odnaleźli dowody na to, że należały do osobników za-

ILUSTRACJA I FOTO: SHUTTERSTOCK A MELANIE DURING



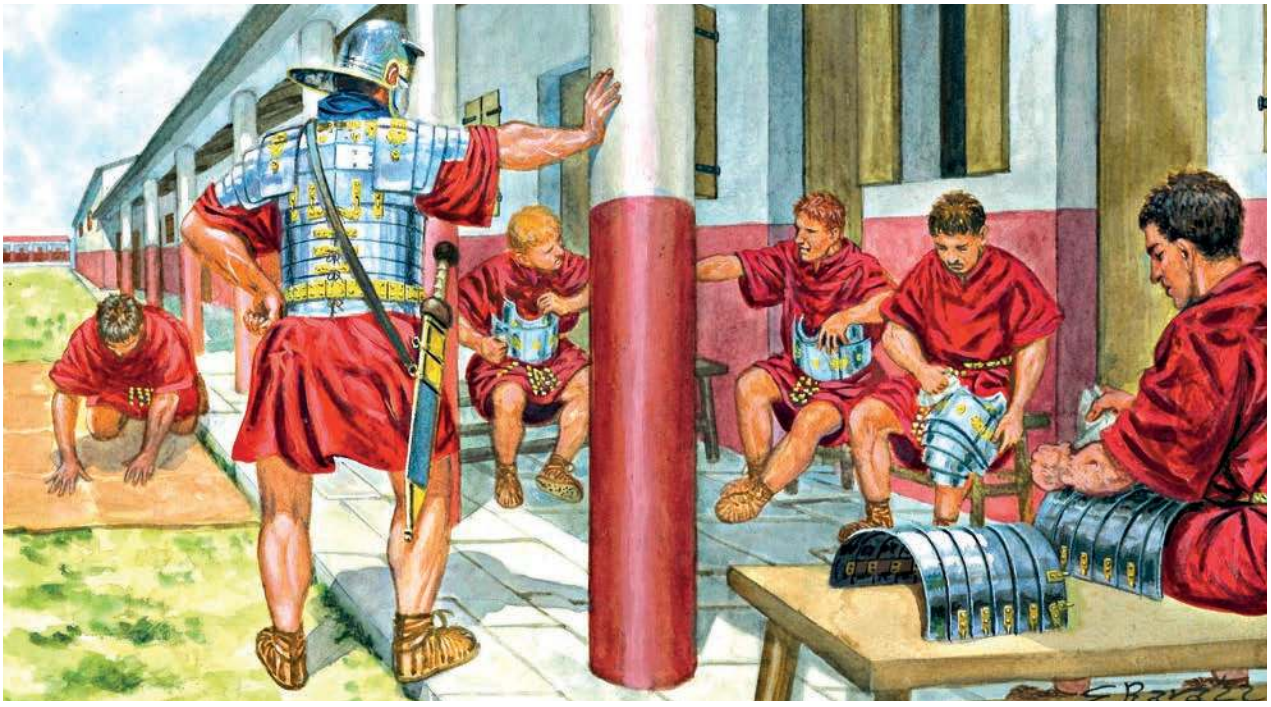
Niezwykłym zaskoczeniem dla naukowców był fakt, że ząb mozazaura – typowo morskiego drapieżnika – został odnaleziony w osadach rzecznych.

mieszkujących terytoria słodkowodne. *Analizy te jednoznacznie wskazują, że mozazaury żyły w środowisku rzecznym w ciągu ostatniego miliona lat przed swoim całkowitym wymarciem* – wyjaśniła **Melanie During** z Uniwersytetu w Uppsali. Zwróciła również uwagę, że do opuszczenia mórz skłoniły je przemiany geologiczne na obszarze dzisiejszej Ameryki Północnej, gdzie wielkie morze śródlądowe zaczęło ulegać wysłodzeniu. Mozazaury bytujące bliżej powierzchni musiały dostosować się do nowych warunków, co zakończyło się sukcesem i umożliwiło im ekspansję do systemów rzecznych. Jak dodała During, adaptacja ze środowiska morskiego do rzecznego jest biologicznie znacznie łatwiejsza niż proces odwrotny. ■

JAROSŁAW PIOTROWSKI

eprasa.pl 3fd5d50475

ILUSTRACJA: PINTEREST.COM



Żołnierzom armii rzymskiej nieustannie dokuczały choroby pasożytnicze i przewlekłe problemy jelitowe.

Rzeczywistość rzymskiego legionisty? Pasożyty i problemy jelitowe!

Są jak nieokiełznany żywioł. Nic ich nie zatrzyma i nikt nie odważy się stanąć im na drodze. Rzymscy legioniści zawsze cieszyli się reputacją groźnych, nieustraszonych i niezłomnych wojowników. Jednak ten, który właśnie wychodzi z latryny z pobladłą, wycieńczoną twarzą, niespecjalnie przypomina potężnego zdobywcę.

Armia rzymska do dziś bywa nazywana młotem potężnego imperium gotowego podporządkować sobie całe narody. Jak jednak dowodzą najnowsze badania nad życiem codziennym legionistów stacjonujących w pobliżu słynnego Wału Hadriana w Wielkiej Brytanii, ci słynni żołnierze na co dzień musieli zmagać się z podstępnym wrogiem: pasożytami wywołującymi wycieńczające dolegliwości układu pokarmowego. Co ciekawe, podobny dramat rozgrywał się w większości wojskowych fortów!

OD MORZA DO MORZA

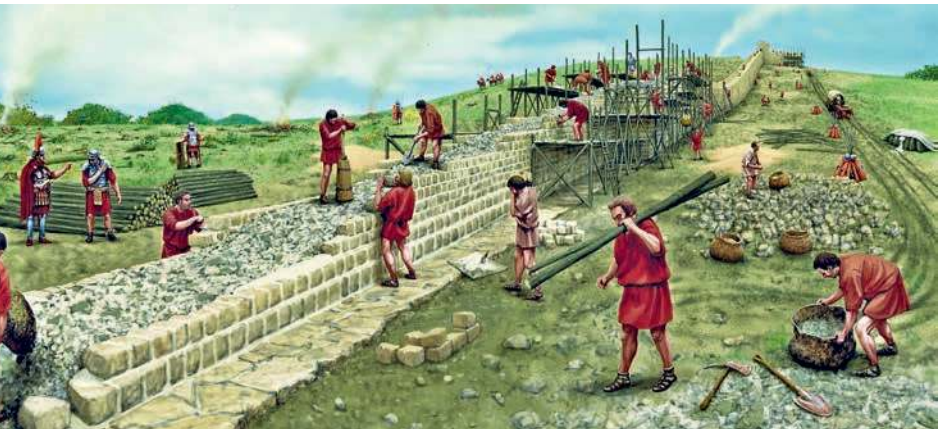
Wał Hadriana to bez wątpienia jedna z najbardziej rozpoznawalnych budowli wzniesionych przez Rzymian poza Półwyspem Apenińskim. Ta masywna, umocniona linia obronna, ciągle strzeżona przez uzbrojone patrole, powstała w II wieku naszej ery na rozkaz cesarza **Hadriana** w północnej części dzisiejszej Anglii. Rozciągała się w poprzek wyspy ze wschodu na zachód – od Morza Północnego aż po Morze Irlandzkie – na długości kilkudziesięciu kilometrów, skutecznie pełniąc swoją funkcję przez stulecia.

Sama konstrukcja muru to jednak nie wszystko. Aby żołnierze mogli sprawnie go chronić, niezbędna była rozbudowana infrastruktura oraz sieć fortów. Stacjonowały w nich różnorodne jednostki rzymskiej armii. Postrach budzili wyszkoleni łucznicy, stanowiący jasny sygnał ostrzegawczy dla każdego, kto odważyłby się na szturm. Warto dodać, że w strefie przygranicznej Brytanii służyli nie tylko legioniści, lecz również oddziały pomocnicze rekrutowane z najdalszych zakątków imperium.

TO NIE BYŁA NIEPRZEBYTA BARIERA

Wielu pasjonatów historii i miłośników kina kojarzy ten rejon przede wszystkim z filmem *Król Artur* z 2004 roku. Jak to jednak często bywa w hollywoodzkich produkcjach, historyczna prawda ustą-

eprasa.pl 3fd5d50475



ILUSTRACJA: ENGLISH-HERITAGE.ORG.UK

Budowa Wału Hadriana nie nastąpiła z dnia na dzień – ten skomplikowany proces trwał wiele lat i wymagał zaangażowania tysięcy ludzi.

piła miejsca widowiskowej narracji. W filmie wał przedstawiono jako granicę oddzielającą ziemie zbuntowanych „tubylców" dowodzonych przez Merlina od reszty świata. W rzeczywistości sprawa była znacznie bardziej złożona, choć zdecydowanie mniej spektakularna.

POSTERUNEK DO POBIERANIA CŁA

Choć wał projektowano z myślą o ochronie przed najazdami z północy, nie tworzył całkowicie nieprzepuszczalnej bariery oddzielającej oba krańce wyspy. Nie był jedynie ścianą powstrzymującą „barbarzyńców", lecz działał przede wszystkim jako gigantyczny punkt kontrolny. Przechodzili przez niego między innymi kupcy, od których ściągano cło za wwożone towary. Nie wolno też zapominać o funkcji propagandowej – monumentalna budowla miała nieustannie przypominać każdemu o potędze i bogactwie Rzymu.

ŚLADY UKRYTE W DAWNEJ TWIERDZY

Służba w Brytanii z pewnością nie przypominała wygranej na loterii. Żołnierze musieli przywyknąć do chłodnego, deszczowego i wilgotnego klimatu, z którym wielu z nich – pochodzących z basenu Morza Śródziemnego – nigdy wcześniej się nie zetknęło. Część oddziałów chroniących pogranicze stacjonowała w forcie Vindolanda, położonym nieopodal głównej linii umocnień, w połowie drogi między wybrzeżami.

To właśnie w tej bazie znakomicie prosperowali nieproszeni lokatorzy w jelitach legionistów. Odkrycia dokonali naukowcy z uniwersytetów w Cambridge i Oksfordzie we współpracy z kanadyjskim McMaster University. Zespół



ILUSTRACJA: PINTEREST.COM

Niewystarczająca higiena od wieków pozostaje główną przyczyną rozprzestrzeniania się chorób drogą fekalno-oralną.

badawczy pod kierunkiem **Piersa Mitchella** z McDonald Institute for Archaeological Research oraz **Marissy Ledger** z University of Cambridge przeprowadził wykopaliska w ruinach fortu. Wybór tego miejsca nie był przypadkowy – unikalny mikroklimat sprawił, że w ziemi zachowała się wyjątkowa liczba organicznych śladów z przeszłości, rzucających nowe światło na trud codziennego życia legionistów.

CO UKRYWAŁ OSAD Z KANALIZACJI?

Archeolodzy zazwyczaj kierują uwagę ku efektownym artefaktom, takim jak broń czy ceramika. Tym razem postanowili jednak sięgnąć głębiej – dosłownie i w przenośni. Zbadali osady zachowane w mulistym dnie dawnego kanału ściekowego. Odprowadzał on nieczystości z latryn przy łaźniach, miał niespełna 10 metrów długości i uchodził – niezbyt ekologicznie – do pobliskiego strumienia. Choć cała instalacja reprezentowała stosunkowo wysoki jak na ową epokę poziom inżynieryjny, naukowcy przypuszczali, że roiło się w niej od pasożytów. Aby to zweryfikować, pobrali 50 próbek sprzed około 1 700 lat. Wynik? W niemal jednej trzeciej z nich odnaleziono doskonale zachowane jaja robaków pasożytniczych.



FOTO: MARISSA LEDGER VIA SWNS

Antyczni lekarze nie potrafili skutecznie zwalczać pasożytów układu pokarmowego, które drastycznie osłabiały siłę bojową armii.

GLISTY O DŁUGOŚCI AŻ 30 CENTYMETRÓW

Badacze wyciągnęli jednoznaczny wniosek: żołnierze z Vindolandy stale zmagali się z dolegliwościami układu pokarmowego. Pobyt na mglistej wyspie utrudniały im głównie dwa rodzaje intruzów – nicienie oraz pierwotniaki z rodzaju *Giardia* (lamblie). Do pierwszej grupy należy między innymi włosogłówka (*Trichuris trichiura*), osiąga-

WIADOMOŚCI Z VINDOLANDY: CO ZDRADZIŁY DREWNIANE TABLICZKI?

Dawny rzymski fort Vindolanda w północnej Anglii przyniósł całą masę bezcennych znalezisk, stając się dla archeologów i historyków prawdziwą kopalnią wiedzy.

Do najcenniejszych należą drewniane tabliczki, stanowiące niezwykły zapis codzienności żołnierzy stacjonujących w Brytanii. To fascynujący zbiór prywatnej i służbowej korespondencji. Wśród zachowanych tekstów znajdziemy m.in. prośbę o przesłanie zapasu bielizny, sandałów i skarpet, a także urokliwe zaproszenie na przyjęcie urodzinowe. ■



FOTO: WIKIPEDIA.ORG

eprasa.pl 3fd5d50475

jąca w ciele człowieka do 5 cm długości. Równie niebezpieczne okazują się glisty ludzkie, których obecność również potwierdzono w próbkach z fortu. Te zasiedlające jelito cienkie robaki mogą dorastać nawet do 30 centymetrów! Z kolei lamblie to mikroskopijne pierwotniaki mierzone w mikrometrach, jednak mimo skromnych rozmiarów potrafią wywołać wycieńczające i bolesne schorzenia.

twierdza to dr Piers Mitchell, dodając, że stacjonujący mężczyźni prawdopodobnie byli ofiarami powracających epidemii giardiozy (lambliozy). Choroba ta szerzy się latem przez zainfekowaną wodę i prowadzi do gwałtownego odwodnienia. Dla żołnierzy oznaczało to skrajne wyczerpanie i duży spadek masy ciała, co w konsekwencji całkowicie pozbawiało ich wartości bojowej.

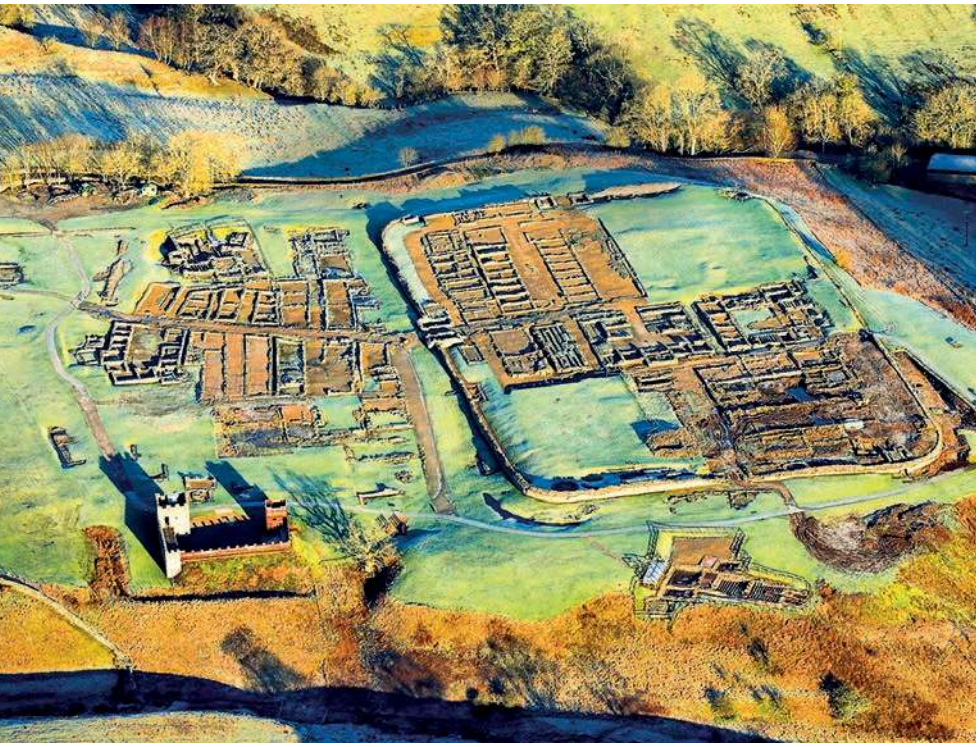


FOTO: NGS

■ Ruiny fortu Vindolanda stanowią dla badaczy prawdziwy skarbiec wiedzy o realiach życia w rzymskiej Brytanii.

PROBLEM NIEWYSTARCZAJĄCEJ HIGIENY

W jaki sposób żołnierze zarażali się tymi nieproszonymi gośćmi? Mechanizm jest prosty – pasożyty rozprzestrzeniają się drogą pokarmową poprzez skażenie fekaliami. Mówiąc wprost, sprzyjało im lekceważenie podstawowych zasad higieny i niemycie rąk. Do zakażeń dochodziło przez skażoną wodę pitną, żywność oraz spożywanie warzyw uprawianych na glebach nawożonych ludzkimi odchodami.

EPIDEMIE I CHOROBY PRZEWLEKŁE

Jak zauważa dr Marissa Ledger, obecność pasożytów wywoływała u legionistów nie tylko przewlekłe biegunki i bolesne skurcze, lecz prowadziła też do poważnego niedożywienia. Potwierdza to dr Piers Mitchell, dodając, że stacjonujący mężczyźni prawdopodobnie byli ofiarami powracających epidemii giardiozy (lambliozy). Choroba ta szerzy się latem przez zainfekowaną wodę i prowadzi do gwałtownego odwodnienia. Dla żołnierzy oznaczało to skrajne wyczerpanie i duży spadek masy ciała, co w konsekwencji całkowicie pozbawiało ich wartości bojowej.

Co więcej, infekcje miały często charakter nawracający. Pasożyty układu pokarmowego nie były zresztą jedynym zagrożeniem – warunki sanitarne, w których tak dobrze się rozwijały, stanowiły idealną pożywkę dla niebezpiecznych bakterii z rodzaju *Salmonella* czy *Shigella* wywołujących epidemie.



ILUSTRACJA: FLICKR.COM

■ Jednym z najbardziej uciążliwych pasożytów nękających żołnierzy była włosogłówka, bytująca w jelicie grubym.



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC

■ W armii rzymskiej służyli żołnierze różnego pochodzenia, jednak to elitarni legioniści budzili największy respekt.

BEZSILNI WOBEC WROGA

Aż do niedawna brakowało bezpośrednich dowodów na występowanie lamblii w rzymskiej Brytanii. Sytuację zmieniły dopiero nowe metody analizy. I choć rzymscy lekarze dysponowali pewną wiedzą na temat pasożytów jelitowych, byli całkowicie bezradni w starciu z niewidzialnym wrogiem. Była to nierówna walka, w której medycyna antyczna musiała uznać wyższość mikroskopijnych nieproszonych gości.

PROBLEM O ZASIĘGU GLOBALNYM

Vindolanda nie była odosobnioną wyspą na mapie problemów sanitarnych imperium. Analizy próbek z innych rejonów potwierdzają, że pasożyty przenoszone drogą fekalno-oralną towarzyszyły żołnierzom niemal wszędzie. Podobne ślady odkryto m.in. w Carnuntum na terenie dzisiejszej Austrii czy w szkockim forcie Bearsden. Jak widać, potężna armia, która podbiła ówczesny świat, na co dzień przegrywała z bezwzględnymi problemami żołądkowymi. ■

JAROSŁAW PIOTROWSKI

eprasa.pl 3fd5d50475

Coraz głośniejszy ruch sceptyków szczepionkowych stwarza wrażenie, jakby szczepienia były współczesnym hazardem, w który medycyna nigdy wcześniej się nie angażowała. To całkowity błąd. Najstarszą szczepionkę stosowano już od końca XVIII wieku aż do ostatecznego zwycięstwa nad chorobą dwa wieki później. Dziś nie jest już potrzebna, ponieważ wirus ospy prawdziwej został całkowicie wyeliminowany.

ur. 17 maja 1749 **zm. 26 stycznia 1823**

Edward Jenner: wiejski doktor, który przeforsował szczepienia

Historia trwałego wyeliminowania ospy prawdziwej ma jednego wielkiego bohatera i jednego małego – wiejskiego lekarza **Edwarda Jennera** oraz ośmioletniego chłopca imieniem **James Phipps**. Mały Jamie z chęcią zrezygnowałby z tego przywileju, gdyby nie jego ojciec, który nakazał mu po prostu posłuchać doktora. Pan Phipps pracował u miejscowego lekarza jako ogrodnik, uznał więc zapewne, że nie ma wyboru i musi ulec, gdy ten poprosił go o dość szczególną przysługę. Jenner najpierw wypytywał ogrodnika, czy mały Jamie przechodził już ospę, a jeśli nie – czy mógłby pożyczyć chłopca do pewnego eksperymentu. Zapewniał zaniepokojonego ojca, że próba na pewno nie zaszkodzi dziecku, a co najwyżej wywoła u niego ospę krowią. Tę znał wówczas na wsi każdy. Cierpiały na nią głównie dojarki, które zarażały się podczas wydoju krów. Infekcja nie była groźna, choć dość nieprzyjemna ze względu na intensywny świąd powstających pęcherzyków. Te jednak goiły się bez trwałych następstw. Ogrodnik doskonale o tym wiedział, wyraził więc zgodę i przyprowadził Jamiego. Doktor wziął skalpel i zrobił przerażonemu chłopcu drobne zadrapanie na ramieniu. Następnie naniósł na nie trochę żółtawego, mętnego płynu. Pochodził on z pęcherzyków ospy krowiej, a Jenner miał nadzieję, że zainfekuje nim małego Jamiego.



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Zebranie założycielskie Londyńskiego Towarzystwa Medycznego. Jenner stoi w jasnym garniturze w głębi, pośrodku.



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Szczepienia zmniejszyły zarówno śmiertelność dzieci, jak i ryzyko trwałego oszpecenia skóry przez ospę prawdziwą.

MĄDROŚĆ LUDOWA

Eksperyment na synu ogrodnika nie był ani pochopny, ani tak lekkomyślny, jak mogłoby się wydawać z dzisiejszej perspektywy. Jenner miał wówczas 45 lat, a nad przyczyną i możliwością ochrony przed ospą rozmyślał od bardzo dawna. W zasadzie trwało to od czasów, gdy jako trzynastolatek rozpoczął naukę u wiejskiego lekarza i aptekarza **Daniela Ludlowa** w Chipping Sodbury niedaleko Bristolu. To tam po raz pierwszy usłyszał, jak pewna dojarka cieszyła się: *Nigdy nie będę miała ospy prawdziwej, ponieważ przeszłam krowią. Nigdy nie będę miała oszpeconej, pokrytej bliznami twarzy.* To, co mówiła, było wówczas powszechnym przekonaniem wynikającym z ludowego doświadczenia – kto przechoruje krowiankę, ten uniknie ospy prawdziwej. A ta ostatnia zasłużenie budziła grozę, i to nie tylko ze względu na oszpecenie. W XVIII wieku, czyli za czasów Jennera, umierał na nią co dziesiąty mieszkaniec Wysp Brytyjskich. W miastach, gdzie ludzie żyli w bliskim sąsiedztwie, był to niemal co piąty człowiek.



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Upowszechnieniu szczepień poświęcił bardzo wiele – na dalszy plan zeszła nawet jego praktyka lekarska, przez co zaczął borykać się z problemami finansowymi.

UTALENTOWANY UCZEŃ

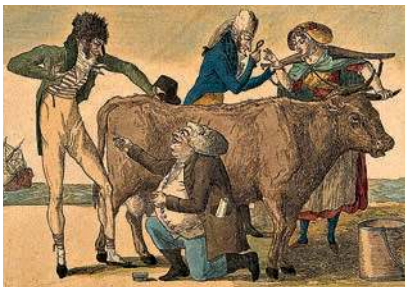
Jennerowi nauka sprawiała ogromną przyjemność. Już jako chłopiec interesował się przyrodą, był dociekliwy i zawsze chciał dochodzić do sedna spraw. W wieku 21 lat ukończył naukę u doktora Ludlowa i udał się do Londynu, aby zostać studentem jednego z najsłynniejszych chirurgów tamtych czasów, **Johna Huntera**. Ten szybko polubił młodego Jennera i z czasem narodziła się między nimi dożywotnia przyjaźń. Mieli ze sobą wiele wspólnego. Hunter również posiadał szerokie zainteresowania – obok medycyny pasjonował się przyrodą, a ponadto był entuzjastycznym eksperymentatorem. Nauczył Jennera szukania odpowiedzi według własnej dewizy: *Nie myśl, spróbuj.* Dawał mu pełną swobodę studiowania tego, co go interesowało, i prowadzenia własnych doświadczeń. Nie były to tylko próby biologiczne. Hunter nie miał nic przeciwko, gdy Jennera zachwyciły publiczne pokazy balonów na gorące powietrze i wodór braci Montgolfier i ze-

eprasa.pl 3fd5d50475

chciał zbudować własny. Młody badacz rzeczywiście odniósł sukces, a jego balon wodorowy przeleciał prawie 20 kilometrów. Znacznie więcej czasu poświęcał jednak zoologii, dlatego na wniosek Huntera podjął badania nad gniazdowaniem kukułek. Jako pierwszy przyrodnik w historii opisał znany dziś powszechnie fakt, że kukułki składają jaja w gniazdach mniejszych ptaków, a ich pisklęta wyrzucają następnie z gniazda jaja i potomstwo przybranych rodziców. Odkrycie to wywołało znaczne zainteresowanie, a Jenner dzięki tej pracy został przyjęty w poczet członków Towarzystwa Królewskiego (Royal Society).

WŁASNA PRAKTYKA

Po 2 latach spędzonych u Johna Huntera Jenner powrócił do Berkeley, aby poświęcić się własnej praktyce lekarskiej. Szybko zdobył znaczne uznanie, ponieważ był zdolny, zręczny i lubiany przez pacjentów. Nie zaprzestał jednak eksperymentowania – starał się doskonalić procedury chirurgiczne oraz metody preparacji leków, a swoje obserwacje publikował. Robił



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Rysunek z około 1800 roku przedstawia lekarzy badających rękę dojarki zakażonej ospą krowią.

także notatki o przypadkach, które potwierdzały ludowy pogląd, że ospa krowia chroni przed ospą prawdziwą. Fascynowała go myśl wynikająca z tych obserwacji: celowe zarażenie ospą krowią mogłoby stanowić bezpieczną profilaktykę groźnej infekcji. Musiał to jednak udowodnić naukowo. Okazja nadarzyła się w maju 1796 roku, gdy Jenner leczył młodą dojarkę **Sarah Nelmes**. Jej dłonie i ramiona pokryte były świeżymi pęcherzami krowianki. Jenner pobrał z nich nieco wydzieliny i udał się do swojego ogrodnika. Eksperyment, który miał przynieść mu światową sławę, właśnie się rozpoczynał.

Pierwsza faza była prosta. Mały Jamie rzeczywiście zachorował na ospę krowią i po 10 dniach całkowicie wyzdrowiał. Miesiąc później Jenner przyszedł jednak ponownie i zainfekował chłopca ospą prawdziwą. To wiązało się już z ogromnym ryzykiem, gdyż infekcja mogła go oszpecić lub wręcz zabić. Zdenerwowany Jenner nieustannie kontrolował stan dziecka. Jamie nie wykazywał jednak żadnych objawów choroby. Po kilku tygodniach Jenner był już pewien: celowa infekcja ospą krowią naprawdę chroni przed zakażeniem ospą prawdziwą. Opisał szczegółowo ten eksperyment i wysłał artykuł do Towarzystwa Królewskiego. Swoją metodę nazwał wakcynacją (szczepieniem) – od łacińskiego słowa *vacca*, oznaczającego krowę.

NOWA METODA

Artykuł odrzucono. Uzasadnienie było logiczne: jeden przypadek o niczym nie świadczy. Jenner udał się więc do Londynu, aby szukać kolejnych ochotników do szczepienia. Bezskutecznie. Aby przekonać opinię publiczną, zaszczepił własnego, zaledwie jedenastomiesięcznego synka. Ponadto zaczął gromadzić dokumentację medyczną osób z całej Brytanii, które po przebyciu ospy krowiej nie zaraziły się już podczas epidemii ospy prawdziwej. Towarzystwo Królewskie ostatecznie uznało jego wyniki, a wakcynacja Jennera stała się wkrótce niezwykle modnym trendem. Szerzyła się z Londynu na cały kraj oraz na Europę kontynentalną. Praktycznie w tym samym czasie podniosła się pierwsza fala ruchów antyszczepionkowych. Protestowały niektóre kręgi kościelne, dla których wizja choroby krowiej umyślnie przenoszonej na człowieka była czystą bezbożnością. Ze szczepień wyśmiewała się także prasa, publikując karykatury przedstawiające ludzi zaszczepionych zmieniających się w krowy. Sukcesu nowej metody nie dało się jednak zatrzymać. Jenner poświęcił dla niej niemal wszystko. Nie próbował zarobić na swoim odkryciu – wręcz przeciwnie: w ogrodzie własnego domu postawił szopę, w której bezpłatnie szczepił ubogich. W rzeczywistości poświęcił się wakcynacji do tego stopnia, że ucierpiała na tym jego prywatna praktyka lekarska i w końcu zaczęło brakować mu środków do życia.

NIE BYŁ PIERWSZY, ALE ODNIÓSŁ SUKCES

Powód, dla którego wakcynacja Jennera przyjęła się tak szybko, był oczywisty – we wszystkich warstwach ówczesnego społeczeństwa panował ogromny strach przed ospą prawdziwą. Starania o znalezienie niezawodnej profilaktyki nie były



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Obraz olejny Ernesta Boarda przedstawiający Edwarda Jennera wykonującego w 1796 roku swoje pierwsze szczepienie znajduje się obecnie w zbiorach Muzeum Nauki w Londynie.

nowe, a nad pomysłem wykorzystania krowianki zastanawiali się także inni pionierzy medycyny. Związek pomiędzy ospą krowią a prawdziwą był dobrze znany wiejskim lekarzom z rejonów nastawionych na hodowlę bydła mlecznego. Jednak to dopiero Jenner podniósł ten pomysł do rangi ogólnie stosowanej naukowej metody, która wyparła całkowicie starszy sposób immunizacji, zwany wariolizacją. Rozprzestrzenił się on z Azji, lecz nigdy nie był stosowany masowo, gdyż niósł ze sobą zbyt duże ryzyko. Istotą wariolizacji było wcieranie w skórę sproszkowanych strupów pochodzących z pęcherzy ospy prawdziwej. Problemem był niepewny rezultat – choroba mogła wybuchnąć z pełną siłą, co zresztą nierzadko się działo. Po rozpowszechnieniu metody Jennera o wariolizacji szybko zapomniano, podczas gdy wakcynacja święciła ogromne sukcesy. Metoda była z czasem doskonalona, ale



ILUSTRACJA: WIKIPEDIA.ORG

Tak bardzo wierzył w swoją metodę, że zaszczepił nawet własnego syna, który miał wówczas zaledwie 11 miesięcy.

jej istota pozostała niezmienna. Masowe szczepienia w połowie XX wieku doprowadziły do prawdziwego medycznego cudu. Ponieważ jedynym rezerwuarem ospy prawdziwej jest człowiek, wirus stracił możliwość dalszego przenoszenia się. W 1980 roku Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) uznała ospę prawdziwą za całkowicie wyeliminowaną. Ściśle strzeżony czynnik sprawczy tej choroby jest dziś do celów naukowych przechowywany wyłącznie w dwóch laboratoriach o najwyższym stopniu bezpieczeństwa biologicznego: w rosyjskim Nowosybirsku oraz amerykańskiej Atlancie. ■

LENA SZYMAŃSKA

eprasa.pl 3fd5d50475

S. Germain i M. Somerville: dziewczęta, które matematyka interesowała bardziej niż szycie

Atrament w kałamarzu zamarzł. Dziewczyna owinięta w koce spała twardym snem z głową na książkach. Kilkaset kilometrów dalej inna młoda dama odgrywała w ciągu dnia rolę posłusznej córki, jednak nocą, zamiast słodko śnić, głowiła się nad algebrą.

Ana co ci w ogóle wykształcenie? – dziwili się ojcowie i matki dziewcząt w całej Europie. *Przecież kobiety nie muszą umieć czytać ani pisać, ponieważ te umiejętności nie są im do niczego potrzebne w gospodarstwie domowym.* Co więcej: *tak prosta istota jak kobieta nie powinna być wystawiana na wysiłek intelektualny. Przecież co by było, gdyby nauka algebry uszkodziła zdolności reprodukcyjne dziewczyny?* Absurdy, w które wierzyły całe pokolenia, pozbawiły edukacji niezliczoną liczbę kobiet. Niektóre z nich nie dały się jednak odwieść od celu podobnym gadaniem.



FOTO: YOUTUBE.COM

Germain mogłaby prawdopodobnie osiągnąć jeszcze więcej, gdyby otrzymała odpowiednie wykształcenie akademickie.

NAUKA NIEODPOWIEDNIA DLA KOBIETY

Podczas gdy za oknami szalała Wielka Rewolucja Francuska, w rodzinie Germainów trwały przygotowania do zupełnie innego buntu. Wszystko zaczęło się w momencie, gdy 13-letnia dziewczyna



ILUSTRACJA: MEISTERDRUCKE.COM

Jeśli genialna matematyczka chciała kształcić się na uniwersytecie, musiała uciekać się do podstępu.

odkryła w bibliotece ojca dzieło matematyka i historyka **Jeana-Étienne'a Montucliego** (1725–1799). Autor przytaczał tam legendarną historię o śmierci starożytnego uczonego **Archimedesa** (287–212 p.n.e.), który był tak pochłonięty rozwiązywaniem problemu matematycznego, że „nie zauważył" rzymskiego żołnierza grożącego mu śmiercią. Ciekawa świata **Sophie Germain** (1776–1831) chciała dowiedzieć się więcej o dziedzinie wiedzy, dla której warto ponieść przedwczesną śmierć, dlatego z entuzjazmem sięgała po każdą książkę matematyczną, jaką udało jej się znaleźć. Jej nowa pasja nie umknęła uwagi rodziców. Fascynacja matematyką, uważaną wówczas za naukę całkowicie nieodpowiednią dla kobiet, ani trochę im się nie podobała. Przekonywali Sophie bezskutecznie. Gdy zabrakło im słów, sięgnęli po bardziej radykalne środki. Zgasili co prawda ogień w kominku, ale ten, który płonął w sercu Sophie, przetrwał. Podczas ciemnych i zimnych nocy wymykała się z łóżka i owinięta w koce, przy świetle wątłej świecy, kontynuowała naukę. Rodzice, chcąc nie chcąc, musieli w końcu pogodzić się z faktem, że pragnienie studiowania matematyki jest u Sophie silniejsze niż ich zakazy.



FOTO: WIKIMEDIA.ORG

Badania nad elastycznością przyniosły Sophie nagrodę francuskiej Królewskiej Akademii Nauk.

BŁYSKOTLIWY „PAN LEBLANC"

Po latach samodzielnej nauki w bibliotece ojca 18-letnia Sophie zapragnęła posmakować świata akademickiego. W głębi duszy żywiła zapewne nadzieję, że nowo otwarta uczelnia École Polytechnique otworzy swoje wrota również dla kobiet. Nadaremno. Wykłady były przeznaczone wyłącznie dla mężczyzn. Nowy system edukacyjny umożliwił jednak przynajmniej dostęp do notatek z zajęć każdemu, kto o nie poprosił. Sophie nie zamierzała się tak łatwo poddać… *Ten LeBlanc to doprawdy mądry młodzieniec* – myślał profesor **Joseph-Louis Lagrange** (1736–1813), czytając pytania i uwagi nieznanego studenta. Nalegał na spotkanie z nim. Jakże wielkie było jego zaskoczenie, gdy na spotkaniu zamiast LeBlanca pojawiła się Sophie Germain – kobieta, która po prostu przybrała nazwisko dawnego

Z KUCHNI KU GWIAZDOM

Trio współczesnych sobie kobiet o genialnych umysłach, którym nie dane było odebrać formalnego wykształcenia akademickiego, zamyka astronomka **Caroline Herschel** (1750–1848). W wieku 10 lat dziewczynka zachorowała na dur brzuszny, przestała rosnąć i straciła wzrok w lewym oku, w związku z czym jej matka uznała, że lepiej będzie, jeśli wyuczy się na służącą, zamiast ślęczeć nad książkami. Ojciec Caroline mimo to uczył ją potajemnie.



Przez całą swoją karierę Caroline pracowała u boku starszego brata, **Williama Herschela** (1738–1822). Swojego pierwszego odkrycia dokonała w 1783 roku, kiedy to podczas jednej nocy dostrzegła nową mgławicę oraz karłowatą galaktykę eliptyczną w gwiazdozbiorze Andromedy – Messier 110. Razem z Williamem w ciągu 20 lat odkryli ponad 2 400 obiektów astronomicznych.

Caroline była pierwszą kobietą pobierającą pensję jako naukowiec, a wraz z M. Somerville zostały pierwszymi kobietami mianowanymi honorowymi członkiniami Królewskiego Towarzystwa Astronomicznego. Badania nad elastycznością przyniosły z kolei Sophie nagrodę francuskiej Królewskiej Akademii Nauk. ■



ILUSTRACJA: WIKIMEDIA.ORG

eprasa.pl 3fd5d50475

studenta uczelni. Oświecony Lagrange nie odepchnął dziewczyny, ani jej nie wyśmiał. Wręcz przeciwnie – został jej mentorem i otworzył przed nią drzwi do świata nauki.

ZACHWYCAŁA RÓWNIEŻ ZA GRANICĄ

Sophie z entuzjazmem poświęciła się teorii liczb – gałęzi czystej matematyki zajmującej się przede wszystkim badaniem liczb całkowitych oraz funkcji arytmetycznych. Interesowało ją rozwiązanie tzw. Wielkiego Twierdzenia Fermata, stanowiącego wówczas wyzwanie dla każdego matematyka. Ukryta pod nazwiskiem LeBlanc, zaczęła korespondować z wybitnym niemieckim matematykiem **Carlem Friedrichem Gaussem** (1777–1855). Po ujawnieniu jej prawdziwej tożsamości Gauss, podobnie jak wcześniej Lagrange, był pod ogromnym wrażeniem. Aby rozwiązać ten problem, Sophie opracowała nowe podejście do udowodnienia Wielkiego Twierdzenia Fermata wszystkich wykładników, dokonując w ten sposób przełomowego osiągnięcia.

ODWAŻYŁA SIĘ JAKO JEDYNA

Z cienia LeBlanca Sophie wystąpiła, gdy w 1809 roku zgłosiła się do konkursu, którego celem było *sformułowanie matematycznej teorii powierzchni elastycznych i pokazanie, jak zgadza się ona z dowodami empirycznymi.* Była jedyną osobą, która podjęła to wyzwanie. Po 2 latach pracy nadeszło jednak rozczarowanie – komisja odkryła w jej obliczeniach kilka błędów. Z pracy jasno wynikało, że Sophie nie odebrała formalnego wykształcenia akademickiego. Ponieważ dziewczyna nie miała w nawyku się poddawać, zgłosiła się do konkursu ponownie. Za trzecim razem, po 7 latach ciężkiej pracy, została pierwszą kobietą, która zdobyła nagrodę francuskiej Królewskiej Akademii Nauk. Choć jej wkład w naukę trudno było podważyć, do końca życia część środowiska traktowała ją wyłącznie jako „samouka-amatora".

HAFTUJ, HAFTUJ, DZIEWCZĘ

Podczas gdy Sophie odkrywała piękno matematyki, w Szkocji biegała po ogrodach dziewczynka, która ledwo potrafiła czytać Biblię. Kiedy to „dzikie stworzenie" – jak sama **Mary Somerville** (1780–1872) określiła się w późniejszym autobiograficznym rękopisie – zobaczył po powrocie z morskiej wyprawy jej ojciec, admirał brytyjskiej floty, zareagował natychmiast. Wysłał 10-letnią Mary na rok do elitarnej szkoły z internatem, gdzie nauczyła się pisać, liczyć oraz zdobyła podstawy języka angielskiego i francuskiego. Po powrocie kontynuowała edukację, ale w nieco inny sposób niż sama by sobie życzyła. W wiejskiej szkole zamiast książki dostawała do ręki igłę. Przez kolejne lata uczęszczała na lekcje muzyki, uczyła się odpowiedniego zachowania

ILUSTRACJA: WIKIMEDIA.ORG



Nie mogła zaprzeczyć swojemu talentowi malarskiemu. Przyszła polihistorka pragnęła jednak zdobywać wiedzę również z innych dziedzin.

i kłaniania… Po prostu wszystkiego, co dziewczyna według ówczesnych konwenansów wiedzieć powinna. Mary, wcielając się w rolę tradycyjnej, posłusznej córki, wstawała wcześnie rano i spędzała dzień na grze na pianinie lub malowaniu obrazów. Nocami poświęcała się jednak pismom greckiego matematyka **Euklidesa** (325–260 p.n.e.), dziełom rzymskiego poety **Wergiliusza** (70–19 p.n.e.) oraz algebrze, czym przyprawiała rodziców o niemałe zmartwienie. Na szczęście na horyzoncie pojawił się narzeczony. Rodzina miała nadzieję, że Mary po ślubie z pewnością porzuci to „dziwne hobby".

DAMA Z OLBRZYMIĄ BIBLIOTEKĄ

Ponieważ **Samuel Greig** nie należał do mężczyzn oświeconych i żywił uprzedzenia wobec wykształconych kobiet, Mary nie była u jego boku szczęśliwa. Małżeństwo trwało jednak tylko 3 lata. Po śmierci Greiga w 1807 roku Mary zdobyła dzięki spadkowi finansową niezależność i wyjątkową okazję do dalszego samokształcenia. W świadomości matematyków zaistniała po raz pierwszy prawidłowo rozwiązując równania diofantyczne, za co w 1811 roku otrzymała srebrny medal. Wyniki opublikowała pod pseudonimem „Lady". Swoją wiedzę stopniowo rozszerzała o astronomię, chemię, geografię, magnetyzm i wiele innych dziedzin. Życie Mary zaczęło się układać zgodnie z jej najskrytszymi marzeniami. Miała potężną

ILUSTRACJA: MEISTERDRUCKE.COM



Somerville w młodości odmawiała dodawania cukru do herbaty na znak protestu przeciwko niewolnictwu, a w późniejszym życiu wspierała walkę o prawa wyborcze kobiet.

bibliotekę pełną książek naukowych i poznała intelektualistów oraz uczonych, którzy w jej płci nie widzieli żadnej przeszkody. Wśród nich był jej nowy mąż, chirurg **William Somerville** (1771–1860), który wspierał ją w nauce i przedstawił innym wybitnym naukowcom.

KRÓLOWA NAUKI

Mary badała relacje między światłem a magnetyzmem i przetłumaczyła dzieło astronomiczne **Pierre'a-Simona de Laplace'a** (1749–1827) tak, aby było ono przystępne również dla szerszej publiczności. Zresztą wszystkie jej książki słynęły z niezwykle klarownego i wyrazistego stylu. Mary włączyła się także w debaty na temat hipotetycznej planety zakłócającej ruch Urana, czym w dużej mierze zainspirowała **Johna C. Adamsa** (1819–1892) do odkrycia Neptuna. Wydała również podręcznik *Geografia fizyczna*, który służył w szkołach przez co najmniej kolejne pół wieku… Mary Somerville posiadała rozległą wiedzę z wielu różnych dziedzin. Podczas swojego długiego życia (zmarła, mając 91 lat) zdobyła powszechne uznanie, członkostwo w prestiżowych towarzystwach naukowych oraz liczne wyróżnienia. Po śmierci została okrzyknięta „Królową Nauki". ■

ANNA LATO

SERIA

Najsłynniejsi samoukowie bez dyplomu

Daniel Gabriel Fahrenheit
Sophie Germain i Mary Somerville
Michael Faraday
Karol Darwin
Ada Lovelace
James Prescott Joule
Gregor Mendel
Heinrich Schliemann
Thomas Edison
Iwan Miczurin
Bracia Wright
Konstantin Ciołkowski
Jacques Cousteau
Michael Ventris

eprasa.pl 3fd5d50475

Little Foot: skamieniałość, która może przepisać nasze drzewo rodowe

Mija już 30 lat od momentu, gdy w południowoafrykańskim systemie jaskiń Sterkfontein natrafiono na szkielet, nazwany później Little Foot. Wówczas uwagę badaczy przykuł przede wszystkim fakt, że był on niemal kompletny, co w świecie paleoantropologii zdarza się niezwykle rzadko. Jednak to wyjątkowe znalezisko nie przestaje zadziwiać nawet po upływie kilku dekad.



FOTO: PURDUE UNIVERSITY

Jedne z najbardziej kompletnych szczątków wczesnych homininów odnaleziono głęboko w południowoafrykańskim systemie jaskiń Sterkfontein. To właśnie ich wyjątkowy stan zachowania pozwala na precyzyjne porównania anatomiczne, które podważają dotychczasową klasyfikację gatunkową.

Historia jego odkrycia przypomina wręcz powieść detektywistyczną. Cztery drobne kości stawu skokowego przeleżały w magazynach muzealnych całe lata, nie budząc większego zainteresowania, dopóki ktoś nie zauważył, że mogły należeć do istoty poruszającej się w pozycji pionowej. Dopiero ten impuls pozwolił odnaleźć resztę szkieletu, ukrytą głęboko w skale. Jego mozolne wydobywanie trwało ponad 20 lat i wymagało ogromu cierpliwości.



FOTO: RJ CLARKE

Proporcje ciała wskazują na połączenie archaicznych i zaskakująco zaawansowanych cech. Ten anatomiczny „miks" umacnia hipotezę, że ewolucja człowieka nie przypominała prostej linii, lecz raczej gęsto rozgałęziony krzew.

Przez długi czas wśród ekspertów panował względny konsensus: Little Foot reprezentuje gatunek *Australopithecus africanus*, czyli tę samą szeroką grupę wczesnych homininów, do której zalicza się także słynna Lucy. Taka klasyfikacja wydawała się spójna pod względem geograficznym oraz czasowym, wpisując się w ówczesne wyobrażenia o ewolucji przodków człowieka w Południowej Afryce. Jednak w miarę, jak szkielet zyskiwał pełne kształty i poddawano go kolejnym, coraz bardziej szczegółowym analizom, na dotychczasowym obrazie zaczęły pojawiać się pierwsze pęknięcia. Najnowsze badania wskazują bowiem, że Little Foot pod względem wielu cech anatomicznych wyraźnie odbiega od *A. africanus*. Nie chodzi tu o drobne odchylenia, które można by złożyć na karb zmienności osobniczej czy dymorfizmu płciowego, lecz o cały zestaw unikalnych cech czaszki, proporcji kończyn oraz mechaniki chodu. Niektóre z nich sprawiają wrażenie bardziej prymitywnych, inne zaś są zaskakująco zaawansowane, tworząc z tej skamieniałości ewolucyjną układankę, którą niezwykle trudno wpasować do istniejących już szufladek.

Właśnie ta unikalna mozaika anatomiczna doprowadziła część naukowców do wniosku, że Little Foot wcale nie musi być tylko wariantem znanego gatunku, lecz osobną linią ewolucyjną.



FOTO: WITS UNIVERSITY

Uwalnianie szkieletu z otaczającej go skały trwało ponad 2 dekady i wymagało niezwykle precyzyjnej pracy. Z tego powodu nasza wiedza o Little Foot dojrzewa stopniowo, a każda kolejna analiza na nowo stawia dawne pytania.

Jeśli ta interpretacja się obroni, mielibyśmy do czynienia z nieopisanym dotąd przedstawicielem ludzkiej rodziny, który żył równolegle z innymi australopitekami. Zamiast prostego, przejrzystego drzewa rodowego otworzyłby się przed nami obraz ewolucji jako gęstego, rozgałęzionego krzewu, na którym przez miliony lat współistniało obok siebie kilka różnych wczesnych form homininów. ■

STANISŁAW GAJDA

eprasa.pl 3fd5d50475

FOTO: WIKIPEDIA.ORG



Kształt czaszki różni się od *Australopithecus africanus* przede wszystkim proporcjami części twarzowej, ukształtowaniem wałów nadoczodołowych, formą kości jarzmowych oraz szczegółami uzębienia i budowy szczęk. Zestawienie cech prymitywnych z bardziej zaawansowanymi skłania część badaczy do wniosku, że mamy do czynienia z niezależną linią ewolucyjną nienazwanego jeszcze członka naszego rodu.

eprasa.pl 3fd5d50475

Świat nowych technologii nie zwalnia tempa. Wśród najciekawszych premier ostatnich miesięcy znalazły się zarówno urządzenia dla aktywnych podróżników i miłośników dobrego brzmienia, jak i sprzęt ułatwiający codzienne życie. Sprawdzamy, czym wyróżniają się te gadżety i czy warto w nie zainwestować.

Z głębin oceanów

JUNGHANS AQUARIS

Zupełnie nowa kolekcja Aquaris przynosi solidne zegarki sportowe, zainspirowane światem oceanicznych głębin. Sercem i dominantą projektu jest stalowa koperta, która podkreśla ich użytkowy, typowo „narzędziowy” charakter, a zarazem zapewnia wodoszczelność sięgającą aż 500 metrów. Wyraziste wskazówki oraz indeksy pokryte powłoką luminescencyjną gwarantują perfekcyjną czytelność także pod wodą, podczas gdy wewnętrzny, obrotowy pierścień – obsługiwany za pomocą koronki – umożliwia precyzyjny pomiar czasu zanurzenia. ■

⊕ *Mechanizm automatyczny o 48-godzinnej rezerwie chodu jest łatwy w serwisowaniu, a dodatkowo wyróżnia się zwiększoną odpornością na działanie pól magnetycznych.*

⊖ *Średnica koperty wynosi pokaźne 46,9 mm, co przekłada się na sporą wagę oraz masywność całej konstrukcji.*

Cena: 12 380 zł



FOTO: JUNGHANS

Przyroda w zasięgu ręki

NIKON MONARCH M5

Lornetka Monarch M5 10x50 zapewnia idealną równowagę między wydajnością a dokładnością. Dzięki dużym obiektywom o średnicy 50 mm potrafi uchwycić maksimum światła i zaoferować jasny, detaliczny obraz nawet przy gorszych warunkach oświetleniowych – na przykład podczas obserwacji przyrody o świcie lub przy śledzeniu gwiazd po zmroku. Mimo to waży zaledwie 640 gramów, co czyni ją jedną z najlżejszych lornetek w swej klasie. ■



FOTO: NIKON

⊕ *Doskonała optyka Nikon z wielowarstwowymi powłokami antyrefleksyjnymi, szkłami ED i powłokami dielektrycznymi zapewnia wysoki kontrast, wierne barwy i świetną ostrość.*

⊖ *Większe rozmiary i dziesięciokrotne powiększenie przy dłuższej obserwacji z ręki mogą wywołać drganie obrazu.*

Cena: 1 890 zł

Nadzór 4K tam, gdzie nie ma Wi-Fi

TAPO C665G KIT

Tapo C665G KIT to idealny wybór w miejscach bez dostępu do sieci Wi-Fi, takich jak domki letniskowe, plac budowy, ogrody czy oddalone obiekty. Dzięki łączności 4G LTE wystarczy włożyć kartę SIM i kamera natychmiast jest on-line. Urządzenie wykorzystuje rozdzielczość 4K Ultra HD, która gwarantuje wyjątkowo ostry obraz oraz możliwość przybliżania detali bez utraty czytelności. Dzięki obrotowemu mechanizmowi z zakresem 360° w poziomie i 98° w pionie jedna kamera potrafi pokryć ogromną przestrzeń bez martwych stref. W nocy pomaga sensor Starlight, podczerwień i wbudowane reflektory, dzięki czemu obraz pozostaje przejrzysty po zmroku, włączając kolorowy tryb nocny. O bezproblemową pracę dba panel słoneczny z akumulatorem o pojemności 10 000 mAh. Kamera ładuje się ze słońca i działa podczas długich dni bez bezpośredniego nasłonecznienia. Detekcja AI osób, pojazdów i zwierząt działa bezpośrednio w urządzeniu, co zapewnia dokładne powiadomienia i minimalizuje fałszywe alarmy. Nagrania można zapisywać lokalnie na kartę microSD lub w chmurze Tapo Care. ■



FOTO: TAPO



FOTO: TAPO

⊕ *Za transmisję danych odpowiada sieć komórkowa, a nie domowy router, co znacząco zwiększa możliwości umiejscowienia kamery.*

⊖ *Maksymalna pojemność karty pamięci wynosi 512 GB.*

Cena: 912 zł

Słuchawki bezprzewodowe

SENNHEISER MOMENTUM 4 WIRELESS

Wiosna już nadeszła i warto odświeżyć garderobę, w tym kolory słuchawek. Najnowsze barwy teal, brown oraz denim dopełniają standardową gamę słuchawek Momentum 4 w odcieniach grafitowym, białym i czarnym. Eleganckie, zamknięte, bezprzewodowe niemieckie słuchawki marki Sennheiser w pięknych kolorach, dzięki najnowszym kodekom aptX, aptX adaptive i Low-latency audio, zaoferują także audiofilski poziom dźwięku. Oczywiście do dyspozycji są również kodeki SBC, AAC. ■



FOTO: SENNHEISER

⊕ *Dzięki czasowi pracy aż do 60 godzin z aktywną redukcją szumów (ANC) oraz szybkiemu ładowaniu (5 min = 4 h słuchania), model ten należy do bezwzględnej czołówki współczesnych słuchawek.*

⊖ *Podczas podróży zajmują sporo miejsca i nie można ich złożyć.*

Cena: 946 zł

■ **REEDYCJA KULTOWEGO**

Neumann M 50 V

Firma Neumann ogłosiła powrót jednego z najbardziej ikonicznych mikrofonów w historii nagrań. Pierwotny model M 50 z 1951 roku stał się punktem odniesienia dla nagrań orkiestrowych. Następca M 50 V, wierna reedycja legendarnego mikrofonu lampowego, jest ręcznie wytwarzany w Niemczech według oryginalnych specyfikacji, lecz z ulepszeniami, takimi jak np. tytanowa kapsuła, złącze odporne na zakłócenia wysokiej częstotliwości i ulepszona izolacja mechaniczna w uchwycie. Ikona, która niezliczonymi wybitnymi nagraniami oraz ścieżkami dźwiękowymi dotąd wyznaczała standardy jakości dźwięku, trwa nadal. ■

⊕ *Dzięki wyjątkowej kapsule wszechkierunkowej z płynnym wzrostem wysokich częstotliwości, żywym obrazem dźwiękowym i naturalną głębią przestrzeni nagrania powstała „przyszła legenda" dla kolejnych pokoleń profesjonalistów audio.*

⊖ *Najwyższa cena wśród mikrofonów studyjnych.*

Cena: 48 000 zł



FOTO: NEUMANN

Łatwość sprzątania

Nie lubisz ciągle wyżymać ścierki, robot sprzątający i mop nie pasują do Twojego domu, ale wiecznie brudna podłoga działa Ci na nerwy? Dyson oferuje doskonałe rozwiązanie. Nowy model w licznej rodzinie sprzętu stanowi lżejszą, smuklejszą i mniejszą alternatywę do mycia podłóg, która efektywnie łączy czyszczenie na mokro z rewolucyjną cienką konstrukcją. PencilWash™ waży zaledwie 2,2 kg – w dłoni odczujesz jednak tylko 380 gramów, a to podczas domowego maratonu sprzątania naprawdę robi różnicę. Użytkownikom oferuje 2 tryby dopływu wody – na lekkie zabrudzenia oraz na uporczywe plamy. Teraz myślisz, co taki maluch wytrzyma? Całkiem sporo! Zbiornik na 300 ml czystej wody wystarczy na 100 m² podłogi – za jednym razem bez problemu posprzątasz średniej wielkości mieszkanie. Czas pracy baterii wynosi pół godziny, więc spokojnie ogarniesz czyszczenie na jednym ładowaniu. ■



⊕ *Brak filtra zapobiega przykremu zapachowi i konieczności czyszczenia.*

⊖ *Wyższa cena zakupu, co w przypadku marki Dyson jest standardem.*

Cena: 1 449 zł

■ **PISANIE W PODRÓŻY BEZ KOMPROMISÓW**

Satechi OntheGo Bluetooth

Klawiatura Bluetooth OntheGo™ z podstawką to kompaktowe rozwiązanie do pisania w podróży, stworzone z myślą o profesjonalistach pracujących w dowolnym miejscu. Dzięki ochronnej pokrywie, która zamienia się w solidną, regulowaną podstawkę dla tabletów lub smartfonów, oferuje mobilność i wydajność w jednym eleganckim zestawie. Dzięki Bluetooth 5.1 łączy się z aż 3 urządzeniami jednocześnie, a przełączanie między nimi zajmuje zaledwie parę sekund. ■

⊕ *Niskoprofilowe klawisze pracują cicho i niezawodnie, bateria wytrzyma długie dni bez ładowania.*

⊖ *Brak bloku numerycznego, co może być czasami niewygodne.*

Cena: 289 zł



FOTO: SATECHI

■ **Z PERFEKCYJNYM APARATEM**

Nothing Phone (4a) Pro

Londyńska marka Nothing zaprezentowała nowe telefony. Z tyłu wariantu Phone (4a) Pro w przezroczystym module umieszczono wysokiej jakości 50MP matrycę Sony Lytia 700C, peryskopowy teleobiektyw z matrycą 50MP i 140-krotnym zoomem oraz ultraszerokokątny z matrycą 8MP. Obok aparatów znajduje się miniekran Glyph Matrix. Informuje on użytkownika pikselową grafiką o powiadomieniach, połączeniach i zdarzeniach. ■



FOTO: NOTHING

⊕ *W wyposażeniu nie brakuje wydajnego procesora Snapdragon 7 Gen 4, jasnego ekranu i szybkiego ładowania.*

⊖ *Wyższa cena za telefon ze średniej półki.*

Cena: 2 399 zł

■ **PRZENOŚNY MODEM**

Acer Connect Enduro M6E

Wydajny i wytrzymały router mobilny 5G, zaprojektowany z myślą o maksymalnej swobodzie łączności w podróży, obsługuje NanoSIM, eSIM oraz wirtualną SIM (SIMO), umożliwiając podłączenie do 20 urządzeń jednocześnie w ponad 135 krajach świata. Dzięki Wi-Fi 6E (AXE1200) oferuje szybką i stabilną transmisję danych, podczas gdy funkcja SignalScan automatycznie wybiera najsilniejszą dostępną sieć. Bateria o pojemności 8000 mAh zapewnia do 28 godzin pracy i służy też jako powerbank. ■



FOTO: ACER

⊕ *Ochrona IP68, standard MIL-STD 810H oraz kompaktowe wymiary czynią z niego idealnego partnera w terenie.*

⊖ *Waży prawie 300 gramów, przez co mniej wygodnie nosi się go w kieszeni.*

Cena: 989 zł

eprasa.pl 3fd5d50475

W biologii już od dawna nie obowiązuje zasada, że jeden człowiek to wyłącznie jeden zestaw DNA. Do głównych przyczyn tego stanu rzeczy należy tak zwany mikrochimeryzm – zjawisko, w którym ciało człowieka mieści w sobie wiele różnych linii genetycznych jednocześnie. Co ciekawe, wchodzi w ich posiadanie w sposób absolutnie naturalny, na przykład w trakcie ciąży lub po transplantacji narządów. Czy ten obcy materiał genetyczny nam szkodzi, czy wręcz przeciwnie – przynosi konkretne korzyści?

Ludzie jako chimery: część komórek w naszym ciele wcale do nas nie należy



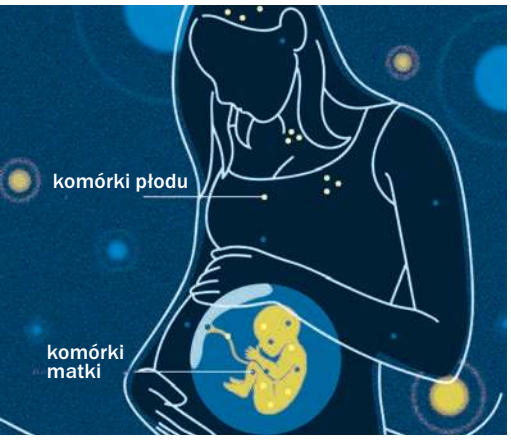
ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK

Mikrochimeryzm oznacza, że we własnym ciele nosimy komórki innych ludzi, często przez całe życie.

W mitologii greckiej Chimerą nazywano córkę stugłowego olbrzyma Tyfona i Echidny. Sama Chimera była potworem z głową lwa, ciałem kozy i ogonem węża. Żyła w Licji na terenie dzisiejszej Turcji, gdzie strzegła wejścia do podziemi i ziała ogniem w stronę każdego, kto się do niej zbliżył. Dziś okazuje się, że chimerą jest w zasadzie każdy z nas, ponieważ ludzkie ciało potrafi nosić w sobie wiele rodzajów DNA jednocześnie. W naszych organizmach znajdują się komórki, które wcale nie należą do nas.

PRZEKAZYWANIE KOMÓREK W TRAKCIE CIĄŻY

Do tego procesu dochodzi w pełni naturalną drogą w okresie ciąży, a także za pośrednictwem zabiegów transplantacyjnych. Niewielka populacja komórek, które przenikają przez łożysko między matką a dzieckiem, stawia pod znakiem zapytania podstawowe zasady ludzkiej immunologii. Matki noszą w sobie komórki pochodzące



ILUSTRACJA: ANTHROPOLOGY.ND.EDU

Najczęściej do wymiany komórek dochodzi między matką a płodem w trakcie ciąży.

od swoich biologicznych dzieci, które przedostały się przez łożysko w okresie życia płodowego. Analogicznie dzieci noszą komórki przekazane im *in utero* przez matki – przy czym część z nich może pochodzić nawet od babć ze strony matki, starszego rodzeństwa lub bliźniaków.

RODZINNA WYMIANA KOMÓREK MIKROCHIMERYCZNYCH

Owe „komórki mikrochimeryczne" odnaleziono dotąd w każdym badanym narządzie. Są one jednak niezwykle rzadkie – występują znacznie rzadziej niż chociażby biliony mikroorganizmów żyjących w naszych jelitach, na skórze czy w innych organach. Na każde dziesięć tysięcy do miliona własnych komórek przypada zaledwie jedna komórka mikrochimeryczna. Ich odkrycie było dziełem przypadku. Jako pierwszy zjawisko mikrochimeryzmu płodowego – czyli fakt, że komórki płodu mogą przenikać do organizmu matki – zauważył niemiecki patolog **Christian Georg Schmorl** (1861–1932).

W ORGANIZMIE PRZEŻYWAJĄ PRZEZ DŁUGIE LATA!

W 1893 roku, podczas sekcji zwłok kobiet zmarłych w trakcie porodu na rzucawkę (eklampsję) – groźne powikłanie ciążowe objawiające się drgawkami i utratą przytomności, bez interwencji medycznej kończące się śmiercią – Schmorl odkrył w ich płucach duże komórki wielojądrzaste, łudząco podobne do komórek łożyska. Dalsze badania nad odpornością kobiet w ciąży pozwoliły w 1969 roku wykryć białe krwinki z chromosomem Y u kobiet, które urodziły chłopców. Przez kolejne 2 dekady zakładano jednak, że transfer owych komórek jest jedynie tymczasową cechą towarzyszącą ciąży. Pogląd ten obaliła dopiero genetyczka **Diana Bianchi**.

GENY ODZIEDZICZONE PO WŁASNYCH DZIECIACH

W 1993 roku Bianchi odkryła komórki z chromosomem Y u kobiet, które urodziły synów od roku do nawet 27 lat wcześniej. Odkrycie to obaliło dogmat mówiący, że dzieci dziedziczą geny wyłącznie po rodzicach, a nigdy na odwrót. Przeniesione komórki płodowe krążą w obrębie drzewa rodowodowego i podróżują „wstecz w czasie" – od dzieci do ich matek. W późniejszych badaniach Bianchi udowodniła również, że komórki te wykazują zdumiewające właściwości regeneracyjne, wspierając na przykład gojenie ran u matek poprzez przekształcanie się w naczynia krwionośne lub komórki skóry.

KOMÓRKI MIKROCHIMERYCZNE NIE SĄ OBCE

Mikrochimeryzm podważa także centralną zasadę immunologii, według której układ odpornościowy klasyfikuje komórki w sposób binarny: jako „własne" lub „obce". W myśl tego uproszczonego modelu komórki mikrochimerycz-

eprasa.pl 3fd5d50475

ne powinny wywoływać odpowiedź immunologiczną i zostać odrzucone przez organizm – tak się jednak nie dzieje. Rola tych komórek w organizmie nadal pozostaje przedmiotem intensywnych badań, lecz już teraz wiadomo, że oprócz przyspieszania regeneracji tkanek i pełnienia funkcji przypominających komórki macierzyste mogą one wpływać na tolerancję immunologiczną.

TOLERANCJA IMMUNOLOGICZNA MIĘDZY MATKĄ A SYNEM

Jedna z głównych teorii głosi, że wymiana komórek między matką a płodem pomaga wykształcić tolerancję immunologiczną, dzięki czemu organizm matki nie odrzuca płodu. Mechanizm ten działa jednak w obie strony – co wyjaśnia **William Burlingham**, pionierski immunolog transplantacyjny. Z pojęciem mikrochimeryzmu zetknął się po raz pierwszy pod koniec lat 80. XX wieku, gdy nastoletni chłopiec po przeszczepieniu nerki postanowił nagle przerwać terapię immunosupresyjną.

ORGANIZM CHŁOPCA NIE ODRZUCIŁ NERKI MATKI

Ku zaskoczeniu lekarzy, układ odpornościowy chłopca nie wykazywał żadnych oznak odrzucenia nerki, którą podarowała mu matka. Zespół Burlinghama

ILUSTRACJA: SHUTTERSTOCK



Około 70–90% kobiet, które kiedykolwiek były w ciąży, nosi w sobie komórki płodowe swojego dziecka.

dowiódł później, że pochodzące od matki komórki mikrochimeryczne regulowały układ odpornościowy chłopca, co zahamowało odrzucenie narządu. Naukowcy ustalili także, że zgodność tkankowa matki sprzyja długoterminowemu przeżyciu narządów dawcy w ciele biorcy. Odkrycia te wskazują na fascynującą możliwość zapobiegania odrzucaniu przeszczepów, co w przyszłości wymaga dokładniejszych badań nad sposobami na zwiększenie liczby dawczych komórek mikrochimerycznych u biorców.

W JAKI SPOSÓB „OBCE" KOMÓRKI SZKODZĄ ORGANIZMOWI?

Okazuje się jednak, że komórki mikrochimeryczne mają też swoją ciemną stronę – mogą brać udział w rozwoju chorób autoimmunologicznych, takich jak twardzina czy zapalenie tarczycy. Mniej więcej w tym samym czasie, gdy Bianchi dokonywała swojego przełomowego odkrycia, reumatolożka **Lee Nelson** odnalazła komórki z chromosomem Y u kobiet, które wcześniej urodziły synów. Nelson zajęła się badaniem chorób autoimmunologicznych, które nieproporcjonalnie często dotykają kobiety w średnim wieku – w owym czasie powszechnie uważano, że stoi za nimi zaburzenie równowagi hormonalnej.

CZY STOJĄ ZA CHOROBAMI AUTOIMMUNOLOGICZNYMI?

Jedno z takich schorzeń, twardzina, charakteryzuje się objawami uderzająco podobnymi do reakcji „przeszczep przeciw biorcy", do której dochodzi, gdy komórki odpornościowe dawcy atakują tkanki biorcy po transplantacji. Odkrycie komórek mikrochimerycznych doprowadziło Nelson do nowatorskiej teorii: autoimmunizacja nie musi być wywoływana przez hormony, lecz może odzwierciedlać reakcje odpornościowe wywołane przez ukrytych mikrochimerycznych „gości" lub skierowane bezpośrednio przeciwko nim. Od tamtej pory ponadprzeciętną liczbę komórek mikrochimerycznych odnajdywano u osób z szeregiem chorób autoimmunologicznych, w tym z cukrzycą i toczniem.

OSTRZEŻENIE DLA ODPORNOŚCI

W świetle tych ustaleń staje się coraz bardziej jasne, że komórki mikrochimeryczne – mimo swej znikomej ilości – wpływają na szereg kluczowych procesów biologicznych, w tym na ochronę przed infekcjami. Przykładem mogą być limfocyty T, czyli białe krwinki pełniące funkcję „dyrygentów orkiestry immunologicznej". Komórki te zapamiętują obce cząsteczki, z którymi człowiek styka się w ciągu życia, aby układ odpornościowy mógł szybko zareagować przy ponownym zakażeniu. Ma-

FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



Podczas transplantacji obce komórki wnikają do organizmu biorcy w bardzo dużych ilościach, a część z nich wymyka się układowi odpornościowemu i funkcjonuje w nowym ciele dalej.

cierzyńskie mikrochimeryczne limfocyty T mogą przekazać tę pamięć komórkom odpornościowym dziecka, zapewniając mu wczesne ostrzeżenie przed zagrożeniami, które czyhają na nie po opuszczeniu łona matki.

MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA SĄ WRĘCZ NIEOGRANICZONE

Komórki mikrochimeryczne dysponują potencjałem, by zrewolucjonizować medycynę. Ich zdolność do zachowywania się w sposób analogiczny do komórek macierzystych można wykorzystać w medycynie regeneracyjnej – na przykład przy naprawie tkanki sercowej po zawałach, regeneracji wątroby czy przyspieszaniu gojenia ran. Fakt, że potrafią przetrwać w obcym organizmie bez wywoływania silnej reakcji immunologicznej, otwiera z kolei drogę do nowych strategii zmniejszających ryzyko odrzucenia przeszczepów lub do opracowania nowych metod leczenia chorób autoimmunologicznych.

POTENCJAŁ DO ZASADNICZEJ PRZEMIANY MEDYCYNY

Komórki te stanowią również obiecujące narzędzie diagnostyczne – ich obecność we krwi matki pozwala rozszerzyć możliwości nieinwazyjnych badań prenatalnych, a w przyszłości być może także wczesnego wykrywania chorób. W onkologii bada się obecnie, czy komórki mikrochimeryczne pomagają w regeneracji tkanek po zakończonym leczeniu, czy też wpływają na mikrośrodowisko nowotworowe. Obie te ścieżki mogą doprowadzić do powstania nowych procedur terapeutycznych. Podsumowując: to fascynująca dziedzina łącząca regenerację, immunologię i diagnostykę, która może fundamentalnie zmienić oblicze medycyny spersonalizowanej. ■

LENA SZYMAŃSKA

eprasa.pl 3fd5d50475

SKORZYSTAJ Z WYJĄTKOWYCH OFERT PRENUMERATY GAZET WYDAWNICTWA AMCONEX









Zamówienia na prenumeratę
można składać bezpośrednio na stronie:

www.europress.pl

ewentualne pytania prosimy kierować na adres e-mail:

prenumerata@europress.pl

lub telefonicznie:

+48 22 51 93 980

(czynne w dni robocze w godzinach 8:00 – 16:00)

Więcej informacji o prenumeracie:

prenumerata@europress.pl

eprasa.pl 3fd5d50475





Zamów prenumeratę przez Pocztę Polską

prenumerata.poczta-polska.pl

Sprzedaż prasy w prenumeracie realizowana przez Pocztę Polską S.A. polega na przyjmowaniu zamówień oraz przedpłat od prenumeratorów i doręczaniu im zaabonowanych egzemplarzy. Zamówienia i przedpłaty na prenumeratę prasy przyjmowane są zgodnie z obowiązującymi okresami i cenami zamieszczanymi w aktualnych cennikach.

Szczegółowe informacje dotyczące terminów składania zamówień na poszczególne okresy prenumeraty zawiera „Regulamin dla klientów kupujących prasę w prenumeracie".

Oszczędność czasu i pieniędzy:

- zaabonowanie egzemplarzy prasy w prenumeracie bez ponoszenia dodatkowych opłat
- dostarczanie zaprenumerowanej prasy do miejsca zamieszkania, siedziby prenumeratora lub do skrytek i przegródek pocztowych bez pobierania z tego tytułu żadnych dodatkowych opłat
- niezmienność cen w okresie realizacji prenumeraty
- niższe ceny za egzemplarz prasy w prenumeracie niż w sprzedaży detalicznej (oferta dotyczy tylko niektórych tytułów prasowych).

Szeroka dostępność – najprostszy i najdogodniejszy sposób zamawiania prasy:

- drogą elektoniczną pod adresem: prenumerata.poczta-polska.pl
- we wszystkich placówkach pocztowych na terenie kraju
- u listonoszy.

PRENUMERATA E-WYDAŃ NASZYCH GAZET DO KUPIENIA NA:

WWW.PUBLIO.PL WWW.E-KIOSK.PL WWW.EGAZETY.PL WWW.NEXTO.PL WWW.EPRASA.PL

Ćwiczenia dla mózgu

Drogie Czytelniczki, drodzy Czytelnicy, dla odprężenia i treningu umysłu przygotowaliśmy dla Was zestaw zadań logicznych. Życzymy mnóstwa radości z rozwiązywania, bystrego umysłu i świetnej zabawy!

I. Sudoku

Jaką cyfrą należy zastąpić znak zapytania?

	5	2			3			
8		1		4		6		
6					8			
		3					9	
	7		4	?	6		8	
	6					5		
			7					3
		5		9		4		2
			2			8	7	

II. Która jest prawdomówna?

W odległym królestwie żył król, który miał trzy córki: Amalię, Barbarę i Cecylię. Amalia zawsze mówiła prawdę, Barbara nigdy nie mówiła prawdy, a Cecylia kłamała tylko czasami. Pewnego dnia do zamku przybył młody książę, pragnący pojąć za żonę jedną z królewskich córek. Nie chciał spędzić życia u boku osoby nieszczerej, więc postanowił ożenić się z Amalią. Nie wiedział jednak, jak wygląda. Król zaprowadził go do sali, w której siedziały wszystkie trzy księżniczki, i oznajmił: *Oddam ci Amalię za żonę, jeśli potrafisz ją rozpoznać. Każdej z moich córek możesz zadać tylko jedno pytanie.* Książę zamyślił się, po czym zwrócił się do wszystkich 3 dziewcząt z tym samym pytaniem: *Jak ma na imię księżniczka siedząca pośrodku?* Księżniczka siedząca po lewej stronie odpowiedziała: *Amalia.* Księżniczka siedząca pośrodku odrzekła: *Barbara.* Księżniczka siedząca po prawej stronie zaś szepnęła: *Cecylia.* Książę chwilę się zastanawiał, następnie wskazał jedną z sióstr. Którą z księżniczek zabrał ze sobą do domu?

III. Przyporządkuj właściwe stolice do państw

1/ Bahrajn	A/ Gaborone
2/ Botswana	B/ Victoria
3/ Gujana	C/ Bamako
4/ Jamajka	D/ Georgetown
5/ Sudan Południowy	E/ Yaren
6/ Mali	F/ Kingston
7/ Nauru	G/ Manáma
8/ Seszele	H/ Castries
9/ Saint Lucia	I/ Dżuba

IV. Którym fragmentem należy uzupełnić puste miejsce?



FOTO: SHUTTERSTOCK IMAGES LLC



A B C D E

V. Quiz

1. Która aktorka została księżną Monako?

A) **Grace Kelly**
B) **Marilyn Monroe**
C) **Angelina Jolie**
D) **Farrah Fawcett**

2. Kto jest autorem tekstu polskiego hymnu?

A) **Adam Mickiewicz**
B) **Jan Henryk Dąbrowski**
C) **Michał Ogiński**
D) **Józef Wybicki**

3) W którym roku Apollo 11 wylądował na Księżycu?

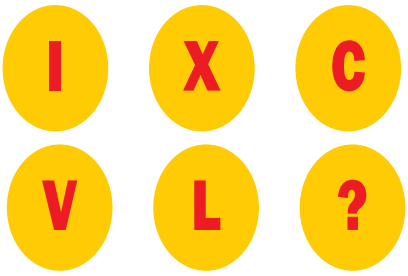
A) 1968
B) 1978
C) 1969
D) 1979

4) Ile województw jest w Polsce?

A) 15
B) 32
C) 49
D) 16

eprasa.pl 3fd5d50475

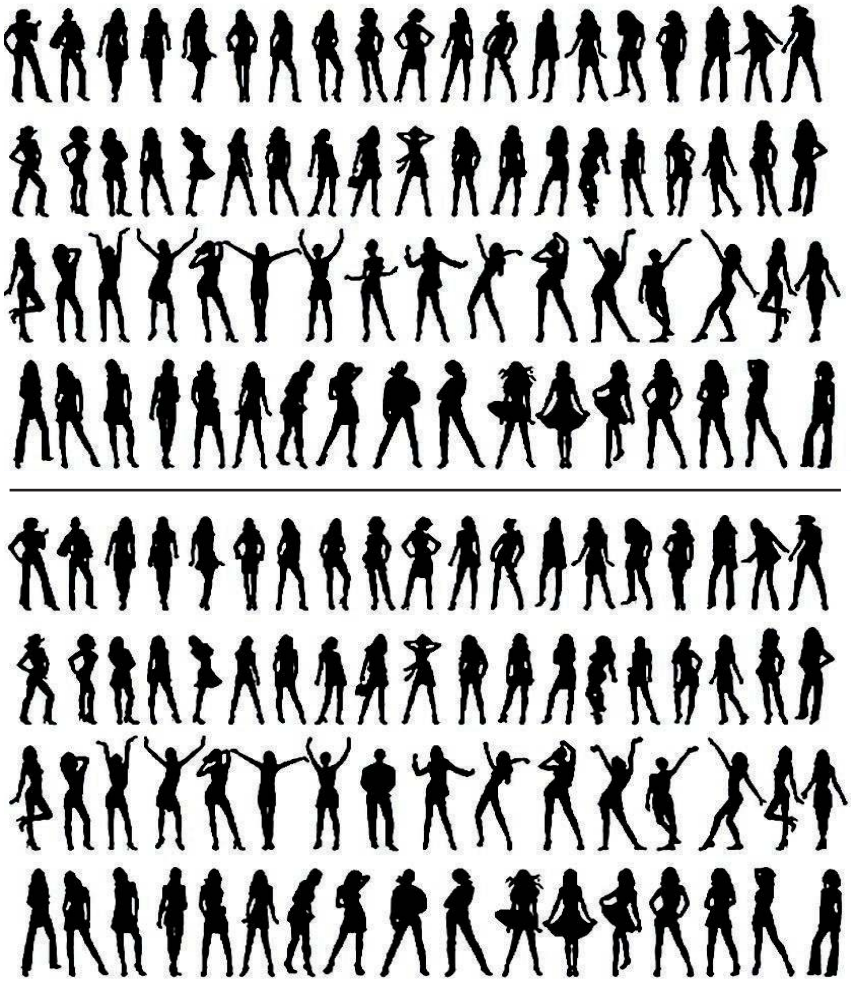
VI. Jaką literą należy zastąpić znak zapytania?



VII. Potrafisz podzielić okrągły tort na 8 części, używając trzech cięć w linii prostej?



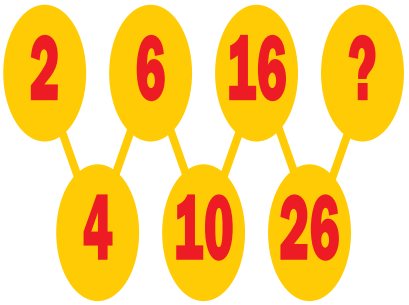
VIII. Jedna sylwetka na drugim obrazku jest inna. Znajdziesz ją?



IX. Ile waży wieża Eiffla?

Jeżeli wieża Eiffla w Paryżu ma wysokość 300 metrów i masę 8000 ton żelaza, to jaką wysokość ma dokładny model słynnej wieży ważący 1 kg?

X. Jaką liczbą należy zastąpić znak zapytania?



XI. Quiz

TAJEMNICE NASZEJ ZIEMI

Quiz powstał na podstawie informacji zawartych w artykule ze strony tytułowej.

1. Dlaczego niebo wydaje się nam niebieskie, a nie fioletowe?

A. Ponieważ fioletowe światło nie dociera do atmosfery.
B. Ponieważ ludzkie oko jest mniej czułe na fiolet, a atmosfera silniej go pochłania.
C. Ponieważ Słońce emituje wyłącznie niebieskie światło.

2. Jaka siła jest odpowiedzialna za powstawanie niszczycielskich wiatrów katabatycznych na Antarktydzie?

A. Różnica ciśnień między oceanami
B. Ruch obrotowy Ziemi wokół własnej osi
C. Grawitacyjne ściąganie zimnego powietrza

3. Czym jest Zelandia?

A. Największą wyspą na świecie
B. Ósmym kontynentem, w większości ukrytym pod wodą
C. Podwodnym łańcuchem wulkanów

4. Jak drzewa komunikują się ze sobą w tzw. „leśnym internecie”?

A. Za pomocą sieci grzybni połączonej z korzeniami
B. Dzięki falom radiowym emitowanym przez liście
C. Za pomocą owadów przenoszących informacje

XII. Które słowo nie pasuje do pozostałych?

A/ rzeczownik
B/ przymiotnik
C/ zaimek
D/ czasownik
E/ przysłówek

PRZYGOTOWAŁA REDAKCJA

Odpowiedzi znajdują się na stronie 105.

eprasa.pl 3fd5d50475

KSIĄŻKI:

Yuval Noah Harari
SAPIENS. WIEK REWOLUCJI



Kolejna odsłona kultowej serii. Autor powraca do tematów przełomowych zwrotów w historii ludzkości, tym razem skupiając się na rewolucjach naukowych, technologicznych i społecznych, które najmocniej ukształtowały dzisiejszego człowieka. Na początku XVI wieku mogło się wydawać, że po wielkich odkryciach geograficznych ludzkość osiągnęła apogeum rozwoju pod względem medycznym, gospodarczym i militarnym. Jak więc przeszliśmy od średniowiecznych zwojów do e-booków, od liczydeł do komputerów, od drewnianych statków do atomowych okrętów podwodnych? Jak poderwaliśmy się z powierzchni Ziemi, by wreszcie dotrzeć na Księżyc? ■

Wydawnictwo Literackie

Helen Scales
80 RYB I INNYCH STWORZEŃ MORSKICH



Morza i oceany skrywają niezwykłe bogactwo życia: od jesiotrów, przez rafowe błazenki i manty, po tajemnicze organizmy głębin. Biolożka morska i oceanografka prowadzi czytelnika przez Morze Śródziemne, Oceany Indyjski i Spokojny, Karaiby oraz rejony polarne, łącząc wiedzę naukową z opowieściami kulturowymi. Pokazuje, jak ryby, mięczaki i inne stworzenia wpływały na medycynę, sztukę, kulturę i folklor. Książka prezentuje 80 wyjątkowych gatunków oraz wyjaśnia m.in. skąd wzięły się mity o syrenach i jakie tajemnice kryją głębinowe organizmy. Dopełnieniem są efektowne ilustracje Marcela George'a. ■

Wydawnictwo Naukowe PWN

Łukasz Dynowski
ATOMOWI. TESTY NUKLEARNE NA LUDZIACH



Reportaż Łukasza Dynowskiego opowiada o ludziach, którzy doświadczyli skutków broni atomowej podczas testów nuklearnych prowadzonych w latach 1945-1962. Autor oddaje głos weteranom atomowym, zmuszanym do działania w skażonych strefach, oraz mieszkańcom terenów dotkniętych radioaktywnym opadem. Ich relacje, przez lata skrywane lub ignorowane, ukazują dramatyczne konsekwencje promieniowania dla zdrowia i życia kolejnych pokoleń. Świadectwa te przeplatają się z historią rozwoju broni jądrowej, od projektu Manhattan po kryzys kubański, tworząc poruszającą opowieść o cenie nuklearnej potęgi. ■

Wydawnictwo Agora

Martyna Skibińska
GWARNO. O JĘZYKACH I GWARACH W POLSCE



Gwarno to barwna i pełna humoru książka pokazująca językową różnorodność Polski. Wyjaśnia, czym są języki i gwary, jak działają, dlaczego niektóre zanikają oraz jak można je chronić. Czytelnicy poznają osiem polskich gwar i osiemnaście języków używanych w naszym kraju, odkrywając przy tym regionalne słownictwo, tradycje i kultury. Autorzy zabierają w fascynującą podróż od Kaszub po Podhale, pokazując, że Polska jest znacznie bardziej wielojęzyczna, niż mogłoby się wydawać. To przystępny i ciekawy przewodnik dla wszystkich zainteresowanych językiem i kulturą. ■

Wydawnictwo Dwie Siostry

WARTO ODWIEDZIĆ:

■ POMORSKA NOC NAUKOWCÓW



KIEDY: 25 WRZEŚNIA 2026 R. (GODZ. 17:00–22:30)
GDZIE: TRÓJMIASTO (GDAŃSK, GDYNIA, SOPOT – LABORATORIA I CENTRA NAUKI)
FORMA: NOCNE WIDOWISKA, INTERAKTYWNE STACJE DOŚWIADCZALNE, EKSPERYMENTY NA ŻYWO

Noc Naukowców to impreza popularnonaukowa mająca miejsce w krajach Unii Europejskiej co roku w ostatni piątek września. Pierwsza Pomorska Noc Naukowców, odbyła się na terenie Trójmiasta 29 września 2023 r. i uczestniczyło w niej blisko 7 000 osób. Zainteresowani mogli wziąć udział wydarzeniach odbywających się na Gdańskim Uniwersytecie Medycznym, na Uniwersytecie Gdańskim, na Politechnice Gdańskiej, na Uniwersytecie Morskim w Gdyni, w Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni, w Centrum Nauki Experyment i Centrum Hevelianum. Naukowe show przygotowało ponad 100 naukowców, doktorantów i innych pracowników instytucji partnerskich oraz studenci z kół naukowych. W jego trakcie zaprezentowano łącznie 172 atrakcje: doświadczenia, prezentacje, gry, quizy oraz wykłady popularnonaukowe. Tego dnia naukowcy odeszli od codziennych zajęć i prowadzonych badań, otworzyli swoje miejsca pracy i zaprezentowali dzieciom, młodzieży i dorosłym jak ciekawa, pasjonująca i przede wszystkim dostępna dla każdego jest nauka. Wszystko, aby rozbudzić głód wiedzy, oraz pokazać każdemu, że poznawanie świata, zdobywanie wiedzy, analityczne myślenie, wyciąganie wniosków i rozbudzanie wyobraźni, daje dużo radości.
Pomorska Noc Naukowców to święto nauki, w ramach którego można spotkać się naukowcami i odkryć fascynujący świat badań w mniej poważnym niż zazwyczaj wydaniu. Uczestnicy PNN mają do wyboru różnorodne atrakcje związane z naukami ścisłymi, medycznymi, biologicznymi, jak również psychologią czy szeroko rozumianą humanistyką.

21. WIEK POLECA:

■ FESTIWAL PRZEMIANY



KIEDY: OD 3 DO 5 PAŹDZIERNIKA 2026 R.
GDZIE: CENTRUM NAUKI KOPERNIK, WARSZAWA
FORMA: INTERAKTYWNE WYSTAWY, POKAZY ART-SCIENCE, DEBATY I PROJEKCJE

Centrum Nauki Kopernik zaprasza na tegoroczny Festiwal Przemiany, którego motywem przewodnim jest empatia – zdolność wczuwania się w potrzeby innych ludzi, zwierząt, a nawet całych ekosystemów. To wyjątkowe wydarzenie łączy naukę, sztukę i nowe technologie, pokazując empatię z perspektywy neuronauki, biologii ewolucyjnej i rozwoju sztucznej inteligencji.
W programie znalazły się wystawa, stacje doświadczalne, spotkania z naukowcami i artystami, debaty, panele mistrzowskie, kino, koncerty oraz warsztaty w festiwalowej kawiarni. Festiwal stawia pytania o to, czy empatia to słabość czy siła – i zachęca do odważnego szukania odpowiedzi.
Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie będzie reprezentował na Festiwalu prof. Hazem Kalaji z zespołem, który na czas trwania wydarzenia otworzy przychodnię dla roślin. Każdy chętny będzie miał możliwość zdiagnozować swoje domowe rośliny za pomocą systemu umożliwiającego odczytywanie ich EKG – sygnałów biofizycznych wysyłanych w trakcie procesu fotosyntezy.

eprasa.pl 3fd5d50475

WARTO ZOBACZYĆ:

42. WARSZAWSKI MIĘDZYNARODOWY FESTIWAL FILMOWY (WFF)



KIEDY: 9–18 PAŹDZIERNIKA 2026 R.
GDZIE: KINOTEKA, MULTIKINO ZŁOTE TARASY I WYBRANE KINA W WARSZAWIE
FORMA: POKAZY FILMÓW FABULARNYCH I DOKUMENTALNYCH, SPOTKANIA Z TWÓRCAMI

Jeden z najważniejszych festiwali filmowych w tej części Europy. Przez 10 dni Warszawa ponownie stanie się sercem światowej kinematografii – będzie to czas wypełniony pokazami premierowymi, spotkaniami z twórcami z całego świata i niepowtarzalnymi filmowymi emocjami.

Festiwal, organizowany od 1984 roku przez Warszawską Fundację Filmową, posiada prestiżową akredytację FIAPF w kategorii A, co stawia go w jednym rzędzie z takimi wydarzeniami jak festiwale w Cannes, Berlinie czy Wenecji. W programie znajdą się zarówno sekcje konkursowe – Konkurs Międzynarodowy oraz Konkurs 1–2 dla twórców pierwszych i drugich filmów fabularnych – jak i sekcje pozakonkursowe, takie jak Free Spirit, Spotkania, Pokazy Specjalne czy Family Film Weekend. W repertuarze stałe miejsce zajmują dokumenty poświęcone eksploracji kosmosu, zmianom klimatycznym, rewolucji technologicznej czy bioetyce. To szansa na obejrzenie nagradzanych na świecie produkcji, zanim trafią do szerokiej dystrybucji.

Festiwal tradycyjnie koncentruje się w ścisłym centrum Warszawy, przyciągając każdego dnia tysiące widzów, którzy współtworzą wyjątkową, kinową atmosferę miasta.

ODPOWIEDZI ZE STRONY 102–103:

MÓZGOWNICA:

I. 3; II. książę wybrał księżniczkę siedzącą na prawo; III. 1g, 2a, 3d, 4f, 5i, 6c, 7e, 8b, 9h; IV. A; V. 1/a, 2/d, 3/c, 4/d; VI. D – każda następna liczba rzymska w szeregu jest 10 razy większa niż poprzednia; VII. dwa cięcia w pionie podzielą tort na ćwiartki, trzecie cięcie w poziomie w połowie tortu dzieli na 8 części; VIII. na dolnym obrazku w 2 rzędzie od dołu 8 sylwetka od lewej to mężczyzna; IX. 1,5 m; X. 42, każda liczba jest sumą 2 poprzednich; XI. 1/b, 2/c, 3/b, 4/a ; XII. przysłówek – jest nieodmienny;

PRZYGOTOWAŁA REDAKCJA

AUDIOBOOKI:

Adam Mirek
COŚ TU ŚMIERDZI. NAUKA, KTÓRA WRZE, BULGOCZE I WYBUCHA



Lektor: Krzysztof Szczepaniak

Patrz, nadchodzi Florek – ekscentryczny naukowiec z kurą na ramieniu. Wśród parujących kotłów i barwnych mikstur rozpoczyna swoje widowisko, gdy nagle znika jego bezcenny kryształ. Kto stoi za kradzieżą? Klaun, Madame Tekla, a może tajemniczy Siny Paluch? Aby rozwiązać zagadkę, trzeba myśleć jak naukowiec i działać jak detektyw, nawet gdy świat wymyka się logice. To pełna humoru i eksperymentów przygoda, która odkrywa sekrety nauki i pomaga spojrzeć na codzienność z nowej perspektywy. Autorem jest Adam Mirek – popularny edukator i twórca bestsellerowych książek dla dzieci, wielokrotnie nagradzanych przez czytelników i ekspertów.

Dlaczego warto w audio: Żywiołowa i barwna interpretacja lektorska sprawia, że skomplikowane zjawiska naukowe stają się zrozumiałe i niezwykle angażujące. ■

Wydawnictwo Znak Emotikon

Samantha Harvey
ORBITA



Lektor: Maria Seweryn

Na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej sześcioro astronautów z różnych krajów spędza dobę, okrążając Ziemię co 90 minut. W niezwykłej scenerii kosmosu mierzą się nie tylko z wyzwaniami misji, ale także z własnymi wspomnieniami, tęsknotami i pytaniami o przyszłość. Rozmowy oraz chwile samotnej refleksji tworzą poruszającą opowieść o człowieczeństwie, relacjach, wierze, nauce i odpowiedzialności za planetę. Patrząc na Ziemię z dystansu, bohaterowie odkrywają nową perspektywę na miłość, śmierć i sens życia, a kosmos staje się lustrem ich najgłębszych przemyśleń.

Dlaczego warto w audio: Kameralny, refleksyjny klimat wciąga w atmosferę głębokiego kosmosu i pozwala w pełni poczuć hipnotyzujący rytm ziemskich wschodów i zachodów słońca widzialnych z orbity. ■

Wydawnictwo Wielka Litera

Robert Rutkowski, Irena A. Stanisławska
ALKOILUZJA. WYJŚCIE Z ALKOHOLOWEJ SEKTY



Lektorzy: Przemek Corso, Magdalena Emilianowicz, Robert Rutkowski

Czy jesteśmy ofiarami największej iluzji naszych czasów? Robert Rutkowski, doświadczony terapeuta, wspólnie z Ireną A. Stanisławską pokazuje, jak działa społeczna presja, jak bardzo jesteśmy poddani iluzji i jak możemy się z niej wyrwać. To książka, która zmienia myślenie – i może zmienić życie. Jeśli chcesz dowiedzieć się prawdy, której nikt nie chce usłyszeć, „Alkoiluzja" jest dla Ciebie. To książka o tym, jak wszyscy zostaliśmy oszukani. O tym, jak wielkie koncerny, politycy i kultura wmówili nam, że picie jest normalne, a nawet „zdrowe". Czy naprawdę masz wybór, czy tylko myślisz, że go masz? **Dlaczego warto w audio:** Otwarta, pozbawiona moralizowania rozmowa skłania do głębokiej refleksji i łatwo przyswaja się w formie audiowywiadu. ■ ***Wydawnictwo Newhomers***

WSZYSTKIE INFORMACJE POCHODZĄ Z MATERIAŁÓW PROMOCYJNYCH WYDAWNICTW ORAZ STRON ORGANIZATORÓW.

eprasa.pl 3fd5d50475

TEMAT NUMERU:

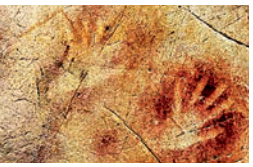
NOGI, SKRZYDŁA, PŁETWY: KTÓRY SPOSÓB PORUSZANIA SIĘ ZWYCIĘŻA?





Mowa o trzech głównych, ewolucyjnych „modułach" ruchu, które wyrosły z jednego wspólnego pnia. Wszystko zaczęło się w momencie, gdy rybie płetwy stopniowo przekształciły się w kończyny pierwszych kręgowców lądowych. Przez setki milionów lat struktury te nieustannie adaptowały się do wyzwań stawianych przez życie na lądzie, w wodzie oraz w powietrzu. Współczesne badania dowodzą, że choć nogi, skrzydła i płetwy pełnią zupełnie odmienne funkcje, łączą je te same, głęboko zakorzenione ewolucyjnie mechanizmy, a ich rozwój trwa nieprzerwanie do dziś.

KOMUNIKACJA NASZYCH PRZODKÓW: KIEDY LUDZIE OPANOWALI SŁOWA?



Umiejętność wyrażania się za pomocą słów to jedna z tych cech, które w fundamentalny sposób definiują nasze człowieczeństwo. Służy nam przecież nie tylko do przekazywania prostych komunikatów, lecz także do precyzyjnego formułowania myśli, pragnień czy życiowych dążeń. Współcześnie operujemy gigantycznym zasobem pojęć, a na naszej planecie funkcjonują tysiące zróżnicowanych języków – od bardzo do siebie podobnych po zupełnie unikalne. Kiedy jednak to wszystko się zaczęło? W którym momencie historii człowiek zdołał ubrać własną myśl w konkretne słowo?

DLACZEGO POWSTAJE INTELIGENCJA? EWOLUCYJNA ZAGADKA, KTÓRĄ NAUKA WCIĄŻ ZGŁĘBIA

Inteligencja niewątpliwie zalicza się do najbardziej zdumiewających cech życia na Ziemi. Mimo to jej powstanie wciąż owiane jest tajemnicą i stanowi wyzwanie dla badaczy. Biolodzy ewolucyjni zwracają uwagę, że zaawansowana zdolność rozwiązywania złożonych problemów w historii życia na naszej planecie pojawiła się zaledwie kilkukrotnie: u ludzi i wybranych naczelnych, a także u waleni, słoni oraz głowonogów.



EKSTRA:

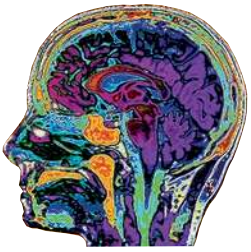
SAMI WE WSZECHŚWIECIE CZY NIE? OBIE MOŻLIWOŚCI SĄ RÓWNIE PRZERAŻAJĄCE

Czy jesteśmy sami we Wszechświecie? To pytanie nurtowało chyba każdego, kto choć raz spoglądał w usiane milionami gwiazd niebo.



Pewni jesteśmy tylko jednego: kosmos nie jest całkowicie martwy. Na obrzeżach niepozornej galaktyki – o średnicy zaledwie 100 000 lat świetlnych – krąży przeciętna gwiazda wraz ze swoim układem planetarnym. A trzecia planeta od Słońca wprost tętni życiem...

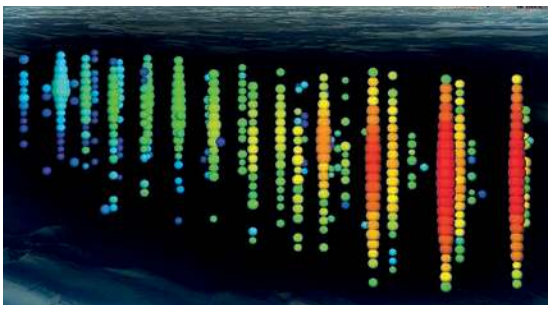
CZY MÓZG POTRAFI WIDZIEĆ „NIEISTNIEJĄCE" BARWY?



To fascynujące, szczególne stany, w których ludzki wzrok przekracza bariery stworzone przez własny narząd percepcji. W codziennych warunkach nasz zmysł wzroku działa niczym system konwersji promieniowania elektromagnetycznego z widma widzialnego. Redukuje jego złożoność w taki sposób, że nie jesteśmy w stanie dostrzec pewnych kombinacji kolorów jednocześnie. Naukowcom udało się jednak wywołać ten efekt w warunkach eksperymentalnych. Oczywiście celem tych badań nie jest samo polowanie na „nieistniejące" barwy, lecz głębsze zrozumienie mechanizmów rządzących ludzkim wzrokiem.
Z fizycznego punktu widzenia żadne kolory przecież nie istnieją – w przestrzeni rozchodzi się jedynie fala elektromagnetyczna, którą nasz mózg interpretuje jako barwny świat.

11 TAJEMNIC UKRYTYCH POD ANTARKTYDĄ

Naukowcy zarejestrowali na Antarktydzie sygnały, których dotąd nie potrafią jednoznacznie wyjaśnić. Aparatura zaprojektowana do rozwikłania zagadki cząstek zwanych neutrinami natrafiła na zjawisko być może jeszcze bardziej zdumiewające – fale, które wydają się przenikać przez wnętrze Ziemi oraz czaszę lodową. Ten niewyjaśniony fenomen to jednak zaledwie wstęp do tajemnic kryjących się pod powierzchnią najbardziej odizolowanego kontynentu świata. Co jeszcze skrywa Antarktyda?



eprasa.pl 3fd5d50475

U progu niezwykłych zmian, niecodziennych informacji i niezmierzonego postępu



AKTUALNIE W SPRZEDAŻY

116 stron
ciekawej lektury

Zamówienia na prenumeratę można składać:
bezpośrednio na stronie: www.europress.pl. Więcej informacji pod numerem:
48 22 51 93 980 lub e-mail: prenumerata@europress.pl
Prenumerata przez Pocztę Polską: www.prenumerata.poczta-polska.pl

eprasa.pl 3fd5d50475

CZEGOŚ NIE WIESZ?
PRZECZYTAJ O TYM



NAUKA, KTÓRA STANIE SIĘ ROZRYWKĄ



NAJPOCZYTNIEJSZY MAGAZYN O TAJEMNICACH



GDY CHCESZ CZYTAĆ, NIE TYLKO PRZEGLĄDAĆ



FASCYNUJĄCY ŚWIAT WOKÓŁ NAS

---

1 FAKTY 2 NAUKA 3 HISTORIA 4 ZAGADKI

KAŻDA STRONA WYPEŁNIONA INFORMACJAMI

WYDAWNICTWO AMCONEX
www.amconex.pl

eprasa.pl 3fd5d50475